

SÉANCE MENSUELLE DU 19 MARS 1946.

Présidence de M. C. STEVENS, vice-président.

Sont admis en qualité de membres effectifs de la Société :

MM. J. DELHAYE, 74, chaussée de Bruxelles, Tournai; présenté par MM. A. Delmer et R. Cambier.

HENRI SCHWERS, docteur en médecine, 33, rue de Sélys, Liège, auparavant membre correspondant.

ÉCOLE SAINT-LUC, 70, rue des Palais, Bruxelles; présentée par MM. E. Dartevelle et A. Delmer.

Rectification :

Notre collègue M. MARCEL TOUWAIDE n'est nullement décédé au Congo, ainsi qu'il avait été annoncé par erreur à la séance du 16 octobre dernier, parce que les convocations qui lui avaient été adressées nous étaient revenues avec la mention « décédé ». Nous avons été heureux d'apprendre qu'il s'agissait d'une confusion de nom et que notre sympathique et dévoué collègue se trouve toujours en Afrique en excellente santé.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

- 9533 *Baudet, J.* Découverte d'une station néolithique sur le plateau de Solumont à Virton-Saint-Mard. Virton, 1944, 7 pages.
- 9534 *Calembert, L.* Les gisements de terres plastiques et réfractaires d'Andenne et du Condroz. Liège, 1945, 204 pages et 50 figures.
- 9535 *Demay, A.* Microtectonique et Tectonique profonde. Cristallisations et injections magmatiques syntectoniques. Paris, 1942, 245 pages et 18 figures.
- 9536 *Goguel, J.* Carte tectonique de la France. Paris, 1941, 15 pages, 4 figures et 1 carte.
- 9537 *Goguel, J.* Introduction à l'étude mécanique des déformations de l'écorce terrestre. Paris, 1943, 514 pages et 177 figures.
- 9538 *Roques, M.* Les schistes cristallins de la partie sud-ouest du Massif central français. Paris, 1941, 530 pages, 74 figures et 3 planches.
- 9539 *Feruglio, E.* Estudios geológicos y glaciológicos en la region del Lago Argentino (Patagonia). Cordoba, 1944, 208 pages.

- 9539 *Zuffardi, P.* Descripción de algunas rocas de la region de Los Lagos Argentino y Viedma. Cordoba, 1944, 46 pages et 39 figures.
- 9540 *Roubault, M.* Trésors méconnus. Les Mines de l'Empire français. Paris, 1946, 93 pages et figures.

Communications des membres :

R. MARLIÈRE. — *Deltas wealdiens du Hainaut : Sables et graviers de Thieu; argiles réfractaires d'Hautrage.* (Projections lumineuses.) (Texte ci-après.)

Cette communication étendue apporte une explication originale à la présence des dépôts wealdiens sur le bord nord du bassin de Mons. M. P. de Béthune s'étonne de l'inclinaison importante que montrent les dépôts vers l'intérieur de la cuvette. Il se demande aussi s'il ne faut pas considérer comme d'origine périglaciaire les fissures que M. Marlière signale à leur partie supérieure. M. Marlière, appuyé par d'autres membres, répond que l'angle d'inclinaison n'excède pas celui du talus naturel des matériaux entraînés. Quant à la fissuration, elle peut avoir bien d'autres causes que l'action glaciaire, dont on ne trouve aucun autre indice dans la région. M. C. Stevens remercie M. Marlière. Il rappelle les travaux de Jules Cornet et les siens sur les ravinements du socle paléozoïque, concluant à l'absence complète de traces glaciaires et à la formation de vallées transversales d'origine tectonique. Au point de vue paléogéographique, la communication de M. Marlière montre qu'au Wealdien le massif du Brabant possédait un relief appréciable, très différent de la pénéplaine sur laquelle on admet qu'ont progressé les premières transgressions marines qui ont suivi.

J. HUGÉ. — *Veines de silex dans des failles de la craie à Harmignies (Hainaut).* (Texte ci-après.)

R. TAVERNIER. — *Le réseau hydrographique du Bas-Escaut au Pléistocène supérieur.* (Projections lumineuses.) (Texte ci-après.)

M. M. DENAYER présente l'ouvrage suivant :

MAURICE DREYFUSS. — *Guide pratique du géologue de terrain pour l'étude des formations sédimentaires*, in-8°, broché, x+259 pages, 137 figures dans le texte, 10 annexes (tableaux, abaques, tables). Montpellier, Dubois et Poulain, 1946.

Ce livre, préfacé par G. DENIZOT, professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Montpellier, poursuit avant tout le

but, essentiellement pratique, d'initier les étudiants en géologie : 1° à l'emploi des instruments et aux méthodes du levé géologique et topologique; 2° à l'établissement de coupes, profils, cartes structurales, tectoniques, paléogéographiques et bloc-diagrammes.

Son auteur, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier, a acquis, au service de la Société des Pétroles du Languedoc méditerranéen, la pratique des méthodes actuelles de levé, mises au point par les Britanniques et les Américains. S'inspirant en partie et en parfaite connaissance de cause des ouvrages de langue anglaise, il a réalisé un « Guide » vraiment utile, plus moderne que la traduction par PAUL LEMOINE du *Traité pratique de Géologie* de GEIKIE, et formant le complément nécessaire — surtout en ce qui concerne la résolution graphique des problèmes — des connaissances théoriques acquises dans les Facultés.

**Deltas wealdiens du Hainaut :
sables et graviers de Thieu; argiles réfractaires d'Hautrage**

par RENÉ MARLIÈRE (Mons).

Les argiles belges n'avaient encore jamais fait l'objet d'une étude scientifique systématique, lorsque le *Comité belge pour l'étude des argiles* (COBEA) demanda et obtint la collaboration de plusieurs chercheurs, chimistes, pétrographes, géologues, techniciens,...

Il est ici tout spécialement traité de l'aspect géologique du gîte alumineux d'Hautrage, mais on ne peut le faire sans situer le problème dans un cadre un peu large et en rapprocher certaines accumulations wealdiennes mieux connues ou mieux caractérisées ailleurs. Sans doute les géologues ont-ils une notion plus ou moins précise de la structure et de la genèse des terres plastiques wealdiennes; mais les exploitants les voient encore le plus souvent dans des poches, comme s'il s'agissait des terres de l'Entre-Sambre-et-Meuse ou de la région d'Andenne. Cette note s'adresse donc à la fois aux géologues et aux industriels.

Le Wealdien gît effectivement sous la forme de lambeaux enfouis dans les profondeurs des « puits naturels » du terrain houiller (Bernissart) ou dans des poches de dissolution subor-

données à un support immédiat de nature calcaire (Tournai, Blaton, Bettrechies, ...); mais les exploitations qui jalonnent le bord nord du bassin de Mons entre Ville-Pommerœul et La Louvière trouvent leur richesse dans une bande argilo-sableuse et graveleuse étalée, avec quelques interruptions, sur une distance de 40 km entre la frontière française et La Louvière (1).

L'assise est aujourd'hui bien reconnue par de nombreux puits et sondages. On en peut tracer les contours avec une relative assurance (2). Le plus souvent cachée sous les couches marneuses ou sableuses et glauconifères du Crétacé marin, elle apparaît en affleurement en débordant son recouvrement par le dessous (Hautrage, Baudour, Casteau, Gottignies, Thieu, La Louvière). Judicieusement, A. Briart et F. L. Cornet faisaient observer : « Ce sont probablement ces débordements qui ont fait croire à M. Dumont (3) que le système [wealdien] du massif de Mons ne formait pas une bande continue, mais des lambeaux isolés plus ou moins étendus, gisant sur le bord septentrional du bassin crétacé » (4).

En 1899, Jules Cornet explique les mêmes gîtes wealdiens en les attribuant « à des vallées d'érosion nord-sud creusées dans le terrain houiller et dépassant les limites des assises crétacées marines. Il en est ainsi, dit-il, à Hautrage, à Villerot, à Maisières » (5) (p. 146).

Nous devons rendre hommage à cette interprétation si perspicace, alors que rien ne faisait encore apparaître la forme des vallées d'érosion, ni à Hautrage, ni à Villerot, ni à Maisières. Toutefois la carte du relief du socle paléozoïque de 1921-1923 n'en figure pas. On peut même se demander si Jules Cornet n'avait pas abandonné cette idée : n'avait-il pas considéré le fond du bassin de Mons tout entier comme « un profond ravin

(1) RENÉ MARLIÈRE, Argiles et sables wealdiens du Hainaut (*Public. de l'Ass. des Ing. de l'École des Mines de Mons*, fasc. 48, pp. 1-51, 2 cartes, 1934).

(2) CH. STEVENS et R. MARLIÈRE, Revision de la Carte du relief du socle paléozoïque du bassin de Mons (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LXVII, Bull., pp. 145-175, 2 planches, 1944).

(3) Et aussi à beaucoup d'exploitants, à qui la connaissance du gisement manque le plus souvent.

(4) A. BRIART et F.-L. CORNET, Crétacé du Hainaut, p. 38, 1866.

(5) JULES CORNET, Les sables et argiles d'Hautrage (Bernissartien). Le « Wealdien » du Hainaut (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XIII, pp. v, 141-147, 1899).

dirigé de l'Est à l'Ouest et rempli par le Wealdien et par les assises crétacées marines » ? « Ce ravin est bien une *vallée d'érosion* », précisait-il en 1899 (*op. cit.*, pp. 141-142).

On a fait tant de chemin depuis ! On est en droit de rechercher aujourd'hui s'il existe encore dans le fond du bassin de Mons des reliefs qui puissent être rattachés à une forme d'érosion. En fait ces formes ne sont pas totalement absentes; certaines sont conservées à peu de chose près dans leur modelé primitif et voisinent avec les *cuves*, d'origine tectonique.

*
**

L'époque wealdienne dans le Hainaut est magistralement évoquée dans trois notes successives ⁽⁶⁾ où Jules Cornet vise un double but : d'abord, reconstituer la physiographie de la région à l'époque continentale correspondante en montrant que tous les éléments rocheux et minéraux des dépôts examinés proviennent du Nord et se sont donc acheminés du Nord au Sud, en ligne générale; ensuite, démontrer que les « cuves » de la zone axiale du bassin crétacé n'existaient pas dans leur forme actuelle à la même époque et trouvent leur origine dans des épisodes tectoniques, ultérieurs à l'enlèvement partiel du Wealdien par les mers crétacées. Les mouvements posthumes, entrevus par A. Briart en 1866 (*op. cit.*, p. 37), démontrés par Jules Gosselet en 1913 ⁽⁷⁾, retenaient alors vivement toute l'attention de Jules Cornet, à qui revient le mérite d'en avoir reconstitué le mécanisme dans le temps et dans l'espace, stimulé en cela par les publications de Hans Stille relatives à la tectonique comparée.

**UN TERME DE COMPARAISON :
LE WEALDIEN DANS LE DISTRICT DU CENTRE ⁽⁸⁾,
SABLES ET GRAVIERS DE THIEU.**

(Fig. 1.)

Chacun connaît ou peut encore étudier la remarquable coupe offerte, dans la vallée du Ruisseau de Saint-Pierre, par l'exploitation Boucheï entre Thieu et Le Rœulx. Les sables et graviers

⁽⁶⁾ JULES CORNET, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. I, Bull., pp. 89-103, 132-145, 161-164, 1927.

⁽⁷⁾ JULES GOSSELET, Note sur le torrent d'Anzin (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XLII, p. 170, 1913).

⁽⁸⁾ Il s'agit du district administratif des Mines, compris entre le méridien de Mons et le méridien de Chapelle-lez-Herlaimont.

wealdiens, recouverts par le Crétacé marin, s'y observent sur environ 20 m d'épaisseur avec une structure telle que dès l'abord s'impose l'idée d'une origine torrentielle.

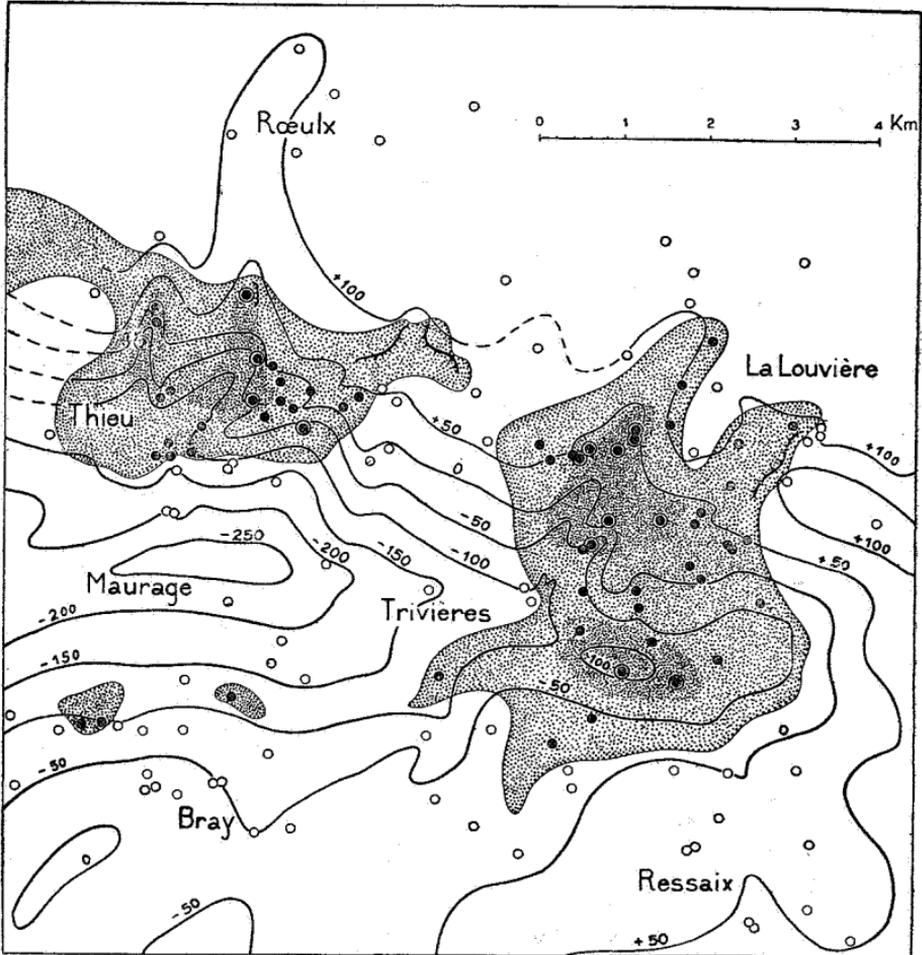


FIG. 1. — Courbes reproduisant le relief du socle primaire dans le sous-sol de Thieu, La Louvière, etc. Extensions souterraine et superficielle du Wealdien.

Explications détaillées dans le texte.

Dès 1913, Jules Cornet signala cette coupe démonstrative ⁽⁹⁾. Il y revint souvent, notamment en 1925 ⁽¹⁰⁾ : « Il y a là, dit-il, un superbe *delta torrentiel lacustre* d'une épaisseur totale,

⁽⁹⁾ JULES CORNET, Les sables wealdiens de Thieu (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XL, pp. 371-373, 1913).

⁽¹⁰⁾ JULES CORNET, L'extension du Wealdien dans le district du Centre (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLVIII, Bull., pp. 186-193, 1925).

indiquée par le sondage voisin, de 56 mètres environ. Ce sont les dépôts d'un cours d'eau puissant qui, comme l'indiquent les éléments des cailloutis, venait de la région cambrienne du Brabant » (p. 191). Puis il ajoute : « La vallée inférieure de ce cours d'eau est nettement indiquée par les courbes de niveau du socle paléozoïque (planchette *Le Rœulx*) ».

En accompagnant ce rappel d'une carte (fig. 1), j'ai tenu à mettre en évidence certains autres faits frappants; ils n'altèrent en rien les conclusions de Jules Cornet, mais les renforcent; en même temps ils permettent de mieux comprendre les gîtes d'Hautrage et, peut-être, de Baudour.

Le relief du socle paléozoïque est figuré sur la carte en fonction de nombreux puits, sondages ou sondages intérieurs qu'il n'a pas été possible de mentionner tous; il est rigoureusement conforme à la revision établie en 1944 en collaboration avec M. le major Ch. Stevens (*op. cit.*). Les puits ou sondages où le Wealdien est reconnu sont représentés par des cercles pleins, doublés d'un cercle concentrique lorsque l'épaisseur atteint ou dépasse 50 m. Là où le Wealdien est absent il y a un cercle clair. Ainsi on a voulu laisser à la carte la valeur d'un document aussi objectif que possible.

Le grisé couvre le fond hypsométrique là où le Wealdien tapisse le socle. Il donne une interprétation sans hardiesse, trouvant son inspiration dans des liens géométriques et réunissant notamment les sondages aux régions d'affleurement (celles-ci limitées par un trait fort, avec dents de loup).

1. La surface primaire, en presque totalité constituée par le terrain schisto-gréseux du Houiller (sauf sous Le Rœulx), est fortement ravinée.

En effet : un sillon épipaléozoïque descend vers Thieu entre les courbes +100 et -50; un deuxième, plus développé, vient du Rœulx en direction du Sud; un troisième occupe l'emplacement du dit « synclinal du Thiriau »; immédiatement à l'Ouest de La Louvière, un quatrième sillon passe de +100 à -100 en direction générale du Sud; de l'autre côté de l'agglomération, une langue wealdienne est reconnue souterrainement et vient au jour au hameau de Baume, où se trouve la seule exploitation d'argile encore en activité dans la région; elle y entame le flanc méridional de la langue wealdienne et révèle un léger pendage vers le Nord (où l'on pourrait attendre une inclinaison accentuée au Sud). Aux abords de Trivières, les

deux chenaux qui descendent de La Louvière confluent avec une dépression épipaléozoïque notable, peut-être fermée, peut-être aussi ouverte vers la cuve de Mauraige, et qui semble appartenir elle-même à un vaste sillon venant de l'Est.

2. *Dans l'axe de chacun des sillons épipaléozoïques se situent les plus puissantes accumulations wealdiennes, parfois supérieures à 50 mètres.*

Du Nord au Sud on trouve la suite ci-après :

	En mètres
<i>Dans le chenal de Thieu :</i>	
Sondage n° 3 de Strépy-Bracquegnies (1916) [<i>Le Rœulx</i> 99] ⁽¹¹⁾ .	78,30
Sondage n° 2 de Strépy-Bracquegnies (1916) [<i>Le Rœulx</i> 98]	103,40 (?)
<i>Dans le chenal du Rœulx :</i>	
Sondage du château Saint-Pierre (1918) [<i>Le Rœulx</i> 100]	41,00 ⁽¹²⁾
Sondage n° 6 de Strépy-Bracquegnies (1866) [<i>Le Rœulx</i> 37] ...	50 à 75 ⁽¹³⁾
<i>Dans le chenal du Thiriau :</i>	
Sondage n° 4 ^{bis} de Strépy-Bracquegnies (1863) [<i>Le Rœulx</i> 35].	> 48,60
<i>Dans le chenal au Nord-Ouest de La Louvière :</i>	
Puits n° 14 de La Louvière (1852) [<i>Le Rœulx</i> 50]	env. 65,00
Puits n° 12 de La Louvière [<i>Le Rœulx</i> 48]	72,22
Puits n° 13 de La Louvière [<i>Le Rœulx</i> 49]	71 à 105 ⁽¹³⁾
Puits n° 15 de La Louvière [<i>Le Rœulx</i> 51]	62,45
Puits n° 16 de La Louvière [<i>Le Rœulx</i> 52]	53,50

Avec, plus au Sud :

	En mètres
Puits n° 5 de La Louvière [<i>Binche</i> 76]	56,00
Sondage n° 2 de Sars-Longchamps (1859) [<i>Binche</i> 20]	> 54,35
Deuxième sondage de Sars-Longchamps [<i>Binche</i> 51 ^{bis}]	92,10

Enfin, à l'Est de Trivières, un vaste fossé apparaît rempli de Wealdien :

	En mètres
Puits n° 3 de Péronnes (1837) [<i>Binche</i> 22]	> 60,00
Sondage n° 4 de Péronnes (1838) [<i>Binche</i> 25]	61,55

3. *Cette disposition n'est pas d'origine tectonique.*

Si les assises houillères sous-jacentes ou les terrains crétacés récents adoptaient une disposition synclinale, on pourrait attri-

⁽¹¹⁾ Les indications entre crochets [...] correspondent aux numéros de référence de la *Carte du relief du socle paléozoïque*, par J. CORNET et CH. STEVENS, 1923.

⁽¹²⁾ Auxquels il faut ajouter une quinzaine de mètres de couches visibles dans la carrière voisine.

⁽¹³⁾ Selon les auteurs consultés.

buer aux chenaux et à leur remplissage une origine tectonique. Ils pourraient être le résultat d'une déformation et les puissantes accumulations qui en occupent les axes y seraient préservées dans des synclinaux étroits. Or il n'est rien de tout cela.

A Thieu et à La Louvière les allures directionnelles des couches de houille exploitées en plateures dans le « Comble nord » sont indifférentes aux inflexions des courbes isohypses et se maintiennent parfaitement dans la direction Est-Ouest.

Les assises crétacées n'adoptent pas davantage une disposition plissée harmonique. Pour y faire apparaître ce qui fut appelé le « synclinal du Thiriau », il fallut faire emploi de sondages mal connus, utiliser des coupes tortueuses, exagérer 10 ou 20 fois l'échelle des hauteurs et avec elle la dimension des indéterminations. En fait, si l'on utilise les coupes des sondages, telles que Jules Cornet les a reconstituées, on note une décroissance constante des altitudes du Nord au Sud, et si les écarts ne sont pas proportionnels aux distances horizontales, c'est en bonne partie à cause de la distribution géographique des sondages, qui n'est pas idéale. Ainsi, les cotes utilisables des sondages donnent, du Nord vers le Sud :

[Le Rœulx 36] [Le Rœulx 33] [Le Rœulx 32] [Le Rœulx 34]

Base Craie de				
Malsières	+87,50	+76,45	+60,30	+53,70
Base du Tourtia	+74,50	+41,90	+40,30	+25,80

Il n'est pas possible de trouver dans la suite des cotes une disposition synclinale. De même on ne saurait parler d'un synclinal Nord-Sud dans la dépression du ruisseau de Saint-Pierre. On peut même montrer, dans certains cas, que la base du Wealdien plonge dans un sens et les couches crétacées à rebours; il en est ainsi entre le sondage n° 5 de Strépy-Bracquengnies [Le Rœulx 36] et le sondage n° 6 [Le Rœulx 37].

S'il existe des ondulations dans les assises recouvrant les amas wealdiens de Thieu et de La Louvière, elles sont certainement d'importance mineure et ne coïncident pas nécessairement avec les axes du relief vigoureusement sculpté dans le socle ancien. Tous ces faits nous mettent en présence de *chenaux d'érosion comblés par les dépôts pénécotemporains et fixés dans leur état primitif*. Il s'agit d'un *relief fossile* épargné par l'abrasion crétacée. Nous n'entendons pas lui refuser toute participation à un mouvement d'ensemble, mais ses caractères morphologiques et structuraux essentiels sont originels.

4. L'exemple est sans doute démonstratif. Il devient fort instructif par le fait de la proximité de la cuve de Maurage, dont le fond atteint au moins 250 m sous le niveau de la mer et n'est cependant pas tapissé de Wealdien, lequel n'est reconnu en aucun point au-dessous de la courbe —150. Mais l'origine diastrophique de la cuve de Maurage n'est plus à démontrer...

Ainsi, la surface paléozoïque révèle ici, *côte à côte, dans une évidente opposition, des reliefs vigoureux travaillés par l'érosion et une dépression profonde d'âge ultérieur et de nature tectonique.*

5. On peut rechercher s'il existe une distribution géographique ou une succession verticale des *facies wealdiens*.

A vrai dire, aucune règle ne peut être mise en évidence. Sous Thieu et dans les parages, les graviers et les sables prédominent nettement; à ce type correspond le gîte exploité par M. Boucheï. Briart et F. L. Cornet signalent aussi une hauteur de 25 m de cailloux de phtanite au sondage n° 6 de Strépy-Bracquègnies. Par contre, environ 2,5 km à l'Est, au pied de l'ascenseur n° 3 d'Houdeng, il existe une quarantaine de mètres de couches d'argiles avec seulement quelques bancs de sable stratifiés régulièrement (Ch. Bommer, 1892, p. 160) ⁽¹⁴⁾.

L'amas compris entre La Louvière et Trivières est riche en sables, qui paraissent plus argileux ou associés à de moins rares couches d'argiles, exploitées à Baume (La Louvière) dans le passé et de nos jours.

Les coupes, reconnues par puits et sondages pour la plupart, ne permettent pas d'autres précisions.

6. *Quelle est l'inclinaison propre des couches wealdiennes ?*

On a pu observer des stratifications entrecroisées fréquentes, des pendages en sens très divers (A. Briart et F. L. Cornet) ⁽¹⁵⁾, et l'on est en droit de se demander si *a priori* on peut espérer trouver une allure générale. En effet, la configuration tourmentée du support rocheux, les changements fréquents dans le transport et le dépôt, qui sont l'une des caractéristiques des

(14) CH. BOMMER, Un nouveau gîte de végétaux découvert dans l'argile wealdienne de Bracquègnies (Hainaut) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. VI, pp. v, 160-161, 1892).

(15) A. BRIART et F.-L. CORNET, Description de l'étage inférieur du terrain crétacé du Hainaut (*Mémoires couronnés de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXXIII, p. 32, 1867).

régimes torrentiels, ont eu d'inévitables répercussions sur la structure des accumulations wealdiennes. En tout cas et pour l'ensemble, les faits précis manquent, soit parce que les exploitants n'y ont jamais prêté attention, soit parce que les puits et sondages étaient peu favorables aux observations de ce genre.

Seule la carrière Boucheï donne une indication, à mon sens, fort utile : les couches y sont coupées dans le sens Nord-Sud suivant leur plus grande pente, laquelle correspond manifestement à la direction du thalweg épipaléozoïque. On note pour les couches wealdiennes une inclinaison mesurée de 7° à 10° vers le Sud, alors que l'inclinaison calculée de la surface primaire serait, au même endroit, de 3° à 4° dans le même sens. De ce fait trop isolé nous ne voulons rien conclure; il trouvera place ultérieurement.

Des inclinaisons vers le Nord ne sont pas inconnues, bien qu'on se trouve toujours sur le flanc septentrional du bassin de Mons, où les pendages se font très nettement au Sud en règle générale.

LES ARGILES RÉFRACTAIRES D'HAUTRAGE.

(Fig. 2 à 10 dans le texte et en dépliant.)

En 1823, Drapiez décrivait les exploitations d'Hautrage et reprochait aux usagers (déjà !) de laisser « engloutie une grande quantité de matière qu'on rechercherait vainement plus tard et qu'on pourrait bien alors se repentir d'avoir méprisée » ⁽¹⁶⁾ (p. 93).

Un sondage ancien y aurait traversé 141^m50 de Wealdien (dont 131^m40 d'argiles) sans atteindre la base de la formation. Deux sondages récents ont reconnu l'un 92^m50, l'autre 113 m de terre plastique. Nulle part ailleurs dans le bassin de Mons de telles épaisseurs ne sont connues. A proprement parler, il existe donc bien un *gîte* réfractaire alumineux d'Hautrage, mais dont la connaissance est demeurée très imparfaite.

En effet :

D'une part, avant les sondages pour la reconnaissance du Houiller entrepris de 1936 à 1938, le substratum du bassin d'Hautrage était connu par la seule fosse Saint-Hubert ou ancienne fosse de Sirault [*Baudour* 2], en lisière Nord de la

(16) DRAPIEZ, Coup d'œil minéralogique et géologique sur la province de Hainaut, Bruxelles, 1823.

région d'affleurement. Un sondage pratiqué en 1855 s'était approché du Houiller [*Baudour 1*], mais il avait été abandonné à la profondeur de 193^m60 dans des argiles de différentes couleurs avec lignites et de minces couches de sables. A l'Est et à l'Ouest d'Hautrage les documents n'étaient guère plus nombreux ni de meilleure qualité; aussi les courbes figurant le relief du socle paléozoïque passaient-elles sous Hautrage, presque indifférentes dans leur allure générale Est-Ouest et en traits prudemment discontinus.

A ces faits nous ajoutons les résultats de trois sondages, soit du Nord au Sud :

	Épaisseur du Wealdien
Le sondage d'Hautrage-Centre (1937) [<i>Baudour 06</i>]	113 m
Le sondage de la route de Tournai (1938) [<i>Baudour 07</i>]	92 ^m 28
Le sondage du Moulin (1936) [<i>Baudour 05</i>] (17)	absent

A Villerot, à l'Est, on dispose d'un forage d'alimentation [*Baudour 04*] qui atteint la profondeur de 34^m40, après avoir recoupé 9^m40 de Wealdien, dans lequel il fut arrêté. A l'Ouest, le puits Peniaux (1917) traverse 25^m40 de Wealdien, mais n'a pas été non plus poussé jusqu'au Houiller. En utilisant encore les contacts observables au jour entre le Crétacé et le Primaire en lisière du bassin, on trace le relief probable du socle paléozoïque (fig. 2).

D'autre part, on reproche aux argiles d'Hautrage, et non sans raison, l'absence de repère stratigraphique, les variations rapides et déconcertantes de couleur et de qualité, une monotonie décevante des exploitations, la nature précaire des coupes en carrière, lesquelles s'éboulent dès la première pluie. Je me suis plaint également de ces conjonctures en 1934 et j'indiquais alors : « L'étude d'un gisement et, à plus forte raison, l'étude comparative de plusieurs gisements ne peuvent donc pas adopter une simple méthode morphologique; elles doivent se compléter par des analyses précises d'échantillons prélevés avec méthode » (*op. cit.*, p. 12).

Or, le *Comité belge pour l'étude des argiles* (COBEA), en mettant à son programme l'étude des gîtes alumineux du pays, rendit possibles les analyses souhaitées et donna ainsi

(17) RENÉ MARLIÈRE, Contribution à l'étude des formations crétacées et tertiaires du bassin de Mons. Deuxième fascicule (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LXIII, Bull., pp. 50-76, 1939).

une impulsion nouvelle aux recherches. Toute la partie descriptive (géologique, minéralogique, chimique, thermique, géotechnique) se trouve exposée dans les *Rapports annuels* du COBEA.

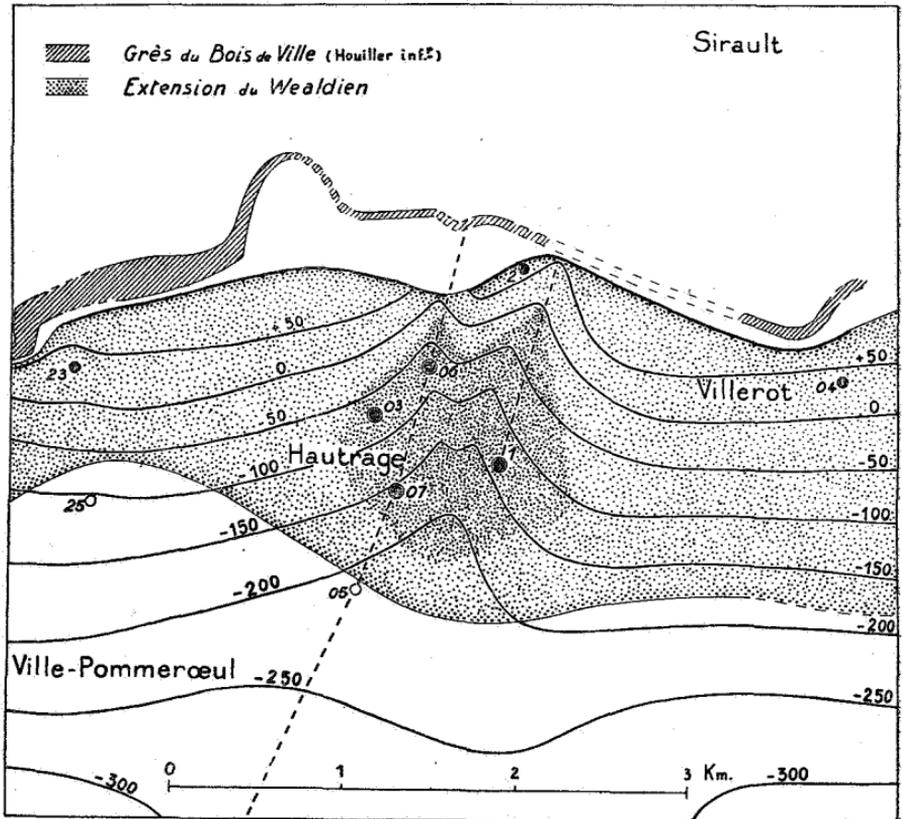


FIG. 2. — Courbes figurant le relief du socle primaire dans le sous-sol d'Hautrage, Villerot et Ville-Pommerœul. Extensions souterraine et superficielle du Wealdien.

Même légende que pour la figure 1.

Les traits interrompus passant par les sondages en direction générale Nord-Sud indiquent les traces des coupes géologiques reproduites aux figures 9 et 10 ci-après.

Nous dégageons ici les principaux traits relatifs au mode de gisement, à la stratigraphie, aux facies géologiques, à l'origine et concluons par un aperçu sur l'importance technique de ces problèmes.

*
**

Sur la carte (fig. 2), les sondages, les courbes du relief du socle paléozoïque, l'extension du Wealdien, les régions d'affleurement sont représentés par les signes conventionnels adoptés

pour la figure 1. Le Grès du Bois de Ville, indiqué en affleurement, plonge généralement au Sud, mais dessine un pli synclinal accusé aux Bruyères d'Hautrage. Les schistes et grès houillers de l'assise d'Andenne ou du Westphalien forment le substratum ancien des dépôts wealdiens et crétacés. Dans les angles inférieurs droit et gauche du dessin s'amorcent respectivement la cuve des Herbières et la cuve de Pommerœul.

1. *Le gîte argileux d'Hautrage repose en totalité sur un support schisto-gréseux raviné.*

En effet, les sondages récents ont atteint le terrain houiller à des altitudes très inférieures à celles qu'on pouvait attendre selon les interpolations antérieures ⁽¹⁸⁾, soit :

	Cote réelle du Primaire	Cote prévisible antérieurement
<i>Baudour 06</i>	— 74 m env.	— 15 m
<i>Baudour 07</i>	—160 ^m 28	—100 m
<i>Baudour 05</i>	—220 m	—170 m

On est donc conduit à refouler localement les courbes isohypses vers le Nord et à représenter avec approximation un de ces chenaux bien connus dans le sous-sol de Thieu, La Louvière et Saint-Vaast.

2. *Ici aussi les puissantes accumulations d'argiles du gîte d'Hautrage sont contenues dans un chenal ouvert au Sud, vers l'axe du bassin.*

Cette constatation est rendue évidente au seul examen de la carte. On pourrait rappeler les épaisseurs de terres plastiques révélées par les sondages d'Hautrage (jusqu'à 131 m, ou plus), tandis que peu à l'Ouest, là où nous avons des documents, le Wealdien est réduit ou absent :

Au sondage n° 1 de Ville-Pommerœul [*Belœil 23*], le Weal-

(18) La *Carte du relief du socle paléozoïque* de J. CORNET et CH. STEVENS (1921) figure le sondage de 1855 sous le n° 1 de la feuille *Baudour* et indique la cote atteinte au fond (—94 m), le Houiller n'étant pas encore reconnu à ce niveau. Or le sondage a traversé 51^m60 de Crétacé marin avant d'atteindre l'argile, ce qui a été perdu de vue. La cote du fond du sondage est —149^m60.

En tenant compte de cette rectification à l'ancienne Carte du relief on réduit les écarts signalés dans notre texte, mais on ne les élimine pas et en tout état de cause on est conduit à refouler les courbes isohypses vers le Nord.

dien atteint seulement 23^m80, contre 113 m à la même latitude, au sondage d'Hautrage-Centre [*Baudour* 06].

Il manque au sondage n° 1 de la Société Camus [*Belcèil* 25], mais est reconnu sur une épaisseur de 92^m28 exactement à l'Est, au sondage de la route de Tournai [*Baudour* 07].

3. *Cette disposition n'est pas d'origine tectonique.*

Le terrain houiller dessine une large ondulation synclinale, dont les allures du Grès du Bois de Ville donnent une idée précise; or le relief épipaléozoïque est plus vigoureux. Quant au recouvrement secondaire, il se prête mal à des coupes transversales; on observe néanmoins que le chenal ou les chenaux d'Hautrage semblent étrangers aux cuves des Herbières et de Pommercèul, de position méridionale.

Enfin et surtout, les exploitations d'argile sont assez nombreuses et assez vastes pour qu'on puisse se rendre compte de la bonne concordance des directions, ce qui exclut toute idée de déformation synclinale du gîte.

Les argiles d'Hautrage se sont accumulées dans un sillon d'érosion, sculpté dans les schistes et grès namuriens et aucune déformation tectonique majeure n'y apparaît.

4. Pas plus que la cuve de Maurage, la cuve des Herbières et la cuve de Pommercèul (—400) ne sont tapissées de dépôts wealdiens; leurs axes n'en renferment pas. Il en existe des vestiges sous Pommercèul, comme d'ailleurs à Bray; dans les deux cas on les rencontre sur le flanc méridional. Dans les deux régions également se dessine une sorte d'ombilic à la limite de la zone d'influence des cuves; les isohypses figurant le relief du chenal y subissent une inversion très bien caractérisée de part et d'autre.

Ainsi nous avons montré des analogies évidentes qui relient les gîtes orientaux et le bassin d'Hautrage et les rattachent à une même origine. Bien d'autres faits corroborent cette idée; ils apparaîtront ci-après.

STRATIGRAPHIE DU GITE D'HAUTRAGE.

1. L'argile repose exclusivement sur le terrain houiller improductif (Namurien) et vraisemblablement uniquement sur les schistes de l'assise d'Andenne. Mais depuis plus de quinze ans je n'ai jamais appris qu'un exploitant ait approfondi un

puits d'extraction ou de recherche jusqu'à la base du gisement. Les couches du fond sont connues uniquement à la bordure Nord en affleurement et n'y présentent pas de caractères lithologiques particuliers. On y connaît des argiles de mêmes types qu'aux parties plus élevées. La seule particularité réside dans une inclinaison relativement faible (17° à la Fosse de Sirault, 10° à 15° à la Savatte, contre 20° à 27° dans la masse du gîte).

2. En maints endroits, le recouvrement est constitué par des limons quaternaires sableux peu épais (1^m50 à 2 m) dont il n'est pas souvent possible d'observer le contact aux argiles, à cause des éboulements. Il faut étudier les coupes au moment où les ouvriers procèdent à la découverte d'une tranche à exploiter.

En 1943, j'ai eu l'occasion d'observer un contact curieux et instructif à la Carrière dite de l'Association, aux confins des territoires de Sirault et d'Hautrage : La base des sables quaternaires y est accompagnée de nombreux galets d'origine diestienne groupés en un cailloutis non ravinant (fig. 3). Sous les

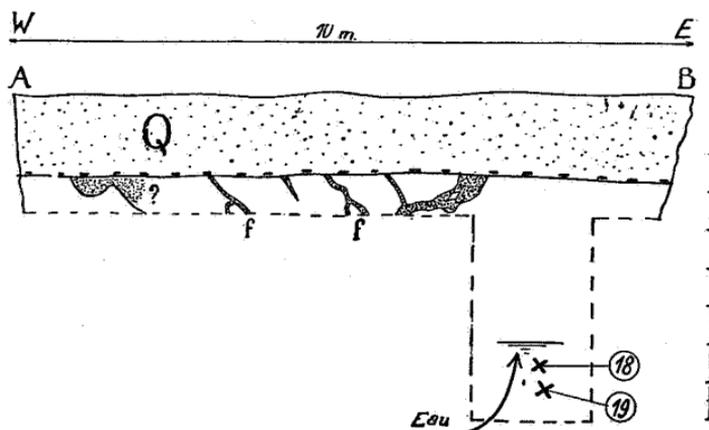


FIG. 3. — Carrière de l'Association.

Q = Quaternaire f = Filons clastiques

Les numéros correspondent aux échantillons prélevés et analysés.

sables viennent les argiles où l'on observe de curieuses pénétrations filoniennes (f) prenant rarement la forme d'amas ou de poches, occupées par un sable vert foncé glauconifère où l'on reconnaît volontiers le sable landénien marin avec son faciès régional. Les filonnets sont parfois ramifiés, obliques ou contournés; les uns sont plus larges en haut, amincis vers le bas; les autres prennent sur la coupe l'aspect d'un ruban vert de 2 à 4 cm de large, qui se ramifie en fourche dichotomique ou

conflue avec un filon plus large. Ces pénétrations sont nombreuses à la carrière de l'Association et je les ai observées sur 0^m80 de hauteur sous les sables quaternaires. Il faut y voir un témoin des sables landéniens conservés dans des fentes des argiles où ils ont pénétré à la faveur des crevasses superficielles, produites soit par un mouvement lent, soit par retrait. Je n'avais pas de nom à leur donner au moment où je les ai observées. Opportunément M. P. Pruvost a fait connaître depuis les filons clastiques ⁽¹⁹⁾ (=clastic dykes des auteurs américains) auxquels il convient incontestablement de rapporter les pénétrations landéniennes ici mentionnées.

Ailleurs (carrière dite de la Fosse de Sirault, carrière Deroubaix à Villerot, carrière La Savatte) et en règle générale, semble-t-il, dans la zone septentrionale des affleurements, les sables landéniens occupent de véritables poches profondes de 1 à 2 m ou plus (fig. 4), nettement coupées vers le haut par le Quater-

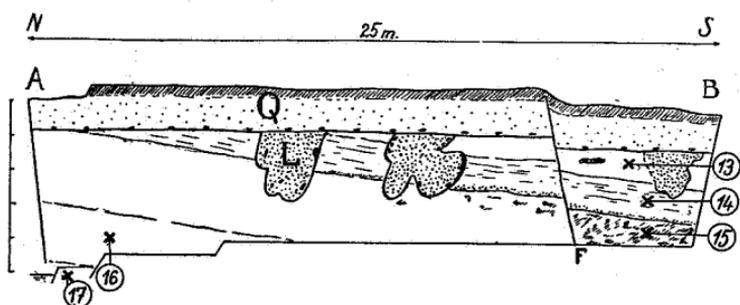


FIG. 4. — Carrière dite de la Fosse de Sirault.

Q = Quaternaire L = Landénien, dans des poches F = Petite faille
Les numéros indiquent les échantillons prélevés et analysés.

naire horizontal; leurs formes bizarres et contournées, les galets collés aux parois ou sporadiques dans le sable vert rappellent en tous points les poches de dissolution à la surface des calcaires, mais ici l'explication ne peut être la même. Ces aspects rappellent tout à fait ceux qu'Henri Fayol a observés au sommet de couches de schistes, là où elles sont recouvertes par un sédiment gréseux dans le Bassin houiller de Commeny (pl. IX, fig. 4).

Enfin nous avons eu l'occasion d'observer et de décrire autrefois la coupe du sommet de la carrière n° 3 de la Société d'exploitation de terres du Borinage (Villerot), où le Landénien,

(19) P. PRUVOST, Filons clastiques (*Bull. Soc. géol. de France*, 5^e série, t. XIII, fasc. 1, 2, 3, pp. 91-104, 3 fig., pl. V, 1943).

nettement distinct du Quaternaire, formait une couche continue (fig. 5). A sa base, le fond de mer tertiaire, sur lequel s'est développée une faune marine annélide, est parfaitement reconnaissable; toutefois des déformations de l'ancien support sous-marin semblent dues à un tassement effectué sur place, peut-être consécutif au remaniement des argiles par les faunes benthiques tertiaires ⁽²⁰⁾.

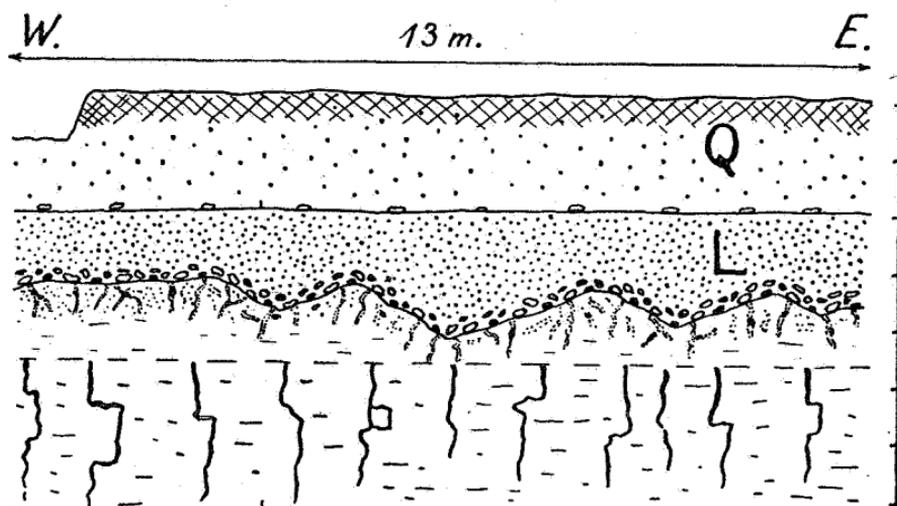


FIG. 5. — Coupe des formations superficielles de la carrière n° 3 de la Société d'exploitation de Terres du Borinage (Villerot), observée en 1934.

La même échelle est adoptée pour les longueurs et les hauteurs.

Que ces détails soient encore maintenant préservés sous les sables quaternaires ou sous les sables landéniens en couche continue, cela donne *une mesure des mouvements* qui ont pu affecter les argiles; ils semblent bien devoir se résumer, en dehors de l'action de l'homme ⁽²¹⁾, en des effets tout à fait superficiels : filons clastiques, poches, tassements locaux.

3. Dans le centre et le Sud d'Hautrage les marnes cénomaniennes accompagnées du Tourtia à *Pecten asper*, ou bien la meule éocénomanienne (assise de Bernissart), apparaissent et s'épaississent en plongeant vers l'axe du bassin de Mons

⁽²⁰⁾ RENÉ MARLIÈRE, Un contact des sables tertiaires et des argiles wealdiennes à Villerot (description géologique) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrog.*, t. XLIV, pp. 310-313, 1934).

⁽²¹⁾ Voyez la remarque infrapaginale n° 25.

(fig. 10); les puits doivent alors franchir une couche stérile plus ou moins épaisse (exploitation Cauchie à Hautrage-Centre, anciens puits du Bois des Poteries) qui devient vite prohibitive.

4. Quant à la composition stratigraphique du Wealdien d'Hautrage, on en sait fort peu de chose.

André Dumont ⁽²²⁾, puis Charles Horion ⁽²³⁾ crurent reconnaître un ordre dans les accumulations wealdiennes, l'un en deux termes, l'autre en trois. Briart et F. L. Cornet ⁽²⁴⁾ sont d'un avis contraire : « Considérées relativement à leurs positions respectives, les roches qui composent l'étage n'offrent aucune régularité dans l'ordre de superposition, la continuité et l'épaisseur des couches. Celles-ci, à proprement parler, n'existent pas ».

C'était aussi l'avis de Jules Cornet en 1899 : « Les argiles, les sables et les cailloux ne forment pas de véritables couches, mais des amas contigus et superposés, plus ou moins lenticulaires, distribués de façon absolument irrégulière » (*op. cit.*, p. 143).

« De plus, la qualité de l'argile peut varier sur des distances très courtes, et à quelques mètres d'un puits qui a fourni de l'argile d'excellente qualité, un autre peut ne rencontrer que de l'argile invendable ou ne traverser que des sables » (p. 146).

Se trouve-t-on en droit de parler de stratigraphie s'il n'est pas de strates ?

Il semble qu'il y ait dans les précédentes appréciations une large part d'exagération, à moins qu'on pénètre dans d'anciens travaux ou dans leurs zones d'influence. Quoi encore d'étonnant à ce que les gîtes soient mal connus si les exploitants ne sont pas un peu géologues et si, par commodité ou négligence, ils laissent aux successeurs des restes bouleversés ? ⁽²⁵⁾.

⁽²²⁾ In FAYN, André Dumont, sa vie et ses travaux (*Revue universelle des Mines*, t. XV, 8^e année, 1864).

⁽²³⁾ CH. HORION, Notice sur le terrain crétacé de la Belgique (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. XVI, pp. 635-666, 1859).

⁽²⁴⁾ Crétacé du Hainaut, p. 32, 1866.

⁽²⁵⁾ Bien édifiante est cette vivante relation de Drapiez, vieille de 1823, mais encore si vraie : « Il y a plusieurs exploitations dirigées par différents particuliers; la plus considérable, qui appartient au sieur N..., aubergiste, est celle vers laquelle s'est principalement tournée mon attention; l'extraction se fait par deux bures, dont une sert à l'airage et peut conséquemment être d'un moindre diamètre; le seul cuvelage

Je crois plus juste l'avis de MM. Camerman et Halet : « Les zones de même composition ne forment pas des assises continues sur de grandes distances, mais plutôt des masses lenticulaires allongées dans le sens Est-Ouest et inclinées au Sud » (26). Il n'est donc pas impropre de parler de stratigraphie en l'occurrence.

5. Le gîte d'Hautrage est d'ailleurs nettement *stratifié* (beaucoup mieux que celui de Baudour). On y voit sans peine des couches d'argile, des couches et des limets de sable, des couches de lignite. On y mesure des inclinaisons et des directions, celles-ci assez constantes, de sorte qu'en suivant l'azimut de plus grande pente on reconstitue une échelle stratigraphique de valeur locale, tout au plus régionale peut-être, mais dont la valeur n'est pas à mettre en doute. Il existe une stratification entrecroisée en grand; cela n'empêche de reconnaître si des couches sont de position supérieure ou inférieure à certaines autres, toutes en forme de lentilles plus ou moins étendues, sans qu'il y ait nécessairement superposition en tous points et sur la même verticale. Si l'on perdait de vue ce caractère structural et génétique on aboutirait fatalement à des erreurs grossières.

Entre la carrière de la Fosse de Sirault (à la limite Nord) et la carrière Bouchon au Sud on rencontre des exploitations alignées suivant la plus grande pente du chenal et montrant

consiste en des perches placées perpendiculairement et que retient l'élasticité de cerceaux en spirales aussi rapprochées que l'exige la mobilité des diverses couches. On perce les galeries en travers, dans la première couche d'abord et successivement on descend, ce qui forme des espèces d'étages de 2 m de hauteur sur un peu plus d'un mètre de largeur, entre lesquels on laisse un massif de 3 à 4 m suivant la nature de la couche, pour éviter les affaissements. On étaie légèrement, mais cependant d'une manière assez solide pour ne point avoir à redouter de danger pendant les travaux. Dès qu'ils sont terminés, c'est-à-dire dès qu'on a exploité une galerie dans la distance d'une bure à l'autre, on enlève les étais et l'on fait ébouler successivement de droite et de gauche, puis on perce une nouvelle galerie plus bas, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait épuisé tout ce qui se trouvait à exploiter entre les deux bures; alors on porte les travaux un peu plus loin, et c'est ainsi qu'alternativement on parvient à épuiser une étendue considérable de la couche argileuse » (*op. cit.*, p. 92).

(26) CAMERMAN et HALET, La géologie des matériaux de construction extraits du sol belge (*Livret-guide A5 du Congrès géol. intern. de 1922*, p. 37)

des couches en bonne concordance. On établit sans peine une coupe d'ensemble (fig. 9 *in fine*) et une échelle stratigraphique (fig. 6 et tableau, p. 92). On peut compléter la coupe en y projetant les exploitations voisines : La Percheuse, la carrière de l'U.C.B. n° 480 et la carrière Honoré. Enfin, plus au Sud, on situe utilement les affleurements du Crétacé marin et le sondage de 1855.

La coupe figurée sous le n° 9 (dépliant *in fine*) est suffisamment explicite et appelle seulement de brefs commentaires. Le dessin est établi rigoureusement à l'échelle et mentionne les inclinaisons réelles mesurées sur place; ces inclinaisons sont relativement fortes (18° à 25° ou même 27°) pour des couches situées en bordure du bassin de la Haine; partout où elles sont visibles elles se font au Sud ou au Sud-Ouest, ce qui exclut l'idée de poches ou de plis. Si l'on admettait un seul instant la continuité et le parallélisme des bancs d'argile dans toute l'étendue de la coupe, il faudrait conclure à des épaisseurs invraisemblables dans le sous-sol d'Hautrage et y situer le fond du gîte à plus de 350 m sous le niveau de la mer, là où le Houiller peut être attendu entre -150 et -200 m. Cette particularité doit être mise en relation avec la structure lenticulaire des bancs. Elle interdit de conduire jusque dans les profondeurs les couches exploitées sur le bord du gisement. Elle permet d'entrevoir que les bancs d'argile s'amenuisent lentement vers le Sud, pour l'ensemble du gîte.

Au risque d'anticiper, je ne puis résister à citer les termes employés par Henri Fayol au sujet du remplissage des deltas : « Si les couches étaient d'une régularité absolue et reposaient en stratification concordante sur leur base, l'épaisseur totale serait égale à la puissance totale des couches. Mais les deltas ne sont jamais dans ce cas et s'en écartent souvent beaucoup. Un bassin de 100 m de profondeur et de 1 km de longueur peut être entièrement comblé par des couches inclinées de 25° à 40° ; l'épaisseur du dépôt serait de 100 m et la somme des épaisseurs des couches de près de 1.000 m » (27).

6. La reconstitution de l'ordre stratigraphique s'inspire de ces considérations (fig. 6). Les coupes observées y sont représentées à l'échelle en utilisant un figuré conventionnel; elles

(27) HENRI FAYOL, Études sur le terrain houiller de Commentry. Lithologie et stratigraphie, p. 428, 1887.

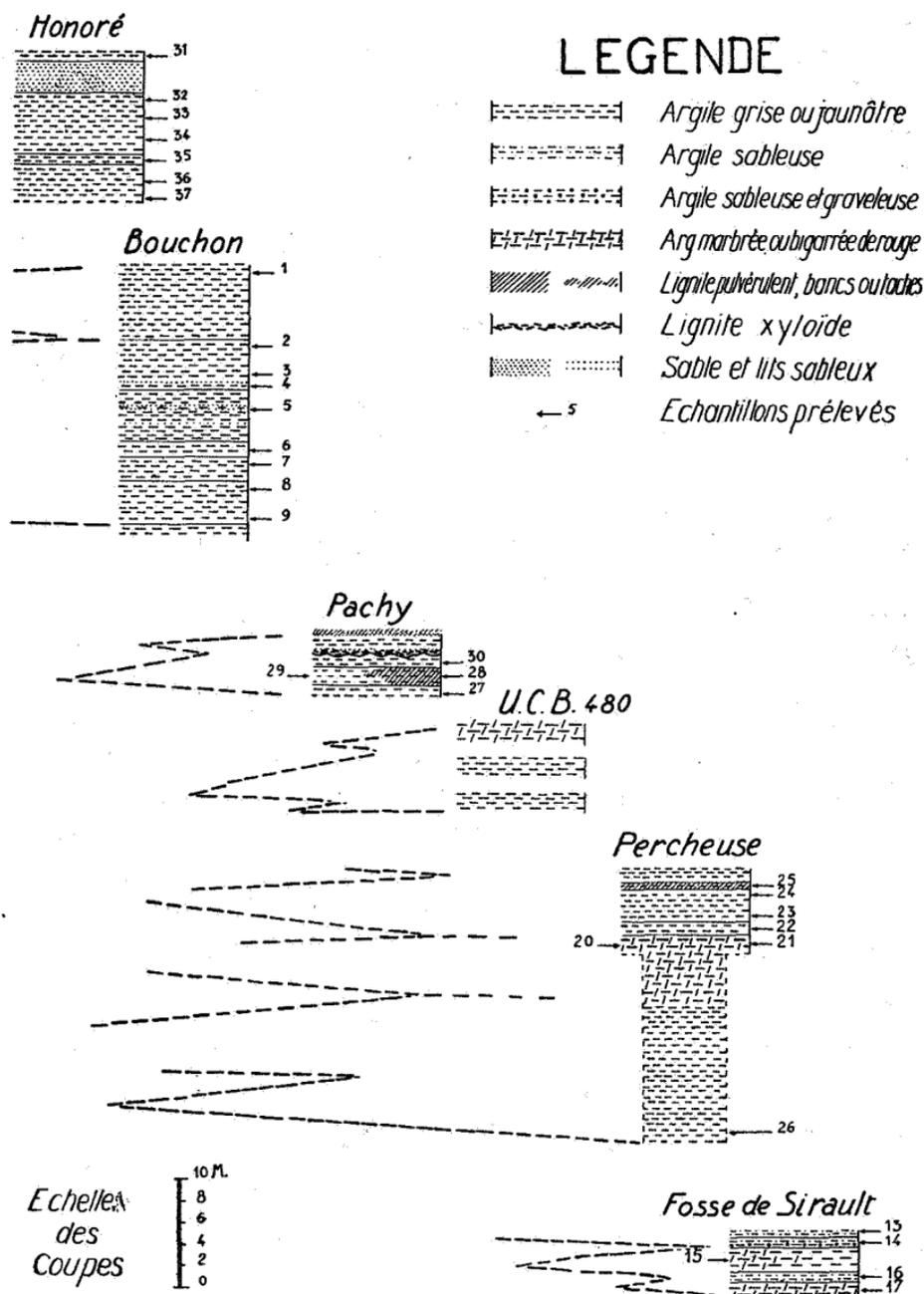


FIG. 6. — Tableau reconstituant l'échelle stratigraphique du gîte d'Hautrage entre la fosse de Sirault et la carrière Honoré, d'après les coupes élémentaires.

Les numéros correspondent aux échantillons prélevés et analysés.

sont placées dans leurs positions relatives, mais il n'a pas été possible, pour rester dans les limites du dessin, de respecter les distances verticales séparant les diverses exploitations. Il importe peu pour les conclusions à tirer.

Les argiles bigarrées ou marbrées de rouge se présentent en couches ou par taches dans des argiles grises à des niveaux différents (Fosse de Sirault, Percheuse, U.C.B.); elles manquent totalement dans la carrière « Bouchon » et dans l'exploitation de M. Honoré qui totalisent environ 36 m d'argiles grises bien stratifiées. On pourrait croire à une localisation des variétés rouges vers la base du gisement si on ne les voyait à nouveau à Hautrage-Centre (Cauchie et Strebelle) vers le sommet de l'assise wealdienne, exploitée par puits.

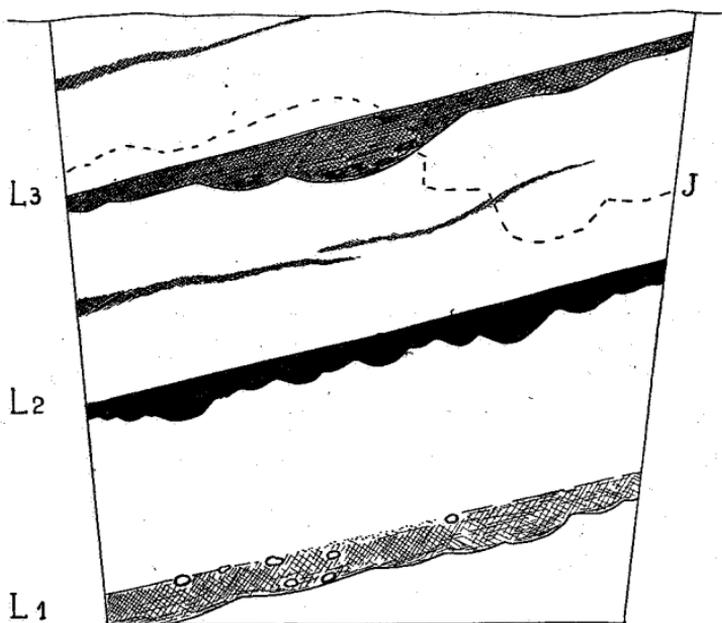


FIG. 7. — Carrière du Boulet (Hautrage).

Coupe de 4 m × 4 m montrant la disposition ravinante de trois couches de lignite L1, L2, L3.

J = Limite de jaunissement de l'argile par altération superficielle.

Les argiles sableuses et graveleuses bien observables à la carrière de la Fosse de Sirault ne manquent pas totalement plus haut; ce sont, ou bien des entre-lits très minces de sable blanc un peu lignitifère (Bouchon 5), ou des mélanges de sables, graviers fins et argiles à lignite (Pachy); enfin un gros banc de sable de 3 m d'épaisseur traverse tout le gisement Honoré et se

rencontre également au sommet des couches de la carrière « Danube » au front Sud.

Les matières végétales semblent ne jamais manquer tout à fait dans les argiles, et quand leur présence n'est pas évidente, le tamisage et le microscope révèlent généralement l'existence de débris ligniteux et de spores. Les concentrations ligniteuses prennent plusieurs aspects : ce sont des bancs colorés de façon uniforme par le pigment végétal et dont l'épaisseur est assez constante dans les limites d'une exploitation (Percheuse 25), ou bien des taches aux contours indécis (Pachy 28) affectant une couche par ailleurs bien litée; on trouve encore des mélanges de sables, d'argile et de lignite en menus débris (Pachy). Les couches les plus riches en lignite sont formées par accumulation de fragments xyloïdes en régime turbulent; elles sont généralement ravinantes à la partie inférieure (Pachy, Bois des Poteries), tandis que leur toit est mieux lité et suggère l'idée d'un retour au calme. La coupe reproduite à la figure 7 est très significative, ayant enregistré fidèlement les variations et répétitions des phases sédimentaires.

Nulle part il n'a été possible d'observer le moindre sol de végétation.

7. Les argiles grises utilisées dans l'industrie des réfractaires présentent elles-mêmes de larges variations. Le plus souvent l'analyse chimique, l'analyse granulométrique, les traitements thermiques, les essais de plasticité peuvent seuls mettre en évidence les caractéristiques si diverses de « terres » comparables en apparence.

Les recherches effectuées par les collaborateurs du COBEA conduisent à des résultats d'une valeur scientifique indiscutable condensés dans les *Rapports annuels*. Les prélèvements ayant été faits d'une manière systématique, il est aujourd'hui possible d'établir pour la première fois un tableau des variations dans l'ordre stratigraphique (tableau, p. 92).

Or, ici encore, les propriétés des sédiments wealdiens n'obéissent pas à des règles stratigraphiques. Qu'on en juge.

La teneur en silice totale varie entre 91,60 % dans les roches argilo-sableuses pour coulis à 56,50 % ou 57,42 % dans des argiles à dalles; or on trouve la roche la plus sableuse près de la base et un banc de sable au sommet, à la carrière Honoré.

La teneur en alumine passe par de nombreuses fluctuations de bas en haut entre des limites reconnues de 3 % à 23,54 %

(ou même 28,69 % si l'on fait confiance à certaines analyses industrielles). Une seule chose nous a frappé : c'est que *les gîtes les mieux stratifiés sont aussi les plus constants en qualité* (voyez les gîtes Bouchon et Honoré, exception faite pour l'échantillon Bouchon 1 prélevé près du sol et manifestement modifié par des actions superficielles). Ce fait n'a rien d'étonnant, et cependant il révèle que les qualités industrielles tenant à la proportion d'alumine ont pu être déterminées dans le dépôt initial, indépendamment de modifications ultérieures du sédiment.

La perte au feu atteint une valeur pondérale extraordinaire dans les couches ligniteuses (Percheuse 25 : 19,48 %) ou même dans les taches ligniteuses des bancs d'argile grise (12,17 % dans Pachy 28 contre 4,68 % dans le même banc, Pachy 29). Lorsque la teneur en fer augmente parallèlement à la perte au feu, celle-ci doit être attribuée à de la marcassite (Fe S_2).

Au point de vue génétique, il peut être intéressant de rechercher la quantité de matière fine (passant au tamis de 35 μ) par rapport à la fraction dite sableuse (supérieure à 35 μ), mais où peuvent se trouver des concrétions de limonite ou de marcassite. On trouve ici encore les variations les plus grandes, qu'on s'adresse aux résultats du tamisage sous eau (colonne 8) ou que, tenant compte des analyses chimiques, on reconstitue l'analyse rationnelle (colonnes 9 et 10) ⁽²⁸⁾.

8. Quel que soit le point de vue auquel on se place, on peut affirmer, en conclusion de l'étude du gîte d'Hautrage :

Le gîte est *stratifié*.

Il existe un *ordre stratigraphique indéniable*; ce n'est pas le chaos.

Dans cet ordre stratigraphique, les variétés de roches et les

⁽²⁸⁾ La plasticité des argiles d'Hautrage est élevée pour une teneur en alumine relativement faible. Cette observation laisse supposer qu'une partie de la silice pourrait être incorporée au constituant argileux fondamental et que celui-ci pourrait être de la forme de l'Anauxite : $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, plutôt que de la forme de la Kaolinite : $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Le comportement thermique est tel qu'il fait mieux que confirmer l'hypothèse, qu'il l'a fait naître; mais il est encore bien difficile de la transformer en certitude.

Voyez les travaux de CH. DOSOGNE, Sur la constitution minéralogique des argiles wealdiennes du gisement d'Hautrage-Bouchon et la présence probable d'Anauxite* (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrog.*, t. LIV, pp. 70-77, 1945).

QUELQUES ARGILES D'HAUTRAGE PLACÉES

Provenance et n° d'échantillonnage		Destination industrielle	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Perte au feu
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Hautrage-Centre (Cauchie)	10		58,03	18,97	10,00	9,07
	11		57,42	23,54	2,54	12,92
	12		75,71	11,57	3,26	6,98
	31		73,04	15,31	2,14	5,45
Honoré	32		77,51	11,70	0,84	5,54
	33	Dalles, faïences ordi- naires, colom- bins, cazettes.	77,23	11,45	0,45	6,61
	34		70,96	16,07	1,43	7,09
	35		77,82	10,90	1,01	6,12
	36		73,00	15,21	0,53	7,28
	37		73,99	12,84	1,93	6,79
Bouchon	1		Dalles	86,46	6,34	0,67
	2	Dalles	79,65	10,24	1,14	5,15
	3	Dalles	76,37	12,36	0,95	6,30
	4	Briques de forge	74,79	12,01	1,12	5,95
	5	Briques de forge	75,48	12,43	1,16	7,00
	6	Colombins	72,75	11,98	2,16	8,97
	7	Briques réfract.	73,42	12,70	1,76	8,48
	8	Colombins	73,91	12,11	1,31	8,80
	9	Cornues	73,26	12,37	1,70	7,85
Pachy	30	Dalles	71,78	17,30	2,03	5,70
	29	Réfractaires	76,84	12,59	1,56	4,68
	(**) 28	Réfractaires	69,06	12,86	1,65	12,17
	27	Dalles	77,71	13,55	1,44	4,46

(*) Dans l'hypothèse où la matière argileuse est sous la forme de *Kaolinite*

(**) Prélévées dans la même couche, grise (29) ou ligniteuse (28).

DANS L'ORDRE STRATIGRAPHIQUE.

Plasticité à l'étirage et indice de plasticité	Fraction argi- leuse < 35 μ	Rapport Argile Sable		Minéraux accessoires et observations	
		K (*)	A (*)		
(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
Bonne	17,8	82,80	1,53	3,02	SIDÉROSE, LIMONITE; HÉMATITE; Mica.
Collante	19,4	96,34	2,41	6,70	Limonite, Mica blanc; Sidérose, Tourmaline, Calcite.
Faible	12,4	81,39	0,47	0,65	Sidérose limonitisée; Séricite.
Très bonne	24,3	84,13	0,64	0,95	Limonite, Séricite.
.....	Gros banc de sable.
Très bonne	25,3	99,50	0,47	0,58	Limonite, Séricite.
Plastique	27,0	98,81	0,42	0,57	Limonite.
Plastique	30,8	95,13	0,81	1,08	Limonite, Séricite.
Bonne	21,6	98,52	0,43	0,60	Limonite, Séricite.
Bonne	24,8	97,22	0,71	1,04	Quartz; Limonite, Séricite.
Bonne	26,5	99,52	0,56	0,79	Quartz; Séricite, Kaolinite.
Faible	8,7	69,09	0,20	0,26	LIMONITE, Oligiste.
Bonne	17,1	77,61	0,38	0,51	Hématite et Limonite, Marcassite.
Bonne	24,4	97,98	0,50	0,69	Sidérose rare.
Très bonne	22,8	98,91	0,49	0,69	Spores végétales.
Très bonne	20,7	94,05	0,51	0,72	Hématite et Limonite.
Très bonne	21,6	95,25	0,43	0,59	Sidérose et Limonite.
Bonne	23,0	96,32	0,54	0,77	Limonite; Mica et Sidérose; Spores.
Bonne	22,5	97,46	0,50	0,71	Sidérose, Marcassite (rare).
Bonne	25,2	97,88	0,52	0,74	Limonite et Mica; Sidérose.
Très bonne	22,9	98,99	0,84	1,28	Limonite, Séricite.
Très bonne	22,9	90,36	0,51	0,71	Limonite.
Très bonne	36,2	98,73	0,55	0,79	Ligniteuse, Sidérose.
Très bonne	23,3	96,76	0,56	0,79	Limonite, Séricite.

$Al^2 O^3 . 2 Si O^2 . 2 H^2 O$) ou d'*Anauxite* ($Al^2 O^3 . 3 Si O^2 . 2 H^2 O$).

QUELQUES ARGILES D'HAUTRAGE PLACÉES

Provenance et n° d'échantillonnage		Destination industrielle	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Perte au feu
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
U.C.B. 480	marbrée .	Dalles, ciment	56,50	28,69	6,41	
	grasse	Réfractaires	68,90	20,25	0,70	
	maigre ...	Réfract., coulis	78,60	12,46	0,84	
Percheuse	25		59,60	9,28	9,63	19,48
	24	Réfractaires	75,64	13,20	1,05	6,54
	23	Réfractaires	83,77	9,12	0,63	3,63
	22	Réfractaires	81,96	8,58	0,57	4,96
	21	Poteries	67,23	17,00	5,41	7,70
	(***) 20	Poteries	70,75	16,36	4,01	5,45
	26	Cazettes	60,59	25,70	1,49	9,78
Fosse de Sirault	13	Coulis	86,13	7,04	2,02	2,69
	14	Coulis	91,60	3,00	0,68	2,18
	15		80,33	10,44	2,01	4,83
	16	Réfractaires	84,17	7,08	2,80	3,01
	17		76,89	12,06	3,95	4,34

(***) Prélevés dans la même couche à 35 m de distance, dans deux excavations

qualités industrielles sont distribuées sans loi apparente, mais *une couche ou un groupe de couches peuvent être suivies en pendage et en direction.*

TECTONIQUE.

L'étude tectonique du gîte d'Hautrage tiendrait en peu si l'on se bornait à signaler les déformations observables. En tout et pour tout, j'y ai vu une seule petite faille au fond de la carrière Pachy. La lèvre Sud est rejetée vers le haut de 1^m50 à 2 m et dans la faille se trouve pincé un gros fragment de lignite xyloïde emprunté à un lit ravinant.

DANS L'ORDRE STRATIGRAPHIQUE (suite).

Plasticité à l'étirage et indice de plasticité	Fraction argi- leuse < 35 μ	Rapport Argile Sable		Minéraux accessoires et observations	
		K (*)	A (*)		
(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
				Analyses industrielles.	
Plastique	12,1	82,33	0,48	0,66	Très ligniteuse.
Bonne	31,5	94,22	0,54	0,77	Limonite.
Très bonne	10,3	85,22	0,31	0,51	Limonite.
Bonne	15,0	82,00	0,30	1,75	<i>Sidérose</i> ; Limonite et Hématite.
Très bonne	21,8	83,25	0,91	1,77	SIDÉROSE; <i>Limonite</i> et <i>Hématite</i> .
Bonne	20,7	86,04	0,79	1,21	SIDÉROSE; <i>Limonite</i> et <i>Hématite</i> .
Collante	40,8	99,35	1,75	7,45	Matières organiques.
Faible	14,0	68,38	0,22	0,29	Limonite; Tourmaline.
Faible	9,8	49,40	0,85	1,06	Limonite; Ilménite.
Bonne	20,0	76,09	0,22	0,52	Limonite; Tourmaline.
Faible	10,5	62,07	0,22	0,29	<i>Limonite</i> .
Très bonne	22,0	92,54	0,44	0,61	Limonite.

différentes.

Partout sous le Tertiaire ou le Quaternaire on trouve des contacts normaux, au plus affectés de poches ou de filons clastiques superficiels.

Il est utile d'insister aussi sur la concordance des couches, la régularité du sens des pendages, l'absence de phénomènes d'étirement; tous ces caractères forment un contraste avec ceux des gîtes du Condroz et concourent à donner l'impression première et pleinement justifiée d'un gîte régulier et en place.

Quant aux inclinaisons parfois élevées (20° à 27°) on peut entreprendre de démontrer qu'elles sont originelles, au moins en partie.

En effet : la surface du terrain houiller est inclinée dans le sens de la coupe de 8° à 10° ; de moins de 7° entre le sondage d'Hautrage-Centre [*Baudour* 06] et le sondage de la route de Tournai [*Baudour* 07]. Les axes des chenaux approximativement tracés accuseraient une pente de 200 pour 1000, soit un peu moins de 12° . Les inclinaisons dans le Wealdien sont supérieures à ces chiffres.

En outre, la base du Crétacé marin (Tourtia ou Meule) ou encore le tourtia de transgression à la base des Dièves ont une inclinaison calculée de l'ordre de 10° vers le Sud.

Ainsi, *les couches wealdiennes d'Hautrage sont à la fois plus inclinées que leur support paléozoïque et que leur recouvrement crétacé*. Ces traits structuraux impliquent une *inclinaison originelle* à mettre en rapport avec la genèse du gîte argileux. Ils apparaissent en toute objectivité sur la figure 9 du dépliant.

GENÈSE.

Aucune influence marine n'a encore été reconnue dans l'ensemble du Wealdien de Belgique. Les flores où se mêlent des plantes de plaine et de montagne, comme les faunes à *Iguanodons*, poissons et rares coquilles d'eau douce (*Cyrena*, *Vivipara*), indiquent une origine franchement continentale.

Les dépôts varient des plus gros graviers aux plus fines argiles sableuses, agencés dans un ordre complexe rappelant la sédimentation variable des lacs, des deltas ou des torrents. Enfin, la topographie du support permet de reconnaître, dans certains cas au moins (Thieu, Hautrage), une partie des bassins qui ont reçu et conservé les épaisseurs wealdiennes. A l'époque, le Hainaut connaissait le régime où furent engendrées les couches inférieures du Wealdien anglais, dont l'origine mixte lacustre et deltaïque est établie d'après les caractères lithologiques⁽²⁹⁾. En plus, nous pouvons reconstituer certains fragments du relief continental et y retrouver le modelé et la structure des deltas.

Acceptons de J. Barrell la définition d'un delta : un dépôt partiellement subaérien, édifié par une rivière à l'intérieur ou

(29) On trouvera un excellent résumé de la question, accompagné de cartes fort intéressantes, in J. F. KIRKALDY, The history of the lower cretaceous period in England (*Proc. of the Geologists' Association*, vol. L, pp. 379-417, 1939).

en bordure d'un bassin permanent ⁽³⁰⁾. Un delta prend naissance quand un cours d'eau transporte plus de matériaux que les eaux auxquelles il se mêle ne peuvent en tenir en suspension; l'accumulation minérogène s'édifie aussi bien dans la rivière elle-même que dans le lac (éventuellement l'estuaire et la mer).

La structure des deltas est suffisamment connue pour qu'il soit permis d'être bref; pourtant il est utile de préciser les conditions et les formes de la sédimentation (fig. 8 a).

Henri Fayol établissait, dès 1887, une distinction fondamentale entre la partie *alluviale* des deltas et la partie immergée ou *neptunienne*, de beaucoup la plus considérable ⁽³¹⁾ (p. 365). Sans doute, lorsqu'il s'agit de formations géologiques puissantes, ne peut-on pas transposer brutalement un fait géographique dans un domaine où peuvent intervenir les vicissitudes dues notamment à un rajeunissement du relief continental, aux variations du niveau des lacs, à des affaissements par subsidence, à la progression des deltas. Dans une suite stratigraphique, pour démêler la part qui revient éventuellement à ces diverses causes, il faudrait connaître l'ensemble des dépôts accumulés et non pas seulement ce que l'érosion en a conservé et ce qu'on en peut observer. Néanmoins une fraction de ces dépôts peut présenter des caractères assez constants pour que les conditions de formation soient considérées comme à peu près uniformes dans certaines limites de temps et de lieu. C'est dans cet esprit qu'il est ici question de la genèse des gîtes de Thieu et d'Hautrage.

La partie alluviale est en majeure partie aérienne ou subaérienne et répond à l'image géographique du delta : dépôts peu épais, très variables, horizontaux ou peu inclinés, portant les traces d'une vie terrestre (empreintes de pas de Dinosaures dans le Wealdien anglais) et notamment permettant la vie des plantes, démontrée par la préservation des sols de végétation. Lorsque le delta progresse, ces dépôts recouvrent peu à peu les couches plus inclinées du « mont » et forment le « couronnement horizontal de cailloux » d'Albert de Lapparent ou les

⁽³⁰⁾ Exactement « a deposit partly subaerial built by a river into or against a body of permanent deposits » [in J. BARRELL, Criteria for the determination of ancient delta deposits (*Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 23, pp. 377-446, 1912, spécialement p. 381)].

⁽³¹⁾ HENRI FAYOL, Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Lithologie et stratigraphie, Saint-Étienne, 1887.

topset beds de Barrell. Dans les deltas géologiques ils sont souvent détruits par l'érosion ⁽³²⁾. Le Wealdien hennuyer n'en a encore livré aucun exemple. Il faut toutefois faire mention « des restes d'une plante qui s'est développée dans les alluvions au moment de leur dépôt, la position de ces débris étant toujours perpendiculaire à la surface des couches qui les con-

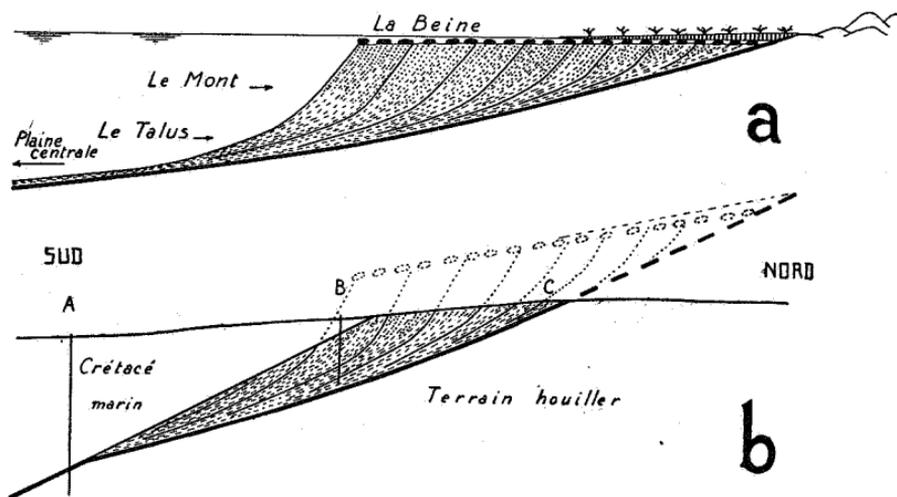


FIG. 8. — Delta fluvio-lacustre.

- a) Coupe schématique d'un delta fluvio-lacustre, inspirée des travaux de H. Fayol, A. Delebecque, J. Barrell notamment.
 b) La même coupe, placée dans le site géologique d'Hautrage et reproduisant les coupes réelles tracées d'après les sondages et les affleurements (fig. 9 et 10 du dépliant).

tiennent ». Cette observation, recueillie par Ch. Bommer ⁽³³⁾ à Houdeng, n'a jamais été précisée.

La partie neptunienne comprend d'abord le « mont » où les inclinaisons peuvent atteindre à l'origine 40° à 45°; elle se prolonge par le « talus », où les apports détritiques se mêlent au dépôt du lac proprement dit. Au delà, plus loin des bords,

⁽³²⁾ On en connaît cependant de beaux exemples dans le Jurassique (Upper Estuarine series) de la côte orientale de l'Angleterre, où le cycle deltaïque semble conservé dans son intégralité. Voyez MAURICE BLACK, Drifted plant-beds of the Upper Estuarine Series of Yorkshire (*Quart. Journal Geol. Soc.*, vol. 85, pp. 389-439, 1929, spécialement pp. 405-407).

⁽³³⁾ CH. BOMMER, Un nouveau gîte de végétaux découvert dans l'argile wealdienne de Bracquagnies (Hainaut) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. VI, pp. v, 160-161, 1892).

le lac ne reçoit guère d'apports étrangers et une vase impalpable tapisse la « plaine centrale ». Tel est du moins l'aspect schématique de la sédimentation au bord des lacs, soumise par ailleurs à de très nombreuses influences et par conséquent à d'aussi rapides et fréquentes variations.

Sur le mont, les couches s'empilent (= *forset beds* de Barrell), d'autant plus inclinées vers le lac que les matériaux sont plus grossiers et que l'agitation du milieu est faible; en effet, les vagues et les courants contrarient l'action de la pesanteur et favorisent la dispersion des particules. On y rencontre les matériaux les plus grossiers, des sables, des boues, jamais de calcaire et jamais de végétaux en place, mais des matières humiques transportées.

A ces caractères répondent bien les couches wealdiennes étudiées : A Thieu des graviers et des sables en stratification entrecroisée, abandonnés dans la partie encaissée d'une rivière au cours rapide : *delta torrentiel*. A Hautrage, les couches sont inclinées sur leur support dès l'origine. Les joints de stratification y révèlent bien la forme de gigantesques virgules dont la base est subhorizontale et dont la tête et le corps sont nettement inclinés vers l'axe du bassin. Les argiles d'Hautrage appartiennent aux *forset beds* édifiés sur le mont et sur le talus d'un *delta fluvio-lacustre*.

On peut utiliser la coupe idéale d'un delta arrivé au stade de maturité (fig. 8a) et reproduire trait pour trait le gîte d'Hautrage (fig. 8b). On élimine les parties les plus superficielles du delta, comme l'ont fait les érosions précrétaciques; on recouvre le reste par les dépôts albiens, cénomaniens ou turoniens (Crétacé marin); on peut même faire participer l'ensemble à l'accentuation synclinale de l'axe du bassin de Mons par un léger mouvement de bascule et l'on réalise à volonté les coupes déjà représentées entre le sondage du Moulin (A), le sondage de 1855 (B) et la carrière de la Fosse de Sirault (C). (Comparez les figures 9 et 10 du dépliant à la figure 8b.)

Les réalisations expérimentales d'Henri Fayol (*op. cit.*, pp. 10-11, fig. 1-4) reproduisent des aspects analogues. Certaines déformations intimes des argiles reproduisent d'une manière frappante des particularités relevées dans les couches schisteuses du bassin houiller de Commentry : par exemple, dans certaines carrières d'Hautrage, les sables tertiaires reposent sur les argiles wealdiennes comme certains bancs de grès sur les schistes de la tranchée de Forêt (Fayol, pl. IX, fig. 4); à Bau-

dour, des bandes colorées accusent un écoulement reproduisant fidèlement les déformations intimes des schistes figurées également par Fayol (*op. cit.*, pl. IX, fig. 1 et 3). Au sein d'une couche d'argile on trouve parfois des cailloux roulés de quartz du volume du poing; ils peuvent avoir roulé sur le mont.

Quant aux vases impalpables de la plaine centrale (= *bottom-set beds*), elles ont pu être entraînées bien loin, vraisemblablement au delà des limites actuelles du bassin de Mons. Dans un lac fermé les couches salines ou calcaires apparaîtraient. Il est vrai que l'érosion aurait pu les détruire. Les argiles wealdiennes du pays de Bray, du Boulonnais, du Weald, de l'Ardenne, du sous-sol parisien et de la Haute-Marne ont appartenu vraisemblablement à un complexe fluvio-lacustre aux multiples tentacules, envoyant ses émissaires vers les mers néocomiennes de l'Yonne et le bassin du Rhône. Le bassin de Mons ne formait qu'un bras d'une immense entité.

CONSEQUENCES TECHNIQUES.

La connaissance de l'origine et de la structure géologiques du gîte alumineux d'Hautrage est indispensable aux exploitants qui voudraient conduire rationnellement leurs entreprises industrielles pour la mise à fruit du gîte dans sa zone d'affleurement, et surtout si l'on devait envisager une extension souterraine des exploitations, par puits et galeries.

1. *Il faut abandonner définitivement l'idée d'un gisement en poche, chaotique et capricieux.* Le gîte est stratifié; un train de couches peut généralement y être suivi ou attendu, avec les mêmes qualités, à sa place géologique géométriquement définie. Les couches les plus constantes en qualité sont aussi les plus régulièrement stratifiées.

2. Les parties les plus puissantes du gîte d'Hautrage n'ont pas encore été entamées et l'avenir de l'industrie extractive est encore assuré pour de longues années dans la seule zone des affleurements.

3. Toutefois, en raison même de la manière dont progressent les deltas, les couches les plus alumineuses (c'est-à-dire les plus riches) pourraient être attendues sous le recouvrement crétacé, à des profondeurs variables. Les argiles d'Hautrage-Centre accusent des teneurs élevées de 18,97 et 23,54 % d'alumine qui sont peut-être un indice encourageant.

4. Quoi qu'il en soit de la qualité des argiles du sous-sol profond d'Hautrage, l'industrie extractive y trouvera une

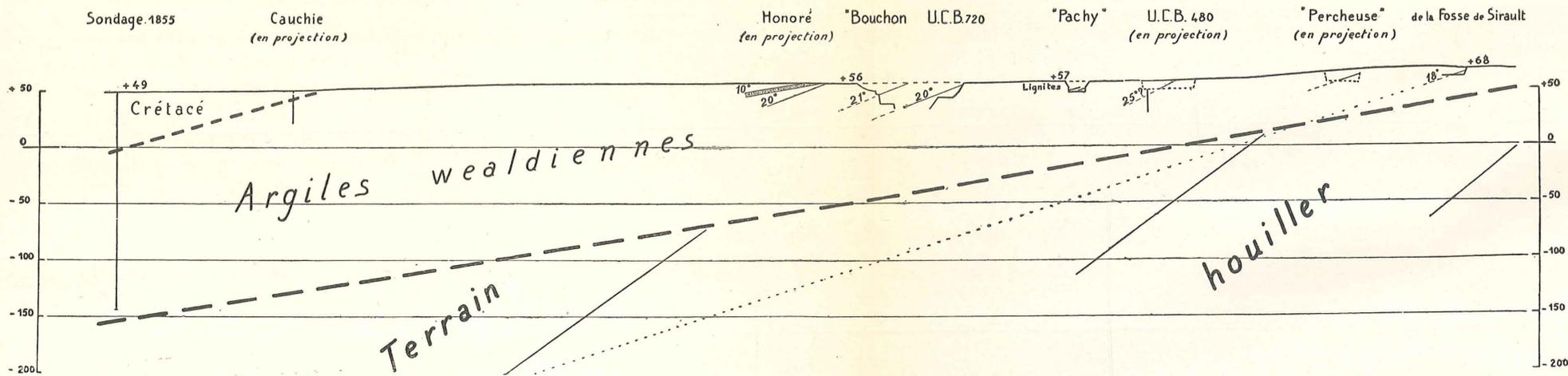


FIG. 9. — Coupe sensiblement Nord-Sud passant par les carrières d'Hautrage et le Sondage de 1855 (voyez fig. 2 dans le texte).

La même échelle est adoptée pour les hauteurs et les longueurs. Les inclinaisons sont figurées en valeur vraie. On montre ainsi que les couches d'argiles wealdiennes sont inclinées sur leur support et qu'elles avaient une inclinaison initiale, en rapport avec leur origine deltaïque.

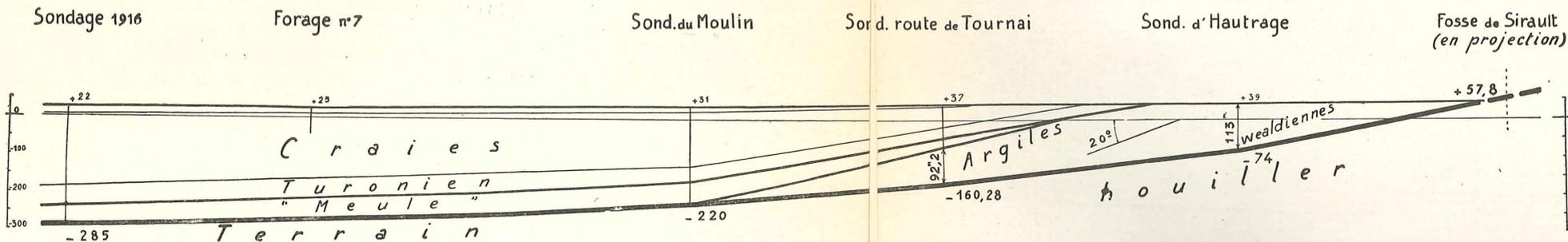


FIG. 10. — Coupe sensiblement Nord-Sud passant par les sondages d'Hautrage (voyez fig. 2 dans le texte).

La bande argileuse est coupée transversalement. Elle repose sur le terrain houiller. Elle atteint les épaisseurs de 113 m et 92^m20 reconnues par deux sondages miniers. Elle est recouverte au Sud par du Crétacé marin de plus en plus épais et n'atteint pas l'emplacement du sondage du Moulin.

réserve considérable, exploitable par puits et galeries. A ce moment apparaîtra l'impérieuse nécessité de connaître exactement le parcours des chenaux creusés dans le terrain primaire, pour en explorer les zones axiales les plus épaisses et protéger les travaux contre les risques provenant des sous-pressions que pourraient éventuellement exercer les eaux en provenance du Houiller. Toutefois, la nature schisteuse et relativement imperméable du support paléozoïque apporterait un élément de sécurité. Quant à la rentabilité d'une telle entreprise, elle semble assurée tant que les poches à couches lenticulaires sont elles-mêmes payantes dans le Condroz. Peut-être la main-d'œuvre qualifiée serait-elle à rechercher ou à former sur place.

Faculté polytechnique de Mons.
Mars 1946.

Un certain nombre de clichés ayant servi à l'illustration de cet article nous ont été obligeamment prêtés par le Comité Belge des Argiles (C. O. B. E. A.).

Veines de silex dans des failles de la craie à Harmignies (Hainaut),

par J. HUGÉ (Mons).

Lors d'une excursion à Harmignies, notre attention fut attirée par des silex disposés d'une façon peu commune dans les craies du Hainaut. Ils forment des veines de quelques centimètres d'épaisseur et recoupent la stratification de la craie sous un angle de 60° à 70°.

Lucien Cayeux a décrit et interprété de tels phénomènes dans son ouvrage : *Les Roches sédimentaires de France. Roches siliceuses* (Paris, 1929), pp. 432 et 468 à 472. Il y signale l'existence de veines de silex, minces (quelques millimètres au plus), indépendantes de la stratification. Tenant compte du mode de gisement, il distingue :

a) Des veines, rares à sa connaissance, remplissant des diaclases de la craie;

b) Des veines, les plus communes, sans relations avec des fissures ou des diaclases; enfin,

c) Il souligne l'« absence absolue de veines de silex dans les failles de la craie ». Il fait mention, avec réserve, d'un cas douteux qui lui aurait été signalé dans le bassin de Mons par Jules Cornet.

Or les veines de silex observées à Harmignies sont incontestablement dans le remplissage d'une faille et de fissures. L'intérêt de l'observation réside principalement dans ce mode de gisement.

SITUATION ET DESCRIPTION DU GISEMENT.

La carrière, ouverte récemment par la Société C.B.R., se situe dans l'angle formé par la route de Mons à Beaumont et le chemin d'Harmignies à Spiennes, bordant au Nord ce dernier et à une cinquantaine de mètres à l'Ouest du sommet de cet angle.

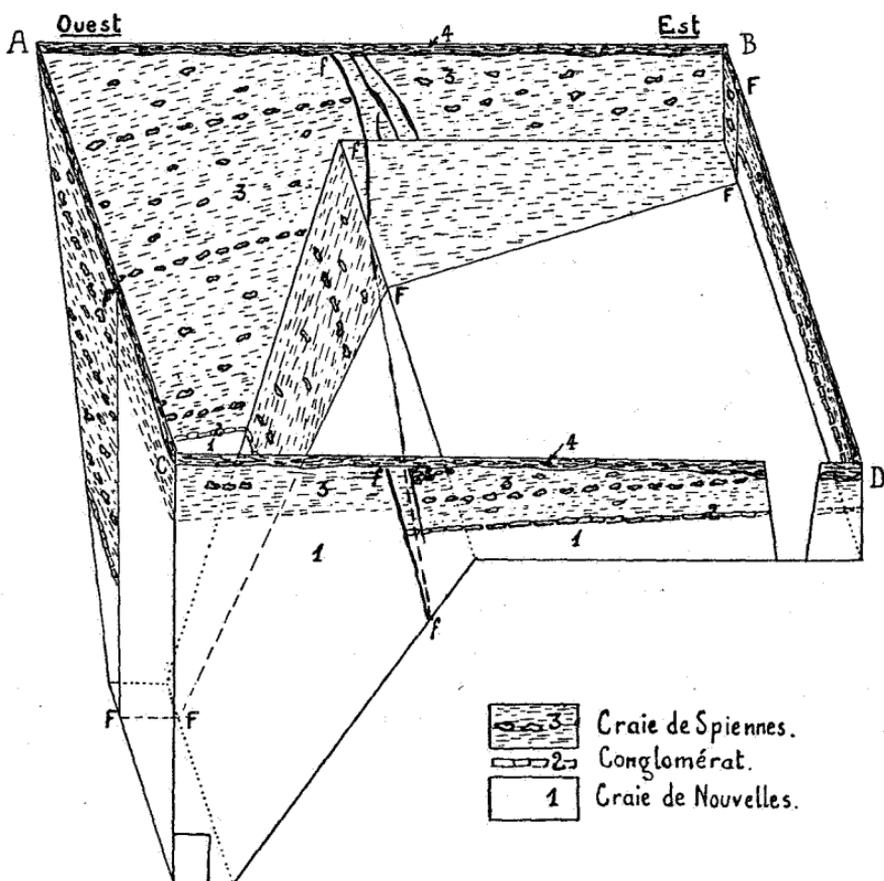


FIG. 1. — Stéréogramme représentant la carrière décrite.

Elle est représentée par le stéréogramme (fig. 1). Les parois AB et CD, longues d'environ 70 m, ont une direction Nord 120°; AC et BD, longues d'une trentaine de mètres, leur sont perpendiculaires.

Coupe AB.

4. Terre arable : 20 à 30 cm.

3. Sur une épaisseur de 17 m : craie blanche, grossière, fossilifère : térébratules, bélemnites, débris d'huîtres. Des silex brun-noir, en rognons, y sont disséminés; certains forment des lits concordants avec la stratification, inclinée de 5° à 10° Ouest. Dans la partie occidentale de l'excavation, les travaux ont atteint une profondeur suffisante pour montrer trois lits distants entre eux de 7 m environ, le lit supérieur étant à 3 m du sol. Le prolongement oriental des deux lits inférieurs n'est pas observable, mais le prolongement du lit supérieur apparaîtrait clairement s'il existait dans cette partie de la coupe. Or on y observe uniquement des silex disséminés sans ordre. Ce lit de silex est donc interrompu au lieu même où il rencontre une veine de silex brun-noir, épaisse de quelques centimètres et inclinée de 70° vers l'Est. Cette veine est accompagnée d'autres, très inclinées vers l'Est également, d'allure assez sinueuse et se divisant parfois en plusieurs ramifications.

2. Banc de craie durcie avec des bélemnites, de nombreux débris d'huîtres, d'inocérames et des nodules phosphatés roulés.

1. Craie blanche, traçante, très fine, sans silex, fossilifère : *Echinocorys*, térébratules. La craie, affectée de nombreuses diaclases, est visible jusqu'au fond de la carrière.

Coupe GD.

4. Terre arable : 20 à 30 cm.

3. Craie blanche, grossière, fossilifère : débris d'huîtres, d'inocérames, bélemnites, térébratules. Silex brun-noir, en rognons, disséminés; dans la partie orientale, un lit de silex plongeant légèrement vers l'Ouest avec la stratification, inclinée de 10° vers l'Ouest, s'arrête contre une veine de silex brun-noir. Celle-ci, épaisse de quelques centimètres, inclinée de 70° vers l'Est, coupe les bancs de craie à partir du sommet, sur une longueur de 3 m, après quoi elle disparaît. A 0^m50 à l'Ouest se trouve une autre veine, parallèle à la première, traversant la coupe du haut en bas. Enfin, au delà, sur 2 m, on observe un alignement de silex en rognons, à un niveau de 2^m50 supérieur à celui du prolongement du lit de silex observé à l'Est.

2. Banc de craie durcie.

1. Craie blanche, fine, traçante, sans silex. *Magas pumilus* a été trouvé sous le banc dur (2).

Coupe BD.

4. Terre arable : 20 à 50 cm.
3. Craie grossière, blanche, contenant des silex en rognons.
2. Banc de craie durcie.
1. Craie fine, blanche, traçante, sans silex, *Magas pumilus*.

Remarque. — A l'extrémité Nord, la craie (3) occupe toute la coupe et le banc durci (2) ne se voit pas. Il y a donc une faille passant à 2 m environ de cette extrémité. Elle n'est pas directement observable, à cause du mauvais état de la coupe.

Coupe AG.

4. Terre arable : 20 à 30 cm.
3. Craie à trois bancs de silex.
2. (Le banc durci n'est pas observable à distance.)
1. Craie blanche, fine, traçante à térébratules, *Echinocorys*.

Remarque. — Une faille verticale, d'un rejet d'une douzaine de mètres, traverse la coupe.

INTERPRÉTATION.

Au point de vue stratigraphique, la présence de *Magas pumilus* permet d'identifier la Craie de Nouvelles (1), surmontée de la craie de Spiennes à trois bancs de silex (3). Ces deux termes sont séparés par un banc durci avec conglomérat (2). Cette interprétation est conforme à la coupe de la région d'Harmignies que donne Jules Cornet dans *Leçons de Géologie*, 1927, p. 296.

Une faille FF dirigée N 100°, transversale au gisement, rejette la partie Nord d'environ 12 m vers le bas. Le prolongement de cette faille est reconnu vers l'Est, dans une carrière voisine.

Dans la disposition observable sur la coupe CD, on reconnaît une faille ou un système de failles contre lequel vient s'éteindre un lit de silex. Au delà, ni le banc dur, ni les silex de Spiennes ne sont visibles, sauf un alignement dénivelé comme il fut dit. Comme nous attribuons ce dernier au lit inférieur de la craie de Spiennes, la lèvre Est serait rejetée de 2^m50 vers le bas. Cette même faille apparaît sur la coupe AB. On suit d'une façon continue sur le sol de la carrière la trace de cette faille, grâce à son remplissage par les silex, et nous la désignons par ff. La direction est N 40°. Les veines voisines soulignent des fissures ou failles moins importantes constituant avec ff une zone failleuse.

La faille *ff* se retrouve au Sud du plan de coupe CD, de l'autre côté du chemin de Spiennes. Elle y apparaît comme une faille très nette, inclinée de 70° vers l'Est. Ses deux lèvres sont distantes de quelques centimètres. Une veine de silex la remplit au sommet et disparaît graduellement vers le bas, où elle manque. La partie silicifiée s'étend au travers de la Craie de Spiennes et d'une partie de la Craie de Nouvelles.

La faille *ff* est plus récente que FF; en effet, on en suit la trace régulière, soulignée par la veine de silex d'un bout à l'autre de la carrière figurée. Il n'y a pas interruption de la continuité au passage de la faille FF.

DESCRIPTION DES VEINES DE SILEX.

Le silex en veine est de même couleur que le silex des rognons de la Craie de Spiennes. Une même veine comprend tantôt une seule lame de silex épaisse de 3 à 7 cm, tantôt plusieurs de quelques millimètres à 2 cm séparées par des vestiges de craie. L'épaisseur totale de la veine peut ainsi atteindre 17 cm au maximum. On peut y recueillir des fragments de silex de plusieurs décimètres carrés de surface. Dans ces fragments, des inclusions de craie, allongées dans le sens de la veine, peuvent atteindre un volume de quelques centimètres cubes.

La veine, dans la faille *ff*, présente une continuité remarquable et son inclinaison varie peu. Cette faille possède deux lèvres distantes d'une dizaine de centimètres, entre lesquelles la craie est affectée de fines fissures parallèles aux lèvres. Vers le haut, peu à peu apparaissent dans ces fissures de fines veinules de silex qui, en s'épaississant progressivement, arrivent à occuper tout l'espace compris entre les deux lèvres. On s'explique ainsi qu'il reste des inclusions crayeuses dans certains fragments de silex et que la veine puisse être constituée de plusieurs lames de silex séparées par de la craie. La silicification s'est faite à la faveur des fissures de la faille et a pu transformer complètement la roche initiale, en laissant cependant çà et là des parties intactes.

Les veines voisines de la faille sont plus ou moins sinueuses et l'une d'entre elles donne naissance à une ramification. Le silex de remplissage y a une allure filonienne avec des étranglements et même des effacements.

CONCLUSIONS.

1. Deux failles croisées, appartenant à des phases tectoniques distinctes, sont mises en évidence.

2. L'une et l'autre affectent visiblement la Craie de Nouvelles et la Craie de Spiennes.

3. La plus récente de ces failles est, à l'exclusion de l'autre, occupée par des silex.

4. La nature des silex formant le remplissage filonien de cette faille est apparemment identique à celle des silex interstratifiés dans la Craie de Spiennes.

5. Les filons de silex se prolongent au travers de la Craie de Nouvelles, pourtant exempte de silex en rognons.

6. La suite des phénomènes géologiques se reconstitue de la manière suivante : dépôt et consolidation diagénétique des craies, formation de la faille principale FF, formation ultérieure de la zone failleuse ff, enfin remplissage siliceux de cette faille et de fissures et petites failles l'accompagnant.

7. Ce remplissage siliceux de la faille et des fissures appartient donc à un épisode tardif de l'évolution du sédiment.

Mons, Faculté polytechnique.

1^{er} février 1946.

L'évolution du Bas Escaut au Pléistocène supérieur,

par R. TAVERNIER.

I. — INTRODUCTION.

En aval de Gand, l'Escaut, qui jusque-là suivait une direction sensiblement Sud-Nord, modifie brusquement son cours, se dirigeant vers l'Est, puis à nouveau vers le Nord. De nombreux auteurs ont essayé de rechercher les causes de cette anomalie (1). L'historique de la question a été exposé par R. BLANCHARD

(1) Pour les travaux d'ordre historique, voir DAVID, MARCHAL, E.-J. VERSTRAETE, A.-K. VAN WERWEKE, E. CAMBIER et J. D'HONDT. Pour les travaux d'ordre géologique et géographique, voir A. RUTOT (1, 2), E. VAN OVERLOOP (1, 2), J. CORNET, J. LORIE, A. BRIQUET (2), M. LERICHE, F. HALET (1), M.-A. LEFÈVRE (1, 3), M. DE ROECK et R. TAVERNIER.

(1906) et plus récemment par W. POPPE (1943), aux travaux desquels nous renvoyons le lecteur. Nous nous bornerons ici à faire état des études qui ont contribué, par des observations ou interprétations nouvelles, à modifier les opinions sur l'évolution du bas Escaut.

II. — ASPECT HISTORIQUE.

Ce fut A. RUTOT qui, le premier, en 1897, signala l'existence d'épais dépôts quaternaires au Nord de Gand. Il les considère comme des dépôts d'un vaste estuaire, le « Golfe de Gand », exutoire de l'Escaut à un moment où les eaux de ce fleuve ne s'écoulaient pas vers Anvers, mais atteignaient la mer du Nord par le Nord-Ouest. Des sédiments marins auraient comblé cet estuaire lors de la transgression flandrienne. Il publia en outre une esquisse cartographique de l'extension de la mer flandrienne, où cet exutoire est nettement mis en évidence par suite de la grande profondeur que la mer y aurait eue.

Dans ses « Études sur l'évolution des rivières belges », J. CORNET (1904) admet un écoulement primitif de l'Escaut vers le Nord, en aval de Gand. Toutefois, dès le Pliocène, des affluents subséquents du réseau originel du bassin de l'Escaut ont capturé les tronçons conséquents, et devinrent ainsi des branches maîtresses de l'hydrographie, provoquant la formation d'un réseau dit « en espalier ».

Pour A. BRIQUET (1908), l'écoulement se faisait vers le Nord-Ouest lors du creusement maximum des vallées. L'estuaire de l'Escaut s'étant colmaté au cours de la transgression flandrienne, le réseau hydrographique ancien a été « effacé » et il s'est produit un écoulement simultané au Nord de Gand et par Anvers; l'évolution ultérieure a amené la suprématie de l'exutoire d'Anvers sur celui de Gand, dont il a capturé toutes les branches.

Des données d'ordre géologique ont été fournies par M. MOURLON, A. RUTOT, M. LERICHE, etc. C'est cependant à F. HALET qu'on doit quelques travaux apportant des idées nouvelles sur le sujet. En 1922, il montre que le remplissage du « Golfe de Gand » n'est pas dû au dépôt de sable marin, mais est en ordre principal d'origine fluviale. Cette thèse est confirmée par M. LERICHE (1929). D'autre part, l'exploration géologique de la vallée de l'Escaut entre Tamise et Anvers a permis à F. HALET (1931, 1937) de reconnaître dans ce bief un thalweg, peu pro-

fond il est vrai, mais où se trouvent néanmoins des dépôts sableux sous-jacents à la tourbe et considérés comme pléistocènes. Ces observations infirment les opinions émises à maintes reprises par E. VAN DEN BROECK. La vallée de l'Escaut à Anvers serait donc relativement ancienne.

De son côté, M. LEFÈVRE (1931, 1937), se basant principalement sur des données morphologiques, considère la formation du tronçon de l'Escaut en aval de Rupelmonde comme un phénomène très récent, datant de l'époque historique. Dès cet instant il y eut renversement du courant fluvial.

Enfin, CH. STEVENS (1938) fait intervenir des mouvements tectoniques récents pour expliquer la formation, d'après lui tardive, de l'Escaut d'Anvers, qui a capturé successivement les rivières conséquentes (Kale, Lys, Escaut d'Oudenaarde).

La découverte en 1940 de phénomènes périglaciaires, tant en Campine qu'en Flandre orientale, nous amène à reconsidérer l'évolution du bas Escaut. Nous avons notamment constaté des phénomènes de cryoturbation affectant la partie supérieure des dépôts de la « Vallée flamande » (2). Ceci constitue une donnée très importante pour fixer l'âge de ces dépôts. En outre, cela nous amène à envisager l'intervention de phénomènes qui, jusqu'à présent, n'ont pas assez retenu l'attention.

Nous allons donc, au cours des pages suivantes, essayer de préciser la chronologie des dépôts quaternaires au Nord de Gand. Ensuite nous étudierons l'évolution du bas Escaut en tenant compte des actions périglaciaires (3), sans toutefois négliger l'influence et les effets dus aux oscillations du niveau de la mer.

III. — CHRONOLOGIE DU QUATERNAIRE.

A. — Le Pléistocène.

En accord avec la nomenclature généralement admise, nous appelons pléistocène la période correspondant aux glaciations quaternaires. Dans un travail paru en 1943, nous avons tenté

(2) Sous ce vocable (« Vlaamsche vallei ») nous désignons depuis 1943 la région à Quaternaire épais au Nord de Gand; c'est le golfe de Gand de RUTOR et de BRIQUET. Le nom a été donné par analogie avec la « Geldersche vallei » des Pays-Bas, avec laquelle notre région présente beaucoup de similitude. Le nom de « golfe » est à rejeter, puisqu'il n'y a pas de dépôts marins. Pour la « Geldersche vallei », voir l'article de CROMMELIN, R.-D.

(3) Pour les actions périglaciaires, nous renvoyons le lecteur au travail d'EDELMAAN, C.-H. FLORSCHÜTZ, F. et JESWIET.

une classification des dépôts quaternaires en Belgique, en tenant compte des progrès récents réalisés à l'étranger. Rappelons-en brièvement l'essentiel sous forme de tableaux.

TABLEAU I. — **Pléistocène.**

PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR	Tardiglaciaire	Tourbe, Périglaciation, limon récent	
	Würm	et sables de « drift ». Basse terrasse.	
	Interglaciaire Riss-Würm	Eemien.	
	Riss	Stade II	Limon ancien. Moyenne terrasse.
		Interstade	(Transgression à <i>Cardium edule</i>).
Stade I		Haute terrasse (cône alluvial de la Meuse).	
(± 200,000 ans)			
PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR	Interglaciaire Mindel-Riss	Fin de la formation de la terrasse de plateau (<i>Onx</i> , etc.) (depuis l'Oligocène en Haute-Belgique)	
	Mindel	(depuis le Pliocène en Basse-Belgique)	
	Interglaciaire Günz-Mindel	Argile de la Campine	
	Günz	Sable de Mol (<i>pro parte</i>)	
	(± 600,000 ans)		

La subdivision en Pléistocène inférieur et supérieur est basée sur l'évolution du réseau fluvial, telle qu'elle ressort de l'étude des dépôts. Au cours du Pléistocène inférieur s'est achevée la formation d'une pénéplaine en Haute-Belgique, caractérisée par des dépôts résiduaire (Onx) (zone d'érosion), tandis qu'en Basse-Belgique (Campine) se sont déposées des formations estuariennes et fluviales (Sables de Mol et Argiles de la Campine), passant au Nord-Ouest à des dépôts marins (zone d'accumulation). L'hydrographie du Pléistocène inférieur apparaît totalement différente de l'hydrographie actuelle, qui fut ébauchée à la suite d'oscillations du sol qu'on peut situer vers le début de la période rissienne (phase walachienne de H. STILLE). C'est donc au Pléistocène supérieur que nos rivières actuelles ont connu leur évolution, tout au moins en Basse-Belgique.

B. — L'Holocène.

Pour l'Holocène, correspondant au postglaciaire, nous employons la terminologie proposée par BLYTT & SERNANDER et

basée sur l'évolution de la flore en relation avec les changements de climat. Cette classification est la suivante :

Subatlantique (climat tempéré et humide),
 Subboréal (climat relativement chaud et sec),
 Atlantique (climat relativement chaud et humide),
 Boréal (climat chaud et sec),
 Préboréal (climat de steppe),
 Subarctique (climat de toundra).

Le retrait des glaciers würmiens s'étant opéré par stades successifs, la limite entre l'Holocène et le Pléistocène est difficile à préciser. Pour des raisons stratigraphiques ⁽⁴⁾ on range généralement dans le Pléistocène le subarctique et le préboréal sous le nom de tardiglaciaire.

D'après cette définition l'Holocène débute donc par la période boréale et comprend les termes suivants (voir page 111).

Pendant la période boréale, l'Angleterre était donc reliée au continent; les tourbes draguées au Doggerbank (cote — 42 m) en témoignent : leur flore est d'âges préboréal et boréal. On trouve également un niveau tourbeux, connu sous le nom de « veen op grootere diepte » (tourbe profonde), à la base des dépôts marins postglaciaires de la plaine maritime; aux Pays-Bas c'est le Iov de la Carte géologique; en Allemagne c'est le « Basis Torf ».

Elle repose sur des sédiments nettement plus anciens : sables de la basse-terrasse, eemien, moraine de fond, icénien, etc. L'analyse paléobotanique, effectuée par VERMEER-LOUMAN aux Pays-Bas et par F. OVERBECK ⁽⁵⁾, ERDTMAN et BRINKMAN et d'autres en Allemagne, a montré que l'âge de cette tourbe n'est pas constant, la zone où ce dépôt se formait ayant reculé au cours des temps devant l'invasion marine flandrienne. Dans les régions les plus orientales de la plaine maritime, cette « tourbe profonde », tout en reposant sur des sédiments plus anciens, forme toujours la base des dépôts marins, quoique

(4) Le début du boréal coïncide avec le sommet des couches supérieures à *Yoldia* et avec la formation du Lac à *Ancylus*, correspondant sensiblement à l'établissement de la deuxième grande moraine terminale (Selpausselka II). C'est également la période où la végétation périglaciale disparaît définitivement pour faire place à des forêts à feuilles caduques. Le préboréal correspond alors aux argiles à *Saxicava* et *Zirphaea*, et le subarctique avec la transgression à *Yoldia*.

(5) Voir K. GRIPP, F. DEWERS et F. OVERBECK.

TABLEAU II. — **Holocène.**

HOLOCÈNE SUPÉRIEUR	+ 1000 -	Subatlantique.	<i>Transgression dunkerquienne</i>	} Argile et Sables supérieurs des Polders, alluvions récentes.
	0 -	Subboréal	<i>Arrêt du mouvement positif</i>	
	- 1000 -			
	- 2000 -			
	- 3000 -	Atlantique.	<i>Transgression flandrienne</i>	} Début de la formation de la tourbe de surface. Argile et sable infér. des Polders (sables pissards). Alluvions anciennes.
	- 4000 -			
	- 5000 -			(Formation du Pas-de-Calais).
HOLOCÈNE INFÉRIEUR	- 6000 -			
	- 7000 -	Boréal	<i>Niveau de la mer très bas</i>	} Tourbe de grande profondeur (<i>pro parte</i>). Sable éolien sur le tardiglaciaire. Creusement des vallées holocènes.
	- 8000 -			
	- 9000 -			(Angleterre reliée au continent).

son âge soit déjà atlantique. C'est d'ailleurs grâce à l'étude de cette tourbe de base qu'on a pu préciser que cette transgression s'est produite du boréal à l'Atlantique, une période dont la durée est estimée à environ 7.000 ans, d'après la chronologie établie en Suède par DE GEER. La figure 1 rend compte de ces faits.

On remarquera que dans la région orientale de la plaine maritime, cette « tourbe profonde » se relie à la tourbe de surface. Les géologues néerlandais ont, à la suite de LORIE, considéré la tourbe profonde comme base de l'Holocène.

Dans la plaine maritime belge, de même qu'en Zélande, la situation est légèrement différente. Le niveau de tourbe profonde est moins constant en raison de son allure lenticulaire; il n'a pas été considéré comme niveau de repère. En outre, il

repose sur des sédiments marins ou estuariens (assise d'Ostende) qu'on a considérés, d'après leur faune, comme du « flandrien » (RUTOT, DUBOIS); ces sédiments, de même que les sables surmontant la tourbe profonde (assise de Calais), appartiendraient à un même cycle de remblaiement : la transgression flandrienne. La figure 2 montre les relations qui existent entre les différentes assises du flandrien de la plaine maritime belge.

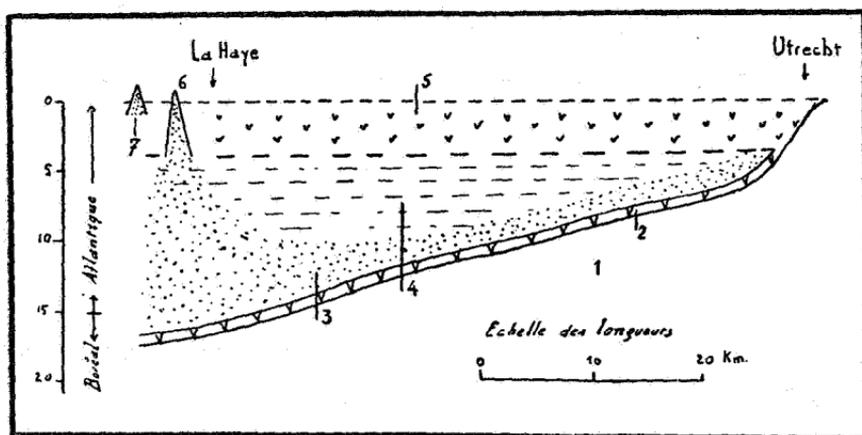


FIG. 1. — Coupe schématique de la plaine maritime des Pays-Bas.

1. Sédiments inférieurs à la tourbe profonde; 2. Tourbe profonde (l'allure de cette couche est déduite de la carte par courbes de niveau de F. FABER); 3. Sable inférieur des polders (oud zeezand); 4. Argile inférieure des polders (oude zeelei); 5. Tourbe de surface; 6. Dunes anciennes; 7. Dunes récentes.

IV. — POSITION STRATIGRAPHIQUE DE L'ASSISE D'OSTENDE.

En comparant la structure de la plaine maritime en Hollande (fig. 1) et en Belgique (fig. 2), on constatera que les dépôts du « cycle flandrien » débutent en Belgique à une cote notablement plus basse (— 35) qu'en Hollande (de — 15 à — 20 m).

C'est au grand sondage d'Ostende qu'on a établi pour la première fois la succession complète de ces couches. G. DOLLFUS (1884) y a reconnu les termes suivants :

3. Moderne (correspondant approximativement aux assises de Dunkerque et de Calais).

2. Quaternaire supérieur (zone limoneuse).

1. Quaternaire inférieur (sables marins avec *Corbicula fluminalis*).

A. RUTOT (1897) n'accepte cependant pas cette subdivision.

L'argile supérieure des Polders et la tourbe de surface sont considérées comme « modernes », tandis que les couches de base, les couches limoneuses et la partie inférieure des sables qualifiés de modernes par G. DOLLFUS constituent le « flandrien ».

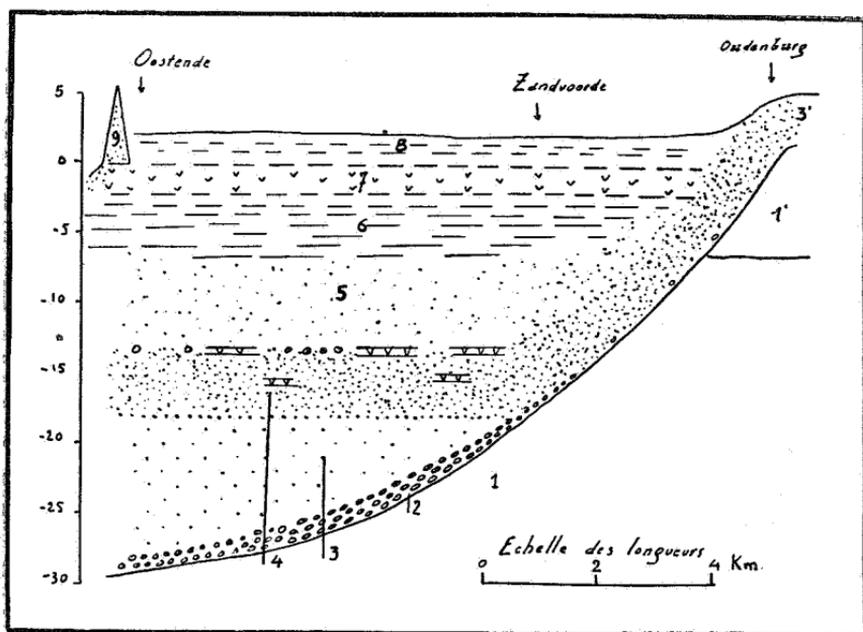


FIG. 2. — Coupe schématique de la plaine maritime belge.

1 et 1'. Tertiaire (respectivement Yprésien et Panisélien); 2. Zone graveleuse importante formant la base des dépôts quaternaires dans les parties profondes de la plaine maritime belge; 3. Sables marins et estuariens (sable d'Ostende de l'assise d'Ostende); 3'. Sables de couverture en dehors de la plaine maritime avec cailloux épars à la base (drift); 4. Couches de passages sablo-limoneuses, avec zones tourbeuses ou graveleuses, se rattachant au drift en dehors de la plaine maritime (sable de Leffinghe de l'assise d'Ostende); 5 et 6. Respectivement sables inférieurs des polders (sables pissards) et argile inférieure des polders formant l'assise de Calais; 7. Tourbe de surface (gallo-romaine); 8. Sables et argiles supérieurs des polders post-gallo-romains (assise de Dunkerque); 9. Dunes actuelles, qui, à Ostende, se sont formées au-dessus de la tourbe de surface par suite de la régression de la côte, les dunes anciennes (internes) n'étant pas conservées au Sud de l'estuaire de l'Yser.

RUTOT ne tient pas compte des différences fauniques, qu'il semble attribuer à de simples variations de facies.

J. LORIÉ (1903) synchronise le flandrien avec l'eemien en se basant sur la similitude de la position stratigraphique et sur certaines analogies fauniques, notamment la présence de *Tapes virgineus*, fossile rencontré au sondage de Flessingue dans les

dépôts de l'assise d'Ostende et que l'on considère comme caractéristique de l'eemien.

Cette synchronisation, reprise par A. BRIQUET en 1908, fut, encore la même année, infirmée par NORDMANN, qui soumit à revision les faunes provenant des dépôts de l'assise d'Ostende recueillies aux sondages de Flessingue, de Leffinghe et de Petit-Crocodile (6). Pour NORDMANN, *Tapes aureus*, var. *eemiensis* (*Tapes senescens*), serait remanié : l'ensemble de la faune de l'assise d'Ostende, tout en présentant les caractères d'un climat tempéré, serait d'âge plus récent que l'Eemien typique. Ajoutons qu'à la base de l'assise d'Ostende, notamment à Coquelles, on a rencontré *Elephas primigenius*, fossile de la dernière glaciation.

G. DUBOIS (1923) considère les assises d'Ostende, de Calais et de Dunkerque comme des dépôts d'un cycle unique : le Flandrien. Cependant, A. HACQUAERT (1931) et F. HALET (1931) n'admettent pas cette manière de voir et continuent à considérer l'assise de Dunkerque, comprenant l'argile supérieure des polders et la tourbe de surface, comme holocène (moderne), les assises de Calais et d'Ostende étant rangées dans le Flandrien, celui-ci étant considéré, d'accord avec la légende de la Carte géologique, comme pléistocène supérieur. En outre, F. HALET publia de nombreuses descriptions de sondages d'où il ressort clairement qu'entre les assises d'Ostende et de Calais existe généralement une zone limoneuse, souvent tourbeuse, voire de la tourbe. A ce même niveau il signale la présence plus ou moins constante d'un gravier à petits éléments et même, en quelques endroits, de coquilles d'eau douce (*Planorbis*). HALET fait en outre remarquer que *Corbicula fluminalis* ne se trouve pas uniquement dans les couches graveleuses de la base de l'assise d'Ostende.

DUBOIS avait signalé la présence de *Betula nana* dans la tourbe profonde à Coquelles (qui surmonte l'assise d'Ostende); en Zélande, F. FLORSCHÜTZ (7) trouva également une couche de

(6) M. MOURLON, dans son travail « Mers quaternaires en Belgique » (1896), avait déjà publié la faune de l'assise d'Ostende provenant du sondage de Petit-Crocodile, d'après les déterminations de M. VINCENT.

(7) D'après F. FABER, *Nederlandsche Landschappen*, 1942, p. 121; « ... ook onder Zeeuwisch-Vlaanderen en elders werd nog een oudere veenlaag aangetoond, die Florschütz een laatglacialen ouderdom toekent. » ... « De zanden, waarin dit veen o. a. in Zeeuwisch-Vlaanderen

tourbe targiglaciaire, avec en outre *Dryas octopetala* au sommet des sables qu'on attribue à l'assise d'Ostende.

A. CALLEUX, dans son mémoire : « Actions périglaciaires en Europe », signale vers le haut de l'assise d'Ostende, au sondage de Petit-Crocodile (Oost-Dunkerque), l'existence d'une zone à la profondeur de — 18 m, où le pourcentage des grains éoliens est très élevé (50 %). Plus haut, à travers les assises marines de Calais et de Dunkerque, ce pourcentage s'abaisse graduellement : 40 % vers la cote — 10; 35 % vers — 4,25; 25 % à + 2 et 20 % à + 5 m. Il semble donc bien qu'une importante action éolienne se soit exercée à la fin du dépôt de l'assise d'Ostende.

De toutes ces observations il ressort qu'il est impossible que l'assise d'Ostende appartienne au cycle flandrien postglaciaire. En effet, nous savons que cette transgression à Littorines n'a atteint nos régions qu'à partir du boréal et de l'Atlantique : ceci ressort des analyses paléobotaniques de VERMEER-LOUMAN, ERDTMAN, OVERBECK, BRINKMANN, e.a. Ainsi la tourbe du Doggerbank, draguée à 40 m sous le niveau de la mer, appartient, d'après ERDTMAN (1924, 1925), à la transition du préboréal (± 8.000 à 7.000 ans avant J.-C.), comme il ressort de la prédominance de *Betula* et de *Pinus*, accompagnés d'*Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*, etc. Au début du boréal, la mer du Nord était encore à un niveau de 40 m plus bas qu'actuellement. Aux Pays-Bas, la mer atteint seulement la cote — 15 (N.A.P.) vers la fin du boréal; en pleine époque boréale le niveau de la mer était encore à la cote — 20. De même, en Allemagne, la tourbe profonde (Basistorf) se développait encore pendant la période boréale à des profondeurs de 20 m au-dessous du niveau actuel des basses mers.

D'autre part, comme l'étude paléontologique de NORDMANN semble exclure un âge eemien, nous sommes amené à envisager l'assise d'Ostende comme un dépôt interstadial du Würmien.

Différents auteurs ont d'ailleurs reconnu l'existence de plu-

voorkomt, worden daarom ook tot het I₀ gebracht; vroeger werden deze als Diluvium gekarteerd. Het zijn hier fijnkorrelige zanden met eenig schelpgruis en blijkbaar in brakwater of een waddenzee afgezet. Verder naar het zuiden gaat de mariene facies in een landfacies over. »

sieurs phases pendant la glaciation würmienne dans le Nord de l'Allemagne :

3. Stade de Poméranie (Würm III);
Interstade masurien;
(Würm II-III).
2. Stade de Francfort (Würm II);
Interstade de Twenthe;
(Würm I-II).
1. Stade de Brandebourg (Würm I).

FLORSCHÜTZ a mis en évidence l'existence d'un interstade würmien par l'analyse pollinique des tourbières de la Drente et des Hautes Fagnes belges.

Les données dont nous disposons ne nous permettent pas de préciser auquel des interstades ci-dessus il faut rapporter l'assise d'Ostende.

V. — LE REMBLAIEMENT DES VALLÉES.

Parallèlement à l'évolution de la plaine maritime s'est effectué le remblaiement du fond des vallées. On admet généralement (voir J. CORNET, 1927) que le limon alluvial supérieur et la tourbe de surface correspondent à l'assise de Dunkerque et sont holocènes. Sous la tourbe existent des sables dits « flandrien du fond des vallées », considérés comme le pendant des assises de Calais et d'Ostende. Ces dépôts passeraient latéralement en dehors des vallées à des limons et des sables. La figure 3 représente cette interprétation.

D'une manière analogue à ce qui s'observe dans la plaine maritime, on trouve, dans les parties les plus profondes des thalwegs, *Corbicula fluminalis*, souvent très abondante (Templeuve, Escanaffles, Sint Denijs-Westrem, Gand, Sint Martens-Leerne). En outre, on y a signalé à maintes reprises la présence de *Cardium edule*. Cette zone est surmontée par un niveau souvent très limoneux, parfois avec tourbe et dans lequel on peut trouver des coquilles terrestres, telles que *Pupilla muscorum*, *Succinea oblonga*, *Helix hispida*.

A Antoing, BAUDET a signalé la présence d'*Elephas primigenius* dans cette couche, dont il fait remarquer les caractères fluvio-éoliens.

Au-dessus de cette zone reposent les sables correspondant à

l'assise de Calais. Ils sont riches en coquilles d'eau douce telles que *Bithynia*, *Planorbis*, *Sphaerium*, *Pisidium*, etc. et contiennent parfois des ossements de mammifères. Suivent alors la tourbe et les alluvions récentes de l'assise de Dunkerque ⁽⁸⁾.

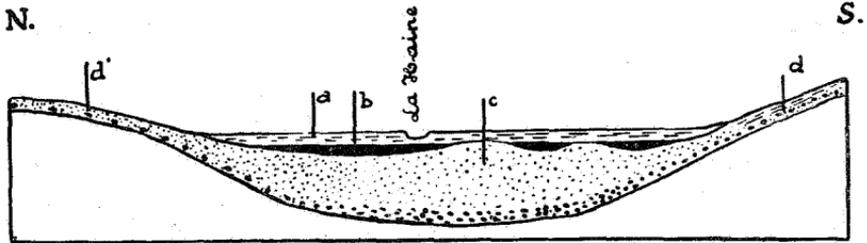


FIG. 3. — Coupe schématique des dépôts holocènes et pléistocènes du fond de la vallée de la Haine, à l'Ouest de Mons, d'après J. CORNET (1927): a) limon alluvial; b) tourbe (base de l'Holocène); c) sables et cailloux pléistocènes du fond de la vallée; d) limons pléistocènes récents du versant sud de la vallée; d') sables pléistocènes du versant nord. Sans échelle.

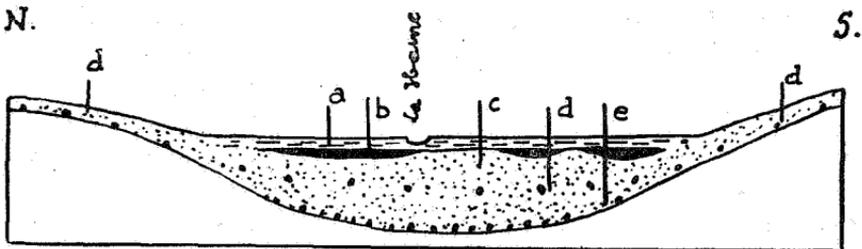


FIG. 4. — Coupe schématique des dépôts holocènes et pléistocènes d'une vallée où la succession des couches est complète, et que nous supposons être la vallée de la Haine, d'après la nouvelle interprétation (1946): a) limon alluvial (= assise de Dunkerque); b) tourbe (= tourbe de surface de la plaine maritime); c) sables inférieurs des vallées (= sables pissards de l'assise de Calais de la plaine maritime); d) zone graveleuse, base de sables inférieurs des vallées, reposant parfois sur des niveaux tourbeux, et une zone sablo-limoneuse se raccordant aux sables et limons des versants et attribuées au tardiglaciaire; e) alluvions des fonds des vallées avec *Corbicula fluminalis* (= l'assise d'Ostende de la plaine maritime). L'épaisseur de cette zone est fortement exagérée. — Sans échelle.

Faisons remarquer que cette série est quelquefois incomplète, tantôt par le bas, tantôt par le haut. A Anvers, par exemple, l'assise d'Ostende fait défaut, tandis que dans la Vallée fla-

(8) Récemment VAN HOORNE vient de publier une analyse pollinique de la tourbe de surface de la vallée de l'Escaut à Heusden..

mande cette seule assise est représentée. Sa zone supérieure, sablo-limoneuse, y atteint une forte épaisseur et correspond au tardiglaciaire; elle comprend des sables de « drift » avec cailloux éolisés, de la tourbe affectée de dislocations périglaciaires ⁽⁹⁾. Le tout est généralement recouvert d'une mince nappe de sable éolien (« stuifzanden ») d'âge boréal, non affecté de cryoturbations.

A la lumière de ces nouvelles données, nous pensons pouvoir proposer le schéma suivant de l'évolution du bas Escaut :

Lors du creusement maximum des vallées, antérieurement à l'assise d'Ostende, le réseau hydrographique de l'Escaut avait son exutoire par le thalweg de la Vallée flamande. Par suite de la transgression interstadiale würmienne se sont déposés : dans la plaine maritime, les sédiments de l'assise d'Ostende, et au fond des vallées, les dépôts fluviatiles et estuariens à *Cardium edule* et à *Corbicula fluminalis*. La figure 5 donne l'existence de ces dépôts telle quelle est reconnue actuellement par les sondages.

Après cet interstade, la recrudescence du froid a donné naissance à d'importantes actions périglaciaires (snowdrift, solifluction, cryoturbation) qui ont favorisé le comblement des vallées. Par suite des conditions climatiques, le sous-sol était gelé en permanence et les rivières avaient un régime tout différent de celui de l'époque actuelle; elles étaient à proprement parler inexistantes et les vallées ont été comblées en grande partie par le « drift » périglaciaire. Ainsi l'exutoire d'Ecloo a-t-il été complètement remblayé. Vers l'époque boréale, le sous-sol gelé (tjåle) disparut définitivement et l'eau retenue en surface et dans le sol fut libérée et façonna de nouveaux thalwegs, le plus souvent dans l'axe des anciennes vallées, quelquefois cependant en dehors de celles-ci. Tel fut le cas pour l'Escaut aux environs de Gand et surtout à Anvers. Le relèvement du niveau de la mer qui suivit (transgression flandrienne) provoqua le dépôt de l'assise de Calais (plaine maritime) et de son correspondant dans les vallées.

A la fin de la transgression flandrienne la tourbe de surface se développa à partir du néolithique jusqu'à l'époque gallo-romaine; les inondations dunkerquiennes ont provoqué le dépôt des alluvions récentes et de l'argile supérieure des polders. Les

(9) F. STOCKMANS a étudié la tourbe périglaciaire d'Aalter; il y trouva une prédominance de *Pinus* et *Betula*.

transgressions flandrienne et dunkerquienne ont provoqué localement le colmatage complet des thalwegs façonnés au boréal; des alluvions récentes ont même débordé, soit sur les sables

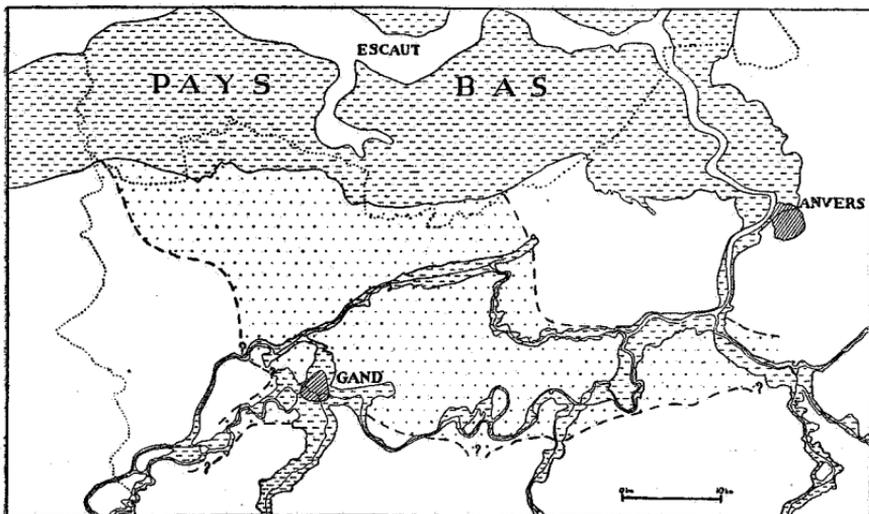


FIG. 5. — Esquisse cartographique donnant l'extension des dépôts fluviaux et estuariens correspondant à l'assise d'Ostende, telle qu'elle est connue actuellement par les sondages.

Les alluvions récentes sont marquées par des traits interrompus.

Les dépôts interstadiers (= assise d'Ostende) en pointillé là où ils ne sont pas couverts par des alluvions récentes.

éoliens du boréal, soit sur le tardiglaciaire, soit sur le substratum tertiaire. Tel est notamment le cas sur la rive droite de l'Escaut à Anvers (dépôts modernes sur le tertiaire) et sur la rive droite de l'Escaut à Zwijnaarde et à Melle (dépôts modernes sur le boréal et le tardiglaciaire).

VI. — SIGNIFICATION STRATIGRAPHIQUE DE *CORBICULA FLUMINALIS*.

Corbicula fluminalis a été signalée à maintes reprises dans le Quaternaire de la Belgique. Elle fut reconnue pour la première fois par G. VINCENT dans le sous-sol de Gand; G. DOLLFUS la rencontra au sondage d'Ostende et la considéra comme caractéristique d'un climat chaud. Depuis lors elle a été signalée à Coquelles, à Oost-Duinkerke, à Westkappelle dans la plaine maritime; à Gand, à Hofstade, à Sint Denijs-Westrem, à Termonde, à Templeuve, à Escanaffles, etc. (MOURLON, RUTOT,

DELVAUX et HALET). En outre, dans les archives du Service géologique de Belgique, on trouve de nombreux renseignements sur des gisements de ce fossile, soit dans la plaine maritime, soit dans les vallées, soit dans la Vallée flamande. Au total, une centaine de gisements ont été reconnus. En de nombreux endroits, les spécimens de *Corbicula fluminalis* ont été retrouvés à l'état bivalve, sans traces de remaniements. Cependant, TESCH, dans un mémoire paru en 1924 et plus récemment encore en 1942, a exprimé l'opinion que *Corbicula fluminalis* ne se trouve *in situ* que dans les dépôts pré-rissiens (pléistocène inférieur) et serait à l'état remanié dans le pléistocène supérieur : les dépôts eemiens de l'Europe septentrionale n'ont d'ailleurs pas livré *Corbicula fluminalis*. Nous pensons toutefois que le grand nombre de gisements et l'état de conservation parfois remarquable de ces fossiles dans l'assise d'Ostende et les dépôts des fonds des vallées qui y correspondent justifient l'opinion qu'ils se sont encore maintenus ou sont revenus dans nos régions bien après l'extension maxima des glaciers (rissien), jusqu'au würmien, et notamment jusqu'à l'interstade de l'assise d'Ostende. D'autre part, quoique depuis DOLLFUS et RUTOR on admette généralement que *Corbicula fluminalis* est une espèce caractéristique d'un climat chaud, DUBOIS la considère comme eurytherme ⁽¹⁰⁾. Il n'est d'ailleurs pas impossible, comme HALET l'a fait remarquer, que cette espèce soit polymorphe.

D'autre part, ALIMEN a signalé que dans la vallée de l'Oise, la « basse terrasse » présente deux niveaux, dont le plus ancien, à faune tempérée, est noyé sous des sédiments plus récents, à faune froide, et renferme lui aussi *Corbicula fluminalis*. Dans la vallée de la Somme, c'est dans les sables de Menhecourt, assimilés à la haute-basse terrasse, et atteignant le niveau de 10 m, qu'on a trouvé *Corbicula fluminalis*. Ces données sont en accord avec notre interprétation.

Les tableaux III et IV résument les interprétations des différents auteurs relatives à l'âge des dépôts de la plaine maritime belge et de la « Vallée flamande ». Pour la plaine maritime belge, nous avons pris le sondage d'Ostende comme exemple.

⁽¹⁰⁾ *Corbicula fluminalis* vit actuellement dans les eaux du Nil et de l'Euphrate, en Afrique du Sud et en Chine, mais d'après G. Dubois cette espèce aurait été récoltée en Sibérie (Omsk, région de l'Obi) en même temps qu'*Elephas primigenius* et *Rhinoceros tichorinus*, qui sont eux-mêmes associés à des éléments de toundra.

TABLEAU III. — Plaine maritime belge.

	G. DOLLFUS, 1884	A. RUTOT, 1897	G. DUBOIS, 1924	F. HALET, 1931	R. TAVERNIER, 1946
0	Remblai	« Moderne »	« Flandrien sup. » (Assise de Dunkerque) (Post-gallo-romaine)	« Moderne »	Argile supérieure de Polders
		Argile supérieure		Argile supérieure et Tourbe	
-5	« Moderne »	et Tourbe	« Flandrien moyen » (Assise de Calais)		Tourbe de surface
			Tourbe		
-10	« Quaternaire supérieur »	« Flandrien » marin	Sables pissards	« Flandrien »	Assise de Calais (Holocène)
		avec		Assise de Calais (sables pissards)	
-15		<i>Corbicula fluminalis</i>	« Flandrien inférieur » (Assise d'Ostende)	Couches de passages sablo-limoneuses avec zones tourbeuses ou graveleuses	Zone sablo-limoneuse et niveau de tourbe profonde (Tardiglaciaire)
-20		à	A. Sable de Leffingue (niveau de la Tourbe de Coquelles)		
		la base			Assise d'Ostende
-25	« Quaternaire inférieur »		B. Sable d'Ostende	Assise d'Ostende	à <i>Corbicula fluminalis</i>
	Sable marin avec				(Interstadaire Würm)
-30	<i>Corbicula fluminalis</i>				
-35					

TABLEAU IV. — Vallée flamande.

A. RUTOT 1897	F. HALET 1922	R. TAVERNIER 1946
Flandrien marin fossilifère à la base <i>(Cardium edule et Corbicula fluminalis)</i>	Pléistocène Flandrien fluvio- éolien vers le haut et fluvial à la base	Sable éolien boréal et récent à la surface Dépôts de « drift » du Tardiglaciaire et sable fluvial et estuarien à la base (Interstadaire) Würm

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE.

- BAUDET, J., Présence d'*Elphas primigenius* et d'industries humaines dans les sédiments pléistocènes et holocènes dans la vallée de l'Escaut à Antoing (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. LII, 1943, pp. 193-199).
- BLANCHARD, R., La Flandre. Étude géographique de la plaine flamande en France, Belgique et Hollande, Lille, 1906. Thèse.
- BRINKMANN, P., Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands. III. Das Gebiet der Jade (*Bot. Jahrbücher*, t. LXVI, pp. 369-445).
- BRIQUET, A., Contribution à l'étude des origines du réseau hydrographique du Nord de la Belgique (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906, Mém., pp. 71-78, 5 fig., Bruxelles, 1906).
- (2), Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique, Paris, 1930.
- CAILLEUX, A., Les actions périglaciaires en Europe (*Mém. Soc. géol. de France*, nouvelle série, t. XXI, n° 46, 176 p., 5 pl., Paris, 1942).
- CAMBIER, E., Étude sur les transformations de l'Escaut et de ses affluents au Nord de Gand pendant la période historique (*Bull. Soc. roy. belge de Géogr.*, t. XXXI, 1907, pp. 40-91, 126-170, 252-288 et 349-370).
- CORNET, J., Études sur l'évolution des rivières belges (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, 1904, Mém., pp. 261-500).
- (2), Leçons de Géologie, Bruxelles, 1927.

- CROMMELIN, R.-D., Sediment-petrologische onderzoekingen. IV. Sediment-petrologische onderzoekingen in Midden-Nederland, in het bijzonder van het jong-Pleistoceen (*Meded. Landbouwhoogeschool Wageningen*, t. XLII, n^o 2, 1938).
- DAVID, F., Recherches sur le cours primitif de l'Escaut (*Bull. Acad. roy. de Belg.*, 1^{re} sér., t. XVI, 1849, pp. 257-282 et t. XIX, 1852, pp. 649-679).
- DELVAUX, E., Coup d'œil sur la constitution géologique de la colline Saint-Pierre et sur les alluvions qui forment le substratum de la ville de Gand (*Ann. Soc. Malac. de Belg.*, t. XVIII, Mém., pp. 5-32).
- DE ROECK, M., Het land van Waas en Boom. Bijdrage tot de Landstreken-geographie van België (met 7 kaarten, 9 figuren en 7 platen) (*Tijdschr. Belg. Ver. Aardr. Studies*, t. XI, 1941, pp. 33-234).
- D'HONDT, J., Het ontstaan van het Graafschap Vlaanderen, Brussel, 1943, Koninkl. Kommissie voor Geschiedenis.
- DOLLFUS, G., Le terrain quaternaire d'Ostende et le *Corbicula fluminalis* (*Ann. Soc. Malac. de Belg.*, t. XIX, 1884, Mém., pp. 28-54, 1 fig., 2 pl.).
- DUBOIS, G., Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France (*Mém. Soc. géol. du Nord*, t. VIII, 353 p., 4 pl., Lille, 1924).
- EDELMAN, C. H. & CROMMELIN, R. D., Ueber die periglaziale Natur des Jungpleistozäns in den Niederlanden (*Abh. Nat. Ver. Bremen*, t. XXXI, pp. 307-318).
- EDELMAN, C. H., FLORSCHÜTZ, F. & JESWIET, J., Ueber spätpleistozäne und frühholozäne kryoturbate Ablagerungen in den östlichen Niederlanden (*Verh. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser.*, t. XI, 1936, pp. 301-336, 2 fig., 6 pl.).
- EDELMAN, C. H. & TAVERNIER, R., Periglaciaie verschijnseln, meer in het bijzonder in de Antwerpsche Kempen (*Natuurw. Tijdschr.*, t. XXII, pp. 139-153, 2 fig., 4 pl.).
- ERDMAN, G., Moorlog from the Dogger Bank (*Geol. Fören. Förh.*, t. XXXXVI, 1924).
- (2), Some micro-analysis of the moorlog from the Dogger Bank (*The Essex Naturalist.*, t. XXI, pp. 107-112, 1925).
- (3), Notes on Pollen-Statistics (submerged peat dredged near Wangeroog and Wilhelmshaven) (*Svensk. bot. Tidskr.*, t. XXI, 1927).
- FABER, F., Nederlandsche Landschappen, Gorinchen, 1942, 400 p., 152 fig.
- FLORSCHÜTZ, F., Periglaziale Torf- und Flugsandbildungen in den Niederlanden als Folge eines dauerenden Frostbodens (*Abh. Nat. Ver. Bremen*, t. XXXI, 1939).
- FLORSCHÜTZ, F. & VAN OYE, E., Recherches analytiques de pollen dans la région des Hautes-Fagnes belges (*Biol. Jaarboek*, t. VI, 1939, pp. 227-234, 1 carte, 2 diagr.).
- GOSSELET, F., Le cours de l'Escaut à travers les âges géologiques (*Mouvement géographique*, 1897, n^{os} 15, 17 et 18).
- GRIPP, K., DEWERS, F. & OVERBECK, F., Das Känozoikum in Niedersachsen, Oldenburg, 1941, 503 p., 216 fig., 1 pl.
- HACQUAERT, A., De geologische geschiedenis van onze Kust (*Botan. Jaarb.*, t. XXII, 1930, pp. 105-118, 4 fig., 2 pl.).

- HALET, F., Le Quaternaire dans le Nord de la Flandre belge (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXII, 1922, pp. 152-162, 1 fig.).
- (2), Contribution à l'étude du Quaternaire de la plaine maritime belge (*Ibid.*, t. XLI, 1931, pp. 141-166).
- (3), Coupe géologique des terrains que traversera le grand tunnel creusé sous l'Escaut à Anvers (*Ibid.*, t. XLI, 1931, pp. 169-180, 2 fig., 1 pl.).
- (4), Sur la présence du Bartonien et du Lédien à Westcappelle (*Ibid.*, t. XLIII, 1933, p. 86).
- (5), Sur la présence de couches à *Corbicula fluminalis* MULLER aux environs de Saint-Denis-Westrem (*Ibid.*, t. XLIII, pp. 111-116).
- (6), Sur la Géologie de la vallée du Rupel (*Ibid.*, t. XLVI, 1936, pp. 190-194).
- (7), Sur la Géologie de la vallée de l'Escaut à Tamise (*Ibid.*, t. XLVII, 1937, pp. 356-362).
- (8), Sur la présence de *Corbicula fluminalis* près de Templeuve (*Ibid.*, t. XLVIII, 1938, pp. 577-578).
- (9), Sur la présence de *Corbicula fluminalis* dans le Pléistocène des environs d'Escanaffles (*Ibid.*, t. LXIX, 1939, pp. 233-234).
- HASSE, G., Les Schijns et l'Escaut primitifs d'Anvers. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, 1910, Mém., pp. 439-451).
- (2), Un problème géologique et historique dans le polder d'Ettenhove près d'Anvers (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXI, 1921, pp. 18-21).
- LERICHE, M., Sur la Géologie du Meetjesland (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXIX, 1929, pp. 159-163).
- JOLEAUD, L. et ALIMEN, H., Les temps préhistoriques, Paris, 1945, 246 p., 17 fig.
- LEFÈVRE, M., Le problème de l'origine du réseau hydrographique de l'Escaut (*Bull. Soc. belge Ét. Géogr.*, t. I, 1931, pp. 27-35).
- (2), La plaine flamande. Mém. géogr. offerts à R. Blanchard. Grenoble, 1932, Institut de Géographie alpine, pp. 337-351.
- (3), Notice sur la carte orohydrographique de Belgique, Ét. Brepolis, Turnhout, 1937, III. Commentaire de la Carte.
- LORIE, J., Contributions à la Géologie des Pays-Bas. VII. Les métamorphoses de l'Escaut et de la Meuse (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. IX, 1895, pp. 50-77, 2 cartes).
- (2), Sondages en Zélande et en Brabant (*Ibid.*, t. XVII, 1903, pp. 203-158).
- (3), Le diluvium de l'Escaut (*Ibid.*, t. XXIV, 1910, Mém., pp. 335-413, pl. XVII-XVIII).
- MADSEN, V., NORDMANN, V. & HARTZ, N., Eem-Zonerne (*Danm. Geol. Under-søgelse*, n° 17, 1908, 302 p., 31 fig.).
- MARCHAL (Chevalier), Notice sur le canal de Gand à Selzaete et sur le delta de l'Escaut (*Bull. Acad. roy. de Belg.*, t. XVI, n° 12, 26 p.).
- MOURLON, M., Les mers quaternaires en Belgique (*Bull. Acad. roy. de Belg.*, 3^e sér., t. XXXII, 1896, pp. 671-711).
- (2), Découverte d'un dépôt quaternaire campinien avec faune de Mamouth et débris de végétaux dans les profonds déblais d'Hofstade, à l'Est de Sempst (*Ibid.*, 3^e sér., t. XXXV, 1909, pp. 427-434, 1 fig.).

- POPPE, W., Ontwikkeling van de morphologische ruimten in beboscht Vlaanderen en het Gentsche Houtland (*Natuurw. Tijdschr.*, t. XXV, Gand, 1943, pp. 138-149).
- RUTOR, A., Le régime fluvial de la Belgique aux temps quaternaires (*Mouvement géogr.*, 1897, in-4°).
- (2), Les origines du Quaternaire de la Belgique (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XI, 1897, Mém., pp. 1-140, 1 carte au 1/400.000).
- (3), Note sur la position stratigraphique de la *Corbicula fluminalis* dans les couches quaternaires du bassin anglo-franco-belge (*Ibid.*, t. XIV, 1900, Mém., pp. 1-24, 7 fig.).
- STEVENS, CH., Le relief de la Belgique (*Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. XII, 1938. Texte et Atlas).
- STOCKMANS, F., Présence de *Pinus montana* dans la tourbe d'Aalter (Belgique) (*Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, t. XXI, n° 20, 1945, 8 p.).
- TAVERNIER, R., De Kwartaire afzettingen van België (*Natuurw. Tijdschr.*, t. XXV, Gent, 1943, pp. 121-137).
- TAVERNIER, R. en HACQUAERT, A., Kryoturbate verschijnselen in Oost-Vlaanderen (*Natuurw. Tijdschr.*, t. XXII, 1940, pp. 153-158, 1 pl. 1 fig.).
- TESCH, P., Lijst der land- en zoetwatermollusken aangetroffen in de Kwartaire lagen in Nederland (*Meded. Geol. Dienst.*, 1929).
- VAN DEN BROECK, E., Présentation du travail de M. Van Overloop (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. III, 1889, P. V., pp. 193-194).
- (2), Notes géologiques et paléontologiques prises pendant le creusement des nouveaux bassins Africa et America à Anvers (Austruweel) (*Ibid.*, t. III, 1889, pp. 286-287).
- (3), Communications des membres (*Ibid.*, t. VII, 1893, P. V., p. 132).
- VAN HOORNE, R., Étude pollinique d'une tourbière à Heusden-lez-Gand (*Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, t. XXI, n° 18, 1945).
- VAN OVERLOOP, E., Les origines du bassin de l'Escaut (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. III, annexe, 1889, 92 p., 1 pl., 2 cartes).
- (2), Les origines du bassin supérieur de l'Escaut, Bruxelles, Hayez, 1889, 48 p., 1 pl., 2 cartes.
- VAN WERVEKE, A. K., Étude sur le cours de l'Escaut et de la Lys-Durme au moyen âge (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XVI, 1892, pp. 453-485 et 588-611, 2 cartes).
- VERMEER-LOUMAN, G., Pollen analytisch onderzoek van den West-Nederlandschen bodem. Proefschrift, 1934.
- VERSTRAETE, E.-J., Nouvelles études sur le cours primitif de l'Escaut en aval de Gand (*Bull. Soc. belge de Géogr.*, t. II, 1878, pp. 313-333).
- VINCENT, G., Découverte de *Cyrena fluminalis* MULLER dans les alluvions de l'Escaut (*Ann. Soc. Malac. de Belg.*, t. XVIII, 1888, p. xxxi).
-