SÉANCE MENSUELLE DU 18 OCTOBRE 1949.

Présidence de M. C. CAMERMAN, *vice-président.*

Sur la proposition du président, les personnes suivantes sont admises en qualité de membres effectifs de la Société :

MM. PAUL ANTUN, assistant au Laboratoire de pétrographie de l'Université de Liège, 7, place du XX-Août, Liège; présenté par MM. P. Fourmarier et P. Michot.

CAMILLE PETIT, licencié en Sciences géographiques U.L.Lv., professeur à l'École normale, 79, rue des Postes, Braine-le-Comte; présenté par Mlle M. Lefèvre et M. A. Delmer.

EDMOND HOGE, docteur en Sciences physiques et mathématiques, attaché à l'Institut royal météorologique, 38, rue du Marteau, Bruxelles; présenté par MM. M.-E. Denaeyer et R. Cambier.

ISIDRO PARGA-PONDAL, géochimiste, Laje (La Corogna), Espagne; présenté par MM. M.-E. Denaeyer et R. Cambier.

INSTITUT PÉDOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN, 72, avenue du Cardinal Mercier, Héverlé-Louvain; présenté par MM. E. Asselberghs et F. Gullentops.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

10032 ... Reichsamt für Bodenforschung. Abt. Geophysik. Geophysikalische Karte von Nordwest-Deutschland 1/500.000 zusammengestelt von H. Reich 1948. I. Magnetik. Hambourg, 1948, 1 feuille.

10033 ... Reichsamt für Bodenforschung. Abt. Geophysik. Geophysikalische Karte von Nordwest-Deutschland 1/500.000 zusammengestelt von H. Reich 1948. II. Gravimetrik. Hambourg, 1948, 1 feuille.

10034 ... Reichsamt für Bodenforschung. Abt. Geophysik. Geophysikalische Karte von Nordwest-Deutschland 1/500.000 zusammengestelt von H. Reich 1948. III. Seismik. Hambourg, 1948, 1 feuille.

10035 ... Bodenkundliche Übersichtskarte herausgegeben vom Geologischen Landesamt. Grossblatt 94*b* Düsseldorf-Höln (Bearbeitet E. Mükenhausen). Godesberg, 1948, 1 feuille.

10036 ... Technische Hogeschool te Delft. Programma der lessen voor het studiejaar 1949-1950. Delft, 1949, 240 pages.

10037 ... Bulletin de la Fédération belge des Sociétés scientifiques. Bruxelles, 1949, 24 pages (2 ex.).

10038 *Alastrué y Castillo, Ed.* Bosquejo geológico de las Cordilleras subbéticas entre Iznalloz y Jaén. Premio « Juan de la Cierva » 1943. Madrid, 1944, 159 pages, 20 planches et 34 figures.

10039 *Bell, A. H., Swann, D. H., Kline, V.* et *Meents, W. F.* Oil and Gas map of Illinois. Urbana, 1948, 1 feuille.

10040 *Brongersma-Sanders, M.* The importance of upwelling water to vertebrate paleontology and oil geology. Amsterdam, 1948, 112 pages et 7 figures.

10041 *Cahen, L.* et *Lepersonne, J.* Présentation d'une carte géologique du Congo belge à l'échelle du 1/000.000. Liège, 1948, 4 pages.

10042 *Choubert, G.* et *Marçais, J.* La géologie marocaine. Paris, 1949, 12 pages et 1 carte.

10043 *Colom, F.* Introduction al estudio de los microforaminiferos fosiles. Madrid, 1946, 363 pages, 26 planches et 21 figures.

10044 *Colom, G.* Estudios sobre la sedimetacion profunda de las Baleares. Madrid, 1947, 147 pages et 28 planches.

10045 *Comité Spécial du Katanga.* Rapports et bilans des exercices 1940-1947. Bruxelles, 1949, 180 pages.

10046 *de Villalta y Comella, J. F.* et *Pairo, C.* Contribucion al conocimiento del Albanosmilus Jourdani Filhol. Madrid, 1943, 62 pages et planches.

10047 *Fallot. P.* El sistema cretàcico en las cordilleras béticas. Madrid, 1943, 110 pages et 22 figures.

10048 *Fallot P.* Estudios geologicos en la zona subbetica entre Alicante y el Rio Guadiana Menor. Madrid, 1945, 719 pages et 284 figures + XI planches hors texte.

10049 *Hodge, E. T.* Topographic map of North Central Oregon. Oregon, 1949, 1 feuille.

10050 *Jamotte, A.* et *Lepersonne, J.* Les ressources minérales du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Liège, 1948, 19 pages et 3 planches.

10051 *Jamotte, A.* Note préliminaire sur la constitution du complexe de base dans le district aurifère du Tanganika au Katanga. Bruxelles, 1949, 13 pages et 3 figures.

10052 *Jonet, S.* Quelques poissons nouveaux de l'Oligocène de Roumanie. Bruxelles, 1949, 4 pages.

10053 *Kuenen, P. H.* Slumping in the Carboniferous Rocks of Pembrokeshire. Londres, 1949, 21 pages, 6 planches et 10 figures.

10054 *Kuenen, P. H.* Troebelingsstroming van hoog soortelijk gewicht. Amsterdam, 1949, 4 pages.

10055 *Kuenen, P. H.* Ambon and Haroekoe. Groningen, 1945, 19 pages et 7 figures.

10056 *Llopis Llado, N.* Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides. Barcelona, 1947, 372 pages, planches et figures.

10057 *Masachs Alavedra, V.* El régimen de los Ríos peninsulares. Barcelone, 1948, 590 pages, 162 figures et 1 carte.

10058 *Cotelo Neiva, J. M.* O basalto da Nazaré. Porto, 1948, 12 pages et 2 planches.

10059 *Cotelo Neiva, J. M.* Filâo de Microsienito augitico no monte de S. Bartolomeu (Nazaré). Porto, 1948, 8 pages et 2 planches.

10060 *Okay, C.* Sile, Mudarh, Kartal ve Riva aramdaki bölgenin jeolojik etüdü. Geologische Untersuchung des gebiets zwischen Sile, Mudarh, Kartal und Riva in Kocaeli (Bithynien, Türkei). Istanbul, 1948, 24 pages et 6 planches.

10061 *Judite dos Santos Pereira.* Rochas igneas provenientes do Torrão (Alcácer do Sal). Porto, 1948, 12 pages et 2 planches.

10062 *Pinar, N.* Ege bölgesinin tektonigi, sicaksu ve Maden Suyu Kaynaklari. Istanbul, 1948, 40 pages et 1 carte.

10063 *Read, H. H.* Metamorfismo e actividade ignea. Porto, 1948, 45 pages.

10064 *Maximino San Miguel de la Camara, D.* Diccionario petrografico. Tomo I : Rocas eruptivas. Madrid, 1944, 174 pages.

10065 *Schriel, W.* La Sierra de la demanda y los Montes Obarenes. Madrid, 1945, 132 pages, 23 figures et 9 planches.

10066 *Sluys, M.* Extension de la glaciation permo-carbonifère au Congo et dans les régions limitrophes. Bruxelles, 1949, 6 pages.

10067 *Van Straaten L. M. J. U.* Note on the occurrence of authigenic feldspar in non-metamorphic sediments. New Haven, 1948, 4 pages.

10068 *Van Straaten, L. M. J. U.* Occurrence in Finland of structures due to subaqueous sliding of sediments. Helsinki, 1849, 10 pages et 10 figures.

9848 ... Centenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège (A.I.Lg.). Congrès 1947. Section Génie civil. Liège, 1949, 312 pages et figures.

2° Nouveaux périodiques :

10069. *Washington.* National Research Council. American Geophysical Union. *Transaction* : 1940, Part 1, 3, 4; 1941, Part 1, 3; 1943, Part 1; 1944, Part 1; 1945, Part 1, 2, 3; 1946, Part 1, 2, 3, 4, 5, 6; 1947, Part 4, 5, 6; 1948, Part 1, 2, 3, 5, 6; 1949, Part 1, 2, 3.

10070 *Washington.* National Research Council. American Geophysical Union. *Annual Meeting* : 14° (1933); 16° (1935), Part 1; 19° (1938); 20° (1939), Part 2 et 4; 21° (1940); 22° (1941), Part 2, 3; 25° (1944), Part 1, 5 et 6.

10071 *Madrid.* Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Instituto « Lucas Mallada » de Investigaciones Geologicas. Publicationes alemanas sobre Geologia de Espana. I (1942), II (1943), III (1946), IV (1948).

10072 *Madrid.* Consejo Superior de Investigaciones Cinetificas. Trabajos del Instituto de Ciencias Naturales « José de Acosta ». *Série géologique*, t. I (1943-1944), n°s 1, 2, 3; t. II (1945); t. III (1942-1944), n° 1.

10073 *Madrid.* Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Instituto « José Acosta ». *Section de Pétrographie*, I (1941); II (1941); III (1942).

10074 *Tunis.* Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Tunisie, t. I, fasc. 2 (1945); t. II, fasc. 1 (1949).

Communications des membres :

M. Lucius. — *La remise en état de la source thermo-minérale Kind à Mondorf. Premières indications sur la présence du Permien dans le Grand-Duché de Luxembourg.* (Texte ci-après.)

S. Jonet. — Amphisile teleajensis, *nouvelle espèce de Téléostéen oligocène des Carpathes roumaines.* (Texte ci-après).

H. Kufferath. — *Les microfossiles* (2e partie). (Projections lumineuses.) Le texte reproduit ci-après comprend l'ensemble du travail dont la première partie avait été donnée par l'auteur à la séance du 19 avril 1949.

La remise en état de la source thermominérale Kind à Mondorf (*),

par M. LUCIUS.

RÉSUMÉ. — *La remise en état de la source thermominérale Kind à Mondorf révèle l'existence de Permien dans le Luxembourg et confirme l'absence de gisement salifère au Nord de l'anticlinal de Sierck.*

Parmi les richesses minérales du Grand-Duché de Luxembourg se range la source thermale chlorurée découverte en 1846 à Mondorf, ville proche de la frontière française, par le fameux sondeur Kind, dont elle porte encore le nom. Température à l'émergence : environ 25° C; teneur en sels minéraux : près de 15 gr au litre.

Creusé jusqu'à la profondeur de 730 m, soit à la cote — 536, grâce à l'invention, faite en cette occasion, de la chute libre due au grand sondeur saxon, le trou de Mondorf a, d'après M. Michel Lucius, directeur du Service géologique grand-ducal, longuement retenu le record de la profondeur. Cependant, une irréparable rupture de tiges s'étant finalement produite, le matériel de forage dut être abandonné le 16 juillet 1846.

Autre difficulté : Kind, ayant constaté que les eaux profondes très corrosives avaient sérieusement attaqué le fer du tubage en tôles, remplaça celui-ci par un revêtement en bois de chêne d'un diamètre intérieur de 14 cm, mais ne put le faire descendre au-dessous de 423 m, laissant ainsi à découvert au-dessous des terrains plutôt éboulueux.

A la longue, le débit, primitivement de 600 l/minute, se réduisit à un point tel que, en 1913, un nouveau puits, dit source Adélaïde, fut foré par la Société Foraky d'Erkenlenz, à 200 m de la source Kind. Ce travail, qui, en donnant 215 l/minute, réduisit le débit du puits ancien à 275 l, permit néanmoins de faire de très utiles constatations sur la qualité des terrains jusqu'à la profondeur de 589 m, où il fut poussé. A l'endroit en question affleure, en allure sensiblement horizontale, le Jurassique inférieur ou Lias. Au-dessous, on péné-

(*) Manuscrit remis en séance.

tra dans le Trias, soit successivement, en gros, dans les marnes du Keuper, le calcaire coquillier ou *Muschelkalk*, enfin le grès bigarré (*Buntsandstein*), mais on constata, aux profondeurs de 90 m, puis de 330 à 336 m et entre 396 et 403 m, des pertes de l'eau de curage : les couches superficielles sont donc perméables et les eaux douces qu'elles renferment sont à basse pression, ce que confirma la détermination de leur niveau piézométrique : 89,64, 75,00 et 69,50 m. Comme au puits Kind, une première source d'eau salée s'était manifestée à 465 m, le forage Adélaïde, suspendu à 465 m, puis revêtu d'un tubage hermétique isolant les eaux douces et soigneusement fretté à sa base, fut poursuivi sur 135 m à travers le grès bigarré jusqu'à 589 m. Un tubage d'exploitation en cuivre fut descendu jusqu'à 580 m.

Quant à la source Kind, déjà diminuée par cette opération, elle ne cessa de faiblir : 124 l/minute le 23 octobre 1938, puis 104 l le 18 décembre 1945.

C'est dans ces conditions que M. Michel Lucius, premier directeur du Service géologique fondé en 1936, préconisa dès 1939 la remise en état du sondage Kind, travail bien délicat, mais le seul qui pût supprimer le déversement des eaux profondes dans les terrains superficiels et ne pas créer une concurrence aux sources Kind et Adélaïde. Entrepris en juin 1946 et effectué avec le concours de la Société Foraky de Bruxelles, qui l'a poussé jusqu'à 712 m, ce sauvetage, avec carottage continu sous 450 m, vient de s'achever par la pose d'une colonne en cuivre de 166 mm de diamètre intérieur, épaisse de 6 mm et longue de 457 m. Le débit primitif a été retrouvé : 670 l/minute, d'une eau qui à la cote 187,90, niveau de départ vers l'établissement des bains, a une température de 24,5° C, le niveau hydrostatique étant à la cote 199,85.

*
* *

Le carottage continu a permis de constater que, comme prévu dès 1937 (1), le Permien est représenté, entre les pro-

(1) Cf. M. LUCIUS, Die Geologie Luxemburgs in ihren Beziehungen zu den benachbarten Gebieten (*Publ. Serv. Géol. Luxembourg*, I, 1937, pp. 79-86); Geologie Luxemburgs (*Das Gutland*, 1. Bd, V, 1948, passim, pp. 38, etc.); La réfection du forage Kind à Mondorf-les-Bains (*Arch. Inst. grand-ducal luxembourgeois*, t. XVIII, nouv. série, 1949, pp. 95-116).

fondeurs de 692 et 700 m, par des dépôts qu'il faut ranger dans le Zechstein et le Rothliegendes, sans qu'il soit possible de tracer une limite entre les deux assises. En effet, sous le grès des Vosges (Buntsandstein), très friable, la sonde a traversé sur 3 m une dolomie caverneuse de couleur claire, avec géodes tapissées de dolomie; puis sur 1,60 m du grès rouge sombre englobant des fragments anguleux d'un grès siliceux clair; ensuite : 0,70 m de brèche de dolomie claire à pâte gréseuse rouge et ciment dolomitique; 0,55 m de dolomie gréseuse; 0,50 m de brèche de dolomie et de grès quartzeux dans un fond gréseux sombre avec alvéoles à cristaux de dolomie; sur 0,70 m au-dessous, ces alvéoles sont tellement nombreux que le facies est celui de la *Grenzdolomit* de la bordure triasique de l'Oesling. Sous 699 m, le grès prédomine sur 0,70 m, toujours de facies bréchique, avec, vers le bas, débris anguleux de schiste et de quartzophyllades, grands de 5 à 7 cm. De 694 à 699,60 m : une seule carotte longue de 3,90 m de brèche à ciment siliceux et veines de quartz. A la base, galet de quartz clair de 6 cm de diamètre.

Au-dessous [carotte de 1,60 m (699,60—701,75·m)], soit sous la cote — 505, grès et schistes disloqués par diaclase verticale et surtout par ruptures d'allure plate superposant des strates horizontales à d'autres inclinées à 45-50°.

C'est le prolongement souterrain du massif dévonien disloqué du Hunsrück, dont l'extrémité occidentale est, depuis Monnet [voir OMALIUS, *Essai, etc.* (1808), p. 451, note : Dixième région, le Luxembourg], connue dans la vallée de la Moselle, à Sierck, soit à 8 km à l'Est de Mondorf, à la cote 144,2 (²).

Tout comme dans ces vastes affleurements, les roches siegeniennes, où la sonde a encore, sur 13,25 m, pénétré à Mondorf, sont, en certaine façon, « rubéfiées », résultat d'une exposition superficielle de la bordure méridionale du « Golfe » de Luxembourg.

*
* *

DERNIÈRE REMARQUE. — On s'est parfois demandé si le Bas-Luxembourg belge, bordure septentrionale de ce « golfe », ne renfermerait pas des gisements de sel. Les explorations prati-

(²) Cf. *Carte géologique du Luxembourg, à l'échelle du 1 : 25.000*, par M. LUCIUS, feuille n° 2 : Remich.

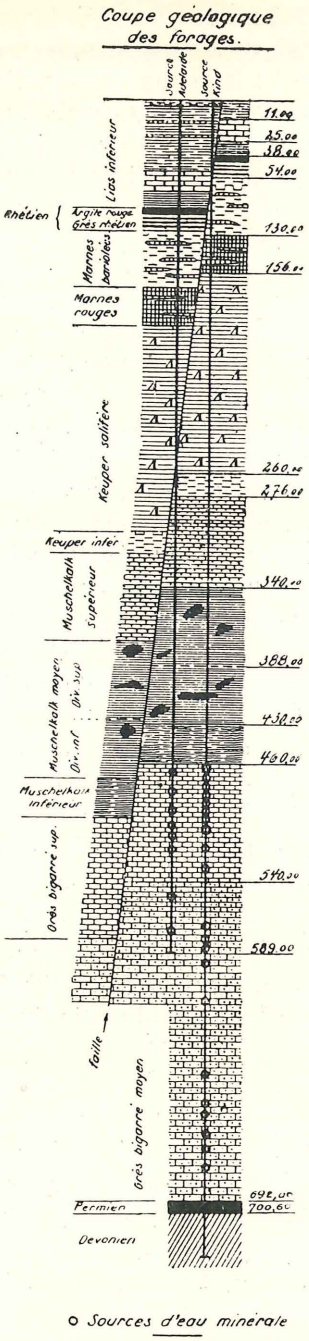
Coupe géologique des forages.
Source Adelaïde
Source Kind
Lias inférieur
Rhétien
Argile rouge
Grès rhétien
Marnes bariolées
Marnes rouges
Keuper salifère
Keuper infér.
Muschelkalk supérieur
Muschelkalk moyen
Div. sup.
Div. inf.
Muschelkalk inférieur
Grès bigarré sup.
Grès bigarré moyen
Faille
Permien
Devonien
19.00
25.00
38.00
54.00
130.00
156.00
260.00
276.00
340.00
388.00
430.00
460.00
540.00
589.00
698.00
700.60
Sources d'eau minérale

FIG. 1.

quées en profondeur dans le Grand-Duché portent à répondre par la négative.

La campagne de sondages qui, ouverte en 1836 par la « Société nationale belge », a finalement, en 1841, abouti à Mondorf, avait comporté le creusement, en 1837-1839, d'un trou de 534,85 m à l'Ouest de Fischerhof-lez-Cessingen; en 1839-1840, d'un second trou (235 m), à Echternach; en 1841, à Besch-sous-Perl, d'un troisième (290 m); tous avaient été négatifs.

L'exécution du sondage de Longwy, poussé jusqu'au substratum paléozoïque, a complété la démonstration, au point de vue des réalités.

D'ailleurs, à Mondorf toutes les venues d'eau salée sortent à plusieurs niveaux du grès bigarré des Vosges, qui y est très friable; mais comme elles sont de températures variées, atteignant jusqu'à 28° C, elles témoignent de la complexité du régime hydrologique.

DISCUSSION.

Le Secrétaire général demande à M. J. Vesters, ingénieur représentant la firme Foraky, présent à la séance, de donner quelques détails sur l'exécution de ce sondage particulièrement difficile.

Le problème qui se posait, dit M. Vesters, était de retrouver, après la réfection du sondage, l'entièreté du débit primitif de la source Kind. Il était donc prudent de ne pas s'écarter de l'emplacement ancien et nécessaire, avant les travaux, de faire une obturation parfaite du débit de la source si l'on voulait prévenir, en cas de déviation, des pertes permanentes dans les niveaux supérieurs et éviter le colmatage des fissures aquifères par les boues du forage. Ceci exigea la confection d'un serrement étanche à la tête des grès après remblayage préalable de l'ancien forage.

La rencontre pendant le forage des débris de l'ancien cuvelage en bois ainsi que des restes de l'ancien revêtement en tubes rivés donna lieu à de nombreuses difficultés qu'on parvint cependant à surmonter.

Des précautions spéciales ont dû être prises pour éviter les effets d'électrolyse et l'accumulation des gaz entre le tubage extérieur et le revêtement intérieur, qui est en cuivre. Les eaux de Mondorf renferment elles-mêmes une notable quantité de gaz naturel.

Amphisile teleajensis, nouvelle espèce de Téléostéen oligocène des Carpathes roumaines (1),

par S. JONET.

Le genre *Amphisile* est représenté par deux espèces à l'état fossile.

La première, *Amphisile longirostris*, fut créée en 1776 par Volta, pour un poisson éocène du Monte Bolca en Italie. Le type de l'espèce et seul exemplaire connu est actuellement perdu. S'il cite encore celui-ci dans son grand traité sur les Poissons fossiles, L. Agassiz, dans sa description, se base plus sur les caractéristiques de la seule espèce vivante connue de son temps que sur le fossile qu'il n'a pas vu. La seconde espèce, *Amphisile Heinrichi*, fut trouvée par Heckel dans les schistes ménilitiques des Carpathes galiciennes. Heckel considérait cette espèce comme caractéristique des couches qui la contenaient et qu'il ne désigne que sous le nom d' « Amphisilenschiefern ». Toutefois, pendant près de cent ans, *Amphisile Heinrichi* ne fut plus signalé dans les régions alpino-carpathiques, à part au Caucase, où l'espèce est assez répandue. Dans les régions extra-carpathiques, par contre, cette espèce existe en Allemagne (Bassin du Mainz) et en Alsace (Haut-Rhin), où elle caractérise le niveau moyen du Rupélien.

Depuis 1929, *Amphisile Heinrichi* a été signalé en Galicie (6), dans les Carpathes septentrionales de Moravie et en Roumanie (8). Toutes ces découvertes se rapportent à un ou deux exemplaires et montrent que le genre *Amphisile* est beaucoup trop rare pour être considéré comme fossile caractéristique d'une formation étendue.

Au cours de l'été 1944, comme je l'ai déjà signalé, j'ai eu l'occasion de trouver une quarantaine d'exemplaires d'une

---

(1) D'après WEBER & BEAUFORT (*The fishes of the indo-australian archipelago*, vol. IV, pp. 18 et sq., Leyde, 1922), la famille des *Centriscidae* ne comporterait que deux genres : *Aeoliscus* et *Centriscus*, avec lesquels les espèces du genre *Amphisile* devraient entrer en synoymie. Par l'un de ses caractères notre espèce se rapproche très fort du genre *Aeoliscus*, mais les autres caractères n'étant pas visibles sur le fossile, je conserve l'attribution de celui-ci au genre *Amphisile*.

nouvelle espèce d'*Amphisile* dans les schistes disodyliques oligocènes affleurant dans la vallée du Teleajen, aux environs du village de Homorâciu (Département de Prahova, Roumanie).

Ces schistes contiennent une faune ichthyologique variée dont :

Famille des **CENTRISCIDAE.**

Genre **AMPHISILE** (KLEIN) CUVIER.

Amphisile teleajensis nov. sp.

Les exemplaires possédés ont une longueur totale variant de 39 à 98 mm. Voici les dimensions de l'exemplaire figuré :

Longueur totale (épine caudale incluse)	86 mm
Longueur du corps (bout des mâchoires au début de la nageoire caudale)	62,5 mm
Largeur maximum du corps	10 mm
Longueur de la tête (bout des mâchoires au bord postérieur de l'opercule)	29 mm
Largeur maximum de la tête	8,5 mm
Rapport de la largeur du corps à sa longueur	1 : 6,25
Rapport de la longueur de la tête à la longueur du corps	1 : 2,16

Nageoires : D III 8; A 9 ?; C 2×6-8; P ?; V 6.

Le corps de ce poisson est fusiforme et fortement comprimé latéralement. Sensiblement renflé dans la région abdominale, il a une tête s'allongeant en une sorte de rostre, tandis qu'il se termine par une queue pointue supportant une épine effilée.

Toute la partie supérieure du corps est recouverte par une carapace formée d'écussons soudés, tandis que la cavité abdominale est protégée par de petites plaques rectangulaires.

Le poisson a une longeur totale de 86 mm, mesurée du bout du bec à l'extrémité de l'épine terminale, mais le corps proprement dit — mesuré du bord postérieur de l'opercule au début de la nageoire caudale — n'a que 34 mm. Il ne représente donc qu'un peu plus du tiers de la longueur totale.

La hauteur maximum du corps se trouve un peu en arrière de l'opercule, près de l'insertion de la tête sur le thorax. Elle est contenue près de 9 fois dans la longueur totale du poisson et un peu plus de 6 fois dans la longueur du corps proprement dit. Le profil dorsal est régulièrement convexe vers le haut de la base du frontal jusqu'à la nageoire dorsale. Vers l'avant le maxillaire supérieur se redresse assez fort, de sorte que, dans

la majorité des exemplaires, la bouche se trouve bien près de la tangente au profil dorsal. Vers l'arrière, ce profil se redresse également dans l'épine terminale. Quant au profil ventral, il est fortement convexe depuis la base de la tête jusqu'à la nageoire dorsale, après laquelle le corps s'amincit brusquement.

La tête, avec sa longueur de 29 mm, représente le tiers de la longueur totale du poisson et est quelque peu inférieure au corps proprement dit (mesuré jusqu'à la nageoire caudale). Elle a une largeur maximum de 8,5 mm au droit de l'orbite et est donc contenue 3,5 fois dans la longueur totale de la tête. Cette dernière est très effilée et se prolonge par une sorte de bec de 20 mm de long, qui, d'une largeur de 5 mm au bord antérieur de l'orbite, n'a plus que 2 mm à son extrémité, où s'ouvre une bouche particulièrement petite.

FIG. 1.

Les os de la tête ne sont malheureusement pas des plus visibles. Les maxillaires sont courts et fins, quelque peu rectangulaires. L'opercule est grand, ses bords antérieur et supérieur forment un angle obtus sous l'œil, tandis que son bord postérieur est arrondi paraboliquement. Le sous-opercule déborde l'opercule et est de même arrondi. Le préopercule, assez étroit, forme un angle à peu près droit sous l'œil et s'allonge vers l'avant en un long rostre qui est à peu près égal à la longueur de la tête. L'opercule est orné de fins sillons qui partent radialement du bord postérieur inférieur de l'orbite. La narine et l'œil sont très près l'un de l'autre. Ce dernier se trouve dans la partie supérieure du crâne, près du profil frontal. L'orbite est relativement grande et a un diamètre de 2,5 mm. La distance du bord antérieur de l'orbite au bout des mâchoires représente 8 fois le diamètre de l'œil, tandis que la distance du bord postérieur de l'œil au bord postérieur de l'opercule représente 2 fois

le diamètre de l'œil. De longs rayons branchiostèges partent du bord antérieur de l'opercule, pour s'étendre jusque près des nageoires pelviennes.

La colonne vertébrale est située dans la partie supérieure du corps et pour sa plus grande partie cachée par la carapace dorsale. Sa partie terminale sort de ce bouclier vers les 2/3 de la longueur du corps et est constituée par 9 petites vertèbres asymétriques dont la longueur diminue graduellement. Ceci est d'ailleurs une caractéristique du genre *Amphisile*, où les vertèbres ont une longueur qui diminue fortement des premières aux dernières. Dans les espèces vivantes, les 4-5 premières vertèbres représentent plus des 2/3 de la colonne vertébrale toute entière.

Les vertèbres portent de très fines apophyses dont la longueur décroît rapidement de 3,5 mm près du corps, à 1 mm à la dernière vertèbre. Les apophyses neurales sont inclinées vers l'arrière, tandis que les apophyses hémales sont d'inclinaison variable, mais en général quelque peu inclinées vers l'avant.

La cavité abdominale est large et l'on peut y voir 10 espèces de côtes puissantes et fort larges près de la colonne vertébrale, mais s'amincissant et s'effilant à leur extrémité, qui vient s'appuyer sur les écussons ventraux. Si l'on s'en rapporte aux espèces vivantes, ces côtes ne sont que des anneaux cornés ceignant la cavité abdominale comme le font les pièces sternales de certaines espèces de harengs. Ces anneaux inclinés vers l'arrière au début du corps se redressent vers le milieu de celui-ci, pour être légèrement inclinés vers l'avant, près de la région caudale.

La dernière vertèbre, quelque peu élargie, supporte la nageoire caudale. Celle-ci est fort échancrée, constituée de deux branches comportant chacune 6-8 rayons fins qui peuvent se dédoubler. Le plus long d'entre eux a 3,5 mm, soit la longueur des 4 dernières vertèbres.

La nageoire dorsale, située immédiatement en avant de la nageoire caudale, apparaît sous le bouclier dorsal. Elle est constituée de deux parties ; la première (postérieure) comporte 3 très fortes épines, dont l'on n'aperçoit que la pointe acérée immédiatement avant l'épine terminale ; la seconde partie, triangulaire, est formée de 8 rayons mous à peu près de même longueur, mais qui sont portés par des rayons interépineux dont

la longueur décroît rapidement d'avant en arrière. Ces interépineux prennent appui sur les neurapophyses correspondantes.

La nageoire anale est assez mal conservée. On aperçoit cependant 9 interépineux assez longs qui s'intercalent ou s'appuient sur les hémapophyses des 4e à 8e vertèbres (comptées en commençant par la dernière). Cette nageoire devait donc couvrir un peu plus de la moitié de l'espace découvert entre la fin des écussons ventraux et la nageoire caudale. Sur un exemplaire autre que celui figuré, on aperçoit aussi les 2-3 premiers rayons de la nageoire anale. Ceux-ci sont très courts et représentent à peine le tiers des interépineux correspondants.

Les nageoires pectorales se situent à la partie postérieure de l'appareil operculaire. Elles sont courtes et constituées par de très fins rayons qu'il est difficile de compter.

Les nageoires ventrales sont très petites. Elles sont soutenues par 2 os longs et flexibles qui prennent naissance près de l'épaule, pour aller émerger entre les 4e et 5e écussons ventraux. Elles comportent 6 très courts rayons.

L'épine terminale de la carapace est exactement dans le prolongement de celle-ci, sur laquelle elle est articulée. Elle est toujours dirigée vers le bas. Elle est de même très effilée, parfois légèrement incurvée et a une longueur d'environ 1,5 fois la hauteur du corps.

Le poisson est recouvert d'un bouclier dorsal formé d'écussons ou de larges plaques soudées les unes aux autres. Il est difficile d'en fixer le nombre, car ils ne semblent former qu'une seule carapace qui, commençant au sommet du crâne, se poursuivrait jusqu'à l'épine terminale. Le ventre est de même protégé par 10 petits écussons rectangulaires dont les 4 premiers sont sensiblement plus grands.

Toutes ces plaques et écussons sont différemment ornementés. Le sommet du crâne et les écussons dorsaux sont couverts de fins tubercules arrondis et sensiblement alignés. Toutefois les derniers écussons dorsaux situés au-dessus de la nageoire dorsale sont finement cannelés. Ces cannelures se prolongent jusqu'au bout de l'épine terminale. Les petites plaques ventrales sont striées longitudinalement, mais ces stries sont extrêmement fines et rapprochées et ne ressemblent aucunement aux cannelures de la partie postérieure du corps.

Les rapports et différences de cette nouvelle espèce avec les autres espèces fossiles et quelques espèces vivantes sont groupés au tableau annexé.

Il y a toutefois lieu d'insister sur deux faits :

Tout d'abord sur le grand nombre d'exemplaires (38) du genre *Amphisile*, malheureusement presque tous à l'état fragmentaire, trouvés à Homorâciu, alors qu'une douzaine seulement d'exemplaires furent trouvés au cours d'un siècle dans l'arc carpathique tout entier. D'autre part, *Amphisile*, genre essentiellement tropical, est associé à d'autres genres tropicaux ou subtropicaux, comme *Odontaspis*, *Cybium*, *Clupea*, *Serranus*, *Lepidopus*, mais aussi à *Cetorhinus* squale de mers froides. La présence de genres pélagiques de mers tempérées (*Odontaspis* et *Lepidopus*) et froides (*Cetorhinus*) semble montrer que le bassin de sédimentation était à ce moment ouvert du côté de la haute mer, d'où pouvaient venir les squales et poissons bons nageurs.

Il me reste à remercier tout spécialement le Prof[r] Arambourg, de Paris, qui m'a très aimablement autorisé à consulter et à étudier ses collections du Muséum, qui comportent un certain nombre d'exemplaires d'*Amphisile Heinrichi*.

BIBLIOGRAPHIE.

1. L. AGASSIZ, 1844, Recherches sur les Poissons fossiles.
2. J. J. HECKEL, Beiträge zur Kenntnis des fossilen Fische Osterreich-Ungarns (*Denks. Akad. Wiss. math. nat.*, Bd I, Wien, 1849, p. 201).
3. E. SAUVAGE, Note sur les Poissons de Froidefontaine (*Bull. Soc. géol. France*, 2[e] série, vol. XXVII, 1870).
4. A. SMITH WOODWARD, Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, Part IV, 1901.
5. W. WEILER, Beiträge zur Kenntnis des tertiäre Fische des Mainzer Beckens (*Abhandl. d. Hess. Geol. Land. Anst.*, Bd VIII, 1928).
6. B. BOHM, Stratigraphie du Tertiaire à la base de la Faune des Poissons (*C. R. I[er] Congrès géol. Pétrole à Lwow*, 1929).
7. N. THÉOBALD, Les Poissons oligocènes (*Bull. Serv. Carte géol. Alsace*, vol. II, fasc. 2, Orléans, 1934).
8. M. PAUCA, *Amphisile Heinrichi* in Rumänien (*Acad. roum. Bull. sect. scient.*, t. XXV, fasc. 3, p. 185, 1942).

	A. longirostris	*A. Heinrichi*
Longueur de la tête	—	Presque distance tête au dé but épine.
Hauteur du corps	—	Un peu plus que la moitié du bouclier dorsal. 2 fois dans longueur.
Tube buccal	—	Plus grand que le tiers de la longueur du corps sans épine.
Opercule	—	Arrondi. Strié.
Préopercule	Mêmes dimensions que l'opercule.	Mêmes dimensions que l'oper cule.
Rostre	—	Un tiers du corps.
Ligne dos	—	Horizontale.
Épine dorsale	—	Égale à la mi-distance œi au bout des mâchoires.
Boucliers latéraux	—	10 triangulaires.
Vertèbres	12 plus 8.	15 dont 9 visibles.
Côtes	—	—
Apophyses	Inf. vers l'avant.	Inf. vers l'avant. Sup. ver l'arrière.
Pectorales	Très reculées, portées par saillie de l'humérus.	A un diamètre de l'œil der rière l'opercule. Long. égal moitié tube buccal.
Ventrales	A mi-corps, fort petites. 1-5.	Très petites et près des pec torales.
Première dorsale	III.	II.
Seconde dorsale	10-12.	7?
Anale	—	13-14 petits rayons.
Caudale	4-5.	—
Distance bord antérieur œil au bout des mâchoires.	—	Égale à 4 diamètres de l'œi
Distance du bord postérieur de l'œil au bord postérieur de l'opercule.	—	1 fois le diamètre de l'œil.
Œil	—	9-10 fois dans longueur de l tête.
Distance pectorales au bord postérieur de l'opercule.	—	Presque égale à distance ope cule-œil.
Distance ventrales aux pectorales.	—	Moindre que distance ope cule-pectorales.
Rayons branchiostèges	5.	—
Rapport longueur tête à longueur du corps (*).	—	1 : 1,7.
Rapport largeur du corps à la longueur du corps (*).	—	1 : 5.

(*) Moyenne sur 10 exemplaires.

A. teleajensis	*A. scutata*	*A. strigata*	*A. cristata*
peu plus de la itie de cette distance.	2,5-3 fois dans la longueur du corps.	2,5 fois dans la longueur du corps.	2,..-3,4 fois dans la longueur.
peu près le tiers. ois dans longueur ale. Plus de 6 fois ans longueur du corps.	6,5-7,5 fois dans longueur.	—	4,6-5,1 dans la longueur.
is petit que le tiers le la longueur.	—	—	—
;èr. ovale. Strié.	Quadrangul., à coins arrondis	Ovale. Un tiers plus long que haut.	Tétragon. Plus long que haut.
is petit.	—	—	—
)eu près égal aux 2/3 du corps.	—	—	—
;èrement arquée.	—	—	—
ale aux 0,8-0,9 de cette distance.	Longue.	Courte.	Courte.
:ectangulaires.	—	—	—
isibles.	7-8.	—	—
	—	—	—
. légèrement vers ant. Sup. vers l'arrière.	—	—	—
1 visibles.	10.	11-12.	12.
is première moi- du corps. 6 très courts rayons.	3-4.	4.	3.
	III.	III.	III.
	10-12.	9-10.	12.
	11-12.	11-12.	13-14.
ux fois 6-8.	10.	10.	—
ale à 8 diamètres de l'œil.	—	—	—
is le diamètre de l, soit moitié de distance de l'œil ux pectorales.	Moitié ou un peu plus de la distance de l'opercule à la base des pectorales.	—	Moitié de la distance de l'opercule à la base des pectorales.
mètre 2,5 mm. 12 ois dans tête.	8,9-11 fois dans tête.	1,5-2 fois dans la partie postorbitale de la tête.	1-2,4 fois dans la partie postorbitale de la tête.
distance operculle-œil.	2 fois cette distance.	Moindre.	Égale.
5 plus grande.	Beaucoup moindre que distance pectorales à bord postérieur œil.	Égale à distance pectorales-œil.	—
t longs (un peu s longs que la geur du corps).	—	—	—
,2.	—	—	—
,2.	—	—	—

Les Microfossiles,

par H. KUFFERATH.

L'étude de la micropaléontologie constitue une discipline très spécialisée. Les Microfossiles sont tous les restes organiques, organismes entiers ou fragmentaires, qu'on peut trouver dans les roches sédimentaires. Ils ne sont décelables qu'au microscope et après des préparations spéciales. Cette définition très générale, conforme à celle du Prof[r] MARLIÈRE (2), n'est pas admise par tous les auteurs. Pour les uns, les Microfossiles sont soit les Foraminifères, soit les grains de pollen, ce qui est très limitatif. HANNA (1) estime qu'au-dessus d'une dimension de 10 mm on a affaire à des Macrofossiles; les Microfossiles sont les organismes de grandeurs inférieures. Cette distinction arbitraire, inacceptable, ferait séparer, par exemple, les Foraminifères en groupements contraires à une classification rationnelle.

Les premières découvertes de Microfossiles furent faites par Ehrenberg (Mikrogeologie); elles furent reprises et fort développées, depuis 30 à 40 ans, par O. et W. Wetzel et, en France, par G. Deflandre. Actuellement de nombreux chercheurs s'intéressent à la question, tant dans l'Ancien que dans le Nouveau Monde.

BUTS DE LA MICROPALÉONTOLOGIE.

Constatons, de prime abord, que le développement extraordinaire et unilatéral de certaines recherches sert un but pratique immédiat, la découverte des combustibles et surtout du pétrole. Les appuis financiers ont facilité ces travaux et permis la réalisation de techniques quasi industrielles. En dernière analyse, ces investigations ont une réelle signification stratigraphique; pourtant, les spécialistes, tenus par leur discrétion professionnelle, n'ont pas encore pu livrer aux géologues des indications précises.

Cette préoccupation de la valeur stratigraphique des Microfossiles intéresse, au premier chef, les géologues. Nous la trouvons nettement exprimée, en Belgique, dans des publications récentes du Prof[r] MARLIÈRE (2 et 3). Pour les Diatomées, Pantocsek pensait, vers 1890, que ces algues pouvaient être utilisées comme indices d'étages. C. SCHWARTZ, en 1946 (4),

conclut que l'examen microscopique des roches permet de déterminer, grâce aux Microfossiles, la position stratigraphique de sédiments, non autrement identifiables.

FIRTION, en 1947 (41), pense que, pour l'étude des dépôts quaternaires, les organismes siliceux et pollens peuvent, en tant qu'éléments écologiques, être utilisés dans l'interprétation de la stratigraphie quaternaire marine et lacustre. Les travaux des savants finlandais (Mölder, etc.) sont très instructifs à cet égard, pour la caractérisation des périodes Litorina, Yoldia, etc.

De ces quelques citations, que nous pourrions multiplier, résulte l'intérêt que les géologues peuvent tirer de l'étude des Microfossiles pour l'établissement de la succession des strates [voir, entre autres, HILTERMANN (24)]. Il faudra dresser, pour chaque étage, des listes de Microfossiles, en tenant compte de la nature et du nombre des espèces, de leurs associations, tout comme on le fait pour les fossiles ordinaires.

L'étude des Microfossiles peut répondre à d'autres intérêts. D'abord, l'étude purement morphologique et descriptive, dont on peut espérer tirer des conclusions au point de vue de l'évolution générale des organismes. On connaît l'existence de genres éteints de Foraminifères, de Radiolaires; la présence de Diatomées (5) n'est admise qu'à partir du Lias et du Trias; les *Centricae*, en majorité marines, sont très fréquentes dans les dépôts tertiaires. Antérieurement elles sont inconnues.

Rappelons que des genres bien caractérisés ont été signalés tout d'abord par les géologues; ainsi : *Ebria*, *Distephanus*, les Coccolithes, qui n'ont été découverts qu'assez récemment dans la nature actuelle, ce qui a permis de définir leur nature protistologique. Voir, par exemple, les travaux de J. SCHILLER (7) et de J. SCHLAUDER (8).

Un autre point de vue, dont on ne tient pas suffisamment compte, est celui de la biologie, de l'écologie géologique. Le déchiffrement du milieu ambiant peut donner des indications précieuses sur les conditions de la vie passée, corroborant les constatations générales des géologues. Il convient, toutefois, de ne pas oublier qu'il y a lieu de distinguer, suivant E. WASMUND (6), que les conditions vitales des organismes ne sont pas forcément celles que l'on trouve dans les associations de dépôt d'organismes morts.

En résumé, aux buts utilitaires et géologiques nous ajouterons donc ceux qui concernent la morphologie et la biologie. Cet ensemble montre tout l'intérêt de la micropaléontologie.

QUELQUES CAUSES DE DISPARITION DES MICROFOSSILES.

Avant de nous demander quels sont les restes organiques que l'on a chance de retrouver dans les sédiments, voyons pourquoi ils disparaissent. Il y a, d'abord, les éléments putrescibles, fermentescibles ou assimilables, tels que le protoplasme, les matières hydrocarbonées et de réserve, certains lipides. Ils sont attaqués et atteints par les moisissures, par les microbes dont la présence a été démontrée dans le charbon, il y a plus de 50 ans, par C.-E. Bertrand et Bernard Renault, de Lille. On sait aussi que les éléments protoplasmiques assimilés par les Schizomycètes et les Protistes sont absorbés par les organismes du plancton animal (Copépodes, etc.), qui, à leur tour, sont mangés par les animaux plus grands, au même titre que les tissus végétaux.

On ne peut espérer, par conséquent, retrouver, dans les sédiments géologiques, des Protistes, des Amibes, des Métazoaires variés, nombre de Flagellates. Seuls les organismes possédant des enveloppes ou éléments résistants à la désagrégation naturelle et à la digestion laisseront des résidus identifiables. A cette règle, on a signalé des exceptions. G. Deflandre (9) a décrit dans des silex crétacés des Flagellés pourvus de cils, par exemple : *Ophiobolus lapidaris* O. Wetzel.

D'autre part, des éléments fabriqués par l'activité vitale ont été décelés chimiquement et retrouvés dans des fossiles ou des roches. V. N. Lubimenko et C. Rauser (10) y ont mis en évidence, par spectroscopie, la chlorophylle, élément essentiel des végétaux verts. On sait que les pigments organisés, grâce à leurs spectres caractéristiques, peuvent être distingués les uns des autres et fournir des renseignements indispensables pour la classification des Algues (chromophylles verte, jaune, rouge, etc.). A. Rippel (11) a également signalé de la chlorophylle dans des roches siluriennes. Dans le Trias supérieur, il a pu caractériser chimiquement des restes de matières organiques. L. Dangeard (12) a observé, dans des coupes de *Solenopora*, une teinte rose délicate ou lie de vin en zones concentriques dues au pigment de l'organisme, que l'on considère comme une Algue.

On a souvent signalé des Algues fossiles (voir les traités classiques : Pia, Schlumberger, etc.). La démonstration de leur organisation microscopique a rarement été faite. Elle est

pourtant fondamentale. C.-E. ARNOLD (18) indique que certains auteurs, s'occupant de paléobotanique, comprennent sous la dénomination Algues, non seulement des Algues caractérisées par leur structure macroscopique propre, mais aussi des formations qu'on suppose résulter de leur activité, tels les Stromatolithes, *Collenia*, etc., chose très discutable au point de vue taxonomique. Il y a également lieu de faire des réserves au sujet de l'aspect macroscopique des restes attribués à des Algues. Cela explique les incertitudes qui persistent pour beaucoup d'entre elles. On sait, par l'exposé de CH. BOMMER (13), combien il faut de sens critique et se défier des phénomènes de convergence dans l'étude des fossiles végétaux. Cette méfiance doit être bien plus grande lorsqu'il s'agit de Cryptogames. Rappelons qu'il est bien connu que les Algues marines, varech et autres, formant des masses importantes dans les océans, peuvent se désagréger totalement au moment des phénomènes de reproduction. Elles ne persistent que sous forme de thalles réduits ou d'organes de fructification. Si donc on trouve des restes d'Algues fossiles, il convient de s'assurer de l'arrangement caractéristique des tissus, de l'ordonnance des cellules, par des coupes, par l'examen de films ou par simple dilacération.

Les tests des organismes, eux aussi, peuvent disparaître. La dissolution des squelettes calcaires peut être rapide. On a cité le cas de Foraminifères qui tombent dans les grandes profondeurs marines et n'arrivent pas au fond; ils se dissolvent en cours de route. Le calcaire est attaqué dans les milieux acides; CO_2 le transforme en bicarbonates solubles. On ne retrouve que rarement des Foraminifères ou des organismes calcareux dans les silex tertiaires. G. Deflandre, après O. et W. Wetzel, a constaté, dans les silex, la présence de résidus de ces organismes; seules les chambres restent marquées par leur contenu foncé, souvent ferrugineux. On invoque souvent (sans en donner de démonstration péremptoire) la dissolution de Diatomées, de spicules siliceux à la faveur de l'alcalinité des liquides circulant dans le sol. TAYLOR (5) examina les diverses solutions proposées pour expliquer la disparition des Diatomées par voie chimique, mais ne put trouver de raison très valable justifiant l'absence de ces Algues dans les dépôts antésecondaires.

On est très surpris, lorsqu'on recherche les microorganismes dans des sables tertiaires ou quaternaires de nos régions, dont

l'origine marine est amplement prouvée, de n'en point trouver. Dans le Diestien, à Oolen, nous avons vu, sur des coupes fraîches, des bancs de Bryozoaires, sous formes de traces blanches sur le fond de couleur verte de la roche. Ces traces ne sont qu'une ombre de l'organisme. Essayer de les récolter, c'est les détruire. Il faudrait peut-être utiliser des techniques d'enrobage pour pouvoir les étudier. L'absence d'autres restes organiques microscopiques montre qu'il s'agit sans doute là d'un phénomène général de disparition de la matière organisée. Les sables diestiens sont grossiers, la circulation des eaux y est facile; quand ces sables sont à faible profondeur, ils s'aèrent facilement. Il doit y avoir là une alternance d'action des eaux météoriques, riches en CO_2, nitrates, chlorures, et d'actions oxydantes qui activent la désagrégation de la matière organique, et même de la roche, d'où disparition des éléments calcareux et siliceux, avec combustion lente de la matière organique. Rien ne subsiste.

De telles conditions n'existent pas dans les dépôts des polders plus ou moins argileux des environs d'Ostende, où DEBY (14) a trouvé une abondante florule de Diatomées et d'autres Algues ou Protistes.

Voici un autre cas : Ayant examiné de l'argile yprésienne, récoltée à Lombartzyde, à 22-23 m de la surface, nous avons constaté que cette argile, venant d'être extraite par forage, a une consistance assez ferme, se casse. Sur la tranche, on voit de nombreux moules de coquillages, la roche en est truffée. Mais, ce n'est que rarement que l'on y note, après désagrégation dans l'eau, des restes calcaires effervescents sous l'action des acides. L'examen microscopique de cette argile, facile à mettre en suspension dans l'eau, ne révèle pas la présence de Diatomées marines que l'on devrait y rencontrer. Par contre, par coloration au Giemsa, on y voit des Microcoques en quantité. Dans cet exemple, il apparaît que l'intervention des microbes est à envisager pour expliquer la destruction des restes organisés. Cela ne doit pas nous étonner.

ZOBELL (15) a montré que la vase qui tapisse le fond des eaux marines et saumâtres fourmille de bactéries diverses. Les dépôts actuels, même ceux de grandes profondeurs, présentent dans la vase superficielle (sur 3 à 5 cm) des germes innombrables. Dans le Pacifique, par 505 m, on a compté 31.000.000 de microbes aérobies, 2.600.000 anaérobies, plus de 23.000.000 de germes de fermentations diverses. R. BERTEL (39),

à Monaco, a étudié les bactéries marines depuis la surface jusqu'à 350 m; il a constaté la variété des microbes et noté leur sériation aux divers niveaux de la surface jusqu'au fond.

Les boues marines ont un pH généralement supérieur à 7 et sont souvent nettement alcalines, leur pH atteignant 8 et plus. Quelles sont les conditions de la vie microbienne dans les profondeurs où règnent des températures froides ? On l'ignore jusqu'ici, mais il ressort des expériences faites, qu'il se produit dans ces milieux une action destructive considérable de la matière organique. On a, en effet, constaté que la quantité de cette matière diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface des boues. A 30 cm de profondeur, 15 % de cette matière a disparu; la perte atteint 40 % avec le temps. On comprend un peu mieux maintenant les raisons pour lesquelles les organismes enfouis dans les vases marines peuvent être anéantis. Non seulement les tests chitineux ou cellulosiques sont atteints dans leur intégrité, mais l'alcalinité des boues peut être invoquée pour expliquer l'évanescence de restes siliceux, de frustules diatomiques, de spicules d'éponges, etc. Il n'est pas exclu que de tels phénomènes aient dû se présenter aux diverses périodes géologiques.

Il y a donc de multiples causes entraînant l'anéantissement, la disparition des microfossiles. On commence seulement à les connaître et il est certain que les progrès de la limnologie, de l'étude rationnelle des dépôts aquatiques ouvriront des voies nouvelles d'investigations expérimentales.

PERSISTANCE DES MICROFOSSILES.

Très heureusement, nous connaissons de multiples exemples de conservation de Microfossiles et de restes variés d'êtres animaux ou végétaux. Tâchons de nous rendre compte du pourquoi de leur persistance. Nous citerons, sans épuiser le sujet, quelques cas d'espèce.

MICROFOSSILES SILICEUX. — Immédiatement, nous penserons aux Diatomées et aux autres organismes à squelette siliceux.

Les Diatomées fossiles ont été étudiées avec ardeur depuis plus d'un siècle. On trouvera dans les Notes de TAYLOR (5) d'amples renseignements. Notons que certaines espèces ne sont connues qu'à l'état fossile. Disons que les méthodes brutales de technique utilisées par les diatomistes peuvent expliquer qu'on ne retrouve dans les préparations que les espèces les

plus robustes. Cette remarque est valable pour d'autres organismes siliceux : des Silicoflagellates, des Radiolaires, etc. Les espèces délicates sont généralement détruites au cours des manipulations préparatoires; on peut les retrouver occasionnellement par l'examen des coupes minces. CAYEUX (16 et 17) a donné, pour la Belgique, des figures d'espèces intéressantes de Radiolaires, etc., d'après des coupes minces.

Les éléments siliceux provenant d'Éponges, d'Holothuries, d'Alcyonnaires, d'autres animaux et de végétaux siliceux sont bien connus et se groupent dans de multiples publications. HOOGENRAAD (40) a passé en revue les travaux sur les Thécamoebiens (Rhizopodes testacés) fossiles trouvés dans des tourbes et dépôts lacustres postglaciaires d'Europe. Dans les 14 travaux répertoriés, 90 espèces ont été décrites, mais on n'a (les géologues le déploreront) que de rares indications stratigraphiques précises pour ces formes. Quelques-unes ont été rencontrées avec des pollens caractéristiques, ce qui permet une certaine appréciation de leur âge quaternaire. Des tentatives intéressantes ont été faites, par quelques auteurs, pour établir les conditions de milieu où vivaient ces Thécamoebiens, chitineux ou à carapace parfois incrustée de grains de sable. Ce sont là des travaux d'approche de valeur. Il y aurait grand avantage, maintenant que l'on commence à mieux connaître les terrains quaternaires, à reprendre de telles recherches. Les renseignements fournis par les Microfossiles viendront probablement appuyer les considérations purement géologiques.

Parmi les Microfossiles à test siliceux, il convient de signaler les découvertes moins connues de Flagellates testacés, de Chrysostomatacées, de Protistes à thèques (Tintinnides, Thécamoebiens, certains Foraminifères). Il y a des Algues dont les spores sont silicifiées (Chrysomonadines, Xanthophycées), quelques Dinophycées ont un squelette interne siliceux. Chez les Eugléniens, l'existence de *Trachelomonas* fossiles, longtemps contestée, est affirmée par G. DEFLANDRE et LENOBLE (19) dans des schistes bitumineux pliocènes (?) de Madagascar. La coque de ces Algues est celluloso-pectosique avec des composés ferriques; elle semble mieux résister en l'absence de phénomènes d'oxydation.

Les MICROFOSSILES CALCAIRES sont bien plus nombreux et variés que les siliceux. Il y a l'énorme classe des Foraminifères, les Coccolithes, Rhabdolithes. Ces derniers, d'abord

signalés et décrits par les géologues, sont restés longtemps problématiques. On sait maintenant que ce sont des productions de Protistes, souvent marins (8) et rattachés aux Chrysomonadines. Ce ne sont pourtant pas toujours des hôtes de la mer ou des eaux saumâtres, car W. CONRAD (21) en a découvert à Héverlé, par exemple *Acanthoica Schilleri*. On sait que des *Hymenomonas*, à disques calcaires, vivent en eau douce, de réaction alcaline. JOUKOWSKY et BUFFLE (20) ont trouvé dans les sédiments du lac de Genève des Coccolithes du glaciolacustre, des *Discoaster* et des Diatomées. Ces sédiments ne sont certainement pas marins. Il convient donc d'être prudent, lorsqu'on trouve des Coccolithes, pour apprécier la nature du milieu aquatique où on les a repérés.

Nous ne finirions pas si nous vous donnions la liste de tous les Microfossiles calcaires. Ce n'est pas là notre but. Signalons toutefois, parmi les plus curieux ou problématiques, des Discoastéridés (38), des *Calpionella* (23), les Calcisponges (42), les Algues incrustantes : *Lithothamnium* et analogues; parmi les animaux inférieurs les Ostracodes, dont M. MARLIÈRE (3) signale l'importance géologique et numérique spécifique.

Tous les restes siliceux ou calcaires peuvent être transformés dans leur état par épigénisation, ainsi que les beaux travaux de CAYEUX (22, etc.) l'ont mis en évidence. L'échange d'ions basiques ou métalliques peut amener des transformations plus profondes et modifier la résistance des Microfossiles. Dans le London clay (notre Yprésien) on a trouvé des Diatomées dont le test est pyritisé. On connaît des restes sulfatés, avec formation de sulfate de chaux, de sulfate de baryte. Le cuivre peut, par suite des échanges, se fixer sur des fossiles et rendre les déterminations tout à fait incertaines ou illusoires.

MICROFOSSILES ORGANIQUES. — Ces restes sont constitués par de la matière organique à base de cellulose, chitine, pectine, cutine, subérine et d'enveloppes gélifiées. Ils peuvent être abondants, même dans les sédiments les plus anciens. Leur structure, quand on les isole par des techniques spéciales, a conservé une fraîcheur et une finesse remarquables; elle montre des détails qui forcent l'admiration, comparables à la beauté des spores fossiles, si bien étudiées par G. ERDTMAN (25).

On trouve dans les préparations de roches traitées de très nombreux fragments ou débris, tels que des fibres, des tissus végétaux partiels, dont l'origine vraie constitue un problème

presque insoluble. On y voit aussi des organismes végétaux (Algues), des cellules avec piquants, épaississements variés, des portions de restes animaux (poils, fragments d'appendices d'arthropodes, microconodontes, éléments planctoniques, etc.). Dans tous ces cas, la matière organique a persisté, parfois depuis des millions d'années.

On se demande comment il se fait que des organismes microscopiques ou leurs fragments aient pu subsister depuis si longtemps sans altérations sensibles. Tous nous connaissons les bois fossiles, les charbons, les restes végétaux ou animaux dont la conservation a fait l'objet d'innombrables travaux et pour lesquels on a précisé la structure microscopique par les techniques des coupes et des pellicules. On a ainsi mis en évidence des stomates, des poils, des ornements épidermiques ou cellulaires. Les Microfossiles sont beaucoup moins connus. Ils sont constitués des mêmes éléments que les fossiles familiers aux géologues. Comment se fait-il que leur matière organique, échappée aux phénomènes de destruction que nous avons invoqués ci-avant, se soit conservée presque intacte ?

La réponse se trouve dans les travaux, si curieux, de J. Effront (26). Celui-ci a prouvé expérimentalement que les tissus pectiques et autres peuvent absorber et accumuler des ions minéraux à partir de solutions salines diluées. Les ions basiques et minéraux se fixent. Expérimentalement, Effront a transformé des tissus végétaux en véritables minerais de fer, d'argent, de plomb, etc. Il suffit de démonter ces minerais, dans des solutions acides appropriées, pour récupérer intégralement la matière végétale mise en œuvre. Si donc la matière organique persiste dans ses caractères, c'est à cause de phénomènes d'absorption à partir de solutions salines très diluées. Les éléments ainsi fixés doivent contribuer à consolider les tissus et à les protéger contre les causes de destruction.

Dans ce même ordre d'idées, nous avons constaté (37), pour des Algues en culture pure, que l'absorption de sucres (préalablement à leur utilisation physiologique) se fait à 100 % pour les solutions très diluées, alors que pour des concentrations plus fortes l'absorption n'atteint plus que 50, 30 et 20 %. Cela montre que ce sont les concentrations les plus faibles qui sont les plus absorbables. Il en est de même pour les électrolytes, comme Effront l'a constaté.

On sait depuis longtemps que les Oolithes ferrugineuses, comme l'a démontré L. Dangeard (29), ont toujours un noyau

organique (Foraminifères, etc.). Leur origine, si discutée encore actuellement, leur formation pourraient être expliquées, du moins partiellement, par les phénomènes mis en évidence par Effront.

La silicification des bois pourrait peut-être rentrer dans le même cadre. On invoque généralement l'intervention d'eaux thermales ou des chutes de poussières volcaniques. Mais ces explications sont loin d'être satisfaisantes ou générales. Voici des faits qui éclaireront peut-être les chercheurs : E. A. RUDGE (27), étudiant la composition de bois avariés, a établi, par des analyses chimiques, que pour des poteaux entrés en pourriture, il y a accumulation de sels inorganiques, spécialement de Ca et Al. Il faut pour cela que la teneur en eau du bois soit supérieure à 20 %; la résistance électrique diminue fort dans le bois humide. La pénétration des sels est plus active si le bois subit des alternances d'humidité et de dessiccation et s'il y a action de l'oxygène. Les bois immergés, par contre, n'ont pas tendance à se modifier et à se décomposer. Quand des infiltrations ioniques se produisent dans le bois, on observe en même temps des modifications de la teneur en cellulose, la lignine est altérée, des pentosanes se forment; l'action des moisissures aggrave et intensifie les phénomènes.

Cette théorie a été fortement combattue. Sans entrer dans ce débat, retenons le fait de l'augmentation des cendres par des échanges ioniques, dont les expériences d'Effront nous ont déjà donné une démonstration expérimentale.

Les cendres augmentent dans les bois fossiles. D'après F. P. WORLEY et S. G. BROOKES (31), le bois de Kauri récent renferme environ 0,28 à 0,84 % de cendres et 9,85 à 10,77 % d'eau. Les mêmes bois fossiles, datant de 20.000 ans approximativement, ont respectivement 1,33-13,15 et 24,73 % de cendres et 15,08-17,43 et 26,35 % d'eau. Plus il y a de cendres et moins on trouve de cellulose; la lignine augmente en sens inverse. Dans les cendres on constate surtout l'accumulation de CaO, Al_2O_3, SiO_2 et Fe.

Tout le monde sait que les os fossiles sont plus riches en cendres; il y a là aussi accumulation d'éléments basiques et métalliques. Dans le monde des Microfossiles, il est bien connu que les Silicoflagellates, *Ebria antiqua* SCHULTZ, ont des travées beaucoup plus épaisses que les formes actuelles. D'autres espèces fossiles : *Cornua trifurca* SCHULTZ, sont massives.

W. H. WICKES (28) signale que le minéral siliceux, la Beekite, se dépose principalement sur des fossiles calcaires. En discutant l'origine de ce minéral, il arrive à la conclusion qu'elle se fait aux dépens de matière organique et rappelle des opinions de Lyell sur ce sujet, basées sur des expériences de Göppert. La matière minérale se précipiterait précisément aux points où de la matière organique est en décomposition, autrement dit, en langage moderne, là où l'échange des ions semble le plus actif.

Tous ces faits et idées concordent pour confirmer que la matière organique peut absorber des éléments minéraux. Il n'est point nécessaire que les solutions en contact avec les éléments pulpeux et organisés soient concentrées. L'absorption se fait parfaitement, comme l'a prouvé EFFRONT (26), à partir de solutions très diluées, analogues comme concentration à celles que l'on trouve dans le sol. Ces combinaisons par absorption sont, au début, de caractère physique; elles confèrent aux restes fossiles des propriétés de résistance. Qu'il se produise ensuite des réactions chimiques par échanges d'ions, par épigénie, cela est bien connu. Les phénomènes d'échange de bases sont actuellement très étudiés. Nous en verrons plus tard toute l'importance. Ils se produisent également, d'après LAVOLLAY (30), chez les êtres vivants. Ils paraissent très généraux et expliquent, pour le cas particulier des Microfossiles, bien des phénomènes curieux que l'on peut espérer résoudre expérimentalement.

La matière organique est délicate. Elle s'altère facilement dès que la température s'élève. Des chimistes, F. ZETSCHE et consorts (32 et 33), ont étudié des sporopollénines fossiles de la Tasmanie et de lignites. Leur constitution est très voisine de celle des pollénines d'espèces actuelles de Lycopodes, pin, sapin, noisetier. Ces substances, dont la formule chimique a été déterminée, se modifient par la chaleur et permettent de déduire analytiquement la température de la carbonisation des différentes sortes de houilles. La température maximum supportée est inférieure à 200° C, peut-être même voisine de 100° C, car au-dessus, les sporopollénines sont fortement modifiées dans leur composition. Ces expériences sont intéressantes, car elles permettent une conclusion assez inattendue des recherches chimiques : la persistance de la matière organique dans les roches sédimentaires doit être envisagée comme incompatible avec des élévations de température dépassant un cer-

tain degré. C'est évidemment bien établi pour les roches métamorphiques qui ont été soumises à des températures relativement hautes. On ne possédait pas, jusqu'ici, d'indications quelque peu précises sur les limites maxima de température au delà desquelles la matière organisée se dégrade. On pourrait même aller plus loin et avancer qu'en principe les roches renfermant des restes organiques intacts ont été, depuis leur dépôt, à l'abri d'échauffements supérieurs à 100° C en moyenne, mais ne dépassant pas 200° C, ce qui paraît déjà bien haut.

La matière organique fossile se colore par les colorants histologiques. G. DEFLANDRE (34) a signalé que les réactions du matériel fossile ne sont pas les mêmes que celles qui permettent de caractériser la nature cellulosique, pectique, etc. des espèces vivantes. PASTIELS (35) a étendu systématiquement ces recherches et arrive à des constatations identiques.

On se trouve, dans l'étude des Microfossiles, devant des conditions très particulières. Si leur petitesse les rend vulnérables, on les observe également parfaitement conservés. Ces résultats paraissent contradictoires, il faut pouvoir les expliquer.

Dans certains cas, les restes fossiles semblent être pris dans une gangue minérale, qui les protège efficacement. Il n'est pas rare, lorsqu'on examine les poudres résultant du cassage ou du broyage au marteau, de retrouver dans la poussière ainsi obtenue des organismes entiers, dont la présence frappe immédiatement à l'examen microscopique.

Des roches cristallines, comme nos calcaires compacts, renferment des restes organisés, qui se retrouvent intacts après leur libération de la masse encaissante. Les résidus, convenablement traités, montrent des filaments d'Algues avec leurs spores et des détails de structure non influencés ou déformés par les cristaux entre lesquels ils étaient emprisonnés.

Une question bien embarrassante se pose à propos de la présence d'organismes récents dans les roches. Nous dirons ultérieurement les précautions à prendre.

Certains végétaux persistent plus facilement que d'autres, car ils pourrissent difficilement; tel est le cas des Sphaignes, éléments de marécages. On a montré expérimentalement que des combinaisons de matières humiques et azotées ne se décomposent pas. Cela explique la conservation de tissus, de graines dans certaines tourbes et lignites.

La déformation des fossiles est bien connue des paléontologistes. Les Microfossiles, grâce à leur petitesse, échappent à l'action des forces tectoniques. Ils ne sont pas non plus influencés par la cristallisation des roches, à moins que celle-ci n'ait été trop brusque.

Il y a des circonstances où les Microfossiles sont protégés contre des actions extérieures néfastes. Par exemple, ceux qui sont emprisonnés dans les valves de coquillages, véritables boîtes de Pandore, où se sont conservés les êtres les plus divers de l'époque. Il suffit de petits abris : cône intérieur de Belemnite, recoins ou replis dans des os pour fournir des gîtes remplis de débris et restes organisés.

MOODIE et ses collaborateurs (36), étudiant la pathologie des fossiles, ont mis en évidence, dans des coupes minces d'os, spécialement de mâchoires, la présence *in situ* de microbes pathogènes. Dans des végétaux, ils ont également constaté le parasitisme de Moisissures, par exemple de *Cladosporites fasciculatus* BERRY dans du bois de *Lauroxylon* de l'Éocène moyen du Texas.

Nous ne parlons que pour mémoire des Microorganismes préservés dans les silex, l'ambre, dans les résines. Le cas est familier à ceux qui ont suivi les recherches de Deflandre, en France, et de M^me^ Lejeune-Carpentier, en Belgique.

Il existe, comme nous venons de le dire, des raisons nombreuses pour expliquer la persistance des Microfossiles. Nous n'avons, certes, pas épuisé le sujet. Ce que nous venons d'exposer est une introduction, une justification de technique qui nous a donné jusqu'ici des résultats très satisfaisants. Nous vous en entretiendrons une prochaine fois.

BIBLIOGRAPHIE.

1. HANNA, G. D., dans CAMP et HANNA, Methods in Palaeontology, 1937.
2. MARLIÈRE, R., Frontières et disciplines de la Micropaléontologie (*Bull. Soc. géol. de Belgique*, 1948, LXXVIII, B 285).
3. — Ostracodes et Phyllopodes du Système du Karroo au Congo belge (*Ann. Mus. Congo Belge*, série in-8°, Sc. géol., n° 2, 1948).
4. SCHWARTZ, C., Sur la présence d'Algues dasycladacées et de Foraminifères dans le Lias et de microorganismes divers dans le Malm de la Hochmatt (*Bull. Soc. Fribourg*, Sc. natur., 1946, XXXVII, p. 120).
5. TAYLOR, F. B., Notes on Diatoms, 1920.

6. WASMUND, E., Biocoenose und Thanatocoenose (*Arch. f. Hydrobiologie*, 1926, t. XVII, 1-116).

7. SCHILLER, J., Silicoflagellatae, Coccolithinae (*Rabenhorst's Kryptogamenflora*, 1930, Bd 2, Abt. 2).

8. SCHLAUDER, J., Recherches sur les Flagellés calcaires de la baie d'Alger (*Thèse*, Alger, 1948).

9. DEFLANDRE, G., Considérations biologiques sur les microorganismes d'origine planctonique conservés dans les silex de la craie (*Bull. biologique France et Belgique*, 1935, LXIV, fasc. 2).

10. LUBIMENKO, V. N. et RAUSER, C., Sur les restes fossiles de la chlorophylle dans les sédiments limoneux marins (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 1930, 190, p. 813).

11. RIPPEL, A., Fossile Mikroorganismen in einem permischen Salzlager (*Arch. f. Mikrobiol.*, 1935, VI, 350-358).

12. DANGEARD, L., Sur la présence de Solénopores dans les formations oolithiques du Lusitanien de Mortagne (Orne) (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 1930, 190, p. 201).

13. BOMMER, CH., Les causes d'erreur dans les empreintes végétales (*Nouv. Mém. Soc. belge Géol., etc.*, 1903, n° 1).

14. DEBY, J., Liste des Diatomées fossiles trouvées dans l'argile des Polders (*Bull. Soc. belge de Microscopie*, 1877, III, p. 66).

15. ZOBELL, C. E., Marine microbiology, 1946, Ed. Chronica botanica, Waltham, U.S.A.

16. CAYEUX, L., Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. I et II : Radiolaires de la smectique de Herve (*Mém Soc. géol. Nord*, 1897, IV, 2, p. 184).

17. — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires (*Mém. pour servir à l'explication de la carte géologique de la France*, Paris, 1931).

18. ARNOLD, C. A., An introduction to Palaeobotany, 1948.

19. DEFLANDRE, G. et LENOBLE, A., Sur la présence d'Eugléniens fossiles du genre *Trachelomonas* dans un schiste pliocène de Madagascar (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 1948, 226, p. 509).

20. YOUKOWKY, E. et BUFFLE, J. PH., Constitution physique et chimique des sédiments du lac de Genève (*Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, 1939, XLI, fasc. 4).

21. CONRAD, W., Sur les Coccolithophoracées d'eau douce (*Arch. f. Protistenk.*, 1928, LXIII, p. 66).

22. CAYEUX, L., Rôle des Foraminifères et du carbonate de chaux dans la fixation de certaines substances minérales (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 1938, 206, p. 81).

23. DEFLANDRE, G., Tintinnoïdiens et Calpionelles (*Bull. Soc. française Microscopie*, 1936, V, p. 112).

24. HILTERMANN, H., Mikropalaeontologie in Naturforschung und Medizin Deutschlands, 1939-1946, 1948, Bd 48, 203-212.

25. ERDTMAN, G., An introduction to pollen analysis, Ed. Chronica botanica, 1943, Waltham, U.S.A.

26. EFFRONT, J., Contribution à l'étude du pouvoir absorbant des tissus végétaux (*Ann. et Bull. Soc. roy. Méd. et Natur. Bruxelles*, 1926, n° 4).

27. RUDGE, E. A. et DIVERS, Nombreux articles publiés dans *J. of Soc. of Chemical Industry*, de 1933 à 1936, vol. LIII à LV, etc.

28. WICKES, W. H., Beekite (*Proc. Bristol Natur. Soc.*, 4e série, vol. II, pp. 9-21).

29. DANGEARD, L., Sur les Foraminifères enveloppants des Oolithes (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 1929, 189, p. 57).

30. LAVOLLAY, J., Sur la fixation et l'échange des cations chez les êtres vivants. Caractère de généralité des lois d'échange des bases (*Ibid.*, 1935, 201, p. 1150).

31. WORLEY, F. P. et BROOKES, S. G., The composition of ancient buried Kauriwood (*J. of Soc. Chemical Industry*, 1937, LVI, p. 54 T).

32. ZETSCHE, F. et KÄLIN, O., La température de carbonisation de la houille (*Helv. chim. Acta*, 1932, XV, p. 675; résumé *Bull. Soc. chim. France*, 1943, 4e série, LIV, p. 779).

33. ZETSCHE, F. et DIVERS, Travaux sur les sporopollénines (voir *ibid.*, 1932 et 1933, 4e série, pp. 186 et 776).

34. DEFLANDRE, G., Étude des matières organiques constituant certains microorganismes planctoniques fossiles. Essais d'analyse microchimique (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 1938, 14 mars, p. 854).

35. PASTIELS, A., Étude histochimique des coques d'Hystrichosphères (*Bull. Musée roy. Hist. nat. Belgique*, 1945, t. XXI, n° 17).

36. MOODIE, R. L., Paleopathology, 1923.

37. KUFFERATH, H., Recherches physiologiques sur les Algues vertes en culture pure, II (*Bull. Soc. roy. Botan. Belgique*, t. LIV, pp. 49-102).

38. DEFLANDRE, G., Les Discoastéridés, microfossiles *incertae sedis* (*Bull. Soc. française Microscopie*, 1934, vol. III, p. 59).

39. BERTEL, R., Les Bactéries marines et leur influence sur la circulation de la matière dans la vase (*Bull. Inst. océanographique*, 1936, n° 687).

40. HOOGENRAAD, H. R., Zusammenstellung der fossilen Süsswasserrhizopoden aus postglazialen Sapropelium und Torfablagerungen Europas (*Arch. f. Protistenk.*, 1936, LXXXVII, pp. 402-416).

41. FIRTION, F., Les organismes siliceux et leur importance dans l'étude des dépôts quaternaires. Géologie des terrains récents de l'Ouest de l'Europe (*Soc. belge de Géologie*, Bruxelles, 1947, p. 186).

42. DEFLANDRE-RIGAUD, M., Quelques observations sur les spicules d'éponges calcaires (*Microscopie*, Paris, 1949, t. I, Mém., p. 151).

Compte rendu de l'excursion du 5 novembre 1949 aux travaux de creusement du « Sifferdok » à Gand (*),

par R. TAVERNIER.

Les travaux de creusement de la nouvelle darse pour le port de Gand, appelée « Schepen Sifferdok », ont mis à jour une importante coupe dans les dépôts quaternaires de la plaine flamande. (Une description détaillée de cette fouille sera publiée prochainement dans le *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, t. XXXII, 1950.)

La section avait une longueur d'environ 520 m et était orientée N.-N.-E.—S.-S.-W. Le niveau du sol se situe vers la cote 5; la base a atteint la cote +0,20 m. La largeur de la fouille est d'environ 40 m. Elle est pratiquée entièrement dans les dépôts de la vallée flamande (1).

M. Tavernier rappelle que ce fut A. Rutot qui, le premier, signala l'existence d'épais dépôts quaternaires, au Nord de Gand, qu'il considéra comme des formations d'un vaste estuaire, le « golfe de Gand » formant alors l'exutoire de l'Escaut. Les sédiments marins auraient comblé cet exutoire lors de la transgression flandrienne. Par la suite, plusieurs auteurs, tels que A. Briquet et M.-A. Lefèvre, ont considéré ces formations comme des dépôts d'accumulation d'une plaine fluviatile, sédimentée lors de la transgression flandrienne postglaciaire.

La découverte de phénomènes de cryoturbation affectant les couches supérieures des dépôts comblant la vallée flamande ont amené M. Tavernier à reconsidérer l'âge de ces dépôts. Il signale que dans plusieurs sondages il a pu constater, à la base des formations comblant la vallée flamande, la présence de dépôts manifestement fluviatiles et estuariens, caractérisés,

---

(*) Ont pris part à cette excursion : MM. P. de Béthune, J. De Heinzelin, A. Delmer, J. De Roubaix, G. De Witte, Fontaine, A. Grosjean, M. Gulinck, F. Gullentops, R. Legrand, A. Lombard, P. Macar, F. Moormann, G. Mortelmans, L. Peters, F. Snacken, A. Vandervee, R. Van Hoorne, W. Van Leckwyck.

(1) R. TAVERNIER, L'évolution du Bas-Escaut au Pléistocène supérieur (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LV, pp. 106-125, Bruxelles, 1946).

entre autres, par la présence de *Corbicula fluminalis* et de *Cardium edule*. Il a attribué un âge interstadiaire Würm à ces dépôts.

La majorité, cependant, de ces dépôts est constituée de sables, souvent calcarifères, parfois légèrement graveleux, parfois limoneux et quelquefois tourbeux.

Au point de vue éléments fauniques, on a noté, d'une part, de nombreux fossiles remaniés du Tertiaire, tels que des nummulites, et, d'autre part, des coquilles terrestres, telles que *Pupilla muscorum*, *Succinea oblonga*, *Helix hispida* et *Collumella collumella*. D'autre part, en certains sondages, la proportion d'éléments remaniés du Tertiaire est si importante qu'on a pu les confondre avec des dépôts tertiaires *in situ*.

Grâce aux travaux de creusement de la nouvelle darse et de rabattement de la nappe phréatique, on peut étudier en affleurement des dépôts qu'on ne connaît normalement que par des sondages. En effet, de grandes épaisseurs de ce sable sont enfouies sous le niveau de la plaine et noyées habituellement dans la nappe phréatique.

M. Tavernier rappelle qu'il a considéré les dépôts de colmatage de la vallée flamande comme des dépôts d'origine nivéo-éolienne, c'est-à-dire amenés en majeure partie par les vents en même temps que de la neige. Lors des fontes de la neige en été, les eaux s'écoulaient en surface à cause du sous-sol gelé, en creusant de très nombreux chenaux qui se colmatèrent rapidement et furent régulièrement recouverts par de nouveaux dépôts nivéo-éoliens. C'est dans les dépôts de colmatage de ces lits d'écoulement que l'on trouve de nombreux éléments graveleux et les éléments empruntés au Tertiaire, entre autres des fossiles. La solifluxion a dû jouer un rôle, car, par endroits, spécialement dans la partie Sud de la coupe, actuellement non visible, on a pu observer des paquets de dépôts tertaires presque purs. Dans l'ensemble de la coupe on observe que les chenaux d'écoulement sont rares vers la base, deviennent très nombreux entre les cotes 3 et 4 et sont pratiquement absents vers le sommet, où les sables semblent être constitués d'un dépôt éolien pur, datant probablement déjà du début de l'Holocène, car nulle part on n'a pu y observer des phénomènes de cryoturbation, si nombreux dans le restant de la coupe.

Les sables en dehors des chenaux sont très fins et bien classés; on y trouve même de nombreuses couches de limon

gris, très fin. Certaines de ces couches peuvent se poursuivre sur toute la longueur de la coupe, notamment celle qui se trouve vers la cote 2,50 et qui n'est entrecoupée par des chenaux qu'en deux endroits. Dans la masse de sable limoneux au-dessous de cette couche, on trouve de minces lits de débris végétaux, spécialement nombreux entre les cotes 2,40 et 2,60. Ces lits sont fortement disloqués et cryoturbés. M. R. Van Hoorne, qui a étudié la composition botanique de ces couches tourbeuses, put établir la présence de feuilles parfaitement conservées de *Salix herbacea* L. A cause du bon état de conservation et du nombre assez élevé de ces feuilles, M. Van Hoorne (2) considère ces éléments comme étant en place ou transportés sur une très courte distance. Le saule herbacé est une plante rampante à tige souterraine, qui pousse actuellement dans des régions à climat arctique et alpin, entre autres au Groenland. On peut donc admettre que les formations affleurant au « Schepen Sifferdok » se sont déposées pendant une période froide.

Sur toute l'épaisseur des dépôts on pouvait observer des phénomènes de cryoturbation, parmi lesquels les fentes de glaces ont retenu spécialement l'attention. Ces fentes partaient de plusieurs niveaux, avaient une largeur qui dépassait rarement 5 cm et atteignaient une profondeur variant de quelques décimètres à plusieurs mètres. Certaines d'entre elles avaient une longueur de plusieurs dizaines de mètres et pouvaient être suivies sur le fond de la fouille. Le long des parois des fentes de glace les terrains encaissants étaient généralement rebroussés vers le bas; cependant, le long de quelques-unes de ces fentes on pouvait observer, sur une certaine hauteur, un rebroussement vers le haut. Sur la paroi orientale de la coupe, deux fentes profondes, distantes l'une de l'autre d'environ 50 cm, montraient une disposition curieuse. En effet, l'une des fentes s'arrêtait exactement à la limite du fond du chenal, tandis que l'autre traversait les dépôts de colmatage de ce chenal. On peut en déduire que vraisemblablement ces deux fentes sont d'âges différents, la première étant antérieure au creusement du chenal d'érosion et la seconde postérieure au colmatage du chenal.

---

(2) R. Van Hoorne, Découverte d'une plante arctique: *Salix herbacea* L., dans le Quaternaire belge (*Bull. Inst. roy. des Sc. nat. de Belgique*, t. XXV, n° 44, 1949).

De tous ces faits, tels que la présence de flore froide, de phénomènes de cryoturbation, de fentes de gel s'amorçant à des niveaux différents, on peut conclure que ces dépôts se sont formés lors d'une époque froide, probablement le dernier stade de la glaciation würmienne. L'analyse minéralogique montre, d'autre part, qu'il ne s'agit pas de dépôts tertiaires remaniés, mais de sables d'origine lointaine (association H). Enfin, la granulométrie régulière des dépôts à stratification horizontale, si l'on exclut les dépôts de remplissage des chenaux, est en tout point comparable à celle des limons sableux et des sables de couverture. Ceci permet de conclure à l'origine nivéo-éolienne et nivéo-fluviale de ces dépôts. La présence d'un réseau de chenaux étroits s'explique aisément par la fonte de la neige (amenée par les vents en même temps que le sable). Le peu de constance de ces chenaux dans la coupe indique d'ailleurs qu'ils n'ont servi à l'écoulement des eaux que très temporairement.

M. de Béthune estime que M. Tavernier a permis aux membres de la Société de profiter d'une occasion rare de voir sur le terrain les dépôts de colmatage de la vallée flamande. Les connaissances que l'on a de ces dépôts sont basées en ordre principal sur l'étude d'échantillons de sondages qui, s'ils nous renseignent sur leurs propriétés granulométriques et minéralogiques, ne montrent pas leur structure sédimentaire. C'est pourquoi il se réjouit de la présente occasion d'observer ces dépôts dans de larges et profondes tranchées.

Il est frappé d'ailleurs par la prédominance du phénomène de stratification croisée d'un type, qui lui paraît fluviatile, sur toute l'épaisseur visible de ces dépôts réputés nivéo-éoliens.

La chose est particulièrement bien visible à l'extrémité Nord des travaux (que l'on a visitée en premier lieu), où des masses de sable, parfois de plusieurs mètres de largeur et de plusieurs décimètres d'épaisseur, à stratification inclinée, sont imbriquées les unes dans les autres suivant le dessin festonné d'une « cut and fill structure » caractérisée. Aux quelques endroits, entre ces grands festons, où la stratification est horizontale, celle-ci est fine, avec des variations marquées de granulométrie, ce qui rappelle un mode de dépôt plutôt fluviatile qu'éolien.

Dans la partie méridionale de la tranchée, les grands festons dans lesquels, avec M. Tavernier, il reconnaît la tranche de chenaux de ravinement fluviatiles sont moins fréquents, sans toutefois devenir exceptionnels. Dans cette partie-ci de la

tranchée, la stratification est plus généralement horizontale, avec des intercalations en couches minces de sédiments assez fins (dont la granulométrie se place, d'après M. Tavernier, dans les limons). On y observe également des stratifications croisées à petite échelle, dont le profil ondulé est attribuable à un dépôt de ripple-mark; en plusieurs endroits cette structure est soulignée sur un des flancs par des straticules riches en particules ligniteuses. Ceci est donc l'effet d'une accumulation allochtone et non d'une formation autochtone, comme ce serait le cas s'il s'agissait de « buttes gazonnées » dont le contour a été façonné par le vent.

Sans être aussi catégorique que pour les chenaux (cut and fill), sur lesquels personne ne discute, il est porté à ranger ces structures parmi celles de dépôts fluviatiles.

Bref, M. de Béthune pense que dans aucune des si intéressantes structures sédimentaires que nous a montrées M. Tavernier, on ne peut conclure à l'origine éolienne du dépôt, et il serait porté, pour sa part, à voir dans les eaux courantes l'agent exclusif du dépôt de ces sables.

Afin d'éviter tout malentendu, il précise cependant qu'on ne doit entendre le mot « fluviatile » que dans le sens très large de dépôt par les eaux courantes; on se tromperait en voulant inférer de ce qu'on observe ici, à l'existence d'un grand fleuve, et même à celle d'un réseau fluvial organisé. Il désire aussi préciser que l'expression « origine d'un sédiment » recouvre des concepts aussi différents que ceux :

1° de sa provenance,
2° de son mode de transport,
3° de dépôt ou même
4° de remaniement.

Or les caractères structuraux tels que ceux qu'on a observés au cours de l'excursion ne peuvent nécessairement refléter que la dernière phase du dépôt sédimentaire qui, vis-à-vis du dépôt de toute la formation géologique considérée peut même n'être que la dernière phase de remaniement qui a affecté telle partie de cette formation. M. de Béthune pense donc que les observations de ce jour n'infirment donc pas la théorie sur l'origine nivéo-éolienne de ces sables que M. Tavernier a élaborée en se basant sur leur composition minéralogique et texturale, leur répartition géographique et leur position stratigraphique; elles précisent seulement qu'une partie

de cette formation géologique a été remaniée, après son dépôt nivéo-éolien, vraisemblablement à la suite de la fonte annuelle des neiges auxquelles ces sables étaient mélangés. Le ruissellement de ces eaux de fonte vers les parties basses de la vallée flamande lui paraît être une conclusion logique de la théorie de M. Tavernier, que les observations de ce jour (notamment la découverte de nummulites par M. Grosjean) viennent donc corroborer et préciser.

M. Tavernier (3) rappelle qu'il n'a jamais considéré les dépôts de colmatage de la vallée flamande et de ses tributaires comme des dépôts simplement éoliens. Dans les échantillons des très nombreux sondages traversant ces dépôts, il a observé maintes fois des éléments, parfois très volumineux, empruntés aux collines tertiaires avoisinantes. C'est pour cette raison qu'à la suite de MM. Edelman et Crommelin, il avait qualifié ces formations de drift, soulignant ainsi le caractère mixte du dépôt au point de vue origine, notamment éléments amenés par les vents (sneeuwdrift) et éléments amenés par ruissellement et solifluxion (bodemdrift). Pour certaines dépressions, colmatées par des éléments amenés en majeure partie par le ruissellement et la solifluxion, il avait proposé les termes « dépôts de pédiments ». Cependant M. K. Bryan, craignant à juste titre que cette dénomination puisse donner lieu à confusion, lui a déconseillé l'emploi de ce terme.

Il préfère ne pas qualifier de fluviatiles des formations qui ne sont pas en rapport avec un réseau d'écoulement organisé ayant une certaine constance dans l'espace et dans le temps. D'autre part, il lui semble que la définition de dépôt fluviatile = formations déposées par les eaux courantes est à la fois trop large et trop restreinte. Ainsi les colluvions limoneuses actuelles, dues au ruissellement des eaux de pluie le long des pentes, se sont certainement déposées par l'action des eaux courantes et n'ont, à sa connaissance, jamais été qualifiées de fluviatiles. D'autre part, les argiles des cuvettes alluvionnaires, qui se sont formées dans des eaux entièrement calmes et stagnantes, sont universellement qualifiées de fluviatiles, tout en n'étant pas déposées par des eaux courantes.

---

(3) R. TAVERNIER, Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LVII, 1948, 609-641).