

SÉANCE MENSUELLE DU 20 JUILLET 1954.

Présidence de M. CH. CAMERMAN, ancien président.

Il est annoncé que notre collègue, le Major CH. STEVENS, vient de recevoir le Prix CORNET de l'Association des Ingénieurs de Mons. La Société lui exprime ses vives félicitations.

Le Président souhaite ensuite la bienvenue à M^{me} JACOBHOL, de l'Université d'Utrecht et au D^r A.-J. PANNEKOEK, du Service Géologique des Pays-Bas, présents à la Séance. Il présente et fait admettre comme membre effectif de la Société : le Lieutenant THONNARD, 26, avenue Armand Huysmans, Ixelles, présenté par MM. I. de Magnée et A. Lombard.

Dons et envois reçus :

1^o De la part des auteurs :

- 10976 *Agassiz, J. F.* Géologie et pegmatites stannifères de la région Mumba-Numbi, Kivu (Congo belge). Bruxelles, 1954, 78 pages, 26 figures et 1 carte.
- 10977 *Corbin, P.* et *Oulianoff, N.* Carte géologique du Massif du Mont Blanc (partie française) à l'échelle de 1/20.000^e. Mont Blanc (sommet). Paris, 1952, 1 feuille avec texte explicatif.
- 10978 *Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge (INEAC).* Son but, son programme, ses réalisations. Renseignements divers d'ordre pratique. Bruxelles, 1954, 100 pages, 5 cartes et 48 figures.
- 10979 *Liégeois, P. G.* Les expériences de laboratoire en géologie et en hydrologie. Liège, 1954, 10 pages.
- 10980 *Liégeois, P. G.* L'origine des grottes. Bruxelles, 1954, 2 pages.
- 10981 *Walraet, M.* Bibliographie du Katanga. Fascicule I, 1824-1899. Bruxelles, 1954, 136 pages.
- 10982 *Service Géologique du Portugal.* Carte géologique du Portugal. Échelle : 1/50.000^e. Feuille Santarem (31-A), avec texte explicatif. Lisbonne, 1953.

2^o Nouveaux périodiques :

- 10983 *Istambul.* Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istambul. Série B, tome XIX, fascicule I.

- 10984 *Hisamoto-Cho (Japon)*. Geological Survey of Japan. Report. N^{os} 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156 (1952-1953).
- 10985 *Hisamoto-Cho (Japon)*. Geological Survey of Japan. Report special. N^o (B) (1952).
- 10986 *Hukuoka (Japon)*. Memoirs of the Faculty of Science Kyusyu University. Série D (Geology), vol. III, n^{os} 3 et 4 (1952).

Communications des membres :

CH. STEVENS. — *La tectonique postpliocène et ses conséquences.* (Texte ci-après.)

H. KUFFERATH. — *Les microfossiles. Quelques techniques de désagrégation de diverses roches.* (Projections lumineuses.) (Texte ci-après.)

M. GULINCK. — *La coupe des morts-terrains du sondage de Turnhout.* (Texte ci-après.)

La tectonique postpliocène et ses conséquences (*),

par CH. STEVENS.

La Géologie belge autorise une bonne observation des déformations postpliocènes. Les conclusions en sont importantes au point de vue épirogénique, au point de vue de la tectonique proprement dite et au point de vue de la géomorphologie.

ÉPIROGÉNIE.

En Belgique, le Diestien représente l'étage inférieur du Pliocène. En affleurements, ses sables, très chargés de glauconie, se changent aisément en grès grossiers, tendres et ferrugineux, ce qui permet de les reconnaître aisément. Quand, sur la carte et dans une même enveloppe, on entoure ses affleurements et ses lambeaux, on les place dans une zone d'ennoyage comprise

(*) Manuscrit remis à la séance.

entre les plis armoricains et les plis varisques. Ce n'est pas par hasard que le lambeau le plus méridional se trouve au sommet du Mont-Saint-Aubert, à 5 km au Nord de Tournai, sensiblement dans la zone axiale de la dépression de l'Escaut.

Si l'on se range à la thèse que J. Cornet a empruntée lui-même à Alph. Briart et si l'on admet que certains silex grossièrement roulés, rouges, craquelés et cacholonisés, proviennent du Diestien, c'est encore beaucoup plus au Sud qu'il faut rechercher la ligne du rivage. Dans la région montoise, on les trouve au sommet du Bois-là-Haut et au Camp de Casteau; il y a 42 ans, je les ai signalés dans le vallon des Estinnes, où ils sont remaniés à la base de ravinements pléistocènes.

Le Diestien est nettement transgressif sur les terrains plus anciens. La discordance de stratification s'observe partout. Cette transgression et cette discordance sont les premières indications des déformations épirogéniques ayant affecté notre sol après le retrait des mers miocènes : relèvement à l'Ouest et à l'Est; ennoyage au centre.

TECTONIQUE PROPREMENT DITE.

Les déformations postpliocènes s'observent en de nombreux endroits : dans la région de Kortenberg, j'ai signalé la formation d'un anticlinal; au Bolderberg, le Diestien se relève et s'applique contre le versant Sud-Ouest de l'anticlinal campinois-limbourgeois. Pourtant, c'est dans la Campine anversoise qu'on peut faire les observations les plus intéressantes. D'Aerschot, dirigeons-nous vers le N.-N.-W., perpendiculairement aux orientations varisques. Nous rencontrons successivement :

- a) Le synclinal d'Aerschot où se loge le Démer;
- b) Le Pays de Ramsel, complètement pénéplané et appartenant à la Basse-Belgique. C'est une zone largement anticlinale permettant l'affleurement de l'Oligocène rupélien. Toutefois, au Nord de Ramsel, un synclinal local permet le retour du Pliocène et produit une inversion du relief;
- c) La même chose s'observe au Nord, dans la région d'Heyst-op-den-Berg;
- d) Plus au Nord encore, c'est le plongement définitif dans la grande zone d'ennoyage des Pays-Bas. A Woensdrecht, à 24 km au Nord d'Anvers, la base du Pliocène n'a été touchée qu'à la cote (— 81).

La figure 1 reproduit schématiquement cette série de plis; ils sont fortement exagérés; mais, en réalité, ils sont très appréciables.

Quel est l'âge de ces plissements ? Peut-être se sont-ils déjà manifestés au cours du Pliocène lui-même; mais il faut tenir compte de ce qui se passe en Hollande, où la base du Norwich crag, considérée comme la base du Pléistocène, descend à 400 m sous le niveau de la mer. On peut donc conclure que ces plissements sont surtout d'âge quaternaire. En ce qui concerne ces déformations, nous avons déjà observé le même âge dans la vallée de la Haine, dans la surélévation du Mélançois et dans l'ensemble de la Moyenne-Belgique.

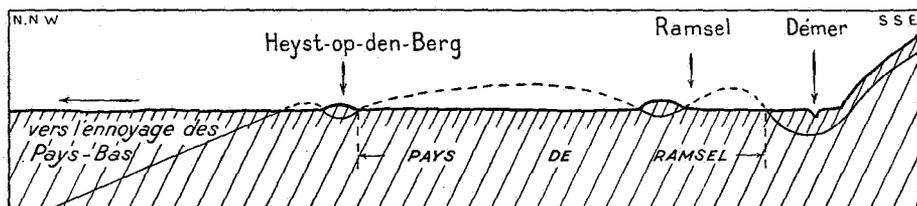


FIG. 1. — Plissements ayant affecté le Pliocène.

Ces constatations conduisent naturellement à observer les déformations des terrains plus anciens; car, si le Pliocène est plissé, les étages antérieurs ne peuvent que l'être davantage, ajoutant aux actions postpliocènes celles qui les avaient affectées auparavant. Le temps n'est pas si lointain où l'on considérait le Tertiaire belge comme formé uniquement d'assises concordantes, régulièrement inclinées vers le Nord. On s'était ainsi créé un préjugé qui s'est imposé aux esprits, qui a paralysé les recherches et qui n'est pas totalement vaincu. Aussi bien, les discordances de l'Oligocène et du Pliocène indiquaient depuis longtemps que l'on faisait fausse route.

Actuellement, certaines données sont acquises : c'est le relèvement général des assises vers l'Est, vers la surélévation du Limbourg; c'est leur ennoyage général vers l'Ouest, vers la dépression de l'Escaut, suivi de leur relèvement en Flandre occidentale et de leur ennoyage vers la mer flamande; c'est la subsidence du Bruxellien dans la vallée de la Dyle; ce sont, enfin, les déformations du bassin de Mons.

Graduellement, des choses importantes se dégagent, mais elles n'ont encore qu'un caractère limité et qualitatif. L'idéal serait

de se représenter, par courbes de niveau, la base de toutes nos assises tertiaires et d'utiliser un canevas de points suffisamment dense; nous en sommes encore très éloignés. Dans la vallée de la Haine, il faut signaler l'excellente carte de la base du Landénien, due à M. Paul Dumon. Il est à souhaiter qu'un tel document s'étende à tout le pays.

Enfin, il faut toujours rappeler la coupe que Fr. Halet a tracée dans le Limbourg. On y voit :

1^o la discordance du Diestien sur les assises plus anciennes et son relèvement vers l'anticlinal campinois-limbourgeois;

2^o la discordance de l'Oligocène sur les assises plus anciennes;

3^o le relèvement de l'Éocène vers la surélévation du Limbourg (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. 33 [1923], pp. 209-229, pl. VI).

Quoi qu'il en soit, la représentation de nos assises tertiaires par des plans parallèles est une notion qui a vécu.

En Moyenne-Belgique, qu'il s'agisse de points de stratification, de surfaces de transgression ou de pénéplaines ensevelies, tous les géologues qui ont voulu se représenter les topographies souterraines savent que le plan ne se rencontre pas dans les structures tectoniques.

LA GÉOMORPHOLOGIE.

Quand, dans tous ses détails, on étudie le relief de la Moyenne-Belgique, on décèle facilement l'influence prédominante de la tectonique. On la décèle d'autant mieux qu'on se dégage de préjugés paralysants et qu'on voit les choses comme elles sont et non comme les théories voudraient qu'elles fussent.

En Ardenne, l'observation est moins aisée, parce que l'Ardenne manque de recouvrement et parce que l'inégale résistance des roches brouille quelque peu les examens d'ensemble. Toutefois, si la Moyenne-Belgique a subi des déformations postpliocènes, l'Ardenne a certainement été affectée, d'autant plus que les efforts tectoniques viennent du Sud.

Grâce aux données du puits du Rosier (La Vecquée, cote 555), on peut conclure que toute l'Ardenne a été pénéplanée postérieurement à la régression oligocène. Mais une pénéplaine ne se localise pas dans un seul étage géologique; elle recoupe souvent

des synclinaux et des anticlinaux. Les dépôts crétacés et oligocènes se sont étendus au Sud de la Vecquée et se sont logés dans les synclinaux (fig. 2, B).

Le point de départ de la Géomorphologie ardennaise peut être résumé schématiquement par la figure 2.

La pénéplaine est une surface d'érosion récente; elle a été ultérieurement détruite au passage des synclinaux (B), et cela par suite de l'enlèvement des éléments meubles des sables oligocènes et, peut-être, de sables crétacés.

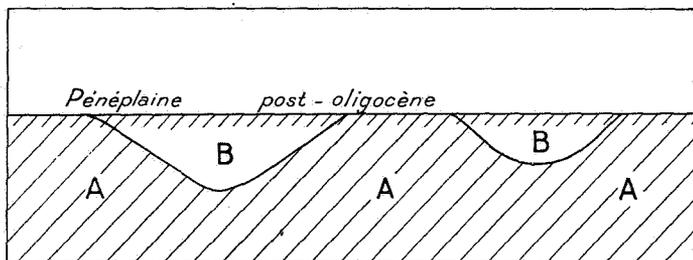


FIG. 2. — Disposition schématique de la pénéplaine ardennaise après la régression oligocène et antérieurement aux repliements.

Dans son état actuel, la Géomorphologie ardennaise exige qu'on opère des distinctions majeures :

1° La pénéplaine déformée, dont la création ne peut être antérieure au Miocène et dont les déformations sont probablement pléistocènes (surélévation de l'Eifel, Baraque Michel, etc.);

2° Les surfaces exhumées, logées dans les synclinaux (B), dont l'âge est beaucoup plus ancien (Roannay, surélévation de La Gleize, Famenne, Fagne de Couvin, etc);

3° Une troisième distinction s'opère dans les vallées qui sont nées des surélévations pléistocènes et qui, par surimposition, interfèrent avec les surfaces anciennes. En général, on observe une permanence remarquable : les vallées jeunes s'emboîtant dans les vallées anciennes; mais ce n'est pas toujours le cas (l'Amblève et le Roannay; la Lesse et la Famenne). Les intersections de ces jeunes vallées avec les surfaces anciennes sont si nettes qu'elles ne peuvent être antérieures au Pléistocène et, même, d'un Pléistocène récent (Bas-Roannay; région de Stoumont-La Gleize).

Les considérations précédentes rendent assez délicats les raccords qu'on voudrait établir entre les bases des assises tertiaires et certaines surfaces ardennaises. En effet, ces raccords ne pourraient se faire que par des prolongements aériens, par des plans ou, dans un plan de coupe, par des lignes droites.

Or, en adoptant cette méthode, on prolonge dans l'espace des surfaces gisant dans le sous-sol de la Moyenne-Belgique. Ces surfaces, on les connaît mal, mais il est une chose que l'on sait : c'est que ce sont des *surfaces gauches*. Prolonger hypothétiquement ces surfaces gauches par des plans ou par des lignes droites est une solution que j'hésite beaucoup à admettre.

En réalité, les hauteurs ardennaises ne sont ni des crêtes, ni couronnées par des plans. Ce sont des « croupes » largement incurvées; leurs sommets appartiennent à la pénéplaine déformée de l'Ardenne et leur incurvation trahit leur origine tectonique. D'ailleurs, elles se placent toutes sur des axes tectoniques reconnus.

Les études méticuleuses de MM. Bourguignon et Gullentops nous apporteront sans doute, sur ce point, des précisions mieux basées sur des faits.

*
**

Dans un mémoire remarquable, consacré à la Géologie parisienne, M. Robert Soyer répond entièrement aux vœux qui viennent d'être exprimés (1). Grâce à une documentation très riche, très sûre et très serrée, empruntée en grande partie aux coupes du chemin de fer métropolitain, M. Soyer a pu dresser, par courbes de niveau, les allures des assises géologiques gisant sous la grande ville. Les enseignements qu'on peut en tirer valent pour d'autres pays. Comme il est impossible de résumer un tel travail, je me bornerai à signaler quelques points :

1° Dans un pays à faible relief et à déformations molles, la carte géologique ne suffit pas pour reconstituer une structure. Elle fournit des indications, mais elles restent insuffisantes. Il faut reconstituer les choses dans les trois dimensions. Et, cela, l'exploration profonde, seule, peut le permettre.

2° La reprise des poussées latérales aboutissent à une pincée

(1) ROBERT SOYER, Géologie de Paris (*Mém. pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, Paris, Imp. Nationale, 1953, 610 p., 46 fig., 6 pl., 5 cartes).

en *Scharrung* et rebroussent la couverture nummulitique sans influencer sensiblement le socle crétacé (p. 313).

3° L'action puissante des mouvements tectoniques venus du Sud-Est s'exerce sur les plis tertiaires, plus ou moins calqués sur les plis armoricains, et dévie ceux-ci (p. 330).

Ces trois points s'appliquent à la Belgique. Dans notre pays, la prédominance du Varisque sur l'Armoricain est telle qu'elle se lit dans tout le relief de la Moyenne-Belgique et, même, jusqu'au littoral. Pourtant, notre Pays se différencie en de nombreuses choses. Plus éloigné du Massif central, l'influence de l'action en *Scharrung* est moins énergique. Entre l'Armoricain et le Varisque se place une orientation intermédiaire, de sens Ouest-Est, qui s'échelonne de l'Entre-Sambre-et-Meuse à la Zélande.

D'autre part, les plis armoricains, les plis intermédiaires et les plis varisques interfèrent paisiblement entre eux.

En réalité, il faut placer les régions étudiées dans les milieux imposés par les épirogénies majeures.

Sans que les influences varisques et armoricaines aient pris fin, le territoire belge se trouve, dans son état actuel, sous l'influence de deux grandes épirogénies : la plus grande partie dépend de la zone de subsidence des Pays-Bas; une partie beaucoup plus restreinte, située dans le Luxembourg méridional, dépend du Bassin de Paris. La première dépend, elle-même, de l'importante subsidence pléistocène de la mer du Nord; la seconde dépend de la Manche. A cela, il faut ajouter l'influence des déformations transversales qui, comme en Angleterre et en Allemagne, jouent un rôle très important : dépression de l'Escaut, surélévation de l'Eifel, anticlinal campinois-limbourgeois.

Comprise de cette façon, la Géologie néerlandaise ⁽¹⁾ commence à la retombée septentrionale de l'Ardenne, à partir de « la croupe » de Libramont. Dès lors, on comprend que notre Pays devienne une des régions classiques où l'on observe le mieux les déformations postpliocènes.

(1) Mais uniquement au point de vue épirogénique. La consultation du socle paléozoïque exige d'autres distinctions.

Les microfossiles (*),

par H. KUFFERATH.

(DEUXIÈME PARTIE).

**QUELQUES TECHNIQUES DE DÉSAGRÉGATION
DE DIVERSES ROCHES.**

Nous avons passé en revue, dans la causerie précédente (1949), une série de microfossiles trouvés dans des roches belges depuis l'Holocène jusqu'au Silurien et dans des *Collenia* du Congo. Après avoir exposé les raisons pour lesquelles les microfossiles persistent ou disparaissent au cours de leur existence géologique, nous nous proposons d'exposer quelques techniques que nous avons mises en œuvre pour dégager ceux qui ont résisté aux vicissitudes du temps et pour dire les notions à mettre en application dans ce but.

Le premier soin à prendre c'est de localiser géologiquement les échantillons à examiner, de préciser la situation topographique des lieux, de l'étage. Inutile d'insister, dans notre compagnie, sur ces renseignements indispensables. Disons pourtant que ces prescriptions sont souvent négligées par ceux qui ont étudié les microfossiles, tels que les Diatomées, les Polycystines, etc.

Voici quelques cas typiques : J. TEMPÈRE (1918), parlant du dépôt calcaire bitumineux de Sendai, au Japon, célèbre pour la beauté de ses Diatomées, écrit qu'on n'a pas pu retrouver le gîte, sur lequel on n'a aucune donnée géologique.

F. B. TAYLOR (1929) raconte l'histoire romanesque de Santa Monica (Amérique), le mystère des dépôts de Moron que les uns ont situés d'abord en Californie et d'autres en Espagne, ce qui paraît la réalité actuelle, d'après CABALLERO et AZPEITIA (1911).

(*) Manuscrit remis à la séance. La première partie a paru dans le tome LVIII (1949), pp. 368-383, de notre *Bulletin*.

Le tripoli des Bermudes est introuvable dans les formations des îles Bermudes; il est possible qu'il s'agisse de Bermuda en Virginie, où le diatomologue CH. S. BOYER a retrouvé des Diatomées dans le Miocène. Ces quelques citations relatives à des trouvailles retentissantes sont caractéristiques.

En général, dans les collections de Diatomées fossiles, les détails d'origine sont insuffisants, imprécis, ou même erronés. W. CONRAD (1940), étudiant des préparations de H. VAN HEURCK étiquetées « Wellington, Connecticut », dépôt fossile, a été avisé par un de ses collègues d'Amérique que cette localité n'existe pas, qu'il s'agit probablement de Willington du Western Connecticut, où il y a des Diatomées d'eau douce datées du Glaciaire.

Constamment on trouve dans les traités sur les Diatomées des mentions : « Dépôt fossile marin, D. f. saumâtre, D. f. eau douce », d'autres telles que : « marne tertiaire fossile ». C'est trop bref et cela n'a qu'une faible valeur scientifique. Il y a diverses raisons à cela : d'abord les botanistes micrographes ne sont pas géologues; ils achètent souvent des roches à préparer à des collecteurs qui ne veulent pas révéler l'origine exacte du matériel de recherche, sentiment très humain peut-être, mais en tous cas détestable pour la science.

Le correctif à ces erreurs ou omissions est le prélèvement personnel des échantillons par des géologues avertis. L'utilisation d'échantillons de musée ou de collections universitaires, où l'étiquetage n'est pas strictement observé, surtout pour les collections très anciennes ou de pays étrangers, mal connus géologiquement, n'offre pas toujours des garanties complètes.

La visite de l'endroit où l'on prélève du matériel pour recherche de microfossiles doit être faite avec soin. On s'adressera avant tout aux roches en place, en évitant autant que possible celles qui sont soumises aux intempéries, aux ruissellements, celles qui sont en contact avec la couche arable ou humifère. S'il y a un affleurement dans un ruisseau ou une pièce d'eau, on notera le fait. Pour n'avoir pas strictement observé ces précautions, nous avons, au début de nos recherches, cru trouver des organismes récents dans des roches anciennes. Leur présence s'explique pour des raisons diverses.

Les roches exposées aux intempéries se peuplent de végétations variées. On y trouve des Lichens, des Cyanophycées, des Algues, des Mousses; certaines espèces crustacées adhèrent

intimement à la roche, d'autres y pénètrent plus ou moins profondément; quand elles meurent leurs éléments cellulaires se retrouvent sur et dans la roche. La végétation (graminées, phanérogames, arbres) finit par coloniser les roches. Leurs racines et radicelles peuvent les pénétrer très profondément, à plusieurs mètres; les restes de ces plantes persistent dans les interstices, entrent en décomposition par action microbienne ou par des moisissures (voir Kubiema, 1932). Des animaux microscopiques, des vers, des Anguillules, des larves de toutes sortes pénètrent aussi dans les espaces, les fentes, y laissent des restes de leurs transformations successives ou y meurent.

On sait que les Bactéries peuvent s'introduire et vivre dans des roches (voir : *Report of the stone conservation Commitee*, 1927). Leur action, étudiée par les techniciens de la pierre, peut être néfaste pour la bonne conservation des parements extérieurs des monuments, à cause des réactions chimiques provoquées par leur activité biologique. M. CAMERMAN nous a entretenu de ces questions et publié à leur sujet des mémoires extrêmement intéressants et documentés.

Depuis une trentaine d'années, les algologues ont constaté, par culture, que les Algues (Diatomées et autres) vivent dans le sol jusqu'à 0,50 et 1 m de profondeur. Toute une série de Protistes, Amœbiens, des Ciliés, des Flagellates, prospèrent dans certains sols et y mènent une vie active. La foule d'organismes transformant la matière est donc bien plus importante qu'on ne se l'imaginait et exerce dans les roches des réactions qui viennent s'ajouter aux phénomènes physiques dus au gel, à la chaleur, à l'action météorique, où l'eau intervient avec l'action combinée de CO_2 , de l'O_2 , des nitrates.

Le résultat ultime est de rendre les roches et pierres plus ou moins poreuses, fendillées, perméables.

Par conséquent, on vérifiera l'état d'intégrité des échantillons où l'on veut rechercher des microfossiles. Si le prélèvement dans une carrière en cours d'exploitation peut donner des spécimens indemnes de contamination extérieure, il n'en est pas de même pour d'autres endroits plus exposés. Dans tous les cas, il faudra examiner la roche à la loupe. On y verra, à côté des fentes naturelles, l'existence de débris organiques, de lichens, etc. Il faudra parer soigneusement ces échantillons, en grattant leur surface au couteau ou à la brosse métallique, sous un jet d'eau; les endroits souillés seront écartés par détachement d'éclat de roche au marteau. On verra aussi, en

cassant les échantillons en fragments de 10 à 20 g au plus, qu'il y a parfois dans leur intérieur de véritables couloirs désagrégés où des végétations se sont installées. On écartera de tels échantillons. Les morceaux préparés pour l'étude seront conservés à sec dans des flacons de verre bien nettoyés. Ils seront traités ultérieurement avec les soins et les égards qu'un bactériologue a pour les microbes, afin d'éviter les infections externes.

Il est préférable d'utiliser des flacons bouchés à l'émeri. Les emballages en papier peuvent laisser adhérer aux roches des fragments de papier où l'on retrouvera les éléments des bois et végétaux (parfois exotiques) qui ont servi à leur fabrication. Les tubes à essai seront bien propres, stérilisés au besoin.

On ne doit pas oublier que les tampons d'ouate utilisés en bactériologie abandonnent des fibres de coton faciles à reconnaître. Les bouchons de liège peuvent abandonner sur les échantillons traités des parcelles de cellules subéreuses, surtout après action de réactifs volatils agressifs, tels que l'acide nitrique, l'acide acétique, l'ammoniaque.

Les réactifs que l'on utilisera, et dont nous verrons l'emploi plus loin, doivent, eux aussi, être débarrassés de souillures végétales. Certains acides peuvent héberger des moisissures et leurs spores. C'est courant pour des acides organiques; l'acide sulfurique dilué, lui-même, peut être infecté. Si l'on emploie des sels, il faudra filtrer les solutions préparées, car, à moins d'employer des produits purissimes « pro analysi », on y rencontre très souvent des débris de bois, des matières étrangères; par exemple, dans les produits qui ont été préparés par filtration sur Kieselguhr, on peut trouver des Diatomées.

L'eau utilisée sera vérifiée, car stagnante elle peut présenter une flore de Protistes et de Microbes.

C'est assez dire qu'il faut sérieusement veiller à un nettoyage parfait des roches à étudier et aux parfaites propreté et pureté des récipients et réactifs.

DÉSAGRÉGATION DES ROCHES.

L'étude d'un organisme microscopique n'est fructueuse que si l'on peut le considérer dans tous les sens. Le grand désavantage des coupes minces est de ne fournir que l'aspect d'une section d'un organisme. Il est rare de rencontrer dans une telle préparation un végétal ou Protiste orienté de

façon irréprochable. Si cet inconvénient est moindre pour des restes microscopiques tels que ceux des Diatomées, spores, il subsiste néanmoins.

Bornons-nous à examiner les dessins exécutés par la plupart des savants. Nous voyons immédiatement leur insuffisance. Dans des traités classiques, tels que ceux de PIA, EMBERGER, etc., on trouve des figures qui sont souvent problématiques. Certains de ces organismes ont été transportés successivement dans les diverses classes végétales ou animales, ce qui indique bien les hésitations des savants spécialistes. Parfois même, on a dénié la nature organique des restes signalés. Certaines formes végétales ne seraient que des apparences et des débris minéraux.

Il n'est point étonnant, par suite, qu'il persiste de nombreux doutes au sujet de certains microfossiles, de leur position systématique. La raison primordiale doit être recherchée dans les grandes difficultés offertes par les préparations en lame mince. C'est comme si l'on voulait se rendre compte de la structure d'un organisme actuel en n'étudiant que des coupes ou des parties obtenues au hasard. L'étude d'un microfossile ne peut être fructueuse qu'à condition de pouvoir le tourner et le retourner en tous sens. Il faut pour cela le libérer de sa gangue. Ce n'est que lorsqu'on l'aura vu de face, de côté, de haut qu'on pourra concevoir son organisation. Cela est parfaitement possible et réalisable.

La grande difficulté d'interprétation des préparations en coupe mince résulte de plusieurs circonstances. Les minéraux cristallisés et en plaquettes sont intriqués et forment un fond treillissé brouillant beaucoup de contours, masquant des détails d'intérêt primordial. Souvent ces préparations sont très foncées, vu leur épaisseur; la présence d'une poussière ultra-colloïdale enrobant les tissus rend les contours flous. C'est pour cela que beaucoup de photographies de tissus fossiles ne sont faites qu'à de faibles grossissements (10 à 40 fois au plus). Si l'on essaie pour ces préparations d'employer des grossissements plus forts (de 100 à 500 fois ou plus), on n'a que des images sans netteté où aucun détail microscopique ne ressort. A ce point de vue les pollens fossiles forment une exception. L'examen de photographies données par ERDTMAN et par STOCKMANS (1943) donne satisfaction. Les photographies de *Girvanella* et de *Sphaerocodium* par P. DANGEARD (1948) sont presque satisfaisantes; elles sont exceptionnelles dans la littérature spéciale, vu leur clarté et leur bonne orientation.

Ces inconvénients, rendant difficile le déchiffrement des préparations, ont frappé les chercheurs. Aussi de nombreuses techniques furent-elles proposées. On en trouvera toute une liste dans DARRAH (1938), GLAESNER (1945). J. WALTON (1923) a photographié des spores septées rappelant des champignons (*Cladosporium*, etc.) en éclaircissant des plaques minces par attaque à l'acide fluorhydrique d'après une technique très détaillée. MOODIE (1923) a pu photographier *in situ* des microbes pathogènes dans des fossiles du Primaire. On a également utilisé des préparations faites au moyen de films de pellicules de collodion qui révèlent des détails remarquables de tissus épidermiques, de pollens, etc.

SEITZ et GOTHAN (1928) ont indiqué de nombreuses techniques de désagrégation des roches. Nous avons essayé successivement les diverses méthodes conseillées par eux pour des roches dures. Elles ne nous ont guère donné satisfaction, vu leur brutalité. Un des procédés consiste, par exemple, à chauffer un bloc au Bunsen et à le plonger dans l'eau froide. Le chauffage brûle la matière organique des microfossiles. Un autre moyen d'attaquer les roches consiste à les imprégner d'un sel (hyposulfite de Na, acétate de Na, etc.) fondu que l'on fait cristalliser après refroidissement, en y jetant un cristal du même sel. Cela peut réussir pour des fossiles assez massifs, mais les microfossiles sont détruits par les milliers d'aiguilles cristallisées qui se forment dans leur masse. L'emploi à chaud d'acide sulfurique, d'autres acides ou d'alcalis attaque la matière organique et la détruit. Les résultats sont décevants, sauf pour certaines Diatomées et des organismes ou squelettes fortement silicifiés.

Innombrables sont les techniques de désagrégation des roches qui ont été préconisées. On consultera à ce sujet les ouvrages spécialisés. Chaque jour de nouvelles techniques voient le jour.

Les roches meubles et celles qui se délitent facilement dans l'eau sont examinées simplement par trempage plus ou moins prolongé, avec tamisage et débouillage consécutif. Ces techniques sont courantes dans les laboratoires. Le seul inconvénient est que, dans ces produits, la concentration en microfossiles est souvent faible. Avec de la patience et de l'adresse on parvient à trier et séparer les divers éléments : sable, organismes, matières argileuses. Un procédé commode et rapide est l'emploi des tubes à biseau; voir KUFFERATH (1933). Ils permettent de fractionner facilement les constituants d'un dépôt terreux. L'examen des portions ainsi séparées donne rapidement des indications utiles pour les recherches ultérieures.

Lorsqu'on casse une roche en morceaux, on récoltera la poudre et les fins éclats détachés. Il suffit de les examiner dans l'eau ou le xylol. On y trouvera souvent des restes ou fragments de microfossiles. C'est parfois le seul moyen d'étude auquel on puisse faire appel lorsque les autres techniques sont restées, infructueuses. On reconnaît aisément les microfossiles à leurs contours nets, bien distincts des débris amorphes ou cristallins de la masse. Ce sont, en tous cas, des indices précieux pour les recherches ultérieures. Ces poudres peuvent aussi être utilisées pour faire des essais microchimiques préalables, essais dont la connaissance viendra à point au cours des opérations de désagrégation. Quelques réactions sous lamelle, avec les réactifs habituels (SO_4H_2 , KOH , etc.) et contrôle au microscope suffisent pour préciser les idées. L'examen des dépôts sera facilité si on les étale dans des godets à fond plat ou dans des plaques de Pétri. On repérera aisément à la loupe ou au binoculaire les restes organisés. On peut aussi suivre les prescriptions de E. NAUMANN (1917) pour les dépôts récents des lacs, etc. Il conseille de vérifier les dépôts : 1° tels quels dans l'eau; 2° dans des préparations sèches ou 3° dans des préparations au baume du Canada. Des préparations au styrax seront aussi utiles pour les Diatomées. Enfin on pourra monter des dépôts dans l'euparal de GILSON ou dans la gélatine phéniquée (H. KUFFERATH, 1927), faciles à mettre en œuvre. Les dernières préparations ne conviennent pas pour les éléments calcareux, qui se signalent par un dégagement de bulles gazeuses. On tiendra évidemment compte des renseignements fournis par ces diverses préparations pour des recherches définitives.

S'il était nécessaire de prélever des microfossiles, on le fera au moyen d'une pipette étirée ou plus simplement avec une aiguille à disséquer ou d'un fin pinceau.

Ces procédés d'isolement seront mieux à leur place pour l'étude des dépôts plus abondants, où l'on aura avantage à réunir ensemble des microorganismes semblables. La pipette étirée a l'inconvénient, si l'on n'a pas un peu d'habitude, d'attirer dans la lumière du tube une quantité d'eau assez abondante et des éléments non désirés. Pour parer à cela, SEITZ et GOTHAN conseillent de mélanger au dépôt, sur une lame de microscope, un peu de gélatine à 7 ou 10 %; quand elle a fait prise, on approche la pipette étirée, légèrement chauffée, de la gélatine; celle-ci fond et l'on entraîne l'objet désiré dans le tube. Il suffit de vider le contenu du capillaire dans de l'eau tiède pour obtenir l'échantillon choisi. Les Diatomistes ont mis au point une série

d'opérations qui leur permettent d'accumuler les Diatomées. Le procédé le plus simple consiste à imprimer un mouvement giratoire continu à une coupe; les Diatomées se rassemblent dans l'axe du mouvement et on les prélève en une fois à la pipette. Consulter à ce sujet les traités spéciaux sur la matière. Ce procédé peut être utilisé pour rassembler les microfossiles. La centrifugation est aussi à essayer.

Après ces quelques renseignements techniques, voyons les notions d'application pour tenter la désagrégation des roches.

*
**

Il serait d'un grand secours de connaître l'analyse chimique et la composition d'une roche dans laquelle on désire rechercher des microfossiles. En pratique, il est rare que l'on ait tous ces renseignements. Il suffit de connaître les éléments essentiels qui, dans les roches sédimentaires, sont argileux, calcaireux ou siliceux, auxquels sont joints des éléments clastiques, chimiques (pyrite, gypse, NaCl, sels de K ou d'origine considérée comme organique, tels que Fe, C, glauconie, manganèse...). Ces éléments disent l'histoire de la roche. A l'origine, tous les dépôts sont meubles (voir TWENHOFEL, 1932), leurs éléments se classent suivant les règles de la sédimentation. Plus tard des tassements, des réactions chimiques modifient les masses accumulées. Ce travail lent et graduel aboutit à la formation des roches dures. Rares sont les roches qui ont conservé leur texture meuble primitive.

Le travail de désagrégation des roches a pour but de rendre, si possible, à celles-ci leur état meuble, de manière à pouvoir dégager les microfossiles d'une charge inerte constituée surtout par du sable, de l'argile, des cristaux et divers éléments accessoires.

Les chimistes utilisent pour solubiliser les roches et en doser les éléments des procédés violents : attaque par les acides, fusion avec les alcalis, hautes températures, etc. Tous ces moyens sont néfastes pour les microfossiles, car ils détruisent la matière organique. S'il est nécessaire pour l'étude des microorganismes de les dégager de la gangue minérale, cela ne peut se faire que par des opérations qui écartent l'action de la chaleur. On opérera donc à la température du laboratoire, sans dépasser 50° C, par exemple. On sait en effet la sensibilité d'objets fossiles à la chaleur. KIRCHEIMER (1933, 1935) a démontré que

les spores de *Lycopodium clavatum* se déforment par la chaleur; il y a des modifications morphologiques et chimiques pour des températures supérieures à 130-160° C. Au delà, la forme des spores se modifie et est comparable à ce que l'on trouve dans des charbons qui ont été en contact avec des intrusions éruptives. Il est même possible, suivant l'aspect des spores charbonnières, de supputer la température à laquelle le dépôt a été soumis. Cela est en accord avec ce que nous savons des sporopollénines fossiles.

La matière organique se modifie graduellement après une longue période de temps. Sa composition change petit à petit et il n'est pas étonnant, comme l'ont montré G. DEFLANDRE (1938) et PASTIELS (1948), que les fossiles ne donnent plus les réactions histologiques caractéristiques des Protistes actuels. Bien plus, une élévation de la température au cours des techniques opératoires peut avoir pour conséquence d'activer la désintégration de la matière organique. Il y a donc un intérêt primordial d'opérer à des températures aussi basses que possible. On évitera, d'autre part, pour ménager la matière organique, l'emploi des acides forts, des alcalis concentrés. Cela va restreindre de beaucoup les possibilités d'attaque des roches. Des calcaires compacts ne sont désagrégés que par des acides concentrés et à chaud. L'acide acétique pur est insuffisant pour dissoudre certains calcaires, sauf après plusieurs années. Ainsi du calcaire de Mazy était à peine attaqué superficiellement après 2 ans. Après 20 ans il était solubilisé et donnait un dépôt noir terreux.

Si nous faisons agir SO_4H_2 pur sur un calcaire compact, celui-ci est attaqué. Au fur et à mesure de la réaction, la concentration de l'acide diminue et il se forme du sulfate de chaux. Si l'acide est encore assez abondant on aura du sulfate acide de calcium plus ou moins soluble dans le milieu, mais au fur et à mesure de la saturation on obtient un précipité de sulfate de chaux qui rend impossible ou pénible la séparation des microfossiles qui auraient résisté à l'acide. Il faut donc que le produit de l'attaque, que les sels obtenus soient solubles. Si, dans l'expérience ci-dessus, nous ajoutons une solution de NaCl au précipité de sulfate de Ca, nous voyons un éclaircissement partiel du milieu; il se forme en partie du chlorure de calcium soluble.

Il faudra que les produits de désagrégation des roches soient solubilisés pour pouvoir espérer un résultat. Nous avons dans les

roches des sels de K, de Na; ceux-ci sont souvent solubles avec les acides inorganiques et organiques; les sels de Ca (et de Ba particulièrement) sont très souvent insolubles; ce n'est que sous la forme de chlorures, de nitrates et d'acétates, pour ne parler que des sels les plus courants, qu'ils nous donneront satisfaction.

Il est clair que la liste que nous donnons n'est pas limitative et que d'autres acides, bases et sels pourront être expérimentés.

*
**

Voici quelques expériences dont nous tirerons profit : Ajoutons un morceau de craie dans HCl à 50 %. Immédiatement, effervescence tumultueuse. L'examen du dépôt poudreux et léger obtenu après la fin de l'opération ne nous montre que des débris informes, des fragments non identifiables. Il en est de même si nous utilisons de l'acide nitrique concentré ou même l'acide acétique. Le dégagement violent de CO_2 dilacère tous les tissus et rend impossible toute détermination. Ne restent que quelques grains de quartz, de sable et de rares spicules siliceux.

Immergeons un morceau de craie dans 10 cc d'une solution d'acétate de Na à 10 %. Rien ne se produit. Mais laissons-y tomber 1 ou 2 gouttes d'acide nitrique concentré. Aussitôt apparaissent des bulles gazeuses de CO_2 , mais leur formation est calme. Le même morceau de craie plongé dans l'eau et additionné de 1 ou 2 gouttes de NO_3H présente un dégagement violent de gaz; dans ce cas, après quelques heures, l'acide étant neutralisé par le calcium, le phénomène s'arrête. Au contraire, dans le milieu à l'acétate de Na nitriqué le dégagement d'acide carbonique continue lent et paisible et se poursuit des jours entiers; il diminue petit à petit. Si l'on ajoute alors 10 cc d'eau, on voit l'attaque recommencer, et en répétant l'addition d'eau la craie est digérée et laisse un dépôt noirâtre où l'on retrouve des éléments microscopiques entiers dans leur délicatesse de forme.

On obtient un résultat semblable avec un calcaire compact tel que le calcaire de Mazy. La solution d'acétate de Na est additionnée d'une dose un peu plus forte de NO_3H , soit 10 à 12 gouttes; on observe alors, comme pour la craie, un dégagement de CO_2 continu mais beaucoup moins énergique qu'avec l'acide nitrique pur. L'attaque se poursuit égale. Après 24 heures, elle se ralentit, la roche est nettement désagrégée. On y ajoute 10 cc d'eau, cette dilution entraîne une remise en marche du

phénomène; une nouvelle addition d'eau est faite 2 jours après; la roche est fortement corrodée. Un peu plus tard, on ajoute encore 20 cc d'eau. Le sixième jour, la roche a disparu et il reste dans le fond une boue noirâtre assez abondante où le microscope permet de distinguer des éléments reconnaissables bien conservés. Au lieu d'acétate de Na, on pourra essayer du nitrate de Na, du chlorure sodique, qui donneront des sels solubles avec les roches calcaires. Les roches dolomitiques peuvent être traitées de même.

En somme, dans ces expériences, l'acide nitrique agit comme un catalyseur. Il a mis en train une chaîne de réactions, transformant lentement CO_3Ca en acétate de chaux. La lenteur de l'attaque fait que les éléments microscopiques, non calcaires, sont respectés. Le phénomène d'attaque est ralenti et dure plusieurs jours. Dans certains cas, il faut patienter plusieurs semaines. On peut même dire que plus une désagrégation est lente et mieux ce sera. Le principe de ces réactions est donc de mettre la roche dans un sel qui donnera par échanges ioniques des sels solubles sous l'influence de catalyseurs acides. Le même principe est applicable aux bases. Le déplacement d'ions peut être provoqué par d'autres moyens. Il serait probablement intéressant de le tenter à l'aide de courants électriques faibles en présence de sels contenant les éléments de substitution ionique désirés. L'emploi d'un faible courant de CO_2 est aussi à envisager, au moyen des appareils couramment utilisés en chimie (appareil de КИРР). Il se forme des bicarbonates solubles. Ce programme a montré quelques possibilités techniques à mettre en œuvre.

*
**

Voici quelques essais qui ont donné des résultats :

Un échantillon de calcaire gris-bleu foncé du Congo avec des veinules brun rosé, récolté par M. MORTELMANS, est plongé dans de l'acide acétique. On n'a aucune attaque. L'addition de quelques gouttes de NO_3H concentré provoque un faible dégagement de CO_2 , mais celui-ci ne dure pas. Après 24 heures, on ajoute au bloc calcaire immergé quelques gouttes d'acide sulfurique pur. Il se produit dans le liquide un trouble laiteux et une attaque faible avec quelques bulles d'acide carbonique. On retire alors le bloc du liquide et on le lave à l'eau, puis on le replonge dans l'acide acétique concentré. On constate une attaque faible, mais nette; le liquide limpide se trouble. Il

suffit d'y ajouter quelques gouttes de NO_3H pour voir ce trouble disparaître, mais l'attaque du calcaire continue mieux qu'auparavant. Elle se ralentit au bout de quelques jours. Il suffit d'ajouter un peu d'eau pour constater une reprise de l'attaque. On finit par avoir la désagrégation superficielle de ce calcaire particulièrement résistant. Ce résultat n'est obtenu qu'après trois mois. L'essai que nous venons de relater enseigne que pour certaines roches rebelles il suffit de les plonger peu de temps dans de l'acide sulfurique. Cette attaque violente suffit pour modifier le produit de telle sorte que les moyens employés ultérieurement (acide acétique sensibilisé par un peu d'acide nitrique) aient une action nette.

Un nettoyage parfait d'un calcaire gris-bleu de *Conophyton* de la Bushimaie (311 de MORTELMANS) a été réalisé par le procédé suivant : le bloc calcaire paraissait souillé par une couche brune plissée. Il a été placé dans 1,5 cc d'acide acétique pur et 1,5 cc d'eau; une attaque superficielle se produit. Après un jour, le bloc est retiré du liquide acétique, il est lavé sous un courant d'eau, puis est gratté au canif. On a ainsi une prise bien débarrassée de tous éléments extérieurs. Il suffit de continuer les essais, en plongeant le fragment nettoyé dans l'acide acétique additionné de quelques gouttes d'acide nitrique; après deux mois une digestion parfaite est réalisée. Pour y parvenir, nous avons ajouté de temps en temps quelques centimètres cubes d'eau et ranimé l'attaque soit par quelques gouttes d'acide pur (HCl ou NO_3H), pour obtenir un abondant dépôt grisâtre où les éléments microscopiques sont dans un état parfait.

L'étude d'un calcaire de *Collenia* de Lubudi (M44/43A) est plus simple. Un fragment préalablement nettoyé et paré de $6 \times 6 \times 3$ mm est placé dans 2 cc d'acide acétique pur; il n'y a pas de réaction. On ajoute alors 3 gouttes de NO_3H pur; il y a dégagement assez lent de CO_2 . Un jour après, le fragment est défait et un dépôt gris est noté. On ajoute 10 cc d'eau, l'attaque reprend et 3 jours plus tard on constate que le dépôt est tout ce qui reste de l'échantillon. On y a trouvé des filaments d'Algues avec des spores. En somme, l'attaque terminée en cinq jours a été rapide. Ce cas est exceptionnel.

Nous avons alors repris un autre fragment de $8 \times 9 \times 5$ mm, gratté et nettoyé extérieurement. En le lavant au préalable pendant peu de temps dans un mélange de 2 cc d'acide acétique et 1 cc d'eau, puis en le passant avec frottement sous un courant d'eau, on voit que la roche est formée d'une alternance de

bandes claires et d'autres plus foncées. Le fragment remis dans le mélange acétique avec addition de 4 gouttes d'acide nitrique et ultérieurement d'un centimètre cube d'eau montre que les bandes foncées sont plus attaquées que les bandes claires. Elles sont indiquées par des creux. Le dépôt est mis à part et examiné au microscope. Le fragment plus ou moins corrodé est alors repris et immergé dans 2 cc d'acide acétique + 2 cc d'eau avec une goutte de NO_3H ; l'attaque continue faible mais régulière; après 15 jours le morceau est digéré et il s'est déposé une masse grisâtre-blanchâtre, où il y a encore des cristaux paraissant être du calcaire (?). On ajoute alors 1 goutte d'acide lactique à 25° Bé et 8 jours après 5 volumes d'eau; le dépôt renfermant encore des cristaux de calcaire est traité par HCl à 50 % (soit 2 cc d' HCl et 2 cc d'eau), mais ce traitement est insuffisant pour se débarrasser de tous les cristaux; il suffit d'ajouter au liquide 2 gouttes de NO_3H , puis 3 gouttes de HCl (après 8 jours) pour obtenir un dépôt pulvérulent très faible se prêtant bien à tous les examens microscopiques. Ces opérations ont duré un mois.

Pour des marbres, on tentera des attaques moins vives. Ainsi un bloc de marbre (genre Florence) est placé dans une solution d'acide acétique à 6,5 % additionnée de 5 cc de NO_3H à 10 %. Dans ces conditions, l'attaque du marbre est faible et l'on note que les sortes de thalles qui le constituent se dégagent du calcaire. Ces thalles, d'ailleurs très fragiles, peuvent être enlevés (après un lavage à l'eau du bloc) avec un scalpel et être examinés à part pour en voir la structure par sections en tous sens.

Signalons finalement l'histoire simple d'un tuf néogène de la vallée du Train, récolté par M. CAMERMAN. Un fragment bien nettoyé est plongé dans 5 cc d'eau et additionné de 10 gouttes d'acide acétique pur. Il se produit une effervescence forte, trop forte même, mais la vivacité de l'attaque s'atténue rapidement. Après 6 jours, on ajoute 2 cc d'eau, puis 2 gouttes d'acide nitrique concentré; l'attaque reprend assez faible et se poursuit. Le fragment est progressivement digéré et dans le liquide on voit le dépôt abondant, léger, de couleur brune avec quelques minces débris noirâtres et des traces de sable. Le liquide surnageant, sirupeux, est dilué avec 5 cc d'eau; le dépôt qui se constitue est isolé et examiné. Ces opérations ont duré environ un mois.

Les quelques expériences que nous venons de relater montrent que, suivant la nature des échantillons, il faut essayer divers modes d'attaque et de désagrégation. On ne réussit certes pas chaque fois, mais dans l'ensemble, même si l'attaque n'est que partielle, on récolte pourtant des dépôts intéressants.

La variété des roches calcaires est grande, depuis celles qui sont de la craie pure jusqu'à celles qui sont compactes, plus ou moins silicifiées, métamorphisées. Il y a une série ininterrompue de roches qui demandent des modes de désagrégation semblables en principe, mais devant être adaptés aux circonstances. Ce qui importe c'est de guider le travail de telle sorte que les microfossiles soient bien dégagés et intacts.

*
**

Les roches à base d'argile et silicatées présentent d'autres difficultés d'étude. L'addition d'acide ne donne pas toujours de résultats. Pourtant, par exemple, un schiste charbonneux de Monceau-Fontaine (FONTANA, n° 35.113) additionné d'acide nitrique pur gonfle manifestement mais ne se délite pas. Sa structure est néanmoins fortement modifiée, car une légère poussée avec une baguette de verre le résout en fragments menus. En diluant la préparation avec de l'eau (et neutralisant celle-ci avec un peu de bicarbonate) l'échantillon montre les fragments de tissus végétaux et des débris semblables à des *Conodontes*. On va, d'autres fois, de surprise en surprise. En faisant le même essai avec un autre schiste charbonneux (FONTANA, n° 35112) du Charbonnage de Monceau-Fontaine, d'aspect assez semblable au précédent et mis en contact avec NO_3H concentré, il est immédiatement déchiqueté littéralement; il éclate presque. L'essai préalable ayant montré l'efficacité de désagrégation de l'acide nitrique, un bloc est plongé dans cet acide; il se résout en une poudre que l'on dilue immédiatement avec de l'eau distillée. On lave pour éloigner l'excès d'acide et le dépôt est prêt à l'examen microscopique. On y a trouvé, à côté d'éléments tissulaires et mycéliens, des bactéries indubitables.

Pour certaines roches des essais simples permettent d'obtenir du matériel d'étude parfait. Une Diatomite des Kaisobeds de la Semliki, récoltée par M. LEPERSONNE, se délite immédiatement si elle est plongée dans l'eau.

Pour obtenir des frustules diatomiques propres, il suffit de faire passer un peu d'acide sulfurique, pour nettoyer leur contenu cellulaire, de laver aussitôt pour réaliser un examen microscopique fructueux.

Un morceau de grès diestien est placé dans l'acide chlorhydrique à 50 %; on obtient un très faible dégagement de bulles gazeuses (peut-être s'agit-il ici de gaz inclus dans la roche, indépendamment d'un peu de CO_2). L'acide prend rapidement une teinte jaune-brun intense (fer). Déjà après deux jours le bloc est entièrement désagrégé et se résout en grains de sable piquetés de granules noirs (glauconie).

Ici la charge sableuse est importante; aussi devra-t-on, par des lavages successifs, séparer les portions lourdes des légères; ce sont celles-ci qui fournissent surtout des débris microscopiques intéressants. Un triage et un tamisage de tout le dépôt sont toujours recommandables.

Le degré de cohésion des roches schisteuses, argileuses, siliceuses joue un rôle pour l'étude de leurs microfossiles. Certaines se délitent facilement même dans l'eau; c'est ce qui se produit pour les argilites et argiles.

Dans tous les cas, ces roches argileuses ou sableuses sont constituées par deux éléments, l'un formé par les microfossiles, souvent peu abondants, les seuls qui nous intéressent; l'autre par une charge de sable et d'argile qu'il importe de mettre de côté par les procédés habituels de débouillage et de lavage différentiels. Ces opérations doivent être également exécutées pour les roches plus dures après leur désagrégation. Nous n'y reviendrons pas.

Dans les roches argileuses et arénacées, on trouve, à côté d'éléments tels que le quartz et des cristaux divers cimentés par de la silice hydratée, des silicates d'alumine et autres, parfois un peu de carbonate de chaux et du fer. Si, parmi ces éléments, il en est qui sont inattaquables par les acides ou les alcalis dans les conditions de nos essais à basse température, il en est d'autres qui ont cette propriété bien connue de pouvoir échanger les éléments de bases qu'ils renferment. Propriété utilisée dans la pratique pour l'échange de bases, comme adoucisseur d'eau, etc., tels que les zéolites, les permutites. A un point de vue théorique, par conséquent, une roche argileuse ou arénacée peut être modifiée par simple échange de bases, par mutation de certains ions de leur ciment. On sait maintenant, depuis les démonstrations d'EFFRONT (1926) (voir aussi

H. KUFFERATH, 1949), que la matière organique peut accumuler des ions variés et les abandonner dans certaines conditions expérimentales. Vu qu'il est exceptionnel de connaître quels sont les éléments échangeables qui se trouvent dans une roche, on devra procéder par essais successifs, alternant l'influence de réactifs variés. Les recherches seront faites à la température du laboratoire et, pour respecter l'intégrité des microfossiles, on évitera de chauffer les échantillons, de travailler à des températures élevées. On s'inspirera des multiples travaux effectués par les pédologues pour les échanges de bases dans le sol, essais utilisés en agrologie.

Nous n'aborderons ces questions, qui mériteraient un très long développement, qu'en relatant quelques essais que nous avons faits :

Nous avons ramassé, dans les déblais d'un forage à Ben-Ahin, un galet roulé de schiste argileux déposé dans une terrasse fluviale de la Meuse. C'est une roche brunâtre noir, à minces stratifications parallèles, dure, se débitant au marteau en fragments non esquilleux. Un fragment de 10 g environ, bien nettoyé, est placé dans l'acide nitrique à 50 %. Il ne se modifie en rien. On le lave, puis le transvase dans de la soude à 10 %. Le liquide présente un faible blanchissement immédiat; après un jour le bloc intact présente sur sa surface de nombreuses formations rouge orangé en forme de chou et de filaments ramifiés. Ces formations sont des hydrates à base de fer. Ils disparaissent et se dissolvent dans l'acide nitrique à 50 %, où l'on replace le bloc. Deux jours après, on reprend le bloc et le trempe dans de la soude à 20 %. Déjà après 2 heures de contact des gelées rouges se reforment.

Deux jours plus tard, le bloc retiré de la soude est lavé à l'eau courante. La manipulation de cet échantillon montre que la roche s'est ramollie, elle se casse aisément à la main en fragments et se coupe facilement au canif.

L'action alternante d'acide et d'alcali a, par conséquent, déterminé une modification remarquable de la compacité et des propriétés de la roche, que l'on remet pendant quatre jours dans de l'acide nitrique à 50 %.

On décante alors l'acide et on le remplace par une solution à 10 % de NaCl, qui se colore immédiatement en vert-jaune (forte réaction du fer). On place le bloc dans 30 cc de la solution de sel ordinaire additionnée de 10 cc de NaOH à 10 %.

Après quatre jours la roche est très molle, le bloc se délaie facilement sous les doigts en donnant une argile noirâtre gris; elle répand une très forte odeur de terreau frais. Dans les dépôts obtenus de cette roche, on a trouvé des éléments de tissus ligneux et sclérifiés, des fibres variées et quelques cellules microscopiques.

On ne réussit pas toujours des désagréations aussi complètes. Il faut parfois se contenter de résultats partiels. Une roche (M 583 de M. MORTELMANS) de *Collenia* calcaire de la Bushimaie a donné après cassage au marteau des éclats siliceux bourrés d'éléments microscopiques arrondis rappelant des *Porodiscus* HAECKEL (cf. CAYEUX, 1897) ou des *Discoites sticticus* GRÜSS, 1928, et en plus un gros filament d'algue et un autre rappelant une Cyanophycée. De cette roche, on a prélevé 7 fragments de $2 \times 2 \times 5$ mm environ qui ont été placés dans un tube à essai avec 2 cc d'acide acétique à 10 %; aucun dégagement gazeux ne se produit; après 15 jours les fragments ne sont pas modifiés; ils sont apparemment intacts. On pipette alors l'acide et le remplace par de l'ammoniaque. Deux jours après le liquide est incolore, les fragments bruns présentent une stratification plus apparente que dans la roche d'origine, mais on voit quelques parcelles qui se sont détachées de la roche; les unes sont brunes, les autres noirâtres. On enlève alors l'ammoniaque et la remplace par de l'acide acétique à 10 %. On attend. Après 24 jours on constate que les blocs sont restés durs, mais il s'est formé une poudre sableuse très peu abondante avec quelques grains noirs de $0,3 \times 0,7$ mm en forme de citron. Examinés sous le microscope à un faible grossissement, ces grains ont l'aspect de graines, mais ils sont mous et s'écrasent quand on pose la lamelle sur eux. Une légère dilatation montre des cellules assimilables à des Algues envahies d'un mycélium abondant avec des spores de champignon.

Bien que l'attaque et la désagréation de cet échantillon aient été très faibles, on a néanmoins pu y trouver des éléments microscopiques de grand intérêt.

Ainsi donc les deux exemples que nous venons de citer indiquent qu'il est possible dans une roche dure de déterminer totalement ou partiellement des déplacements d'ions et en provoquer la désagréation plus ou moins profonde, tout en respectant l'intégrité des microfossiles. On se rend compte de l'intérêt des principes qui nous ont guidé. Ceux-ci doivent être

adaptés à chaque sorte de roche. Il est de toute évidence que si, dans chaque cas, on connaissait la composition chimique et pétrographique d'une roche, on pourrait imaginer une méthode plus rationnelle des opérations. En fait, il suffira souvent de quelques essais préliminaires et de varier les réactions pour s'orienter. Dans cette voie tout est encore à faire. En plus des quelques réactifs acides ou alcalins et des quelques sels que nous avons utilisés, il en est beaucoup d'autres auxquels on peut songer : les fluorures, l'acide fluorhydrique ou hydrofluosilicique, qui nécessiteront certaines précautions d'emploi, les sels qui sont couramment utilisés en agrologie pour l'étude d'échange de bases, le citrate de soude, le sulfure et le chlorure d'ammoniaque, des acides organiques tels que l'acide lactique, l'acide phénique qui respecte les éléments organiques et est souvent utilisé en biologie cellulaire.

On se rappellera que des roches semblables, tels les schistes charbonneux, dont nous avons parlé, peuvent réagir tout différemment avec le même acide. En cette occurrence, on se laissera guider par des essais préalables d'orientation.

La désagrégation d'un fragment de roche se fait de la périphérie vers l'intérieur, soit par une marche centripète. Les premières attaques portent atteinte aux points faibles, là où il y a des éléments faciles à déplacer. Ainsi, rappelant un essai que nous avons décrit, on peut penser que par l'intervention d'un acide sur une roche argileuse, les sels de fer se sont modifiés au point que la soude donne des efflorescences qui seront dissoutes lorsqu'à nouveau un acide interviendra. On conçoit ainsi que quelques points de la roche constituent des brèches par lesquelles les réactifs peuvent poursuivre leur œuvre. Ces réactifs pénètrent aussi dans les fentes minuscules de la roche et, de proche en proche, atteignent les parties profondes.

L'analyse de la séquelle de phénomènes, des échanges de bases, des transferts d'ions, de leur remplacement paraît actuellement bien difficile à élucider. Peut-être y arrivera-t-on lorsque de multiples expériences auront été faites?

Il faut également veiller à la concentration des réactifs. Nous avons souvent utilisé des solutions à 10 % de sels, parce que, dans le cas d'échange d'ions, leur quantité est suffisante. Il arrive souvent, et nous l'avons signalé, que les saumures ainsi obtenues soient trop concentrées. C'est alors qu'il est utile de les étendre en y ajoutant un peu d'eau. On voit alors cette chose étonnante à première vue, une réaction, par exemple le

dégagement d'acide carbonique, reprendre force et vigueur et la désagrégation de la roche se poursuivre petit à petit.

Dans les roches qui ne donnent qu'un faible dépôt résiduel, comme certains calcaires, on voit, si l'on n'attend pas suffisamment, persister des cristaux cubiques rappelant ceux de carbonate de calcium. On les fera disparaître par addition d'une goutte d'acide avant de procéder aux examens microscopiques et à la confection des préparations.

Les dépôts obtenus seront évidemment lavés et débarrassés des saumures et acides; on les récoltera dans l'eau et les additionnera d'un antiseptique faible si l'on désire les conserver en vrac. Ce sont des précautions qu'il est presque superflu de donner et qui sont logiques.

Pour les roches qui ont une charge de sable et d'argile importante on devra procéder à un débouillage soigneux avec examen de chacune des fractions de tamisage et décantation.

En tout état de cause, on sera persuadé que toutes ces opérations sont lentes. Il est parfois nécessaire de les poursuivre pendant deux ou trois mois ou même plus. Cela vaut mieux qu'une désagrégation en vitesse, qui risque d'abîmer les microfossiles, ces objets délicats.

Les résultats que nous avons obtenus, depuis une vingtaine d'années que nous nous sommes attaché à ces problèmes, sont prometteurs et ouvrent à la micropaléontologie un large domaine de recherches.

Nous sommes loin d'avoir épuisé toutes les possibilités et les ressources de technique suivant les voies et les idées que nous venons d'exposer. Les quelques résultats que nous avons obtenus nous paraissent encourageants.

BIBLIOGRAPHIE.

- CAYEUX, L., 1897, Radiolaires de la smectite de Herve (*Mém. Soc. géol. Nord*, t. IV, p. 184).
- CONRAD, W., 1940, Chrysomonadines fossiles des collections du Musée royal d'Histoire naturelle (*Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, XVI, n° 45).
- DANCEARD, P., 1948, Contribution à l'étude des genres *Girvanella* et *Sphaerocodium* (*Ibid.*, XXIV, n° 2).
- DARRAH, W. C., 1938, Principles of Paleobotany.
- DEFLANDRE, G., 1938, État des matières organiques constituant certains organismes planctoniques fossiles. Essais d'analyse microchimique (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 14 mars 1938, pp. 854-856).

- EFFRONT, J., 1926, Contribution à l'étude du pouvoir absorbant des tissus végétaux (*Ann. et Bull. Roy. Sc. méd. et natur. Bruxelles*, n° 4).
- GLAESNER, M. F., 1945, Principles of Micropalaeontology.
- GRÜSS, J., 1928 (*Paleontologia*, I, p. 487).
- KIRSCHHEIMER, F., 1933, Die thermische schädigung des Pollens in den Kohlen (*Bull. Soc. bot. suisse*, XLII, pp. 23-30).
- 1935, Die Korrosion des Pollens (*Beih. Botan. Centralbl.*, LIII, A, pp. 398-415).
- KUFFERATH, H., 1927, Notes de technique sur une modification de la gélatine phéniquée pour le montage de préparations d'objets microscopiques, de Levures et d'Algues (*C. R. Soc. biol.*, XCVII, p. 1422).
- 1933, Deux appareils simples de laboratoire pour la séparation des organismes microscopiques (*Bull. Soc. franç. de Microscopie*, II, p. 32-35).
- 1949, Les Microfossiles (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléon. et d'Hydrol.*, LVIII, p. 368).
- KUBIEMA, W., 1932, Fructifications et habitat des champignons dans les interstices (*Arch. f. Mikrob.*, III, p. 507 et *Bull. Inst. Pasteur*, 1933, XXXI, p. 969).
- MOODIE, R. L., 1923, Paleopathology.
- NAUMANN, E., 1917 (*K. Svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, LVI, n° 6).
- PASTIELS, A., 1948, Étude histochimique des coques d'Hystrichosphères (*Bull. Mus. roy. Hist. Nat. Belgique*, XXI, n° 17).
- Report of the stone Committee, 1917 (*Department of scientific and industrial Research*, London).
- SEITZ, O. et GOTHAN, W., 1928, Paläontologisches Praktikum (éd. Springer, Berlin).
- STOCKMANS, F., 1943, Les lignites icéniens de Mol (Belgique) (*Bull. Mus. roy. Hist. Nat. Belgique*, XIX, n° 50).
- TAYLOR, F. B., 1929, Notes on Diatoms (éd. Bournemouth).
- TEMPÈRE, J. et PERAGALLO, H. et M., 1915, Diatomées du monde entier. 2^e édition.
- TWENHOFFEL, W. H., 1932, Treatise on sedimentation (éd. Baltimore).
- WALTON, J., 1923, On a new method of investigating fossil plant impressions or incrustations (*Ann. of Botany*, XXXVII, p. 379).

**Coupe résumée
des terrains postpaléozoïques au sondage de Turnhout (*),**

par M. GULINCK.

Le sondage de Turnhout, entamé en juillet 1952, actuellement encore en cours d'exécution, porte le n° 120 dans la liste des sondages profonds de Campine, dressée par l'Administration des Mines.

Son emplacement (Grand'Place de Turnhout) est fixé par les coordonnées suivantes (Bonne, 1950) : longitude. 190 605,44, latitude 222 922,70.

Le terrain naturel est situé à la cote + 26,50, l'orifice du sondage à + 29,20.

Ce sondage a été fait à l'injection jusqu'à 649 m de profondeur, mais des fragments de carotte ont été pris à 320, 400, 481, 557 et 623 m.

A partir de 649 m le carottage a été maintenu de façon continue.

Une étude complète de ce sondage devant faire l'objet d'un travail ultérieur, nous nous bornerons ici à donner les principales conclusions d'ordre stratigraphique relatives aux formations postpaléozoïques, sans entrer dans le détail des caractères lithologiques et paléontologiques (1).

PLÉISTOCÈNE (Amstélien).

L'Amstélien, formé de sables gris avec intercalations argileuses, atteint environ 22 m d'épaisseur, ce qui en situe la base vers la cote + 4.

PLIOCÈNE-MIOCÈNE.

Des sables finement pailletés, gris, glauconifères, que l'on peut rapporter au Scaldisien, existent entre 22 et 41 m.

Ils renferment à la base un niveau fossilifère, dont le sondage n'a ramené que des débris indéterminables.

(*) Texte remis au Secrétariat le 2 octobre 1954.

(1) Il nous est agréable de pouvoir remercier ici M. Camerman qui à notre demande, a bien voulu effectuer le dosage calcimétrique de plusieurs échantillons de craie provenant de ce sondage.

De 41 m (— 12) à 188 m (— 162), le sondage a ramené des sables très glauconifères, généralement grossiers, avec une zone intermédiaire (entre — 39 et — 84) moins glauconifère.

Le sondeur signale la présence de niveaux durs vers — 122 et — 154. Leur nature n'a pu être reconnue. Il s'agit peut-être de concrétions phosphatées (vivianite-ossements ?).

La base de ces formations sableuses glauconifères est marquée par un niveau très grossier, dans lequel se rencontrent de gros grains de glauconie, de petites concrétions phosphatées, des fragments de lignite taraudés, plusieurs débris noircis de poissons, des lingules, mollusques, cirripèdes, scaphopodes peu déterminables, mais à caractère nettement néogène.

Cet ensemble de sables glauconifères, qui atteint une épaisseur totale d'environ 147 m, représente vraisemblablement les étages diestien et anversien (Miocène) sans qu'il soit possible de fixer la limite entre ces deux étages. Il n'est pas exclu que le Diestien ait raviné une partie importante de l'Anversien, ainsi que cela a été constaté en d'autres endroits de la Campine.

Au sujet de l'étage boldérien, aucun témoin identifiable n'a pu être recueilli.

Les sables argileux qui semblent exister entre — 162 et — 169 pourraient en effet correspondre à la zone plus ou moins sableuse qui couronne parfois l'argile de Boom.

OLIGOCÈNE.

Rien n'indique la présence de formations d'âge chat t i e n. La position de l'Oligocène n'est d'ailleurs fixée avec certitude qu'à la profondeur de 195 m (— 169), à laquelle débute l'argile rupélienne.

Cette argile se présente sous son facies habituel bien connu, qu'il est donc inutile de détailler ici.

Elle passe vers le bas, à partir de — 300, à des sables fins grisâtres se développant au moins jusqu'à — 320.

A cette cote, le sondeur signale un niveau dur non identifiable, correspondant peut-être au gravier de base du Rupélien ?

Si cette hypothèse est valable, les deux assises du Rupélien (*R2c-R1*) atteindraient respectivement environ 130 et 20 m d'épaisseur.

Nous rangeons dans le T o n g r i e n des sables fins verts, avec intercalations d'argile, situés entre — 320 et — 345 m et

dont la base semble être marquée par un petit gravillon de quartz (à moins que celui-ci ne corresponde à des rechutes !). Parmi les rares débris de fossiles accompagnant ces sables, nous avons cru reconnaître des fragments de Gastropodes.

ÉOÈNE.

Le Bartonien est vraisemblablement représenté par une argile gris verdâtre plus ou moins sableuse, que l'on peut approximativement délimiter entre les profondeurs 371 et 380.

Cet étage est cependant lithologiquement très mal définissable, car la nature exacte des couches traversées entre 346 m et 380 m reste problématique.

Le Lédien est mieux caractérisé, grâce à l'abondance de *Nummulites variolarius* que l'on recueille mélangés à quelques exemplaires de *Nummulites wemmelenensis*, et à la présence de trois bancs gréseux, dont la position a été exactement repérée par le sondeur.

Le niveau graveleux de base, renfermant à profusion *Nummulites lævigatus* var. *scabra* silicifiée et roulée, peut être situé à 397 m (— 371). Cet étage lédien aurait une épaisseur d'environ 17 m.

Il repose sur un ensemble de sable fin vert glauconifère, calcareux (un échantillon carotté recueilli à 399, 33), de sable argileux vert avec intercalations d'argile verte compacte, de grès siliceux (grès lustrés) et de tuffeux clairs plus ou moins cohérents. On y reconnaît aisément les facies bruxellien-glauconifère et panisélien, sans pouvoir délimiter ceux-ci.

Nous n'avons pas pu constater la présence éventuelle de *Nummulites lævigatus* « in situ » que l'on a rencontré dans le facies bruxellien équivalent au sondage de Wcensdrecht.

Vers 444 m apparaît une argile plastique correspondant vraisemblablement au niveau *P1m* de la carte géologique, limitant le « Panisélien ». Le complexe bruxellien-panisélien atteindrait donc 47 m d'épaisseur.

L'Yprésien ss. apparaît vers 445 m, avec des sables fins glauconifères, renfermant des lits d'argile grise dure, et *Nummulites planulatus* (petite forme) très abondant. Ce facies sableux (*Yd* de la carte géologique) existe encore à 481 m (échantillon carotté) et renferme des bancs gréseux durs (vers 496 m).

Le facies argileux *Yc* se développe à partir d'environ 506 m, renferme des niveaux à concrétions phosphatées et semble devenir localement un peu sableux.

La base de l'Yprésien n'a pu être fixée, car les boues recueillies montrent une transition graduelle à une argile brunâtre renfermant des noyaux de résine noire dure, qui appartient vraisemblablement au Landénien supérieur.

En première approximation, la limite entre Yprésien et Landénien peut être placée vers 550 m (— 521), ce qui donne environ 105 m à l'épaisseur de l'Yprésien. Le Landénien inférieur, à facies marin, a été reconnu à partir de 612 m. Un échantillon carotté prélevé à 623 m montrait un sable gris verdâtre clair, fin, calcaireux, un peu argileux.

Plus bas, on passe à un tuffeau argileux finement micacé, peu cohérent. C'est en fait une argile marneuse dure. Le facies tuffacé siliceux à spicules de la Hesbaye n'apparaît guère ici.

Vers 650 m, les carottes montraient un faisceau de fines cassures avec inclinaison de 60°, renfermant de fines mouchetures et petits tétraèdres de sphalérite.

Le facies heersien débute vers 685 m avec les marnes blanches crayeuses à *Cyprina Morrisi*. Celles-ci passent vers 697 m à une argile sableuse calcarifère gris verdâtre.

La base est formée par une marne grise vermiculée reposant sur une mince bande (0,20) de sable argileux très glauconifère située vers 703 m.

Les épaisseurs respectives du Landénien s.s. et de l'Heersien peuvent être fixées à 135 m et 18 m.

CRÉTACÉ.

Maestrichtien.

Sous cette bande glauconifère apparaît immédiatement le tuffeau maestrichtien typique renfermant vers le sommet de minces intercalations d'une argile noire bitumineuse et marcasiteuse.

Le tuffeau tendre alterne avec des bancs de calcaire cristallin dur et, à partir d'environ 710 m, avec des silex gris clair.

Ces bancs durs sont très rapprochés. Leur position a pu être exactement repérée par le sondeur.

Ce tuffeau renferme, à partir de 734 m, des petits grains de glauconie et de phosphate. On y trouve de minces filets noirâtres (bitumineux ?).

Les fossiles observés appartiennent à la faune bien connue : *Thecidea papillata*, *Neithea quinquecostata*, *Rhynchonella plicatilis*, *Ostrea vesicularis*, etc.

Signalons en particulier la présence d'un banc de silex blanc avec accumulation d'oursins (*Cassidulus lapiscancri*).

Un banc dur, formé par un calcaire gris clair, à grain relativement fin, percé de tubulations, a été rencontré vers 766 m. Nous y plaçons la base de l'étage maestrichtien. Au-dessus du banc dur, le tuffeau renferme une mince couche grossière glauconifère, avec nombreuses coquilles brisées, tubulations et scalénoèdres de calcite secondaire.

Sénonien.

La partie supérieure de l'étage sénonien (s. légende stratigraphique) est formée par une craie jaunâtre grossière fort semblable au tuffeau maestrichtien et renfermant également des bancs de calcaires durs et de silex gris bleuâtre à cassure mate.

Cette craie renferme, par contre, de nombreux filets noirs bitumineux plus ou moins régulièrement disposés et de grosses tubulations imparfaitement silicifiées.

Vers 790 m apparaît une craie grise glauconifère et sableuse percée de nombreuses tubulations, renfermant de petits noyaux de silex gris, avec *Thecidea papillata*, *Terebratula carnea*, *Ostrea vesicularis*, *Belemnitella mucronata* très abondants, des débris de lignite pyritisé.

Cette craie glauconifère passe, apparemment sans discontinuité brusque, à une craie sableuse, dure, d'aspect gréseux, faiblement glauconifère.

Celle-ci titre en moyenne 55 % de CaCO_3 . On y rencontre de grosses tubulations noueuses plus claires, parfois imparfaitement silicifiées. La faune est surtout représentée par *Terebratula carnea*, *Ostrea vesicularis*, *Belemnitella mucronata*, *Camptonectes cinctus*, de débris de poissons (*Terebella Levisiensis*), etc., des débris d'Inocérames, des Coralliaires.

La teneur en calcaire croît vers le bas (max. 85 %) et le sédiment prend l'aspect d'une craie grumeleuse, avec nombreux joints noirâtres avec empreintes algiiformes. En section transversale, ces joints (de nature argilo-bitumineuse ?) produisent une structure marbrée très typique.

Entre 888 m et 892 m existent deux niveaux durcis glauconifères, le premier étant accompagné d'un joint stylolithique très accusé.

On retrouve ensuite une craie sablo-marneuse (58 % CaCO_3) grise, dans laquelle on rencontre des pistes étalées éventail (Spirrophyton ?).

Un banc dur très marqué, avec perforations remplies de concrétions phosphatées, que l'on retrouve remaniées plus haut dans la craie marneuse sus-jacente, a été recoupé à 932 m.

Il forme le sommet d'une craie blanche fine, fortement diaclasée et traversée par de nombreux joints noirâtres à allure stylolithique (97 % CaCO_3). Ces joints deviennent plus rapprochés et plus épais vers le bas. On y trouve de nombreuses empreintes algiiformes indéterminables. Cette craie renferme *Magas pumilus*, *Belemnitella mucronata*, des Échinides, des Spongiaires, etc. Vers 950 m la craie devient plus grise, se charge de glauconie et passe à un tuffeau crayeux très dur, avec nombreuses vermiculations, riche en Foraminifères, Spongiaires, débris de Poissons, Belemnites, Inocérames, Gastropodes pyritisés, etc.

A 986 m la roche devient homogène : c'est une marne grise très dure avec empreintes de fossiles pyritisés, foraminifères. Nous y avons rencontré un seul exemplaire douteux de *Goniotheutis quadratus*.

Aucune carotte n'a pu être ramenée entre 990,63 m et 1.007,70 m, de sorte que l'on ignore la nature exacte des terrains en contact avec le houiller. Le sommet de celui-ci peut être approximativement fixé à 1.001 m de profondeur. Il semble néanmoins probable, d'après les observations du sondeur, que la marne grise se poursuit jusqu'à la base du Crétacé.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1. En ce qui concerne les terrains tertiaires, le sondage de Turnhout n'a pu donner que des renseignements très imparfaits.

La comparaison avec le sondage de Woensdrecht (3), entièrement carotté, permet de faire les constatations suivantes :

a) Épaisseur sensiblement égale des formations tertiaires (Woensdrecht : 681,50 m, Turnhout : 703 m).

b) Les dépôts néogènes (Diestien-Anversien), de même que l'argile rupélienne, sont mieux développés à Turnhout.

c) L'Éocène se présente sous des facies très semblables dans les deux sondages, tout au moins à partir du Lédien. On constate cependant un plus grand développement de l'Yprésien à Woensdrecht.

2. On est mieux informé au sujet de la nature réelle des formations crétaciques de Campine. L'étude stratigraphique de celles-ci mérite cependant d'être reprise dans son ensemble. Le sondage de Woensdrecht n'a malheureusement pas fourni une coupe suivie de ces terrains.

Le sondage de Turnhout nous permet de mettre en relief les points suivants : le banc durci formant le sommet de la craie blanche (équivalente de la Craie de Gulpen ou de Nouvelles) semble bien être le prolongement de celui qui a pu être observé en d'autres points de la Campine (1).

Il détermine donc un niveau stratigraphique important, au sujet duquel L. Calembert (1) a encore récemment attiré l'attention.

Par contre, nous n'avons pas retrouvé le petit niveau graveleux qui, d'après R. Legrand (2), se trouverait sous la craie blanche au sondage de Bourg-Léopold.

La limite de la craie blanche et de la marne grise sous-jacente, qui forme l'équivalent de la « smectique de Herve », n'est pas nettement tranchée.

Il est, tout au moins actuellement, plus difficile de préciser la signification des autres bancs durs.

Celui rencontré vers 760 m représente peut-être la limite entre le Maastrichtien s.s. et un complexe que l'on peut rapprocher du facies de la Craie de Kunraad (J. H. F. Umbgrove, 4).

Les bancs durs rencontrés à 888 et 892 m n'ont peut-être qu'une signification locale.

Il est à souhaiter que l'étude de la microfaune (2) puisse nous apporter de plus amples informations au sujet de la position stratigraphique de ces diverses formations.

(1) Nous avons retrouvé le même banc durci au sondage 122 de Webbekom, près de Diest.

(2) A cette fin, des échantillons du sondage ont été confiés à M. Calembert, qui a entrepris une étude approfondie du Crétacé de la Campine.

BIBLIOGRAPHIE.

1. L. CALEMBERT, Sur l'extension régionale d'un hard-ground et d'une lacune stratigraphique dans le Crétacé supérieur du Nord-Est de la Belgique (*Bull. Cl. Sc. Acad. roy. Belgique*, 5^e série, t. XXXIX, 1953, p. 724).
2. R. LEGRAND et R. TAVERNIER, Les morts-terrains au sondage du Camp de Bourg-Léopold (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. LIX, 1950, p. 17).
3. F. HALET, VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT et D. TESCH, Le sondage de Woensdrecht (*Ibid.*, t. XXVII, 1913, p. 169).
4. J. H. F. UMBGROVE, Bijdrage tot de kennis der Stratigraphie, Tektoniek en Petrographie van het Senoon in Zuid-Limburg (*Leidse geologische Mededelingen*, Deel I, Afl. 2, 1926, blz. 255).

SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE.
