

## CHAPITRE XIV

# L'ÉOCÈNE

par M. GULINCK et A. HACQUAERT

---

### I. — L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR — LE LANDÉNIEN

#### § I. — Aperçu général

Le Landénien comprend une ensemble de facies lithologiques très variés, formant dans tout le bassin franco-belge un cycle sédimentaire complet.

Il est particulièrement bien développé et accessible à l'observation dans le Hainaut et la Hesbaye. Quelques lambeaux isolés se retrouvent dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et la province de Namur. On l'a rencontré dans tous les sondages de Flandre et de Campine.

Sa composition peut être schématisée par le tableau ci-annexé dans lequel nous avons également mis en parallèle les diverses interprétations qui ont été données aux formations de cet étage.

Rappelons que A. DUMONT avait primitivement rangé son système heersien dans le Crétacé.

Sa légende, dans laquelle les divers facies lithologiques ont été très minutieusement détaillés, a été reprise sans modification dans la « Géologie de la Belgique » de M. MOURLON (1880).

Les recherches de A. RUTOT [21, 26] ont apporté une contribution très importante à notre connaissance actuelle du mode de formation des dépôts landéniens. Elles ont servi de base aux légendes des cartes géologiques publiées par le Musée Royal d'Histoire Naturelle et à celle de la carte officielle au 40.000<sup>e</sup>.

La dernière version adoptée pour la légende générale (1929) s'inspire des travaux de M. LERICHE [17, 18] qui a repris l'étude systématique du bassin tertiaire franco-belge. Des considérations paléontologiques jointes au fait que le caractère discordant du contact Landénien-Heersien, très net en Hesbaye et dans le Hainaut, disparaît vers le nord (sondages de Campine) ont conduit cet auteur à supprimer le Heersien en tant qu'étage indépendant. Cette dernière conception, déjà défendue par GOSSELET avait été rejetée par A. RUTOT et G. VINCENT [26].

## COMPOSITION SCHEMATIQUE DE L'ÉTAGE LANDÉNIEN

Formations — Zones paléontologiques (M. LERICHE)	Légende 1929	Carte géologique (A. RUTOT)	A. BRIART	A. DUMONT
Facies saumâtre (Flandre)				
Facies fluvio-marin (Hesbaye-Hainaut)				
Sables argileux et argiles parfois ligniteuses. Grès coquilliers. <i>Cyrena cuneiformis</i> <i>Melania inquinata</i> <i>Potamides fumatus</i> <i>Melanopsis buccinoidea</i> <i>Ostrea bellowacina</i>	Sous-étage supérieur L2	Assise supérieure L2	Etage supérieur 1. formation poldérienne 2. formation dunale	Etage supérieur
Sables fins glauconifères avec localement dans le Hainaut: grès glauconifères fossilifères (grès de Blaton) et grès bigarrés (grès de Grandglise).	Sous-étage inférieur L1c	Assise inférieure L1d (facies synchrone de L2)	Etage moyen 3. formation marine	Etage inférieur
Sables glauconieux, fossilifères (Hainaut). Zone à <i>Cyprina scutellaria</i> , <i>Crassatella bellowacensis</i> , <i>Venericardia pectuncularis</i> , <i>Cardium Edwardsi</i> , <i>Ostrea bellowacina</i> ,...				
Sables argileux; argiles glauconifères sableuses; argiles compactes schistoïdes (argilites), avec septarias en Campine, riches en foraminifères; grès argilo-glauconieux opalifères, calcaireux en profondeur (dans le Hainaut: tuffeau de Chercq), localement à glauconie grossière dans le Hainaut (tuffeau d'Angres); localement en Hesbaye: calcaire argilo-glauconifère friable (tuffeau de Lincent). Sables grossiers très glauconieux. Gravier de phanites et silex corrodés, verdis.				
Zone à <i>Pholadomya Oblitterata</i> (= <i>Ph. Konincki</i> ), <i>Arrhoges dispar</i> , <i>Astarte inaequilatera</i> , <i>Terebratulina Woodi</i> ,...				
Hainaut Hesbaye-Campine Sables glauconifères, mar- nes blanches ou glauco- nifères; calcaire arénacé. Foraminifères nombreux	L1b	L1c L1b L1a	4. formation marine	
Sable argileux glauconieux				
Sables gris glauconifères (sables d'Orp) Gravier.				
Zone à <i>Cyprina Morrisi</i> , <i>Avicula maretenis</i> , ... <i>Arius danicus</i> , ... <i>Dryophyllum Devalquei</i> , <i>Devalquea gelindensis</i> , ...	L1a	Etage heersien Hsd Hsc Hsb Hsa	Etage inférieur 5. formation poldérienne	Système heersien

Le Landénien inférieur, à caractère marin, comprend dans l'ensemble du bassin franco-belge trois zones paléontologiques caractérisées respectivement par *Cyprina scutellaria*, *Pholadomya oblitterata* (= *Ph. Konincki*) et *Cyprina Morrisi*, ces trois espèces pouvant cependant coexister dans la zone intermédiaire. Le Landénien supérieur et le Landénien inférieur ne formeraient que deux facies d'un même étage, au même titre que leurs équivalents respectifs : Sparnacien et Thanétien, du bassin de Paris.

Il faut faire observer ici que cette conception de l'étage landénien est basée sur l'étude de la faune marine et le principe du cycle sédimentaire. Elle n'apporte pas de solution immédiate au problème posé par la synchronisation des faunes de mammifères trouvées en divers endroits du bassin franco-belge (voir plus loin).

Le développement actuel des différents facies et assises est très inégal <sup>(1)</sup>. Plusieurs facteurs sont à mettre en cause pour expliquer ce fait : le caractère transgressif de l'étage, le relief existant au moment de l'invasion marine landénienne, des influences tectoniques, le mécanisme même de la sédimentation et l'érosion. Nous signalerons à titre d'exemple, les particularités suivantes :

Le Heersien est absent dans la plus grande partie de la Flandre et du Brabant. Il ne dépasse guère au sud la région de Cambrai. Son apparition près de Hamme, précède une importante flexure dans la surface de base du Landénien pris dans son ensemble. L'épaisseur du Heersien en Campine semble d'autre part avoir été influencée par des jeux de fractures (P. FOURMARIER, II).

L'assise intermédiaire (tuffeaux) n'existe pratiquement pas dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Dans le bassin de la Haine, chaque assise peut localement déborder celle qui lui est inférieure, mais on retrouve toujours un gravier de base bien marqué au contact des formations sous-jacentes (J. CORNET, 4). Dans une partie du Brabant central et du Hainaut, le Landénien est réduit aux sables glauconifères reposant directement sur le socle crétacé ou paléozoïque et peut même avoir été complètement érodé.

Ailleurs, ce sable marin fait localement place au sable blanc fluviatile. Il disparaît totalement à l'est de Houthalen.

L'absence du Landénien supérieur dans la plus grande partie du Brabant rompt partiellement la continuité entre les facies correspondants de la Hesbaye et du Hainaut et isole d'autre part le complexe saumâtre rencontré dans le nord de la Flandre. Celui-ci semble par contre pouvoir être directement raccordé par la Campine, au bassin landénien de la Hesbaye.

P. FOURMARIER [II] qui a essayé de dégager certains traits particuliers de l'extension et de la distribution des divers facies landéniens, note l'existence d'un axe d'épaisseur minimum passant par Ostende et Namur. Ceci indiquerait la présence d'une crête d'origine tectonique, analogue à celle du Crétacé.

---

<sup>(1)</sup> A noter que l'âge exact de nombreux lambeaux à caractère continental du Hainaut et de la province de Namur est souvent difficile à préciser. Plusieurs lambeaux rangés par la carte géologique dans le Landénien semblent être d'âge oligocène.

P. DUMON [9] a dressé une carte hypsométrique donnant l'allure de la surface de base du Landénien dans une partie du Hainaut. Cette surface présente simultanément une certaine ressemblance avec celle du socle paléozoïque et du sol actuel. Des différences marquées dues à des causes diverses, s'observent dans la région des collines de Mons.

On trouvera sur la planche de la page 463 une coupe d'ensemble permettant de se former une image concrète des variations d'épaisseur des facies landéniens dans le nord du pays.

## § 2. — Le Landénien marin

### a) ASSISE INFÉRIEURE (HEERSIEN) L1a

Les affleurements typiques du Heersien, assez peu nombreux, sont situés dans la région de Orp et St-Trond. Cette assise est cependant mieux caractérisée dans les sondages de la Campine, parmi lesquels le puits artésien de Hasselt, étudié par A. DUMONT en 1852, peut toujours être mis en vedette.

Dans la région de Orp, les marnes sont nettement subordonnées aux sables et y forment des lentilles discontinues ou des couches minces. En s'éloignant vers le nord, ces marnes envahissent graduellement la plus grande partie de l'assise, tandis que s'atténue le caractère transgressif du landénien proprement dit. Elles arrivent même directement en contact avec le tuffeau maastrichtien au sondage de Turnhout.

Les marnes typiques sont très compactes et titrent parfois près de 75 % de  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$  de sorte qu'on peut à juste titre les considérer comme des craies. Elles alternent avec des marnes grises plus argileuses et des marnes finement sableuses et glauconifères. Toutes présentent fréquemment une structure finement vermiculée, très caractéristique. On y trouve régulièrement de nombreuses empreintes végétales, feuilles et tiges souvent pyritisées en profondeur, associées à une faune marine dans laquelle *Cyprina Morrissi* domine nettement.

Les sables fins micacés (Hsd de la carte géologique) surmontant les marnes semblent être très localisés.

Les sables heersiens de la région d'Orp sont caractérisés par un grain fin, l'abondance relative de glauconie et de petits grains de silex noirs (sables silexifères de A. DUMONT), ainsi que par une très fine straticulation. On rencontre dans les zones inférieures et plus au nord, des sables mal stratifiés à structure bioturbée.

Ils sont riches en foraminifères, renferment d'assez nombreuses dents de poissons et des mollusques (*Cyprina Morrissi*, *Ostrea inaspecta*,...) qui déterminent, en particulier dans la région de Houthalen-Waterschei-Zwartberg, un niveau constant à la base de cette formation. La base proprement dite est marquée par un cailloutis de silex et de phtanites dans du sable noir.

X. STAINIER a signalé au sondage de Lambroeck, un niveau de cailloux de phtanites noirs et de quartz blanc à la limite des sables et marnes. Il n'y attache qu'une importance purement locale.

Le Heersien du Hainaut est représenté par un complexe très hétérogène de sables glauconifères, de marnes claires ou glauconifères, et de calcaires arénacés avec petits cailloux dispersés dans la masse, intercalé entre les tuffeaux landéniens s.s. et les dépôts montiens et crétacés (X. STAINIER, 26). Ce complexe ne se retrouve que dans les parties profondes du bassin de la Haine et sa composition locale ainsi que son épaisseur sont très variables. Il n'est pas toujours très nettement différencié des formations sus-jacentes, mais en certains points, le Landénien s.s. prend un caractère graveleux vers le contact.

Ces facies lithologiques sont, au moins partiellement, semblables à ceux du Heersien typique et présentent quelquefois la même succession (marnes sur sables glauconifères). On y a d'autre part signalé le même microfaune, très abondante (e. a. *Polymorphina*) et des mollusques à caractère nettement thanétiens (R. MARLIÈRE, 19) <sup>(1)</sup>.

#### b) ASSISE MOYENNE L1b

La zone à *Pholadomya oblitterata* (= *Ph. Konincki*) comprend un ensemble généralement imperméable de sables argileux, d'argiles parfois très compactes (argilites) et de tuffeaux glauconifères.

Ces dernières roches forment l'élément le plus caractéristique. On les trouve soit à l'état de concrétions lenticulaires dans des sables argileux, développés localement en bancs d'épaisseur très variable, soit à l'état de masse compacte envahissant une grande partie de l'assise.

Le tuffeau de Lincent, qui n'est connu qu'en Hesbaye, est en fait un calcaire glauconifère, jaune clair en affleurement, tendre, très léger. Il est essentiellement formé de débris d'organismes calcareux (foraminifères) quelques spicules d'éponges et assez peu de quartz, avec ciment d'opale et de calcite impure.

On trouve, aussi bien dans le Hainaut qu'en Hesbaye, des tuffeaux gris-verdâtres (que les anciens auteurs désignent souvent, à la suite de A. DUMONT, sous le nom de psammite) argileux à ciment d'opale, très riches en organismes siliceux (spongiaires) avec foraminifères partiellement silicifiées (A. LEDOUX — 15). Bien souvent, les spicules ne sont représentés que par leur moule externe et la roche semble alors criblée d'une multitude de trous capillaires. Celle-ci est, tout au moins dans le Hainaut, généralement décalcifiée en surface (tuffeau de Chercq).

Ces divers tuffeaux renferment fréquemment des noyaux siliceux très durs, composés presque exclusivement de spicules agglomérés et dans le voisinage desquels se rencontrent parfois des fragments de spongiaires. Ces noyaux durs forment quelquefois des bancs minces subcontinus (silex stratoïde de A. DUMONT).

---

<sup>(1)</sup> On doit cependant faire remarquer que la liste donnée par cet auteur ne renferme pas *Cyprina Morrisi* mais signale par contre cf. *Pholadomya Konincki*. Il y a là, tout au moins provisoirement, incompatibilité avec la position présumée de ce complexe dans la zone à *Cyprina Morrisi* défini par M. LERICHE.

Vers la base et dans les zones à caractère plus littoral du Landénien, les tuffeaux se chargent de gros grains de glauconie, de petits cailloux de silex et donnent la variété connue sous le nom de tuffeau d'Angre. Ce facies est particulièrement bien développé dans le Hainaut.

La base du Landénien est marquée dans les zones à caractère transgressif, par un niveau graveleux très hétérogène peu épais formant un poudingue parfois très cohérent. Celui-ci est composé de cailloux de silex et de phtanites, parfois de quartz, inégalement roulés et calibrés, englobés dans une couche très glauconieuse, avec dents de poissons.

On retrouve dans le Hainaut, des cailloux de silex et de phtanites disséminés localement jusqu'à 5 m au-dessus de la base. Une étude morphoscopique en a été faite par P. DUMON [10].

Ce gravier disparaît complètement en Campine, où le contact du Landénien s. s.-Heersien est indiqué par le caractère plus grossièrement sableux de la zone de base et la présence d'un niveau de grès argileux avec spicules blancs conservés.

Les facies lithologiques du Landénien inférieur s. s. de la Hesbaye et du Hainaut se prolongent vers le nord mais les tuffeaux semblent perdre graduellement leurs caractères particuliers. Les argiles compactes, à cassure conchoïdale (argilites), alternant avec des argiles calcarifères parfois finement straticulées, prennent par contre un développement plus considérable. On y a trouvé des bois flottés et des concrétions phosphatées à structure concentrique formées autour de perforations et dénommées à tort « septarias ».

Toutes ces roches sont très riches en foraminifères et renferment de nombreuses empreintes pyritisées de minces tiges végétales macérées.

Il est assez curieux de noter que ce complexe argileux s'est montré dans plusieurs sondages de Campine, dépourvu de calcaire dans une zone avoisinant les marnes heersiennes.

La faune malacologique des tuffeaux est relativement peu abondante et assez mal conservée. Ces roches renferment également d'assez nombreuses dents de poissons et des tubulations contournées (gyrolithes). Signalons aussi la découverte faite à Mesvin, de restes d'un grand oiseau aquatique connu dans le Thanétien du bassin de Paris (L. DOLLO, 9).

### c) ASSISE SUPÉRIEURE LIC

Cette assise, qui forme parfois le seul terme représentatif du Landénien (Brabant Central) atteint une épaisseur sensiblement constante d'environ 12 m dans une grande partie de la Flandre et du Brabant.

Les sables fins, glauconifères qui la composent sont homogènes ou finement stratifiés et renferment généralement quelques minces linéoles argileuses. Cette stratification peut être troublée par des glissements sous-aquatiques dans certaines zones formant transition avec les sables fluviatiles (M. GULINCK, 13).

Notons également que la teneur en glauconie des sables marins peut diminuer graduellement vers le haut, de sorte que ceux-ci passent parfois insensiblement à des sables blanchâtres.

A ces sables sont associés, dans la région de Blaton et de Grandglise, d'importantes formations gréseuses <sup>(1)</sup> développées de façon massive sur une épaisseur pouvant atteindre 10 m. La cohérence de ces grès est variable et on peut observer leur passage graduel au sable meuble.

On en connaît deux variétés : les grès de Blaton, de couleur verdâtre ou blanchâtre, à ciment opalifère, parfois quartzitique et les grès de Grandglise, fortement bigarrés, à ciment limonitique et opalifère. Des concrétions gréseuses similaires, moins importantes, ont été signalées à Bouffioulx et Merbes-le-Château.

Ces grès ont livré la faune de l'assise, les sables étant à quelques exceptions près (Nalines, Erquelines, Courtrai,...) dépourvus de fossiles.

On ne connaît pas en Hesbaye de formations analogues aux grès de Blaton. Très localement les sables verts y renferment des grès fistuleux sporadiques ou des petites plaquettes de grès siliceux parfois fossilifères (Outgaarden) dans lesquelles on retrouve plusieurs espèces de la faune à *Cyprina scutellaria*, cette dernière espèce y étant néanmoins absente (A. RUTOT, 24).

Signalons enfin que la partie inférieure de l'assise LIC renferme localement dans le Hainaut (Douvrain) des sables très glauconifères et fossilifères.

### § 3. — Le Landénien supérieur

#### a) LE LANDÉNIEN SUPÉRIEUR DES RÉGIONS CENTRALE ET ORIENTALE

Cette formation présente dans le détail des aspects très variés mais on peut y retrouver plusieurs traits caractéristiques liés aux conditions de sédimentation de l'ensemble.

Les sédiments sont mal étalés. Le contact avec les dépôts marins sous-jacents peut se faire d'une façon plus ou moins insensible ou présenter localement un caractère très ravinant, avec traces de chenaux creusés parfois jusque dans la craie. Ceux-ci sont comblés par des sables grossiers avec niveaux graveleux à la base et dispersés dans la masse. On y a trouvé près d'Erquelines (Hainaut) et d'Orsmaal (Hesbaye) de très nombreux fragments d'ossements et des dents de mammifères terrestres, de reptiles et de poissons d'eau douce, très souvent à l'état d'éléments très petits, peu ou pas roulés, mais intimement mêlés au sédiment.

Les sablières d'Erquelines ont été décrites à diverses reprises par plusieurs des auteurs cités dans ce texte.

Les sables fins sont souvent pigmentés par des matières ligniteuses. Ils renferment des concrétions gréseuses d'aspect très caractéristique (grès mamelonnés) formant d'énormes blocs isolés ou soudés en un banc continu ou subcontinu pouvant atteindre de 1 à 2 m d'épaisseur. Ces grès, qui occupent généralement les zones supérieures du complexe landénien

(1) Ces grès se prolongent au-delà de la frontière, dans la région de Raimes et de St-Amand.

ne se retrouvent souvent plus qu'à l'état remanié à la base des limons quaternaires. La roche, extrêmement cohérente, possède une pâte essentiellement quartzeuse, avec quelques plages d'opale. Ce serait, d'après A. LEDOUX [15] un quartzite d'origine primaire. On y rencontre de nombreuses traces de radicules et de plantes, rarement déterminables. La variété connue sous le nom de grès de Wommerson, qui dérive d'un sable limoneux, possède une structure plus ou moins cryptocristalline, lui donnant l'aspect d'un silex.

Les argiles, lignites et marnes se rencontrent à l'état d'intercalations dans les sables et peuvent, très localement, prendre un développement assez considérable dans les aires à sédimentation plus calme. On a noté des épaisseurs dépassant 5 m pour les lignites de la région de Havré. Les argiles sont relativement bien représentées dans les environs de Bouffioulx, Leval, Havré (Hainaut), Orp, Hakendover, Zoutleeuw (Hesbaye).

Les lignites sont rarement purs et passent souvent à des argiles noirâtres. On y rencontre des bois flottés avec des fragments de résine (Leval, Havré, Ezemaal, Zoutleeuw) renfermant parfois des débris végétaux et diverses variétés d'insectes (Leval).

Ces lignites possèdent un caractère essentiellement allochtone, mais on a signalé des traces d'anciens sols de végétation (M. GULINCK, 14). Un gisement de troncs debout silicifiés a d'autre part été découvert à Overlaar au-dessus d'un banc de quartzite. Notons de plus que des fragments de bois silicifiés flottés, parfois très volumineux, se rencontrent assez fréquemment dans la masse des sables.

Les lentilles de marnes renferment quelque fois des rognons de calcaire dur à « surface mamelonnée ».

Le complexe landénien supérieur présente souvent une structure fort troublée indiquant une sédimentation brutale : stratification entrecroisée, ravinements internes avec brèches argileuses (washout), dérangements produits par des glissements sous-aquatiques ayant affecté jusqu'à la partie supérieure des sables glauconifères sous-jacents (A. RUTOT, 23, M. GULINCK, 13).

L'étude de ces phénomènes sédimentaires, de sondages (Ch. STEVENS, 29) ou même l'extension des lambeaux marqués sur la carte géologique, permet de préciser l'orientation des chenaux et le sens général du transport (S-N à SE-NW). Celui-ci coïncide d'ailleurs avec une diminution graduelle du caractère ravinant et de la granulométrie des sédiments.

Ces diverses observations ont conduit à distinguer des facies fluviales (sables à caractère ravinant), lagunaire (argiles, lignites, sables fins et grès) et fluvio-lagunaires (type mixte) <sup>(1)</sup>. D'après A. RUTOT [23], ce complexe aurait, en particulier pour la Hesbaye, été déposé dans un vaste delta dont il donne plusieurs coupes schématiques.

M. LERICHE [17] a délimité trois zones occupées respectivement par des facies fluviale, lagunaire avec prédominance des sables, et lagunaire avec prédominance des argiles (landénien saumâtre de la Flandre).

---

<sup>(1)</sup> La présence de formations éoliennes, admise par certains auteurs, n'a cependant jamais été étayée par des arguments satisfaisants.

Il est cependant parfois difficile de départager ces facies avec netteté car les divers types sédimentaires se chevauchent. Il est inutile d'insister ici sur le caractère très variable que peut présenter le passage entre les facies marins et fluviaux.

Il faudrait en outre pouvoir différencier parmi les dépôts argilo-ligniteux, qualifiés de lagunaire par les anciens auteurs, ceux qui se sont formés dans les cuvettes fluviales de ceux qui se sont établis en milieu saumâtre <sup>(1)</sup>. A ce dernier facies correspondent vraisemblablement les argiles qui couronnent localement les sables marins et sont surmontés ou ravinés par les sables fluviaux.

On n'a cependant pas encore signalé de dépôts à faune saumâtre dans le Landénien des régions centrales de la Belgique. Par contre, les grès du Nord de la France, dont le facies sédimentaire est absolument semblable à celui des grès du Hainaut et de la Hesbaye, renferment des formes saumâtres mêlées à des formes marines.

#### b) LE LANDÉNIEN SUPÉRIEUR DANS LES SONDRAGES DU NORD DE LA BELGIQUE

Plusieurs sondages profonds exécutés dans le Nord de la Flandre ont montré la présence sous l'argile yprésienne, d'un complexe formé de sables fins grisâtres, parfois un peu glauconifères et d'argiles souvent ligniteuses, renfermant de nombreux niveaux fossilifères avec lentilles de calcaires coquilliers durs.

Les coupes publiées par divers auteurs manquent souvent de précision et ne donnent pas toujours des renseignements très sûrs au point de vue lithologique. Le puits artésien du palais des Thermes à Ostende, creusé en 1933 a livré des échantillons carottés étudiés par F. HALET et M. GLIBERT. La coupe non encore publiée, a été reprise sur la planche p. 463.

Ce Landénien saumâtre est un peu différent de celui du bassin français, parce que formé plus près de la mer, ce qui expliquerait son facies plus sableux et la présence de glauconie et de dents de squales (*Otodus striatus*). Il se rapproche davantage des couches de Woolwich à *Cyrena cuneiformis* (M. LERICHE, 16).

Jusqu'à présent, la faune saumâtre à *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Ostrea Bellovacina*, etc... a été rencontrée à Nieuwpoort, Ostende, Knokke, Beernem, Eekloo, Gand et Zele. Plus au sud, ce facies passe au sable fin gris verdâtre à *Cyprina scutellaria*, mais la limite reste difficile à préciser.

Le Landénien du Pays de Waas nous est inconnu et on ne possède aucun bon renseignement sur celui de la région du Démer.

En Campine, plusieurs sondages (Turnhout, Kleine Heide, Bourg-Léopold, Meeuwen) ont recoupé des sables et argiles ligniteuses, parfois avec lignites et résines fossiles, représentant vraisemblablement le prolongement du complexe fluvio-lagunaire de la Hesbaye.

Des mollusques mal conservés (*Cyrena*?) y ont été rencontrés aux puits de Beringen.

<sup>(1)</sup> Voir à ce propos, les remarques faites par A. BRIQUET <sup>(2)</sup>.

## § 4. — Caractères paléontologiques

Notre pays a fourni des matériaux précieux pour la connaissance de la flore et de la faune du Tertiaire ancien.

On voudra se référer aux auteurs cités dans le texte pour consulter les listes des diverses espèces connues. Nous nous limiterons ici à un bref résumé de quelques résultats importants acquis au point de vue paléogéographique.

## a) POISSONS

Le travail de M. LERICHE [16] signale l'existence d'une faune ichthyologique riche et variée dans les sables heersiens d'Orp-le-Grand, où domine *Odontaspis Rutoti* et dont quelques espèces se retrouvent dans les marnes de Gelinden. Cette faune ne se modifie pas notablement dans les tuffeaux et sables du Landénien marin, mais elle y prend un caractère plus littoral, par suite de la présence de quelques formes d'eau douce ou côtière.

Il y a similitude complète entre les faunes de l'ensemble Heersien-Landénien marin et le Thanétien du bassin de Paris et de Londres.

Le Landénien supérieur renferme, à côté d'un grand nombre d'espèces remaniées, une faune essentiellement d'eau douce, peu variée, absolument comparable à celle du Sparnacien du bassin de Paris et présentant un cachet américain remarquable. *Lepidosteus suessionensis*, GERVAIS et *Amia Barroisi*, LERICHE sont les espèces les plus abondantes.

E. CASIER [4] a apporté plusieurs renseignements complémentaires au travail de M. LERICHE, d'où il ressort que les tuffeaux ont une faune propre moins variée que le Heersien et assez différente de celles des sables marins LIC.

Certaines particularités de la faune ichthyologique peuvent s'expliquer par l'évolution du climat landénien. On constate en particulier des influences boréales au début du Landénien proprement dit quoique le climat soit resté modérément chaud durant le Heersien et le Landénien inférieur.

## b) MAMMIFÈRES

Les gisements d'Orsmaal et d'Erquelinnes, dont une étude systématique a été faite par P. TEILHARD DE CHARDIN [30], sont remarquables par l'abondance des formes naines, parmi lesquelles se rencontrent surtout des primates (parmi ceux-ci : *Omomys belgicus*, le plus ancien primate connu d'Europe), des insectivores, des rongeurs et des carnassiers. La présence de *Coryphodon eocenus* dans les argiles de Leval en même temps que dans les sables d'Erquelinnes permet de placer définitivement ces argiles dans le Landénien supérieur.

La faune de ces divers gisements est plus jeune que celle du Thanétien de Reims (conglomérat de Cernay) avec laquelle elle avait été primitivement assimilée (A. RUTOR, 21, 23). Elle se parallélise nettement avec la faune sparnacienne de Meudon et d'Épernay, qui « tend à s'individualiser de plus en plus comme une unité zoologique importante caractérisant une phase géologique bien déterminée ».

## c) INVERTÉBRÉS

En ce qui concerne les mollusques, on ne possède, en dehors d'une monographie de G. VINCENT [31] sur le tuffeau de Lincent, que de quelques descriptions isolées et diverses listes d'espèces (cfr. RUTOT et VINCENT, repris par M. MOURLON). M. LERICHE [18] cite quelques espèces pouvant caractériser les différentes zones paléontologiques.

La microfaune des tuffeaux et des marnes qui apparaît comme étant très riche, (foraminifères, diatomées, radiolaires, silicoflagellidés, spongiaires...) ne nous est connue par quelques listes fragmentaires et une monographie de A. PASTIELS [21] consacrée aux microfossiles autres que les foraminifères.

## d) VÉGÉTAUX

La flore très riche récoltée dans les marnes heersiennes des environs de Gelinden et d'Orp-le-Grand, a été étudiée par G. DE SAPORTA et A. F. MARION [6, 7].

Quelques espèces nouvelles, provenant du heersien des puits de Campine, ont été décrites par F. STOCKMANS.

La flore de Gelinden est formée d'espèces très disparates qui indiqueraient une association forestière montagnaise. On y trouve des plantes marines (*Posidonia*) dont l'habitat normal se place dans des eaux vives et limpides. La position des feuilles englobées dans les marnes est moins régulière que dans les formations lacustres.

G. DE SAPORTA et A. F. MARION admettent que les marnes heersiennes se sont déposés dans une baie découpée dans une région boisée, accidentée, à sol de nature crayeuse continuellement délavé par le ruissellement.

Cette flore heersienne présente des rapprochements avec celle du Japon et des Indes orientales et avec la végétation tertiaire arctique. Ceci indiquerait un climat modérément chaud et humide.

La flore découverte dans les lignites de Leval, étudiée par A. MARTY [20] est absolument distincte de celle du Heersien, et présente un caractère probablement américain et tropical. Ceci est à rapprocher des remarques faites par M. LERICHE au sujet de la faune ichtyologique du Landénien supérieur.

Les débris végétaux trouvés dans les quartzites landéniens de Huppaye appartiennent également à une faune différente de celle du Heersien et se rapprochant davantage de celle de l'Éocène moyen (Y. GILKINET, 12). Plusieurs espèces d'Huppaye se retrouvent dans les grès landéniens du Nord de la France, étudiés par G. DEPAPE [6].

Des empreintes végétales ont été signalées dans les marnes du Landénien continental et dans le tuffeau de Lincent, mais elles sont indéterminables (<sup>1</sup>).

(<sup>1</sup>) Communication personnelle de M. F. STOCKMANS.

## § 5. — Marétiaux utiles du Landénien

## SABLES

On trouve dans le Landénien des sables de toutes catégories. Les sables graveleux de l'assise supérieure ont été très activement exploités dans la région d'Erquelines et étaient principalement utilisés pour le sciage des marbres. Cette exploitation est actuellement entièrement abandonnée sur le territoire belge.

Les sables moyens et fins, qui semblent former la grande masse des sables landéniens supérieurs sont localement très purs et ont été utilisés comme sable de verrerie.

Des exploitations importantes existaient dans la région de Leval et de Havré (carrières souterraines) mais sont également abandonnées. Ces gisements de sables blancs purs sont d'ailleurs peu étendus, par suite de l'hétérogénéité de la formation.

Les sables landéniens supérieurs ainsi que ceux de l'assise LIC sont actuellement utilisés dans la construction et en métallurgie (sables blancs meubles réfractaires ou sables fins argileux pour le moulage).

## GRÈS

Les blocs et bancs de grès du Landénien supérieur ont été recherchés et extraits sur de grandes superficies, aussi bien dans le Hainaut qu'en Hesbaye. Ils étaient utilisés sous les noms de grès de Tirlemont, grès de Binche, comme matériaux de construction (moellons) et d'empierrement et étaient réputés pour leur ténacité <sup>(1)</sup>. Toute exploitation systématique a cessé, par suite de l'épuisement des gisements et des difficultés d'extraction. On peut cependant encore signaler des exploitations locales temporaires, subordonnées à l'extraction des sables (Epinois) <sup>(1)</sup>.

Les grès de Wommerson ont, à cause de leur utilisation par l'industrie néolithique, particulièrement attiré l'attention des archéologues.

Les grès de Blaton et de Grandglise ont également fait l'objet d'une exploitation très intensive. Les bancs supérieurs, très fendillés ont livré des moellons plats de la forme d'une brique, pour la construction des habitations de la région. Les bancs massifs permettaient de retirer des pierres d'assez grand appareil mises en œuvre dans plusieurs édifices publics. Les grès bigarrés de Grandglise sont encore utilisés comme moellons de parement, et ont reçu d'heureuses applications comme pierre d'ornement intérieur. Leur exploitation se poursuit actuellement à un rythme très ralenti.

## TUFFEAUX

Le tuffeau de Lincet est une pierre tendre et légère, d'utilisation très ancienne comme matériau de construction et comme pierre réfractaire (fours à pain). Sa très grande légèreté

<sup>(1)</sup> Une partie importante des grès landéniens utilisés en Flandre provient du Nord de la France (grès d'Arras).



l'a fait choisir comme pierre de voûte dans certains anciens édifices importants. Les lieux d'extraction étaient situés dans la région de St-Trond, Orp et Lincen. On signale même plusieurs exploitations souterraines dans les environs de cette dernière localité. On retire actuellement encore ce matériau dans une petite carrière située à Linsmeau (au sud de Tirlemont).

#### ARGILES

Les argiles du Landénien supérieur peuvent se développer en amas suffisamment considérables (12 m à Leval) pour avoir donné lieu, en dehors des usages domestiques locaux, à des exploitations systématiques assez importantes mais actuellement presque entièrement abandonnées. On en a signalé dans la Hesbaye, à Enines (tuileries, poterie) et à Orp-le Grand (briques de façades). Des exploitations plus importantes et très anciennes sont connues dans le Hainaut (Châtelet, Fleurus, Ligny, Leval). Elles ont alimenté l'industrie de la poterie et de la céramique de cette région. Les argiles de Leval ont été utilisées pour la fabrication du ciment.

#### MARNES

Les marnes heersiennes ont été utilisées comme amendement calcaire. L'extraction qui se faisait dans plusieurs carrières ouvertes ou souterraines de la région de Gelinden est abandonnée.

#### BIBLIOGRAPHIE

Cette notice ne renseigne en principe que les publications importantes postérieures à l'ouvrage de M. MOURION (Géologie de la Belgique, 1880), dans lequel on trouvera la liste des ouvrages plus anciens.

1. A. BRIART. — Notice descriptive des terrains tertiaires et crétacés de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 15, 1887-1888, pp. M 3-58.
2. A. BRIQUET. — Observations sur la composition des terrains éocènes inférieurs du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. 35, 1906, p. 132.
3. E. CASIER. — Observations sur la faune ichtyologique du Landénien. *Bull. Mus. Roy. Hist. Natur.*, t. 19, n° 36, 1943.
4. J. CORNET. — Géologie, t. IV, Géologie stratigraphique, 1923.
5. G. DEPAPE. — La flore des grès landéniens du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. 50, 1925, p. 10.
6. G. DE SAPORTA-A. F. MARION. — Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden. *Mém. couronnés et Mém. Sav. étrangers Acad. royale de Belgique*, t. XXXVII, 1873.
7. G. DE SAPORTA-A. F. MARION. — Révision de la flore heersienne de Gelinden d'après une collection appartenant au comte G. de Looz (*idem*, t. XLI, 1878).
8. L. DOLLO. — Les vertébrés vivants et fossiles du Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique. Livret guide DI. Congrès géol. int. 22<sup>es</sup>, 1922.
9. P. DUMON. — La surface de la base du Landénien marin sur la planchette topographique Mons au 1/40.000<sup>e</sup>. *Publ. de l'Assoc. Ing. de la Faculté Polytechnique de Mons*, 3<sup>e</sup> fasc., 1952.
10. P. DUMON. — Quelques observations sur le Landénien de la région de Mons. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. LIX, 1950, p. 25.
11. P. FOURMARIER. — Vue d'ensemble sur la géologie de la Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, Mém. in-4<sup>o</sup>, 1934.
12. Y. GILKINET. — Flore fossile du Landénien supérieur de Huppaye. *Mém. in-4<sup>o</sup> Soc. géol. de Belgique*, t. IV, fasc. 2, p. 190.
13. M. GULINCK. — Sur des phénomènes de glissement sous-aquatique et quelques structures particulières dans les sables landéniens. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. LVII, 1948, pp. 12-30.
14. M. GULINCK. — Observations sur le Landénien d'Épinois. *Bull. Soc. belge de Géologie*, t. LVIII, 1949, pp. 414-425.

15. A. LEDOUX. — Etudes sur les roches cohérentes du tertiaire belge. *Annales Soc. géologique de Belgique*, t. XXXVIII, 1910-1911, pp. M 143-187.
16. M. LERICHE. — Les poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. Mus. Hist. Nat. Belgique*, t. II, 1902.
17. M. LERICHE. — Sur la répartition des facies lagunaires et fluviatiles du Landénien dans le Bassin belge et parisien. *Bull. Soc. belge de Géologie*, t. XXXVIII, 1928, pp. PV. 69-91.
18. M. LERICHE. — Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société Géologique de Belgique dans le Nord et l'Est de l'Ile-de-France. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. 47, 1937, p. 549.
19. R. MARLIÈRE. — Note préliminaire à la description de la faune heersienne du bassin de la Haine. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LII, 1928-1929, pp. B 103-106.
20. A. MARTY. — Etudes sur les végétaux fossiles du Trieu de Leval. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, t. V, 1907.
21. A. PASTIELS. — Contribution à l'étude des microfossiles de l'Éocène belge. *Mém. Musée roy. Hist. Nat.*, n° 109, 1948.
22. A. RUTOT. — Sur la position stratigraphique des restes de mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'Éocène de Belgique. *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 3<sup>e</sup> série, t. I, n° 4, 1881.
23. A. RUTOT. — Compte rendu des excursions de la Session extraordinaire de la Soc. belge de géologie dans le Hainaut et les environs de Bruxelles. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. XVII, 1903, pp. 383-499.
24. A. RUTOT. — Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Tirlemont, *Service géologique de Belgique*, 1920.
25. A. RUTOT-E. VAN DEN BROECK. — Explication des feuilles de St-Trond, de Landen, de Heers. *Musée roy. Hist. Nat.*, 1884.
26. A. RUTOT, G. VINCENT. — Coup d'œil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 6, 1878-1879, pp. 69-155.
27. X. STAINIER. — Résumé de nos connaissances sur la géologie de la Campine. *Annales des Mines de Belgique*, t. 25, 1924.
28. X. STAINIER. — Le Montien et le Heersien du Hainaut, de la Campine et de la Hollande. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. 41, 1931, pp. 10-35.
29. Ch. STEVENS. — Etude du Landénien supérieur dans le Hainaut. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 41, 1913-1914, pp. M 3-30.
30. P. TEILHARD DE CHARDIN. — Les mammifères de l'Éocène inférieur de la Belgique. *Mém. Musée roy. Hist. Nat.*, n° 36, 1927.
31. G. VINCENT. — Description de la faune de l'étage landénien inférieur de la Belgique. *Ann. Soc. Malacologique de Belgique*, t. XI, 1876, pp. M 112-160.
32. SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. — Archives de la carte géologique de Belgique.

## II. — L'ÉOCÈNE MOYEN ET SUPÉRIEUR (ÉOCÈNE S. S.)

### § I. — Aperçu général

Quelques auteurs restreignent l'Éocène à l'ensemble des formations que nous classons ici, en concordance avec la dernière légende de la carte géologique, dans l'Éocène moyen et supérieur. Dans ce cas, le Landénien est considéré comme appartenant au Paléocène.

Cette séparation peut en particulier, tout au moins dans le bassin franco-belge, se justifier par des considérations paléontologiques.

En effet, les nummulites n'apparaissent chez nous qu'à partir de l'Yprésien, tandis que plusieurs autres aspects de la faune se modifient assez considérablement, pour garder une continuité presque parfaite dans tout l'Éocène s. s.

L'Éocène complet s'est néanmoins formé dans un bassin de sédimentation unique, connu depuis la région de Paris jusque dans la partie septentrionale des Pays-Bas et marqué par une série de transgressions dirigées du nord ouest au sud est.

La continuité des dépôts est cependant localement rompue par deux ridements importants encadrant l'ensemble du pays flamand et la Zeelande : la crête de l'Artois au sud et un bombement reconnu par sondages au nord de la région des deltas (A. J. PANNEKOEK, 47).

La présence de témoins isolés sur les régions surélevées du nord de la France permet cependant de relier entre elles les formations correspondantes de la Belgique et du bassin de Paris.

La limite orientale de l'Éocène s. s. reste en deçà d'une ligne passant par Rocroi-Namur-Houthalen. Elle marque un retrait par rapport au Landénien, retrait qui s'est encore accentué vers la fin de l'Éocène (Ledien, Bartonien).

La surface occupée par les affleurements de l'Éocène s. s. est grossièrement soulignée au nord par les vallées de la Durme, du Rupel et de la Basse-Dyle. A partir de là, l'Éocène disparaît sous les terrains tertiaires plus récents.

En dehors de la vallée de la Haine, l'allure générale des couches éocènes est régulière, tout au moins à partir de l'Yprésien. Elle épouse parfaitement celle du socle primaire dans le nord de la Flandre et en Campine.

On constate cependant de nombreuses anomalies locales dans le Brabant oriental (région de Louvain) (F. HALET, 25) et le Hainaut (Anderlues) mises en relief par le tracé de couches isohypses (A. MEEUWIS, 45), ainsi que dans les collines des Flandres. La base de l'Yprésien dans le sud de la Flandre occidentale présente également des irrégularités assez importantes.

La cause de ces anomalies doit être recherchée dans des influences tectoniques, des glissements de terrain, très fréquents sur le flanc des vallées et des collines importantes ou dans des ravinements plus accentués entre deux formations transgressives. Elles semblent avoir quelquefois influencé le tracé de certains cours d'eau (A. MEEUWIS, 45).

La composition de l'Éocène s. s. a dans une large mesure été débrouillée par l'étude des collines de la Flandre (Cassel, Ypres, Renaix, Gand) et du Brabant (régions d'Alost et Bruxelles), où l'on a pu en certaines circonstances favorables, voir la succession complète des étages de ce système.

Les formations éocènes de la Belgique ont reçu d'assez nombreuses interprétations avant que leurs positions respectives aient pu être définitivement fixées (cf. A. RUTOT, 53 ; M. LERICHE, 33).

Les difficultés rencontrées dans la délimitation des étages peuvent, indépendamment d'une connaissance encore imparfaite de la faune, être mises sur le compte de diverses circonstances défavorables.

Il y a le fait que certains types d'étages ont été recherchés dans une région du Brabant où la décalcification rend la distinction des diverses formations sableuses de l'Éocène et de l'Oligocène souvent difficile <sup>(1)</sup>.

Ensuite, les graviers de base sont parfois faiblement marqués ou irrégulièrement développés et souvent peu caractéristiques en l'absence de fossiles. Certains présentent en outre des récurrences locales qui rendent les corrélations géométriques parfois assez délicates.

<sup>(1)</sup> C'est à cette confusion des facies sableux décalcifiés que doivent être imputées les nombreuses erreurs que l'on relève sur la carte géologique. Signalons aussi que la décalcification du Lédien et du Bruxellien produit des allures jadis faussement interprétées comme étant dues à des ravinements (E. VAN DEN BROECK, 62).

L'interprétation donnée par la carte géologique a été occasionnellement amendée par divers auteurs et la dernière légende générale (1929), qui se base principalement sur les travaux de synthèse de M. LERICHE [32, 40], a considérablement simplifié la subdivision de l'Éocène (voir tableau ci-joint). Une étude plus approfondie des facies lithologiques et des faunes respectives a en effet montré que certains étages de la carte ne représentent en fait que des facies particuliers.

Les corrélations adoptées par M. LERICHE pour l'ensemble du bassin franco-anglo-belge n'ont cependant pas recueilli la totalité des suffrages (cf. A. WRIGLEY — A. G. DAVIS, 65). Tout récemment, la position stratigraphique des sables d'Aalter et les rapports entre Yprésien et Cuisien ont été remis en question par L. FEUGUEUR [15].

Il apparaît difficile de forger un cadre rigide unique, pour l'ensemble de l'Éocène du bassin anglo-franco-belge. La simultanéité entre les discontinuités de la sédimentation et les modifications de la faune ne semble pas avoir été parfaite.

A remarquer que, en dehors du Landénien, tout l'Éocène de la Belgique est exclusivement marin, quoique souvent extrêmement littoral et avec de nombreux indices d'apports continentaux (bois flottés).

Au point de vue des conditions générales de la sédimentation notons la localisation des facies calcaires, excluant pratiquement la phase argileuse, dans la partie moyenne de l'Éocène (Lédien, Bruxellien).

Certaines formations éocènes ont une importance capitale pour la morphologie et l'hydrologie locales de la Belgique. L'argile yprésienne, dont l'épaisseur dépasse 120 m caractérise le sous-sol de la Flandre, pays pauvre en ressources aquifères. Le Bruxellien forme par contre une masse généralement très perméable, contenant une nappe aquifère importante.

Les autres couches d'argile (Bartonien, Panisélien) créent des niveaux de sources et provoquent des glissements de terrains dans les collines des Flandres.

On trouvera sur la planche p. 490 une coupe schématique grosso-modo orientée SSW-NNE à travers l'Éocène de la Belgique, le Lédien étant ramené conventionnellement dans un plan horizontal.

## § 2. — L'Éprésien

### a) L'YPRÉSIEN INFÉRIEUR

L'Yprésien inférieur se trouve principalement mis à découvert dans la partie centrale et méridionale des deux Flandres, le sud-ouest du Brabant et en divers endroits du Hainaut. On le retrouve sans interruption de l'autre côté de la frontière, de sorte que tout l'Yprésien inférieur de la Belgique et du nord de la France forme un ensemble parfaitement cohérent.

La liaison avec les formations correspondantes du sud est de l'Angleterre n'est pas aussi nettement tranchée, ce qui a donné lieu à certaines divergences de vues au sujet des corrélations dans l'ensemble du bassin franco-anglo-belge.

## COMPOSITION SCHEMATIQUE DE L'ÉOCÈNE S. S.

Formations lithologiques Fossiles caractéristiques	Légende 1929 M. LERICHE	Carte géologique MOURLON, M. VINCENT, E. 1887	A. RUTOT 1882	A. RUTOT G. VINCENT 1878	A. DUMONT 1851
Sable glauconifère (s. d'Asse) Argile grise ou glauconifère (a. d'Asse) Sable argileux Sable grossier glauconifère Sable fin glauconifère calcaireux (s. de Wemmel); sable parfois grossier, non calcaireux (s. de Solbosch). <i>Nummulites wemmelensis-Orbignyi</i> , <i>Pecten (Amusium) corneus</i> . Gravillon à <i>Num. variolaris</i> et <i>Eupsammia Burtiniana</i> ou glauconie grossière (bande noire).	Etage bartonien Bar	Etage asschien Asd Asc Asb Asa	Etage asschien	Etage wemmelien	Système tongrien (partim)
Sable fin glauconifère, normalement très calcaireux avec bancs de calcaire gréseux fossilifère, <i>Nummulites variolaris</i> — <i>Heberti</i> . Gravier ou sable graveleux souvent dédoublé avec <i>Nummulites lævigatus</i> roulées, dents de poissons.	Etage lédien Le	Etage lédien Le	Etage wemmelien We	Etage laeckenien Lk	Système laeckenien

Etage bruxellien — supérieur	Etage bruxellien B	Etage bruxellien — inférieur	Système bruxellien
B2	B	..... — inférieur	
B1	Etage panisélien — supérieur P2	..... — inférieur P1n/P1d	L. FEUGUEUR 1951  Yprésien supérieur = Cuisien .....
Etage yprésien — supérieur	P1c	P1c	Système panisélien
Y2	P1b/P1a	P1b/P1a	
.....	P1m	P1m	
— inférieur	Etage yprésien supérieur	Etage yprésien supérieur	Système yprésien Etage supérieur .....
Y1b	Yd	Yd	..... Etage inférieur
Y1a	— inférieur Yc Yb Ya	— inférieur Yc Yb Ya	..... Etage inférieur
Sable et grès calcaireux à <i>Nummulites lævigatus</i> .  Sable calcaireux avec grès calcaireux ou calcaire (p. de Gobertange); sable fin glauconifère calcaireux; sable meuble quartzeux plus ou moins grossier avec grès fistuleux; sable et grès ferrugineux. Sable glauconifère grossier. Sable graveleux ou gravier avec dents de poissons. <i>Marettia Omaliusi</i> , <i>Rostellaria (Gladius) Baylei</i> , <i>Ostrea cymbula</i> , <i>Lucina volderiana (Miltha volderi)</i> <i>Nummulites Lamarcki</i> .			
Sable glauconieux un peu argileux, très fossilifère.  <i>Cardita (Venericardia) planicosta</i> , <i>Turritella Solanderi</i> , <i>Cardium porulosum</i> , <i>Nummulites Lucasi</i> .			
Argile plastique. Sable glauconifère, avec niveau à bois flottés, lignite, galets de glaise; grès siliceux dur.  Sable argileux avec grès siliceux (tuffeux) fossilifère. <i>Pinna margaritacea</i> , <i>Nummulites planulatus</i> . Localement: sable meuble glauconifère parfois grossier.  Argile plastique compacte.			
Sable fin argileux; sable très fin et calcaire à <i>Nummulites planulatus- elegans</i> ; sables et grès siliceux (s. de Peissant); tuffeux (argilite de Morlanwelz).			
Argile compacte ou sableuse; tuffeux (Morlanwelz). Sable argileux parfois grossier Cailloutis de silex plats.			

La base de l'Yprésien est indiquée dans nos régions par une couche sableuse ou sablo-argileuse (Yb de la carte) plus ou moins bien identifiée dans les sondages et dont l'épaisseur atteint en moyenne 2 à 3 m, reposant sur un niveau caillouteux habituellement peu important. On a voulu rattacher cette couche sableuse soit aux « Basement Beds », soit aux « Couches d'Oldhaven » du bassin de Londres (L. D. STAMP, 60) mais il ne semble pas que l'on puisse actuellement accorder une grande signification à ces essais de corrélation.

Les zones sableuses et argileuses (respectivement Yd et Yc de la carte) dont se compose l'Yprésien inférieur, ne sont pas parfaitement délimitées. Il y a généralement passage graduel par l'intermédiaire d'une zone d'argile micacée finement sableuse, ou par l'alternance de lits sableux et argileux.

En outre, leur développement relatif se modifie d'une façon assez continue lorsqu'on se déplace du nord ouest au sud est, c'est-à-dire perpendiculairement aux lignes isopiques suivant lesquelles le rapport reste constant, ainsi que le montrent par exemple les valeurs suivantes : Wijtschate : 11/101 ; Gand : 15/125 ; Woensdrecht : 16/121.

La zone sableuse devient progressivement plus argileuse et s'efface à peu près dans l'ouest du pays, où l'Yprésien inférieur entier dépasse 180 m d'épaisseur.

Celui-ci est formé dans le nord de la France par « l'argile des Flandres », dans laquelle on distingue une partie supérieure encore un peu sableuse (argile de Roubaix) et une partie inférieure plus homogène (argile d'Ypres = argile d'Orchies) <sup>(1)</sup>.

Les deux facies s'équilibrent à peu près dans une zone englobant les régions de Renaix, Alost et Malines.

Dans le Hainaut, le Brabant et en Campine, le facies argileux est déjà fort réduit et beaucoup moins homogène par suite de la présence de zones parfois très sableuses. On y note localement les épaisseurs suivantes : Mont : 26/28-48 ; Bruxelles : 30/25 ; Oostham : 32/16.

L'Yprésien se termine dans le Hainaut par des formations entièrement sableuses, peu épaisses, à caractère plus littoral, bien exposées dans la région de Peissant.

Les sables de Peissant sont moyennement fins, peu glauconifères, très finement stratifiés, avec minces lits d'argile plastique. On y trouve au sommet des concrétions gréseuses blanchâtres en plaquettes, assez friables, renfermant en abondance *Nucula fragilis* et des bois flottés silicifiés avec tarets.

Ce même facies se retrouve au sud de la Sambre, dans la région de Couillet (où les grès ont livré *Nummulites planulatus*), de Beaumont et de Walcourt, avec un gravier très net à la base.

Ces petits lambeaux, que la carte range dans le Bruxellien, se rattachent aux sables de Trélon, près d'Avesnes, dans lesquels M. LERICHE [38] a découvert une faune nettement yprésienne.

---

(1) On y adjoint parfois aussi l'argile de Roncq qui s'apparente plutôt au facies panisielien.

Dans la partie terminale nord est du bassin de la Haine, le facies des sables de Peissant passe graduellement au facies de l'argilite de Morlanwelz.

Cette dénomination, très impropre, couvre un ensemble assez hétérogène de sables fins avec grès à nucules, d'argiles sableuses, d'argiles feuilletées micacées, d'argile compacte et de grès argileux (argilite) parsemé de gros grains de glauconie, pouvant dépasser 30 m d'épaisseur.

L'argilite proprement dite est un véritable tuffeau, riche en diatomées, à ciment argilo-opalifère, comparable à certains tuffeaux landéniens. Cette argilite se retrouve à plusieurs niveaux du complexe dans lequel se différencient déjà la zone sableuse et la zone argileuse.

Cet ensemble renferme une faune assez riche (*N. planulatus*, *Nucula fragilis*, *Leda Corneti*, *Voluta depressa*, *Xanthopsis bispinosa*, *Pecten Corneolus*,...) qui s'identifie parfaitement avec celle des sables yprésiens normaux.

En certains points du Hainaut (région de Mons) l'Yprésien repose sans gravier sur le Landénien marin.

Au sud du bassin de la Haine (région d'Erquelinnes), le Landénien fluvial est surmonté par des alternances d'argiles grises plastiques et de sables fins en couches minces, non fossilifères que l'on a rangé dans l'Yprésien.

Près de sa limite orientale (Brabant, Campine), l'Yprésien est constitué de sable argileux avec lits d'argile plastique et plus haut, de sable très fin.

Les sables yprésiens sont sous leur aspect typique, bien connus dans les environs de Renaix, Grammont, Bruxelles, Oostham, etc..., très fins, glauconifères, meubles, micacés, homogènes ou finement straticulés et bien classés.

Ce sont les équivalents des sables de Mons-en-Pévèle dans le Nord de la France, qui se raccordent eux-mêmes aux sables de Cuise du bassin de Paris. Ce dernier facies est plus grossier et vraisemblablement un peu plus récent que les sables yprésiens proprement dits.

Etant généralement situés dans une zone aquifère, les sables yprésiens ont acquis une réputation de bouillant bien établie, quoique le sédiment soit lui-même très ferme.

Ils renferment plusieurs intercalations d'argile plastique venant, dans le Brabant, parfois en contact avec les sables bruxelliens et que l'on a dans ce cas, mis en rapport avec l'argile panisélienne P1m.

D'après les observations de A. RUTOT [51] les sables yprésiens Yd de certaines régions de la Flandre occidentale deviennent graduellement plus grossiers lorsqu'on se rapproche des formations « paniséliennes ».

La partie supérieure de ce facies sableux renferme dans la région de Renaix une zone riche en crustacés (*Xanthopsis Leachi*, *X. bispinosus*), parfois remarquablement bien conservés, accompagnés de débris de vertébrés (E. DELVAUX, 12). En dessous vient une zone d'accumulation de *Nummulites planulatus-elegans* (avec prédominance de la forme mégasphérique *N. elegans*) quelquefois accompagnées de mollusques parfois silicifiés (*Turritella Solanderi*, *Pectunculus decussatus*, *Lucina squamula*, *Pecten corneolus*, *Ostrea submissa*, *Vermetus bogno-riensis*, *Schizaster acuminatus*,...), souvent agglomérée en un banc de calcaire dur. La

lapidification a aussi gagné les sables encaissants et formé des grès calcaireux glauconifères très fins.

Ces amas de nummulites représentent un véritable falun, connu jusque dans le bassin de Paris et auquel L. FEUGUEUR [35] a donné la valeur d'un niveau stratigraphique.

Sous le banc à nummulites se rencontre parfois un lit à *Ditrupa plana*. Tous deux renferment de nombreuses dents de poissons (*Lamma elegans*, *Otodus obliquus*, *O. macrotus*, *O. striatus*, *Myliobatis toliapicus*, *Galeocerdo minor*,...).

Dans les régions et les zones où les sables yprésiens deviennent plus argileux, ces éléments fossilifères sont moins abondants et beaucoup plus dispersés.

L'argile yprésienne proprement dite (argile d'Ypres) comprend généralement vers la partie supérieure, des lits de sable extrêmement fin, parfois un peu grésifié, atteignant localement 3 m d'épaisseur (Alost).

On y rencontre aussi des bois lignifiés flottés percés de tarets, parfois même des lentilles de lignite, des petits nodules de phosphate pyriteux assez abondants et des septarias habituellement concentrés dans les zones inférieures.

La faune de l'argile yprésienne est très pauvre. Les niveaux fossilifères qu'on y rencontre sont parfois caractérisés par la prépondérance de certaines espèces : (*Turritella Solanderi*, *Pecten corneolus*, *Lingula tenuis*, *Xanthopsis Leachi*, *X. bispinosus*) qui existent également dans les sables. Les poissons sont beaucoup moins abondants que dans les sables, mais comprennent des individus de plus grande taille et on retrouve des parties de squelettes. Plusieurs espèces sont adaptées à une nourriture planctonique (E. CASIER, 5). L'argile est d'ailleurs riche en foraminifères et autres microfossiles (radiolaires, spores, dinoflagellates, hystrichosphæridées) (A. PASTIELS, 48).

Notons ici que l'argile de Londres se distingue de l'argile des Flandres par une plus grande richesse en fossiles et des influences continentales plus marquées (niveaux de galets, végétaux flottés, débris de mammifères, etc...).

L'étroite parenté existant entre les différents facies argileux et sableux de l'Yprésien inférieur de la Belgique et du Nord de la France, se trouve renforcée par le caractère assez uniforme de la faune.

Dans celle-ci se trouvent en outre associées des espèces caractéristiques des sables de Cuise et de l'argile de Londres.

D'après A. RUTOT et E. VINCENT (dans M. MOURLON, 43), sur 62 mollusques des sables yprésiens, 42 se retrouvent dans les sables de Cuise et 20 dans le London clay.

Pour la faune ichtyologique, dont 76 % des genres sont encore existants, 24 espèces sur un total de 56 sont connues dans les sables de Cuise et 21 existent dans le London clay. Cette faune se différencie nettement de celle du Landénien (E. CASIER, 5 ; M. LERICHE, 30) mais s'est maintenue sans grande modification dans le Bruxellien.

Dans le sud est de l'Angleterre, *Nummulites planulatus* est absente du « London clay » et des « Lower Bagshot sands » qui y font suite et ne se retrouve que dans les Lower

Bracklesham Beds. Les formations comprises entre les couches à *Nummulites* et le « London clay » présentent en grande partie un faciès continental, avec niveaux de graviers.

Ce fait a engagé A. WRIGLEY et A. G. DAVIES [65] à distinguer dans tout le bassin éocène deux étages : le Cuisien avec *Nummulites planulatus* et l'Yprésien sans ce fossile, mais cette interprétation a été vivement combattue par M. LERICHE <sup>(1)</sup>.

L. FEUGUEUR [15] en englobant les sables d'Aalter à *N. Lucasi* dans l'Yprésien supérieur et en accordant à la distinction yprésien supérieur-inférieur plus de signification qu'une simple différence de faciès, tout en conservant l'unité de l'étage, propose en fait une solution de compromis entre les conceptions de A. WRIGLEY — A. G. DAVIES et de M. LERICHE.

#### b) L'YPRÉSIEN SUPÉRIEUR

L'Yprésien supérieur, qui correspond à presque l'entière du Panisélien inférieur de la carte, forme la grande masse des collines des Flandres, du Brabant occidental et du nord du Hainaut. L'épaisseur de cette assise atteint 35 m à Malines et Renaix, 20 m dans la région de Gand et 75 m près de Bruges.

On y rencontre normalement les termes suivants :

a) Sables glauconifères relativement fins, meubles, assez bien calibrés (P<sub>1d</sub> de la carte). Ils sont homogènes ou présentent une stratification entrecroisée très nette, localement avec nombreuses tubulations parfois très grosses, minces intercalations d'argile plastique. Cette argile se développe parfois au sommet en une couche plus importante mais très inégalement développée (P<sub>1n</sub> de la carte) et représente vraisemblablement un dépôt lagunaire.

Ces sables prennent souvent dans les zones supérieures, quelquefois aussi dans les parties moyennes, un faciès plus grossier, pauvre en glauconie, parfois ligniteux, avec bois flottés percés de tarets et souvent silicifiés. On y rencontre également des niveaux de galets de glaise, spécialement dans la région de Torhout (A. RUTOT, 51) et de Aalter (A. HACQUAERT, 23).

Les bois flottés sont parfois très volumineux. Leur nature fragmentaire permet rarement une détermination précise, mais on a pu y distinguer une dizaine d'espèces (F. STOCKMANS, 61).

Les sables meubles paniséliens renferment souvent des concrétions en forme de plaquettes ou de rognons rappelant un peu les grès fistuleux du Bruxellien. Ces concrétions sont souvent très dures (grès lustrés) et possèdent alors un ciment de calcédonite et de quartz, accompagné d'un peu d'opale épigénisant parfois la glauconie (A. LEDOUX, 29).

Cette formation est habituellement peu fossilifère mais quelques gîtes importants (fossiles silicifiés) ont été découverts dans la région de Torhout (A. RUTOT, 51) et de Renaix

<sup>(1)</sup> M. LERICHE (40) tire un de ses principaux arguments de la présence vers la base de l'argile yprésienne dans le sondage de Marck de *Nummulites planulatus* et *Pholadomya margaritacea*, cette dernière espèce étant caractéristique de l'argile de Londres. On aimerait cependant recevoir une nouvelle confirmation de cet fait, car la qualité des échantillons provenant de ce sondage laisse à désirer.

(A. DELVAUX, 11, 12). Retenons en particulier la présence de *N. planulatus* signalée par A. DELVAUX.

b) Ces sables passent graduellement vers le bas à des sables argileux et des argiles sableuses à stratification régulière, mais souvent « bioturbée », soulignée par des linéoles d'argile plastique et des niveaux de concrétions gréseuses très inégalement durcies (P1c de la carte). Certains de ces niveaux peuvent se développer en bancs continus assez épais. La roche est riche en diatomées et possède un ciment d'opale, passant localement à la calcédonite.

Ces concrétions sont souvent très fossilifères et ont livré les principaux matériaux paléontologiques du « panisélien inférieur ».

Citons parmi les espèces les plus abondantes :

*Pinna margaritacea*

*Megacardita planicosta*,

*Cardium (Trachycardium) paniseliense*,

*Lucina (Phacoides) squamula*,

*Ostrea submissa*,

*Nucula parisiensis*,

*Leda striata*

...

*Rostellaria (Rimella) fissurella*

*Ficula (Pirula) tricostata*

*Pleurotoma Lajonkairi (P. Wateleti)*

*Solarium subgranulatum (S. bistriatum)*

...

*Nummulites planulatus-elegans*

...

*Nummulites planulatus* a été rencontré en de nombreux endroits et quelquefois en quantités assez considérables (Mt-Panisel, Grammont, Renaix, Torhout,...).

Cette faune renferme assez peu de poissons, tous connus dans le Bruxellien (E. CASIER, 6).

Vers le bas, cette assise P1c peut localement (Hooglede) redevenir franchement sableuse (P1b de la carte).

c) Un niveau d'argile plastique très compacte dite « schistoïde », que A. RUTOT [51] avait considéré comme représentant un faciès lagunaire, ce qui d'après F. HALET [27] est incompatible avec le caractère remarquablement constant de ce niveau, montré par les sondages effectués dans la partie septentrionale de la Flandre orientale et du Brabant.

Ce niveau y atteint généralement 6 à 7 m et forme un repère stratigraphique extrêmement précieux pour l'étude des sondages.

Des observations locales plus détaillées montrent cependant que cette régularité se trouve souvent mise en défaut, principalement dans la partie centrale de l'ensemble des deux Flandres.

On y constate en effet des variations locales d'épaisseur amenant parfois sa disparition complète (A. RUTOT, 51), la présence d'intercalations sableuses à caractères très ravinant avec galets de glaise, qui donne à cette argile les caractères d'un dépôt de mer très plate du type « Waddenzee » (M. GULINCK, 22). En quelques endroits, cette argile fait place à,

ou renferme, des niveaux grossiers <sup>(1)</sup> (Gand, Renaix), des tuffeaux (Torhout) ou des petits amas de coquilles (Turritelles) roulées (Stacegem, Ploegsteert) ainsi que des crustacés (*Xanthopsis Leachi*) et *Nummulites planulatus* (surtout la forme microsphérique *N. elegans*).

Au sondage de Kwaadmechelen (E. ASSELBERGHS, 1), le « Panisélien » n'a qu'environ 7 m d'épaisseur.

L'argile de base (P1m) y est absente mais on a rencontré un gravier de 0,35 m d'épaisseur avec dents de poissons et nombreuses nummulites roulées (*N. planulatus*, forme macrosphérique).

Par contre, au sondage de Woensdrecht, « le Panisélien » atteint 79 m et se termine par l'argile (P1m) dont l'épaisseur (7,40) ne dépasse guère la valeur moyenne constatée ailleurs.

Cette argile n'a jusqu'à présent livré qu'un seul poisson : (*Lamna obliqua*, mut. *subserrata*) mais qui indiquerait un âge plus récent que celui des sables nummulitiques de l'Yprésien inférieur (E. CASIER, 6).

Le Panisélien argileux se poursuit dans le nord de la France, où on le connaît sous le nom d'argile de Roncq, renfermant *Pinna margaritacea*, *Pecten corneolus*, *Nummulites planulatus*, etc... Il pourrait être contemporain des argiles de Laon, facies continental des sables du Cuise.

### c) LA POSITION STRATIGRAPHIQUE DES FORMATIONS « PANISÉLIENNES »

La solution adoptée par la dernière légende générale de la carte, qui supprime le Panisélien en tant qu'étage indépendant et le répartit dans l'Yprésien et le Bruxellien n'éclaircit pas complètement la position particulière occupée par les formations paniséliennes.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de passer ici en revue les principaux aspects du problème (voir aussi le § 5).

1) Le Panisélien inférieur forme un ensemble lithologiquement bien individualisé, dans lequel on retrouve une certaine répétition de la séquence sédimentaire de l'Yprésien, mais le facies argileux y est moins franc et les sables sont plus grossiers.

2) Le passage yprésien-panisélien se fait généralement par l'intermédiaire de l'argile panisélienne P1m et semble souvent parfaitement régulier. Cependant, malgré les réserves faites à ce sujet par F. HALET [27] il nous apparaît difficile de nier toute signification aux observations qui semblent indiquer une discontinuité dans la sédimentation. De plus, on ne peut passer sous silence l'existence du gravier rencontré aux sondages de Oostham et de Kwaadmechelen entre l'Yprésien typique et les formations paniséliennes.

(1) Il faut noter que le caractère graveleux de ces niveaux signalés par E. DELVAUX dans la région de Renaix, a été mis en doute par F. HALET (27).

3) Le passage vertical du Panisélien au Bruxellien dans lequel nous rangeons ici les sables d'Aalter n'est connu qu'en de rares endroits, à Cassel, Woensdrecht, Oostham, Gand, et dans quelques sondages au nord de Bruxelles. On n'y a jamais constaté de discontinuité marquée.

A. HACQUAERT [23] a le premier attiré l'attention sur la signification que pouvait présenter les niveaux à bois flottés et galets de glaise que l'on rencontre dans la partie supérieure des sables paniséliens P1d. Ces niveaux sont des preuves manifestes d'un caractère très littoral et même d'une tendance à l'émersion, que l'on peut associer à l'établissement d'une période continentale dans le bassin de Paris (formation des argiles de Laon).

M. LERICHE [39] qui a dans la suite désigné ce niveau sous le nom de « complexe d'Aalterbrugge », y place résolument la limite Yprésien-Bruxellien (Lutétien), de sorte qu'une partie des sables P1d (environ 6-7 m à Aalterbrugge) serait d'âge bruxellien.

4) D'autre part, le Panisélien semble géographiquement nettement différencié du Bruxellien, la limite orientale coïncidant à peu près avec la vallée de la Senne et passant plus au nord entre Malines et Louvain. Certains auteurs avaient cru devoir y tracer une faille, mais la corrélation des autres formations se fait aisément sans devoir recourir à cette hypothèse (F. HALET, Ch., LEJEUNE DE SCHIERVEL, 27). Le Bruxellien et le Panisélien débordent d'ailleurs la Senne au-dessus de Bruxelles.

Bruxellien et Panisélien s'excluent mutuellement dans la plus grande partie des Flandres et du Brabant, mais le Bruxellien réapparaît au sud ouest (Cassel) et au nord est (Woensdrecht, Oostham).

5) Cette répartition semble être due au caractère ravinant du Bruxellien du Brabant, tandis qu'ailleurs le passage vertical s'est produit de façon peu sensible.

6) Les sables bruxelliens et paniséliens se sont néanmoins formés sous des conditions sédimentaires très semblables et l'on constate même des rapprochements mutuels dans leurs caractères lithologiques, d'une part par appauvrissement en glauconie dans certaines zones du P1d, d'autre part par une diminution du grain et une augmentation de la teneur en glauconie dans certains sables bruxelliens. Dans de nombreux cas, l'attribution de certains sables glauconifères au Bruxellien se base uniquement sur la présence de calcaire. On peut aussi, au point de vue sédimentologique, mettre en parallèle les sables argileux avec tuffeaux du Panisélien (P1c) et le facies sablo-calcarifère du Bruxellien du Brabant central.

Ces faits apportent évidemment des arguments aux auteurs qui ont voulu voir dans les formations bruxelliennes et paniséliennes (ou tout au moins une partie de celles-ci) deux facies d'un même étage.

7) La faune « panisélienne » se rapproche très fort de celle des sables de Cuise mais comprend un nombre relativement important d'espèces lutétiennes. Les anciennes déterminations faites par A. RUTOT et E. VINCENT (dans M. MOURLON, 43) renseignent sur 129 espèces, 91 communes aux sables de Cuise et 36 connues dans le calcaire grossier.

La faune ichthyologique apparaît également être plus récente que celle des sables de Cuise.

La présence de *N. planulatus* observée en de nombreux endroits, en quantités parfois importantes, jusque dans les sables supérieurs (Pid) doit toutefois logiquement faire rattacher le « Panisélien » à l'Yprésien.

8) L'impression finale qui se dégage de ces faits semble pouvoir se résumer comme suit :

La sédimentation marine qui s'est poursuivie dans le bassin belge tandis que se développaient les formations continentales correspondantes du bassin parisien, a permis à la faune « panisélienne » de conserver un caractère encore yprésien, tout en annonçant l'apparition de la nouvelle faune lutétienne.

Cette sédimentation a connu quelques vicissitudes locales qui ont causé la formation de niveaux graveleux (Kwaadmechelen, Gand,... Aalterbrugge). Il semble qu'il y ait eu une tentative de création d'un nouveau cycle sédimentaire. La fixation de la limite Yprésien-Bruxellien au niveau d'Aalterbrugge n'a qu'une signification locale par rapport à l'ensemble du bassin et n'est valable que par suite de sa coïncidence avec la disparition de *N. planulatus*. Au point de vue sédimentaire, la coupure Panisélien-Yprésien est en général plus accusée que celle Sables d'Aalter-Bruxellien s. s.

La situation semble donc assez complexe. La période comprise entre l'Yprésien supérieur (Yd de la carte) et le Ledien est caractérisée par une certaine instabilité sédimentaire (influences tectoniques?) qui rend toute tentative de délimitation des étages plus ou moins artificielle.

#### d) MATÉRIAUX UTILES DE L'YPRÉSIEN-PANISÉLIEN

Les sables paniséliens meubles (Pid de la carte) sont exploités en de nombreuses localités de la Flandre, du Brabant occidental et d'une partie du Hainaut. Ces exploitations sont d'importance purement locale. Leurs produits sont employés pour la construction et le pavage.

Les sables paniséliens argileux sont quelquefois utilisés comme sables de moulage.

Les sables yprésiens Yd ne sont guère utilisés, si ce n'a été quelquefois comme sable de moulage extra-fin.

Par contre, les sables yprésiens de la région de Peissant sont très intensivement exploités comme sables de moulage pour aciéries.

Les grès paniséliens, connus sous le nom de « veldsteen » ont été utilisés comme moellons pour la construction des édifices romans de la Flandre occidentale, du sud de la Flandre orientale et dans certaines parties du Brabant, et encore jusqu'au siècle passé comme matériau d'empierrement en certains points de la Flandre occidentale.

Les calcaires nummulitiques et grès calcaireux yprésiens ont été exploités jusqu'au siècle dernier comme pierre de construction dans la région comprise entre Grammont et Ninove et peut-être aussi sporadiquement dans les environs de Renaix et d'Oudenaarde.

Les argiles sableuses paniséliennes du niveau P1c de la carte sont encore exploitées par quelques briqueteries situées en Flandre.

L'argile plastique P1m a été utilisée comme terre à foulon, e. a. dans la région d'Anderlecht. Plusieurs tuileries importantes exploitent actuellement cette argile dans la région de Courtrai.

Les argiles sableuses ou plastiques de l'Yprésien proprement dit (Yc de la carte) font l'objet de nombreuses exploitations (briqueteries, tuileries) réparties dans une large zone s'étendant depuis le sud de la Flandre occidentale jusque dans le Brabant méridional. La région située au sud de Courtrai constitue le centre le plus important de ces exploitations.

### § 3. — Le Bruxellien

#### a) LE BRUXELLIEN INFÉRIEUR (SABLES D'AALTER)

Nous avons vu précédemment que le début de la transgression lutétienne peut se retrouver vers le sommet des sables du Panisélien inférieur de la carte (A. HACQUAERT, 23 ; M. LERICHE, 39). Une partie de ceux-ci, désignée par M. LERICHE sous le nom de « Sables d'Aalterbrugge » serait alors lutétienne (bruxellienne).

L'interprétation primitive de A. DUMONT est ainsi plus ou moins remise en valeur.

Le « Panisélien inférieur » ayant été examiné en entier dans le chapitre relatif à l'Yprésien, nous nous limiterons ici, à la description des sables d'Aalter, classés par la carte géologique dans le Panisélien supérieur.

Ces sables sont connus dans la région d'Aalter, de Gand et des collines de Cassel. La zone d'affleurement Aalter-Gand se prolonge vers l'ouest et recoupe le littoral dans les environs de Heist-Blankenberge, ainsi que le témoigne l'abondance de fragments de grès et de coquilles récoltées en cet endroit.

La limite orientale de l'extension de cette formation n'est pas exactement connue. Elle a de toute façon atteint la région de Oosterzele-Zottegem, quoique plusieurs des lambeaux marqués P2 sur la carte seraient en fait formés de Lédien décalcifié (M. LERICHE, 36).

Les sables d'Aalter sont très glauconifères, un peu argileux, très fossilifères sauf dans leur partie inférieure et renferment un ou plusieurs bancs de calcaire sablo-marneux tendre (marne à turritelles).

On distingue, dans la région d'Aalter, une zone supérieure riche en *Turritella Solanderi*, surmontant une zone à *Venericardia planicosta* (bivalves), avec interposition d'un lit à fossiles roulés.

L'intérêt de cette formation, qui ne dépasse guère 7 m dans la région de Cassel réside principalement dans sa position stratigraphique. Celle-ci apparaît le plus clairement dans la coupe du Mont des Récollets à Cassel où les sables d'Aalter se trouvent encadrés par des

sables calcarifères avec *Nummulites lævigatus* au sommet, donc bruxelliens et des sables glauconifères avec grès à *Pinna margaritacea*, « paniséliens » (M. LERICHE, 33 ; ORTLIEB J. et CHELLONEIX E., 46).

La base du Bruxellien y est soulignée par une couche de sable glauconifère un peu grossier, mais on ne voit pas de ravinement. Le passage au « Panisélien inférieur » se fait graduellement, par l'intermédiaire d'une couche de sable meuble, à fine straticulation entrecroisée, irrégulièrement glauconifère.

A. RUTOT a signalé la présence d'un niveau légèrement graveleux, très localisé, séparant les sables d'Aalter des sables paniséliens sous-jacents à la colline de Gand, mais les observations ultérieures n'ont pas confirmé cette observation.

Suivant M. LERICHE [39], les sables d'Aalter appartiendraient à une zone tout à fait inférieure du Lutétien, inconnue dans le bassin de Paris. Il apporte comme principal argument, la présence du *Nummulites Lucasi* (récoltée à Aalter et à Heusden), une prémuation de *Nummulites lævigatus*.

*Nummulites Lucasi* (*N. Lucasana*) a été découverte en Angleterre dans les « Lower Bracklesham Beds », au-dessus d'un niveau à *N. planulatus* et renfermant encore quelques exemplaires remaniés de cette espèce.

Un niveau à cailloux de quartz et de lydites sépare localement cette zone de la zone renfermant *Nummulites lævigatus* (A. WRIGLEY — A. G. DAVIES, 65).

Dans un travail récent, L. FEUGUEUR [15] parallélise les sables d'Aalter aux formations lithologiquement semblables du niveau d'Hérouval dans le bassin parisien.

Une revision de la faune d'Aalter et de Gand montre, d'après cet auteur, la prédominance de formes cuisiennes (on ne compterait que 27 espèces lutétiennes sur un total de 106) et une parfaite analogie avec celle d'Hérouval <sup>(1)</sup>. La *Venericardia planicosta* d'Aalter serait même différente de celle du Lutétien et *Nummulites lucasi* n'aurait pas la signification que lui attribuait M. LERICHE ?

En conséquence, les sables d'Aalter devraient être détachés du Bruxellien ou Lutétien pour être placés dans l'Yprésien supérieur, équivalent du Cuisien.

Pour E. CASIER [6] les caractères de la faune ichtyologique s'opposent à cette interprétation et d'après les termes de l'auteur, renforcent l'opinion de M. LERICHE. La faune des sables d'Aalter serait un peu différente de celle du Bruxellien typique et montrerait un âge nettement post-yprésien, plus récent que celui du niveau d'Hérouval. On ne peut en aucune façon considérer les sables d'Aalter comme étant un simple facies du Bruxellien <sup>(2)</sup>.

Sans vouloir faire la balance des arguments mis en compétition, nous voudrions cependant souligner le fait que le contact des sables d'Aalter et des sables à *Nummulites lævigatus* n'est que très rudimentairement connu.

<sup>(1)</sup> C'est l'affinité yprésienne de la faune malacologique des sables d'Aalter qui avait engagé A. RUTOT et G. VINCENT à les soustraire au Bruxellien pour les adjoindre au Panisélien de A. DUMONT.

<sup>(2)</sup> On avait jadis opposé un « facies flamand » au « facies brabançon » du Bruxellien.

A cet égard, des renseignements précieux pourraient nous être apportés par les sondages profonds qui seraient éventuellement exécutés au nord de la Flandre orientale. On peut en effet espérer y voir se rejoindre les couches d'Aalter et les couches à *N. lævigatus* recoupées à Woensdrecht.

#### b) LE BRUXELLIEN SUPÉRIEUR

Le Bruxellien de la carte (Bruxellien s. s.) est presque entièrement situé dans une région encadrée par les vallées de la Senne, de la Grande Gette et de la Sambre. Quelques lambeaux importants se retrouvent encore au sud de cette rivière. Il ne dépasse la vallée de la Senne qu'au nord de Bruxelles, où il se termine en biseau au-dessus de formations « paniséliennes ». Au sud de cette ville, la limite de son extension occidentale est jalonnée par une rangée de crêtes parfaitement alignées jusqu'au nord du bassin de la Haine. Il n'existe pas en Flandre, mais réapparaît dans les collines de la région d'Ypres (Mont-Aigu) et de Cassel (M. LERICHE, 33). Des sondages l'ont rencontré dans la région de Diest, à Turnhout et à Woensdrecht. Son épaisseur atteint 30 à 40 m dans les environs de Bruxelles, mais présente des variations locales parfois très considérables (67 m d'épaisseur à Groenendaal). On note en dehors du Brabant : 8 m à Cassel et 14 m à Woensdrecht.

Le Bruxellien s. s. examiné localement apparaît généralement comme une formation très homogène. On y constate cependant des variations importantes dans la composition lithologique (teneur en calcaire, glauconie), la granulométrie ainsi que dans les caractères de la faune qui y est associée. De plus, l'aspect primitif du Bruxellien a été souvent considérablement modifié par des phénomènes d'altération.

Des études granulométriques encore incomplètes (E. CLAEYS, 8 ; J. DE HEINZELIN, 28) ont partiellement débrouillé la répartition des facies lithologiques et montré que ceux-ci sont parfois assez bien délimités géographiquement, la granulométrie pouvant dans une région déterminée être remarquablement constante suivant la verticale. D'autres régions présentent par contre un caractère mixte par suite de la superposition ou de l'alternance de facies différents.

Les sables de la région de Bruxelles sont en général relativement fins mais très bien classés, aussi bien dans les zones calcaireuses que dans les zones siliceuses. Le grain moyen augmente en direction du sud (A. BIETLOT, 2).

Un fait intéressant à signaler est la présence au sommet du Bruxellien de cette région, de gros grains de quartz en proportion croissante jusqu'au gravillon de base du Lédien, qui se compose de grains absolument identiques (A. BIETLOT). Il semble difficile d'y donner une explication sédimentologique compatible avec le caractère nettement transgressif du Lédien.

Les sables grossiers meubles, non calcarifères sont particulièrement bien développés dans la région d'Uccle, Braine-le-Comte (Bois de la Houssière) et Wauthier-Braine et dans toute la bande orientale partant de la région de Charleroi (Joncret, Heppignies) jusqu'au-delà de Wavre (Mont-St-Guibert, Perwez, Chaumont-Gistoux, Archennes). On y rencontre

des petits grains noirs formés de roches siliceuses et de tourmaline (R. LEGRAND, 30). F. CORIN [9] a signalé la présence à Mont-St-Guibert d'un petit lit de gravier contenant des fragments de phtanites, d'oolithes silicifiées, de roches éruptives, etc...

La glauconie, normalement presque absente dans les sables non calcarifères est très abondante dans toute la bordure orientale du Brabant, et spécialement vers la base de l'étage qui devient graveleux et renferme également des intercalations ou des linéoles d'argile verte. Ce facies s'observe particulièrement bien dans la région d'Hoegaarde où le Bruxellien se termine en biseau entre le Tongrien et l'Yprésien (M. LERICHE, 34).

Les sables siliceux présentent souvent une stratification entrecroisée très nette, certaines zones se montrant par contre beaucoup plus homogènes (correspondant souvent à des zones décalcifiées).

Ils renferment des concrétions siliceuses plus ou moins dures, à cassure mate ou lustrée (pierres de grotte, grès fistuleux), disposées en lits discontinus, parfois très rapprochés et semblant se relayer mutuellement. Ces concrétions se sont formées autour de pistes d'annelides agglomérant des spicules de spongiaires, très abondantes à certains niveaux.

On connaît dans la région de Spy des concrétions siliceuses d'un aspect différent (grès de Fayat, de Velaine), formant un banc massif, fendillé, passant parfois granduellement au sable meuble, situé à environ 15 m au-dessus de la base de l'étage. Ce grès rappelle un peu le facies des grès de Blaton, mais son âge bruxellien est nettement fixé par la présence de *Nummulites lævigatus*, *Maretia Omaliusi*, *Lucina Volderiana*, etc... (A. RUTOT, 52).

A côté du facies meuble siliceux, se développent des sables calcarifères fins, homogènes, à structure bioturbée, contenant de gros rognons de grès calcaireux disposés en lits très rapprochés, parfois soudés en bancs subcontinus. Certains bancs sont parfois entièrement silicifiés.

Ce facies calcarifère, décrit dans le langage courant sous le nom de marne, est particulièrement bien représenté dans le Brabant central (Waterloo, Maransart, Braine-l'Alleud, etc...) où il occupe souvent la totalité de l'étage ainsi qu'en divers points des environs de Bruxelles. Il contient une faune bien individualisée, nettement différente de celle des sables grossiers de la bordure orientale.

La teneur en glauconie, normalement faible, augmente vers le nord et le sud. On rencontre dans le Hainaut (Obaix, Anderlues, Seneffe) des sables fins glauconifères, un peu argileux, avec concrétions gréseuses, prenant un aspect « panisélien » tout en restant calcarifères.

Plusieurs auteurs se sont évertués à établir une subdivision stratigraphique du Bruxellien de la région de Bruxelles. Pour A. RUTOT [50] cet étage serait normalement composé d'une zone calcaireuse surmontant une zone siliceuse meuble à stratification entrecroisée et tubulations. M. MOURLON [44] admet la présence de deux zones siliceuses (Bd-Bb) encadrant une zone calcaireuse (Bc) avec quelquefois une zone calcaireuse supplémentaire au sommet du Bruxellien (Bn), cette succession étant plus ou moins effacée par la décalcification.

En fait, ces deux facies sont très intimement mêlés et il semble que tout le Bruxellien

des environs de Bruxelles ait été primitivement plus ou moins calcaire (1). Cette hypothèse se déduit également de l'étude comparative des grès calcaireux et siliceux faite par A. LEDOUX [29] et semble confirmée par le caractère homogène de l'ensemble de la faune récoltée dans cette région.

On rencontre fréquemment dans les environs de Bruxelles, des petits lits de marne blanc-crème, parfois feuilletée, souvent désagrégés en niveaux de brèches que l'on peut suivre jusque dans la région de Tirlemont. Ces zones sont aussi quelquefois caractérisées par des dérangements très importants de la stratification (glissements). Ces intercalations marneuses se trouvent isolées dans les sables meubles ou englobées dans les grès calcaireux, qui passent ainsi à un faciès franchement calcaire, connu sous le nom de « pierre de Gobertange ». Cette roche est essentiellement constituée par des débris d'organismes calcaires (foraminifères, spicules de spongiaires,...) distribués dans un ciment de calcite secondaire. Elle est toujours criblée de tubulations gréseuses et souvent finement straticulée.

Ce faciès calcaire, qui s'amorce dans la région bruxelloise et s'y trouve parfois normalement constitué, entre autre dans la zone Bn de MOURLON, ne prend son plein développement que dans la région située au nord de Jodoigne. Dans les environs de Gobertange, ce calcaire occupe 8 à 10 bancs distribués sur une dizaine de mètres d'épaisseur. On y retrouve encore des zones franchement gréseuses et plusieurs plages silicifiées. Les intercalations sableuses deviennent plus grossières et très glauconifères vers le bas, tandis que disparaissent graduellement les zones calcaires. Celles-ci se réduisent finalement à des lentilles marneuses (marnolithes) criblées de tubulations, plus ou moins complètement silicifiées et prenant alors l'aspect du cacholong.

Ce passage du faciès Gobertange au faciès graveleux glauconifère s'observe bien dans la région de Hoegaarde (M. LERICHE, 34).

C'est également sous un aspect glauconifère rappelant en partie le faciès de Hoegaarde qu'est connu le Bruxellien des sondages de Diest, Aarschot, Westerloo.

Habituellement, la base du Bruxellien en contact avec l'Yprésien, est à peine marquée par une zone graveleuse, à rares cailloux.

On a cependant signalé dans la région bruxelloise, la présence très localisée d'un complexe hétérogène atteignant parfois 1,50 m, remplissant des dépressions ou des petites digitations au sommet de l'Yprésien, formé de sable grossier parfois argileux, avec intercalations marneuses, dents de poissons, débris de crustacés et calcaires yprésiens roulés, etc... (A. RUTOT, 50).

Ce complexe qui se détache bien du gravillon de base habituel du Bruxellien a été interprété comme formant un vestige terminal du Panisélien, mais a été ultérieurement plus ou moins explicitement intégré dans le Bruxellien.

La partie supérieure du Bruxellien renferme souvent des zones d'enrichissement secondaire en limonite, que l'on trouve fréquemment associées à des zones de décalcification

(1) La teneur en calcaire ayant vraisemblablement été liée à la granulométrie du sédiment.

avec grès cariés. L'aspect des concrétions limonitiques est variable. Il y a en particulier, formation de masses homogènes importantes mais très irrégulièrement délimitées, de grès limonitiques un peu manganésifères. On en a signalé en forme de dykes, vraisemblablement liées à la présence de failles (M. MOURLON, 44). Le mécanisme de cette rubéfaction n'est pas entièrement élucidé. Le fait que celle-ci s'arrête au contact du Lédien inaltéré (observé à Bruxelles), semble indiquer que le phénomène est antérieur au Lédien. D'après X. STAINIER [57] il y aurait eu lessivage du Bruxellien, dont la teneur en glauconie augmente vers le bas (tout au moins dans la partie orientale et méridionale du Brabant), avec migration du fer par ascensum et concrétionnement à la surface. Ce qui expliquerait la grande pureté des sables bruxelliens dans certaines régions englobant ces masses ferrugineuses.

Il est cependant difficile de ne pas y voir un aspect particulier du phénomène très général de la rubéfaction des zones superficielles des formations tertiaires de la Moyenne Belgique, qui semble se placer à la fin de l'époque pliocène.

L'observation mentionnée plus haut ne peut être infirmée mais demande à être poursuivie et contrôlée systématiquement. Il y aurait éventuellement lieu de rechercher si la rubéfaction du Bruxellien ne s'est pas faite en deux épisodes distincts.

#### c) CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DU BRUXELLIEN

Le Bruxellien s.s. est habituellement peu fossilifère, et la plupart des gîtes sont actuellement inaccessibles. L'élément le plus banal de sa faune est *Ostrea cymbula* à l'état silicifié, qu'on a pu observer formant de véritables bancs. Les fossiles sont généralement inclus dans des grès, mais quelques gîtes ont livré des espèces bien dégagées et parfaitement conservées.

La composition de la faune malacologique et celle des madréporaires nous sont surtout connues par l'étude de deux gîtes extraordinairement riches (Nederokkerzeel, Nil-St-Vincent) (M. GLIBERT, 18, 20).

Les sables fins calcarifères se montrent les plus riches en espèces : 76 gastropodes, 68 acéphales et quelques céphalopodes dans le gîte de Nederokkerzeel. Les gastropodes sont surtout représentés par les genres *Natica* et *Voluta*. On y rencontre quelques formes de très grande taille. Les madréporaires comprennent surtout *Turbinolia* et *Sphenotrochus* qui sont des formes libres, vivant légèrement fixées dans le sable. Le caractère général de la faune indique la présence d'un fond meuble.

Les divers gîtes trouvés à Bruxelles, dans des sables plus ou moins décalcifiés ont livré une faune malacologique analogue à celle de Nederokkerzeel et presque aussi riche.

La faune des sables siliceux grossiers du gîte de Nil-St-Vincent, découvert dans une dépression du socle paléozoïque et appartenant au faciès de la bordure orientale du Brabant, est moins riche et renferme surtout des formes de petite taille. On y compte 53 gastropodes (avec très peu de *Natica*) et 20 acéphales (*Spondylus* et *Chama* y sont abondants ; ils manquent dans la faune de Nederokkerzeel).

Les madréporaires comprennent surtout : *Paracyathus*, *Balanophylia*, *Amphibelia*... Ce sont des formes fixées par une large base sur un substratum solide.

Pour l'ensemble de la faune malacologique du Bruxellien, on peut citer parmi les espèces les plus abondantes :

<i>Gladius (Rostellaria) Baylei</i>	<i>Ostrea cymbula</i>
<i>Rhinoclavis unisulcatus</i>	<i>Lucina volderiana (Miltha Volderi)</i>
<i>Rostellaria fissurella</i>	<i>Cardium porulosum</i>
<i>Natica labellata</i>	<i>Meretrix (Callista) proxima</i>
<i>Athleta cithara</i>	<i>Meretrix (Callista) laevigata</i>
<i>Cassidaria coronata</i>	<i>Corbula Gallica</i>
<i>Nautilus Burtini</i>	...

Il faut mentionner, parmi les autres invertébrés, des échinides (*Maretia Omaliusi*, *Lenita patellaris*) des bryozoaires (13 espèces, dont 10 lutétiennes), des foraminifères (*Nummulites laevigatus-Lamarcki*), etc...

Le Bruxellien est surtout remarquable par la richesse de sa faune ichtyologique, localisée principalement dans son gravier de base et dispersée dans les grès calcaireux, M. LERICHE [31] signale déjà dans sa monographie datant de 1905, 62 espèces comprenant toutes celles de l'Yprésien et du Panisélien, sauf trois. Le matériel récolté est généralement fragmentaire, mais on a trouvé des parties de squelettes dans les calcaires de Gobertange et les grès de la région de Maransart-Loupoigne. Un des caractères les plus intéressants de cette faune est l'épanouissement du genre *Pristidæ* (avec quelques espèces franchement lutétiennes), ce qui serait l'indice d'un climat chaud et de conditions bathymétriques (littorales ou estuariennes) particulières (E. CASIER, 6). M. LERICHE note de plus que c'est au cours du Bruxellien que le caractère tropical de l'Éocène s'est le mieux accusé.

Les calcaires gréseux ont également livré d'assez nombreux débris d'ossements de tortues marines, littorales ou palustres (Melsbroek).

Quelques dents de mammifères dont l'âge lutétien a pu être précisé (Ch. DEPERET, 13), ont été trouvées dans le Bruxellien et le gravier de base du Lédien (Uccle, Forest).

Il faut enfin signaler la présence de débris végétaux flottés : bois silicifiés avec tarets, parfois recouverts d'huîtres, fruits de palmier (*Nipadites Burtini*). On a pu dénombrer au moins 16 espèces, toutes à caractère tropical ou subtropical (F. STOCKMANS, 62).

L'ensemble de la faune du Bruxellien indique un caractère lutétien indiscutable, mais avec la persistance de quelques formes plus anciennes. On compte en particulier, sur les 233 espèces connues de mollusques, 163 lutétiennes et 77 communes avec l'Éocène de Grande-Bretagne.

De l'avis de M. GLIBERT [20] il n'est pas possible, tout au moins actuellement, de fixer la position exacte du Bruxellien par rapport au Lutétien même, en se basant uniquement sur la faune malacologique.

M. LERICHE [35] a établi une corrélation d'après la présence relative et les caractères de *Nummulites laevigatus*. Cette espèce se retrouve toujours à l'état remanié dans le gravier de base du Lédien, mais est absente ou rare dans le Bruxellien même, sauf :

1. — Dans la partie supérieure du Bruxellien de certaines collines de la Flandre méridionale (Mont des Récollets, Mont-Aigu), dans le Bruxellien rencontré au sondage de Woensdrecht <sup>(1)</sup>. La forme microsphérique (*N. laevigatus*) y est prépondérante et se présente parfois en accumulation rappelant la pierre à Liards du bassin de Paris.

2. — Dans la bordure orientale du Brabant, de Nalinnes à Tirlemont ainsi qu'en plusieurs endroits du Brabant méridional et du Hainaut (Braine-le-Comte, Seneffe). La forme macrosphérique (*N. Lamarcki*) y semble généralement prépondérante et apparaît dès la base du Bruxellien (parfois mêlée à des fossiles yprésiens remaniés). Elle est également abondante dans la partie inférieure du Bruxellien du Mont-des-Cats (Bailleul).

M. LERICHE voit dans le Bruxellien renfermant le couple *N. laevigatus-Lamarcki*, une assise nettement transgressive par rapport aux couches inférieures, et qui correspondrait à celle de la « pierre à Liards » du bassin de Paris. Le Bruxellien sans nummulites serait alors l'équivalent de l'assise inférieure du Lutétien (s. s.), caractérisé par la fréquence de *Maretia Omaliusi*, *Rostellaria baylei*, *Nummulites Lamarcki*, et *N. laevigatus var. laudunensis* <sup>(2)</sup>.

Des réserves ont été faites par F. HALET au sujet de l'opportunité de cette subdivision du Bruxellien. Celle-ci fait même abstraction de l'importance relative de *N. laevigatus* et de *N. Lamarcki*.

La répartition actuellement connue des gisements à *Nummulites Lamarcki* estompe en outre le caractère transgressif admis par M. LERICHE.

Dans un mémoire posthume, M. LERICHE [42] distingue pour le Bruxellien complet (sans y ajouter de commentaire) :

5. Sables du Mont-Aigu (Ypres) et de Woensdrecht avec prépondérance de *N. laevigatus* = assise III du Lutétien l. s.
4. Sables de Nalinnes, avec prédominance de *N. Lamarcki* = assise II du Lutétien l. s.
3. Sables de Bruxelles.
2. Sables d'Aalter à *N. Lucasi*.
1. Sables supérieurs d'Aalterbrugge.

Il est vraisemblable que le Bruxellien nummulitique s'est étendu sur toute la Flandre, de Cassel à Woensdrecht, mais sous une épaisseur très faible, permettant son érosion complète par le Lédien.

L'accumulation des sédiments bruxelliens dans le Brabant doit vraisemblablement être imputée à des inégalités dans l'affaissement du bassin sédimentaire.

#### d) MATÉRIAUX UTILES DU BRUXELLIEN

Les sables bruxelliens font l'objet de très nombreuses exploitations, dont certaines très importantes, dispersées dans tout le Brabant et le nord du Hainaut.

<sup>(1)</sup> Un lambeau à *N. laevigatus* « *in situ* » a été signalé au sommet du Bruxellien des environs de Bruxelles.

<sup>(2)</sup> E. DARTEVELLE a signalé la présence de *N. laevigatus var. laudunensis* mais beaucoup moins caractéristique et moins fréquente que dans le bassin de Paris.

La plus grande partie du tonnage extrait se compose de sables meubles siliceux mi-fins ou grossiers, utilisés dans la construction, le bétonnage, le pavage et comme abrasif (sciage du marbre et doucissage du verre).

Les sables grossiers proviennent surtout des environs d'Uccle, Braine-le-Comte, Wauthier-Braine, Chaumont-Gistoux, Mont-St-Guibert, Perwez, Heppignies, etc... Certains de ces gisements livrent des sables blancs qui ont été utilisés pour la verrerie ordinaire (Tilly, Chaumont-Gistoux, Mont-St-Guibert).

La partie supérieure des gisements, localement enrichie en argile et limonite, est exploitée comme sable rude de moulage (Braine-le-Comte, Heppignies, Acoz...).

Les sables fins du Hainaut (Obaix) sont également utilisés en métallurgie. Signalons enfin l'emploi des sables fins calcarifères comme sable de construction.

Les grès siliceux du Bruxellien sont employés comme pierres d'ornement (anciennement aussi comme ballast).

Les grès calcaireux ont de longue date, été activement exploités <sup>(1)</sup> comme moellons pour la construction, l'empierrement des routes, comme pierre à chaux et ballast (exportation vers la Hollande). On les utilise actuellement comme moellons.

La pierre de Gobertange (hameau de Melin) a fait l'objet d'exploitations souterraines très nombreuses et très anciennes dans la région de Melin, Lathuy, au nord de Jodoigne. On en retire des dalles et des pierres de petit appareil. Les gisements sont pratiquement épuisés et l'extraction est en voie de disparition totale.

Les grès ferrugineux ont aussi été exploités comme pierre de construction, surtout dans la région de Wavre, où existait encore très récemment une petite carrière en activité.

Signalons enfin que des amas de limonite ont été extraits dans la forêt de Soignes comme minerais de fer jusqu'au début du 19<sup>e</sup> siècle.

Les sables d'Aalter ne présentent aucun intérêt économique. On peut tout au plus relater l'utilisation ancienne des bancs de calcaire marneux comme amendement agricole.

#### § 4. — Le Lédien

Le Lédien forme, avec le Bartonien, le couronnement des collines du sud de la Flandre orientale, de l'Entre-Escaut-et-Dendre, et occupe une superficie assez considérable dans la partie du Brabant comprise entre la Senne et la Dyle. Il a été reconnu en sondage jusqu'à Mol. Son extension orientale dans le Brabant est limitée par la flexure de Korbeek-Loo. On le retrouve encore jusque dans la région de Nivelles mais il a été entièrement raviné entre la Senne et la Dendre, jusqu'à la hauteur de Bruxelles. Sa limite nord ouest doit passer entre Zeebrugge et Westkappelle. Son épaisseur toujours faible (4-5 m à Renaix, 7,50 m à Gand, 12 m à Malines) varie considérablement dans les collines de la région Cassel-Ypres (ravinement ou glissement).

<sup>(1)</sup> Il y avait plusieurs carrières souterraines dans les environs immédiats de Bruxelles.

La composition lithologique du Lédien est remarquablement uniforme : sable fin, doux, normalement très calcarifère et très fossilifère, granulométriquement mal classé, surtout vers la base (BIETLOT, 2). Ces sables sont parfois plus glauconifères en Flandre orientale que dans le Brabant.

On y rencontre généralement trois niveaux de concrétions calcaro-gréseuses (Flandre orientale), formant des bancs continus dans la région d'Alost et de Balegem et pouvant atteindre 40 à 50 cm d'épaisseur.

Suivant les coupes relevées par A. RUTOT [50] et M. MOURLON [44] les zones inférieures du Lédien (Laekenien) renfermeraient dans la région de Bruxelles un nombre considérable (5 à 10) de minces niveaux très irréguliers de grès calcarifères.

Le calcaire lédien (communément dénommé « grès » quoique renfermant 50 à 68 % de  $\text{CaCO}_3$ ) est riche en foraminifères. Il donne une pierre massive et tenace, souvent pétrie de *Nummulites variolarius* ou de *Ditrupa strangulata*, ou vacuolaire par suite de la présence de très nombreux moules de fossiles.

La faune du Lédien est très riche et variée. On y trouve en particulier de nombreux foraminifères (*Nummulites variolarius-Heberti*, avec prédominance de la forme mégasphérique *N. variolarius*, *Orbitolites complanata*) polypiers (*Turbinolia sulcata*), échinides (*Echinolampas affinis*, *Scutellina rotunda*), céphalopodes (*Belosepia sepioidea*, *Nautilus Lamarcki*,...) gastropodes (*Athleta bicoronata*, *Solarium Nysti*, *Cassidaria nodosa*, *Natica labellata*, *Turritella imbricataria*, *Rostellaria fissurella*,...) brachiopodes (*Terebratula Kicksi*), scaphopodes (*Ditrupa strangulata* <sup>(1)</sup>), mollusques (*Pecten plebeius*, *Meretrix laevigata*, *Miltha elegans*, *Ostrea gryphina*, *Pectunculus pulvinatus*, *Nucula lunulata*, *Anomia sublævigata*, *Pecten corneus*, *Scaphander conicus*, *Tellina rostralis*,...) des dents de poissons (*Lamna Vincenti*, *Odontaspis macrota*, *Myliobatis Dixoni*,...).

A l'état altéré, le Lédien se présente comme un sable clair, doux. Il renferme localement des zones de rubéfaction parfois assez importantes, avec formation de grès limonitiques, quelquefois associés à des zones de silicification (Renaix).

La base de cet étage est marquée par un gravillon de gros grains de quartz bien calibrés, dont l'épaisseur est extrêmement variable et peut atteindre jusque près de 1 m dans les environs de Bruxelles. Son caractère ravinant est très inégalement marqué, mais dans les endroits où il est bien accusé, on trouve en abondance des dents de squales et de raies (*Odontaspis macrota*, *Lamna vincenti*, *Ætobatis irregularis*,...), des nummulites lutétiennes roulées et localement silicifiées (*Nummulites laevigatus*, *N. laevigatus var. scaber*). Ce gravillon renferme de plus des gros galets peu roulés de silex clair à cacholong et des blocs de grès calcarifères bruxelliens percés de trous de lithophages.

L'étage laekenien de la carte géologique correspond à une zone inférieure du Lédien, formée de sables et parfois de calcaires greseux séparée du reste de cet étage, par une récurrence du gravier de base. Ce laekenien, qui atteint environ 4 m dans la région de

(1) Localement accumulés en certains lits vers la base de l'étage.

Bruxelles, ne présente aucune individualité faunistique propre et est d'ailleurs en de nombreux endroits absolument inexistant. Dans ce dernier cas, le Laekien renseigné sur la carte géologique ne correspond effectivement qu'au gravier de base du Lédien.

#### MATÉRIAUX UTILES DU LÉDIEN

Les sables lédiens décalcifiés sont recherchés et exploités en de nombreux endroits pour la construction (plafonnages).

L'extraction des calcaires gréseux lédiens a été extrêmement intensive à partir du haut moyen-âge et s'est plus ou moins maintenue jusqu'au siècle dernier dans les environs de Bruxelles, où ont existé de nombreuses exploitations souterraines. La pierre a été utilisée comme matériau de construction et comme pierre à chaux. De sérieux efforts ont été entrepris vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle pour remettre en valeur les anciens gisements de la Flandre orientale. La dernière carrière active (Bambrugge) a été abandonnée vers 1942. L'utilisation de cette pierre est d'ailleurs définitivement condamnée par suite des difficultés économiques de l'exploitation, de l'épuisement des gisements et de sa très grande sensibilité à l'altération par les fumées.

#### § 5. — Le Bartonien

La principale zone d'affleurement du Bartonien est située dans la région comprise entre Alost et Bruxelles. Elle réapparaît au sud est de Bruges où elle forme une cuesta assez faiblement marquée dans la région du « Meetjesland ». Des sondages en ont retrouvé le prolongement à Westkappelle (près de Knokke).

Des lambeaux d'argile bartonienne couronnent le sommet des collines de la Flandre où ils ont partiellement protégé les sables lédiens sous-jacents de la décalcification.

Quelques petits lambeaux peu épais de sables décalcifiés (renfermant parfois encore *Nummulites wemmelensis* et *Amusium corneum*) et d'argile sableuse se retrouvent encore à l'est et au sud est de Bruxelles.

La présence du Bartonien a été reconnue dans l'ouest de la Campine jusqu'aux environs de Bourg-Léopold (sondages de Woensdrecht, Geel, Veldhoven).

Le plus grand développement de cet étage semble être atteint au nord de la province d'Anvers. La coupe du sondage de Woensdrecht renseigne : argile d'Asse 59 m, sable de Wemmel, 11 m.

La composition du Bartonien donnée par la légende de la carte géologique ne se maintient guère en dehors de la région-type de Asse <sup>(1)</sup>. (Notons en passant que dans le bassin de Londres, le « Barton clay », se trouve également encadré entre deux facies sableux). En effet, si l'argile d'Asse se retrouve partout, il n'en est pas de même des zones sableuses, dont le développement est très inégal.

(1) Anciennement orthographié « Assche ».

Les sables wemmeliens typiques forment une masse apparemment homogène, à grain fin, très calcarifère, devenant plus glauconifère vers l'est. On ne les connaît en affleurement que dans la région située immédiatement à l'ouest et au nord ouest de Bruxelles.

Ils renferment une faune malacologique extrêmement riche, étudiée par M. GLIBERT [19]. On y compte en espèces 49 % de pélecypodes et 48 % de gastropodes mais les pélecypodes y sont en nombre prépondérant. Les caractères de cette faune indiquent un âge un peu antérieur aux couches les plus anciennes de Barton.

On peut citer parmi les espèces les plus répandues : le couple *Nummulites Orbignyi* <sup>(1)</sup> = *Nummulites Wemmeliensis* (= *N. Prestwitschi* = forme mégasphérique, prédominante). *Amusium corneum* (*Pecten corneus*), *Nuculella Nysti*, *Ostrea cubitus*, *Astarte Nysti*, *Cardita sulcata*, etc. On y trouve en outre des scaphopodes assez nombreux, des polypiers (*Eupsammia burtiniana*), des bryozoaires, des poissons.

En dehors de la région de Wommel, cette faune est souvent presque uniquement représentée par *Amusium corneum* et *Nummulites wemmeliensis*.

Le « Wemmélien » au sud et sud est de Bruxelles est formé par des sables non calcareux, parfois un peu argileux, avec intercalations de sables grossiers, renfermant des empreintes de *Nummulites wemmeliensis*. Cet ensemble, que M. LERICHE [41] désigne sous le nom de « complexe du Solbosch » représenterait un faciès plus littoral que les sables de Wommel.

L'argile d'Asse forme une masse compacte, devenant sableuse et glauconifère vers le bas pour se raccorder graduellement au sable wemmélien. Cette argile est d'autre part localement couronnée par une zone sableuse plus ou moins argileuse (Asd de la carte) bien développée dans la région de Asse et de Malines, mais qui n'a pas été rencontrée à Woensdrecht.

Un petit niveau de quartz grossier très glauconifère avec débris de coquilles (*Pecten*, *Nummulites wemmeliensis*) vient s'intercaler localement dans la zone sableuse inférieure à l'argile d'Asse.

Ce niveau, qui avait engagé les anciens auteurs à distinguer les étages asschien et wemmélien, ne serait d'après M. LERICHE qu'une récurrence du faciès littoral du Solbosch.

D'ailleurs, la faune (très pauvre) que l'on trouve dans les zones sableuses associées à l'argile d'Asse ne se différencie pas de celle des sables de Wommel.

L'épaisseur moyenne des divers faciès bartoniens recoupés par sondages dans la région de Malines vaut respectivement : Asd 13 m, Asc 6, Asb-a 2 m, We 8 m.

Dans les collines des Flandres, l'étage bartonien est généralement réduit à l'argile d'Asse, devenant plus sableuse et glauconifère vers le bas et délimitée par un mince horizon de sable glauconitique grossier, connu sous le nom de « bande noire ». La partie inférieure du bartonien devient cependant franchement sableuse en certains points des collines de la région de Bailleul et d'Ypres, et ce fait coïncide avec un ravinement très important du Lédien sous-jacent <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Anciennement désignée *Operculina Orbignyi*.

<sup>(2)</sup> A moins qu'il n'y ait eu glissement (cfr. L. D. STAMP, 59).



## MATÉRIAUX UTILES DU BARTONIEN

Les argiles bartoniennes ont été anciennement exploitées près de Asse, au sud est de Bruges et sur les collines flamandes, pour la fabrication de tuiles et de poteries et comme terre à foulon. Il existe actuellement encore une tuilerie active à Oedelem (près de Bruges).

Les sables bartoniens sont très localement exploités pour la construction et comme sable de moulage.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ASSELBERGHS, E. — Les morts-terrains de la Campine dans la région Oostham-Quaedmechelen. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XXXVI, 1926, p. 181.
2. BIETLOT, A. — Méthodes d'analyse granulométrique. Application à quelques sables éocènes belges. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LXIV, Mém. pp. 81-174, 1940-41.
3. CANU, F. et BASSLER. — Bryozoaires éocènes de la Belgique. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 39, 1929.
4. CANU, F. — Bryozoaires bartoniens du bassin franco-belge. *Bull. Soc. géol. France*, 4° s., t. XXV, 1926, pp. 741-761.
5. CASIER, E. — La faune ichtyologique de l'Yprésien de Belgique. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, t. 104, 1946.
6. CASIER, E. — Contribution à l'étude des poissons fossiles de la Belgique. XIII. Les pristides éocènes. IX. La faune des formations dites paniséliennes. *Bull. Inst. Roy. Sc. Belgique*, t. 25, n° 10, 1949, t. 26, n° 42, 1950.
7. CAMERMAN CH. — Les roches calcaires de la Belgique. *Mém. Congrès A. I. Lg.*, 1947, Section Géologie.
8. CLAEYS, E. — Sur la granulométrie des sables bruxelliens du Hainaut. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. LVI, 1947, p. 207.
9. CORIN, F. — Sur un gravier découvert dans le sable bruxellien à Mont-Saint-Guibert, t. LXIV, 1940-1941.
10. CORNET, J. — Leçons de Géologie, Bruxelles, 1927.
11. DELVAUX, E. — Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Renaix, de Avelghem. Commission de la carte géologique de Belgique, 1881.
12. DELVAUX, E. — C. R. de la Session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique à Audenaarde, Renaix, Flobecq et Tournai. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. XII, 1885-1886.
13. DEPERET, Ch. — Sur une faunule de Mammifères de l'Éocène moyen de Belgique. *Bull. Soc. géol. France*, 4° s., t. XII, 1912, p. 808.
14. DUBOIS, G. — Poissons et crustacés du gisement fossilifère éocène de Ploegsteert et observations sur ce gisement. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLV, 1920, p. 176.
15. FEUGUEUR, L. — Sur l'Yprésien des bassins français et belge et l'âge des sables d'Aalter. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. LX, 1951, p. 216.
16. FORIR, H. — Bibliographie des étages laekien-lédien-wemmélien-asschien-tongrien-rupélien et bolderien (1869-1900). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Mém. in-4°, 1901, pp. 227-681.
17. FOURMARIER, P. — Vue d'ensemble sur la géologie de la Belgique. *Ann. Soc. géol. Belgique*, Mém. in-4°, n° 40, 1933.
18. GLIBERT, M. — Note sur les madréporaires du Bruxellien de Nil-St-Vincent et de Nederokkerzeel. *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, t. VI, n° 20, 1930.
19. GLIBERT, M. — Faune malacologique du Wemmélien. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 78, 1936, n° 85, 1938.
20. GLIBERT, M. — Monographie de la faune malacologique du Bruxellien. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 53, 1953.
21. GULINCK, M. — Over oude natuurlijke bouwmaterialen in Laag en Midden België. *Technisch Wetensch. Tdschr.*, 18° Jg, 1949.
22. GULINCK, M. — Une coupe dans le Panisélien inférieur en Flandre Orientale. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. LXII, 1952, p. 273.
23. HACQUAERT, A. — De overgang van Ieperiaan tot Lutetiaan te Aalter (Kanaal). *Nat. Wet. Tdschr.*, 21 Jg, 1939, p. 323.
24. HALET, F. — Le sondage de Woensdrecht. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XXVII, 1913, pp. 169-176.
25. HALET, F. — Un relèvement exceptionnel de l'Yprésien aux environs de Corbeek-Loo. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XLII, 1932, p. 185.
26. HALET, F. — Sur un niveau à *Nummulites planulatus* du Mont Panisel. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XLIX, 1935, p. 323.
27. HALET, F., LEJEUNE DE SCHIERVEL, Ch. — Etude géologique avec coupe à travers la vallée de la Senne. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XIX, 1905, p. 365.
28. DE HEINZELIN, J., I. DE MAGNÉE. — Le sable bruxellien. *Mém. Congrès A. I. Lg.*, 1947, Section Géologie.
29. LEDOUX, A. — Etudes sur les roches cohérentes du Tertiaire belge. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. XXXVIII, 1910-1911, pp. M 143-187.

30. LEGRAND, R. — Le Bruxellien du Bois de la Houssière à Braine-le-Comte. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. LIV, 1945, p. 91.
31. LERICHE, M. — Les poissons éocènes de la Belgique. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 11, 1905.
32. LERICHE, M. — L'Éocène des bassins parisien et belge (Livret guide de la réunion extr. de la Soc. Géol. de France). *Bull. Soc. géol. France*, 4<sup>e</sup> s., t. XII, 1912, p. 712.
33. LERICHE, M. — Monographie géologique des collines de la Flandre française et de la province belge de la Flandre occidentale. *Mém. Carte géol. détaillée de la France*, Paris, 1922.
34. LERICHE, M. — Les terrains tertiaires de la Belgique. Congrès géologique international, XIII<sup>e</sup> Session, Belgique, 1922.
35. LERICHE, M. — Les gisements de *Nummulites lævigatus* BRUG. dans le bassin belge. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XXXII, 1922, p. 93.
36. LERICHE, M. — Quelques observations nouvelles sur la géologie de l'Entre-Escaut-et-Dendre, au nord des collines de Renaix (Pays de Sottegem). *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XXXVI, 1926, p. 129.
37. LERICHE, M. — Sur des fossiles recueillis, aux environs de Courtrai, dans l'argile désignée sous le symbole P<sub>1m</sub> (Panisélien inférieur), etc... *Bull. Soc. belge Géologie*, t. 37, 1927, p. 72.
38. LERICHE, M. — L'Yprésien dans le pays compris entre la Sambre et la Meuse. *Bull. Acad. Roy. de Belgique, Cl. des Sc.*, 5<sup>e</sup> série, t. XXII, 1936, p. 1245.
39. LERICHE, M. — Les sables d'Aeltre. Leur place dans la classification des assises éocènes du bassin anglo-franco-belge. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLII, 1937, p. 96.
40. LERICHE, M. — C. R. de la Session extraordinaire de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société Géologique de Belgique, dans le Nord et l'Est de l'Ile de France. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LXII, 1938-1939, pp. 550-655.
41. LERICHE, M. — Les couches de base du Bartonien dans le bassin belge. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. LII, 1943, p. 104.
42. LERICHE, M. — Les poissons tertiaires de la Belgique. Supplément (Mém. posthume). *Mém. Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique*, t. n° 118, 1951.
43. MOURLON, M. — Géologie de la Belgique, 1880.
44. MOURLON, M. — Texte explicatif du Levé géologique de la planchette d'Uccle. *Service géologique de Belgique*, 1910.
45. MEEUWIS, A. — Over de Structuur van het Brusseliaan, het Lediaan, het Tongeriaan en het Rupeliaan in en rond Brabant, *Nat. Wet. Tdschr.*, 29<sup>e</sup> Jg., 1947, blz. 87
46. ORTLIEB, J., CHELLONEIX, E. — Etude géologique des collines tertiaires du Département du Nord, comparées à celles de la Belgique. *Mém. Soc. Sciences, Agric. et Arts de Lille*, 3<sup>e</sup> s., vol. VIII, 1870.
47. PANNEKOEK, A. J. — Outline of the geologic history of the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw. Special Issue (Third world Petroleum Congress)*, 1951, p. 201.
48. PASTIELS, A. — Contribution à l'étude des microfossiles de l'Éocène belge. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 109, 1948.
49. RUTOT, A., VINCENT, G. — Coup d'œil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. VI, 1878-1879, p. 104.
50. RUTOT, A. — Explication de la feuille de Bruxelles. *Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, Service de la carte Géologique, 1883.
51. RUTOT, A. — Explication des feuilles de Roulers, de Thourout, de Wacken, *Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, Service de la carte Géologique, 1885.
52. RUTOT, A. — Sur l'âge du grès de Fayat. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. I, 1887, pp. 42-48.
53. RUTOT, A. — A propos de l'étage lédien. Coup d'œil rétrospectif sur les progrès de la géologie des environs de Bruxelles. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. II, 1888, pp. 109-121.
54. RUTOT, A. — Constitution géologique des collines d'Hekelgem et d'Esschene entre Assche et Alost. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. IV, 1890, pp. 33-58.
55. RUTOT, A. — C. R. des excursions de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie dans le Hainaut et aux environs de Bruxelles. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XVII, 1903, pp. M 383-499.
56. RUTOT, A. — Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Meldert. *Service géologique de Belgique*, 1910.
57. STAINIER, X. — Le Bruxellien de Chaumont-Gistoux et les grès ferrugineux du Bruxellien. *Ann. Soc. Sc. de Bruxelles*, t. XLIII, 1923, p. 125.
58. STAINIER, X. — Le Panisélien ligniteux de Gand. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XL, 1930, p. 14.
59. STAMP, L. D. — Note sur la géologie du Mont Aigu et du Mont Kemmel. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLIV, 1919, pp. 115-126.
60. STAMP, L. D. — On the Beds at the base of the Ypresian (London clay) in the Anglo-Franco-Belgian Basin. *Proc. Geol. Assoc.*, Vol. XXXII, Pt 2, 1921, p. 57.
61. STOCKMANS, F., WILLIÈRE, Y. — Palmoxyloons paniséliens de Belgique. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 100, 1943.

62. STOCKMANS, F. — Végétaux éocènes des environs de Bruxelles. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 76, 1936.
  63. VAN DEN BROECK, E. — Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels, etc... *Mém. Cour. et Mém. Sav. Etr. Acad. Roy. de Belgique*, 1880, t. XLIV.
  64. VINCENT, G. — Note sur les dépôts paniséliens d'Anderlecht. *Ann. Soc. Roy. Malacol. Belgique*, t. IX, 1874, pp. 69-82.
  65. WRIGLEY, A., DAVIS, A. G. — The occurrence of *Nummulites planulatus* in England, with a Revised Correlation of the Strata Containing it. *Proc. Geol. Assoc.*, Vol. XLVIII, Pt. 2, 1937, p. 203.
  66. CONSEIL GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. — Légende stratigraphique générale de la carte géologique détaillée de la Belgique (Edition de 1927).
  67. SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. — Archives de la carte géologique de Belgique.
-

