

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE  
BRUXELLES  
TOME XLI — ANNÉE 1931

---

SÉANCE MENSUELLE DU 20 JANVIER 1931

*Présidence de M. F. HALET, président.*

Le procès-verbal de la séance du 16 décembre 1930 est lu et adopté.

Le Président annonce que, pour des raisons de force majeure, l'Assemblée générale ordinaire, qui devait avoir lieu aujourd'hui, est reportée au 17 février 1931.

Le Président proclame membres effectifs :

MM. VALÈRE BILLIET, docteur en sciences, à Gand, présenté par MM. A. Schoep et V. Van Straelen;

LÉOPOLD L.-J. PIRON, professeur aux Établissements d'Éducation de l'État, à Saint-Hubert, présenté par MM. F. Halet et F. Corin.

**Dons et envois reçus :**

1° De la part des auteurs :

8356 *Corin, F.* Sur la présence d'un galet de schiste tacheté à Chiasolite dans le Poudingue d'Ombret. Louvain, 1930, extr. in-8° de 2 pages et 1 figure.

8357 *Corin, F.* Découverte d'or dans les alluvions de l'Amblève, à Martinrive. Liège, 1930, extr. in-8° de 2 pages et 1 figure.

8358 *Crema, C.* La Bauxite in Terra d'Otranto. Roma, 1928, extr. in-16 de 7 pages.

8359 *Crema, C.* Sulle condizioni di stabilità dell' abitato di rapolla (basilicata). Roma, 1928, extr. in-8° de 8 pages et 4 figures.

- 8360 *Crema, C.* Le trivellazioni dei dintorni di Tobruch. Roma, 1928, extr. in-8° de 7 pages et 1 figure.
- 8361 *Crema, C.* Nuove zone bauxitiche in Terra d'Otranto. Roma, 1929, extr. in-8° de 7 pages et 1 figure.
- 8362 *Crema, C.* Sezioni geologiche nella conca del fucino e nell' alto bacino del Liri. Roma, 1929, extr. in-8° de 6 pages et 3 figures.
- 8363 *Crema, C.* La bauxite nel promontorio del Gargano. Roma, 1930, extr. in-8° de 8 pages et 1 figure.
- 8364 *Crema, C.* Di una singolarità morfologica dei tavolati calcarei nei paesi a clima arido. Napoli, 1930, extr. in-8° de 4 pages et 4 planches.
- 8365 *Crema, C.* Singolare utilizzazione di affioramenti bauxitici in Terra d'Otranto. ?, 1930, extr. in-8° de 2 pages et 1 figure.
- 8366 *Crema, C.* e *Santovito, P.* Le frane di Lauria superiore, Provincia di Potenza. Roma, 1930, extr. in-8° de 14 pages, 2 planches et 2 figures.
- 8367 *Lacroix, A.* Notice historique sur François-Sulpice Beudant et Alfred Des Cloizeaux. Paris, 1930, extr. in-4° de 101 pages et 2 photos.
- 8368 *Petit, V.* L'eau souterraine. Recherche, captage par sondages. Bruxelles, 1930, vol. in-8° de 130 pages et 65 figures.
- 8369 *Schellinck, F.* Sur la découverte d'une faille de charriage dans le Dévonien de la région de Fosses. Liège, 1930, extr. in-8° de 12 pages et 2 figures.
- 8371 ... Republica Argentina. Ministerio de Agricultura. Direccion general de Minas, Geologia e Hidrologia. Mapa hipsometrico de la Republica Argentina y Regiones limitrofes. Escala : 1/2.000.000 (6 feuilles). Buenos-Ayres, 1930.
- 8372 *Hacquaert, A.-L.* De Geologie van het Kwartair. Gand, 1931, extr. in-8° de 23 pages, 12 figures et 1 planche.
- 2° Périodiques nouveaux :
- 8370 *Bruxelles. Ministère des Colonies.* Annales du Service des Mines. Comité Spécial du Katanga, t. I, 1930.
- 8373 *Budapest.* Hidrologiai Közlöny (Zeitschrift für Hydrologie). 1929, Bd IX.

## Communications des membres :

### Sur la présence d'achroïte (tourmaline incolore) dans l'hématite de la série de Moashia (Katanga),

par ALFRED SCHOEP.

L'association de l'hématite avec l'achroïte me paraît être bien peu commune; comme telle il vaut la peine de la signaler. Le D<sup>r</sup> L.-J. Spencer, conservateur au British Museum, m'écrit qu'il ne la connaît pas, et que la collection du musée ne possède rien de semblable. Le D<sup>r</sup> V. Zsyvni, du Magyar Nemzety Múzeum, m'écrit la même chose. Je pense qu'on peut en conclure que cette association minéralogique est une rareté. Mais la présence de l'achroïte dans l'hématite me paraît, de plus, intéressante parce qu'elle pose certains problèmes : en premier lieu, celui de l'origine de l'achroïte; ensuite celui de l'association même : s'agit-il d'une paragenèse ?

Je dirai d'abord un mot de l'hématite du Katanga.

*Hématite du Katanga.* — On connaît beaucoup de gisements de ce minéral au Congo; mais il semble que ce soit surtout au Katanga qu'il est abondant. L'hématite, dont il est question dans cette note, provient de Tshinsenda, près de Kasumbalesa, à peu près à mi-chemin entre Sakania et Elisabethville, le long de la voie ferrée. L'hématite y est exploitée par l'Union Minière; elle sert de fondant dans le traitement du minerai de cuivre.

J'ai eu l'occasion de visiter ce gîte en 1912 et j'y ai reconnu les différents types minéralogiques suivants :

Hématite massive cristalline très pure;

Hématite quartzreuse;

Hématite massive enrobant de nombreux octaèdres de martite (pseudomorphose d'hématite d'après magnétite);

Hématite micacée avec cristaux de quartz provenant de veines.

Au nombre de ces différents types, dont de bons spécimens font partie des collections de l'École des Mines de Mons, se trouve un échantillon curieux : il est constitué par une masse compacte ferrugineuse, à grain très fin, empâtant de nombreux

cristaux d'achroïte qui atteignent souvent 10 millimètres de longueur sur une épaisseur moyenne de 1 millimètre. La pâte ferrugineuse n'est pas minéralogiquement homogène, mais il n'est pas douteux qu'elle le fut. L'échantillon en question n'est pas autre chose qu'un morceau d'hématite en voie de transformation en limonite-goethite; il provient, en effet, d'un banc affleurant à la surface du sol. La couleur de la poussière de cette masse ferrugineuse montre bien son peu d'homogénéité :



FIG. 1.

elle est rouge par places; ailleurs elle est brune. Sa densité est de 3,56; sa teneur en eau est de 11,22 %. L'examen d'une section polie ne révèle rien de particulier.

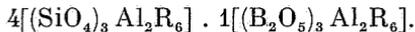
Dans cette masse ferrugineuse se trouvent des agglomérats de cristaux d'achroïte occupant environ 25 % du volume de l'échantillon; de ces agglomérats partent en tous sens des cristaux isolés idiomorphes, comme le montre la figure 1 : la partie marquée T est de l'achroïte; la partie noire est la masse ferrugineuse. Les cristaux d'achroïte doivent avoir subi une compression intense, car ils ont laissé dans la pâte une empreinte très fine dont la dureté est bien supérieure à celle du mélange hématite-limonite; on voit en outre qu'ils sont cassés en plusieurs endroits, transversalement au prisme.

Au point de vue stratigraphique, l'hématite de Tshinsenda

et de Kasumbalesa se trouve dans l'horizon ferrugineux de la base du système de Moashia, donc en dessous du grand conglomérat (Tillite du Katanga); cet horizon ferrugineux a généralement pour toit des schistes noirs pyritifères, et pour mur des bancs de dolomies et de calcaires. M. Robert les considère comme d'origine sédimentaire; c'est aussi l'avis de H.-J. Schuiling <sup>(1)</sup>.

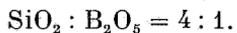
*Achroïte du Katanga.* — Les minéralogistes distinguent quelques variétés de tourmalines d'après la couleur de leurs cristaux. La rubellite est rouge carmin; la sibérite et l'apryrite sont roses; l'indigolite est bleue; la dravite est vert foncé ou brun foncé; la schorlite est noire; les tourmalines incolores sont appelées achroïtes. Cette différence de couleur des cristaux est due à la composition chimique. Ce serait néanmoins une erreur de croire qu'une couleur déterminée est toujours en rapport avec la même composition chimique; dans la plupart des cas, la couleur est néanmoins une indication.

Les tourmalines forment, comme on sait, une série homéomorphe et syncristallisable, dont la formule chimique peut s'écrire



Ce qui varie dans cette formule c'est R, qui peut être H, Li, Na, Fe'', Mg.

Ainsi, par exemple, dans les achroïtes, R est, en grande partie, du Mg. Dans la schorlite, R est surtout du Fe''. Dans certaines tourmalines on trouve aussi du Fl, dans d'autres du Ti, quelquefois du Cr. La composition chimique est certainement complexe; une chose est constante, c'est le rapport



On conçoit qu'avec des compositions chimiques si variables il faille s'attendre à peu de constance dans les propriétés physiques.

La densité varie de 2,9 à 3,25. Les schorlites sont les plus denses; les rubellites ont la densité la plus faible.

---

<sup>(1)</sup> N. H. VAN DOORNINCK, *De Lufilische Plooiing*. 's Gravenhage, 1928, p. 61.

Les indices de réfraction aussi sont très variables; on en jugera par le petit tableau ci-dessous :

<i>Couleur de la tourmaline.</i>	<i>Provenance.</i>	<i>Indices de réfraction.</i>		<i>Poids spécifique.</i>
		$\omega$	$\varepsilon$	
Rose pâle.	Ile d'Elbe.	1,651	1,630	3,05
Rouge.	Californie.	1,647	1,628	3,04
Vert pâle.	Californie.	1,646	1,628	3,04
Brun clair.	Ceylan.	1,640	1,621	3,06
Jaune brun.	Macomb.	1,634	1,614	3,06
Noir brun.	Sonjo.	1,645	1,619	3,05
Brun foncé.	Ceylan.	1,675	1,641	3,14
Noir.	Syssert.	1,651	1,628	3,12
Noir.	Andreasberg.	1,676	1,643	3,25

Les tourmalines que l'on a signalées au Congo sont des schorlites; la rubellite n'a été trouvée qu'une seule fois, en cristaux microscopiques, avec l'albite, empâtée dans une masse brun jaunâtre, celluleuse, paraissant être un produit d'altération d'une roche magmatique (1).

J'ai moi-même attiré déjà plusieurs fois l'attention sur l'achroïte qui se trouve dans plusieurs roches carbonatées du haut Katanga (2); je n'ai jamais trouvé l'achroïte qu'en cristaux microscopiques, et dans des roches en général riches en magnésium; une telle association n'a rien qui doive nous étonner.

*Achroïte de Tshinsenda.* — Cette achroïte est remarquable par la dimension des cristaux et par l'abondance de ceux-ci. Afin de pouvoir les étudier il a fallu les extraire du minerai de fer, en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique; cette dissolution se fait très facilement si l'on a soin de choisir les mor-

(1) H. BUTTGENBACH, *Minéralogie du Congo belge*. Bruxelles, 1925, p. 142.

(2) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXVII, 1927, p. 51, et t. XXXVIII, 1929, p. 92.

ceaux transformés en limonite. On obtient ainsi un résidu formé exclusivement de cristaux d'achroïte; presque tous sont brisés, mais leurs faces sont brillantes, et les signaux qu'elles donnent au goniomètre sont bons. L'identification des formes cristallines se fait donc sans difficulté. Dans la zone du prisme la forme dominante est  $m \{10\bar{1}0\}$ , dont les arêtes sont biseautées par les faces beaucoup plus étroites de  $a \{11\bar{2}0\}$ . En dehors de ces prismes communs de la tourmaline, on en trouve d'autres sur ces cristaux dont les indices sont plus élevés; ce sont  $\{21\bar{3}0\}$  et  $\{52\bar{7}0\}$ . Les pyramides tri-

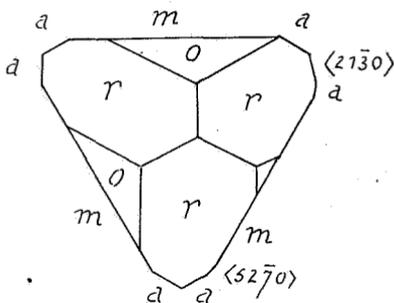


FIG. 2.

gonales sont invariablement pour tous ces cristaux :  $r \{10\bar{1}1\}$  et  $o \{02\bar{2}1\}$ . La pyramide  $r \{10\bar{1}1\}$  est la plus développée. La figure 2 représente un de ces cristaux projetés sur  $c \{0001\}$ .

Lorsque ces cristaux sont entassés, ils ont une couleur mal définissable, tenant du vert sale très pâle; quelques-uns, mais ils sont rares, sont brun clair à une de leurs extrémités. Pour juger de leur vraie couleur il faut examiner ces cristaux par transparence au microscope; on constate alors qu'ils sont incolores et que leur aspect verdâtre est dû à ce que, dans les cassures, il y a une substance verte que je n'ai pu déterminer.

Leurs indices de réfraction sont

$$\omega = 1,620.$$

$$\varepsilon = 1,638.$$

Leur densité est de 3,04.

Leur couleur, leur densité, leurs indices de réfraction sont caractéristiques de l'achroïte. Je n'y ai décelé ni fer ni lithium.

J'ajouterai que cet habitus et ces constantes physiques sont aussi caractéristiques pour les achroïtes des roches carbonatées du haut Katanga.

*Origine de l'achroïte de Tshinsenda.* — L'origine de toutes les tourmalines est toujours en rapport avec la mise en place d'une roche magmatique; le minéral se forme soit pendant la phase pneumatolytique, soit pendant la phase hydrothermale, dans le magma même, ou à une certaine distance de celui-ci. Cette distance peut, dans certains cas, être assez grande; les tourmalines formées loin du magma sont de dimensions souvent microscopiques, et l'on conçoit qu'elles soient de moins en moins nombreuses à mesure que l'on s'écarte de la roche à qui elles doivent l'existence.

Or, Tshinsenda est à peine à 5 kilomètres au Sud du massif granitique de Kasumbalesa et à autant de kilomètres au Nord d'un massif granitique s'étendant en Rhodésie dans la concession cuprifère de N'Kana. Les géologues anglais y distinguent un granite gris et un granite rouge; la minéralisation dans la concession de N'Kana est attribuée par eux au granite gris. On nous a dit jusqu'à présent bien peu de chose de ces granites au Katanga. Il paraîtrait cependant qu'un granite semblable est intrusif dans la série des Mines; il y aurait donné lieu à la formation de tourmaline et de disthène dans les schistes dolomitiques <sup>(1)</sup>. D'après Studt <sup>(2)</sup>, un granite, à Tshinsenda, est postérieur aux couches de Moashia. La chose mériterait d'être examinée de plus près. Mais en tous cas la présence d'achroïte dans l'hématite est, dès à présent, à notre avis, la preuve que les couches de Moashia ont été injectées par une roche magmatique.

L'examen d'une carte géologique de ces pays donne l'impression que la *cuvette orientale du haut Katanga* a pour substratum un batholite magmatique dont on voit à Kasumbalesa l'affleurement le plus septentrional par rapport aux affleurements rhodésiens. S'il en est ainsi, on est en droit de se demander si l'aire de diffusion de l'achroïte ne constitue pas la zone tout à fait extérieure d'une auréole métamorphique d'un seul batholite, lequel au Katanga aurait été moins dénudé qu'en

---

<sup>(1)</sup> ALAN M. BATEMAN, The Ores of the Northern Rhodesia Copper Belt. (*Economic Geology*, 1930, n° 4, p. 373.)

<sup>(2)</sup> *Annales du Musée du Congo belge*, 1908, t. I, série II.

Rhodésie. Toutes les achroïtes du Katanga auraient la même origine; celles de Tshinsenda ne seraient plus grandes et plus abondantes que parce qu'elles se sont formées plus près du magma.

*Association Hématite-Achroïte.* — Cette association, je l'ai dit, est certainement rare; elle est inattendue du point de vue chimique. Les échantillons étudiés ne permettent, en toute rigueur, que de faire une constatation : l'achroïte se trouve en cristaux idiomorphes dans l'hématite. Si l'on cherche à se rendre compte de la manière dont les choses ont pu se passer, on se heurte à de sérieuses difficultés; car, étant donnée la température relativement élevée à laquelle se forme la tourmaline, il est inconcevable qu'elle n'ait pas réagi <sup>(1)</sup> avec la masse de fer qui l'entourait. Cela me paraît en effet inexplicable, et il faut chercher une autre interprétation; celle-ci nous semble plus admissible : les cristaux d'achroïte ont cristallisé dans un autre milieu que celui où on les voit à présent; sur la nature de ce milieu les échantillons ne fournissent aucune indication; mais il n'est pas impossible que ce fut une roche carbonatée; l'hématite aurait ensuite épigénisé cette roche, de sorte que ce minéral serait secondaire par rapport à la tourmaline.

Cette manière de voir met en question l'origine des couches d'hématite de la série de Moashia, considérées, je l'ai dit, comme sédimentaires. Je me propose d'y revenir à la lumière fournie par l'étude minéralogique de différents types de cette hématite.

---

(1) Il n'est pas question ici de réaction *à sec* entre ces deux minéraux, mais bien en présence de vapeurs issues du magma.

---

## Le Montien et le Heersien du Hainaut, de la Campine et de la Hollande,

par X. STAINIER.

Lorsqu'on a voulu tracer la limite de premier ordre entre le Secondaire et le Tertiaire, on l'a tracée à la base du Landénien. Ce choix était des plus judicieux et amplement justifié par la grande transgression marine qui, sur de vastes étendues, souligne la base de cet étage. De plus il y avait là un hiatus énorme, dans l'Europe occidentale, marqué par un changement profond dans la nature des sédiments et dans leur faune.

Mais on sait ce que valent nos limites dans la série des formations sédimentaires. Nettes et bien justifiées, sur des étendues plus ou moins grandes, elles sont indiscernables ailleurs et remplacées par des transitions diverses. Il s'avère de plus en plus qu'en Europe, la Belgique offre un de ces cas exceptionnels où l'hiatus du Secondaire au Tertiaire tend continuellement à se combler par la découverte de formations intermédiaires. Le sol semble avoir été là, à cette époque, exceptionnellement instable, sujet à des soulèvements ou à des affaissements répétés, avant que la mer se décidât à envahir carrément une grande partie de l'Europe occidentale. De ces mouvements en sens divers il est résulté d'abord une diversité dans la localisation des sédiments et surtout des érosions continues des dépôts précédents. Ce n'est donc que par places, parfois en des points très limités, que les formations de cette période transitoire ont échappé à la destruction et, dans la région qui nous occupe, les découvertes de termes nouveaux se succèdent, comblant de plus en plus l'hiatus entre le Tertiaire et le Secondaire.

La première découverte remonte à A. Dumont lorsqu'il distingua l'étage heersien, dont les affinités lithologiques avec le Crétacique étaient si manifestes qu'il rattacha son nouvel étage au Crétacique. L'étude de la faune heersienne montra bientôt que c'est au Landénien qu'on devait le réunir, quoique son extension géographique et d'autres faits encore l'en séparent. La mémorable découverte de l'étage montien, en 1865, par Briart

et F.-L. Cornet, est venue ajouter un terme remarquable à la zone de transition. Par après, nos connaissances sur le Montien se sont enrichies grâce aux recherches de plusieurs auteurs qui ont montré la complexité du nouvel étage, sa division en trois assises montrant un passage graduel des conditions purement marines au régime entièrement continental. Puis des explorations profondes, dues presque toujours à la recherche de la houille, nous ont montré l'extension de ces étages intermédiaires, dans le Hainaut, en Campine et dans le Sud-Est de la Hollande.

La mise en valeur des gisements houillers découverts nous a valu de précieux matériaux paléontologiques dont la mise en œuvre, par feu E. Vincent, semble, comme j'espère pouvoir le montrer, nous permettre d'allonger encore la série des termes de transition, quoique cet auteur, par des vues extrêmement étroites, arrive à des conclusions différentes.

Le grand intérêt général de la question, la somme de matériaux nouveaux accumulés nous ont semblé justifier un travail d'ensemble. Pour cela il faut, non point se contenter d'examiner ce qui se passe dans deux points nouveaux, si intéressants soient-ils, mais il faut, par une étude critique des matériaux que nous offrent les trois régions qui nous intéressent, essayer de débrouiller toute la série des formations de passage du Secondaire au Tertiaire, puisque c'est là que les problèmes ont le plus de chance de trouver une solution.

### § 1. — RÉGION DU HAINAUT.

Quand on examine les coupes des divers points où ont été rencontrés les étages intermédiaires, un fait saute aux yeux : c'est l'extrême variation des coupes parfois en des points fort rapprochés. Les preuves d'affaissements, de soulèvements, d'émersions abondent, avec les transgressions, les régressions et les lacunes que ces phénomènes impliquent. C'est la conséquence d'une histoire géologique compliquée. Nous n'en ferons pas l'exposé et nous nous contenterons de parler des faits qui intéressent notre sujet, celui-ci étant de reconstituer la série des termes de l'échelle stratigraphique qui se sont déposés entre le sommet du Maestrichtien et la base du Landénien inférieur, deux niveaux faciles à repérer et à distinguer.

Pour cela nous résumerons d'abord cette échelle stratigraphique telle que nous la connaissons aujourd'hui, en allant de haut en bas, en partant du Landénien inférieur qui s'étend en

transgression à peu près sur tous les terrains plus anciens que lui, dans le Hainaut.

Aussi sa base est-elle accompagnée partout d'un conglomérat ou cailloutis de matériaux durs empruntés parfois aux étages les plus divers.

HEERSIEN. — Au fur et à mesure que des gisements nouveaux ont été découverts et surtout par l'apport de sondages fournissant de bons échantillons, la ressemblance de cet âge avec son contemporain du Limbourg s'est accentuée. Comme lui il montre, rarement, au sommet, un niveau sableux glauconifère, reposant sur des marnes grisâtres ou blanchâtres, lesquelles, à leur tour, passent à une formation sableuse très glauconifère, très grossière, très riche en matériaux exotiques roulés ou non, qui, vers le bas, se réunissent en un cailloutis de base visible dans toutes les bonnes coupes. La faune exclusivement marine, qui n'avait guère livré que des Rhizopodes, s'est enrichie récemment de matériaux qui ont permis à M. Marlière (1) de reconnaître son âge landénien (thanétien) comme celui du Heersien du Limbourg.

MONTIEN. — Cet étage montre, quand on reconstitue sa série complète, trois assises : la première, partout continentale, se présente sous deux facies régionaux. Le facies oriental est constitué surtout par des calcaires blanchâtres ou grisâtres souvent ligniteux avec Physes et oogones de *Chara*. Le facies occidental est constitué par des argiles hariolées ou noires avec couches de lignites. La présence de Physes et de *Chara*, ainsi que la position stratigraphique, confirment le synchronisme de ces deux facies, déjà proposé par A. Dumont et qui constitue, pour notre thèse, un fait important.

La deuxième assise, le calcaire grossier de Mons, passant au tuffeau localement, a une faune extrêmement riche et intéressante, marine, mais dans laquelle la présence de nombreuses espèces continentales ou saumâtres décèle le caractère de faune de transition.

Enfin la troisième assise, celle du tuffeau de Ciplly, à faune complètement marine, où nous voyons ainsi le premier stade de la transformation géographique qui allait émerger des sédiments des mers crétaciques.

L'évolution faunique parallèle à celle des caractères lithologiques rattache ainsi le Montien au Crétacique, dont il termine la sédimentation cyclique et la transformation géographique.

Chacune de ces assises, même sans qu'il y ait lacune, peut posséder son cailloutis de base.

Ceci dit, voici les nombreux types de successions de couches que l'on peut observer dans les deux régions, celle de Mons et celle de Boussu, où ces deux étages sont connus.

**MONS ET ENVIRONS : 1<sup>re</sup> succession.** — La plus complète : Le Heersien et le Montien, au complet, sont représentés. D'après J. Cornet le fait n'a encore été reconnu qu'aux sondages suivants (2) : dépôt des chemins de fer vicinaux dont la coupe est inédite; moulin du Pont-canal; canal du Centre. Dans ce cas l'épaisseur du Heersien est faible.

**2<sup>e</sup> succession.** — Le Heersien surmonte du Montien réduit dépourvu de son assise supérieure. Dans ce cas le Heersien est tantôt épais, comme à la brasserie Paulet à Mons (3), tantôt mince, comme à l'École des Mines de Mons (4) ou à l'usine à gaz de Mons (4), aux deux sondages récents de Hyon (13-14).

**3<sup>e</sup> succession.** — Le Heersien repose sur du Montien dont l'assise inférieure fait défaut. C'est le cas en aval de Mons, au sondage Léon Gravez (11) et à celui du charbonnage des Produits entre Jemappes et Ghlin, en 1914 (12).

**4<sup>e</sup> succession.** — Le Heersien faisant défaut, le Landénien repose sur l'assise supérieure du Montien comme au sondage de la caserne de cavalerie à Mons (5-6) et au sondage de la prison de Mons (6). Au sondage Lebreton (6).

**5<sup>e</sup> succession.** — Le Landénien repose sur l'assise moyenne du Montien. C'est ce que montrait le célèbre puits Goffint à Mons (7).

**6<sup>e</sup> succession.** — Le Landénien repose sur l'assise inférieure du Montien.

*Exemple :* Le puits Coppée à Mons (7). Le sondage de l'asile d'aliénés (8). Au hameau de Troubiot à Cuesmes (2). A la brasserie Caulier à Mons (2).

**7<sup>e</sup> succession.** — Le Heersien et l'assise moyenne du Montien manquent. C'est ce qui me paraît résulter de la coupe (8) du sondage de la cité ouvrière de l'arsenal de Cuesmes. Le Montien supérieur semble y présenter un facies se rapprochant de celui qu'il présentera à Élouges (voir plus loin).

**8<sup>e</sup> succession.** — Le Landénien de plus en plus transgressif repose directement, en s'écartant de plus en plus des points que nous venons de citer, d'abord sur le Maestrichtien, puis sur les

diverses divisions du Crétacique; puis, débordant le bassin crétacique, il s'étend sur tout le Primaire.

RÉGION DE BOUSSU-SAINT-GHISLAIN. — Les étages heersien et montien existent aussi de ce côté, mais en massifs moins bien connus et probablement beaucoup plus limités et plus sporadiques. On y remarque aussi, mais moins nombreuses, les successions décrites plus haut. Nous parlerons des points les mieux connus.

La tranchée de Hainin, connue depuis longtemps, a vu sa structure bien élucidée par A. Rutot (10). La craie sénonienne y est surmontée de l'assise moyenne du Montien bien caractérisée, surmontée de l'assise supérieure d'eau douce avec facies particulier. On y voit des argiles noires avec couche de lignite, dont la faune et la flore, comme nous le disions plus haut, indiquent l'âge montien supérieur. Entre ce Montien supérieur et la base du Landénien s'intercale un sable blanc avec cailloutis de base qui pourrait représenter un facies d'altération du Heersien. L'absence de fossiles et l'altération probable des caractères lithologiques interdisent d'émettre une opinion formelle sur cette intéressante formation intermédiaire.

La coupe du sondage n° 7 du charbonnage d'Hautrage n'a pas été publiée, que je sache. Les calcaires heersiens y reposeraient sur une assise inférieure épaisse, de sable glauconifère, comme dans le Limbourg (15). Dans la région méridionale de ce charbonnage le Montien supérieur semble exister aux sondages 1bis et 2 (1874-1876). Il y serait très épais et formé de calcaires et de marnes ligniteuses (6). Au premier sondage il repose sur le Sénonien, au second sur le Maestrichtien.

Au puits du charbonnage d'Hautrage c'est l'assise moyenne du Montien très réduite qui existe entre le Landénien et le sommet du Sénonien (craie de Ciplly) (16). Au sondage Cambessedès n° 1, ou des Herbières, du même charbonnage, c'est sur le Maestrichtien que le Montien moyen très mince repose (17). La même succession a aussi été reconnue au sondage n° 3 du charbonnage du Grand-Hornu (1857-1858) (8).

Au chemin creux de la Taule, à Élouges, on voit, entre le Sénonien et le Landénien (10) du Montien supérieur d'eau douce représenté par des argiles noires et des argiles sableuses avec plaquettes ferrugineuses.

A proximité de ce point j'ai observé, au sondage des charbonnages Unis-Ouest de Mons à Élouges (coupe inédite), en

1921, entre le tuffeau landénien, à 16<sup>m</sup>30, et la craie sénonienne, à 19<sup>m</sup>10, du Montien supérieur composé comme suit: d'abord des argiles grossières bistres avec des amas d'argile grise se polissant dans la coupure et marbrée de vert et de rouge. Ces argiles grises étaient identiques aux argiles montiennes de la Campine, comme aspect lithologique. Au-dessous venait de l'argile gris verdâtre avec nids sableux et amas de la même argile grise. Rares grains de glauconie. Puis de l'argile blanc verdâtre marbrée de gris et de jaune. Enfin, à la base, 0<sup>m</sup>10 d'argile vert bleuâtre avec petits cailloux roulés de silex noir.

Enfin dans la région de Boussu, d'Hornu, de Quaregnon et de Jemmapes le Landénien recouvre directement le Maestrichtien, et en dehors de ces points cités il s'étend en transgression sur toutes les formations plus anciennes.

## § 2. — CAMPINE LIMBOURGEOISE.

Comme c'est là que les faits nouveaux les plus intéressants ont été découverts, nous les examinerons de plus près.

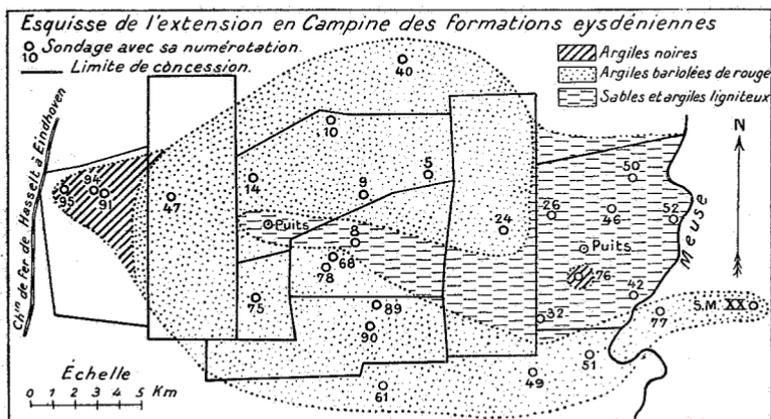
HEERSIEN. — Je ne rappellerai pas les travaux nombreux auxquels cet étage a donné lieu depuis sa création par A. Dumont, dans la région où il est de loin le plus répandu et le mieux développé. Les sondages d'étude du bassin houiller, depuis qu'ils livrent d'excellents échantillons en carottes non remaniées, même dans les sables, ont montré que le Heersien, en profondeur, conserve l'aspect qu'on lui connaît aux affleurements. Mais il est moins complexe car il ne comprend que deux termes : la marne supérieure, marne de Gelin-den, et les sables inférieurs avec gravier de base, les sables d'Orp-le-Grand. De plus aucune ligne de démarcation nette ni aucun gravier ne le séparent du Landénien. Dans la récente légende de la Carte géologique de Belgique (1929) l'étage heersien a été supprimé comme tel et rattaché au Landénien inférieur, dont il constitue le terme inférieur. Pour ma part je regrette cette décision; mais ce n'est pas ici le moment de discuter cette question.

INFRAHEERSIEN. — Dans des coupes de sondages <sup>(1)</sup> pratiqués dans le Sud-Ouest du Limbourg, Cogels et Van Ertborn (27-28) ont maintes fois signalé la présence, entre le Heersien et le Crétacique, de formations qu'ils appelaient infraheersiennes.

(1) Zeelhem, Vliermael-Rode, Looz, Gors-op-Leeuw.

C'étaient des marnes blanchâtres reposant sur des sables verdâtres. Malheureusement on n'y a jamais rencontré de fossiles et l'on est mal renseigné sur la valeur des échantillons sur lesquels on s'est basé pour séparer ces dépôts de ceux entre lesquels ils sont compris. Dans ces travaux ces auteurs ont aussi fait allusion à la présence possible, dans cette région, du calcaire grossier montien. Tout cela est possible mais assez peu certain pour que d'autres auteurs, M. E. Vandembroeck notamment, n'aient vu là que du Maestrichtien. Aucun élément nouveau n'ayant été apporté depuis, nous nous abstiendrons de toute conclusion.

Tel était l'état de la question lorsque commença le fonçage des puits de charbonnages de la Campine. Ces travaux gigan-



tesques, qui devaient fournir des matériaux inappréciables comme valeur, n'ont malheureusement pas donné tout ce qu'ils auraient pu. Cela est dû au mode de creusement, par congélation, qui rend très difficiles les observations sur place. Six puits doubles étaient en fonçage et l'on aurait dû pouvoir les suivre au jour le jour, le cuvelage suivant de près le creusement. La congélation des terrains transforme ceux-ci au point de les rendre méconnaissables; les sables fluides deviennent des grès très durs et ainsi de suite. La température des chantiers, encombrés de personnel, de matériel, est voisine de  $-20^{\circ}$ . L'humidité de l'air se condense sur les parois, qu'elle revêt d'un givre uniforme très original, mais qui rend toute observation d'ensemble et même de détail presque impossible, le givre réapparaissant

au fur et à mesure qu'on l'enlève. Amenés au dehors, les matériaux sont ou bien encore gelés et très durs ou se réduisent en bouillie au dégel.

Les fossiles ont le même sort, si par une technique appropriée on ne soumet pas les roches fossilifères congelées à un dégel lent et compliqué. Il n'y a rien d'étonnant que ces difficultés aient empêché les sociétés de fonçage et les personnels de charbonnage de dresser des coupes graphiques représentant l'allure des terrains, leurs contacts, choses indispensables pour résoudre les problèmes géologiques. Personnellement j'ai pu, par des descentes dans des avaleresses, me rendre compte de ces difficultés auxquelles la guerre est venue ajouter des obstacles souvent prohibitifs. L'étude des sondages nécessités pour l'exploration des nouvelles découvertes houillères du Sud du Hainaut m'a mis dans l'impossibilité de suivre ces travaux. Quelques puits, heureusement, restaient encore à faire après guerre et ont pu être mieux étudiés. Néanmoins, les données paléontologiques et stratigraphiques publiées jusqu'ici restent encore très clairessemées. Parmi celles-ci figurent les derniers travaux que nous devons au regretté E. Vincent. Ils sont du plus haut intérêt pour notre sujet. Aussi nous allons les résumer ici. Ses études ont porté uniquement sur le puits n° 2 du siège d'Eysden et sur le puits n° 2 du Zwartberg. Il y a constaté la présence, entre le Heersien fossilifère et le sommet du tuffeau rapporté jusqu'alors au Maestrichtien, d'une formation constituée par des alternances de sables, d'argile noire ligniteuse, fossilifères.

Voici les conclusions qu'il tire de l'étude de la faune de ces divers dépôts et de leur stratigraphie. Dans son premier travail (18) il dit :

1° La base du Heersien (sables d'Orp-le-Grand) renferme une faune nettement heersienne et complètement marine malgré la présence de quelques espèces d'eau saumâtre probablement remaniées des dépôts sous-jacents;

2° Ces sables heersiens passent, insensiblement, à une formation argilo-sableuse lignitifère où l'on trouve un (Zwartberg) ou deux (Eysden) bancs coquilliers avec grains de quartz et pelotes d'argile noire. La faune de ces dépôts est saumâtre. Elle contient quantité d'espèces nouvelles mais à affinités heersiennes et des espèces heersiennes. Par ses caractères cette faune se rapproche même de celle des couches saumâtres que l'on connaît, en France, au sommet des sables de Bracheux.

Une espèce a des affinités montiennes, une autre même des affinités crétaciques;

3° Ces couches ligniteuses, qui avaient été signalées pour la première fois, à Eysden (24), par G. Schmitz et X. Stainier et rattachées par eux au Montien supérieur d'eau douce, doivent donc être rattachées au Heersien, dont elles représenteraient un faciès littoral du début de l'étage. Les argiles bariolées signalées par les mêmes auteurs (23) dans les sondages de la Campine sont non pas montiennes, mais aussi heersiennes;

4° Vincent tire de la nature du contact de ces formations ligniteuses sur les tuffeaux sous-jacents des considérations subsidiaires que nous énumérerons plus loin lorsque nous les discuterons;

5° Ces tuffeaux sont non pas maestrichtiens mais montiens à faune marine pure, sans mélange de nombreuses espèces saumâtres comme le Montien moyen (calcaire grossier de Mons) du Hainaut.

Dans un deuxième travail (19) il a développé en détail ses conclusions sur l'âge des tuffeaux rencontrés au puits n° 2 d'Eysden. Il dit :

1° Au sommet de ces tuffeaux, la faune du Montien moyen (calcaire grossier de Mons) est parfaitement représentée, purement marine et non mélangée d'espèces saumâtres comme à Mons;

2° Sous ce tuffeau, à une profondeur qui n'a pu être précisée, apparaît la faune du Montien inférieur (tuffeau de Ciplly);

3° Sous le gravier de base de ce tuffeau de Ciplly apparaît le vrai tuffeau maestrichtien;

4° Il compare ensuite les faunes qu'il a reconnues avec celles du Danien du Danemark. Nous laisserons de côté ce point, qui sort de notre cadre.

Enfin, tout récemment, dans un travail posthume (20), on trouve décrite la faune des couches saumâtres ligniteuses des deux puits campinois.

Au point de vue paléontologique il n'y a là aucun fait nouveau non signalé dans son premier travail (18). Mais la description de la série des terrains où il a fait ses trouvailles est beaucoup plus détaillée et c'est sur cette description que nous nous appuierons plus loin, quand nous discuterons les conclusions de Vincent.

F. Halet a montré que les argiles bariolées que je rapporte au Montien se retrouvent en dehors du bassin de Campine, car il

les a revues aux sondages d'Eygenbilsen et de Munsterbilsen (21). Par après il a encore constaté leur présence au sondage de Gellick (22). A la suite de la publication des travaux de Vincent il a, comme ce dernier, rapporté ces argiles au Heersien (22). Mais, chose étrange, alors que dans son premier travail (21, p. 27) il admet que ces argiles ont l'aspect d'argiles poldériennes, dans le second (22, p. 147) il les considère comme un facies plus profond du Heersien (1).

Tel est l'état de la question pour le moment.

On n'a pas encore fait de synthèse cartographique de l'extension des divers facies de ces dépôts intermédiaires reconnus dans le Limbourg. Vu l'intérêt que cela présente pour notre sujet, je vais en tenter une (voir carte, p. 16).

### § 3. — BASSIN HOULLER DU PEEL (Brabant septentrional).

Dans le Limbourg hollandais les puissantes érosions oligocènes ont enlevé tout le Tertiaire ancien, et la grande fosse d'effondrement de Ruremonde met ce Tertiaire ancien hors d'atteinte. Mais les belles explorations du Service officiel de recherches hollandais, en étudiant le Horst du Peel, ont montré que ce Tertiaire ancien est très bien représenté là-bas. Les résultats de ces recherches ont été résumés d'abord par Van Waterschoot (29), puis dans le rapport final sur les opérations du Service (30).

Depuis le moment où, vers 1908, on introduisit dans cette région le système de forage au double tube carottier, fournissant

---

(1) Je dois à l'obligeance de M. E. Vandebroek communication de coupes inédites de sondages faits dans la région de Tongres et qui indiquent la possibilité de l'existence des argiles ligniteuses montiennes, à Tongres et tout près. Au puits près la gare de Tongres (sondeur Axer 1892), sous un cailloutis heersien très épais, on a percé, à 52<sup>m</sup>75, 0<sup>m</sup>60 de poudingue plus ou moins friable ligniteux. Le sommet du Maestrichtien était coloré en noir par du lignite. Ce poudingue est probablement formé par des blocs de tuffeau remanié par la formation ligniteuse.

A l'hospice civil de Tongres, sous un cailloutis heersien épais, on a percé, à 42<sup>m</sup>20, 0<sup>m</sup>10 d'argile noire reposant sur le Maestrichtien. Forage fait, en 1867, par Debruyne, à qui on doit plusieurs bonnes coupes de sondage, car il opérât à la cuiller à sec, ce qui donne les meilleurs échantillons, à part les carottes.

D'après certaines coupes, des argiles noires existeraient aussi, au sommet du Maestrichtien, à Koningsheim et à Mall, mais leur interprétation est douteuse.

d'excellents échantillons en carottes pour tous les terrains, les sondages ont donné d'excellentes coupes où nous trouvons des renseignements si intéressants pour notre sujet que nous donnons ici des extraits de ces coupes pour les terrains qui nous occupent. Les coupes complètes figurent dans les rapports annuels (32) du Service auxquels nous renverrons.

Disons d'abord qu'on trouve dans le rapport final (30), p. 101, un excellent résumé de l'échelle stratigraphique des étages qui nous occupent. Voici maintenant la description des coupes de sondages d'après les rapports annuels (32). Toutes les coupes commencent sous la base aisément reconnaissable des sables heersiens d'Orp-le-Grand, à faune marine, souvent consolidés en grès, et finissent aux tuffeaux où l'on n'a encore pu faire la séparation entre le Danien et le Maestrichtien. Le Danien existe dans le Peel et au Sud-Est jusque près d'Erkelenz, comme l'ont montré Fliegel et Wunstorf (31) et les déterminations de fossiles par le Dr Böhm (32), 1912, pp. 84 et 88.

Sondage n° 11. — America (Helden), sur le Horst (32), 1909, p. 10. De haut en bas : 3 mètres d'argile grasse gris foncé; 5 mètres de sable argileux, fin, ligniteux, gris clair à gris-brun avec poudre et morceaux de lignite; 2 mètres d'alternances de bancs d'argile grasse grise ou noire (argile à lignites). L'argile à taches rouges semble donc manquer là.

Sondage n° 12. — Beesel, sur le Horst (32), 1910, p. 3. A la base des sables heersiens consolidés en grès il y a 4<sup>m</sup>40 avec des intercalations minces de sable gris clair avec débris de lignite : 0<sup>m</sup>40 de lignite; 8<sup>m</sup>20 d'argile compacte gris foncé et gris violacé; 4 mètres d'argile gris clair; 3 mètres d'argile gris foncé avec morceaux de lignite; 44 mètres de sables ligniteux foncés par places, avec morceaux de lignite et couches d'argile grasse. Cailloutis de base. Les argiles à taches rouges manquent donc ici aussi.

Sondage n° 13. — Maasbree, sur le Horst (32), 1911, p. 13 : 3<sup>m</sup>50 de grès quartzeux gris clair; 0<sup>m</sup>50 de lignite; 5 mètres d'argile grasse gris verdâtre à vert foncé. Débris de lignite; 17 mètres de sable ligniteux gris clair. Débris de lignite. Alternances d'argile noire. Par places des coquilles; 11 mètres d'argile gris violacé ou noir rosé à taches rouges.

Sondage n° 14. — Belfeld, Sud du Horst du Peel (32), 1911, p. 3 : 5 mètres de sable gris brunâtre avec débris de lignite et de plantes déterminées par C. Reid comme étant du début de

l'Éocène. Mais comme on ne connaît aucune autre flore à ce niveau, ailleurs, les comparaisons sont impossibles; 34 mètres d'argiles compactes alternativement foncées ou gris clair avec, à la base, des taches rouges.

Sondage n° 15. — Beeringen, sur le Horst (32), 1911, p. 10 : 0<sup>m</sup>20 de lignite; 4<sup>m</sup>80 de sable gris fin. Débris de plantes et de lignite; 29 mètres d'argile foncée ou gris clair avec, à la base, des taches rouges.

Sondage d'Oploo, au Nord-Ouest du Horst (32), 1912, p. 6 : 2 mètres de sables gris-brun cohérents avec coquilles marines (32), 1912, p. 8; on considère cette formation comme l'équivalent marin des couches à lignites.

Sondage n° 17. — Woensdrecht en Zélande (32), 1919, p. 12. La base du Heersien repose directement sur la craie sénienne.

Sondage n° 18. — Maris (Helden) (32), 1914, p. 2. Sur le Horst : 8 mètres de sable gris brunâtre avec débris de lignite et lits d'argile noire feuilletée. Beaucoup de coquilles dans le sable : 9 mètres de sable fin argileux ligniteux. Débris de lignite; 15 mètres d'argile compacte foncée ou gris clair avec taches rouges et feuilles. A la base un banc de grès.

Sondage n° 19. — Sevenum, au Nord du Horst (32), 1914, p. 14 : 9 mètres d'argile noire feuilletée avec nombreux lits minces de sable fin avec beaucoup de coquilles; 5 mètres d'argile brun foncé à noir avec intercalations plus pâles et lits de sable jaunâtre. Débris de lignite; 3 mètres de sable fin gris clair ou gris brun, parfois argileux. Restes de plantes; 5 mètres d'argile gris clair; 5 mètres de sable jaunâtre.

Sondage n° 20. — Uitwateringskanaal (Helden), sur le Horst (32), 1914, p. 19 : 3 mètres de sable fin, brunâtre avec beaucoup de débris de lignite; 30 mètres d'argile foncée ou gris clair avec intercalations sableuses. A la base argile gris rosé avec taches rouges.

Sondage n° 21. — Swalmen. Bord Sud du Horst (30), p. 371 : 0<sup>m</sup>45 de lignite; 14<sup>m</sup>85 de sable meuble, fin, gris-blanc; 29<sup>m</sup>40 de lits alternant d'argile grise et de sable argileux. A la base l'argile montre des taches rouges et se termine par un conglomérat.

Sondage n° 22. — Liessel (Deurne), sur un des premiers paliers du graben (30), p. 378 : 10 m. de sable très fin, argileux, avec

débris de plantes et de lignite; 9 mètres d'argile alternativement grise ou foncée à taches rouges.

Malgré la dénivellation de près de 700 mètres qu'a subie le Houiller par rapport à celui du Horst, la même formation d'eau douce, déposée donc à un niveau fort voisin, s'étend indifféremment sur le Horst et dans le graben. La faille limitant le Horst s'était donc déjà manifestée avant le Heersien; les deux lèvres de la faille étaient nivelées lors du dépôt des formations ligniteuses et la faille qui a fait descendre le massif du sondage n° 22 n'a plus guère joué depuis, car l'infraheersien est peu ou pas dénivelé par rapport à celui du Horst. La même remarque peut se faire en Campine, où l'infraheersien se retrouve, dans les mêmes conditions, au palier du sondage de Gruitrede, n° 40.

Si au moyen de ces éléments nous essayons de former une échelle stratigraphique idéale et complète des formations intermédiaires, nous trouvons, de bas en haut :

- 1° Un cailloutis de base très local (un cas);
- 2° Du sable jaunâtre parfois consolidé en grès (deux cas);
- 3° Une couche d'argile le plus souvent gris clair ou foncé, toujours avec taches rouges. Elle fait parfois défaut;
- 4° Des argiles foncées noires ou brunes parfois grises avec débris de lignite et de plantes, couches de sables gris ou brunâtres et de lignites. Coquilles dont la nature n'est pas indiquée. Sauf à Oploo, où toute la formation est très réduite et montre une faune marine;
- 5° Argile foncée feuilletée avec lits minces de sables. Débris et couches de lignite. Coquilles dont la nature n'est pas indiquée.

Les deux derniers termes se mélangent et alternent de façon à rendre les successions variables d'un point à l'autre.

L'exposé des faits, que nous arrêterons ici, est déjà long et touffu. Nous allons maintenant en tirer les conclusions.

#### §. 4. — CONCLUSIONS.

1° Il est indiscutable que l'on rencontre, dans les trois régions étudiées, entre la base du Landénien inférieur et le sommet du Crétacique, un ensemble de dépôts présentant des ressemblances lithologiques frappantes. Il est regrettable que des études paléontologiques fouillées, comme celle que nous devons à E. Vincent, ne viennent pas compléter ces ressemblances.

2° Il est néanmoins admissible, jusqu'à preuve du contraire,

que les formations ligniteuses fossilifères du Peel (termes 4 et 5 ci-dessus) sont, surtout la dernière, synchroniques des couches lignitifères à Cyrènes d'Eysden et du Zwartberg ou des équivalents marins, à Oploo, de ces couches.

3° Vu la compétence bien connue de feu E. Vincent, nous pouvons avoir toute confiance dans l'exactitude des déterminations de fossiles qu'il a faites, mais il y a lieu de faire de sérieuses réserves sur l'interprétation qu'il tire de ses listes de fossiles et aussi sur l'absence presque complète des données stratigraphiques nécessaires pour résoudre les problèmes qu'il a attaqués et pour la solution desquels des listes de fossiles ne sont pas suffisantes. C'est ce que je vais montrer.

Vincent est très sobre de détails concernant la façon dont il a recueilli ses matériaux. Il laisse entendre (19, p. 560) que c'est sur le terris de l'avaleresse d'Eysden. En effet, je tiens de la direction du charbonnage que c'est uniquement sur le terris que se sont faites ses recherches. Or là, quelques précautions que l'on prenne, les mélanges sont inévitables, car on sait combien les ouvriers se soucient peu des précautions qu'on leur demande, quand ils ne se font pas un malin plaisir de tout brouiller pour vous jouer un bon tour. Je ne fais pas le moindre reproche à Vincent d'avoir limité ses recherches au terris. Il n'aurait guère pu faire autrement, mais cela diminue singulièrement la valeur de ses conclusions et cela donne une explication des mélanges troublants dont témoignent ses listes. J'ignore comment il a opéré au Zwartberg, mais il est des plus probable qu'il a fait là de même. On comprend alors qu'aucune coupe n'accompagne ses travaux et qu'il ne figure aucun des contacts qu'il cite, chose qui eût été indispensable cependant pour juger des relations de deux formations successives. Quant aux coupes levées par le personnel des charbonnages et sur lesquelles Vincent s'est appuyé, à de très rares exceptions, elles figurent des contacts parfaitement plans, les conditions d'observation ne permettant guère autre chose, sans travaux compliqués entravant le fonçage.

4° Vincent, pour prouver la connexion de la formation ligniteuse avec les sables heersiens, attache, avec raison, beaucoup d'importance au passage insensible qu'il a constaté entre les dépôts marins heersiens et les formations ligniteuses. Que faut-il penser de cela ? S'il était réel et certain, ce passage aurait en effet grande valeur probante. Mais dans les conditions d'observation qui existent dans les puits en fonçage, est-il pos-

sible d'apprécier ce passage, déjà bien difficile à établir dans une coupe, en pleine lumière du jour? En effet, le passage graduel qui se manifeste par l'existence d'une zone de transition à caractères mixtes peut parfaitement être dû à un remaniement, sur place, des matériaux lithologiques et paléontologiques de la formation sous-jacente. Dans les meilleures conditions d'observation, il n'est pas aisé de décider auquel des deux cas on a affaire. Il me paraît parfaitement possible d'interpréter la succession des terrains du puits d'Eysden (20, p. 10) tout autrement que le fait Vincent. Ainsi les trois bancs d'huîtres de 206 à 212 mètres pourraient très bien appartenir au niveau des sables d'Orp-le-Grand. Les deux bancs inférieurs, presque contigus, constitueraient, avec leurs éléments roulés manifestement arrachés aux dépôts sous-jacents, le cailloutis de base du Heersien. Les veinules d'argile noire et les quelques fossiles saumâtres des sables intercalés entre les deux bancs d'huîtres supérieurs proviendraient des dépôts ligniteux sous-jacents, au même titre que les boulettes d'argile, les morceaux de lignite et les fossiles brisés et usés des bancs d'huîtres inférieurs. La véritable formation ligniteuse, non remaniée, viendrait au-dessous de 212<sup>m</sup>80 et ne comprendrait que les 18<sup>m</sup>20 de la base. Vincent a si bien vu lui-même qu'il y avait là, à 212<sup>m</sup>80, un changement de faune, qu'il a jugé utile de séparer, dans sa liste des fossiles d'Eysden, ceux qui étaient au-dessous de cette limite de ceux qui étaient au-dessus. Et si ces deux faunes ne sont pas tout à fait distinctes, cela est dû à ce que des remaniements ont mêlé à la faune supérieure des éléments remaniés de la faune inférieure. Quant à celle-ci, étant saumâtre, elle a très bien pu admettre des espèces marines de la faune supérieure, comme le montre Vincent. Elles sont d'ailleurs très peu nombreuses (l'une n'est représentée que par un individu) et c'est ici peut-être que l'influence des mauvaises conditions d'étude et de récolte laisse planer le doute sur l'origine des mélanges. Quoi qu'il en soit, la faune inférieure, abstraction faite de ces rares espèces marines, est alors remarquablement distincte par l'énorme proportion d'espèces nouvelles, donc inconnues à d'autres niveaux, et en tous cas totalement distincte de la faune heersienne marine là où celle-ci est pure d'éléments remaniés.

Au point de vue paléontologique il me semble qu'il y a là un argument de grande valeur que la présence de quelques espèces communes avec celles du sommet des sables de Bracheux ne

saurait énerver, car les étages ne sont pas caractérisés par des faunes absolument pures et spéciales.

En reportant la limite du Heersien à 212<sup>m</sup>80, on ferait disparaître les bancs d'huîtres des dépôts ligniteux où leur présence jure avec tout ce que l'on sait de l'habitat des huîtres en banc.

Vu l'énorme intérêt qu'il y avait, dans ces deux avaleresses, à saisir l'évolution des faunes, les coupures paléontologiques, il est bien regrettable que Vincent ne nous ait pas donné la liste des fossiles des divers niveaux géologiques qu'il cite. De même pour saisir les passages graduels entre deux dépôts dont la nature lithologique est si différente, l'un étant glauconifère, l'autre lignitifère, il aurait fallu, pour décrire les couches de passage, autre chose que des mentions imprécises de sables ou même de sables gris. Un sable peut être en effet teinté en gris par de l'argile, par du lignite ou par de la glauconie fine inaltérée. Si mes suppositions sont exactes, on peut se demander si les couches ligniteuses, d'ailleurs bien plus réduites au Zwartberg qu'à Eysden, sont bien en place. La couche de lignite montre des bois perforés par des tarets et est donc un dépôt de bois flottés, en mer. La faune marine est mélangée d'espèces saumâtres jusqu'à la base, où il y a aussi un banc à gros grains de quartz et fossiles usés. Cette base ne semble malheureusement avoir été observée que sur le terris de l'avaleresse.

5° Ce qui me fait douter de l'existence d'une zone de passage entre le Heersien et les dépôts ligniteux, c'est qu'on ne l'a observée nulle part ailleurs. Au sondage n° 81 d'Eysden, très voisin du puits, brusquement, au-dessus des formations lignitifères, que j'observais là pour la première fois, se voyait une couche de 0<sup>m</sup>20 de sable grossier glauconifère avec grains de quartz vert et nodules roulés d'argile, servant de base aux sables glauconifères d'Orp-le-Grand. Ce n'est évidemment pas ce genre de contact qui m'aurait porté alors à réunir les lignites au Heersien. Un peu au Sud le sondage d'Eysden n° 76 a montré, à la base des sables heersiens, la même couche à cailloux de quartz reposant, sans transition sur de l'argile noire très réduite (2 mètres). Au sondage n° 67 d'Asch la base du Heersien était aussi très graveleuse. Si ce gravier n'est pas signalé plus souvent et se retrouve souvent mentionné plus bas, dans le Crétacique, c'est à cause de la puissante nappe jaillissante que contiennent les sables heersiens, nappe qui contrarie beaucoup la récolte d'échantillons. Dans les dix sondages du Peel qui ont

donné de bons échantillons, et dont j'ai donné un extrait de la coupe, un seul montre et encore avec doute, au sommet des dépôts ligniteux, une couche intermédiaire : c'est le sondage n° 12 de Beesel.

6° Pour séparer les lignites du tuffeau montien sous-jacent, Vincent a fait état de la rencontre, à la base des lignites, de fossiles montiens remaniés. Mais dans ses travaux il montre qu'à tous les niveaux on observe des fossiles remaniés des dépôts sous-jacents. Ainsi il indique la présence, dans la faune marine pure du Heersien, d'espèces provenant des couches saumâtres. Il ne les sépare pas cependant. Pourquoi ?

7° Vincent fait aussi état des altérations et corrosions du sommet du tuffeau montien pour dire qu'un laps de temps très long s'est écoulé entre le dépôt de ce tuffeau et celui de la formation ligniteuse. Il s'agit là d'une simple affirmation. Vincent oublie que les phénomènes qu'il cite sont des phénomènes d'altération chimique évidente. Or on sait que ces phénomènes, formations de phosphates enrichis, de conglomérat à silex, production de poches d'altération, que tous ces phénomènes, dis-je, ne doivent pas se limiter à l'intervalle compris entre le dépôt des couches entre lesquelles s'observent ces produits ou ces phénomènes d'altération. Cette altération est due à la circulation souterraine d'eaux acidulées et chaque fois que cette circulation devient possible et longtemps après que la zone d'altération a été recouverte par des dépôts, l'altération peut commencer ou recommencer. L'allure seule des formations au voisinage des altérations permet de tirer des conclusions sur l'âge de ces phénomènes chimiques. C'est ainsi que l'on peut affirmer que des poches de phosphate enrichi situées sous du Quaternaire et des sables landéniens se sont produites non pas après le dépôt du Crétacique et avant celui du Landénien, mais bien durant le Quaternaire, car Landénien et Quaternaire sont affaissés dans les poches de phosphate. Vincent ne démontre rien de ce genre; il se borne à affirmer.

8° Comme nous le montrerons dans l'annexe, il y a en Campine diverses formations intermédiaires entre les tuffeaux et le Heersien. Sans jamais avoir eu l'occasion d'étudier autre chose que les dépôts ligniteux, il considère ceux-ci comme contemporains des argiles à taches rouges que nous avons signalées à ce niveau (20, p. 9). A l'appui de cette opinion, il ne cite pas le moindre fait. Par après, F. Halet a donné comme preuve de ce synchronisme (22, p. 148) le fait que dans certains sondages

hollandais les dépôts ligniteux et argileux se rencontraient en lits alternants. Cela n'est pas tout à fait exact, et si l'on relit la description que nous avons donnée des sondages du Peel, on verra que l'alternance ne se produit qu'entre les deux termes supérieurs que nous avons distingués dans les cinq niveaux des formations infraheersiennes du Peel. Invariablement les argiles à taches rouges, si aisées à reconnaître, sont toujours à la base, dans toutes les coupes.

9° Si l'on rattache toutes ces formations intermédiaires au Heersien nous aurions là un cycle sédimentaire unique parmi les cycles tertiaires belges. Au lieu de débiter par une base d'érosion de formations plus anciennes, celui-ci débiterait par l'érosion de sa propre base.

10° Si, comme le croit Vincent, les formations intermédiaires sont un faciès littoral du Heersien (20, p. 17), alors les régions où existent ces formations correspondraient à des régions sur-élevées. Tout ce que l'on sait proteste contre cette conclusion. La liaison géographique des formations intermédiaires d'eau douce ou saumâtre avec le Montien saute aux yeux. C'est dans les mêmes trois régions qu'on les observe. Or, encore à l'heure actuelle, on a montré que le Montien comble les dépressions creusées depuis longtemps à la surface des formations crétaïques.

Et c'est parce qu'il y avait là des dépressions que la série des dépôts a pu se prolonger et évoluer jusqu'à atteindre le stade d'eau douce, puis permettre la réapparition de la mer, tandis qu'aux alentours l'émersion a produit des lacunes de sédimentation plus ou moins nombreuses avant la grande transgression landénienne.

11° L'étude de Vincent ne permet plus de rattacher au Montien, comme nous l'avons fait, les formations ligniteuses d'Eysden. Mais faut-il, avec Vincent, les rattacher au Heersien, parce que la faune saumâtre aurait des affinités très faibles ou nulles avec le Montien et au contraire de très fortes avec les faunes saumâtres du sommet des sables de Bracheux en France ? Nous croyons qu'en cela Vincent a fait une application simpliste et étroite des données de la paléontologie. Il est curieux même de voir comme l'histoire se répète et à propos de formations bien voisines même. Il est bon, en effet, de rappeler ici ce qui est arrivé à Briart et Cornet lors de leur mémorable découverte du Calcaire grossier de Mons en 1865. L'étude de la faune de ce calcaire grossier leur avait montré les frappantes affinités (on

croyait même alors à des identités) de ce calcaire grossier avec le calcaire grossier de l'Éocène moyen du Bassin de Paris. Partant de là ils les avaient synchronisés, ce qui entraînait le rajeunissement de toutes les formations supérieures au calcaire de Mons, considérées jusqu'alors comme d'âge éocène inférieur.

C'est à bon droit que G. Dewalque, dans son rapport sur le travail de Briart et Cornet, s'éleva contre cette application non orthodoxe des lois de la paléontologie stratigraphique. Bien comprise celle-ci ne se réduit pas à une simple confrontation de listes de fossiles. Si la faune du calcaire grossier de Mons a de telles affinités avec celle du calcaire grossier de Paris, ce n'est pas parce qu'ils sont de même âge, mais parce qu'ils se sont déposés, tous deux, dans des conditions tellement semblables qu'une faune voisine devait naturellement en résulter. On peut appliquer la même conclusion aux formations saumâtres de la Campine et à celles des formations semblables du sommet des sables de Bracheux, en France, et à plus forte raison, car la différence d'âge est bien moins grande que dans le cas des calcaires grossiers. Et si la faune saumâtre de Campine a plus d'affinité avec celle du sommet des sables de Bracheux qu'avec celle du Montien, c'est que les caractères lithologiques montrent à l'évidence que c'est avec ces sables de Bracheux que la ressemblance des conditions de milieu est de loin la plus grande.

12° Que pouvons-nous dire comme conclusion générale ?

L'étude du Sénonien et du Maestrichtien du Hainaut montre que, déjà alors, les mers étaient peu profondes et continuellement même les sédiments émergeaient localement, ce qui nous a permis de tracer des divisions. Mais des affaissements suivaient bientôt et la mer revenait. Mais après le dépôt du Maestrichtien, les choses ont pris une autre tournure et l'émersion est devenue plus constante quoique encore entravée par des submersions locales auxquelles nous devons les érosions et transgressions que montrent les divisions du Montien du Hainaut.

Finalement le soulèvement a amené l'établissement, dans certaines régions, d'un régime continental d'eau douce. Puis une série en sens inverse a débuté et a ramené la mer, par stades progressifs, sur des étendues de plus en plus grandes; c'est la grande transgression landénienne. Dans les trois régions que nous avons étudiées la transformation des faunes et des sédiments permet, en reconstituant les séries stratigraphiques complètes, de suivre pas à pas la transformation géographique,

comblant ainsi l'hiatus énorme qui, dans d'autres pays, existe à ce niveau.

Quand Lyell vint, il y a bien longtemps, étudier les formations que nous venons de citer, avec son coup d'œil génial il prédit que l'on découvrirait en Belgique des termes intermédiaires comblant l'hiatus qui semblait exister alors. En niant la possibilité de rencontrer ces termes intermédiaires, les deux traducteurs de l'œuvre de Lyell ont une fois de plus montré que nul n'est prophète dans son pays (33).

J'estime que la découverte de la faune saumâtre d'Eysden apporte un nouveau terme intermédiaire entre le Tertiaire et le Crétacique.

Le caractère de la faune d'Eysden, et j'entends par là celui de la faune saumâtre inférieure au banc d'huîtres inférieur de la description de Vincent (20), ne permet plus le rattachement au Montien, mais il n'autorise pas non plus, avec les autres considérations que j'ai fait valoir, le rattachement au Heersien. Il y a lieu de réunir, dans un étage intermédiaire, auquel je proposerais de donner le nom d'étage eysdénien, toutes les formations d'eau douce ou saumâtre connues, dans les trois régions étudiées, entre le calcaire grossier de Mons (Montien moyen) et la base du Heersien, comme on la définit d'habitude.

Pour que cette conclusion finale devienne effective, bien des points restent encore à résoudre. Il faudra étudier la faune connue dans ces formations intermédiaires, dans le Peel. Il faudra déterminer l'ordre de superposition des facies différents de l'ancien montien supérieur d'eau douce du Hainaut. Il faudra faire de même pour les formations de Campine, dont cependant la succession connue dans le Peel permet de prévoir l'ordre. Peut-être alors verra-t-on que l'Eysdénien, si Dieu lui prête vie, a des faunes d'eau douce, d'eau saumâtre ou même marine suivant les niveaux et les lieux. Sa position, comme celle du soleil au solstice, à un tournant des mouvements du sol, justifie suffisamment cette variété de faunes.

Quand Vincent dit que la faune saumâtre de Campine n'est pas de même âge que la faune d'eau douce de la tranchée de Hainin, parce que les espèces sont différentes, il me semble demander l'impossible en demandant qu'une faune d'eau douce soit la même qu'une faune saumâtre ou marine parce qu'elles seraient de même âge.

12° Où faut-il dans tout cela placer la limite entre le Secon-

daire et le Tertiaire ? Quand on se trouve en présence d'une série aussi continue que celle que nous venons de montrer, alors le tracé d'une limite devient une question de sentiment plutôt que de raison. Si l'on se place au point de vue paléontologique, l'affinité plus grande de l'Eysdénien avec le Heersien conduirait à le rattacher, comme le Heersien, au Tertiaire et à placer la limite sous l'Eysdénien. Mais nous avons vu à quoi est due cet affinité paléontologique : c'est à une conformité de conditions de milieu qui ailleurs pourrait ne pas exister et alors ferait pencher les affinités dans l'autre sens. Mais si l'on se base sur l'allure des mouvements du sol et les transformations géographiques, alors l'Eysdénien est la suite du Montien et le terme final d'une série de phénomènes allant du sommet du Sénonien au moins jusqu'au sommet de l'Eysdénien. Après lui les phénomènes marchent en sens inverse vers la grande transgression landénienne.

## ANNEXE N° 1.

Voici résumées brièvement les données fournies sur l'Eysdénien du Limbourg par les sondages et puits. Partie de ces renseignements provient des études de mes collègues, partie des sondages que j'ai étudiés personnellement ou de ceux sur lesquels j'ai pu avoir des renseignements inédits. Les sondages non cités du Bassin houiller sont ceux qui sont trop douteux ou n'ont rien donné pour notre sujet.

C'est au moyen des données des sondages et puits ici cités que j'ai dressé l'esquisse catographique (p. 16), où j'ai figuré schématiquement l'extension des trois facies que j'ai reconnus dans l'Eysdénien de Campine : A. Le facies des argiles grises ou foncées à taches rouges. B. Le facies ligniteux d'Eysden. C. Le facies des argiles noires de Houthaelen.

Sondage n° 5. — Oplabbeek : Heersien graveleux à la base avec cailloutis de quartz et de silex avellanaires, puis 9<sup>m</sup>90 d'argile plastique violacée.

Sondage n° 6. — Louwel : Argile violette avec taches rouge sang. Au-dessus sable glauconifère encore renseigné en dessous par suite de rechutes.

Sondage n° 8. — Oplabbeek : La coupe renseigne dans les tuffeaux de l'argile et des lignites, rechutes probables du niveau infraheersien.

Sondage n° 9. — Oplabbeek : Argile grise entre le Heersien et les tuffeaux.

Sondage n° 10. — Donderslag : 6<sup>m</sup>50 d'argile violette sous le Heersien.

Sondage n° 14. — Eikenberg : 2<sup>m</sup>60 d'argile plastique bariolée de vert foncé et de rouge entre le Heersien et les tuffeaux.

Sondage n° 20. — Lanklaer : La coupe renseigne du lignite (rechutes) dans le tuffeau.

Sondage n° 24. — Lanklaer : Sous le Heersien la coupe renseigne de l'argile grise avec taches rouges, puis par rechutes du sable glauconifère, de la marne, puis encore de l'argile à taches rouges.

Sondage n° 32. — Mechelen-sur-Meuse : Le carnet du sondeur renseigne des lignites au-dessus du tuffeau.

Sondage n° 40. — Gruitrode : 20<sup>m</sup>50 d'argile noire bariolée de rouge au-dessus des tuffeaux.

Sondage n° 42. — Leuth : 30 mètres de lignite alternant avec de l'argile verdâtre.

Sondage n° 45. — Meeswyck : Argile micacée plastique avec débris de coquilles. Renseignement à peu près inutilisable.

Sondage n° 46. — Lanklaer : 0<sup>m</sup>50 de formations ligniteuses, puis cailloux avellanaires de quartz (peut-être des rechutes).

Sondage n° 47. — Kelgterhof : Sable glauconifère heersien devenant argileux vers le bas avec intercalations d'argile gris clair avec végétaux. Ce pourrait être un cas montrant le passage du Heersien aux formations infraheersiennes; malheureusement, H. Forir, qui a décrit la coupe, n'indique pas quels sont les échantillons pris en carottes et ceux dus au trépan pour lesquels des rechutes sont toujours probables, simulant alors des alternances de dépôts en réalité bien séparés.

Sondage n° 49. — Opgrimby : 3<sup>m</sup>70 d'argile noire bariolée de rouge et de gris.

Sondage n° 50. — Dilsen : 40 mètres ? D'abord du sable violacé avec débris de lignite, puis de l'argile sableuse avec cailloux pisaires de quartz, puis sable plus pâle. Rechutes probables et épaisseur exagérée de ce fait.

Sondage n° 51. — Pont de Mechelen : 30 mètres d'argile gris rosé au sommet, rouge à la base.

Sondage n° 52. — Stockheim : 36 mètres de sable blanc violacé avec débris de lignite.

Sondage n° 61. — Sutendael : Sable rouge entre deux couches d'argile bariolée de rouge et de gris.

Sondage n° 68. — Waterschei : 10<sup>m</sup>25 d'argiles foncées avec radicelles sous les sables heersiens renfermant des pelotes roulées de cette argile.

Sondage n° 75. — 6<sup>m</sup>66 d'argile plastique verte puis rouge.

Sondages nos 76 et 81. — Eysden : Nous avons donné leur coupe plus haut.

Sondage n° 78. — Waterschei : 13<sup>m</sup>90 d'argiles bariolées.

Sondage n° 89. — Gelierenheide : 23 mètres d'argile plastique verte et rouge.

Sondage n° 90. — Gelierenbosch : 22 mètres d'argiles bariolées.

Sondage n° 91. — Houthaelen : 1<sup>m</sup>56 d'argile noir verdâtre avec, au sommet, des nids de sable très fin vert clair. A la base argile noire ligniteuse.

Sondage n° 94. — Houthaelen : 0<sup>m</sup>30 d'argile grumeleuse grisâtre remplie de morceaux de tuffeau et d'amas d'argile noire, puis 0<sup>m</sup>30 d'argile noire ligniteuse.

Sondage n° 95. — Houthaelen : 0<sup>m</sup>35 de sable gris argileux, puis 0<sup>m</sup>35 d'argile gris brunâtre avec tuffeau remanié.

Au puits n° 1 de Waterschei on a vu : Argile brun clair : 0<sup>m</sup>60; argile avec taches rouges : 9<sup>m</sup>20; sable blanc : 1<sup>m</sup>60; argile gris noirâtre : 0<sup>m</sup>10. Tuffeau crétacique d'abord noir puis reprenant sa teinte ordinaire.

Puits n° 2 de Waterschei : 9<sup>m</sup>95 d'argile grise et jaune bariolé de rouge.

Puits n° 1 de Winterslag : 6<sup>m</sup>50 d'argile gris bariolé de rouge.

Sondage n° 77. — Stein (Limbourg hollandais) : D'après H. Forir le carnet du sondeur renseigne au-dessus du Crétacique la présence de sable gris et d'argile rouge.

Au sondage S. M. XX, près de Lutterade, on a aussi percé 6<sup>m</sup>71 d'argile grisé avec taches rouges sous le Heersien (30, p. 431).

Les couches infraheersiennes sont déjà bien réduites à Houthaelen; aussi on ne les a plus rencontrées à l'Ouest du chemin de fer Hasselt-Eindhoven, comme le montrent une série de bons sondages voisins (nos 70-73 et 79) ainsi que les puits et les sondages encore plus à l'Ouest.

Elles ne s'étendent pas non plus au Sud jusqu'au chemin de fer Diest-Maestricht, à en juger d'après les sondages de Kermpt, Hasselt et Diepenbeek. Mais on les retrouve plus au Sud à

Eygenbilsen, Munsterbilsen et Gellick. La coupe du sondage de Mérode à Lanaeken (Petersheim), donnée par H. Forir, montre que les formations ligniteuses existent là, et il est possible, après tout, que l'Infraheersien de Vliermael-Rode cité plus haut soit un facies occidental de ce massif du haut Démer.

## ANNEXE N° 2.

Afin de mettre sous les yeux du lecteur toutes les pièces à conviction, je donne ici copie de la coupe des deux puits du siège d'Eysden que m'a gracieusement communiquée M. Seutin, directeur du charbonnage. Les données d'après lesquelles ces coupes ont été dressées ont été recueillies sur place par M. Renson, ingénieur au charbonnage, et la plupart des déterminations sont de M. F. Halet, du Service géologique.

*Puits n° 1.*

Sable gris verdâtre quartzeux glauconifère devenant argileux. Nombreuses coquilles . . . . .	195 <sup>m</sup> 78-209 <sup>m</sup> 90
Grès et tuffeau gris glauconifères. . . . .	209 <sup>m</sup> 90-211 <sup>m</sup> 45
Argile grise schistoïde . . . . .	211 <sup>m</sup> 45-212 <sup>m</sup> 05
Sable gris calcareux glauconifère. Nombreux fossiles. Petit gravier de quartz roulé . . . . .	212 <sup>m</sup> 05-220 <sup>m</sup> 20
Sable quartzeux gris, finement interstratifié de minces lits ligniteux, devenant argileux. A la base, sable gris à gros grain avec blocs de tuffeau. Lignite et charbon . . . . .	220 <sup>m</sup> 20-233 <sup>m</sup> 32

*Puits n° 2.*

Sable gris verdâtre légèrement argileux. Cyprines en bancs . . . . .	198 <sup>m</sup> 60-203 <sup>m</sup> 60
Sable gris à assez gros grain . . . . .	203 <sup>m</sup> 60-206 <sup>m</sup> 50
Sable gris à gros grain avec un banc de psammite, un banc à Ostrea et de 208 mètres à 208 <sup>m</sup> 60 quelques veinules d'argile noire. Au bas, bancs de coquillages, dont l'un à coquilles brisées . . . . .	206 <sup>m</sup> 50-213 <sup>m</sup> 32
Sables gris finement stratifiés et argile ligniteuse. Les fossiles, nombreux mais pas en bancs, disparaissent à 222 mètres. Vers le bas, banc de 0 <sup>m</sup> 40 de lignite, puis sable gris à gros grain . . . . .	213 <sup>m</sup> 32-231 <sup>m</sup> 00

L'examen de ces coupes suggère quelques réflexions. La transition entre le Heersien et les formations sous-jacentes apparaît ici encore beaucoup plus insaisissable que dans la coupe du puits n° 2 donnée par Vincent (20, p. 10). De plus quelques caractéristiques se sont singulièrement transformées sous la plume de Vincent, à des niveaux importants.

Les sables gris à assez gros grain et à gros grain, dans lesquels on reconnaît aisément les sables d'Orp-le-Grand (base), deviennent pour lui des sables tantôt argileux, tantôt meubles, et c'est tout. Au puits n° 1 la base de ce sable est marquée par un gravier de quartz. Ce fait, qui ne cadre pas du tout avec un passage insensible, est laissé sous silence. Il en est de même d'un autre fait non moins instructif. Au puits n° 2 la base du Heersien graveleux est à 212<sup>m</sup>80. Au puits n° 1, éloigné du premier de 100 mètres, cette même base est à 220<sup>m</sup>20. En cotes absolues ces chiffres deviennent — 175<sup>m</sup>20 (puits n° 1), — 167<sup>m</sup>80 (puits n° 2) et — 170 mètres au sondage n° 81, très voisin du puits n° 1. Une faille produisant un rejet d'environ 6 à 7 mètres à la base du Crétacique sépare le puits n° 1 des deux autres points. Il est très peu probable que cette faille fasse sentir son action jusqu'à la base du Heersien, qui se montre donc inégale et à allures ravivantes, ce qui concorde avec la nature caillouteuse et grossière de sa base.

Je ne possède malheureusement pas la coupe du puits n° 2 du Zwartberg pour la comparer avec celle donnée par Vincent. Je possède la coupe du puits n° 1 et elle offre avec celle du puits n° 2 des différences inexplicables. Les sables d'Orp-le-Grand sont représentés comme grossiers sur toute leur hauteur. A la base, à 316<sup>m</sup>25, un banc de 0<sup>m</sup>25 de coquilles sous lequel jusqu'à 327 mètres il y a des sables gris verdâtre avec de minces lits d'argile glauconifère. Puis le sable est argileux glauconifère jusqu'à 329<sup>m</sup>15. Puis en dessous on ne cite plus que des sables gris-brun avec poches d'argile brune et de lignite, avec tuffeau remanié jusqu'à 333<sup>m</sup>50. Vincent a malheureusement mélangé, dans sa liste, les fossiles de tous les niveaux du Zwartberg, ce qui est d'autant plus regrettable que ces variations lithologiques, à si courte distance, indiquent des remaniements et des mélanges où il fait difficile de se retrouver.

## BIBLIOGRAPHIE

1. MARLIÈRE, *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. LII, B., p. 103.
2. CORNET, J. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XVII, P.-v., p. 184.
3. DELVAUX, E. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IV, M., p. 51.
4. CORNET, J. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XX, P.-v., p. 81.
5. DUMONT, A. *Mém. sur les terrains crétacés et tertiaires*, édités par M. Mourlon, t. I, p. 235.

6. BRIART et CORNET, F.-L. *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 1877, p. 9.
  7. — *Ibid.*, 1865, p. 757.
  8. CORNET, J. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XIV, P.-v., p. 251.
  9. — *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLIV, M., p. 14.
  10. RUTOT, A. *Bull. Musée hist. nat. de Belg.*, 1886, p. 61.
  11. MARLIÈRE, A. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. LII, B., p. 184.
  12. CORNET, J. *Ibid.*, t. XLIV, M., p. 14.
  13. MIKAILOVITCH. *Ibid.*, t. LII, B., p. 170.
  14. MARLIÈRE, R. *Ibid.*, t. LIII, B., p. 45.
  15. CORNET, J. *Ibid.*, t. XLII, B., p. 72.
  16. — *Ibid.*, t. XL, B., p. 251.
  17. — *Ibid.*, t. XLV, M., p. 101.
  18. VINCENT, E. *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 1827, p. 357.
  19. — *Ibid.*, 1828, p. 554.
  20. — *Mém. Musée Hist. nat. de Belg.*, n° 45, 1930.
  21. HALET, F. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXII, p. 21.
  22. — *Ibid.*, t. XXXVII, p. 146.
  24. SCHMITZ et STAINIER, X. *Ibid.*, t. XXIV, P.-v., pp. 290 et 339.
  25. FORIR, H. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, M., p. 102.
  26. SCHMITZ et STAINIER, X. *Ann. des Mines*, t. XVI, p. 217.
  27. COGELS et VAN ERTBORN. *Ann. Soc. malac. de Belg.*, 1886, P.-v., p. LVII.
  28. — *Mélanges géologiques*, n° 1, p. 12.
  29. VAN WATERSCHOOT. *The deeper geol. of the Netherlands*. La Haye, 1909.
  30. *Eindverslag d. Rijksopsporing van Delfstoffen*. Amsterdam, 1918.
  31. *Festch. z. XI Bergmannstag*, part I, p. 272.
  32. *Jaarverslag d. Rijksopsporing van Delfstoffen*, 1908 à 1928.
  33. LYELL. *Ann. Travaux publ. de Belg.*, t. XIV, 1856, pp. 489-490.
-

## L'anhydride carbonique naturel, les failles et les sondages,

par P.-G. LIEGEOIS.

*Avant-propos.* — La présente note a pour objet de répondre à la question suivante : quel est, dans l'Ardenne belge, l'endroit le plus favorable au creusement d'un sondage pour rechercher de l'anhydride carbonique, et à quelle profondeur le forage devrait-il être poussé ?

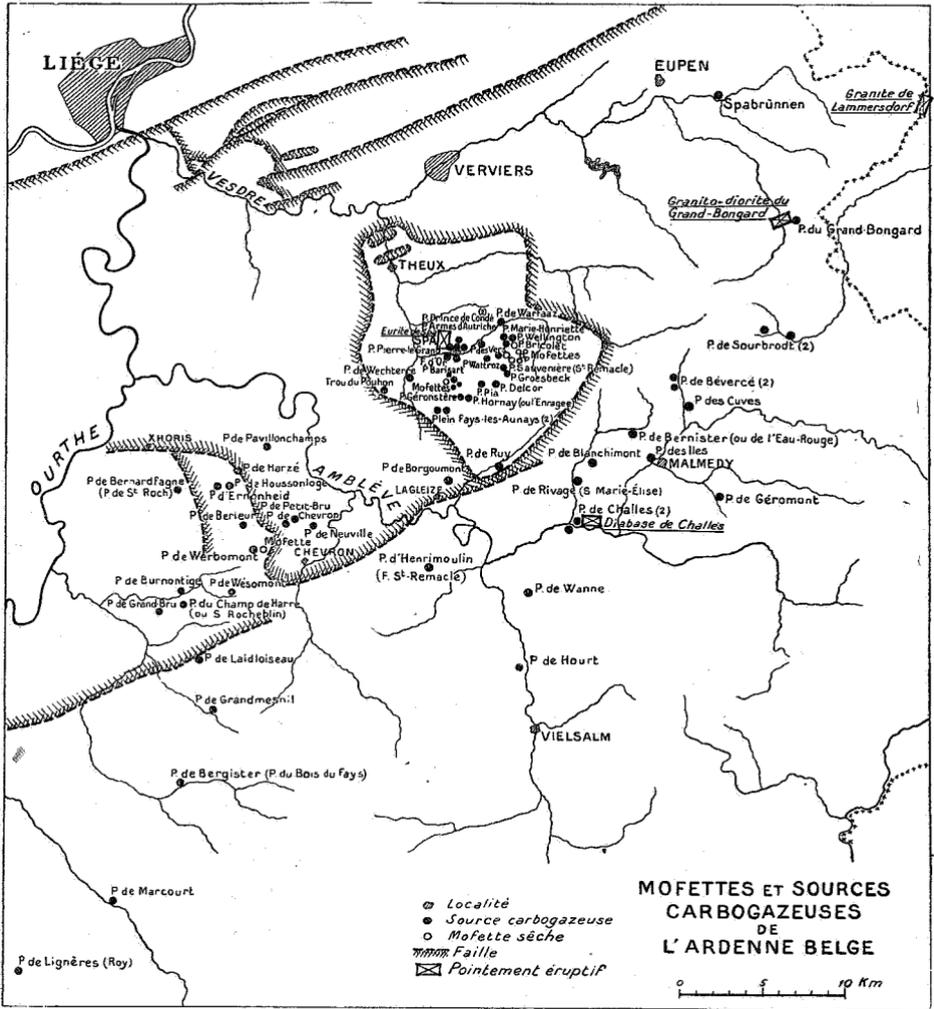
Tous les auteurs reconnaissent l'origine interne de l'anhydride carbonique naturel et, en Ardenne particulièrement, toutes les études confirment cette hypothèse : gîte géologique et topographique des mofettes, nature des gaz accompagnateurs, pulsation des dégagements, etc.

Il est raisonnable d'admettre que les gaz naturels se livrent un chemin aussi facile que possible et que, s'il existe en profondeur une fissure importante quelconque, les gaz l'utiliseront pour traverser les sédiments jusqu'au niveau où s'effectue la dispersion. Or, c'est en considérant cette dispersion sur une surface lenticulaire dont les axes auraient 65 et 20 kilomètres, que j'ai été amené à dire que le charriage de Theux-Spa ne pourrait constituer qu'une circonstance favorable pour les conduire au jour et rien de plus.

En outre, il existe une dispersion que nous appellerons superficielle et dont la preuve n'est plus à faire; j'ai plusieurs fois attiré l'attention sur des faits caractéristiques, bien connus depuis longtemps par les stations hydrominérales étrangères, mais non encore mis en évidence et même niés par des hydrologues belges : la dilution des filons hydrothermaux dans les nappes phréatiques, l'interdépendance des débits et des teneurs en gaz de griffons faisant partie d'un même site sourcier, l'analogie de température et de minéralisation pour des sources éloignées mais de débits semblables (donc subissant la même dilution), etc.

Ainsi, la dispersion est double. La première partie est opérée à la base des sédiments cambriens, où les failles doivent jouer le principal rôle, ce qui explique la grandeur totale de

l'aire d'émergence. La seconde ramification est effectuée vers la surface, grâce aux clivages, aux filons de quartz entr'ouverts, aux intercalations psammitiques et aux petits accidents tectoniques locaux. Tout ceci est tangible lorsqu'on exécute des ter-



rassements à quelques mètres de profondeur au voisinage d'une source carbogazeuse; on comprend par le fait même les particularités signalées plus haut, l'existence de nombreuses sources ou mofettes à proximité les unes des autres et les difficultés de réaliser un captage parfait.

*État actuel de la question.* — Il m'a paru indiqué de faire le point actuellement, parce que, à peu près en même temps, j'ai précisé la zone où l'on rencontre des mofettes carbogazeuses, et mes collègues MM. Blaise et Goffart ont déterminé avec exactitude le tracé des deux failles les plus importantes de la région qui nous intéresse. Le premier a, en effet, trouvé le passage méridional de la faille eifelienne qui délimite la fenêtre de Theux-Spa; et le second a montré que la fracture connue sous le nom de faille de Xhoris se prolonge jusque dans le revivien au Sud de la fenêtre de Theux-Spa, devenant ainsi une des cassures les plus marquantes de cette contrée.

J'ai annexé à cette étude une petite carte indiquant la zone de l'Ardenne où l'on rencontre des venues carbogazeuses, notamment celles du Luxembourg et de l'Hertogenwald, que l'on n'avait pas encore repérées. On y trouvera également les failles principales telles que leur tracé vient d'être établi.

Je puis donc énoncer les propositions suivantes :

a) Il y a dégagement d'anhydride carbonique naturel à l'intérieur de la fenêtre de Theux-Spa et le charriage eifelien ne draine pas les eaux minérales, puisque certaines venues sourdent du massif en place, notamment les « pouhons » fameux de la ville de Spa;

b) Il se trouve des griffons hydrominéraux de part et d'autre de la faille de Xhoris; certes, il y a un bel alignement de mofettes sèches ou noyées jalonnant la lèvre ouest de cette fracture entre Harzé et Werbomont, mais le dégagement principal de gaz est situé nettement de l'autre côté, sous la faille, à Bru-Chevron;

c) Il n'y a aucune faille d'effondrement décelée avec certitude dans les aires d'émergences gazeuses; les quelques cassures transversales que renseigne la Carte géologique doivent être vraisemblablement remplacées par des plissements accentués, comme on l'a reconnu à Marteau et à la Gileppe;

d) Il n'y a aucune mofette de gaz naturel dans la région découpée par les failles normales entre Moresnet et Eschweiler, malgré les filons sulfureux (Bleiberg) et les sources thermales (Aix) qu'on y rencontre.

*Conclusions.* — 1° Les failles que nous connaissons ne peuvent être considérées comme les drains naturels amenant au jour l'anhydride carbonique des mofettes ardennaises.

En ce qui concerne les failles de charriage ou simplement de rejet, la cause réside probablement dans leur faible pendage. Rien ne prouve que ces failles ne prennent pas naissance dans les phyllades reviniens; on a d'ailleurs tendance, actuellement, à diminuer l'importance de leur rejet.

Quant aux failles normales, il y a lieu d'invoquer leur éloignement des centres de dégagement d'anhydride carbonique.

2° Tout nous indiquant l'existence, dans le sous-sol ardennais, d'une venue mère (ou de quelques venues mères) de gaz carbonique accompagné ou non d'eau thermale, il faut admettre que la fracture amenant les gaz naturels de Spa est assez profonde; qu'elle se divise déjà profondément en delta vertical, émettant pour ainsi dire la venue mère en un grand nombre de bras et digitations.

*La condition nécessaire et suffisante pour obtenir un débit important d'eau carbonatée et un afflux exploitable d'anhydride carbonique est de forer un sondage profond, lequel irait chercher la venue mère à la base des massifs sédimentaires connus, bien au-dessous des failles Eifelienne et de Xhoris.*

*Situation actuelle en Belgique et dans les pays voisins.* — Si l'on veut se faire une idée de l'importance comparative des captages en Ardenne et à l'étranger, on peut juxtaposer les tableaux suivants :

*Profondeur des captages belges :*

RÉGION DE SPA :

Pouhon Pierre-le-Grand . . . . .	19 <sup>m</sup> 12
P. Condé n° 1 . . . . .	6 <sup>m</sup> 10
P. Condé n° 2 . . . . .	5 <sup>m</sup> 80
S. Armes d'Autriche . . . . .	11 <sup>m</sup> 02
S. Reine de France. . . . .	7 <sup>m</sup> 82
S. Marie-Henriette . . . . .	29 <sup>m</sup> 70
S. Wellington . . . . .	8 <sup>m</sup> 80
Fontaine Tonnelet . . . . .	7 <sup>m</sup> 45
S. Hornay . . . . .	9 <sup>m</sup> 50
S. Barisart . . . . .	10 <sup>m</sup> 50

RÉGION DE L'AMBLÈVE :

P. de Rivage (Marie-Elise). . . . .	5 <sup>m</sup> 00
P. de Harre . . . . .	5 <sup>m</sup> 30
P. de Bru (Chevron) . . . . .	5 <sup>m</sup> 25
P. de Malmédy . . . . .	2 <sup>m</sup> 00

*Profondeur des captages étrangers :*

## FRANCE :

La Bourboule . . . . .	161 <sup>m</sup> 00
Hauterive (Vieille S.) . . . . .	97 <sup>m</sup> 00
Hauterive (S. Amélie) . . . . .	58 <sup>m</sup> 65
Vals et Alet. . . . .	10 m. à 30 <sup>m</sup> 00
Saint-Yorre (S. Guerrier) . . . . .	23 <sup>m</sup> 00
Saint-Yorre (S. Léon) . . . . .	44 <sup>m</sup> 00
Saint-Yorre (S. Charles n° 2) . . . . .	28 <sup>m</sup> 70
Saint-Yorre (S. Charles n° 1) . . . . .	45 <sup>m</sup> 30
Montrond . . . . .	502 <sup>m</sup> 00

## ALLEMAGNE :

Laacher S. Tönnstein . . . . .	250 <sup>m</sup> 00
Laacher S. Burgbrohl . . . . .	500 <sup>m</sup> 00
Daun . . . . .	10 <sup>m</sup> 00
Gerolstein . . . . .	10 <sup>m</sup> 00
Neuenahr . . . . .	90 <sup>m</sup> 00
Nauheim . . . . .	159 <sup>m</sup> 00
Wildbad . . . . .	25 <sup>m</sup> 00
Kissingen (Schöbornsp.) . . . . .	490 <sup>m</sup> 00

## TCHÉCOSLOVAQUIE :

Sauerbrunn . . . . .	130 <sup>m</sup> 00
Tepliz (Stadtbad, etc.) . . . . .	500 <sup>m</sup> 00

On notera qu'en Belgique les seules sources de Bru et Marie-Henriette ont un débit industriel.

On observera que, parmi les sources étrangères, nous avons choisi celles qui se rapprochaient le plus des eaux de Spa par leur composition. C'est la raison pour laquelle nous ne citons pas les captages par sondages de Mondorf ou de Bourbonnelles-Bains, qui ont donné des eaux thermales chlorurées non gazeuses, ni les sources telles que Vichy, Châtelguyon ou Karlsbad, aux eaux carbonatées, mais dont les sels incrustants nécessitent des captages spéciaux.

Je reconnais que certains de ces sondages profonds avaient pour but principal de chercher des gisements de sel gemme (Kissingen) ou de houille (Montrond). Les nombreux dégagements lents ou instantanés d'anhydride carbonique survenus

dans les exploitations minières, et toujours en profondeur, renforcent mon opinion sur les possibilités de notre sous-sol ardennais.

La Compagnie Fermière des Eaux de Spa, il y a quelques années, a eu l'intention de faire procéder à un forage au lieu-dit Barisart, à Spa. On trouve là, sur une superficie de 10 ares à peine, deux ou trois sources, dont une captée, et plusieurs mofettes sèches. L'idée a été abandonnée.

Barisart reste, à mon avis, l'endroit le plus favorable, non seulement parce qu'il y a là de nombreuses venues, mais encore parce que ce site est dans une situation centrale par rapport à l'ensemble des dégagements. Au surplus, au point de vue géologique, on se trouve au contact salmien-revinien du massif ardennais resté en place (le fond du captage actuel atteint le revinien). Topographiquement, le point en question est à la cote 300, dans un thalweg relativement peu élevé et au pied d'une ligne de hauts plateaux dont l'altitude moyenne est de 575 mètres. Enfin, on y est assez éloigné des sources historiques et des captages industriels dont on considérerait la disparition comme une catastrophe. Espérons qu'il se trouvera un jour quelqu'un pour entreprendre ce travail doublement intéressant.

J'ajouterai, pour terminer, que l'anhydride carbonique naturel est, si l'on en croit les médecins avec qui j'ai été en rapport, beaucoup plus recommandable pour saturer les eaux de boisson que le gaz produit par l'industrie chimique. Le méthane et les gaz rares qui accompagnent le premier ne seraient jamais nuisibles, au contraire; tandis que le second, susceptible d'un défaut d'épuration inhérent aux fabrications industrielles, peut être accompagné des dérivés du soufre et de l'azote, lesquels se révèlent dangereux pour l'organisme, même absorbés à petites doses.

---

---