

SÉANCE MENSUELLE DU 18 DÉCEMBRE 1945.

Présidence de M. M. ROBERT, président.

Après consultation de l'assemblée, le président proclame membres effectifs :

MM. M. BECQUAERT, Attaché au Musée du Congo, rue de Robiano, Tervueren; présenté par MM. E. Dartevelle et R. Cambier.

J. VAN DEN BROECK, 122, avenue de Schaerbeek; présenté par MM. Dartevelle et Delmer.

G. GAUTHIER, Étudiant, 31, rue des Trois Planches, à Soignies; présenté par MM. Marlière et Schellinck.

Dons et envois reçus :

9491 *Charlier, Ch.* La prédiction des marées de la côte belge. Gembloux, 1941, 33 pages.

9492 *De Leenheer, L. et Waegemans, G.* Le Sol. Introduction à la Pédologie. Bruxelles, 1945, 149 pages et 22 fig.

9493 *Renier, A.* Premiers résultats d'une étude du grand sondage de recherche n° 113 (Neerheide) de Neeroeteren (Limbourg belge). 's Gravenhage, 1945, 7 pages.

Divers.

La Société a reçu du Prof^r Paul Fourmarier des remerciements pour les félicitations qu'elle lui a adressées à la suite de sa nomination comme docteur *honoris causa* de l'Université de Paris. Notre éminent collègue reporte très aimablement sur l'ensemble des géologues belges le mérite de la haute distinction qu'il vient de recevoir.

D'autre part, l'Académie de Belgique a décerné à notre collègue et ancien président M. C. Camerman, le prix Wetrems (Sciences naturelles) pour 1944. Nous sommes d'autant plus heureux de féliciter le titulaire que c'est le mémoire in-4° sur « La Pierre de Tournai », publié par notre Société en septembre dernier, qui a particulièrement retenu en cette occasion l'attention de l'Académie.

Communications des membres :

G. BROGNON. — a) *Observations nouvelles sur la Meulière de Sain-Denis Tr2b*. b) *Le problème de sa silicification* (texte ci-après).

Au cours de la discussion qui a suivi cette communication, M. R. Marlière appuie la manière de voir de l'auteur.

M. A. Renier fait remarquer que les exemples de silicification sont fréquents et nombreux en Hainaut. Dans le Tournaisis, ce sont les calcaires dinantiens, parfois taraudés par des lithophages, qui présentent une croûte épaisse de quelques centimètres, là où ils sont recouverts par le Landénien. Plus à l'Est, les schistes de l'assise de Chokier, calcareux en profondeur, ainsi qu'à Baudour, sont, notamment à Casteau, transformés en une roche qualifiée, à tort ou à raison, de phtanite.

Pourquoi en aurait-il été autrement pour la Meulière de Maisières? Lors de la transgression landénienne, elle a été d'autant mieux décapée qu'elle décrit un anticlinal transversal entre la vallée de l'Eaubréchœul et celle du ruisseau de Ghlin, intervalle dans lequel se trouve localisée cette roche si particulière. Sur la blessure encore vive, l'action des eaux marines a dû être particulièrement active. Meulière et phtanite ne dérivent pas l'un de l'autre; ce sont deux aspects d'un seul et même phénomène.

P. MACAR. — *La valeur, comme moyen de corrélation, des cailloux d'oolithe silicifiée et l'origine des graviers dits « Onx » des Hautes-Fagnes* (texte ci-après).

M. le major C. Stevens, qui a traité le même sujet précédemment devant la Société, reconnaît l'ampleur et la nouveauté des observations apportées par M. Macar. Devant les arguments aujourd'hui produits, il déclare qu'il ne retient plus l'hypothèse d'une transgression pliocène qu'il avait précédemment émise pour expliquer la diffusion des kieselolithes.

M. Renier rappelle que si, dans ses nombreuses courses à travers les Hautes-Fagnes, il n'a guère recherché spécialement la *Kieseloolithe*, néanmoins il s'est appliqué à réunir au sujet de l'histoire postpaléozoïque de ces régions des documents nombreux et, à certains égards, décisifs. Il est hors de doute que la principale pénéplanation, celle qui intéresse l'ensemble, est d'âge sénonien, car importants et épais sont, en de nombreux

endroits (Hockay, Baraque Michel, Trois-Hêtres), les amas de silex volumineux et cellulés qui reposent sur le Revinien. Certes, localement ils reposent sur un lit de cailloux ardennais qui, dans de trop rares fouilles, — ainsi aux sources du ruisseau de Cour, — se révèlent être le résidu d'un poudingue cohérent analogue à celui de l'assise de base du poudingue de Malmédy, mais ce sont là des détails locaux. Les éluvions des Hautes-Fagnes qui ont pu pénétrer jusqu'à la base des amas de silex par suite de la création de poches de dissolution dans la craie ou les calcaires (Maestrichtien) renferment notamment des blocs de grès blanc, friable, contenant épars dans leur masse de petits cailloux siliceux bien roulés. Silicifiés superficiellement, ces grès, où Anten a signalé la présence de l'or, ont souvent été confondus, à partir de Gustave Dewalque, avec des restes de formations dévoniennes, mais, en définitive, c'est plutôt de la pierre de Stone qu'il faut les rapprocher. Ce qui est certain, c'est que des blocs de même nature se rencontrent sporadiquement en surface sur tout le versant nord de l'Eifel et jusqu'en Campine. Aussi leur âge est-il pour le moins pliocène. M. Paul Tesch s'en est expliqué en 1939, après avoir visité aussi bien les sources de la Hoegne méridionale que celles de la Vesdre à la Brachkopf.

C. CAMERMAN. — *Présentation d'un échantillon de calcaire.*

Cet échantillon, en forme de plaque, porte d'un côté des cannelures assez énigmatiques et de l'autre des traces de glissement. M. Camerman le doit à l'obligeance de M. Poliard, qui en a fait la découverte dans la grande carrière Brison à Seilles (Andenne), à un niveau qui est sensiblement celui de la Grande Brèche *V3d*. Il est possible qu'on se trouve en présence d'une forme spéciale de boudinage. M. Kaisin a bien voulu se charger d'étudier l'échantillon présenté.

Observations nouvelles sur la Meulière de Saint-Denis (Tr2b),

b) LE PROBLÈME DE LA SILICIFICATION.

par GEORGES BROGNON,

Ingénieur civil des Mines et Géologue A.I.Ms.

RÉSUMÉ.

Nous étudions les variations pétrographiques dans le sens stratigraphique et dans le sens horizontal de la Meulière de Saint-Denis (Tr2b). (Les résultats du levé géologique sont repris

à la figure 1 et la description publiée dans le 3^e Rapport annuel du Comité belge pour l'étude des argiles 1946.)

Quelques faits permettent d'attribuer à des apports de silice empruntée aux phanites du H1a le stade ultime de la silicification de la Meulière de Saint-Denis.

Enfin, nous essayons d'expliquer la localisation du gîte.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DE LA MEULIÈRE (1).

Les principaux types de la Meulière de Saint-Denis que nous avons eu l'occasion d'observer *in situ* se présentent avec les caractères pétrographiques suivants :

AFFLEUREMENT 1. GOTTIGNIES (pl. I, fig. 1).

L'assise des Rabots (*Tr2b*) y montre son facies normal.

C'est une craie blanche, jaunâtre, grossière, silicifiée.

On y trouve de gros silex noirs. En lame mince, la calcédonite prédomine. On reconnaît encore quelques grains de calcite épigénisée par la calcédonite. La roche est poreuse. Du quartz secondaire tapisse les géodes auréolées de beaux sphérolites de calcédonite. Des cristaux de quartz détritique sont disséminés dans la masse. L'opale manifeste sa présence un peu partout, fixée dans l'épaisseur même de la lame. Quelques plages sont enrichies en cristaux opaques, à section carrée. Accessoirement, la tourmalière détritique est bien caractérisée et la glauconie est reconnaissable à sa structure d'agrégat.

Les silex de la craie sont à éclat lustré, gras, à cassure lisse et conchoïdale. L'intérieur est creux et tapissé d'une patine blanche. L'extérieur est peu ou pas patiné. Sous le microscope, la calcédonite cryptocristalline dessine une fine mosaïque d'éléments diversement orientés. Il y a de l'opale et quelques grains de quartz primaire. Des sections allongées ou circulaires de spicules contiennent encore de l'opale.

A la loupe, on reconnaît aisément ces spicules disséminés dans le silex sous la forme de fines aiguilles blanches de 1 mm.

AFFLEUREMENT 10. SAINT-DENIS (pl. I et II, fig. 2, 3, 4).

L'assise des Rabots y montre son facies particulier : la Meulière.

Prélèvement 10 a à 5 m du sommet (pl. I, fig. 2).

Les hauteurs de prélèvement sont mesurées en prenant comme origine le sommet de la Meulière.

(1) Les notations du levé géologique sont reprises dans l'étude pétrographique (fig. 1).

La roche est de couleur gris clair. Elle s'altère superficiellement en une couche rougeâtre due au dépôt ferreux. La cassure est grasse. De petites plages plus claires ou plus foncées se détachent sur le fond de la roche. La calcédonite et l'opale forment la masse fondamentale. Du quartz secondaire remplit les vides de la roche. Il n'y a plus de calcite visible.

Prélèvement 10 b à 3 m.

La roche est blanchâtre et la cassure quartzitique.

Prélèvement 10 c à 2 m (pl. II, fig. 3).

Roche grise, plus claire, à structure quartzitique. Du quartz pyramidé tapisse les joints. L'opale est plus abondante que la calcédonite.

Prélèvement 10 d à 0^m50 (pl. II, fig. 4).

Meulière brun clair, plus grossière et plus fossilifère, constituée d'opale, de calcédonite et d'abondantes traînées de quartz secondaire. Il n'y a plus de quartz détritique. Accessoirement, il y a de la pyrite, de la tourmaline et du zircon.

Un échantillon de quelques dm² montre une nette différence chromatique à partir d'une géode. Le quartz tapisse une couronne subcirculaire grise avec de minuscules plages plus claires et plus foncées, comme en 10 a.

Cette zone passe à une roche plus claire, sillonnée de veinules cristallisées comme en 10 c.

Enfin, la périphérie est de couleur brun clair, plus grossière, semblable au prélèvement 10 d.

En fait, on retrouve en un point les différences observées sur la hauteur de la coupe.

AFFLEUREMENT 11. SAINT-DENIS.

Prélèvement 11 a à 5 m.

Meulière grise, très foncée. Les joints minéralisés marquent des plages plus claires.

Prélèvement 11 b à 3 m.

Meulière plus blanche à cassure plus grasse.

Prélèvement 11 c à 0^m60.

Roche claire, divisée par de nombreux joints.

AFFLEUREMENT 12. SAINT-DENIS.

Prélèvement 12 a à 5 m.

Roche gris clair, avec des plages comme en 10 a.

Prélèvement 12 b à 0^m75.

Meulière plus foncée et plus grossière.

AFFLEUREMENT 13. OBOURG.

Prélèvement 13 a à 5^m5.

Meulière grise, légèrement foncée, à grain très fin. Des auréoles plus claires montrent un grain plus grossier.

L'examen microscopique révèle la composition habituelle calcédonite, opale, quartz secondaire, rares zircons.

Prélèvement 13 b à 4^m5.

L'échantillon est plus clair. Le grain est très fin et la cassure conchoïdale. Les minéraux de quartz secondaire sont plus développés.

Prélèvement 13 c à 2^m25.

La roche est de plus en plus claire, avec de nombreux joints et des cassures minéralisées. L'opale est plus abondante et des traces de spicules apparaissent plus distinctement.

Prélèvement 13 d à 0^m75.

Meulière brune, grossière, spongieuse. Sous le microscope on aperçoit un réseau de géodes cristallisées. L'ensemble est pèrti de spicules.

Prélèvement 13 e au sommet.

Silex brun clair, patiné. Les organismes sont nombreux. La masse est constituée d'opale et de calcédonite.

AFFLEUREMENT 14. OBOURG.

Prélèvement 14 a à 7^m5.

Meulière grise, foncée, à cassure quartzitique. La structure est cryptocristalline. On y reconnaît habituellement de la calcédonite, de l'opale et du quartz. Accessoirement, il y a de la glauconie, de la calcite en voie de silicification et de la tourmaline. La préparation fait apparaître des fentes de retrait jalonnées d'une plus large cristallisation de calcédonite.

Prélèvement 14 b à 3^m5.

Roche blanche, légèrement bleutée. Les minéraux accessoires sont moins abondants qu'en 14 a.

Prélèvement 14 c au contact.

A la loupe, la roche est criblée de petits trous. Les préparations sont poreuses et définissent, outre les constituants habituels de la tourmaline, du zircon, de la muscovite et de nombreux organismes.

AFFLEUREMENT 16 A SAINT-DENIS.

Le grain est plus gros. La lame mince se résout en une mosaïque d'opale, de calcédonite et de produits d'altération

superficielle comme la limonite. L'opale est plus abondante. Une géode dessine une structure concrétionnée analogue aux agates.

AFFLEUREMENT 17. SAINT-DENIS
(pl. III, fig. 5).

Prélèvement 17a à 9 m.

Meulière gris-bleu, foncée, mouchetée de plages plus claires qui réagissent vivement sous l'action de l'acide chlorhydrique.

Les préparations sont poreuses, microgrenues par places. Les vides sont laissés par le départ du carbonate de calcium. Au voisinage on observe de la calcite largement cristallisée et des cristaux de pyrite. Dans ce banc de meulière calcarifère, des concrétions siliceuses vertes montrent une structure en agate, à grain fin.

Le contact avec la roche calcaire est marqué par une couleur plus claire.

Prélèvement 17c à 7 m.

Roche grise, tachetée de parties plus foncées. Il y a de petites auréoles différentes de la masse par une couleur périphérique plus claire. L'opale envahit le quartz et la calcédoine très finement divisée.

Certaines plages sont enrichies en glauconie et pyrite, accompagnées de fines aiguilles qui pourraient être de la séricite.

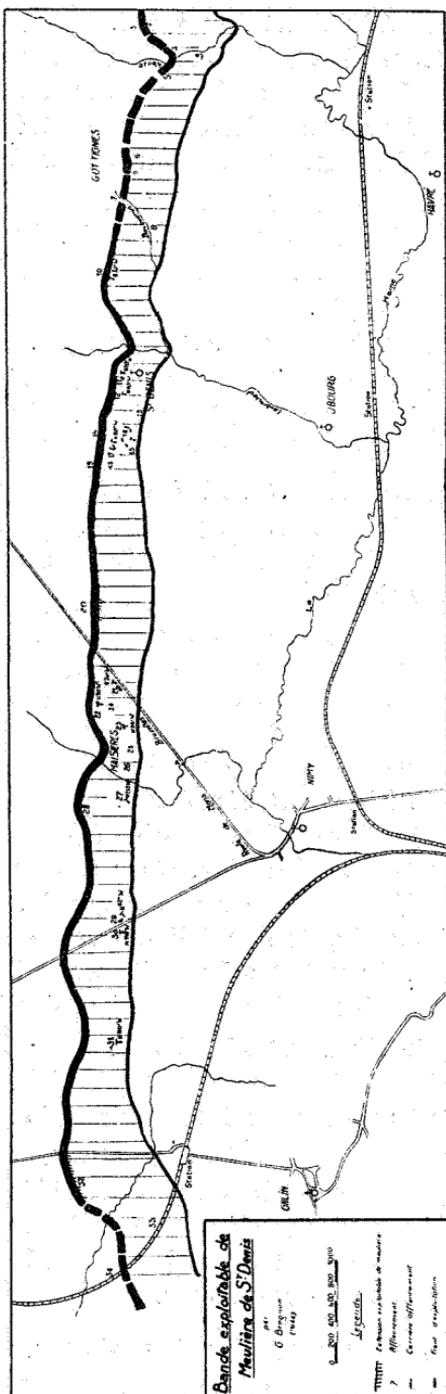


FIG. 1.

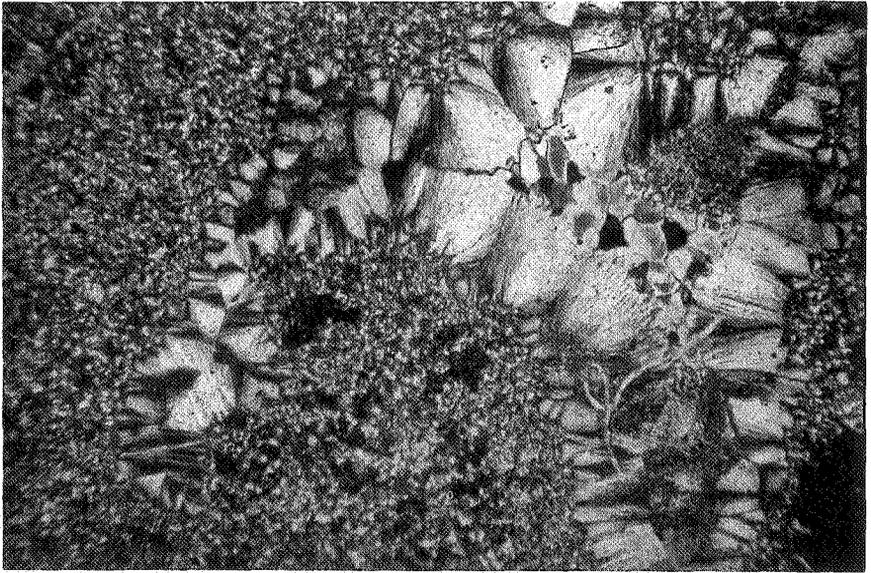


Fig. 1.

×44

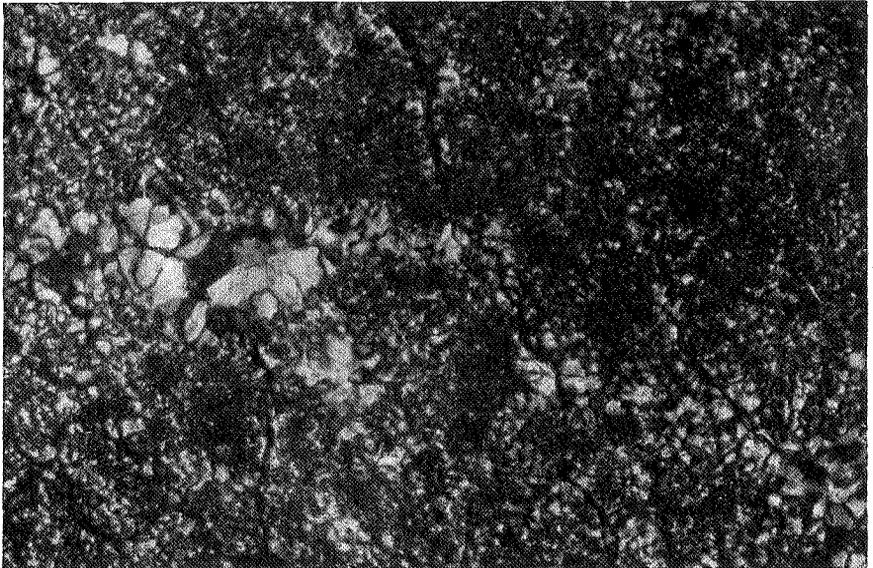


Fig. 2.

×160

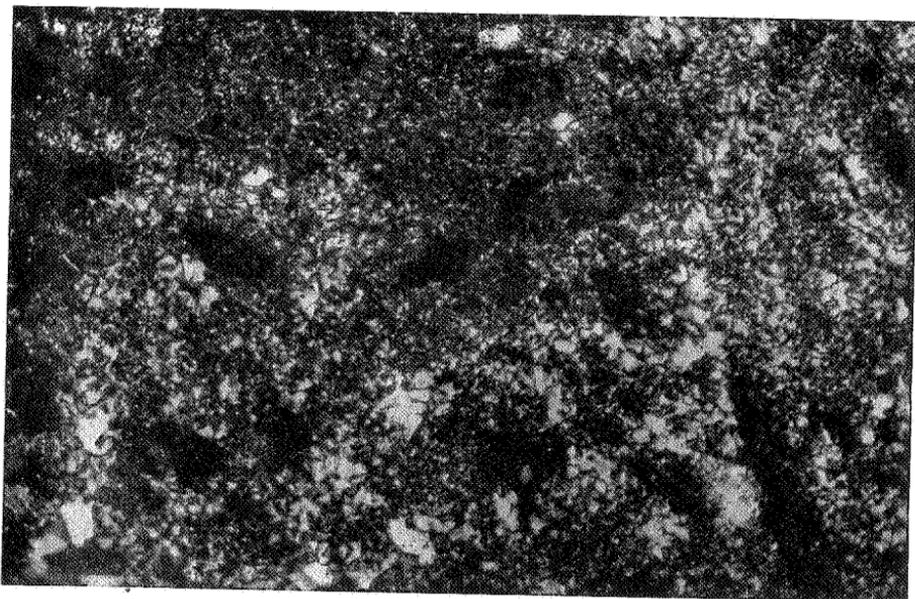


Fig. 3.

×160

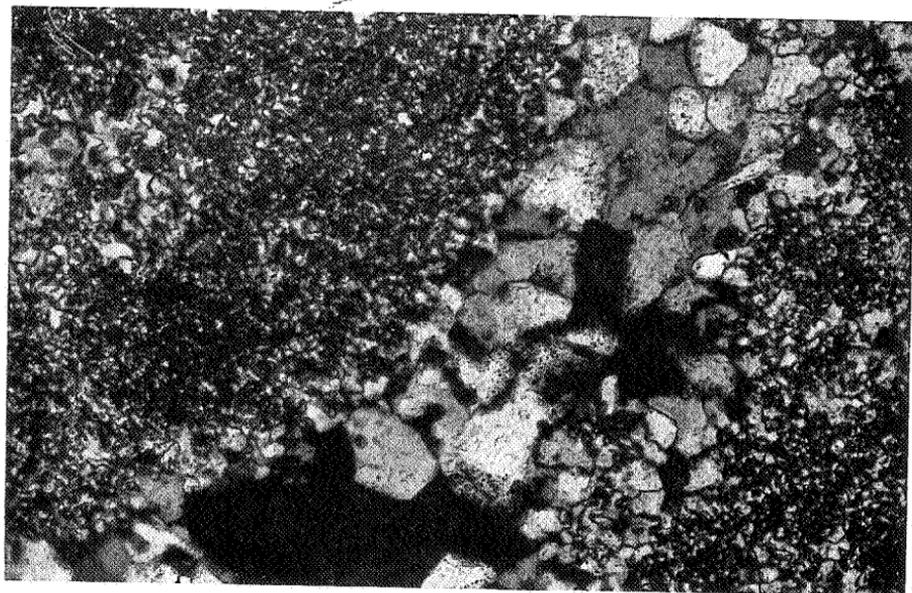


Fig. 4.

×130

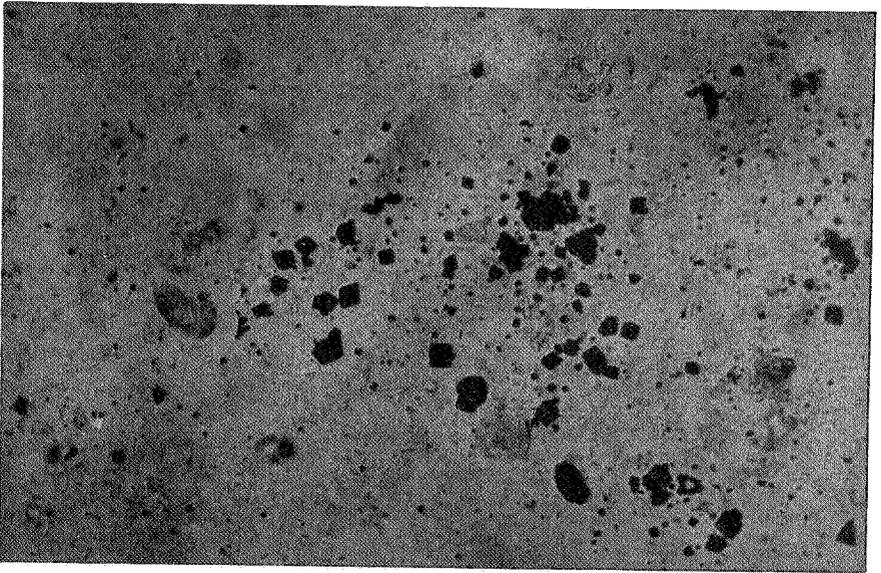


Fig. 5.

×130



Fig. 6.

×160

Prélèvement 17 d à 4^m5.

La calcédonite est l'élément dominant dans une roche caverneuse, où l'on reconnaît des traces d'organismes.

Prélèvement 17 e à 3 m.

Roche grise, brunâtre, grossière, avec de grandes géodes et des cassures. Les lisérés brun foncé forment des auréoles. Les préparations sont pétrées d'organismes. Des fentes de retrait apparaissent çà et là.

Prélèvement 17 f à 1^m5.

Meulière grossière, gris brunâtre. Il n'y a plus de pyrite.

AFFLEUREMENT 21. MAISIÈRES.

Prélèvement 21 a à 3 m (pl. III, fig. 6).

La couleur varie du gris blanchâtre au gris brunâtre. La roche réagit positivement sous l'action de l'acide chlorhydrique. Elle est très dure et sert uniquement à faire des pavés. Des joints la traversent et sont auréolés d'une cristallisation de quartz. De nombreux cristaux de calcite sont épigénisés à la périphérie seulement. La silice se retrouve sous forme de calcédonite et d'opale. Certains grains de calcite ont néanmoins conservé leurs propriétés optiques, puisqu'ils ont montré l'uniaxie négative, la forte biréfringence et une différence très nette entre le Ng et le Np. Une seule fois nous avons pu observé des traces de clivage.

Prélèvement 21 b à 2 m.

Les mêmes caractères optiques se retrouvent. La roche serait identique à 21 a, n'était la plus grande abondance de spicules.

Prélèvement 21 c à 0^m5.

Silex noir de la zone de contact, à patine épaisse de plusieurs cm. La roche sous le microscope ne montre aucune trace de calcite; elle est microcristalline et renferme de nombreux spicules.

AFFLEUREMENT 22 A MAISIÈRES.

Prélèvement 22 a à 3 m.

Roche blanchâtre, brunâtre, faisant légèrement effervescence à l'acide chlorhydrique. Sous le microscope, on reconnaît les traces habituelles de spicules et de foraminifères. Il y a beaucoup plus de quartz détritique, de l'opale, de la calcédonite et de la glauconie.

Prélèvement 22 b à 2 m.

Roche brune, à cassure nettement conchoïdale. On y retrouve toujours la même composition. Il y a plus de pyrite associée à

plus d'opale. La roche est poreuse et montre des traces d'organismes.

Prélèvement 22 c à 0^m5.

La roche est plus poreuse, blanchâtre à brune. Ce niveau apparaît plus pauvre en pyrite et plus riche en calcédonite. Il y a moins de quartz détritique.

AFFLEUREMENTS 23, 24, 25, 26...

Nous avons renoncé à décrire les affleurements de ces carrières. On y retrouve exactement les mêmes caractères qu'en 21 et 22.

AFFLEUREMENT 30 A GHILIN.

Prélèvement 30 a à 6 m.

Roche de couleur gris foncé. Légère effervescence à l'acide chlorhydrique. Les préparations montrent une grande proportion de calcite. Certains organismes sont encore en calcite. Sous fort grossissement, on reconnaît, outre la calcédonite, la calcite, le quartz et l'opale, des débris de glauconie et quelques grains de zircon, rutile et pyrite.

Prélèvement 30 b à 5^m5.

Roche plus claire, à auréoles différenciées. La roche fait encore effervescence à l'acide chlorhydrique. La silicification est beaucoup plus avancée pour certains organismes. Elle atteint l'intérieur, tout en préservant l'enveloppe, qui subsiste en calcite plus ou moins altérée. La composition reste la même.

Prélèvement 30 c à 4^m75.

Roche très claire, de couleur ivoire. Elle montre encore une légère effervescence. La texture et la composition n'ont pas varié.

Prélèvement 30 d à 3 m.

Roche un peu plus foncée, à texture plus fine. Il n'y a plus trace de calcite. La surface d'un échantillon montre une grande compacité. Toutefois, la roche examinée sous le microscope montre encore des géodes où subsistent les derniers et microscopiques restes de calcaire.

Prélèvement 30 e à 1^m5.

Roche brune à cassure grasse, traversée de joints à remplissage crayeux. Sous le microscope, on reconnaît uniquement la calcédonite, l'opale et des traces de spicules.

Prélèvement 30 f à 1 m.

Silex brun, entouré d'une épaisse patine encore calcaire. Le

niveau est plus riche en fer. L'intérieur du silex examiné en lame mince montre une cristallisation microgrenue, de la calcédonite et des organismes abondants. On reconnaît encore de la glauconie, du quartz détritique et du zircon.

Prélèvement 30 g au sommet.

Meulière gris foncé, entourée d'une épaisse patine.

AFFLEUREMENT 31. GHLIN.

Meulière gris-bleu, grossière. La préparation montre une partie calcaire et une autre silicifiée.

AFFLEUREMENT 32. GHLIN.

Roche calcaire, à cassure grasse. Sous le microscope, on retrouve les mêmes caractères qu'en 10 (Brognon, 2).

ANALYSES SPECTRALES.

Nous avons essayé de déceler les éléments accessoires par des méthodes spectrales. Celles-ci nous ont permis de déceler des traces d'or, de platine, de cadmium, distribuées géographiquement d'une façon irrégulière. Malheureusement, le temps nous a fait défaut pour exécuter autant d'essais que nous l'eussions voulu. Aussi, dans nos conclusions, et en attendant des investigations plus complètes dans ce domaine, nous ne nous servirons des quelques faits observés ici qu'à titre d'argument supplémentaire.

Les échantillons, réduits en poudre, ont été soumis au spectre d'arc s'étendant entre 2200 Å et 4800 Å. Sur chaque plaque photographique on a relevé une échelle des longueurs d'onde et un spectre de cuivre spectroscopiquement pur. Nous avons déterminé les raies ultimes grâce aux tables de H. Kayser (1939). Dans le tableau récapitulatif, des initiales indiquent l'intensité des raies.

CONCLUSIONS DU LEVÉ GÉOLOGIQUE ET DE L'ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE.

1. *Le facies meulière* s'étend en direction sur une distance horizontale reconnue de 9.200 m. *L'épaisseur* de la meulière est essentiellement variable : 5 m et 9^m15 à Saint-Denis, 3^m30 à Maisières et 6^m45 à Ghlin.

En profondeur, l'épaisseur serait réduite à 2 m dans des conditions de gisement imprécisées (point 9). Sous la meulière, et sans transition, nous avons reconnu en maints endroits (11, 12,

Analyses spectrales.

Silex	Craie	10a	10b	10c	10d	17a	17b	17c	17d	17e	17f	16	21a	21b	21c	22a	22b	22c	30a	30b	30c	30d	30f	30g	32	RAIES	
i	i	m	m	f	m	m	i	i	m	m	m	m	m	m	i	m	i	i	m	m	i	i	i	i	m	Mg.	
m	m	f	f	tf	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	m	f	m	m	f	m	m	f	f	f	f	2852.12 A. 2795.94 A.	
.	.	.	.	.	.	.	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	tf	Mn.
.	2801.08 A. 2798.27 A. 2794.82 A.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Au.
.	2427.98 A. 2675.95 A.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Pt.
.	2695.44 A.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Cd.
.	2288.02 A. 2265.02 A.
tf	tf	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	P.
m	m	2553.28 A. 2535.65 A.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Al.
.	3092.84 A. 3092.71 A. 3082.16 A.
f	f	tf	tf	tf	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	Ti.	
f	f	tf	tf	tf	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	.	3349.4 A. 3349.02 A.
.	Ni.
.	.	tf	tf	3524.5 A. 3414.7 A.

Légende : t.f. = très faible; f. = faible; m. = moyen; i. = intense.

17, 21, 22, 29 et 30) une craie argileuse à rognons de silex dont l'épaisseur n'était malheureusement pas contrôlable. Il n'est pas possible de ranger ces formations dans les Fortes-Toises, qui ne montrent jamais de silex, mais des concrétions siliceuses d'un autre aspect.

L'échelle stratigraphique donnée (fig. 2) en prenant comme repère le sommet de la craie de Maisières met bien en évidence les épaisseurs inégales de la meulière.

L'étude pétrographique montre en outre que les bancs inférieurs sont toujours calcaires, de couleur gris foncé et passent à une roche plus claire et plus complètement siliceuse vers le sommet. Nous ne pensons pas devoir raccorder stratigraphiquement entre eux les bancs calcaires. Il s'agit là d'un faciès indiquant simplement un degré de silicification plus ou moins avancé. D'ailleurs, l'importance variable des phénomènes de silicification explique les variations d'épaisseur de la meulière dans l'assise des Rabots. En effet, nous pouvons imaginer que les sédiments marneux à rognons de silex découverts sous la meulière compensent ses variations pour donner au total à l'assise des Rabots une épaisseur sensiblement constante, comme l'indique le contact présumé de la figure 2.

Dans cette hypothèse, et contrairement à ce qu'on a parfois affirmé, la Meulière ne représente pas toute l'assise des Rabots entre Saint-Denis et Ghlin. J. Cornet (1925, 5, p. B. 54) avait observé ce fait à Maisières, où la silicification est très incomplète, mais l'avancement des travaux ne lui avait pas permis de le constater à Obourg, où il croyait toute l'assise meulériisée, puisqu'il a écrit (*op. cit.*) : « L'assise des Rabots est meulériisée de la base au sommet en une seule masse, épaisse de 8 m... » Ainsi, partout entre Ghlin et Saint-Denis, la Meulière constitue la partie supérieure de l'assise des Rabots, variable en épaisseur suivant les caprices de la silicification, reposant sur une partie inférieure silicifiée à un degré moindre.

2. La Meulière est une roche très dure, de couleur gris foncé à gris clair jaunâtre, à grain serré, offrant tous les aspects de transition jusqu'au silex. Elle représente un accident siliceux en milieu calcaire marin littoral. Minéralogiquement, elle est formée de *calcédonite*, d'*opale* et de *quartz secondaire*. Accessoirement, on y trouve de la *calcite*, de la *pyrite*, de la *tourmaline*, de la *glauconie* et du *zircon*. Il y a quelques foraminifères et des spicules dont l'opale est très souvent remplacée par de la calcédonite. Suivant M. Moret (1925), cela semble indiquer une

remise en mouvement de la silice, puisque les spicules actuels sont constitués de couches d'opale emboîtées séparées par de la matière organique qui remplit le canal axial.

Les bancs inférieurs contiennent de la calcite, qui disparaît progressivement vers le haut. (Affleurement 30.)

A Maisières, la meulière contient à l'état de traces de l'or, du platine et du cadmium. A Obourg, aucun de ces éléments n'a été relevé. A Ghlin, les spectres ont révélé des traces d'or. Les silex retrouvés au sommet de la meulière sont entourés d'une

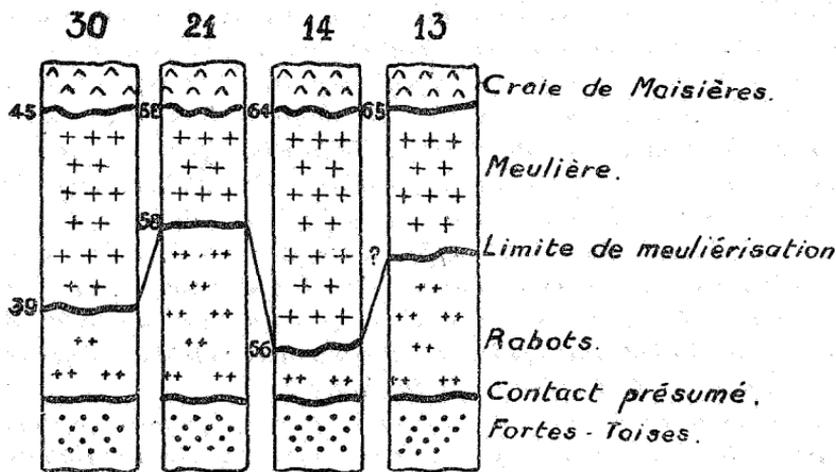


FIG. 2. — Variations d'épaisseur de la meulière et contact présumé : Rabots-Fortes-Toises.

épaisse couche de patine encore calcaire. Si on les casse, ils peuvent montrer une cavité tapissée de matière crayeuse.

La craie des « Rabots » à Gottignies est composée de calcédonite, d'opale, de calcite et de débris de quartz détritique accompagnés de quelques accessoires : pyrite, glauconie, zircon, tourmaline.

Les silex des « Rabots » à Gottignies et dans la tranchée du chemin de fer à Ghlin montrent une cristallisation beaucoup plus fine sous forme de calcédonite crypto-cristalline, d'opale et de nids de quartz secondaire. En outre, ils ne possèdent pas de patine en général, et s'il y en a une, elle est de faible épaisseur.

LA SILICIFICATION DE LA MEULIÈRE.

Les phénomènes colloïdaux de mise en solution, de transport et de fixation de la silice prennent une importance très grande

lorsqu'on envisage l'étude de la *silicification* des roches, c'est-à-dire la transformation plus ou moins complète d'une roche primitivement peu siliceuse en une autre roche plus siliceuse. Chaque fois, en une telle occurrence, les mêmes questions se posent :

D'où vient la silice ?

Comment et quand est-elle venue ?

Pourquoi et comment a-t-elle été fixée ?

Avant d'aborder ces questions pour le cas de la Meulière de Saint-Denis, il est indispensable de rappeler l'évolution des théories relatives à la genèse des meulières.

HISTORIQUE DE LA QUESTION.

La formation des meulières du bassin de Paris retient depuis longtemps l'attention des géologues français.

L'altération d'un calcaire siliceux est un fait essentiel d'après G. Cuvier (1835), qui obtient une meulière artificielle en attaquant un calcaire siliceux par l'acide azotique. Peu après, c'est à l'intervention des sources geysériennes que E. Robert (1840, p. 338) attribue la formation des meulières. En 1852, pour Gaudry, le calcaire s'est précipité en même temps que la silice, qui serait d'origine thermale. Cornet et Briart (1866, p. 88) admettent également cette origine de la silice.

Daubrée (1870) a recours à des phénomènes éruptifs. Pour d'Aouist (1882), les meulières se sont formées après le dépôt, grâce à un transport moléculaire de la silice. Dolfus (1888) admet que les meulières sont le résultat d'une modification due aux eaux atmosphériques qui ruissellent à travers le calcaire.

L. Cayeux (1897, pp. 107-109) admet ainsi la genèse de la Meulière de Saint-Denis : une origine intrinsèque due aux spicules et une origine extrinsèque due à des dépôts de rivage riches en quartz clastique.

Stainier, X. (1921, I, pp. 125-128) décrit les roches exploitées sur le pourtour du bassin houiller d'Anhée entre Bioulx et la Meuse, sous le nom de « silex meunier ». Il s'agit, selon lui, d'une véritable pierre meulière. La roche est plus pure et plus siliceuse vers le haut. Pour cet auteur, la masse siliceuse provient d'une épigénie du calcaire V2d par des eaux siliceuses venues du dessus.

En 1925, L. Cayeux (1925, 2) trouve des diatomées dans les

meulières de Brie et de Beauce. Ce type de meulière serait donc, dans une partie au moins, d'origine organique.

En 1929, le même auteur (1929, 3) distingue plusieurs variétés de meulières : meulières à facies de quartzolithe, meulière à facies de silex, meulières calcarifères et meulières à structure bréchoïde. Les diatomées auraient joué un rôle considérable et il y aurait une grande analogie entre la formation des meulières et celle des silex.

L. Cayeux distingue deux phases dans la silicification : Après un premier dépôt concrétisé par la calcédonite de substitution, la décalcification aurait remis en mouvement une partie de la silice qui s'est déposée dans les fentes sous forme de calcédonite en longues fibres.

Il résulte de cette rapide revue que l'époque de la silicification varie suivant les auteurs; la plupart d'entre eux inclinent à croire à une silicification nettement postérieure au dépôt originel.

L'origine de la silice varie :

- a) La silice viendrait de sources thermales;
- b) La silice serait amenée par les eaux d'infiltration;
- c) La silice aurait une double origine : intrinsèque et extrinsèque;
- d) La silice aurait une origine purement organique.

ORIGINE DE LA SILICE DANS LA MEULIÈRE DE SAINT-DENIS.

1. A l'origine, *l'assise des Rabots* a dû être un dépôt calcaire. Il faut, pensons-nous, considérer les rares plages actuelles de calcaire déchiqueté comme autant de témoins de ce dépôt primitivement beaucoup plus étendu. Dans cette assise, suivant Cayeux, les rognons de silex endogènes doivent leur formation à la présence d'organismes siliceux. Ainsi, *l'assise des Rabots a subi une première silicification* qui se manifeste par la présence des silex.

2. Entre Saint-Denis et Ghlin, *l'assise des Rabots* a été presque entièrement silicifiée. Nous appelons meulièrementisation cette seconde silicification; c'est grâce à elle que les Rabots ont été transformés en meulière. Si dans la meulière on ne retrouve pas trace des silex de première silicification, il ne faut pas s'en étonner, pas plus que de l'évanouissement du quartz détritique qui y était primitivement incorporé. Tous deux disparaissent comme éléments indépendants. *La meulièrementisation est donc un*

apport de silice se présentant sous forme d'opale, de calcédo-nite, de quartz secondaire.

Certaines préparations ont montré des *fentes de retrait*. On peut expliquer la formation de ces fentes à la lumière des travaux de M. Duparque (1933, p. 202) sur les houilles. Ces masses sédimentaires dérivent de masses colloïdales venues à l'état solide grâce à une perte d'eau. Les préparations dans la meulière marquent bien tous les stades de déshydratation depuis l'opale jusqu'au quartz secondaire. La formation à l'intervention de silice colloïdale semble bien établie.

3. Quelle est l'origine de cette silice ? Le rappel des études sur les meulières permet d'envisager plusieurs hypothèses :

Source geyserienne : il faut rejeter cette hypothèse, puisqu'on n'a jusqu'ici révélé la moindre activité volcanique.

Origine uniquement organique : dans ce cas, pourquoi l'assise des Rabots n'est-elle pas entièrement meuliérisée ? D'ailleurs, les « silex » ou, plus exactement, la meulière entièrement sili-cifiée que les affleurements montrent à leur partie supérieure ont une patine très développée et il faut expliquer leur genèse autrement.

La silice proviendrait de sables siliceux susjacents.

Les planchettes 140, 141, 151, 152 de la carte géologique de Belgique montrent l'assise des Rabots recouverte de formations sableuses (Ld, Yp, ...), Mais ces formations ont recouvert le bord sud du bassin de Mons et l'assise des Rabots n'y est en aucun point meuliérisée.

LA SILICE DÉRIVE DES PHTANITES (ASSISE H1a).

APRÈS AVOIR EXAMINÉ LA QUESTION SOUS DE MULTIPLES ASPECTS, NOUS AVONS RETENU PLUSIEURS ARGUMENTS EN FAVEUR DE CETTE HYPOTHÈSE. ILS CONDUISENT EN EFFET À TROUVER DANS LES PHTANITES LE POINT DE DÉPART DE LA SILICE QUI S'EST ENSUITE DÉPOSÉE DANS L'ASSISE DES RABOTS.

A. — Les phtanites houillers (H1a) ne viennent pas en affleurement au bord Sud du bassin créacé de Mons, où l'assise des Rabots n'est pas meuliérisée. Par contre, ils affleurent largement au bord nord, notamment au Nord de Saint-Denis, Maisières et Ghlin, où affleure la meulière.

B. — LES ANALYSES SPECTRALES des poudres de meulière donnent UN ARGUMENT NOUVEAU par la présence d'or à Ghlin, d'or et de platine à Maisières et l'absence de ces éléments à Saint-

Denis. Nous avons effectué d'autres analyses spectrales sur des poudres de phtanites situés au Nord de l'affleurement de la meulière. Les prélèvements sont repérés sur la carte (fig. 3) par les chiffres I pour Saint-Denis, II et II pour Maisières et IV pour Ghlin. Or, à Saint-Denis (I), le spectre n'a pas révélé les raies de l'or et du platine. A Maisières (II et II) les raies, très faibles, de l'or et du platine apparaissent, et à Ghlin (IV), seules les raies de l'or sont très faiblement visibles. On retrouve donc les mêmes différences apparaissant à la fois dans la bande de meulière et dans la bande de phtanite sur les mêmes méridiennes.

C. — M. Bellière (1922) a étudié les phtanites de l'assise de Chockier. Sur 15 échantillons prélevés dans tout le bassin

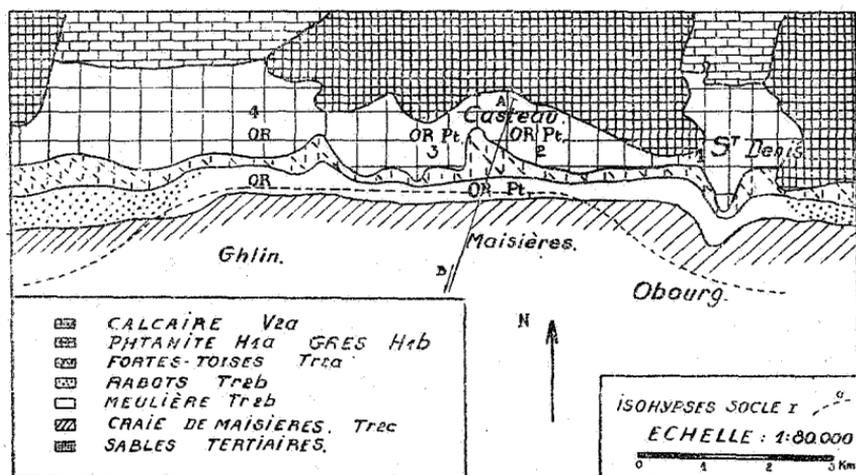


FIG. 3. — Esquisse géologique du bord nord du bassin de Mons entre Ghlin et Saint-Denis montrant les relations entre le Turonien supérieur, les phtanites (H1a) et les sables tertiaires.

houiller, 13 présentent une grande abondance de spicules silicifiés. Deux échantillons n'en contiennent pas et il est remarquable de constater qu'il s'agit d'un phtanite noir du Camp de Casteau pour lequel l'auteur indique : « spicules absents » (p. 1220) et d'un phtanite de Saint-Denis suivi de la remarque : « pas de spicules » (p. 1220). Les autres descriptions mentionnent l'abondance de spicules calcédonieux et d'organismes calcaires silicifiés, enrobés dans un ciment de calcédonite plus ou moins bien cristallisée, très fine, mêlée d'opale, alors qu'à

Saint-Denis et Casteau, la présence de silice et de calcédoine dans la pâte n'est pas très nette.

En conclusion, si l'on veut bien admettre la persistance synclinale du bassin de Mons et une inclinaison superficielle générale

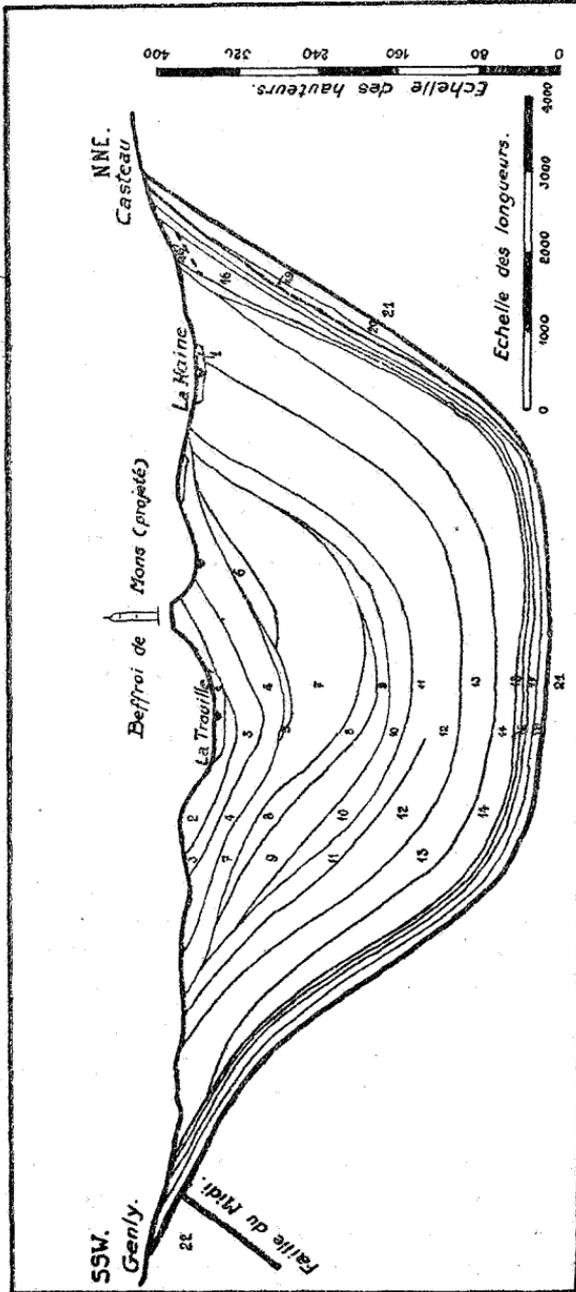


FIG. 4. — Goupe A-B du bassin crétacé et tertiaire de Mons, et notre interprétation de la profondeur de meulièrement.

Légende :

1. Moderne et Pléistocène des vallées (*alm*).
2. Sable yprésien (*Yd*).
3. Argile yprésienne (*Yc*).
4. Landénien inférieur (*L1*).
5. Infralandénien (Heersien) (*HS*).
6. Montien supérieur (*Mn2*).
7. Montien inférieur (*Mn1*).
8. Turfeu de Saint-Symphorien (*MS*).
9. Craie de Cibly (*Cp4b*).
10. Craie de Spiennes (*Cp4a*).
11. Craie de Mouvelles (*Cp3b*).
12. Craie d'Obourg (*Cp3a*).
13. Craie de Trivières (*Cp2*).
14. Craie de Saint-Vaast (*Cp1*).
15. Craie de Maisières (*Tr2c*).
16. Rabots (*Tr2b*).
17. Meulière de Saint-Denis (*Tr2b*).
18. Fortes-Toises (*Tr2a*).
19. Dièves et Tourtia de Mons (*Tr1b, a, Cn3*).
20. Meule de Bracquignies, etc. (*Cn1*).
21. Wealdien.
22. Houllier (*H2, 1*).
23. Dévonien.

ale vers le Sud de son bord septentrional, on peut admettre, semble-t-il, la possibilité d'un lessivage continental au cours duquel les eaux, érodant sur leur passage les têtes de banc des phtanites, ont ensuite ruisselé vers l'assise des Rabots. Elles lui auraient ainsi apporté la silice secondaire nécessaire à la formation de la meulière.

La nature des éléments étrangers répartis géographiquement dans les deux assises semble bien *indiquer les rapports étroits qui ont existé entre les phtanites et les Rabots*. Observation complémentaire qui conduit à la même conclusion : Précisément, entre Ghlin et Maisières, là où l'assise des Rabots a reçu plus de silice qu'ailleurs, les phtanites montrent une désilicification beaucoup plus sensible. Ainsi, *ce qui a été perdu par les phtanites doit avoir été recueilli par la Meulière*.

Epoque de la mise en solution et mode de transport de la silice.

Nous avons considéré le cailloutis de base du sable landénien marin comme un point particulièrement favorable à la présence de débris de meulière et examiné pour cette raison un îlot de ce sable, au point d'affleurement 14. Des détails sur ces observations ont été donnés ailleurs (Brognon, 1). Le cailloutis de base renferme en abondance des galets de phtanite noir, des silex suffisamment distincts de la meulière et des témoins de craie blanche. Par contre, il semble bien qu'il n'y ait pas de cailloux roulés empruntés à la meulière.

Le sable yprésien ne possède pas ici de cailloutis de base. Il faut attendre les alluvions de la Haine pour trouver des débris de meulière de Saint-Denis.

La meulièrementisation serait, si ces remarques pouvaient être généralisées, postérieure à l'époque landénienne. Il est cependant impossible d'en fixer l'époque exacte. Le phénomène a pu s'étendre sur des millénaires, car le facteur temps a joué un rôle important dans le mécanisme de la précipitation colloïdale.

Une autre question se pose ici : *Pourquoi la silice des phtanites aurait-elle été libérée et mise en solution en plus grande abondance, puis fixée avec une intensité plus grande entre Saint-Denis et Ghlin ?*

La réponse à cette question réside nécessairement dans des particularités paléogéographiques et l'on est fort en peine de donner une appréciation précise sans avoir préalablement situé les phénomènes dans le temps, ce qui, nous l'avons remarqué,

n'est pas possible dans les circonstances de gisement de la meulière. Néanmoins :

A. — La carte géologique (fig. 3) découvre une large bande de H1a entre Ghlin et Saint-Denis, particulièrement large au Nord de Ghlin et au Nord de Saint-Denis. A Maisières, la bande est rétrécie en affleurement et la silicification de l'assise des Rabots est beaucoup moins complète.

B. — Un second argument découle de l'examen de la carte du socle paléozoïque (Stevens et Marlière, 1944). Les lignes de niveau du socle primaire dessinent entre les méridiens de Saint-Denis et de Ghlin une courbure à convexité septentrionale, marquant une accentuation synclinale transversale dont la situation géographique correspond au gîte de meulière.

CONCLUSION.

Nous résumons *in fine* notre manière de voir en ce qui concerne la silicification de la Meulière de Saint-Denis :

A. — Nous avons montré que la *silicification s'est faite en deux temps*.

B. — Le phénomène aurait nécessité la *mise en affleurement de l'assise des phtanites sur le bord septentrional du Bassin de Mons*; ces conditions ont pu se trouver réalisées à plusieurs reprises, à partir du Landénien continental, et se répéter notamment lors des émerSIONS éocène et tertiaire.

C. — *La mise en solution et le transport de la silice s'expliquent assez facilement*. En effet, les eaux continentales, chargées d'impuretés et de matière organique, favorisent la formation et le transport de grandes quantités de silice. Or, spécialement au Nord de Ghlin et de Saint-Denis, les eaux ont pu ruisseler sur les phtanites en affleurement et se dispenser de filtrer à travers le sable landénien, en supposant que l'érosion ait formé assez tôt ces larges échancrures du manteau tertiaire.

D. — Reconnaissons toutefois que, si nous estimons connaître l'origine de la silice, si nous pouvons envisager aisément son transport vers les régions déprimées du bassin entre Ghlin et Saint-Denis, il est beaucoup plus difficile de dire pourquoi elle a été arrêtée et fixée dans l'assise des Rabots. Certes, pensons-nous avoir expliqué la localisation de la Meulière dans l'assise des Rabots. Il reste une objection : entre Saint-Denis et Ghlin

il y a des craies blanches qui ne sont pas silicifiées en masse. Aussi, la présence mieux marquée d'un facteur de précipitation dans l'assise des Rabots semble être, dans l'état actuel des connaissances, l'hypothèse la plus vraisemblable.

LISTE DES TRAVAUX CONSULTÉS.

- A.M.B. *Annales des Mines de Belgique.*
 B.S.G.B. *Bulletin de la Société géologique de Belgique.*
 B.S.B.G. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.*
 B.S.G.F. *Bulletin de la Société géologique de France.*
 S.G.N. *Société géologique du Nord.*
 U.S.G.S. *United States Geological Survey.*
 E.G. *Economic Geology.*
-
- BELLIÈRE, M., 1922. Contribution à l'étude lithologique de l'assise de Chockier (*C. R. XIII^e Congrès géol. int. Bruxelles, 1922*, pp. 1201-1229, pl. XXI-XXVI).
- BOGUE, 1930. *Traité de Chimie colloïdale*, t. II, fasc. 1, Hermann et C^{ie}, Paris, 1930, p. 131.
- BRIART et F. CORNET, Description minéralogique, paléontologique et géologique du Terrain crétacé du Hainaut (*Mém. de la Soc. des Sc. du Hainaut, 1865-1866*, pp. 62-63, 86-105, 112-114).
- BROGNON (1), 1945. Dissolution subaérienne du recouvrement de la Meulière de Saint-Denis, à Obourg (Hainaut) (*B.S.B.G.*, t. LIV, 1945, p. 38).
- (2). Observations nouvelles sur la Meulière de Saint-Denis (*Tr2b*). Le prolongement occidental (*B.S.B.G.*, t. LIV, 1945 [à l'impression]).
- CAYEUX (1), 1897. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires (*Mém. de la S.G.N.*, t. IV, 2, 1897, pp. 100-109).
- (2), 1925. Existence de diatomées dans les meulières de Paris. Origine organique de la meulière (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CLXXX, 1925, pp. 1670-1672).
- (3), 1929. *Roches siliceuses*. Paris. Imprim. Nat.
- (4), 1906. *Structure et origine des grès du Tertiaire parisien*, Paris, Imprim. Nat.
- CLARKE, F., 1920. *The Data of Geochemistry (U.S.G.S., Bull. 695, p. 134)*.
- CORNET, J. (1), 1928. La disposition transgressive du Turonien dans le bassin de Mons (*A.S.G.B.*, t. LI, 1928).
- (2), 1919. Le Turonien entre Mons et l'Escaut (*A.S.G.B.*, t. XLII, pp. M. 125-168, 1919).
- (3), 1927. *Leçons de Géologie*. Lamertin, Bruxelles.
- (4), 1913. Les terrains tertiaires et crétaciques traversés par les puits du siège d'Hautrage des Charbonnages du Hainaut (*A.S.G.B.*, t. XL, 1913).
- (5), 1925. Le contact de la craie de Maisières avec la Meulière de Maisières (*A.S.G.B.*, t. XLVIII, pp. B. 52-55, 1925).
- (6), 1928. Les mouvements saxoniens dans le Hainaut (*Bull. Acad. roy. de Belgique*, Cl. des Sc., 5^e série, t. XIV, n^o 3, pp. 109-126).

- CUVIER, 1835. Description géologique des environs de Paris, 1835, p. 369.
- D'AOUST, 1882. Nouvelle note sur la formation incessante dans les roches par déplacement et transport moléculaire des différentes matières minérales (*B.S.G.F.*, 3^e série, t. XII, 1882-1883, p. 367, 1882).
- DE LAUNAY, 1920. Où en est la Géologie ? Paris, Gauthier-Villars, 1920.
- DOLFUSS, 1888. Notice sur une nouvelle carte géologique des environs de Paris (*Congrès géol. intern. de Berlin*, 1888).
- DRAPIEZ, 1823. Coup d'œil minéralogique et géologique sur la province du Hainaut, Royaume des Pays-Bas, Bruxelles, p. 86, 1823.
- DUPARQUE, A., 1933. Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais (*Mém. S.G.N.*, t. XI, p. 933).
- GAUDRY, 1852. Sur l'origine et la formation des silex de la craie des meulières des terrains tertiaires (*Thèse*, Paris, 54 p., 1852).
- GOSSELET, 1873. Sur l'âge des silex dits Rabots de Mons (*B.S.G.F.*, 3^e série, t. II, p. 59, 1873).
- KAYSER, 1939. Tabelle der Hauptlinien der diatomspektren aller Elemente nach Wellenlänge geordnet, Berlin, Julius Springer, 1939.
- MARLIÈRE, R., 1939. La transgression albienne et cénomaniennne dans le Hainaut (études paléontologiques et stratigraphiques (*Thèse*, Bruxelles, Imp. Hayez, 1939).
- MEUGY, A., 1855. Sur le gisement, l'âge et le mode de formation des terrains à meulière du bassin de Paris (*B.S.G.F.*, 2^e série, t. XIII, 1855, p. 417).
- MEUNIER, 1875. Géologie des environs de Paris, Baillière, 1875.
- MOORE et MAYNARD, 1929. Solution, transportation and precipitation of iron and silica (*E.G.*, vol. XXIV, 1929).
- MORET, 1925. Contribution à l'étude des spongiaires du Crétacé supérieur français (*Mém. de la Soc. géol. de France*, n° 5, 1925).
- OMALIUS D'HALLOY, 1828. Mémoire pour servir à la description des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines, Namur, 1828, p. 98.
- ROBERT, 1840. Sur les geysers d'Islande (*B.S.G.F.*, 1^{re} série, t. XI, p. 338, 1840).
- STAINIER, X., 1921. Sur les formations résultant de l'altération du calcaire carbonifère (*B.S.G.B.*, t. XXXI, pp. 123-133, 1921).
- STEVENS et MARLIÈRE, 1944. Révision de la carte du socle paléozoïque du Bassin de Mons (*A.S.G.B.*, t. LXVII, pp. B. 145-175, 1944).
- TARR, W. A., 1926. Origin of chert and flint (*Univ. of Missouri Studies*, vol. I, n° 1, 1926).
- TWENHOFFEL, W. H., 1932. Treatise on sedimentation, Baltimore, The Williams and Wilkins Company.
- URBAIN, P., 1933. Les sciences géologiques et la notion d'état colloïdal, Hermann et C^{ie}, Paris, 1933.

La valeur, comme moyen de corrélation, des cailloux d'oolithe silicifiée et l'origine des graviers dits « Onx » des Hautes-Fagnes,

par P. MACAR,

Associé du Fonds National belge de la Recherche Scientifique.

RÉSUMÉ.

Une revision des gisements contenant des cailloux d'oolithe silicifiée dans les régions de la Meuse et du Rhin montre que ces cailloux y présentent les propriétés générales suivantes : ils apparaissent dès l'Oligocène supérieur au moins et se rencontrent ensuite à peu près à tous les étages; leurs gisements sont tantôt marins, plus souvent continentaux et constitués surtout de terrasses fluviales et de dépôts de delta ou d'estuaire; on connaît des kieseloolithes d'origines différentes; ils apparaissent avec une abondance variable et qui semble caractéristique.

De ces faits, et surtout de la diversité d'âge, il résulte notamment que la seule présence de kieseloolithes dans un gisement ne possède plus, comme moyen de corrélation, qu'une valeur nettement limitée.

En ce qui concerne les gisements belges, l'examen précédent appuie tout d'abord l'hypothèse selon laquelle les graviers à cailloux blancs groupés sous l'étiquette « Onx » doivent être d'origines diverses. Il indique que les cailloutis « Onx » riches en kieseloolithes qui forment entre Namur et Liège une « traînée mosane » sont vraisemblablement de nature fluvatile. Pour les rares cailloux d'oolithe silicifiée trouvés dans les graviers « Onx » des Hautes-Fagnes, il suggère nettement une origine oligocène.

De fait, les observations locales montrent que les « Onx des Hautes-Fagnes » constituent vraisemblablement des dépôts de remaniement formés surtout aux dépens des sables plus ou moins graveleux sous-jacents, sables très généralement rangés dans le Chattien et qui constituent donc la source probable des kieseloolithes. Cette hypothèse, appuyée en outre par des considérations paléogéographiques, paraît nettement la plus probable dans l'état actuel des connaissances.

1. INTRODUCTION.

Dans un travail publié récemment [99] ⁽¹⁾, M. le major Stevens s'est attaché à résumer quelques faits essentiels relatifs

(1) Les chiffres entres crochets renvoient à la liste bibliographique.

au difficile problème des cailloux d'oolithe silicifiée (kieseloolithes), et à en tirer des arguments en faveur de l'hypothèse d'une transgression marine étendue, datant du Pliocène supérieur, en Haute-Belgique.

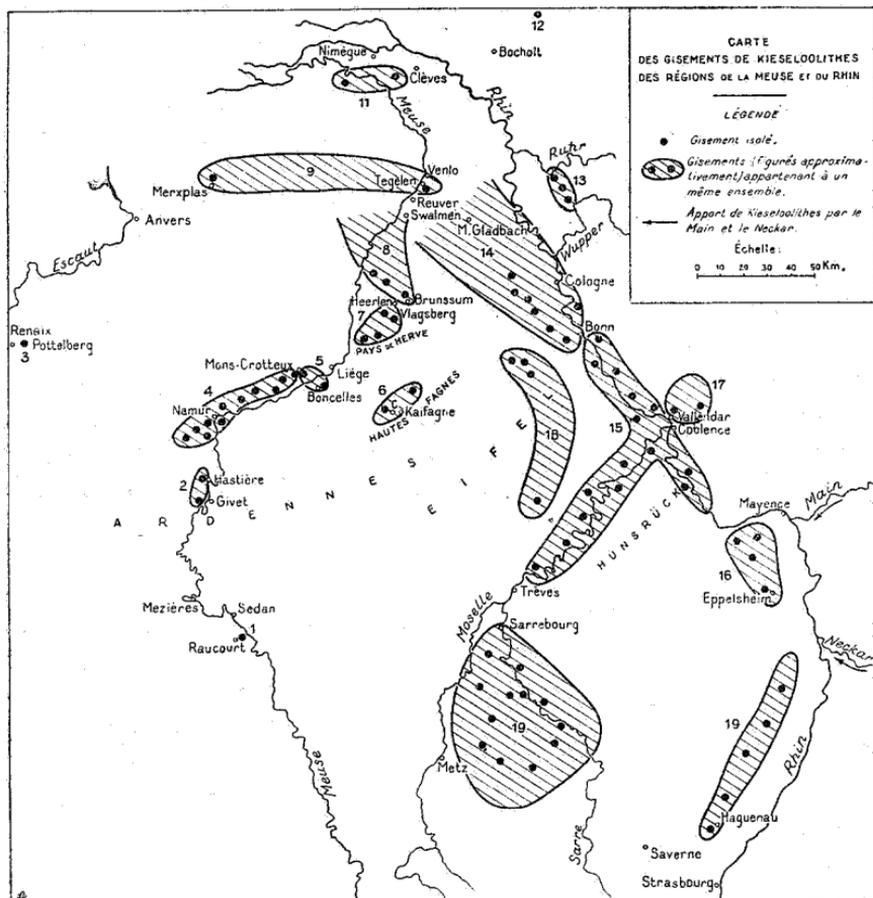
Je voudrais, à propos de ces mêmes questions, présenter des conceptions assez différentes dont l'essentiel peut se résumer comme suit : des kieseloolithes ayant été découvertes dans des formations d'âges très divers, la seule présence de ces cailloux, *considérée isolément*, ne possède plus qu'une valeur nettement limitée comme moyen de corrélation. Toutefois, de renseignements plus détaillés, et notamment de leur abondance relative, il semble bien qu'on peut tirer des *indications* plus précises. Pour les graviers dits « Onx » des Hautes-Fagnes, dans lesquels de rares kieseloolithes ont été découvertes, ces indications se joignent aux données locales pour suggérer de façon nette que ces graviers proviennent essentiellement du remaniement des formations sous-jacentes, sables avec cailloux que l'on s'accorde à ranger dans l'Oligocène. Là se trouve, selon toute vraisemblance, la source des kieseloolithes jusqu'ici généralement considérées comme pliocènes et constituant l'argument essentiel invoqué en faveur d'une transgression marine récente en Haute-Belgique.

*
**

Les cailloux d'oolithe silicifiée, *dans leur facies le plus fréquent*, se présentent sous forme de petits galets en général avellanaires à nuculaires, mais pouvant atteindre la grosseur du poing, d'une roche entièrement silicifiée qui contient de nombreuses oolithes de teinte sombre dans une pâte plus claire. Les galets sont d'ordinaire imparfaitement roulés et montrent souvent une forme plus ou moins parallépipédique à coins arrondis. On trouve surtout ces cailloux dans des graviers de teinte claire, bien calibrés, constitués essentiellement de « dragées » — c'est-à-dire de petits cailloux très bien roulés — de quartz blanc. Ils y sont accompagnés d'autres galets de roches siliceuses ou silicifiées et notamment d'agates, de calcédoines et de fossiles silicifiés dont certains ont pu être datés du Jurassique.

Ce facies est notamment, en Belgique, celui des nombreux dépôts décrits en premier lieu par Rutot et Van den Broeck [104, 105, 106] et étudiés par Stainier [95], qui s'étendent suivant une bande de plusieurs kilomètres de large sur les plateaux de la

rive gauche de la Meuse entre Namur et Mons-Crotteux (Ouest de Liège), ainsi qu'aux environs de Namur. Les dépôts de cette « trainée mosane », comme nous l'appellerons, sont désignés sur les feuilles de la Carte géologique de Belgique à l'échelle de 1/40.000 par la notation « Onx », sous laquelle on groupe également, comme on sait, d'autres graviers riches en quartz blanc



N. B. — Lire Ubagsberg au lieu de Vlagsberg.

du Condroz et de l'Ardenne, sans qu'ils contiennent nécessairement des kieseloolithes.

Datés tout d'abord de l'Oligocène [69] (1892), puis du Pliocène inférieur (Cornet, 1905 [25]), ensuite du Pliocène supérieur (Rutot, 1907 [93]; Leriche, 1929 [73]), les cailloutis « Onx » furent rangés dans le même étage (Amstélien) par le Conseil géologique chargé, en 1929 [70], de la révision de la légende de la Carte géologique. Depuis Rutot, l'âge qu'on leur attribue résulte surtout de leur synchronisation avec les « Sables de

Moll » et les « Argiles de la Campine », où l'on a trouvé également des kieseloolithes, et que l'on considère plutôt aujourd'hui (Tavernier, 1942 [100]), en grande partie du moins, comme du « Pliocène tout à fait supérieur » ou Icénien. Cet étage forme, en somme, la transition entre le Pliocène et le Quaternaire et est rangé tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre, selon la limite adoptée.

La question des cailloux d'oolithe silicifiée, de même que le problème apparemment connexe des « Onx », a déjà fait l'objet d'une abondante littérature, qui fut revue et commentée à diverses reprises, notamment en 1922 par M. Briquet [22], en 1936 par X. Stainier [96], en 1938 par M. Stevens [97]. Aussi ne citerai-je ici que des travaux fournissant des données utiles aux buts particuliers que je poursuis.

M. Stevens, dans sa récente communication, résume tout d'abord les *faits* relatifs à la répartition des kieseloolithes. On m'excusera de reprendre cet examen plus en détail, surtout en ce qui concerne la région rhénane. La dernière révision de la littérature allemande date en effet de 1922 [22] et de nombreux et intéressants travaux ont paru depuis.

Afin de rattacher géographiquement entre eux les divers gisements de kieseloolithes, ceux-ci seront décrits en descendant la Meuse, puis en remontant le Rhin et la Moselle. Presque tous, en effet, sont situés dans le voisinage de l'un ou de l'autre fleuve (v. fig. 1).

2. LES GISEMENTS DE CAILLOUX D'OOLITHE SILICIFIÉE DES RÉGIONS VOISINES DE LA MEUSE.

1. A la Montjoie, à l'Est de Raucourt et à 10 km S.-S.-E. de Sedan, M. Briquet a signalé, en 1907 [19], la présence de cailloux d'oolithe silicifiée dans des « sédiments pauvres » surmontant des calcaires du Jurassique moyen (Bathonien). D'après M^{sr} Delépine (1925 [27]) et la Carte géologique de France à 1/80.000 [23], il s'agit de sables blancs et jaunes, avec menus galets quartzeux, qu'accompagnent des grès ferrugineux et des argiles réfractaires. Ces dépôts apparaissent en poches sur les plateaux du Bathonien qui longent la Meuse jusqu'à Mézières. Ils ont été rangés dans une série d'étages différents, s'étendant du Crétacé inférieur au Quaternaire. M. Briquet en fait du Pliocène supérieur; M^{sr} Delépine les considère comme wealdiens en se basant sur l'absence de silex parmi les cailloux et

sur la présence, à peu de distance ⁽²⁾, de dépôts « identiques en tous points » et indiscutablement datés comme wealdiens par leur faune et leur position stratigraphique. On verra plus loin un autre exemple de gisement à kieseloolithes rangé dans le wealdien. Néanmoins, en l'absence de preuves directes je crois prudent, comme le fait M. Stevens [99, p. 181], de considérer comme provisoirement indéterminé l'âge des cailloux oolithiques de Raucourt, situés dans des formations que M^{re} Delépine et M. Briquet s'accordent par ailleurs à considérer comme continentales.

2. Sur le plateau de Foisches, à l'Ouest de Givet, MM. Oostingh [84] et Leriche [74, 76] ont signalé la présence de l'oolithe silicifiée, soit dans les graviers blancs « Onx » déjà figurés et décrits par Forir [43, 44] à la surface du plateau, soit, à l'état remanié, dans un limon quaternaire voisin, à la Cense de la Haye. M. Oostingh y note également l'existence d'autres galets de roches silicifiées et en particulier d'agate.

A 10 km au Nord, près d'Hastière, Lorié [79] a également découvert une kieseloolithe dans un gravier à cailloux blancs situé sur le plateau.

3. Avant de passer à la traînée mosane, il nous faut mentionner les galets d'oolithe silicifiée trouvés par M. Briquet [20] au Pottelberg près de Renaix, c'est-à-dire dans la partie la plus orientale des Collines des Flandres.

M. Briquet signale que « quelques minutes de recherche » suffisent pour en découvrir. Par contre, Lorié [79, p. 341] déclare avoir visité le gisement à deux reprises et, malgré des recherches attentives, n'avoir pu en trouver. Ceci semble indiquer qu'ils y sont nettement plus rares que dans la traînée mosane, où Lorié en a découvert en de nombreux points.

Le niveau à kieseloolithes, selon M. Briquet, forme un poudingue à galets de quartz blanc et de silex très altérés, associés à des sables ferrugineux qui couronnent la colline. M. Leriche (1921) ⁽³⁾ a signalé que ces « sédiments pauvres » proviennent du remaniement des couches sous-jacentes, couches de sables glauconifères avec gravier de base, qu'on a généralement considérées comme diestiennes ⁽⁴⁾.

Ce gisement, dont les cailloux sont remaniés à partir de

(2) A Féron-Glageon, à 50 km N.W. de Mézières [24].

(3) D'après [99, pp. 56-57].

formations non encore datées de façon certaine, se trouve à 90 km de la Meuse. De toute façon, il apparaît différent des formations typiques de la traînée mosane.

4. Étudiée en partie par Van den Broeck (1888) [105, 106] et Oostingh (1925) [84], dans son ensemble par Stainier (1893) [95, 96] et Lorié (1919) [79], la traînée mosane, déjà mentionnée ci-dessus, semble bien ne former qu'une entité. Elle comprend de nombreux amas, dont l'altitude moyenne débute vers 250 m à Sart-Saint-Laurent, à 7 km au S.-W. de Namur, pour se maintenir ensuite entre 180 et 215 m de Namur à Mons-Crotteux. Les cailloux oolithiques y sont abondants : ils forment selon Lorié 1 % des galets, selon Oostingh de 1 ‰ à beaucoup plus, et sont renseignés nommément en plus de dix endroits différents ⁽⁵⁾. A Mons-Crotteux, les graviers « Onx » qu'on peut observer dans de nombreuses sablières se montrent en plusieurs points surmontés de 2 à 3 m de sables blancs ou jaunes. D'autre part, ils ravinent généralement les sables (analogues) qu'ils recouvrent, sables dont l'âge oligocène supérieur (Chattien) a été confirmé en 1934 par la découverte d'un moule interne de *Meretrix (Cytherea) Beyrichi* Semp. [50].

Les graviers de la traînée mosane sont donc *au plus* chattiens. On les a rangés dans divers étages, de l'Oligocène supérieur (Van den Broeck, 1893) au Quaternaire (Lorié, 1919). Actuellement on les considère fréquemment, avec l'« Onx », comme du Pliocène supérieur (Fourmarier, 1934; Stevens, 1945). Stainier toutefois (1936) y voit les restes d'une Meuse mio-pliocène. Quant à leur origine, elle est généralement fonction de celle — marine, continentale ou encore (Stevens, 1945) remaniement continental d'une formation marine — attribuée à l'ensemble de l'« Onx ». Les quatre auteurs cités ci-dessus, qui ont étudié la traînée, s'accordent toutefois à la considérer comme continentale et fluviale.

5. A Mons-Crotteux encore ont été découverts, dès 1930 [48], des cailloux d'oolithe silicifiée dans divers petits lits graveleux que contiennent les sables oligocènes. Ils accompagnent des quartz blancs pisaires, bien roulés, auxquels se joignent fré-

(4) Mais au sujet desquelles M. Leriche a toutefois émis l'hypothèse (1929, [75, note infrap., p. 96]) que leur partie inférieure pourrait peut-être représenter les Sables de Berg, c'est-à-dire la base de l'Oligocène moyen.

(5) [79, 84, 105, 9, 62, 48, 50.]

quemment des silex, les uns petits et roulés, les autres de grande taille et peu ou pas roulés. L'un de ces lits à kieseloolithes est inférieur au banc fossilifère découvert en 1934. Assez commune à Mons-Crotteux, la kieseloolithe ne fut trouvée qu'en un point sur l'autre rive de la Meuse, dans les sables chattiens analogues, également fossilifères et plus connus de Boncelles ⁽⁶⁾. Ces cailloux d'oolithe marins et chattiens sont d'un calibre nettement inférieur au calibre moyen des galets similaires de la traînée mosane, lesquels ne peuvent donc provenir de leur remaniement.

6. En Haute-Ardenne ⁽⁷⁾, les cailloux d'oolithe silicifiée ont été signalés en deux points situés sur le flanc nord de la crête de la Vecquée, qui s'étend en direction S.W.-N.E. de la vallée de l'Amblève à la Baraque Michel. Une kieseloolithe isolée, trouvée vers la cote 600 dans le lit d'un des torrents qui constituent le haut cours de la Gileppe [86], indique que des dépôts à cailloux oolithiques devaient se trouver au voisinage et à cette altitude au moins. Plus précise est la découverte, par M. Fourmarier, près de Cokaifagne et à l'altitude de 470 m, de très petits galets de roche silicifiée, les uns à structure oolithique, les autres constitués principalement de débris de coquilles, dans un gravier surmontant des sables blanchâtres et graveleux par endroits [47]. Le gravier est à éléments bien roulés, ne dépassant pas la grosseur d'un œuf, et se montre constitué essentiellement de quartz blanc et de roches ardennaises. Il ravine le sable sous-jacent et est surmonté de dépôts de pente. On s'accorde en général à considérer les sables ⁽⁸⁾ comme chattiens, vu leur analogie lithologique avec les sables de Boncelles, analogie confirmée par l'étude des minéraux denses [28].

En quelques autres points du flanc nord des Hautes-Fagnes

⁽⁶⁾ M. FOURMARIER [48, pp. 275-276] fait remarquer que l'âge chattien des sables de la région, établi sur la base d'une faune pauvre, pourrait peut-être être discuté. VELGE [107] les considérerait plutôt comme rupéliens. M. FOURMARIER [45] a proposé de ranger dans le Tongrien la partie inférieure des sables de Boncelles. Il s'agit de toute façon d'Oligocène, et l'âge chattien est très généralement admis.

⁽⁷⁾ Entre Liège et la Haute-Ardenne, LORIE [79, p. 290] mentionne des kieseloolithes à Ouffet, dans le Condroz, en citant une note de M. LOHEST. Mais cette note [77] n'y signale que des cailloux blancs et il s'agit, selon toute probabilité, d'une méprise.

⁽⁸⁾ Dont l'origine marine a été confirmée notamment (BAECKEROOT, 1936 [7]) par la découverte de glauconie dans le gravier de base.

se retrouve la même association de sables surmontés d'un gravier ou d'un sable graveleux généralement ravinant. La question de l'origine de ces éléments graveleux, qui sont généralement rangés dans l'« Onx », sera discutée ci-après. Remarquons simplement que les cailloux d'oolithe silicifiée sont ici à une trentaine de km de la Meuse et que leur altitude et leur éloignement semblent bien indiquer que, comme ceux de Renaix, ils sont sans relation avec l'évolution de ce fleuve.

7. A une vingtaine de km au N.-E. de Liège, des kieselolithes ont été signalées [38] en plusieurs points de la bordure nord du Plateau de Herve. Elles sont contenues dans des graviers à cailloux blancs qui se retrouvent ensuite à 10 km au Nord, sur le massif de l'Ubagsberg (5 km Sud de Heerlen) [63, 64, 80], où ils couronnent des sables rangés dans l'Oligocène inférieur. De part et d'autre les cailloux d'oolithe silicifiée sont abondants et sont accompagnés des diverses roches silicifiées (agates, calcédoines, fossiles jurassiques, etc.) déjà rencontrées dans la traînée mosane. Aux dragées de quartz blanc s'ajoutent ici, comme constituants essentiels du gravier, de nombreux silex bien roulés et plus ou moins décolorés, qui sont évidemment d'origine locale. A part ce détail aisément explicable, ces graviers s'apparentent étroitement par leur composition, de même que par leur richesse en kieselolithes, leur allure ravissante et leur altitude (210 à 240 m) aux cailloutis de la traînée mosane, dont ils semblent bien former le prolongement. Les géologues du Bureau géologique de Heerlen [59] considèrent ces graviers comme fluviaux et les rangent dans le Pliocène inférieur en les synchronisant avec les formations très analogues qui apparaissent à peu de distance au Nord.

8. A 10 km de l'Ubagsberg, en effet, existe une nappe importante de graviers blancs et de sables dont l'épaisseur, au Nord d'une des grandes failles radiales de la région, la Feldbiss, dépasse par endroits 200 m. Dans les graviers, très riches en quartz blanc, et remarquables par le calibre constant (1-2 cm) de leurs cailloux, des kieselolithes abondantes sont fréquemment signalées [63, 57, 59]. A la partie supérieure de la formation, les sables deviennent tout à fait prédominants, et des couches ou des lentilles argileuses s'y intercalent. Or, en plusieurs endroits — notamment à Brunssum, Swalmen et Reuver — couches ou lentilles ont fourni des flores assez dissemblables, qui ont donné lieu à discussion, mais qui sont consi-

dérées comme du Pliocène moyen ou inférieur [85, 58, 59 p. 42, 100 p. 198].

Les cailloux d'oolithe silicifiée, dans le Nord du Limbourg hollandais méridional (Zuid-Limburg), se rencontrent donc dans des couches continentales, vraisemblablement des formations de delta ou d'estuaire, qui s'intercalent entre le niveau à flores fossiles précité et des sables à lignites, avec niveaux de graviers à silex bleus, que l'on range dans le Miocène. Immédiatement inférieures aux argiles fossilifères et faisant partie de la même formation, les couches à kieseloolithes sont donc considérées comme datant du Pliocène inférieur. Il apparaîtrait invraisemblable qu'une partie au moins de ces couches n'appartienne à cet étage.

9. Plus au Nord, dans la région de Venlo, des graviers blancs à kieseloolithes forment la base de la « Série de Tegelen », formation argileuse et sableuse avec couches de lignite, où l'on a trouvé une flore et une faune continentales nettement plus récentes que les flores de Brunssum et de Reuver. Dans les bancs argileux, M. Tesch [102] a découvert une lentille de graviers blancs, avec kieseloolithes et cailloux silicifiés habituels. Des cailloux d'oolithe silicifiée ont également été signalés, comme déjà dit, dans les « Sables de Moll et Argiles de la Campine », que l'on considère comme le prolongement vers l'Ouest des Argiles de Tegelen : M. Halet [55] en a trouvé notamment à Merxplas (Nord de la province d'Anvers), à la base des sables de Moll. Rappelons qu'on s'accorde actuellement à dater ces formations de l'Icénien, extrême sommet du Pliocène ou base du Quaternaire, selon la limite adoptée entre ces deux étages.

10. Sous ce numéro sont enfin groupés plusieurs gisements, constitués de limon ou de graviers de terrasses du Quaternaire, où les kieseloolithes sont, selon toute vraisemblance, *remaniées* aux dépens des formations précédentes. Dans cette catégorie rentre évidemment le limon signalé à la Cense de La Haye par M. Leriche (p. 218). Les terrasses de la partie belge de la Meuse, comme l'a remarqué M. Stevens [99, p. 54] ne contiennent qu'exceptionnellement des cailloux d'oolithe silicifiée. Je n'en connais point qui aient été signalés et n'en ait découvert personnellement qu'un seul échantillon, dans une gravière du Plateau campinois ⁽⁹⁾. Dans le Limbourg hollandais, par con-

(9) Entre Asch et Lanklaer.

tre, comme le note Klein [64, p. 14], la Meuse et ses affluents ont pu facilement emprunter des matériaux aux graviers pliocènes voisins. Aussi leurs terrasses renferment-elles, en divers points, des kieseloolithes souvent abondantes ⁽¹⁰⁾.

*
**

En résumé, les cailloux d'oolithe silicifiée de la région mosane ⁽¹¹⁾ se montrent le plus souvent inclus dans des graviers de teinte blanche, à « dragées » de quartz laiteux prédominantes. On a donné à ces graviers des âges divers, du Wealdien au Quaternaire. Mais, si on se limite aux gisements non remaniés que l'on peut considérer comme bien datés, on observe qu'ils se répartissent en trois catégories différentes : graviers châttiens marins (Mons-Crotteux-Boncelles, n° 5); graviers du Pliocène inférieur (Brunssum, n° 8) et graviers icéniens (Tegelen, n° 9). Les deux derniers sont continentaux et semblent appartenir à un seul et même ensemble.

3. LES GISEMENTS DE KIESELOOLITHES DU BASSIN RHÉNAN.

Dans le bassin du Rhin, les cailloux d'oolithe silicifiée se répartissent suivant une aire géographique plus vaste encore et, bien que les renseignements que je possède à leur sujet soient sans doute incomplets, montrent une diversité d'âge également plus grande. Notre examen se bornera aux parties du bassin dont les kieseloolithes peuvent avoir la même origine première que celles de la Meuse, c'est-à-dire peuvent provenir des régions d'affleurement du Jurassique et du Trias lorrains généralement considérées comme la source de ces dernières.

11. Mentionnons tout d'abord, dans la région commune aux cours inférieurs du Rhin et de la Meuse, des kieseloolithes renseignées dans des sédiments marins. Breddin [14, p. 274] relate (d'après Fliegel, 1914) qu'un sondage en a rencontré, près de Clèves, dans des sables quartzeux marins du Pliocène moyen.

⁽¹⁰⁾ Notamment au Nord et à l'Est de Heerlen, dans une terrasse de la Geleen; plus à l'Est encore, au Schaesberg, dans une haute terrasse de la Meuse [64, p. 14]; de même sans doute qu'à Mheer [38, p. 263], au S.E. de Maastricht; et, en trois points différents, à Vlodrop [112] au S.E. de Ruremonde.

⁽¹¹⁾ Le terme « région mosane » est évidemment pris ici dans un sens large, puisque les gisements de Merxplas et de Renaix, par exemple, se trouvent situés en dehors du bassin hydrographique de la Meuse.

M. Tesch [103] en a signalé également au S.-W. de Nimègue, dans un petit sondage où ils furent décelés dans des sables à faune marine du même étage.

12. Un gisement curieux apparaît plus au Nord encore. A 25 km au N.-E. de Bocholt, près de la frontière germano-hollandaise, Bentz [10, p. 306] signale en 1930 avoir découvert des cailloux d'oolithe silicifiée dans un gravier blanc fortement appauvri, à galets très altérés. Ce gravier, peu auparavant, avait été considéré comme représentant la terrasse principale du Rhin, parce qu'on y avait découvert des cailloux d'origine mosellane. Mais, d'après Bentz, le levé géologique détaillé de la région montre « de façon tout à fait irrécusable » ⁽¹²⁾ qu'il s'agit de Wealdien continental : la même formation, en un autre point, se montre indiscutablement surmontée de Haute-rivien (étage supérieur du Wealdien) marin.

Ce gisement de kieseloolithes, en somme, n'est pas sans analogies avec celui de Raucourt près de Sedan (n° 1).

13. Sur la rive droite du Rhin, entre la Ruhr et la Wupper, des cailloux silicifiés, à structure oolithique indistincte (« undeutlich ») sont signalés par Breddin (1928 [82, p. 510]) dans les graviers de hautes terrasses du Rhin. En général peu roulés et pugilaires, ces cailloux dérivent des couches du Calcaire carbonifère qui affleure à peu de distance à l'Est. Breddin déclare néanmoins que leur structure est très semblable à celle des kieseloolithes typiques connus sur l'autre rive du Rhin et en amont (n° 14), et que celles-ci pourraient être représentées parmi eux.

Cette découverte souligne la possibilité, déjà envisagée par Stainier [96, p. 67], que des cailloux oolithiques d'origines diverses puissent exister dans les gisements belges.

14. En face et en amont du gisement précédent, depuis München-Gladbach au moins jusqu'à Bonn et au delà, s'étalent largement des formations riches en kieseloolithes et très semblables à celles (n° 8) du Nord du « Zuid-Limburg » : couches de sables blancs et de graviers, formant d'épaisses nappes dans les grabens ⁽¹³⁾, et où des cailloux oolithiques abondants et accompagnés de cailloux silicifiés typiques ont été signalés en de

(12) « Ganz einwandfrei. »

(13) Elles atteignent notamment 400 m dans le graben de l'Erft [14].

nombreux points [39, 110, 16]. Ces formations, dénommées *Kieseloolithschichten*, s'intercalent généralement entre la terrasse principale du Rhin et des sables à lignites, longtemps rangés dans le Miocène, mais qu'on s'accorde à présent à considérer comme de l'Oligocène supérieur (Breddin, 1932; Richter, 1934 [90]).

L'âge de ces *Kieseloolithschichten* a été très discuté. Rangées tout d'abord dans le Pliocène (Fliegel, 1907, 1922 [61, pp. 162-163]; Fliegel et Stoller, 1910 [40]), dont les cailloux d'oolithe silicifiée étaient en quelque sorte regardés comme les fossiles caractéristiques, elles furent ensuite considérées progressivement comme s'étendant de plus en plus bas dans le Miocène (Briquet, 1922 : Miocène supérieur; Breddin, 1932 : Miocène moyen [14]). En 1933 et 1934 enfin, Phillip et Weyland [109] séparent des *Kieseloolithschichten* leur partie inférieure, où dominent les sables, et les dénomment *couches de Fischbach* (14). D'après, notamment, l'étude de leurs flores respectives (15), ils considèrent les couches à kieseloolithes, *sensu stricto*, comme pliocènes et rattachent les couches de Fischbach au Miocène inférieur ou moyen. Peu après, Richter limite les secondes au Miocène moyen, les premières au Pliocène supérieur (1934 [90]). De toute façon, la séparation en deux niveaux distincts (16), l'un miocène, l'autre pliocène, est admise par les travaux récents ([61], 1937; [11], 1941).

Il est indubitable que les kieseloolithes existent et sont fréquentes dans les *Kieseloolithschichten*. En outre, elles sont mentionnées comme moins fréquentes par Wieland et renseignées également par Sindowski (1939 [11, p. 162]) dans les couches de Fischbach. Il existe donc, dans cette région, deux gisements de cailloux oolithiques d'âge différent, l'un miocène, l'autre pliocène, tous deux datés par leur flore. Il s'agit de formations d'estuaire ou de delta, d'origine continentale comme d'ailleurs tous les gisements qui vont suivre.

15. Les *Kieseloolithschichten* se raccordent latéralement, selon toute vraisemblance, avec les formations analogues du Limbourg hollandais. En amont de Bonn se rencontrent ensuite, par une similitude tout à fait remarquable, des graviers à

(14) Du nom de la gravière où elles sont le mieux caractérisées.

(15) Trouvées dans des couches ou lentilles d'argile et connues en partie seulement auparavant.

(16) Confirmée encore en 1937 par l'analyse des minéraux denses [61].

kieseloolithes pratiquement identiques à ceux de la traînée mosane.

Ces graviers forment un niveau de terrasses désigné habituellement sous le nom de « Kieseloolithterrasse ». Celle-ci fut reconnue et étudiée tout d'abord par Kaiser (1907 [62]) entre Bonn et Coblenze, puis découverte à l'état de rares traces entre Coblenze et Mayence [82] et suivie enfin, le long de la Moselle, de Coblenze à Trèves [38; 71; 1, p. 316].

La description que donne Kaiser des cailloux oolithiques et des graviers dans lesquels ils se trouvent correspond de façon extrêmement frappante à celle des éléments correspondants de la traînée mosane. La forme des kieseloolithes, souvent plus ou moins parallépipédiques à coins arrondis, leur teinte générale grise, leur calibre, la présence d'inclusions, leur abondance relative, les autres cailloux silicifiés qui les accompagnent (notamment les restes de fossiles jurassiques), l'énorme prédominance des quartz blancs, leur forme très bien roulée : tous ces éléments se retrouvent dans les deux formations. Kaiser, ayant visité un gisement de la Meuse, souligne d'ailleurs leur étroite ressemblance tant au point de vue facies et composition des graviers qu'au point de vue situation. Comme la traînée mosane en effet, la Kieseloolithterrasse est située au-dessus de la terrasse principale du fleuve et a même allure en général.

Dans la vallée du Rhin toutefois, une terrasse intermédiaire, dénommée *terrasse supérieure* (« Oberterrasse »), est signalée entre Bonn et Coblenze ⁽¹⁷⁾. Ses graviers possèdent également une composition et un facies intermédiaires. Les cailloux de quartz y sont souvent mal roulés, les cailloux colorés se montrent plus fréquents que dans la Kieseloolithterrasse; les cailloux oolithiques, très abondants dans cette dernière, y deviennent nettement moins abondants dans l'Oberterrasse, tandis qu'ils sont très rares dans la terrasse principale. Selon Jungbluth, les kieseloolithes des terrasses principale et supérieure sont remaniées aux dépens de la Kieseloolithterrasse.

Plus au Nord, dans le Rhin inférieur, la terrasse supérieure se raccorde vraisemblablement aux « älteste Diluvialschotter » ou plus anciens graviers quaternaires [110, 12], où des kieseloolithes ont aussi été signalées (Kurtz, 1910 [12, p. 45]), et qui montrent un facies similaire. Ces graviers occupent à nou-

(17) JUNGBLUTH, 1916 [60]; MORDZIOL, 1926 [12, p. 547]. Une partie des dépôts de cette terrasse était auparavant rangée dans la Kieseloolithterrasse.

veau une position intermédiaire, mais ici, suite aux mouvements de subsidence, l'ordre est inversé : ils reposent sur les Kieseloolithschichten plus anciennes et sont surmontés à leur tour par les cailloux plus récents de la terrasse principale.

La terrasse supérieure est considérée comme datant du Quaternaire inférieur. L'âge de la Kieseloolithterrasse, par contre, est l'objet de discussions. Sans fossiles, elle est datée par raccord avec les formations similaires d'aval ou d'amont : en aval, les Kieseloolithschichten déjà citées, en amont, les sables *pontiens* d'Eppelsheim, dont il va être question, et que les Allemands rangent dans le Pliocène inférieur. Presque toujours rangée de ce fait dans ce dernier étage ⁽¹⁸⁾, la Kieseloolithterrasse est parfois cependant considérée comme plus jeune : ainsi Breddin (1928) la placerait dans le Quaternaire inférieur, tandis que Richter (1934) en fait du Pliocène supérieur.

16. Dans le bassin tertiaire de Mayence, les « sables à *Dinotherium* » ou « sables d'Eppelsheim » sont connus depuis longtemps par la faune de mammifères trouvée dans ce village ⁽¹⁹⁾. Des kieseloolithes abondantes et des cailloux silicifiés analogues à ceux des gisements du Rhin moyen et inférieur y ont été découverts (Mordziol, 1907 [81]) dans des couches de graviers situées au-dessous comme au-dessus des bancs fossilifères. La formation ne constitue pas une terrasse, mais ses amas disséminés couronnent les plateaux de la Hesse rhénane, sur une certaine étendue et à des altitudes assez variables. Elle représente vraisemblablement un cône de déjections ou un delta ancien. On s'accorde à ranger sa faune ⁽²⁰⁾ dans le Pontien, mais tandis que les Allemands placent ce terrain dans le Pliocène inférieur, les autres spécialistes européens le considèrent comme du Miocène supérieur (Davies, 1934 [26, pp. 199-204]; Gignoux, 1936 [51, p. 629]). De toute façon on s'accorde à le considérer comme plus ancien que notre Diestien (von Bubnoff, 1935 [108, tabl. XIII et p. 1096]; Tavernier, 1943 [101, pp. 16-17]).

17. Sur la rive droite du Rhin, aux environs de Coblenz, existent également d'autres formations intéressantes. Ce sont

⁽¹⁸⁾ Notamment par KAISER (1907 [62]), FLIEGEL et WUNSTORF (1910 [41]), WILKENS (1927 [110]).

⁽¹⁹⁾ Situé à 35 km au Sud de Mayence.

⁽²⁰⁾ Qui contient notamment : *Hipparion gracile*, *Dinotherium giganteum*, *Mastodon longirostris*.

les couches dites « de Vallendar » (21) qui apparaissent, comme les précédentes, suivant une zone assez large et à des altitudes diverses. Elles contiennent surtout des couches de graviers blancs, plus riches en quartz encore que ceux de la Kieseloolithterrasse. De très rares kieseloolithes y ont été trouvées. Mordziol (1908 [83]), qui en a découvert deux à Vallendar même, observe qu'elles sont différentes des cailloux d'oolithe silicifiée de la Kieseloolithterrasse voisine. D'après sa description, cette différence résulte surtout du processus de silicification, et n'implique pas une autre origine.

On a recueilli dans ces couches, en de nombreux points, une flore assez riche, mais en mauvais état de conservation, et qui fut datée du Miocène inférieur à l'Oligocène moyen. En fait, l'âge miocène inférieur, souvent admis jadis (Kaiser, 1907; Mordziol, 1908), est à présent abandonné soit au profit de l'Oligocène supérieur (Ahlburg, 1915; Fliegel, 1922; Wilkens, 1929; Kurtz, 1931 [67], 1938), soit, récemment surtout, de l'Oligocène moyen (Breddin, 1932; Richter, 1934; von Bubnoff, 1935; Wölk, 1941 [111]) (22).

Il existe donc, dans la vallée du Rhin, à côté d'une formation riche en kieseloolithes et se présentant sous la forme d'une terrasse du fleuve, des couches nettement plus anciennes, selon toute vraisemblance d'âge oligocène supérieur ou moyen, dans lesquelles on rencontre de très rares cailloux oolithiques. L'analogie avec ce qu'on observe dans la vallée de la Meuse (n^{os} 4 et 5) vaut la peine d'être notée.

18. Pour la seconde partie du présent travail, les kieseloolithes qui présentent peut-être le plus d'intérêt sont celles qui ont été signalées récemment par Kurtz (1938) dans les graviers à cailloux blancs des deux flancs de l'Eifel. A nouveau très rares (23), elles ont été découvertes en quatre points différents, dans des graviers plus riches en quartz que ceux de la Kieseloolithterrasse et situés, au Sud, vers 420 m d'altitude

(21) Du nom d'une localité située à quelques kilomètres au Nord de Coblenze.

(22) Wölk les synchronise même avec les « Sables de Berg », base de notre Rupélien.

(23) Au cours des ans, déclare KURTZ [68, p. 137], 7 kieseloolithes seulement ont été trouvées sur le flanc sud, dans les grands affleurements de Nieder-Kail (près de la Salm). Sur le flanc nord, trois affleurements (Lessenich, Kalkar, Schwerfen) ont livré respectivement 11, 5 et 5 pièces.

[66, p. 661], au Nord, entre 200 et 250 m seulement, mais à l'endroit d'un graben — l'Antweiler Senke — où ils seraient descendus. Les mêmes graviers blancs, d'ailleurs, s'élèvent au Sud de l'Eifel jusqu'à environ 450 m, au Nord jusqu'à plus de 500 m.

Spécialiste de l'étude des galets caractéristiques (« Leitgesteine »), Kurtz conclut de l'examen d'ensemble des cailloux de ces « graviers des hauteurs » de l'Eifel qu'ils sont nettement différents de ceux de la Kieseloolithterrasse et doivent être synchronisés avec les graviers de Vallendar, avec lesquels ils montrent de notables similitudes (24).

Pour cette raison notamment, Kurtz considère les graviers à kieseloolithes de l'Eifel comme datant de l'Oligocène supérieur au moins (25). Leurs cailloux caractéristiques, provenant surtout des régions de la Sarre et de la Moselle, établissent, selon l'auteur, l'existence d'un fleuve ancien issu de ces régions et coulant du Sud au Nord vers une mer d'ailleurs peu éloignée.

L'intérêt de la note de Kurtz, qui confirme et précise des études antérieures (1926 [65]; 1931 [67]), réside d'abord dans l'âge oligocène attribué aux kieseloolithes de l'Eifel. En outre, elle est un exemple d'une méthode de corrélation, basée sur l'examen d'ensemble des galets caractéristiques d'un cailloutis ainsi que sur leur fréquence relative, qui paraît notamment susceptible d'application à l'« Onx » belge. Cette méthode semble pouvoir se substituer en partie à l'ancienne façon de faire, pendant longtemps employée dans la région rhénane, mais actuellement, et pour cause, tombée en disgrâce (26), et qui consistait à considérer tout gravier contenant des kieseloolithes comme pliocène.

19. Nous avons suivi la Kieseloolithterrasse (n° 15) jusqu'aux environs de Trèves. Il est évidemment intéressant de chercher

(24) Les graviers de l'Antweiler Senke étaient déjà raccordés aux couches de Vallendar par FLIEGEL (1922 [42]).

(25) C'est sans doute à la même formation qu'appartiennent les sables à kieseloolithes de Kreuzau (10 km Sud de Duren). Situés dans le prolongement de l'Antweiler Senke, et en bordure de la zone des grabens du Bas-Rhin, ils contiennent une lentille argileuse renfermant des plantes fossiles. Jadis rangée dans le Pliocène inférieur par STOLLER (1910), la flore a été réétudiée de façon détaillée en 1934 par WIELAND [109] qui la place dans l'Oligocène supérieur.

(26) BREDDIN, 1932 [14, p. 265]; WIELAND, 1934 [109, p. 30]; BERGER, 1941 [11, p. 328].

à connaître ce qui se passe en amont, dans la région généralement considérée comme la source essentielle de nos cailloux d'oolithe silicifiée.

En Lorraine, entre Sarrebourg et Metz, les kieseloolithes typiques du Rhin, d'après Kurtz (1931 [66]), se rencontrent dans les cailloutis anciens et récents. Ils proviennent du Muschelkalk et du Jurassique, qui affleurent largement dans la région ou à proximité. Les variétés sombres, selon lui, viennent du Muschelkalk.

Dans la Sarre, des recherches systématiques dans les terrasses de la Sarre moyenne ont montré (Rücklin, 1932 [92]) l'existence de trois variétés différentes de kieseloolithes dont une seule toutefois, bien que n'apparaissant que dans les basses terrasses, semble posséder une grande extension. Les deux autres proviennent sûrement du Muschelkalk, mais, d'après leur description, elles semblent assez différentes des kieseloolithes typiques du Rhin.

Dans la haute vallée du Rhin, le Main et le Neckar fournissent également des cailloux d'oolithes silicifiées provenant notamment du Muschelkalk de leurs bassins respectifs. Mais il est curieux de noter que des kieseloolithes s'observent encore en amont de leurs confluent, dans les graviers anciens de la rive gauche, et ce, jusqu'au Sud de Haguenau. D'après Kurtz (1931 [66]), ils proviennent de la Lorraine et ont été amenés par une ancienne rivière traversant les Vosges au col de Saverne.

*
**

Des faits exposés ci-dessus au sujet du bassin du Rhin se dégagent des conclusions qui confirment et complètent celles émises à propos de la région mosane. Dans l'Ouest de l'Allemagne, les kieseloolithes apparaissent dès l'Oligocène supérieur au moins et se rencontrent ensuite dans le Miocène et le Pliocène ainsi que dans le Quaternaire, où elles sont en partie remaniées aux dépens des gisements plus anciens.

4. CARACTÈRES PRINCIPAUX DES GISEMENTS DE KIESELOOLITHES.

Le tableau I résume, pour les gisements de kieseloolithes passés en revue ci-dessus, les caractéristiques considérées comme les plus importantes. Ce tableau demande quelques éclaircissements. Y sont figurés les renseignements recueillis quant à l'âge des gisements, leur origine (marine ou continentale) et

l'abondance relative des cailloux d'oolithe silicifiée qu'ils renferment. Une dernière colonne enfin indique d'un signe particulier les gisements où est nettement renseigné (signe : ●) ou bien où existe probablement (signe : ○) un *facies* semblable au *facies* typique de la Kieseloolithterrasse et de la traînée mosane, c'est-à-dire où l'on rencontre en même temps : 1° des dragées de quartz blanc très abondantes; 2° des kieseloolithes abondantes; 3° lesquelles sont généralement mal roulées, avec faces plus ou moins parallépipédiques et coins arrondis; 4° de grosseur moyenne, avellanaires à nuculaires, et 5° accompagnées de fossiles jurassiques silicifiés et d'autres roches silicifiées telles qu'agates, calcédoines, etc.

L'âge des formations est renseigné de façons différentes : un ■ correspond à un âge déterminé par des fossiles (sauf s'il s'agit de terrasses quaternaires) et sur lequel, en outre, les études récentes, indiquent qu'on est pratiquement d'accord. Parfois cependant, certains auteurs admettent que la formation s'étend également dans l'étage supérieur ou inférieur immédiatement voisin. Parfois aussi, comme la plupart des gisements sont continentaux, leurs fossiles ne permettent évidemment pas, surtout s'il s'agit de végétaux, d'atteindre la précision qu'on peut attendre d'une faune marine. Aussi arrive-t-il que l'âge ne soit donné qu'à un étage près. Des ● indiquent dans ces deux cas l'extension d'âge probable ou possible. Le même signe est utilisé pour des hautes terrasses à graviers blancs, généralement rangées dans le Quaternaire inférieur, mais qui pourraient aussi dater du Pliocène supérieur. Enfin, les âges *généralement invoqués*, mais sans l'appui de fossiles, sont renseignés par des □, tandis qu'un correspond aux âges proposés par certains. Ces âges *possibles* sont donnés uniquement à titre d'indication.

En ce qui concerne enfin l'abondance des kieseloolithes dans les divers gisements, précisons que ces cailloux, lorsqu'ils sont mentionnés comme communs, ne forment souvent que moins de 1 % de la masse, mais y sont faciles à repérer en raison de la forte prédominance des cailloux blancs dans celle-ci.

Il importe d'insister sur le caractère forcément schématique de ce tableau, où il ne serait évidemment pas possible de représenter toutes les nuances auxquelles donne lieu, par exemple, la question de l'âge de certaines formations. Tel quel, il me paraît néanmoins résumer assez exactement l'ensemble de la question. Les conclusions générales qu'on peut tirer de l'examen fait ci-dessus y ressortent de façon nette. On peut dire

TABLEAU I.

GISEMENTS.	AGE												ORIGINE.	ABONDANCE DES K. O.	GISEMENTS A FACIES TYPIQUE.		
	WEALDIEN.		OLIGOCÈNE.		MIOCÈNE.			PLIOCÈNE.			QUATERNAIRE.						
	Moyen.	Supérieur.	Inférieur.	Moyen.	Supérieur.	Inférieur.	Moyen.	Supérieur.	Icénien.	Inférieur.	Supérieur.	Origine.				Abondance	Gisement
1. Raucourt	c	.	○
2. Givet-Hastière...	□	●
3. Pottelberg (Renaix)	□	●
4. Trainée mosane	□	●
5. Mons-Crotteux...	m	{ AC
Bonnelles	{ RR
6. Hautes-Fagnes...	□	.	.	.	R
7. Ubagsberg...	e	C
8. Nord du « Zuid-Linburg »	■	.	e	.	●
9. Tegelen-Moll	e	.	C
10. Remanié (terrasses)	e	.	AC
	e	.	var.

M E U S F

actuellement que, dans les bassins du Rhin et de la Meuse, les cailloux d'oolithe silicifiée apparaissent dès l'Oligocène supérieur au moins, et se rencontrent ensuite à peu près à tous les étages. En groupant en effet, comme au bas du tableau, les « âges les plus probables » des divers gisements, on obtient une succession continue à partir du Miocène moyen. Avec la réserve, exprimée ci-dessus, que l'âge n'est souvent déterminé qu'à un étage près, on peut dire qu'on connaît à présent des kieselolithes dans des formations de l'Oligocène supérieur au moins (Mons-Crotteux et Boncelles en Belgique, couches de Vallendar en Allemagne), du Miocène moyen (couches de Fischbach), du Miocène supérieur (Pontien d'Eppelsheim), du Pliocène inférieur (Limbourg hollandais et probablement Kieselolithschichten), du Pliocène moyen (Nimègue et probablement Kieselolithschichten), du Pliocène supérieur (Kieselolithschichten), de l'icénien (Tegelen) et, enfin, dans les terrasses du Quaternaire, à l'état remanié en général mais aussi, apparemment, à l'état de simples gîtes secondaires dans les terrasses de la Sarre notamment. Ceci constitue, compte tenu de la réserve ci-dessus, de 6 à 9 ⁽²⁷⁾ étages différents.

Les colonnes suivantes du tableau font ressortir tout d'abord le fait que les kieselolithes sont surtout connues dans des formations continentales. Ceci n'est évidemment pas dû à une préférence insolite de ces cailloux pour de tels dépôts, mais résulte simplement de ce que, dans les régions étudiées les couches du Néogène, auquel appartient la majeure partie des gisements, sont presque exclusivement continentales.

On voit ensuite que les cailloux oolithiques se rencontrent dans divers gisements avec une abondance très variable : communs dans toute une série de formations, ils sont rares ou très rares ailleurs. Ce fait, d'autre part, semble bien avoir une certaine signification, comme le montre la dernière colonne : en effet, tous les gîtes où les kieselolithes sont renseignés comme communes possèdent en outre l'ensemble des caractères des facies typiques de la Kieselolithterrasse et de la traînée mosane.

Outre les faits ci-dessus, notre examen d'ensemble montre également qu'il peut exister des cailloux oolithiques d'origines diverses (kieselolithes provenant du Calcaire carbonifère de la région Wupper-Ruhr n° 13) et que, comme types de gise-

(27) Et même peut-être 10 si les couches de Vallendar sont de l'Oligocène moyen.

ments, il existe des dépôts marins, des dépôts de terrasses fluviales et des formations de delta ou d'estuaire.

De ce qui précède il ressort donc que des cailloux d'oolithe silicifiée, parfois d'origines diverses, apparaissent dans des gisements d'âges très divers et de types divers, gisements dans lesquels on les rencontre en abondance variable. De ces faits, et surtout de la diversité des âges, il résulte que la seule présence de ces cailloux dans un gisement n'a plus, au point de vue corrélation, qu'une valeur très limitée.

5. APPLICATIONS POSSIBLES AUX GISEMENTS BELGES.

Outre le résultat indiqué ci-dessus, qui doit inciter à une grande prudence en ce qui concerne les raccords entre les divers gisements à kieseloolithes de la région mosane, la revision précédente apporte-t-elle d'autres indications utiles ?

A. — « Onx ».

Rappelons tout d'abord la possibilité, illustrée par l'exemple des graviers de l'Eifel (n° 18), d'arriver à raccorder ou à différencier des gisements en se basant non plus sur un seul type de galets, mais sur un ensemble de cailloux caractéristiques, ainsi que sur leur fréquence relative. Une telle méthode n'est certes pas à l'abri d'erreurs, et il faut se garder de lui attribuer trop d'importance. Il ne faut surtout pas perdre de vue les variations accidentelles ou systématiques que doit présenter tout cailloutis, qu'il soit déposé par la mer ou par une rivière. Mais ce sont là difficultés auxquelles se butent, à un degré plus ou moins grand, toutes les méthodes de corrélation, quelles qu'elles soient, et surtout les méthodes lithologiques, utilisées faute de fossiles. L'influence perturbatrice des variations accidentelles diminue précisément avec le nombre de facteurs de corrélation utilisés, c'est-à-dire ici, toutes choses égales, avec le nombre d'espèces de galets caractéristiques sur lesquelles on se base.

On peut s'attendre à ce qu'une étude analogue, entreprise pour les graviers actuellement rassemblés sous l'étiquette « Onx », fournisse des faits nouveaux intéressants et permette notamment d'y distinguer diverses catégories. Les observations sporadiques que j'ai pu faire à ce sujet jusqu'ici appuient l'opinion exprimée en 1936 par X. Stainier [96], suivant laquelle des graviers différents ont été rassemblés dans cette formation.

Une première subdivision d'ailleurs a déjà été suggérée implicitement ci-dessus : elle consiste, conformément aux vues de Stainier, à séparer les « Onx » de la trainée mosane, à Kieseloolithes abondantes, des « Onx » du Condroz où, jusqu'ici, elles n'ont pas été signalées à ma connaissance (28) — sauf, bien entendu, à Hastière et à Givet, c'est-à-dire près de la vallée de la Meuse — et à mettre également à part les « Onx » des Hautes-Fagnes, dont l'altitude est différente et, surtout, où reparaissent de rares kieseloolithes. On remarquera qu'une telle subdivision, basée notamment sur la fréquence des cailloux d'oolithe silicifiée, est conforme aux indications fournies par l'examen des gisements à kieseloolithes rhénans.

B. — Trainée mosane.

Il est intéressant d'examiner les indications que fournit, en ce qui concerne la trainée mosane, la distinction des gisements à « facies typique » (dernière colonne du tableau). Très caractéristique, comme on l'a vu, dans la trainée mosane et la Kieseloolithterrasse, le même facies se retrouve à l'Ubagsberg, dans le Nord du « Zuid-Limburg », dans les Kieseloolithschichten et dans les sables d'Eppelsheim ainsi que, *probablement*, à Tegelen et dans les couches de Fischbach. Cette similitude de facies, en ce qui concerne l'âge de la trainée mosane, n'apporte guère de précisions. En effet, les formations d'âge connu, dans cet ensemble, s'étagent vraisemblablement du Miocène inférieur ou moyen à l'Icénien et suggèrent donc uniquement que nos « Onx mosans » font partie d'un complexe *mio-pliocène*. Cette assez vague indication rencontre les conclusions obtenues en 1936 par X. Stainier à partir de données différentes. Elle constitue, à mon avis, la détermination à laquelle il est prudent de se tenir dans l'état actuel des connaissances.

Sans doute, les dépôts du Limbourg hollandais, dépôts datés les plus proches de la trainée mosane et qui semblent bien, en outre, la prolonger vers l'aval, sont-ils jusqu'ici uniquement rangés dans le Pliocène. Mais, 1° ces dépôts sont très épais, au moins localement, sous les couches fossilifères datées du Pliocène moyen ou inférieur; 2° une partie des couches rhé-

(28) Dans les graviers « Onx » qui surmontent les sables oligocènes de Boncelles et du Sart-Tilman, des recherches effectuées en groupe, sous la direction de M. Fourmarier, n'ont pas réussi à en découvrir.

nanes (anciennes Kieseloolithschichten) auxquelles ils passent latéralement ont été récemment placées dans le Miocène et 3° les formations à lignites de part et d'autre sous-jacentes ont en Allemagne été transférées du Miocène à l'Oligocène. Ces trois faits rendent au moins possible la présence, en profondeur, de couches à kieseloolithes miocènes dans le Limbourg hollandais, et empêchent donc de tirer, des dépôts datés de cette région, un argument de poids en faveur d'un âge pliocène pour la traînée mosane.

En ce qui concerne l'origine — marine ou continentale — de cette dernière, il semble bien permis d'aller plus loin. En effet, toutes les formations de facies similaire — probable ou bien établi — sont unanimement considérées comme continentales.

Rappelons en outre (voir p. 225) que si les formations à kieseloolithes du Limbourg hollandais semblent se poursuivre vers l'amont par la traînée mosane, les Kieseloolithschichten du bassin rhénan, qui passent latéralement à ces formations hollandaises, font place au Sud à la Kieseloolithterrasse. Une telle disposition géographique suggère évidemment l'assimilation de la traînée mosane à la Kieseloolithterrasse, assimilation rendue plus probable encore par le facies identique de leurs dépôts, leur position semblable près d'un grand fleuve et à peu de distance au-dessus de ses hautes terrasses, et leur allure dans les deux cas semblable à celle des dites terrasses.

L'examen d'ensemble des gisements à kieseloolithes de la Meuse et du Rhin se montre donc tout à l'avantage d'une origine continentale pour la traînée mosane qui, dans cette hypothèse, — conforme, rappelons-le, à l'avis de ceux qui l'ont étudiée en détail, — représente selon toute vraisemblance une ⁽²⁹⁾ ancienne terrasse de la Meuse.

Relevons quelques objections, surtout récentes, faites à cette hypothèse.

On a dit notamment :

1° « Ces dépôts diffèrent essentiellement des terrasses de la Meuse, en particulier par le calibrage des cailloux, leur forme et la proportion relative des éléments constituants. » A la réponse d'ordre théorique déjà donnée par X. Stainier à une partie de cette objection [96, pp. 312-313], on peut ajouter que la même

(29) Ou peut-être plusieurs, vu certaines différences d'altitude des lambeaux, ce point restant à éclaircir.

situation se présente pour la Kieseloolithterrasse, dont l'origine fluviale est admise.

2° « La traînée, qui s'écarte parfois de 8 km de la Meuse, paraît trop large. » Mais la terrasse mosane de Sibbe [80, pl. I] (à l'Est de Maastricht) s'étend jusqu'à 12 km du fleuve, et les graviers mosans qui couvrent la Campine s'en écartent bien plus encore. En outre, à hauteur de Visé, la terrasse principale de la Meuse, représentée sur les deux rives du fleuve, a au moins 10 km de largeur totale.

3° « Les graviers de la traînée mosane, sur la rive gauche du fleuve, couronnent généralement les points culminants de la région. En d'autres termes, le fleuve qui les a déposés semble sans berges. » Mais c'est aussi le cas des dépôts de la terrasse principale de la Meuse à partir d'Eben-Emael, entre ce point et le plateau de la Campine d'abord, puis ensuite sur ce plateau lui-même.

4° « Le fleuve n'a pas de source ou, en d'autres termes, la traînée disparaît en amont de Namur. » A cette objection qui semble à première vue importante on peut répondre :

a) Que les gisements de Givet et de Hastière semblent indiquer un prolongement vers le Sud.

b) Que plus au Sud les terrasses de la Meuse disparaissent aussi presque complètement à la traversée du massif de la Haute-Ardenne [91], ce qui permet de comprendre la disparition d'une terrasse plus ancienne.

c) Qu'au Sud de Coblenz, à la traversée du Hunsrück, la Kieseloolithterrasse est aussi très mal représentée. On n'en a renseigné, à ma connaissance (sur 40 km), que deux lambeaux [82].

d) 25 km séparent Mons-Crotteux, limite Est de la traînée mosane, et Neufchâteau (près de Visé), limite Ouest des gisements suivants. Bien qu'il y ait, sur cette distance, plusieurs amas étiquetés « Onx » le long de la Meuse, Lorié y a en vain cherché des kieseloolithes. Je n'en ai pas trouvé non plus dans les quelques affleurements que j'ai visités. Il y a là un problème qu'une étude détaillée pourra peut-être résoudre, mais qui montre en tous cas que la disparition de la traînée mosane à l'Ouest ne semble pas un fait isolé.

e) Enfin, *last not least*, si la traînée mosane était marine, elle aurait vraisemblablement dû être beaucoup plus étendue. Au problème de sa disparition vers l'Ouest viennent donc s'ajouter

alors les problèmes de sa disparition vers l'Est, le Sud et le Nord.

Seules sont envisagées ci-dessus, et très succinctement, les principales objections relatives à la trainée elle-même, considérée dans son ensemble. Mon but, en effet, n'est pas de traiter ici tout le problème des « Onx mosans », mais simplement de montrer que l'origine fluviatile de ces graviers, nettement suggérée par l'examen d'ensemble des gisements à kieseloolithes, ne souffre pas, par ailleurs, d'objection majeure.

C. — Pottelberg.

Remarquons simplement, à propos de ce gisement discuté, que ses kieseloolithes pourraient s'expliquer de diverses façons. Remaniées sans doute (voir p. 218) à partir d'un gravier de base généralement considéré comme diestien ⁽³⁰⁾ elles peuvent soit y avoir été amenées par des rivières, soit avoir été déplacées parallèlement au rivage par des courants marins ⁽³¹⁾, soit avoir emprunté l'un après l'autre ces deux modes de transport, et peuvent être ainsi dérivés, notamment, des graviers marins du Chattien. Il convient évidemment de réétudier le gisement avant de chercher une explication plus circonstanciée à ces cailloux. Il n'en est fait mention ici que pour montrer qu'ils ne s'avèrent pas incompatibles avec les hypothèses préconisées pour les autres gisements.

5. INDICATIONS QUE FOURNIT LA PRÉSENCE DE KIESELOOLITHES DANS LES « ONX DES HAUTES-FAGNES ».

Ayant ainsi déblayé le terrain, abordons à présent l'examen des « Onx des Hautes-Fagnes » dans lesquels, à Cokaifagne, M. Fourmarier a découvert des cailloux d'oolithe silicifiée.

Rares et très petits, ceux-ci se trouvent, rappelons-le, dans une couche de gravier à quartz blancs et roches ardennaises, qui ravine les sables sous-jacents. Une disposition très analogue s'observe dans plusieurs sablières voisines et M. Lohest, dès 1896 [78], avait noté l'analogie de la coupe relevée dans l'une d'elles avec celles de Boncelles et de Mons-Crotteux. L'assimil-

⁽³⁰⁾ S'il s'agissait (v. note infrap. 4, p. 219) de l'« équivalent des Sables de Berg », il y aurait un curieux rapprochement à faire avec la synchronisation récente (WÖLK, 1941) de ces Sables avec les Couches de Vallendar (v. note infrap. 22, p. 228).

⁽³¹⁾ De la même façon qu'on retrouve actuellement sur nos plages, rejetés par les vagues, des cailloux de silex mal roulés provenant du Crétacé qui forme falaise à l'Ouest de Calais.

tion ainsi proposée des « Onx des Hautes-Fagnes » avec ceux de la traînée mosane fut évidemment grandement renforcée par la découverte des kieseloolithes de Cokaifagne. Ces derniers, comme les « Onx » qui les contenaient, furent en conséquence généralement rangés jusqu'ici dans le Pliocène supérieur (Fourmarier, 1923 [47]; Renier, 1925 [86]; Stevens, 1938 [97], 1945 [99]). Néanmoins, depuis la découverte de kieseloolithes oligocènes à Boncelles et à Mons-Crotteux, M. Fourmarier n'admettait plus cette assimilation qu'avec beaucoup de doute [49, pp. 181-183; 50].

Avant de discuter de l'origine des « Onx des Hautes-Fagnes » à la lumière des observations locales, examinons tout d'abord les arguments que fournit la présence parmi eux de cailloux d'oolithe silicifiée.

1. L'existence, à Mons-Crotteux, de deux gisements de kieseloolithes superposés, formés tous deux de graviers à cailloux blancs, fournit évidemment, à première vue, deux possibilités de corrélation. Or, toutes autres considérations mises à part, il est évident que les kieseloolithes rares ⁽³²⁾ et de petite taille des Hautes-Fagnes se raccordent plus facilement aux kieseloolithes *oligocènes*, également de petite taille et dans l'ensemble assez rares, de Boncelles et de Mons-Crotteux, qu'aux kieseloolithes plus grosses et beaucoup plus abondantes de la traînée mosane.

2. Remarquons au surplus que l'assimilation des graviers des Hautes-Fagnes à ceux de la traînée mosane n'est possible que si les uns et les autres sont considérés comme d'origine marine. Cette assimilation constitue d'ailleurs le principal argument présenté en faveur de l'origine marine de tous les graviers rangés dans l'« Onx ».

Certes, les graviers des Hautes-Fagnes, situés à *flanc de coteau* sur le versant nord du massif et à des altitudes diverses ⁽³³⁾ ne peuvent-ils guère que correspondre aux restes d'une nappe de sédiments marins ou être dérivés à partir d'une telle nappe. Par contre, en ce qui concerne la traînée mosane, beau-

⁽³²⁾ On pourrait objecter, peut-être, que cette rareté provient de la difficulté des observations. Encore que ce fait puisse avoir une certaine influence, il est néanmoins évident que, même lorsqu'on en tient largement compte, les kieseloolithes sont beaucoup plus rares dans les Hautes-Fagnes que dans la traînée mosane.

⁽³³⁾ Variant de 450 à 500 m au moins, mais apparemment plus variées encore, d'après la découverte d'une kieseloolithe à près de 600 m d'altitude aux sources de la Gileppe.

coup d'arguments, *précisément tirés pour la plupart de l'étude des kieseloolithes*, se montrent nettement en faveur d'une origine fluviatile.

3. A cette difficulté s'en ajoutent d'ailleurs d'autres. Même en supposant marins les « Onx » mosans, il reste que le calibre moyen des kieseloolithes y est nettement plus grand que dans les Hautes-Fagnes. Or, le rivage se trouvant vers le Sud, on s'attendrait au contraire à voir le calibre décroître en sens inverse. En outre, il reste également à expliquer, dans cette hypothèse, l'étrange concentration des kieseloolithes dans le sillon mosan, suivant une zone qui semble étroite et se trouvait loin du rivage extrême.

Aux arguments précédents, tirés de la comparaison avec les gisements de Mons-Crotteux-Bonnelles, s'en ajoutent d'autres, fournis par le bassin rhénan. En effet :

4. Les kieseloolithes y sont généralement abondantes dans les gisements du Néogène, mais rares dans ceux de l'Oligocène. Ceci confirme et renforce les conclusions déjà fournies à ce sujet par la vallée de la Meuse.

5. Les graviers blancs avec (rares) kieseloolithes des bords nord et sud de l'Eifel ⁽³⁴⁾ qui, dans le bassin rhénan, sont les plus proches de ceux des Hautes-Fagnes tant au point de vue distance qu'au point de vue situation altimétrique sont rangés dans l'Oligocène.

On peut à mon avis conclure de tout ceci que la présence de cailloux d'oolithe silicifiée dans les « Onx des Hautes-Fagnes », depuis la découverte de kieseloolithes oligocènes en Belgique et d'après l'examen d'ensemble de la répartition des kieseloolithes dans les bassins mosan et rhénan, n'est plus en faveur d'un âge pliocène, mais suggère nettement, au contraire, une origine oligocène pour ces formations.

(34) Ces graviers sont considérés comme fluviatiles, mais (d'après Kurtz) comme formés sur une plaine basse, près d'une mer située au Nord. Cette origine différente ne s'oppose donc nullement à l'origine marine des « Onx des Hautes-Fagnes », lesquels sont plus septentrionaux. Au contraire, elle fournit un moyen éventuel pour expliquer l'origine des kieseloolithes oligocènes de Belgique. Celles-ci peuvent, en effet, avoir été amenées par cet ancien fleuve et avoir été transportées ensuite par courants marins. Elles peuvent aussi, plus simplement, provenir de fleuves plus rapprochés, tel, par exemple, un ancêtre oligocène de la Meuse.

6. MODE DE FORMATION PROBABLE DES « ONX DES HAUTES-FAGNES ».

A. — Que désigne l'expression « Onx des Hautes-Fagnes » ?

L'examen des données locales ⁽³⁵⁾ doit débiter par une question préliminaire : que faut-il entendre exactement par « Onx des Hautes-Fagnes » ?

Ce terme doit se limiter à mon sens aux formations à cailloux blancs *in situ* susceptibles d'être raccordées au gravier à kieseloolithes de Cokaifagne. Il convient, dans l'état actuel des connaissances, d'en dissocier les éléments plus ou moins analogues mais *non en place* qui traînent à la surface du plateau, tels les poudingues et grès graveleux signalés en de nombreux points ⁽³⁶⁾, et plus encore les cailloux roulés épars qui accompagnent fréquemment les silex et les débris de roches silicifiées des lambeaux crétaciques ⁽³⁷⁾. Ces éléments, en effet, peuvent être d'âges très divers, comme le montrent notamment les discussions auxquelles ont donné lieu les « poudingues des Hautes-Fagnes » ⁽³⁸⁾.

Dans les limites ainsi définies, cinq affleurements à ma connaissance peuvent être raccordés au gravier à kieseloolithes de Cokaifagne et forment avec ce dernier les « Onx des Hautes-Fagnes ». Encore deux d'entre eux sont-ils plus ou moins douteux, le premier en raison de la nature du cailloutis, où ne sont signalés [2] que des quartzites et des quartzophyllades et non du quartz blanc, le second — observé à Konzen, à 600 m

⁽³⁵⁾ Un examen détaillé du problème allongerait démesurément cette note. Je me borne ici à résumer les principales observations et les conclusions auxquelles elles conduisent.

⁽³⁶⁾ Voir bibliographie, nos 3, 4, 30, 31, 33, 86, 87, 89.

⁽³⁷⁾ Voir bibliographie, nos 8, 86, 88.

⁽³⁸⁾ Voir bibliographie donnée en note infrapaginale 36 et. en outre, n° 32. Parmi les origines possibles pour des cailloux roulés de quartz dans la région, citons : 1) conglomérats paléozoïques, et notamment [4] arkose gedinnienne; 2) fins graviers à quartz blancs de l'Aachenien (*Cp1*) (reconnus près de Raeren [15, p. 602]); 3) conglomérat de base des lambeaux crétacés des Hautes-Fagnes; 4) graviers interstratifiés dans les sables oligocènes (comme au flanc Nord); 5) « Onx des Hautes-Fagnes »; 6) formations locales vraisemblablement quaternaires (v. not. [3]).

Notons enfin que la découverte d'« Onx » indubitables parmi les éléments non *in situ* du haut plateau n'affecterait en rien notre argumentation.

d'altitude — parce que son âge tertiaire ⁽³⁹⁾ a récemment été rejeté [15, p. 604] au profit de l'Aachenien. Tous ces dépôts, douteux ou non, présentent toutefois les mêmes conditions de gisement. Localisés sur le flanc nord des Hautes-Fagnes, entre 450 et 500 m d'altitude (600 m pour Konzen), ils apparaissent sous un limon de pente englobant des blocs anguleux de quartzite, et reposent sur des sables (transformés à Konzen en grès à ciment de limonite) qu'en général ils ravinent nettement.

B. — L'association « Onx » — sables sous-jacents.

Sauf à Konzen, où l'âge de l'ensemble est discuté, on s'accorde généralement à considérer les sables sous-jacents comme chattiens (v. p. 220). Les « Onx des Hautes-Fagnes » se montrent donc en relation étroite avec les sables oligocènes et l'on ne connaît aucun affleurement d'« Onx » qui repose sur une autre formation.

L'association constante des sables chattiens et des cailloutis « Onx » n'est certes pas spéciale aux Hautes-Fagnes. Elle se présente presque partout sur les bords de la Meuse et est très fréquente dans le Condroz. Mais, dans les Hautes-Fagnes spécialement, cette association constitue un argument contre l'hypothèse d'un « Onx » du Pliocène supérieur ⁽⁴⁰⁾. On l'explique en effet, dans cette hypothèse, en supposant qu'un manteau subcontinu de sable oligocène couvrait encore la région au moment du dépôt de l'« Onx ». Cette supposition est évidemment très acceptable sur les bords de la Meuse, où des lambeaux d'Oligocène assez nombreux, étendus et d'épaisseur notable couvrent encore les points élevés de la région. Elle peut l'être dans le Condroz, où des lambeaux analogues existent également sur certains sommets ou, plus souvent, occupent des poches de dissolution à la surface du plateau. Mais elle devient plus difficile à admettre dans les Hautes-Fagnes, où les dépôts oligocènes n'occupent plus les points hauts et n'ont plus que quelques mètres d'épaisseur.

Il semble bien d'ailleurs que la transgression oligocène n'a guère dépassé les Hautes-Fagnes [28]. Aussi ses dépôts n'y ont-ils sans doute jamais été très épais. Dès lors il paraîtra peu vraisemblable que cette couverture assez mince se soit érodée

⁽³⁹⁾ Déjà mis en doute en 1919 par M. FOURMARIER [46, p. 292].

⁽⁴⁰⁾ Cf. P. FOURMARIER [49, p. 181] : « la grosse difficulté pour ces derniers (=les « Onx des Hautes-Fagnes ») est leur relation étroite avec les sables de l'Oligocène supérieur ».

de façon tellement régulière, pendant le Miocène et le Pliocène inférieur et moyen, qu'il en subsiste une couche subcontinue au Pliocène supérieur.

Une autre constatation renforce enfin cette invraisemblance. Parmi les lambeaux étiquetés « Onx » du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse, un certain nombre sont figurés comme reposant directement sur le Paléozoïque (41). Or, si tous les « Onx » font partie d'une même nappe pliocène, on s'attend évidemment à trouver vers le Sud un pourcentage croissant de leurs amas reposant sur le substratum ancien. L'absence d'amas ainsi disposés dans les Hautes-Fagnes est donc d'autant plus difficile à justifier dans cette hypothèse.

C. — L' « Onx des Hautes-Fagnes », dépôt de remaniement ?

L'étroite association des « Onx des Hautes-Fagnes » et des sables sous-jacents suggère une relation génétique entre ces deux formations. Comme d'autre part, l' « Onx » *ravine* généralement le sable, on est ainsi amené à l'hypothèse qu'il provient de son remaniement.

Cette hypothèse est également suggérée par les observations locales. Celles-ci montrent, en effet, une sensible analogie entre le matériel des deux formations (42). Les « Onx », d'une part, se présentent aussi souvent sous la forme de sables graveleux que de véritables graviers. Les sables oligocènes, d'autre part, comportent presque partout soit des couches de cailloux, soit, plus souvent, des cailloux disséminés. Dans l' « Onx » comme dans les sables ces cailloux consistent principalement en petits quartz blancs plus ou moins roulés. En outre, des cailloux roulés de roches paléozoïques ne sont pas rares de part et d'autre (43).

En 1936 j'ai pu observer, dans une sablière en exploitation intermittente, et au niveau où de l' « Onx » typique avait été

(41) X. STAINIER [96, pp. 60 et suiv.] en signale notamment à Lesves, Sart-Saint-Laurent, Gerpennes, Andrimont, Outrelouxhe.

(42) Contrairement à ce qu'on observe, par exemple, à Mons-Crotteux pour les « Onx mosans » dont les galets, comme vu page 220, ne peuvent être dérivés des lits de cailloux oligocènes sous-jacents.

(43) Les kieseloolithes, toutefois, n'ont pas été signalées jusqu'ici parmi les cailloux des sables oligocènes. Vu leur rareté dans l'« Onx », une telle découverte semble surtout affaire de hasard. Les conditions d'observation, très défavorables cet été à Cokaifagne — sablières abandonnées, envahies par la végétation et à front de taille éboulé — ne permettaient malheureusement pas d'y faire des recherches dans ce sens.

relevé en 1922 [54, p. 133], un dépôt sablo-argileux dont l'origine, par remaniement en partie aux dépens des sables oligocènes sous-jacents, a été entièrement confirmée par l'étude des minéraux denses et l'analyse granulométrique [23]. Ceci paraît bien indiquer le passage latéral de l'« Onx » à un dépôt de remaniement nettement caractérisé.

L'« Onx des Hautes-Fagnes » montre enfin des variations de facies marquées, ce qui est en faveur d'une origine locale. Tantôt gravier, tantôt sable graveleux, il semble que, localement (voir exemple d'« Onx douteux » cité p. 242), il se montre constitué uniquement de débris roulés de roches paléozoïques, ou encore que, comme on vient le voir, il passe latéralement à un dépôt sablo-argileux.

Quand s'est produit le remaniement qui serait ainsi l'origine de l'« Onx » ? On pourrait le supposer à peu près originel, et dû par exemple à l'action de vagues ou de courants marins de la mer oligocène. Néanmoins, les variations de facies de l'« Onx » et, plus encore, le fait qu'il contient fréquemment des cailloux peu roulés indiquent que des éléments du substratum paléozoïque interviennent dans sa composition. Sans exclure l'hypothèse d'un remaniement originel, ceci est plutôt en faveur d'un phénomène plus tardif. Somme toute, l'« Onx » me paraît correspondre essentiellement à une concentration en éléments grossiers due sans doute à l'influence du ruissellement ou de glissements sur le sol en pente et formée à une époque indéterminée, mais où une partie du substratum était à découvert. Dans cette conception, les kieselolithes de Cokai-fagne proviennent évidemment, comme l'« Onx » lui-même, du remaniement des formations sous-jacentes. Ces kieselolithes sont donc d'origine oligocène, et s'expliquent ainsi de façon conforme aux indications (chap. 6) tirées de leurs caractéristiques.

D. — Considérations paléogéographiques.

A toute hypothèse entraînant une transgression néogène dans les Hautes-Fagnes on peut faire encore une objection sérieuse, tirée de la comparaison avec certaines régions voisines. La revision des gisements à kieselolithes nous a montré en effet que, dans la région des grabens du Limbourg hollandais et du Bas-Rhin allemand, sont largement représentés des dépôts continentaux d'âges divers s'étageant du Miocène moyen au moins (couches de Fischbach) à l'Icénien (argiles de Tegelen). Par rapport aux Hautes-Fagnes, chacun de ces dépôts s'avance plus

près de la limite généralement tracée [101, 51] pour les rivages correspondants à l'aide des sédiments marins. Dans l'ensemble enfin, ces formations atteignent des épaisseurs considérables. Ils semblent bien s'être succédé sans longues interruptions pendant tout le Néogène et aucun dépôt marin ne s'intercale entre eux.

On se trouve dès lors, dans l'hypothèse d'une transgression marine néogène ayant atteint les Hautes-Fagnes, placé devant le dilemme suivant :

Ou bien, ce qui semble le plus probable, la transgression est synchronique de l'un des dépôts continentaux des grabens, et n'a donc pas envahi ceux-ci. Dans ce cas on doit admettre une transgression marine étendue ⁽⁴⁴⁾, n'ayant laissé dans les Hautes-Fagnes que quelques traces hypothétiques, et dont le rivage a dessiné une nette indentation, destinée à lui permettre d'envahir une région ayant aujourd'hui une altitude élevée et témoignant au cours des âges géologiques d'une constante propension à la surrection, tout en évitant au contraire des régions plus proches, de basse altitude et caractérisées par une tendance marquée à l'affaissement.

Ou bien la transgression vient précisément s'intercaler, au point de vue époque, entre deux dépôts continentaux des grabens. Elle a pu, dans ce cas, envahir normalement ces derniers. Mais alors il faut admettre que s'y est étendue une transgression suffisamment ample pour avoir pu atteindre une région plus lointaine et difficilement accessible, transgression dont cependant aucun indice n'est connu dans les grabens où, vu la tendance à l'affaissement, elle avait pourtant toute chance que ses dépôts échappent à l'érosion.

Les deux branches de l'alternative, on le voit, apparaissent également peu vraisemblables.

Remarquons que si, tablant sur le synchronisme souvent admis des dépôts « Onx » avec les Sables et Argiles de la Campine, on envisage une transgression datant de l'Icénien, on se heurte pratiquement à une impossibilité. Ainsi que le déclare en effet M. le Major Stevens [99, p. 59], l'origine fluviatile de formations campinoises peut être considérée comme un fait acquis. Comme elles s'étendent largement entre la mer icénienne, située au Nord, et les Hautes-Fagnes, elles s'opposent évidemment à la conjonction de ces deux éléments.

(44) Atteignant 75 km pour le Diestien, dont le rivage est de loin le plus proche.

E. — Conclusions.

Pour parer à l'objection ci-dessus, M. Stevens a émis récemment l'hypothèse d'une transgression marine plus ancienne que les « Onx », aux dépens de laquelle ces derniers se seraient formés par remaniement.

Tant qu'il s'agit d'une transgression néogène, à cette hypothèse s'opposent : que la transgression n'aurait laissé aucune trace directe; qu'elle aboutit, comme on vient de voir (§ D) à un tracé de rivage de toute façon peu vraisemblable; que les indications fournies par la présence de kieselolithes dans les Hautes-Fagnes lui sont nettement défavorables (chap. 6); qu'elle explique mal l'association des « Onx des Hautes-Fagnes » et des sables sous-jacents (§ B).

Mais, *pour ce qui concerne seulement les « Onx des Hautes-Fagnes »*, il suffit d'admettre que la transgression marine est plus ancienne, qu'il s'agit précisément de celle qui a déposé les sables sous-jacents, et qu'elle date dès lors, selon toute vraisemblance, de l'Oligocène supérieur. Ainsi modifiée, l'hypothèse est alors soutenue par tous les arguments exposés ci-dessus : elle est suggérée et par l'examen des kieselolithes, et par l'association des « Onx » avec les sables, et par les observations locales (§ C). L'existence de la transgression ne peut ici être mise en doute, l'origine marine des sables étant établie (voir p. 220). Son âge chattien est rendu très vraisemblable par les nettes analogies des sables avec ceux de Boncelles, dépôts datés les plus proches, auxquels ils se relient par les sables similaires des poches de dissolution de l'Est du Condroz (45). Enfin, il vaut la peine de noter que le tracé du rivage qui en découle ne montre plus les singularités relevées pour les époques plus récentes. En effet, les dépôts continentaux oligocènes (chattiens ou rupéliens) des graviers à kieselolithes de l'Eifel sont de toute façon plus au Sud; d'autre part les dépôts marins considérés comme chattiens (et en général constitués de sables plus ou moins glauconifères) s'avancent largement dans la région des grabens du

(45) M. G. BAECKEROOT (1936 [7], 1942 [8]), qui considère sables et « Onx » des Hautes-Fagnes comme une même formation, range celle-ci dans le Pliocène. Cette hypothèse qui explique, de même que la nôtre, l'association sables-« Onx », souffre des objections paléogéographiques (§ D) faites aux transgressions néogènes; n'est pas conforme aux indications (§ 6) tirées des kieselolithes, et, de plus, est certainement beaucoup moins vraisemblable en ce qui concerne l'âge des sables, raccordés ici, sans intermédiaires, avec des formations (au mieux : sables diestiens) beaucoup plus lointaines et nettement dissemblables.

Bas-Rhin et sont connus notamment près d'Aix-la-Chapelle, au S.-W. de Düren et au S.-E. de Cologne [14, 42].

Aussi peut-on dire, en conclusion de ce chapitre et du précédent, que les « Onx des Hautes-Fagnes » constituent vraisemblablement des produits de remaniement, formés essentiellement aux dépens des formations oligocènes sous-jacentes. De ces dernières doivent provenir notamment les rares kieselolithes de l'« Onx » de Cokaifagne. Cette hypothèse cadre bien avec les observations locales, les données paléogéographiques et les indications générales fournies par l'étude des gisements de kieselolithes de la Meuse et du Rhin. Aussi me paraît-elle nettement la plus probable dans l'état actuel des connaissances.

(Université de Liège, Institut de Géologie.)

BIBLIOGRAPHIE (ouvrages consultés).

1. AHLBURG, J., Ueber das Tertiär und das Diluvium im Flussgebiete der Lahn (*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, vol. XXXVI, 1915, pp. 269-373).
2. ANTEN, J., Sur la présence d'un nouveau gisement de sable tertiaire sur la planchette de Sart-lez-Spa (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XLII, 1920, pp. B. 171-173).
3. — Sur un poudingue trouvé au plateau de la Baraque Michel (*Ibid.*, t. XLVIII, 1924-1925, pp. B. 277-278).
4. — Sur une roche particulière du plateau de la Baraque Michel (*Ibid.*, t. L, 1926-1927, pp. B. 279-280).
5. — Les sables du plateau de la Baraque Michel (*Ibid.*, t. LI, 1927-1928, pp. B. 294-296).
6. ASSELBERGHS, E., RENIER, A., FOURMARIER, P., Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, septembre 1919 (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXIX, 1919, pp. 213-254).
7. BAECKEROOT, G., Sur la présence de dépôts pliocènes transgressifs sur la Haute-Ardenne (*C. R. hebdom. Acad. Sc. Paris*, t. 202, n° 6, 1936, pp. 499-501).
8. BAECKEROOT, G., Oesling et Gutland, Morphologie du Bassin ardennais et luxembourgeois de la Moselle, Paris, 1942, 310 p. (v. pp. 281-289).
9. BELLÈRE, M., Un nouveau gisement d'Onx de la planchette de Malonne (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XLVIII, 1924-1925, pp. B. 94-97).
10. BENTZ, A., Tertiär und Diluvium im westfälisch-holländischen Grenzgebiet (*Zeitsch. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, vol. 82, 1930, pp. 291-317).
11. BERGER, F., Kritisches zur Altersbestimmung des ostdeutschen Pliozäns (*Ibid.*, vol. 93, 1941, pp. 323-358).
12. BREDDIN, H., Die Höhenterrassen von Rhein und Ruhr am Rand des Bergischen Landes (*Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, vol. XLIX, 1928, pp. 501-550).
13. — Ueber Flussterrassen, diluviale und alluviale Bodenbewegungen im westlichen Niederrheingebiet (*Ibid.*, vol. L, 1929, pp. 806-845).

14. BREIDIX, H., Ueber die Gliederung und Altersstellung des nieder-rheinischen Braunkohlentertiäre (*Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, vol. 84, 1932, pp. 257-275).
15. — Ueber die tiefsten Schichten der Aachener Kreide sowie eine senone Einebnungsfläche und Verwitterungsrinde am Nordabfall des Hohen Venn. (*Centralblatt f. Miner., etc.*, 1932, Abt. B, n° 12, pp. 593-613).
16. — Das Braunkohlentertiär aus Ost- und Südrande der Kölner Bucht [Ber. über die Versamml. des Niederrh. Geol. Ver. 24/25 (1930 u. 1931). *Naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westfalens*, 1932, pp. 23-58].
17. BRIQUET, A., Les gisements d'oolithe silicifiée dans la région de la Meuse (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVI, 1907, pp. 203-205).
18. — Sur les dépôts tertiaires de la Meuse (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXII, 1908, pp. 23-24).
19. — La pénéplaine du Nord de la France (*Ann. de Géogr.*, t. XVII, 1908, pp. 205-223).
20. — L'oolithe silicifiée dans le poudingue de Renaix (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, pp. 161-165).
21. — L'horizon des sédiments pauvres à oolithe silicifiée des Pays-Bas (*Ibid.*, t. XXXVIII, 1909, pp. 453-461).
22. — Le Néogène du Nord de la Belgique et des Pays-Bas et ses relations stratigraphiques (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXXII, 1922, pp. 69-91).
23. Carte géologique détaillée de la France à 1/80.000^e, feuille de Mézières, n° 24, 1888.
24. Carte géologique détaillée de la France à 1/80.000^e, feuille de Rocroi, n° 14, 2^e édition, 1939.
25. CORNET, J., Études sur l'évolution des rivières belges (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXXI, 1903-1904, pp. M. 261-500).
26. DAVIES, A. M., Tertiary faunas, vol. II, Londres, 1934.
27. DELÉPINE, G., Pierre de Stonne, Caillou de Beaumont et dépôts wealdiens sur la feuille de Mézières (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XLIX, 1924, pp. 130-148).
28. DE MAGNÉE, I. et MACAR, P., Données nouvelles sur les sables des Hautes-Fagnes (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. LIX, 1935-1936, pp. B. 263-288).
29. — — Note complémentaire sur les « grès » blancs de la Brach-Kopf (Hautes-Fagnes) (*Ibid.*, t. LX, 1936-1937, pp. B. 26-29).
30. DEWALQUE, G., Présentation d'échantillons de poudingue à petits cailloux de quartz blanc trouvé à la Baraque Michel (*Ibid.*, t. XIII, 1885-1886, pp. CLXXIII-CLXXV).
31. DEWALQUE, G. et LOHEST, M., Roches des environs de Malmédy et poudingue des Hautes-Fagnes (*Ibid.*, t. XIV, 1886-1887, pp. CLXIV-CLXVII et CLXXXVI).
32. DEWALQUE, G., DELVAUX, E., BRIART, A., Le poudingue des Hautes-Fagnes. Discussion (*Ibid.*, t. XV, 1887-1888, pp. XIX-XXIII).
33. DEWALQUE, G., Sur quelques dépôts tertiaires des environs de Spa (*Ibid.*, t. XV, 1887-1888, pp. CXCII-CXCV).
34. — Un gîte de sable oligocène dans l'Hertogenwald (*Ibid.*, t. XXV, 1897-1898, pp. XXV-XXVI, XXVIII-XXIX).

35. DEWALQUE, G., Présentation d'échantillons de sable oligocène de Cokaifagne (*Ibid.*, t. XXV, 1897-1898, p. CXXX).
36. — Nouvelles observations dans la tranchée de Hockai (*Ibid.*, t. XXV, 1897-1898, pp. CXXXI-CXXXIII).
37. Eindverslag van den Dienst der Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland, 1903-1916, 664 p.
38. FLIEGEL, G., Eine angebliche alte Mündung der Maas bei Bonn. Beobachtungen über die Beziehungen der pliocänen und diluvialen Flussaufsättungen von Maas und Rhein (*Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch., Monatsber.*, vol. 59, 1907, pp. 256-266).
39. — Pliocäne Quarzschotter in der Niederrheinischen Bucht [*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, t. XXVIII, 1907 (1910), pp. 92-121].
40. FLIEGEL, G. et STOLLER, J. Jungtertiäre und altdiluviale pflanzenführende Ablagerungen im Niederrheingebiet (*Ibid.*, t. XXXI, 1910, I, pp. 227-257).
41. FLIEGEL, G. und WUNSTORF, W., Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins. I: Geologie, Berlin, 1910, pp. 215-383.
42. FLIEGEL, G., Geologische Karte vom Untergrunde der Niederrheinischen Bucht, 1/200.000^e, 1922.
43. FORIR, H., Carte géologique de Belgique à l'échelle du 40.000^e, feuille n° 183, Sautour-Surice, 1899.
44. — Quelques mots sur les dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXV, 1897-1898, pp. M. 33-39).
45. FOURMARIER, P., A propos de l'âge des sables tertiaires des environs de Liège (*Ibid.*, t. XLIII, 1919-1920, pp. B. 164-168).
46. — Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société géologique de Belgique tenue à Sourbrodt (*Ibid.*, t. XLIII, 1919-1920, pp. B. 269-300).
47. — Sur la présence de galets oolithiques dans les graviers tertiaires de Cokaifagne (Sart-lez-Spa) (*Bull. Acad. roy. de Belg.*, Cl. des Sc., 5^e série, t. IX, 1923, pp. 198-202).
48. — Observations sur l'âge des dépôts *Onx* de la carte géologique au 40.000^e, dans la région de Liège (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. LIV, 1930-1931, pp. B. 274-287).
49. — Vue d'ensemble sur la Géologie de la Belgique. Ses enseignements dans le domaine de la Géologie générale (*Ibid.*, Mém. in-4^o, 1933-1934, 200 p.).
50. — Observations nouvelles sur les dépôts tertiaires des environs de Liège (*Ibid.*, t. LVII, 1933-1934, pp. B. 178-189).
51. GIGNOUX, M., Géologie stratigraphique, 2^e éd., 709 p., Paris, 1936.
52. GREBE, H., Bericht über die geologischen Aufnahmen des Jahres 1898 (*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, t. XIX, 1898, pp. XCIX-CV).
53. — Bericht über die geologischen Aufnahmen des Jahres 1899 (*Ibid.*, t. XX, 1899, pp. XLII-L).
54. GUILLEAUME, CH., Dépôts sableux non encore décrits du haut plateau ardennais (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XLVII, 1923-1924, pp. B. 129-135).
55. HALET, F., La Géologie tertiaire de la Campine anversoise et limbourgeoise. Sur la présence à Merxplas du gravier à kiesel-

- oolithes et des sables blancs dits « de Moll » (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXX, 1920, pp. 128-133).
56. HALET, F., Observations nouvelles sur l'âge des dépôts dits amstéliens de la partie septentrionale de la Campine anversoise (*Ibid.*, t. XLIII, 1933, pp. 394-409).
 57. JONGMANS, W. J. en VAN RUMMELEN, F. H., Het voorkomen van Bruinkool en Bruinkoolformatie in Zuid-Limburg in verband met den bouw van het steenkoolgebied (*Geol. Bur. v. h. Nederl. Mijngebied te Heerlen*, Jaarverslag over 1930, pp. 29-60).
 58. JONGMANS, W. J., Pliocene flora's in Zuid-Limburg (*Ibid.*, Jaarverslag over 1930, pp. 77-79).
 59. JONGMANS, W. J. en VAN RUMMELEN, F. H., De Bodem van Zuid-Limburg, Zeist, 1937, 80 p.
 60. JUNGLUTH, F. A., Die terrassen des Rheins von Andernach bis Bonn (*Verhandl. d. Naturhist. Ver. der Preuss. Rheinl. u. Westfalens*, 73^e année, 1916, pp. 1-103).
 61. KAHMANN, W., Sedimentpetrographische Beiträge zur Gliederung des Tertiärs der südlichen niederrheinischen Bucht (*Decheniana. Ibid.*, vol. 95, A, 1937, pp. 157-206).
 62. KAISER, E., Pliocäne Quarzschotter im Rheingebiet zwischen Mosel und Niederrheinischen Bucht [*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, t. XXVIII, 1907 (1910), pp. 57-92].
 63. KLEIN, W.-C., Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société géologique de Belgique et de la Société belge de Géologie dans le Limbourg hollandais en 1912 [*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXXIX, 1911-1912 (1914), pp. B. 339-399].
 64. — Het Diluvium langs de Limburgsche Maas (*Verhandel. v. h. Geol.-Mijnb. Genootsch. v. Nederl. en Koloniën*, Geol. Serie, Deel II, 1914, pp. 1-112).
 65. KURTZ, E., Die Leitgesteine des vorpliozänen und pliozänen Flussablagerungen an der Mosel und am Sudende der Kölner Bucht (*Verhandl. Naturhist. Ver. Preuss. Rheinlande u. Westfalens*, 83^e année, 1926, pp. 97-159).
 66. — Ueber einen altpliozänen Rhein von Zabern über Weissenburg und die Pfalz nach Rheinhessen, ermittelt durch Geröllführung (*Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, t. 83, 1931, pp. 660-665).
 67. — Die Spuren einer oberoligozänen Mosel von Trier bis zur Kölner Bucht (*Ibid.*, t. 83, 1931, pp. 30-57).
 68. — Herkunft und Alter der Höhenkiese der Eifel (*Ibid.*, t. 90, 1938, pp. 133-144).
 69. Légende de la Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40.000^e (1^{re} éd. : *Bull. Soc. belge Géol.*, t. VI, 1892, pp. 217-229; 2^e éd. : *ibid.*, t. X, 1896, pp. T et R, 37-58; 3^e éd. : *ibid.*, t. XIV, 1900, pp. T et R; 4^e éd. : *Ann. Mines Belg.*, t. XIV, 1909, pp. 1635-1757).
 70. Légende générale de la Carte géologique détaillée de la Belgique (*Ann. Mines Belg.*, t. XXX, 1929, pp. 43-80).
 71. LEPPLA, A., Das Diluvium der Mosel (*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, t. XXXI, 1910, pp. 343-376).
 72. LERICHE, M., Sur l'âge des sables de Moll (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXVII, 1913, pp. 92-95).

73. LERICHE, M., Sur les éléments remaniés dans le Néogène des environs d'Anvers (*Ibid.*, t. XXXIX, 1929, pp. 166-170).
74. — Le terrain wealdien et les terrains tertiaires de l'Ardenne française. L'Ardenne pendant l'ère tertiaire (*Ibid.*, t. XXXV, 1925, pp. 68-81).
75. — Sur l'ancienne extension des sables de Berg (Rupélien inférieur) (*Ibid.*, t. XXXIX, 1929, pp. 94-98).
76. — Note à propos de la communication de M. Stevens sur les Kieseloolithes (*Ibid.*, t. LIV, 1945, pp. 45-46).
77. LOHEST, M., Alluvions anciennes de la Meuse (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XVII, 1889-1890, pp. LXXXII-LXXXV).
78. — Les dépôts tertiaires de l'Ardenne et du Condroz (*Ibid.*, t. XXIII, 1895-1896, pp. 37-59).
79. LORIE, J., Le Diluvium ancien de la Belgique et du Nord de la France (*Ibid.*, t. XLII, 1918-1919, pp. M. 221-409).
80. MACAR, P., Compte rendu de l'excursion du 24 avril 1938, consacrée à l'étude des terrasses de la Meuse entre Liège et l'Ubagsberg (Limbourg hollandais) (*Ibid.*, t. LXI, 1937-1938, pp. B. 187-217).
81. MORDZIOL, C., Die Kieseloolithe in den unterpliocänen Dinotheriensanden des Mainzer Beckens (*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, t. XXVIII, 1907, pp. 122-130).
82. — Ueber einen Zusammenhang des Pliozäns des Mainzer Beckens mit dem am Niederrhein (*Verhandl. Naturhist. Ver. f. Rheinl. u. Westfalens. Ber. über die Versamml. des Niederrhein. geol. Ver.*, 1907, pp. D. 7-12).
83. — Ueber das jüngere Tertiär und das Diluvium des rechtsrheinischen Teiles des Neuwieder Beckens (*Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.*, t. XXIX, 1908, pp. 348-428).
84. OOSTINGH, C. H., Fluviatele Afzettingen langs de Maas in België en Frankrijk (*Gedenkboek R. Schuiling*, 1925, pp. 219-236).
85. REID, C. and E. M., The pliocene floras of the Dutch-Prussian border (*Meded. Rijksosp. delfstoffen*, n° 6, 1915, 180 p.).
86. RENIER, A., Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, tenue à Eupen [*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXXV, 1925 (1928), pp. 174-249].
87. — Sur la présence de nombreux et volumineux blocs de poudingue milliaire aux sources de la Hoegne (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XLVIII, 1925-1926, pp. B. 284-299).
88. — Contribution à l'étude des dépôts postpaléozoïques du versant septentrional des Hautes-Fagnes (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. XLIII, 1933, pp. B. 237-243).
89. — Une visite à la Brach-Kopf (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. LX, 1936-1937, pp. B. 23-26).
90. RICHTER, M., Stratigraphie und Tektonik des Tertiärs am Süden der niederrheinischen Bucht (*Centralbl. f. Miner., etc.*, 1934, Abt. B, pp. 455-471).
91. RIGO, M., Étude des terrasses fluviales sur le versant Sud de l'Ardenne (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. LIX, 1935-1936, pp. M. 3-30).
92. RUCKLIN, F., Die Diluvialstratigraphie der mittleren Saar, sowie Allgemeine Bemerkungen zur Schotteranalyse (*Decheniana. Verhandl. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westfalens*, t. 91, 1935, pp. 1-98).

93. RUTOT, A., Sur l'âge des dépôts connus sous les noms de sable de Moll, d'argile de la Campine, de cailloux de quartz blanc, d'argile d'Andenne et de sable à faciès marin noté *Om* dans la légende de la Carte géologique de la Belgique au 40.000^e (*Acad. roy. Belg.*, Cl. des Sc., Mém. in-4^e, 2^e série, t. II, 1908).
94. STAINIER, X., Origine des cailloux oolithiques des couches à cailloux blancs du Bassin de la Meuse (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XIX, 1891-1892, pp. 28-29).
95. — Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. VIII, 1894, pp. M. 83-101).
96. — Les dépôts fluviatiles tertiaires de la Haute-Belgique (*Ann. Soc. scient. Brux.*, t. 56, 1936, série B, pp. 57-68 et 307-323).
97. STEVENS, CH., Le relief de la Belgique (*Mém. Inst. Géol. Univ. Louv.*, t. XII, 1938, pp. 33-429).
98. — L'âge de la pénélaine des Hautes-Fagnes et les sables du Rosier (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LIII, 1944, pp. 15-22).
99. — Le problème belge des kieseloolithes (*Ibid.*, t. LIV, 1945, pp. 52-68 et 178-184).
100. TAVERNIER, R., L'âge des argiles de la Campine (*Ibid.*, t. LI, 1942, pp. 193-209).
101. — Le Néogène de la Belgique (*Ibid.*, t. LII, 1943, pp. 7-34).
102. TESCH, P., De klei van Tegelen, een onderdeel van het Kieseloolithestufe (*Tijdschr. v. h. Koninkl. Nederl. Aardrijksk. Genootsch.*, 2^e série, t. XXVI, 1909, pp. 573-577).
103. — Over Pleistoceen en Pliocene in den Nederlandschen Bodem (*Ibid.*, 2^e série, t. XXVII, 1910, pp. 1093-1110).
104. VAN DEN BROECK, E. et RUTOT, A., Deuxième note sur la reconnaissance géologique et hydrologique des emplacements des forts de la Meuse (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. II, 1888, pp. 81-90).
105. VAN DEN BROECK, E., Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse (*Ibid.*, t. III, 1889, pp. 404-410).
106. — Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien du Brabant (*Ibid.*, t. VII, 1893, P.V., pp. 204-320).
107. VELGE, G., Les sables fossilifères de Boncelles (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXXVI, 1908-1909, pp. M. 41-44).
108. VON BUBNOFF, S., Geologie von Europa, 2^e vol., 2^e partie, Berlin, 1935.
109. WEYLAND, H., Beiträge zur Kenntniss der rheinischen Tertiär flora. I. Floren aus den Kieseloolith- und Braunkohlen-schichten der niederrheinischen Bucht (*Abhand. d. Preuss. Geol. Landesanst.*, Neue Folge, H. 161, 1934, 122 p.).
110. WILKENS, O., Geologie der Umgegend von Bonn, 273 p., Berlin, 1927.
111. WÖLK, E., Das niederrheinische Mitteloligozän und seine Stellung innerhalb des nordeuropäischen Mitteloligozäns (*Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, t. 93, 1941, pp. 80-114).
112. WORRIES, H., Verslag van een geologisch Veldonderzoek in het terrein ten Noorden van Vlodrop en ten Oosten van Herkenbosch (1940-1941), met een bijdrage van L. van Straaten (*Geol. Bur. v. h. Mijng. te Heerlen. Mededeel. Jaarversl. 1940 en 1941*, 1942, pp. 109-122).

Fulgurites de Belgique,

par EDM. DARTEVELLE, Docteur en Sciences (1).

A la suite de ma communication sur les fulgurites du Congo, M. le Dr Hasse, d'Anvers, a bien voulu m'envoyer une série d'exemplaires de la collection qu'il a récoltée avec beaucoup de patience en Campine et principalement dans les environs de Moll et Lommel. C'est dans cette dernière localité que M. le Prof^r Hacquaert avait recueilli une fulgurite dont il a signalé la présence pour la première fois en Belgique (2).

Cette série, qui comprend plus d'une cinquantaine de pièces, est très variée. Elle comprend des fragments de petites dimensions, dont le plus grand n'a guère que 72 mm de long; la plupart ne dépassent guère 30 à 40 mm, avec un diamètre de 3 à 4 mm; certains exemplaires n'atteignent que 10 mm. Parmi ces tubulations on peut reconnaître, au point de vue morphologique, plusieurs des types que Lacroix a distingués dans sa classification systématique des fulgurites du Sahara (3).

La majorité des fragments récoltés à Moll appartiennent au même type que l'exemplaire précédemment trouvé à Lommel. Ce sont des tubes, à surface polie, de translucidité variable, soit simplement vitreux, soit plus ou moins pigmentés. Selon une observation du Dr Hasse, la pigmentation varierait suivant que les exemplaires qui la présentent auraient été trouvés dans des couches sableuses plus ou moins proches de la tourbe. Elle résulterait donc de la réduction des impuretés contenues dans le sable.

Les tubulations recueillies jusqu'ici proviennent de fragments qui, mis en relief par l'érosion ou l'action du vent, se sont brisés, soit à cause de leur extrême fragilité, soit pour toute autre raison. Ils ont été alors roulés dans le sable. Suivant le degré de cette usure, les tubes sont plus ou moins amincis. Certains présentent encore des traces d'excroissances. D'autres sont devenus tout à fait lisses.

(1) Cette note fait suite à une communication de l'auteur, présentée à la séance du 21 janvier 1941.

(2) HACQUAERT, A., Een fulgurië uit de Limburgsche Kempen (*Natuurw. Tijdschr.* [21], n° 1, pp. 3-6, 1939).

(3) LACROIX, A., Les fulgurites du Sahara (*C. R. Acad. des Sc. coloniales*, XXV, 1936, p. 6).

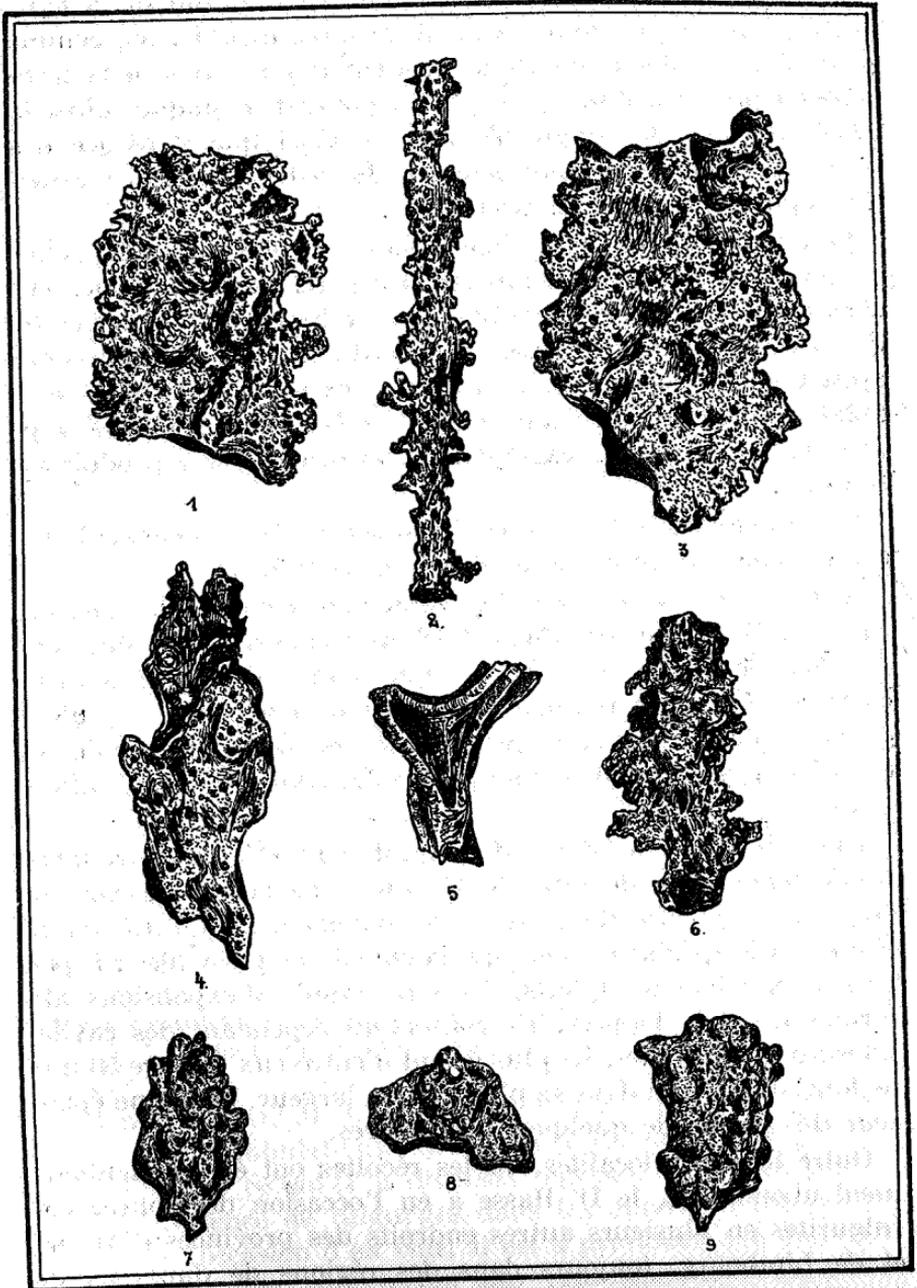


FIG. I.

1, 2, 3 : Fulgurites de Lommel (coll. G. Hasse, Anvers). — 4, 5 : Fulgurites de Moll (coll. G. Hasse, Anvers). — 6 : Fulgurite d'Overpelt (coll. G. Hasse, Anvers). — 8, 9, 10 : Fulgurites d'Hofstede (coll. de Bray).

Il est évident que, les facteurs d'érosion continuant à agir, les fulgurites retourneront à l'état de sable meuble. Ici, comme dans d'autres domaines de la géodynamique, nous nous trouvons en présence d'un cycle (4). On pourrait expliquer ainsi la rareté relative des fulgurites fossiles ainsi que l'absence des fulgurites dans les dunes mobiles du Sahara, absence caractéristique qu'a notée M. Lacroix (5).

La plupart de ces tubulations polies sont plus ou moins cylindriques, sans être très régulières. Un petit anévrisme s'observe chez l'une d'elles, chez d'autres des coudes ou des changements de direction. Quelques-unes sont tordues. Un certain nombre appartiennent cependant à un type assez particulier. Elles sont aplaties au centre, au point que les bords ne sont repliés et rapprochés. L'un de ces exemplaires, bifurqué, est reproduit en figure 5.

Les quelques autres tubes récoltés à Moll montrent des excroissances plus ou moins développées (fig. 6).

A part un exemplaire, les fulgurites récoltées à Lommel (fig. 1, 2, 3) ne sont pas usées. Certaines montrent des côtes longitudinales discontinues et presque toutes des excroissances dites coralliformes relativement assez développées, se prolongeant même en ailes chez quelques spécimens. Dans une de ces excroissances on remarque un petit galet enrobé dans la matière vitreuse.

Une tubulation de 38 mm de long, de 3 mm de diamètre montre un anévrisme de plus de 15 mm. Une autre présente un étranglement coïncidant avec un changement de direction. Enfin, trois spécimens sont spécialement remarquables : à peu près complètement aplatés, ils sont munis d'expansions aliformes très développées. Ils conservent cependant des cavités internes discontinues. Le plus grand d'entre eux mesure 50 mm de long sur 40 mm dans sa plus grande largeur, pour une épaisseur des parois de quelques millimètres.

Outre les deux localités, où les récoltes ont été particulièrement abondantes, le Dr Hasse a eu l'occasion de trouver des fulgurites en plusieurs autres endroits des provinces d'Anvers et de Limbourg, toujours dans des régions de dunes ou de

(4) La modification minéralogique étant négligeable dans la masse du sable.

(5) LACROIX, A., Les fulgurites du Sahara (*C. R. Acad. des Sc. coloniales*, XXV, 1936, p. 3).

plaines sableuses, endroits réunissant donc des conditions favorables à leur formation et à leur découverte.

La carte ci-jointe indique la répartition géographique de ces gisements. Ce sont, dans la province d'Anvers : Kalmpthout (« Kalmpthoutsche heide »), Brasschaet (« Ankerhof »), Baelen (Nèthe et fabriques), Moll; dans la province du Limbourg: outre Lommel, Overpelt (fig. 6), Beverloo (environs de la commune, du camp, « Heuvel Heide »)...

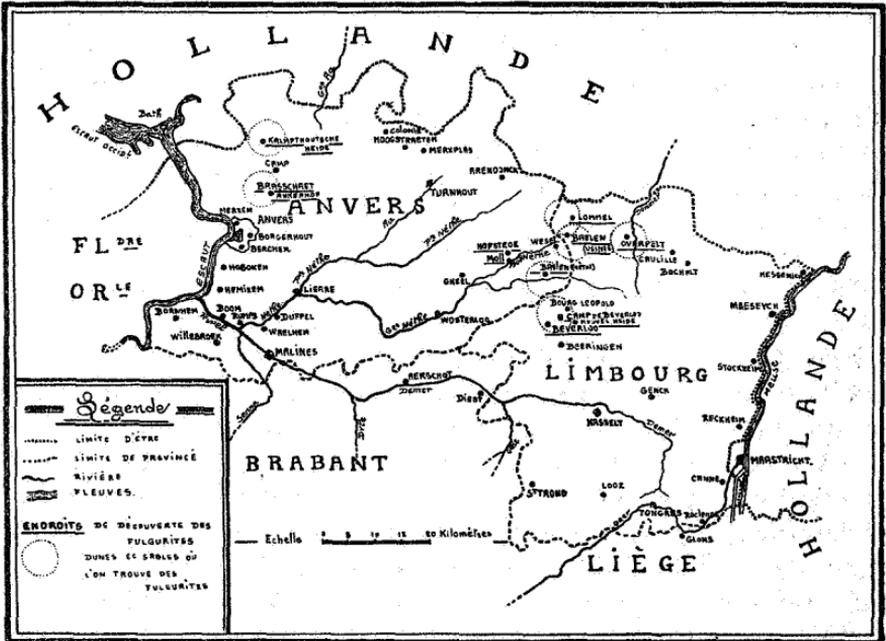


FIG. II.

Groquis montrant la répartition des endroits de découverte de Fulgarites dans les provinces d'Anvers et du Limbourg.

Mon assistant, M. C. de Bray, m'a également soumis quelques petites tubulations recueillies à Hofstede, près de Moll.

Enfin, j'ai recueilli, à diverses reprises, des renseignements sur la présence de fulgurites dans les dunes du littoral, sans avoir eu l'occasion d'en voir. Il est à présumer que des recherches ultérieures apporteront des renseignements supplémentaires à ce sujet et permettront d'allonger la liste actuelle des gisements de fulgurites connus en Belgique.