

## LES SABLES TERTIAIRES DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE CONDRUSIEN<sup>1-2</sup>

par

J. SOYER<sup>3</sup>

(2 figures et 1 tableau)

**RESUME.**- L'Entre-Sambre-et-Meuse condrusien possède des sables qui peuvent être groupés en 6 provinces sédimentaires, sur base de critères minéralogiques et granulométriques.

On distingue principalement :

- les sables marins de Nalinnes, glauconieux, feldspathiques, avec 15 à 40 0/o de paramétamorphiques, dont  $12 \pm 5$  0/o de staurotide dans le cortège des minéraux lourds et, parmi les phyllosilicates, 70 à 90 0/o de montmorillonite et pas de kaolinite;
- les sables marins d'Oret, non glauconieux, pas ou très peu feldspathiques, avec 15 à 45 0/o de paramétamorphiques, dont  $18 \pm 6$  0/o de disthène, et 80 à 100 0/o de kaolinite;
- les sables fluviatiles de Bioul, pas ou très peu feldspathiques, très riches en ubiquistes (79 à 95 0/o) avec illite et/ou kaolinite dominante.

A Oret, des arguments micropaléontologiques semblent indiquer que la dernière transgression marine importante sur la région s'est effectuée à l'Oligocène inférieur.

Du matériel ligniteux de Bioul et de Waulsort a livré une flore qui, selon M. SCHULER et C. SITTLER, se rattacherait respectivement au Miocène inférieur et au Mio-Pliocène.

**ABSTRACT.**- The sands of the Entre-Sambre-et-Meuse can be divided into 6 sedimentary provinces on the basis of the mineralogy and the granulometry. Most important are :

- the glauconitic and felspathic marine sands of Nalinnes, which have 15 to 40 0/o of heavy minerals of metamorphic origin (with  $12 \pm 5$  0/o stauroite); in the clay fraction, one finds 70 to 90 0/o montmorillonite but no kaolinite.
- the non-glauconitic, very slightly or non-felspathic marine sands of Oret, with 15 to 45 0/o parametamorphic heavy minerals ( $18 \pm 6$  0/o kyanite); the clay fraction contains 80 to 100 0/o of kaolinite.
- the slightly felspathic or non-felspathic fluviatile sands of Bioul, which are very rich in the common heavy minerals (75 to 95 0/o) and with illite and/or kaolinite dominant among the clay minerals.

The micropalaeontological evidence at Oret seems to indicate that the latest important marine transgression across the region took place in the Lower Oligocene.

The lignitic material from Bioul and Waulsort has yielded a flora which SITTLER and SCHULER regard, respectively, as Lower Miocene and Mio-Pliocene.

### INTRODUCTION

La région située entre l'Eau d'Heure à l'ouest, la crête de Philippeville au sud, la Meuse à l'est et la Sambre au nord, comprend un nombre important de dépôts sableux qui ont été rapportés à l'Eocène et à l'Oligocène par les auteurs des feuilles correspondantes au 1:40.000 et au 1:160.000 de la carte géologique de Belgique.

Des repères stratigraphiques sûrs sont fournis par les faunes marines des sables landéniens et bruxelliens de Nalinnes (BRIART, 1888, 1890; G. VINCENT, 1894; KAASCHIETER, 1961; BLONDEAU, 1965).

Par contre, l'absence d'arguments paléontologiques ainsi que la discontinuité des dépôts rendaient problématique l'interprétation des placages sableux situés au centre et à l'est de la région.

1 *Communication présentée et manuscrit déposé le 6 décembre 1977.*

2 *Feu le Professeur P. MACAR a relu le texte, nous rendons un reconnaissant hommage à sa mémoire.*

3 *Département de Géographie Université Nationale du Zaïre B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.*

Tableau 1.- Provinces sédimentaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse condrusien

Province	1	2	3	4	5	6
Localité-type	NALINNES	ORET	FLORENNES-VODECEE	BIOUL	FOSSE	---
Age	Eocène	Oligocène	(Non déterminé)	Mio-Pliocène	Oligocène et Mio-Pliocène	(Dépôts résiduels postpaléozoïques)
Origine	Marine	Marine	Marine	Fluviatile, lacustre, palustre	Marine et remaniement	Continentale
Dépôts	CHATELET-La Sarte, PRESLES, ACOZ, NALINNES-Bruyères, -Chapelle, -Monts, MARBAIX, SOMZEE, THY-LE-CHATEAU, GOURDINNE	MALONNE-Cabacat, FLOREFFE-St-Hérilbert, -Bois-du-Duc, ARBRE-Trialot, St-CERARD-Maison, ORET-Delbar, -Mahieux, -Caroret, FLORENNES-sud	BIESMERE, FLAVION, ROSEE, FLORENNES-VODECEE	BIOUL-Rouchat, -Fme Gerlin, -Mont, HAUT-LE-HASTIA, WURNANT, WEILLEN, ONHAYE-Pasek, -Sambre-et-Dyle-nord, -E.C.T.P., -Sambre-et-Dyle-sud, WAULSORT-Freyr	LE ROUX, FOSSE-Noël, -Codot, FLOREFFE-Dolomie, WEPION-N.D.-au-Bois, -Spinettes	VILLERS-POTERIE, COUGNIES, FROMIEE, HANZINNE, HANZINELLE, MORIALME-est, -Reman, St-AUBIN, FLORENNES-nord, CORENNE, HEMPTINNE, ROSEE et LESVE, BOIS-DE-VILLERS
GRANULOMETRIE						
dimension	sable moyen et fin; mode entre 0,340 et 0,160 mm (1,55 à 2,65 phi); pas de silt, peu d'argile	sable fin et très fin; mode entre 0,145 et 0,095 mm (2,80 à 3,40 phi); pas de silt, % d'argile variable	sable fin et très fin % silt et argile variables	sable moyen à très fin silt et argile présents	sable fin et très fin, quelquefois plus grossier peu ou pas de silt, % argile variable	sable fin et très fin silt et argile abondants
Qdphi de la distribution totale	variable; entre 0,25 à 1,25 : bien à moyennement classé	entre 0,12 et 0,25 : très bien classé	très variable	variable; entre 0,25 et 3,17 : bien à mal classé	inférieur à 0,40 : très bien à bien classé	non déterminé
$\sigma$ (INMAN) de la fraction sableuse ramenée à 100 %	variable; inférieur à 1,00 : très bien à modérément classé	inférieur à 0,25 : très bien classé	inférieur à 0,50 : très bien à bien classé	inférieur à 0,70 : très bien classé à modérément bien classé	inférieur à 0,50 : très bien à bien classé	---
MINÉRAUX LÉGERS (§)						
Glauconie	toujours présente; de moins de 1 % à plus de 90 %; % plus élevé dans F que dans M	absente	Présente; moins de 1 %	absente	absente	absente
Feldspaths	M : 1 à 5 % ; max. 10 % F : 5 à 20 % ; max. 22 %	absents ou moins de 1 %	M : 5 à 10 % ; max. 12 % F : 20 à 25 % ; max. 44 %	absents ou moins de 1 %	absents ou moins de 1 %	M : 15 à 25 % ; max. 28 % F : 20 à 30 % ; max. 37 %
Micas bruns	parfois présents ; M : quelques % F : moins de 1 %	absents	absents	parfois présents; quelques %	absents	parfois présents; quelques %
Muscovite	moins de 1 %	moins de 1 %	moins de 1 %	moins de 5 %	moins de 1 %	M : 1 à 15 % F : 1 à 5 %
MINÉRAUX LOURDS						
Ubiquistes	54 à 83 %	46 à 76 %	très abondants	79 à 95 %	abondants	100 % ou presque
Paramétamorphiques	15 à 40 %	15 à 45 %	toujours présents; % faible	2 à 7 %	% variable	absents
Paramétamorphique dominant (§§)	staurotide : 12 % ± 5	disthène : 18 % ± 6	---	staurotide : 5 % ± 4	---	absent
Autres paramétamorphiques (§§)	andalousite : 6,5 % ± 2,5 disthène : 5 % ± 4	staurotide : 9 % ± 3	---	disthène : 2 % ± 1,5	---	absents
PHYLLOSILICATES	pas de kaolinite; montmorillonite dominante (70-90 %)	kaolinite dominante (80-100 %)	---	illite et/ou kaolinite dominante (90-100 %) (§§§)	uniquement kaolinite et/ou illite (§§§)	---

- (§) 1) les pourcentages de glauconie sont indiqués par rapport au total des minéraux légers.  
2) les pourcentages de feldspaths, de micas bruns et de muscovite sont indiqués par rapport aux minéraux légers, glauconie exclue.  
3) les 2 fractions analysées quantitativement sont la fraction moyenne (M) de 0,105 à 0,125 mm (3,25 à 3,00 phi) et la fraction fine (F) de 0,055 à 0,075 (4,18 à 3,74 phi) ou de 0,065 à 0,075 mm (3,95 à 3,74 phi).

- (§§) les résultats sont exprimés par la moyenne des pourcentages observés, plus ou moins l'écart-type (les valeurs sont arrondies).  
(§§§) l'échantillonnage est extrêmement limité dans cette province.

L'utilisation conjointe de l'analyse granulométrique et de l'étude des minéraux légers (densité inférieure à 2,89), des minéraux lourds et des phyllosilicates a permis de définir 6 provinces sédimentaires. Grâce à la palynologie, certains repères paléogéographiques nouveaux ont pu être fixés.

Dans l'attente d'une publication plus étendue, le présent article résume les principales conclusions d'une thèse (J. SOYER, 1972) consacrée aux caractères des provinces sédimentaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse condrusien et à leur signification paléogéographique.

Les analyses sédimentologiques ont porté sur 72 dépôts; 228 échantillons ont été soumis au tamisage à sec et 92 d'entre eux à la balance de sédimentation. La détermination des minéraux légers a été effectuée sur 2 fractions du matériel (une fraction moyenne, notée M, et une fraction fine, notée F). Le comptage des miné-

raux lourds transparents a porté généralement sur 250 à 300 grains de la fraction sableuse globale.

En ce qui concerne les argiles, 142 analyses diffractométriques ont été réalisées au laboratoire de minéralogie de l'Université de Liège; J. THOREZ a dépouillé les diffractogrammes et formulé quantitativement leurs résultats.

Les déterminations et les interprétations palynologiques ont été faites par M. SCHULER et C. SITTLER de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

### LES PROVINCES SEDIMENTAIRES

Le tableau synoptique I récapitule les caractères les plus importants qui ont permis de regrouper les sables étudiés en six provinces sédimentaires principales dont l'extension minimale est représentée sur la fig. 1.

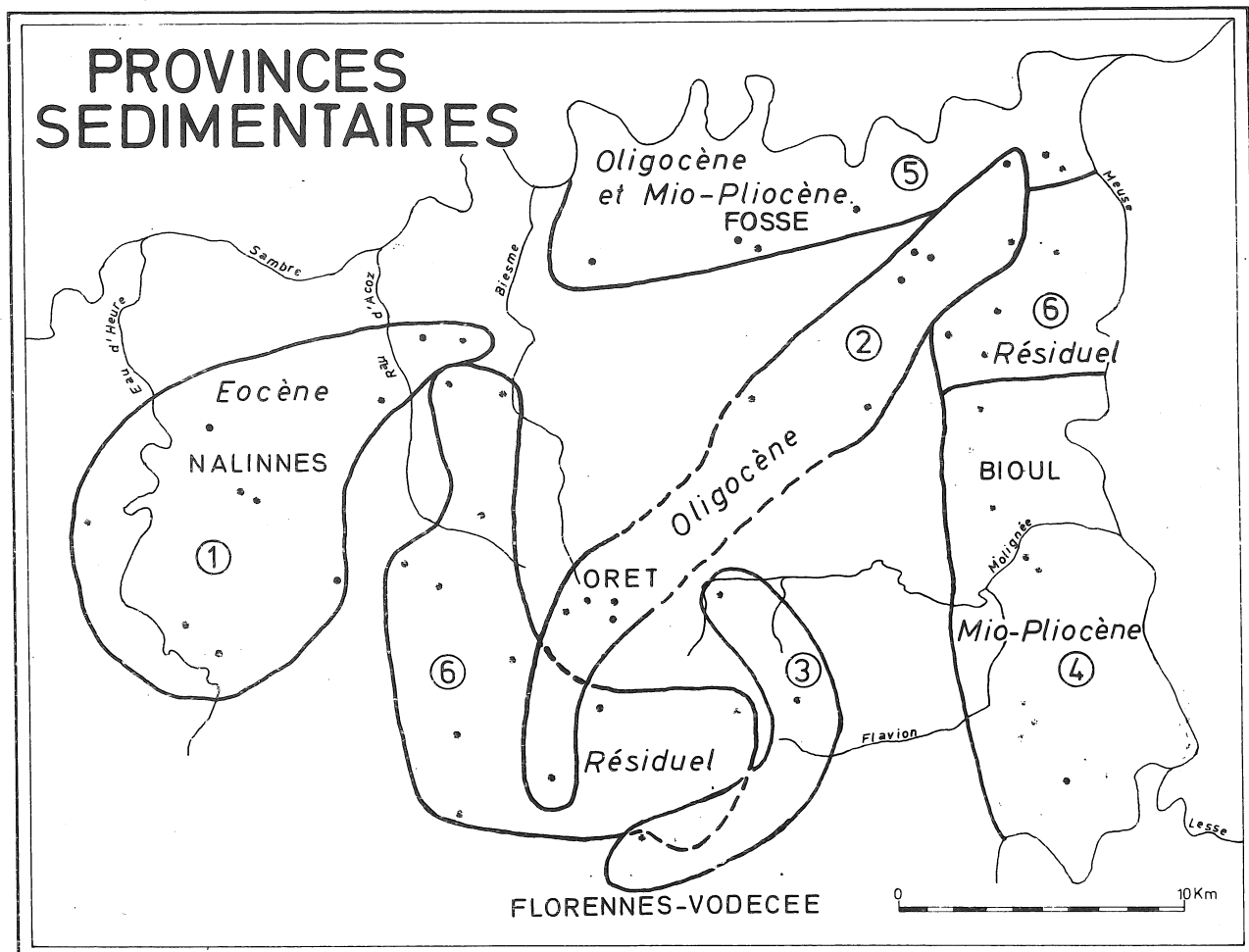


Figure 1

### PROVINCE 1. Sables marins éocènes de Nalinnes

La province 1 groupe les dépôts sableux du plateau de Nalinnes, prolongés vers l'est par les dépôts de Chatelet-La-Sarte et de Presles.

Les sables ont un mode compris entre 0,340 et 0,160 mm. Ils sont bien à moyennement classés et possèdent fréquemment un excès de grains grossiers par rapport à une distribution normale. La glauconie est toujours présente et parfois même abondante, surtout dans les fractions fines des sédiments. On sait que ce minéral se forme généralement dans un milieu marin sublittoral (CLOUD, 1955; MILLOT, 1965; PORRENGA, 1967), ce qui confirme les arguments concernant l'origine des sables fournis par la granulométrie.

Les sables de la province 1 contiennent de 5 à 20 % de feldspaths dans les fractions fines. De plus, la composition des phyllosilicates est caractérisée par la dominance de montmorillonite (70-90 %) et l'absence remarquable de kaolinite.

Le cortège des minéraux lourds est constitué essentiellement d'ubiquistes (54 à 83 %) et de paramorphiques (15 à 40 %) où la staurotide ( $12 \pm 5$  %) est significativement dominante.

DE BREUCK (1959, 1964) avait déjà défini dans l'Eocène du sud de la Belgique cette association, appelée D, composée d'un important groupe de paramorphiques avec une andalousite très pléochroïque, presque pas de grenat et rarement de l'épidote. D'après LARUELLE (1955), la source ultime des paramorphiques dans le Tertiaire de la Belgique serait vraisemblablement armoricaine.

Des critères paléontologiques ont permis de rattacher les sables du plateau de Nalinnes à l'Eocène inférieur et moyen (DUMONT, 1879; MOURLON, 1884; BRIART, 1888, 1890; G. VINCENT, 1894; LERICHE, 1936; KAASCHIETER, 1961; BLONDEAU, 1965).

Il faut noter que ni les caractères granulométriques ni la composition minéralogique des sables ou des argiles ne permettent de distinguer les sédiments marins landéniens (Nalinnes), yprésiens (Peissant) ou bruxelliens (Nalinnes).

Cette similitude des sables marins éocènes s'explique par le remaniement probable à chaque transgression des matériaux déposés antérieurement dans un environnement paléogéographique (shelf peu profond) assez semblable.

### PROVINCE 2. Sables marins oligocènes d'Oret

Cette province groupe des dépôts alignés du nord-ouest au sud-ouest de la région depuis Malonne-Cabacat

et Floreffe-St-Héribert jusqu'à Florennes.

Les dépôts de Floreffe-St-Héribert et de Floreffe-Bois-du-Duc reposent sur l'Eodévonnien; celui d'Arbre-Trialot repose sur le Houiller. Par contre, les autres dépôts de la province sont conservés dans des poches de dissolution du calcaire carbonifère.

Les sables fins à très fins sont toujours très bien classés avec des Qdphi entre 0,12 et 0,25. Le mode des sables oscille entre des limites étroites au sein d'un même dépôt. En outre, le mode ne varie pas considérablement entre les dépôts.

Les caractères granulométriques semblent refléter, comme l'avait déjà noté DEVOGHEL (1961, p. 86) à propos des dépôts de Floreffe Bois-du-Duc et d'Arbre-Trialot, un milieu de "côte basse où l'énergie faible mais constante des vagues brasse et trie les sédiments et les répartit en entités de mieux en mieux calibrées".

Le caractère marin des sables est d'ailleurs démontré, d'après GULINCK (1963, 1966), par la présence de terriers d'Ophiomorpha, observés notamment à Oret.

Contrairement aux sables marins de Nalinnes, les sables de la province 2 ne contiennent pas de feldspaths ou extrêmement peu (moins de 1 %).

En outre, la teneur en muscovite y est très faible, inférieure à 1 %, bien que certains de ces dépôts aient été décrits parfois comme sables "micacés". Cette dénomination s'explique toutefois par la pauvreté minéralogique des sables, qui se composent presque exclusivement de quartz; parmi les minéraux accessoires, les micas sont en effet macroscopiquement les plus apparents.

L'association des minéraux lourds de ces sables révèle une importante influence allochtone. Les paramorphiques représentent en effet 15 à 45 % des minéraux lourds, avec le disthène dominant ( $18 \pm 6$  %), suivi de la staurotide ( $9 \pm 3$  %).

La fraction argileuse des sables de la province 2 est composée de 80 à 100 % de kaolinite. Celle-ci a vraisemblablement plusieurs origines: une partie serait héritée, dans un faciès dont elle indiquerait précisément le caractère côtier (DUNOYER de SEGONZAC, 1970), une partie serait pédogénétique, soit par infiltration à partir des horizons supérieurs, soit plus fréquemment par kaolinisation des minéraux altérables (surtout les feldspaths) in situ.

Les sables de la province 2 présentent incontestablement de grandes analogies avec les sables de Boncelles, dont l'excellent classement et la constance du grain moyen ont été soulignés dès 1934 par MACAR. Le caractère transgressif de la formation de Boncelles a été mis en évidence par l'étude sédimentologique du dépôt

(SIERAKOWSKI, 1970). Les minéraux lourds sont également composés pour l'essentiel d'ubiquistes et du groupe disthène-staurotide-andalousite (de MAGNEE et MACAR, 1936; TAVERNIER, 1946; SIERAKOWSKI, 1970; BUURMAN, 1972). Parmi les phyllosilicates, la kaolinite occupe aussi une place prépondérante (THOREZ, BOURGUIGNON et SIERAKOWSKI, 1971; BUURMAN, 1972).

L'opinion de VAN DEN BROECK (1888a et 1888 b), selon laquelle les sables de Floreffe-St-Héribert se rattacherait aux sables des environs de Liège, paraît donc à première vue bien fondée. Toutefois, puisqu'une distance de plus de 50 km sépare les dépôts de l'Entre-Sambre-et-Meuse de ceux de Boncelles, la corrélation devrait être confirmée par une étude des dépôts de proche en proche à travers le Condroz sensu stricto.

On sait que l'âge des sables de Boncelles a été abondamment controversé et que de sérieuses réserves ont été faites quant à l'âge chattien de la faune marine recueillie par RUTOT en 1907 (CALEMBERT, 1954, p. 511).

A Oret-Caroret, certains sondages effectués en 1952 ont révélé la présence de lignite sous du limon quaternaire et une couche homogène de plus de 20 m de fins sables kaolineux très homogènes (fig. 2) typiques de la province 2. Dans 2 échantillons du sondage I (cfr note 538 du dossier de Biesme du Service Géologique) situés respectivement à 28,5 et 30,5 m de profondeur, SCHULER et SITTLER ont observé une association pollinique caractérisée par des formes palustres majoritaires (31 à 40 o/o), comme *Tricolporopollenites megaexactus brühlensis*, *T. cingulum fusus*, *T.c. pusillus*, *T.c. oviformis* et d'autres plus rares comme les Myricacées, les Sparganiacées et les Salicacées. Par contre, les Cupulifères extrapalustres sont peu abondantes (6 à 15 o/o) ainsi que les Pinacées.

Par la présence de formes anciennes comme *Plicapollis pseudoexcelsus*, *Pentapollenites*, *Subtriporopollenites anulatus*, le spectre pollinique se rattache au Paléogène. Toutefois, un faible pourcentage de formes récentes comme *Pterocarya*, *Tricolporopollenites megaexactus brühlensis*, *Alnus*, *Nyssa* et *Porocolpollenites vestibulum* s'y ajoute. SCHULER et SITTLER concluent que les composants de cette association militent en faveur d'un âge oligocène inférieur ou moyen et d'un climat à tendance subtropicale.

Dans le même sondage, à 27 m de profondeur, c'est-à-dire à la base des sables fins micacés, le matériel gris-noirâtre constitué de sable limono-argileux contient quelques espèces de kystes de Dinophycées, notamment *Wetzeliella clathrata*, *Hystrichosphaera tertiara*, *Cordos-*

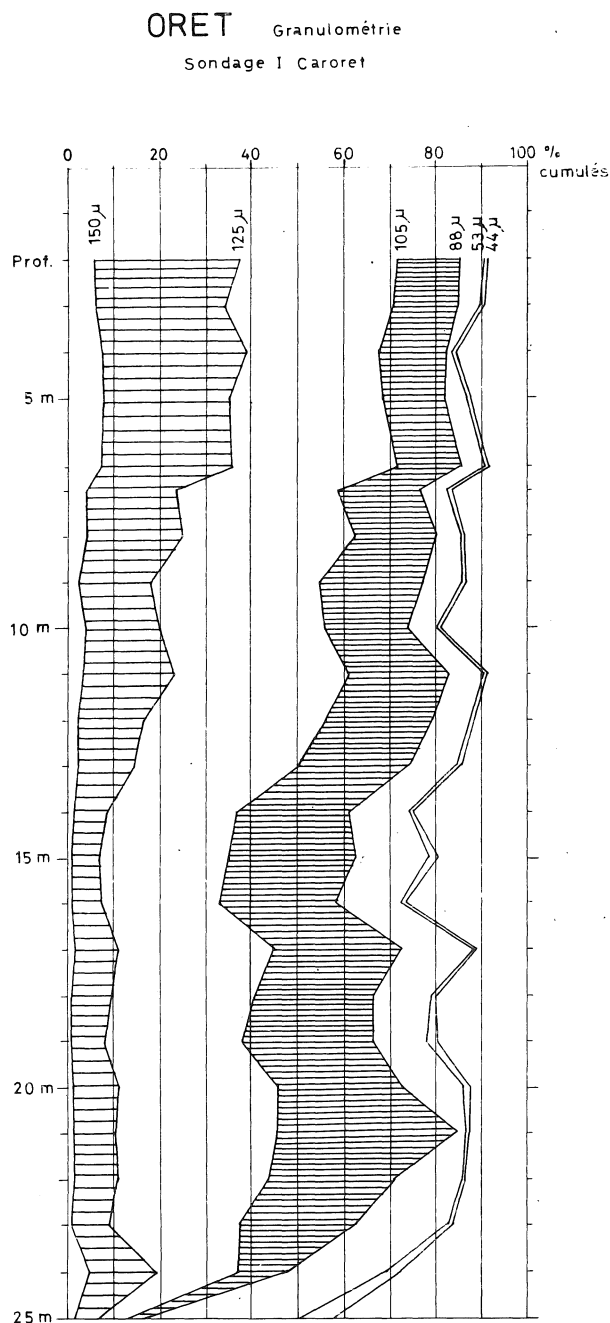


Figure 2.

*phaeridium uncinispinosum* et *Homotryblium floripes*. J. DE CONINCK (Université de Gand) qui a effectué ces déterminations conclut (communication écrite) "que ces espèces indiquent un milieu marin et que ces dépôts sont très probablement d'un âge Oligocène (inférieur) ce qui est suggéré par l'espèce *Homotryblium floripes*; cette espèce est caractéristique des dépôts de l'Oligocène inférieur".

Ainsi donc, à Oret, des témoins précieux de l'évolution paléogéographique de la région ont été conservés. Ils révèlent qu'au début de l'Oligocène, la partie centrale de l'Entre-Sambre-et-Meuse connaissait encore un environnement continental de tendance subtropicale. La région a été ensuite submergée par une grande transgression marine, qui semble s'être produite à l'Oligocène inférieur.

L'opinion de VAN DEN BROECK et RUTOT (1888) fixant au Tongrien la dernière grande transgression sur l'Entre-Sambre-et-Meuse et même, de manière plus générale, sur l'Ardenne, trouverait ainsi un appui nouveau.

#### PROVINCE 3. Sables marins de Florennes-Vodecée

Cette province regroupe quelques dépôts situés dans le centre-sud de la région.

La présence de glauconie, bien qu'en faible quantité (moins de 1 0/0), dans tous les échantillons analysés, plaide en faveur d'une origine marine.

Un apport allochtone est suggéré par la présence de paramétamorphiques dans l'association des minéraux lourds.

Toutefois l'influence du soubassement famennien semble importante dans l'apport des sables de cette province car, d'une part, la proportion des feldspaths y est assez élevée (20 à 25 0/0 dans les fractions fines) et, d'autre part, le pourcentage d'ubiquistes est très grand dans le cortège des minéraux lourds.

Toutes les analyses micropaléontologiques des sables de cette province se sont révélées décevantes. Par ailleurs, les caractères sédimentologiques ne permettent pas de les rattacher de manière sûre ni aux sables éocènes de la province 1, ni aux sables oligocènes de la province 2. Leur position stratigraphique demeure donc hypothétique.

Par contre, la découverte de placages de sables marins sur les 2 crêtes famenniennes les plus élevées de l'Entre-Sambre-et-Meuse condrusien est de nature à jeter une lumière nouvelle sur l'évolution géomorphologique de la région. La présence de lambeaux de sables facilement érodables semble indiquer que l'enlèvement de la couverture de sables marins et le dégagement des crêtes seraient relativement récents dans la partie centrale de l'Entre-Sambre-et-Meuse condrusien. C'est ainsi qu'une authentique surface d'abrasion marine serait encore localement en cours d'exhumation. Dans cette perspective, on s'explique la régularité remarquable des crêtes, qui constitue un trait caractéristique de la région.

#### PROVINCE 4. Dépôts fluviatiles palustres et lacustres mio-pliocènes de Bioul

Cette province groupe des dépôts échelonnés le long de la Meuse, d'Onhaye à Bioul et conservés tous dans des poches de dissolution du calcaire.

Le matériel est constitué surtout de sables, avec quelques lentilles de graviers roulés de caractère fluviatile, auxquels s'ajoutent des sédiments d'origine lacustre et/ou palustre.

Les caractères minéralogiques des sables suggèrent une source principalement ardennaise.

SCHULER et SITTLER situent l'association pollinique de 3 échantillons de matériel ligniteux de Bioul, par comparaison avec les associations d'Europe occidentale, entre l'Oligocène supérieur et le Miocène moyen.

A Waulsort par contre, un échantillon de lignite a livré des formes récentes typiques comme *Alnus*, *Carya*, *Liquidambar*, *Sciadopitys*, *Abies*, *Picea*, des Composées et des Chénopodiacées. Les formes caractéristiques de climat chaud sont absentes. L'association pollinique milite, selon SCHULER et SITTLER, en faveur d'un âge mio-pliocène, plus récent qu'à Bioul.

Bref, les dépôts palustres et les sables fluviatiles associés dans la province 4, se sont donc probablement déposés depuis le Miocène inférieur, et pendant une très longue période s'étalant durant tout le Mio-Pliocène.

#### PROVINCE 5. Dépôts mixtes oligo-mio-pliocènes de Fosse

La province 5 groupe des dépôts situés dans le nord de la région, depuis Le Roux jusqu'à Wépion-Spinettes.

Tous les dépôts étudiés sont conservés dans des poches de dissolution du calcaire carbonifère.

Par leurs caractères granulométriques et minéralogiques, les sables se rattachent soit aux sables marins oligocènes de la province 2, soit aux formations continentales mio-pliocènes de la province 4.

#### PROVINCE 6. Dépôts résiduels

L'hétérométrie du matériel, son mauvais classement, la proportion de silt et d'argile généralement supérieure à 25 0/0 et la présence de petits fragments de grès indiquent une origine locale très probable. Une composition minéralogique des sables semblable à celle des psammites famenniens confirme cette interprétation.

Les dépôts de cette province représentent donc des sols en place, des colluvions ou plus rarement des dépôts de ruissellement.

## CONCLUSION

L'utilisation conjointe de critères granulométriques et minéralogiques a permis de regrouper les formations post-paléozoïques de l'Entre-Sambre-et-Meuse en provinces sédimentaires.

Aucun témoin marin éocène de la province 1 n'a été trouvé à l'est de la Biesme, bien que les très nombreuses dépressions karstiques de la région aient été en principe favorables au piégeage de sédiments. Les transgressions marines de l'Eocène inférieur et moyen ne paraissent pas avoir dépassé la limite de la courbe-enveloppe actuelle de 250 m.

Les sables marins de la province 2 possèdent des caractères sédimentologiques remarquablement constants depuis Floreffe-St-Héribert jusqu'à Florennes. En se basant sur les indices micropaléontologiques découverts à Oret, il semblerait que la dernière grande transgression sur l'Entre-Sambre-et-Meuse se situerait au Tongrien. L'opinion de VAN DEN BROECK et RUTOT (1888) se trouverait ainsi confirmée.

La présence de quelques placages de sables marins de la province 3 sur les crêtes famenniennes les plus élevées montre que la surface d'abrasion marine qui a parfait le nivellement des crêtes dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, n'est pas encore complètement exhumée.

Les sédiments continentaux de la province 4 sont probablement en relation avec l'évolution d'un précurseur de la Meuse pendant le Miocène et le Pliocène. Cette opinion, déjà exprimée par DEVOGHEL (1961) au sujet de Bioul semble bien confirmée par l'étude des dépôts entre cette localité et Onhaye.

Au nord de la région, la province 5 regroupe d'une part des formations semblables aux sables marins oligocènes d'Oret et d'autre part des formations continentales apparentées aux dépôts mio-pliocènes de Bioul.

Enfin certains sables (province 6) possèdent des caractères minéralogiques et granulométriques qui montrent des relations étroites avec le soubassement paléozoïque dont ils constituent des dépôts résiduels.

## BIBLIOGRAPHIE

- BLONDEAU, A., 1965. Le Lutétien des Bassins de Paris, de Belgique et du Hampshire. Etude sédimentologique et paléontologique. Thèse Sc., Univ. Paris, 465 p.
- BRIART, A., 1888. Notice descriptive des terrains tertiaires et crétacés de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ann. Soc. Géol. Belg., 15 : 3-58.
- BRIART, A., 1890. Note sur une faune marine landénienne. Ann. Soc. Géol. Belg., 17 : 259-265.
- BUURMAN, P., 1972. Paleopedology and stratigraphy on the Condrusian peneplain (Belgium), with a reconstruction of a paleosol. Thèse Sc. Agron., Landbouwhogeschool Wageningen, 67 p.
- CALEMBERT, L., 1954. Les formations tertiaires de la Haute-Belgique, in *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, Vaillant-Carmanne, Liège, 1954 : 510-532.
- CLOUD, P.E., Jr., 1955. Physical limits of glauconite formation. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 39 : 484-493.
- DE BREUCK, W., 1959. Bijdrage tot de kennis van de sedimentpetrologie van het Tertiair in België. Thèse de doctorat (inédite), Univ. de Gent, 140 p.
- DE BREUCK, W., 1964. Diffraktogrammen van zware-mineralen-associaties in het belgische Tertiair en Kwartair. *Natuurwet. Tijdschr.*, 46 : 183-189.
- de MAGNEE, I. et MACAR, P., 1936. Données nouvelles sur les sables des Hautes-Fagnes. Ann. Soc. Géol. Belg., 59 : 263-287.
- DEVOGHEL, J., 1961. Contribution à la pétrologie des sédiments meubles aux environs de Namur. Mém. de licence (inédit), Univ. Louvain, 108 p.
- DUNOYER de SEGONZAC, G., 1970. The transformation of clay minerals during diagenesis and low-grade metamorphism : a review. *Sedimentology*, 15 : 281-346.
- GULINCK, M., 1963. Sédiments littoraux arénacés de l'Oligocène et de l'Eocène inférieur. Facies de passage aux formations continentales avec phénomènes de slumping. Dépôts lacustres oligocènes. 6<sup>ème</sup> Congrès Internat. Sédimentol. Belgique et Pays-Bas, Excursion M - N, 35 p.
- GULINCK, M., 1966. Sur le caractère marin de certains sables des poches karstiques du Condroz. Bull. Soc. Géol. Belg., Paléontol. et Hydrol., 75 : 348-349.
- KAASCHIETER, J.P.H., 1961. Foraminifera of the Eocene of Belgium. Inst. Sc. Nat. Belgique, mém. 147, 271 p.
- LARUELLE, J., 1955. Bijdrage tot de petrologie van de palaeozoische sokkel en van de residuaire deklagen in Hoog-België. *Natuurwet. Tijdschr.*, 37 : 209-228.
- LARUELLE, J., 1957. Bijdrage tot de petrologie van de palaeozoische sokkel en van de residuaire deklagen in Hoog-België. *Natuurwet. Tijdschr.*, 39 : 82-97.
- LERICHE, M., 1936. L'Yprésien dans le pays compris entre la Sambre et la Meuse. Bull. Acad. Royale Belg., cl., sc., : 1245-1258.
- MACAR, P., 1934. Analyses granulométriques de sables tertiaires des environs de Liège. Ann. Soc. Géol. Belg., 58 : 22-38.
- MILLOT, G., 1964. Géologie des argiles. Masson, Paris, 499 p.
- MOURLON, M., 1884. Sur les amas de sables et de blocs de grès disséminés à la surface des collines famenniennes dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Bull. Acad. Royale Belg., cl. sc., 7, 3<sup>ème</sup> sér. : 295-303.
- PORRENGA, D.H., 1967. Glauconite and chamosite as depth indicators in the marine environment. *Marine Geology*, 5 : 495-501.

- SIERAKOWSKI, C., 1970. Etude sédimentologique des sables tertiaires de la région de Bonnelles (Liège). Ann. Soc. Géol. Belg., 93 : 491-508.
- SOYER, J., 1972. Sédimentologie des sables tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse condrusien. Thèse de doctorat (inédiée), Univ. Louvain, 1, texte : 254 p., 2, fig., 3, annexes : 184 p.
- TAVERNIER, R., 1946. Aperçu sur la pétrologie des terrains post-paléozoïques de la Belgique, in : La géologie des terrains récents dans l'ouest de l'Europe, C.R. session extraord. des soc. belges de géol., Bruxelles, p. 69-70.
- THOREZ, J., BOURGUIGNON, P. et SIERAKOWSKI, C., 1973. Associations de minéraux argileux dans les sables tertiaires de Bonnelles (Belgique). Ann. Soc. Geol. Belg., 96 : 105-119.
- VAN DEN BROECK, E., 1893. Coup d'oeil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant. Bull. Soc. Belge Géol., 7 : 208-303.
- VAN DEN BROECK, E. et RUTOT, A., 1888a. De l'extension des sédiments tongriens sur les plateaux du Condroz et de l'Ardenne, et du rôle géologique des vallées d'effondrement dans les régions à zones calcaires de la Haute-Belgique. Bull. Soc. Belge Géol., 2 : 9-25.
- VAN DEN BROECK, E. et RUTOT, A., 1888b. Deuxième note sur la reconnaissance géologique et hydrologique des emplacements des forts de la Meuse. Bull. Soc. Belge Géol., 2 : 81-89.