

**MACRO- ET MICROFOSSILES VEGETAUX
DANS LE CONTEXTE LITHO- ET BIOSTRATIGRAPHIQUE
DU SENONIEN-PALEOCENE DE LA RIVE GAUCHE DE
LA MEUSE AU NORD DE LIEGE, BELGIQUE.**

M. Streef, H. Bick, M. Fairon-Demaret, J. Schumacker-Lambry et M. Vanguetaine
(avec la collaboration de M.J.M. Blass, J. Bouckaert, J.P.M. Meesen, J. Thorez et L. Traen)

- (1) Paléontologie, Université, 7, place du 20 Août, B-4000 LIÈGE, Belgique.
- (2) Paléontologie, Rhein. Westf. Techn. Hochschule, Willnerstrasse 2, D-51 VACHEN, R.F.A.
- (3) Service Géologique des Pays-Bas, Geologisch Bureau, Postbus 126, NL-6400 AC HEERLEN, Pays-Bas.
- (4) Service Géologique de Belgique, 13, rue Jenner, B-1040 BRUXELLES, Belgique.
- (5) Paléontologie, Katholieke Universiteit Leuven, Redingenstraat 16 bis, B-3000 LEUVEN, Belgique.
- (6) Minéralogie, Université, 7, place du 20 Août, B-4000 LIÈGE, Belgique.

M. Streef (1), H. Bick (2), M. Patron-Demaret (1), J. Schumacker-Lambry (1) et M. Vanquestaine (1) (avec la collaboration de M. J.M. Blass (3), J. Bouckaert (4-5), J.P.M. Meesen (3), J. Thorez (6) et L. Traen (5))

SOMMAIRE

INTRODUCTION

LITHOSTRATIGRAPHIE

BIOSTRATIGRAPHIE

MICROFOSSILES VEGETAUX PLANCTONIQUES

NANNOPLANCTON CALCAIRE

MACROFOSSILES VEGETAUX

SPORES ET POLLENS

BIBLIOGRAPHIE

HORS-TEXTE 1 et 2

Fig. 2
reprints de
DEROO, 1966

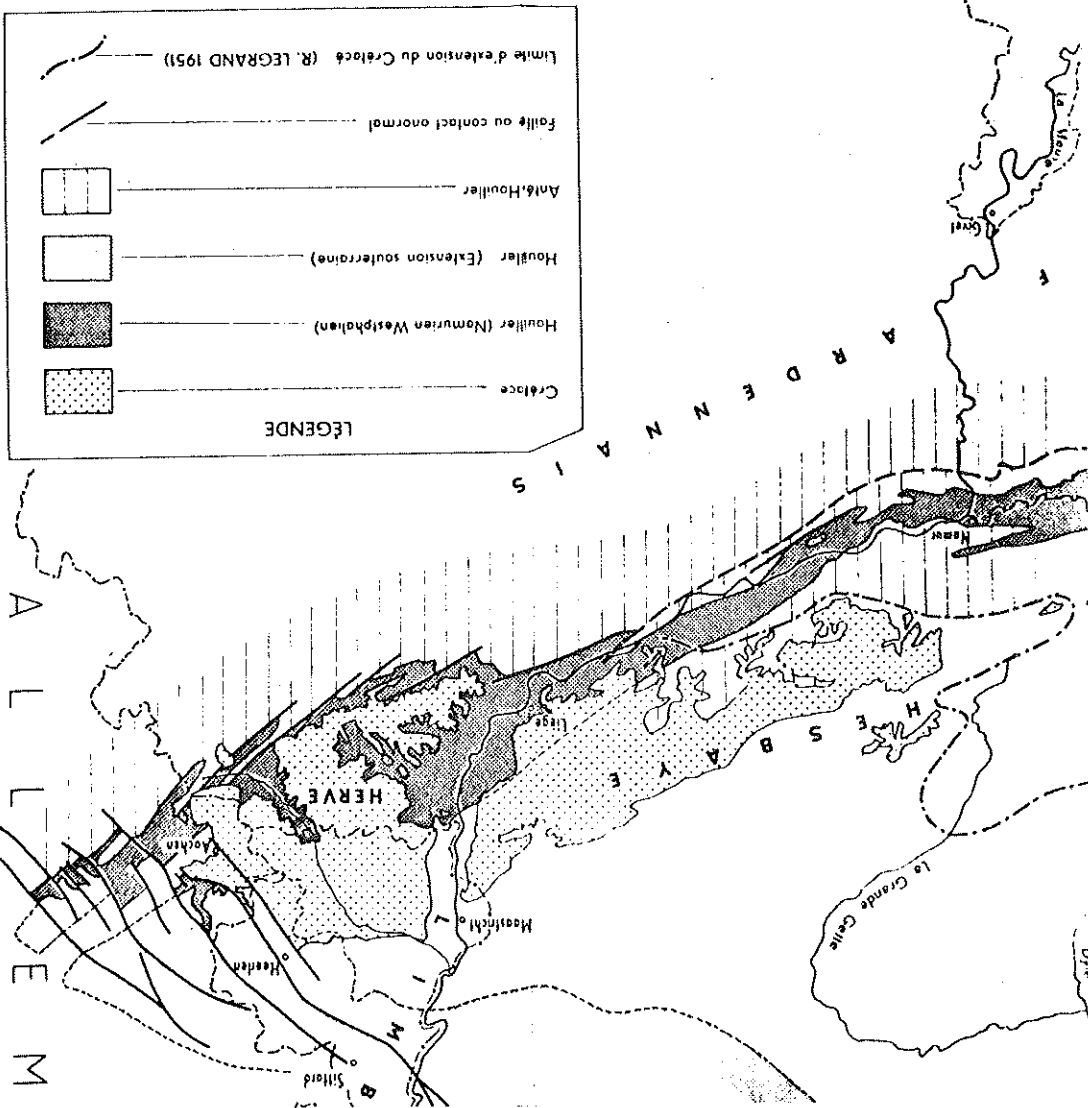
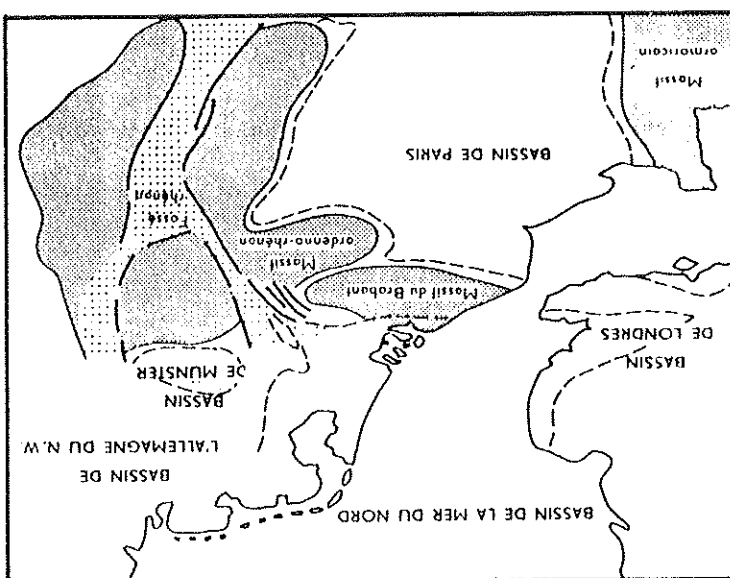


Fig. 1
reprints de
DEROO, 1966

Massifs anciens
Fossé rhénan
Fractures, failles



L'intervalle stratigraphique concerné par ce travail s'inscrit entre deux lacunes sédimentaires majeures. Dans la région de la Basse Meuse Liégeoise, du Sémonien (Crétacé supérieur) repose sur le Paléozoïque tandis que le Paléocène sus-jacent est recouvert directement de sables oligocènes.

L'intervalle sédimentaire Sémonien-Paléocène n'est pas continu. Il est fréquemment interrompu par des lacunes mineures, parfois soulignées par des horizons indurés ou "hard-grounds".

On peut l'étudier dans de nombreuses carrières qui se relayent stratigraphiquement. Cependant, certaines unités lithostratigraphiques ne sont pas connues ou ne prennent pas leur plus grand développement en affleurement. Ainsi la succession paléocène la plus complète dans cette région semble bien être (MOORKENS 1973, p. 122) celle du sondage de Maasmechelén. Ce sondage servira donc (hors-texte 1) d'épine dorsale aux corrélations stratigraphiques démontrées plus loin.

Ce travail met l'accent sur les coupes de référence choisies en Belgique, particulièrement sur la rive gauche de la Meuse au Nord de Liège. Il se propose de faire le point sur les macro- et les microfossiles végétaux en les situant dans une lithostratigraphie récemment formalisée (REIDER 1975).

Malgré de nombreuses études fondées sur diverses faunes marines, la trame biostratigraphique construite par HOFKER (1966), essentiellement à l'aide des foraminifères benthiques, reste la plus facilement utilisable et certainement la plus largement appliquée jusqu'ici. Afin d'assurer une corrélation de premier ordre entre nos nouvelles observations et cette trame biostratigraphique, J.P. MEESSEN du Service géologique des Pays-Bas a examiné du point de vue foraminifère les mêmes échantillons qui ont servi à l'étude des microfossiles végétaux. Son rapport est reproduit en annexe (MEESSEN 1977a).

Fig. 3: reprints de BLESS et al 1976
 202 et 205 = sondages de Visé

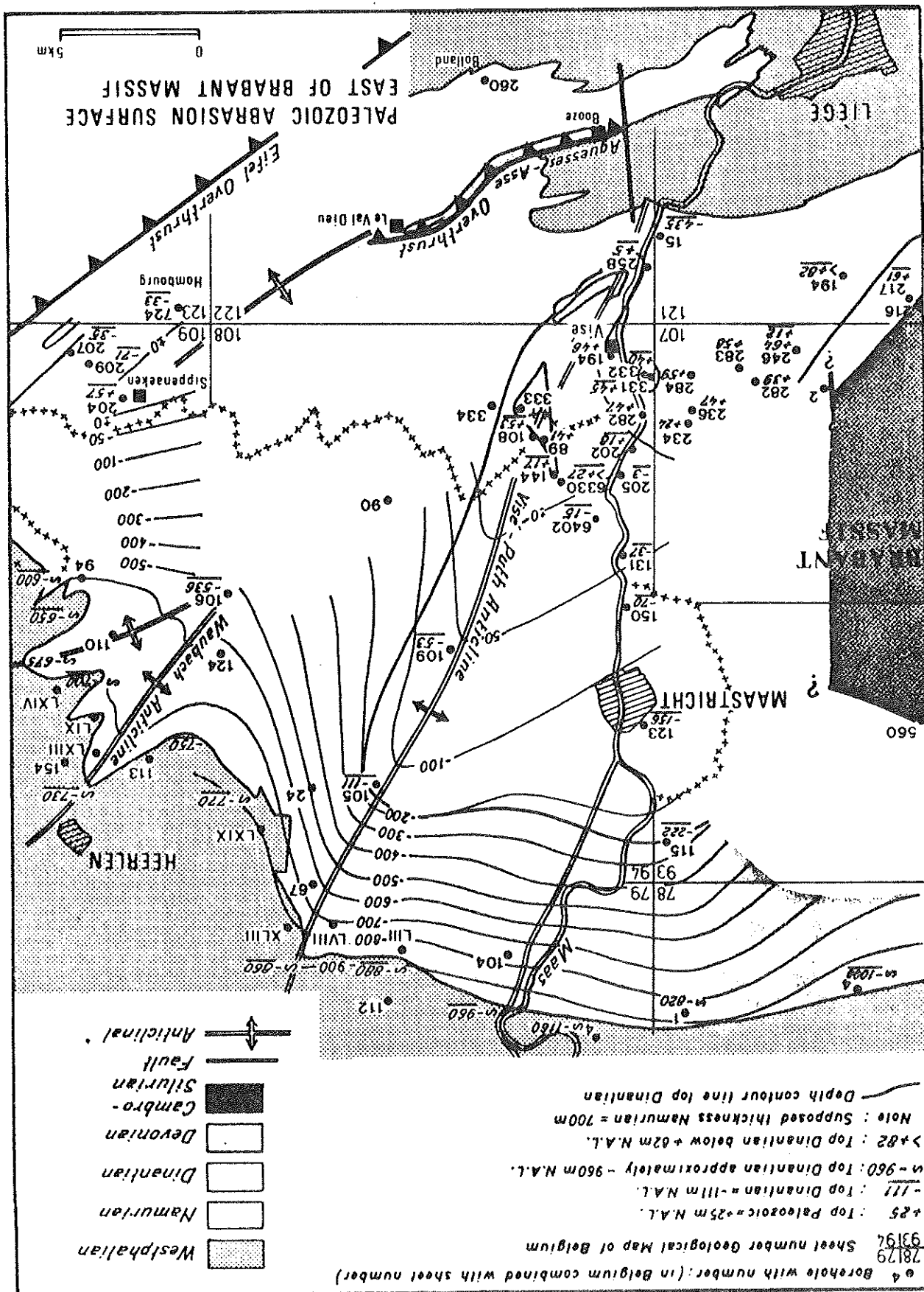
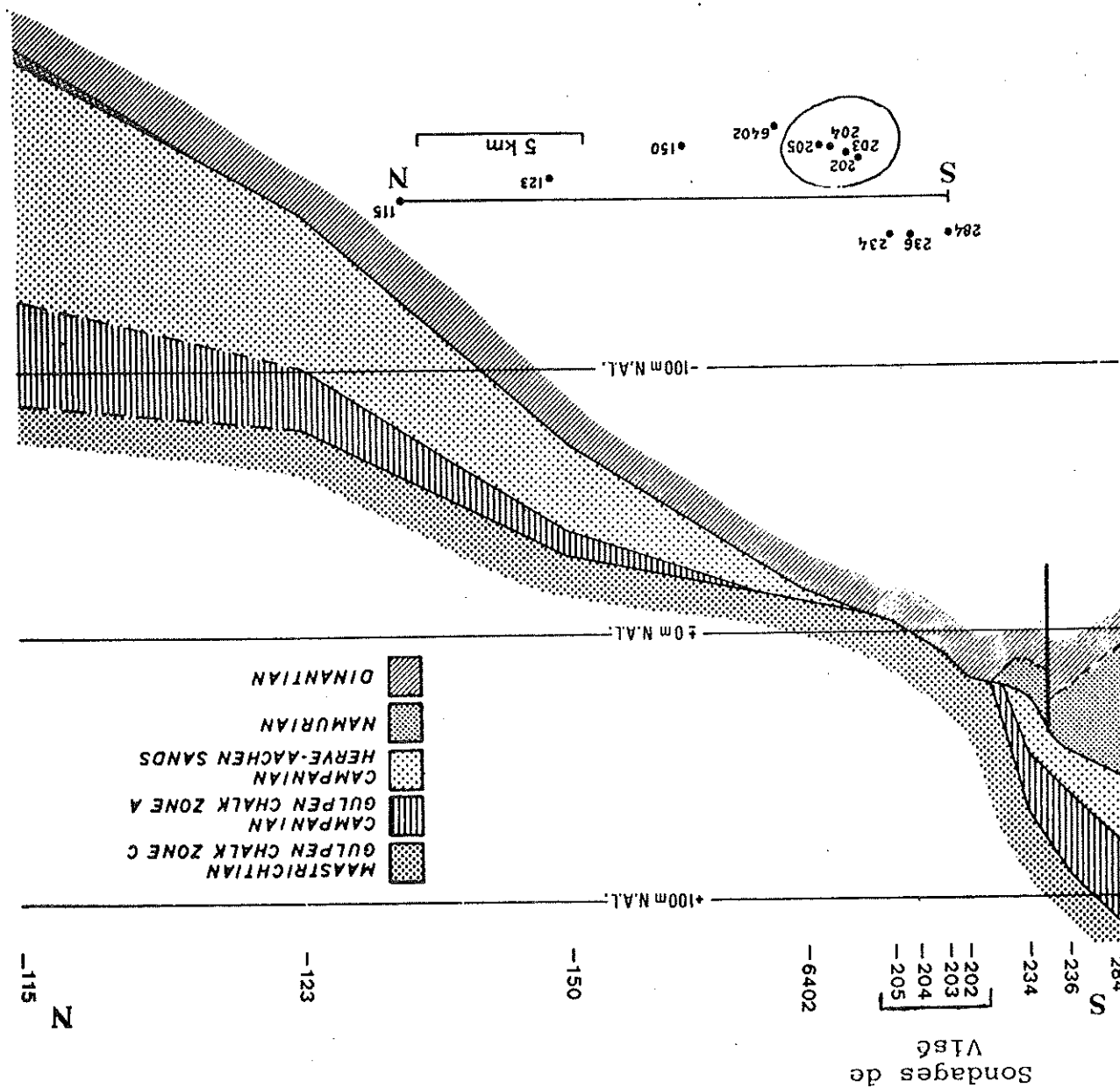
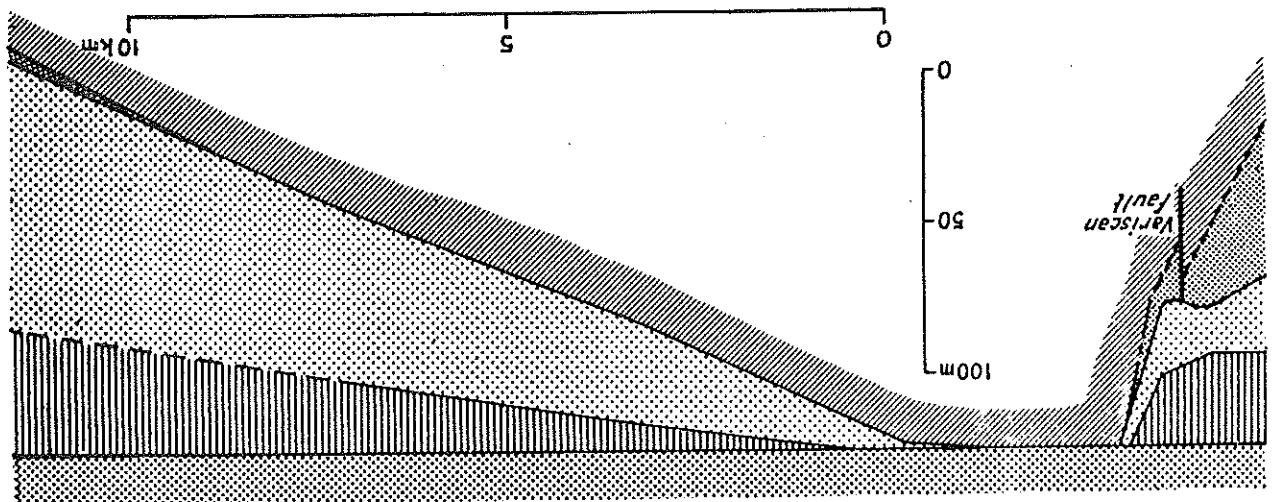


Fig. 4. North-South section through western flank of Visé-Puth Anticline. The unconformable Campanian-Maastrichtian contact is taken as datum-line in the lower half of the figure in order to show that the Visé-Puth Anticline was repeatedly uplifted as shown by unconformable Namurian-Campanian, Herve/Aachen Sands-Gulpen Chalk Zone A and Campanian-Maastrichtian contacts.





Structurellement, la région considérée est encadrée, au Sud par le Massif ardenno-rhénan, à l'ouest par le Massif du Brabant et à l'Est par un système de horsts et de grabens liés aux structures du Fossé rhénan (voir figs. 1 et 2). Au Nord s'ouvre le bassin sédimentaire de la Mer du Nord dont la configuration actuelle ne s'est vraiment amorcée qu'à l'Oligocène. A ce moment en effet un changement majeur dans l'orientation du rivage résulte d'un soulèvement de l'Ardenne. L'enfoncement de la Mer du Nord qui lui correspond se fait par une charnière Est-Ouest qui se déplace vers le Nord de telle sorte que les transgressions successives Mio-Plio-Pléistocènes seront de moins en moins importantes (GUILLENFOPS, 1963).

L'altitude actuelle des différents sédiments envisagés ici a été fortement influencée par ces relèvements du Massif paléozoïque ardennais. Cependant, à l'échelle locale, la présence d'un anticlinal à direction SSO-NNW qui affecte les roches carbonifères (Anticlinal de Visé-Puth, fig. 3) a aussi joué un rôle important.

Le profil nord-sud tracé sur le flanc ouest de cet anticlinal (fig. 4) témoigne, par les discordances angulaires qu'il montre entre les dépôts campaniens et mastrichtiens, que cet axe a été surélevé à plusieurs reprises. (Voir aussi MERTSEN 1977a, fig. 2, en annexe).

Formation de		Calcaire de Geleen		Horz. de Lutterade	Uhlenbroeck (1912)	Hofker (1966)
Formation de Houthem		Calcaire de Bunde		Horz. de Geleen	Mb	R
		Calcaire de Geulhem		Horz. de Bunde		Q
		Calcaire de Meerssen		Horz. de Vroenhoven		P
Formation de Maastricht	sup.	Calcaire de Nekum		Horz. de Gaster	Mc	N
		Calcaire d'Emael		Horz. de Kanne		M
		Calcaire de Schiepersberg		Horz. de Laumont		L
		Calcaire de Gronsveld		Horz. de Lava		K
		Calcaire de Valkenburg		Horz. de Romontbos		I
Formation de Gulpen	sup.	Calcaire de Janaye		Horz. de Schiepersberg	Mb	H
		Calcaire de Lixhe 3		Horz. de St. Pieter		G
		Calcaire de Lixhe 2		Horz. de Lichtenberg		F
		Calcaire de Lixhe 1		Horz. de Nivelles		E
		Calcaire de Vlyen		Horz. de Boirs		D
Formation de Vaals	sup.	Calcaire de Beutenaken		Horz. de Hallembaye 2	Cr3c	E
		Calcaire de Zeven Wegen		Horz. de Hallembaye 1		Cr3y
				Horz. de Lixhe (Wahlwiller)		Cr3a
Formation de Aachen	inf.	Sable d'Aachen		Horz. de Bovenste Bos)	Cr2	D
		Argile d'Hergernrath		Horz. de Froldmont		Cr3b
				Horz. de Slenaken)		A
				Horz. de Loën (Zeven Wegen)		A
				Horz. de Raren		A'
				Horz. de Schampelheide		
				Horz. de Hergernrath	Cr1	

Fig. 5

LITHOSTRATIGRAPHIE.

La plupart des informations lithostratigraphiques

commentées plus loin (Formation de Aachen à Formation de

Houthem) sont reprises de FELDER 1974 et 1976 (fig. 5). Celles

qui concernent les autres unités lithostratigraphiques ter-

tiaires font appel principalement aux descriptions de

GULINCK (1968 et descriptions de sondages, inédit), bien qu'el-
les aient été formalisées par MOORKENS (1973).

Formation d'Aachen.

Cette formation semble n'atteindre la rive gauche

de la Meuse qu'au nord de l'autoroute B 39 où elle a été

identifiée dans les mines d'Eltsden (voir hors-texte 1).

Il s'agit d'une unité complexe constituée principa-

lement de sables dans la région type d'Aachen (RFA), mais

qui comprend, dans sa partie la plus inférieure, des inter-

calations de sables argileux et silteux et d'argiles sableu-

ses et silteuses. L'épaisseur varie de moins d'1 mètre à

environ 60 mètres. Dans la région type, elle est subdivisée

en deux parties :

- Le sable d'Aachen dont le type est situé dans la carrière

Käskorb, commune de Neu-Moresnet, en Belgique.

- L'argile d'Hergerath dont le type est situé dans l'an-

cienne carrière Schampelheide, commune d'Hergerath, en

Belgique.

La limite inférieure de la formation est constituée

par le contact avec le Paléozoïque.

Formation de Vaals.

Une unité qui dans la région type de Vaals (région

des 3 frontières) consiste essentiellement en sables fins

marins jaunes à gris-vert, contenant de la glauconie, alter-

nant avec des sables silteux et argileux.

Fig. 7. Bio- et Lithostratigraphie du Campanien inférieur de la région de Aachen-Limbourg hollandais (rive droite de la Meuse) d'après ALBERS (1974), etc..

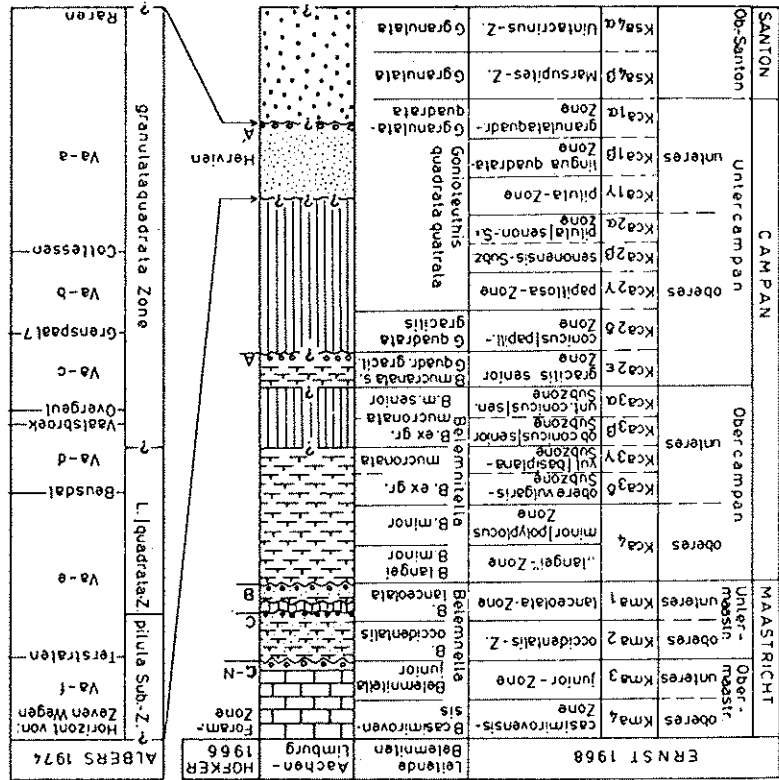
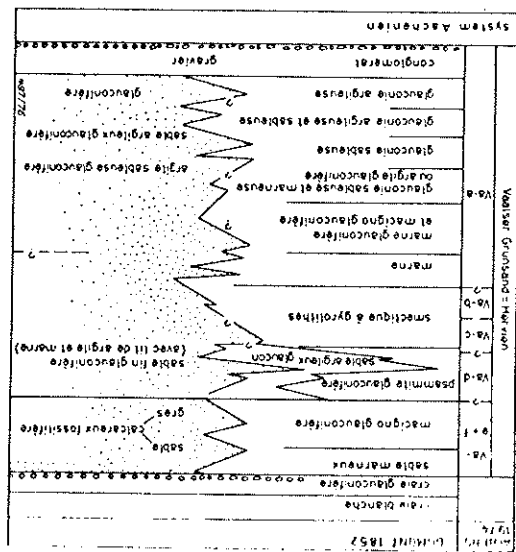


Fig. 6. Corrélations entre les lithostratigraphies de DUMONT (1852) et d'ALBERS, d'après ALBERS (1974)



L'épaisseur varie de 1 mètre à environ

150 mètres. Dans la région type, ALBERS (1974) distin-

gue 6 sous-unités. Une d'elles, le sable de Beusdal (Va-e)

a sa coupe-type située sur la route Sippenacken-Deuven, à

l'est du château de Beusdal, en Belgique. ALBERS (op.cit.)

situe ces sous-unités par rapport à celles décrites par

DUMONT (1852), dans son "Système Hervien", en particulier

dans le profil de Montzen-Am Knip, en Belgique (voir figs 6 et 7).

La limite inférieure de la formation est constituée

par la base des sables de Karen (horizon de Karen).

Les subdivisions introduites par ALBERS (op.cit.)

ne peuvent être observées au-delà d'une ligne parallèle

à la Meuse mais située à 10 km environ à l'est de celle-ci.

Au-delà de cette ligne, les langues sableuses cèdent la

place à un faciès plus silteux et plus argileux (Smectite

de Herve) qui est particulièrement bien connu (fig.8) à l'ouest de

la Meuse (JUNGELS, 1968; THOREZ & MONJOIE, 1974). Ce matériau

y est marneux, de teintes verte, gris-vert, gris foncé,

avec une fraction carbonatée qui varie en moyenne entre 20

et 35 %. Il contient des assemblages de minéraux argileux

variés où dominent soit des illites soit des minéraux de la

famille des Smectites. Chlorite et/ou Kaolinite apparaissent

localement ou de manière accessoire.

Formation de Gulpen (fig. 10).

Une unité constituée de calcaires marins tendres,

de couleur claire, à grains fins. Sur la rive droite de la

Meuse, en particulier aux Pays-Bas, des glauconites appars-

sent dans la partie supérieure où les silex sont présents

partout. Dans la partie inférieure il y a quelques calcaires

riches en glauconite et même des couches très riches ne sont

pas rares. Les silex par contre sont peu nombreux.

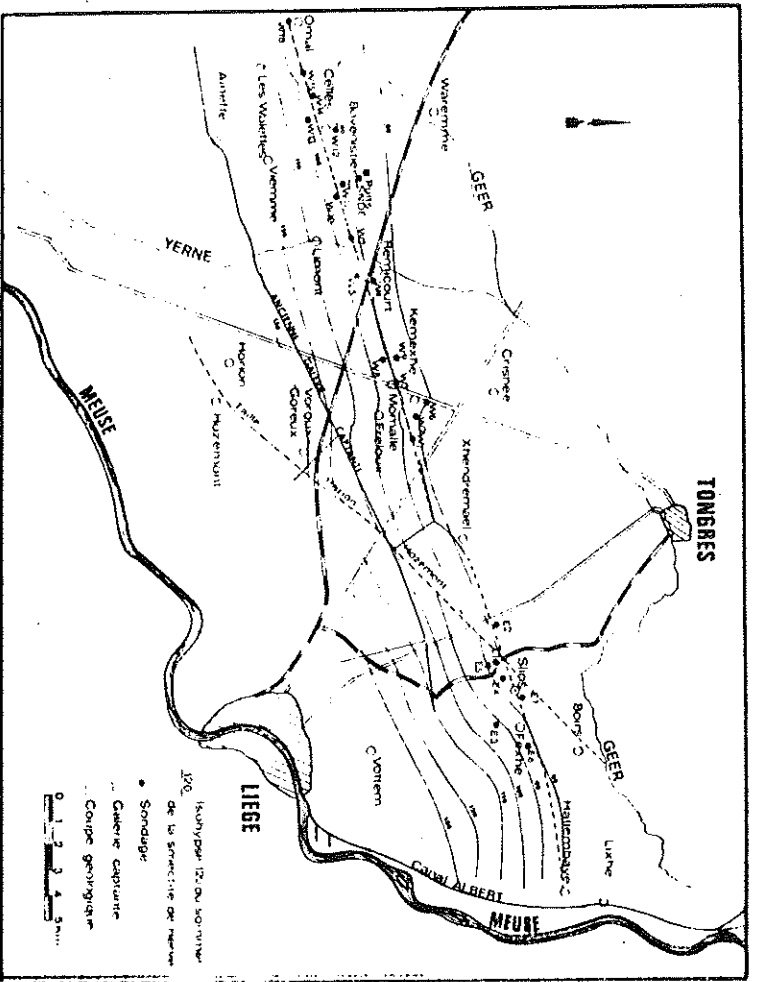


Fig. 8a Localisation géographique et isohypses du sommet de la Smeectite de Herse.

repris de THOREZ et MONJOIE, 1974

repris de VANGUESTAÏNE, 1966

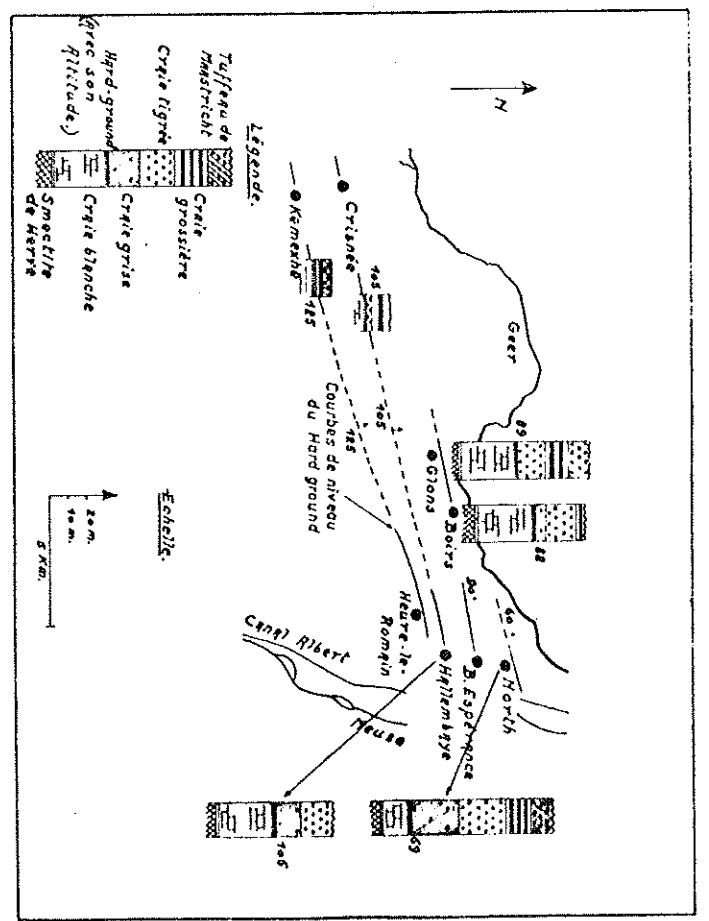


Fig. 8b

Raccords lithologiques entre quelques coupes et sondages dans le Crétacé des vallées de la Meuse et du Geer. (D'après M.L. CALEMBERT, 1953 à 1958.)

repris de VANGUESTAÏNE, 1966

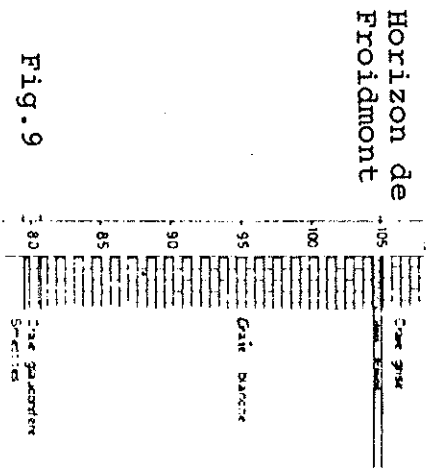
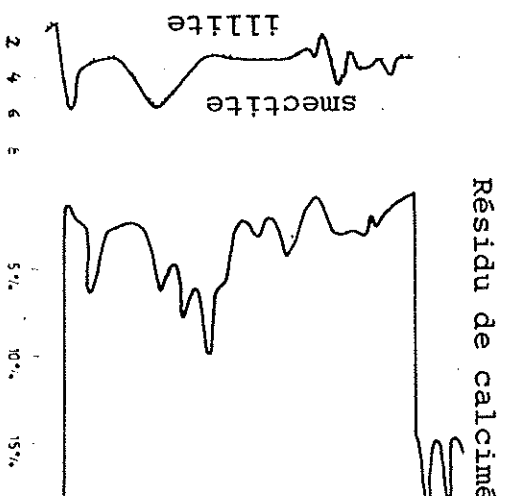


Fig. 9



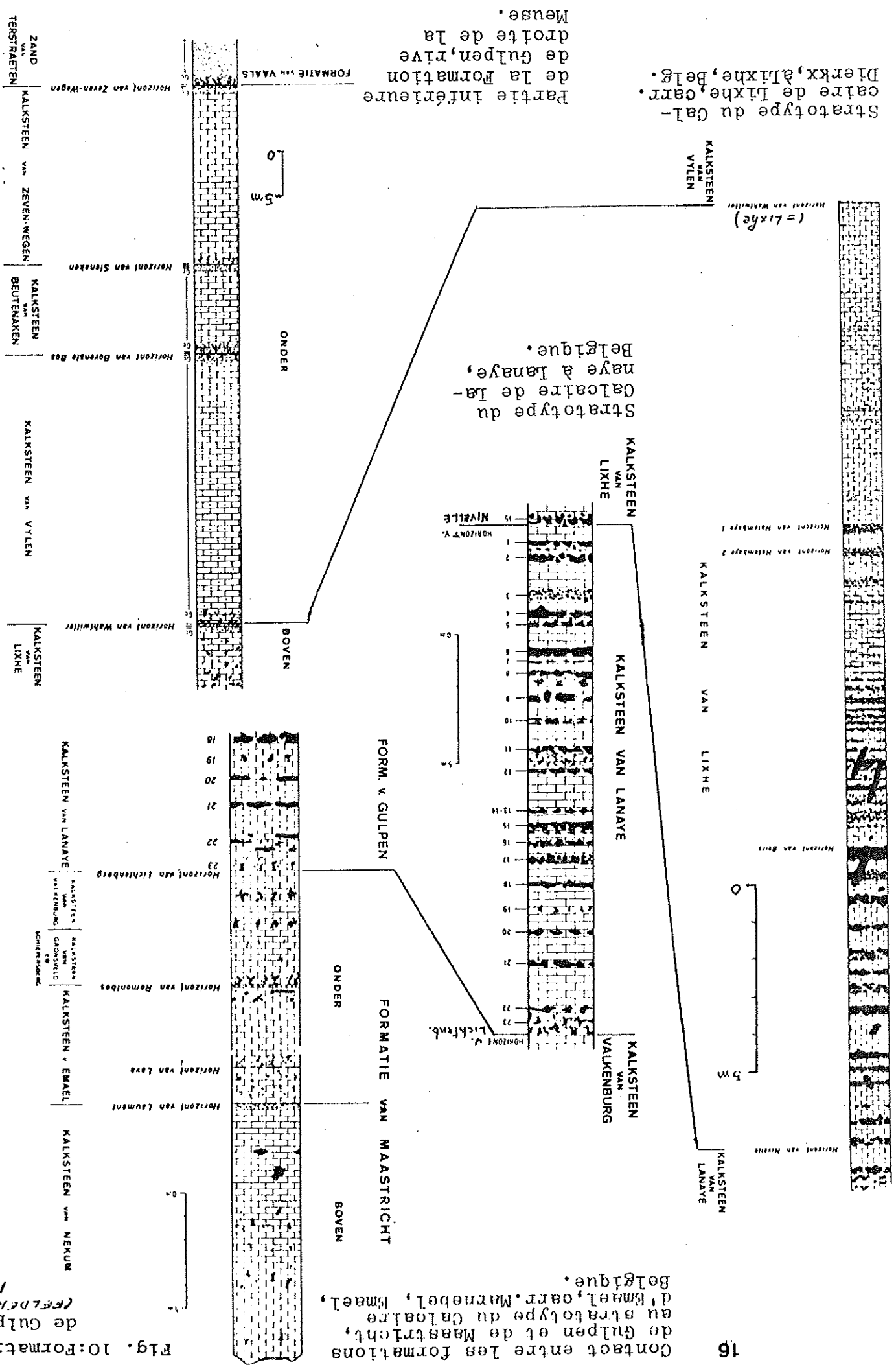
repris de THOREZ et MONJOIE, 1974

L'épaisseur de la Formation de Gulpen varie de moins de 1 mètre à environ 175 mètres. Cette formation est subdivisée en 5 sous-unités : 3 dans la partie inférieure, 2 dans la partie supérieure. Ces sous-unités peuvent être identifiées par des horizons particuliers qui les délimitent. Ces horizons correspondent généralement à des zones plouturbées au sommet d'une couche suivie par un calcaire glauconifère à la base de la suivante.

Les trois sous-unités inférieures ont leur type aux Pays-Bas, à proximité de la frontière allemande. Ailleurs, et en particulier sur la rive gauche de la Meuse, on ne peut les identifier toutes les trois. Leur épaisseur est variable et leurs lacunes éventuelles correspondent à des lacunes dans la zonation biostratigraphique comme nous le verrons dans le chapitre suivant. La plus inférieure, le Calcaire de Zeven Weggen, souligné par l'horizon du même nom, sur la rive droite, correspond à l'unité appelée "craie blanche" (GILIARD 1926; CALLEMBERT 1953) soulignée par l'horizon de Lohén, sur la rive gauche. La couche moyenne n'est pas représentée sur la rive gauche. La troisième sous-unité, celle du Calcaire de Vylen, et l'horizon de Bovenste Bos qui la délimite à sa base, correspond à l'unité appelée "craie grise" (GILIARD, op.cit.; CALLEMBERT, op.cit.) soulignée par un "hardground" affectant le sommet de la craie blanche et dénommée horizon de Froidmont. "Craie blanche" et "Craie grise" se différencient par leur teneur respective en argile et en CaCO_3 (Voir fig. 9). Par "hardground" on entend ici un horizon particulier de calcaire dur nettement délimité au sommet et présentant des plouturbations. La limite nette témoigne d'une lacune de sédimentation. L'extension latérale du "hardground" de Froidmont a été étudiée par CALLEMBERT (1953). Le "hardground" correspond au type II défini par VOIGT (1959). Il avait été décrit par LERICHE (1927).

Contact entre les formations de Gulpen et de Maastricht, au stratotype du Calcaire d'Emael, carr. Marnobel, Emael, Belgique.

Fig. 10: Formation de Gulpen (Feldner 1915)



Stratotype du Calcaire de Lixhe, carr. Dierck, Lixhe, Belg.

Partie inférieure de la Formation de Gulpen, rive droite de la Meuse.

Les deux sous-unités supérieures ont leur type sur la rive gauche de la Meuse, en Belgique. Le Calcaire de Lixhe, dans la carrière Dierckx, à Lixhe. Il est souligné par l'horizon de Lixhe qui correspond à l'horizon de Wahwiller sur la rive droite de la Meuse. Cet horizon de silex, le premier relativement continu, annonce la "Crête tigrée" (GALMBERT 1956).

Le Calcaire de Lixhe contient une quinzaine d'horizons de silex repères dont les deux horizons jumelés d'Hallembaye et l'horizon très épais (environ 1/2 mètre) de Boirs. FEJDER (1975) a reconnu, sur la rive gauche de la Meuse et en particulier dans la vallée du Geer (voir exemple fig. 11) de nombreux horizons de silex qu'il a corrélé entre eux, de carrière à carrière.

Le Calcaire de Lanaye est défini sur le versant ouest du Canal Albert, au nord du pont sur ce canal, à Lanaye. Il est souligné par l'horizon de Nivelle constitué d'une couche de silex suivie d'un calcaire épais de 60 à 90 cm. Le Calcaire de Lanaye contient 23 horizons de silex, repères. On y observe le passage de la "crête tigrée" à la "crête grossière" (GALMBERT 1956).

La base de la formation de Gulpen repose en général sur la zone bloturbée qui affecte partout le sommet de la formation de Vaals et correspond à la base du calcaire glauconieux qui surmonte cette zone. C'est l'horizon de Lohm.

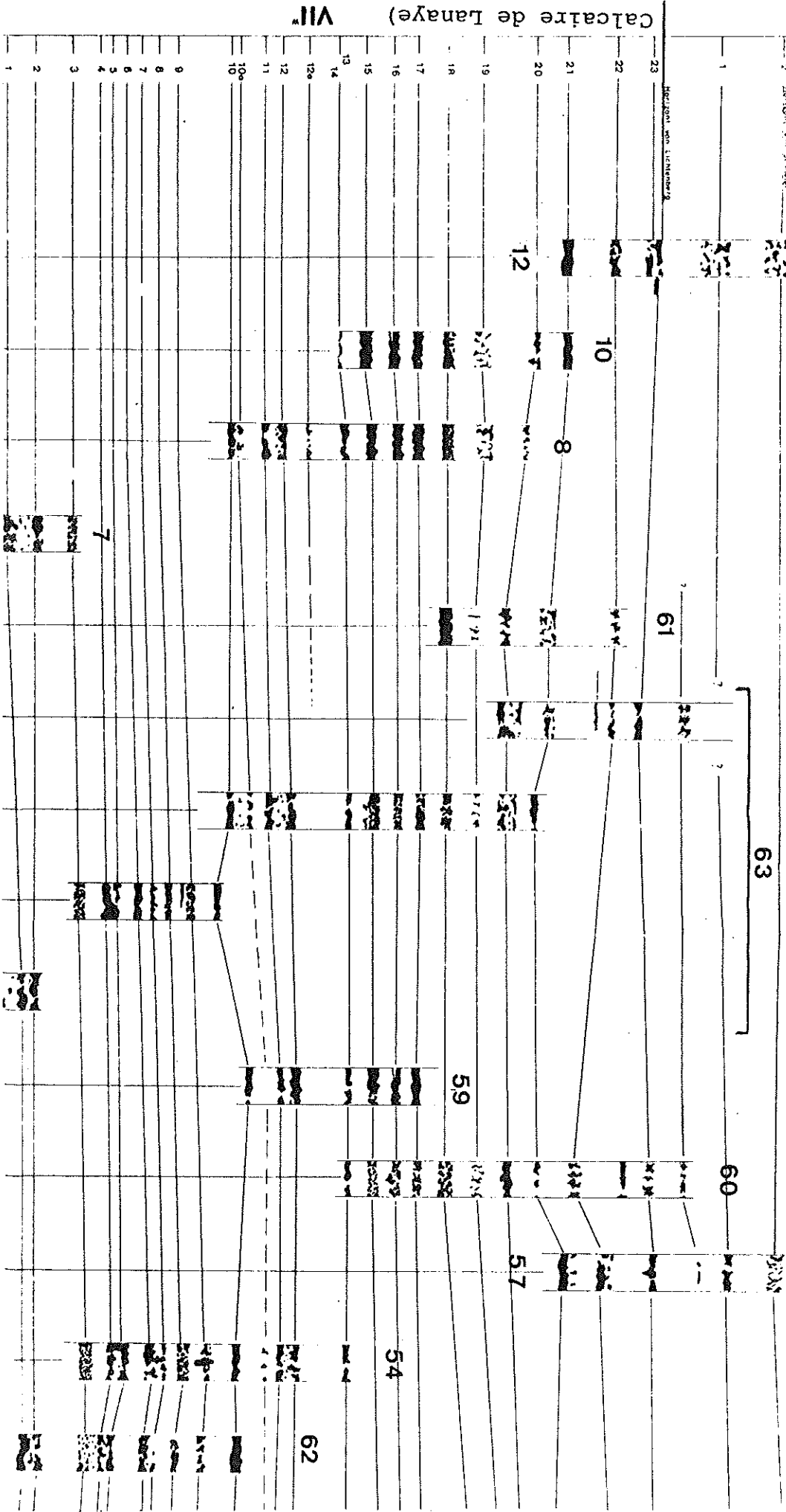
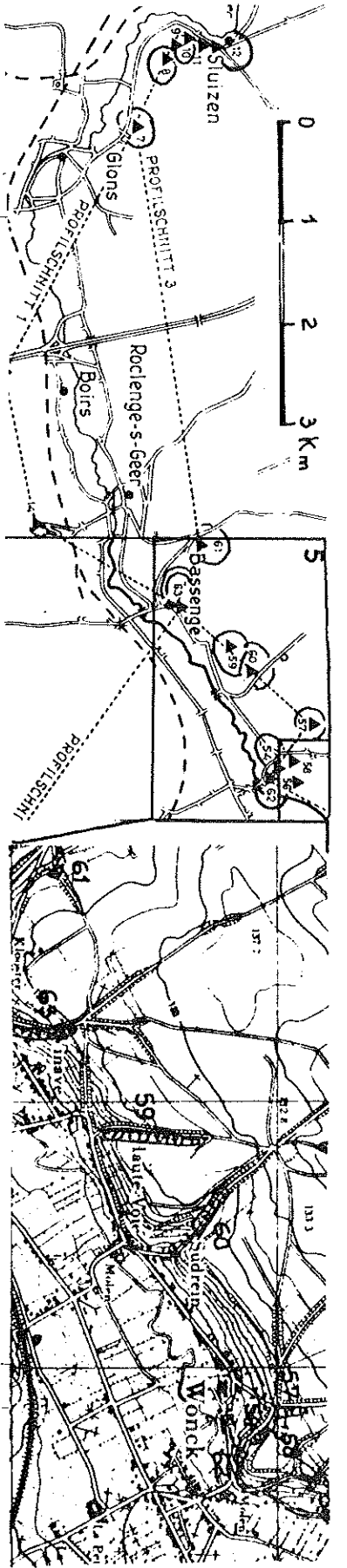


Fig. 11: reprints de FELDER 1975

Une unité constituée de calcaires marins tendres clairs à gris-clair, à grains fins à grossiers et d'une alternance de couches de calcaires durs et tendres. Dans la partie inférieure se présentent de nombreux silex gris-clair à brun gris. Dans la partie supérieure, les silex font défaut ou sont limités à quelques rares tubercules. Dans la partie la plus élevée (Calcaire de Meersem) se présentent de nombreux horizons indurés et des couches et lentilles de débris de fossiles.

Dans la partie orientale de la province du sud-

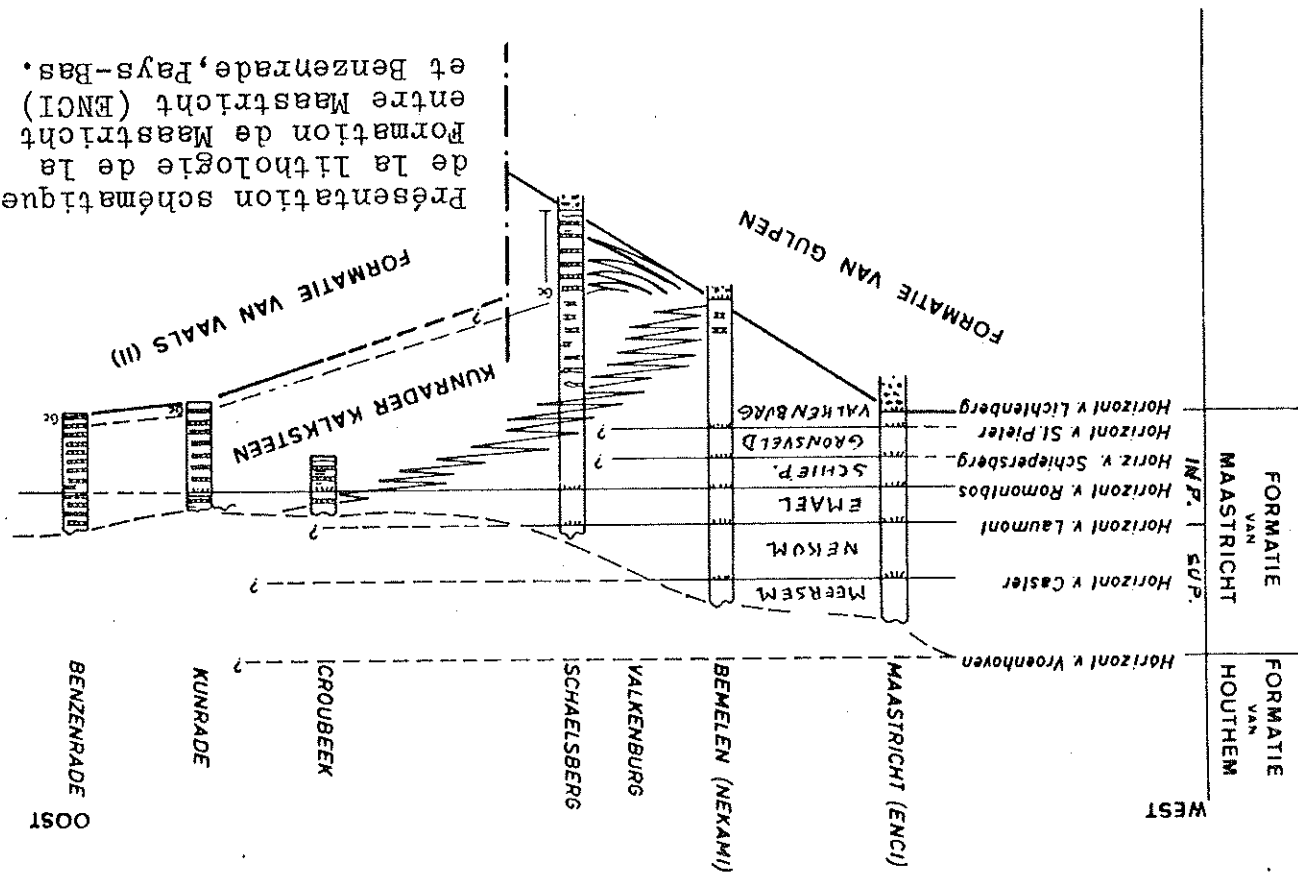
Limbourg, aux Pays-Bas, l'ensemble de la formation se présente différemment sous un faciès uniforme de calcaire dur et tendre. C'est le calcaire de Kunrade (voir fig. 12).

L'épaisseur de la formation varie d'environ 45 mètres à environ 90 mètres.

La formation de Maastricht est subdivisée, en plus

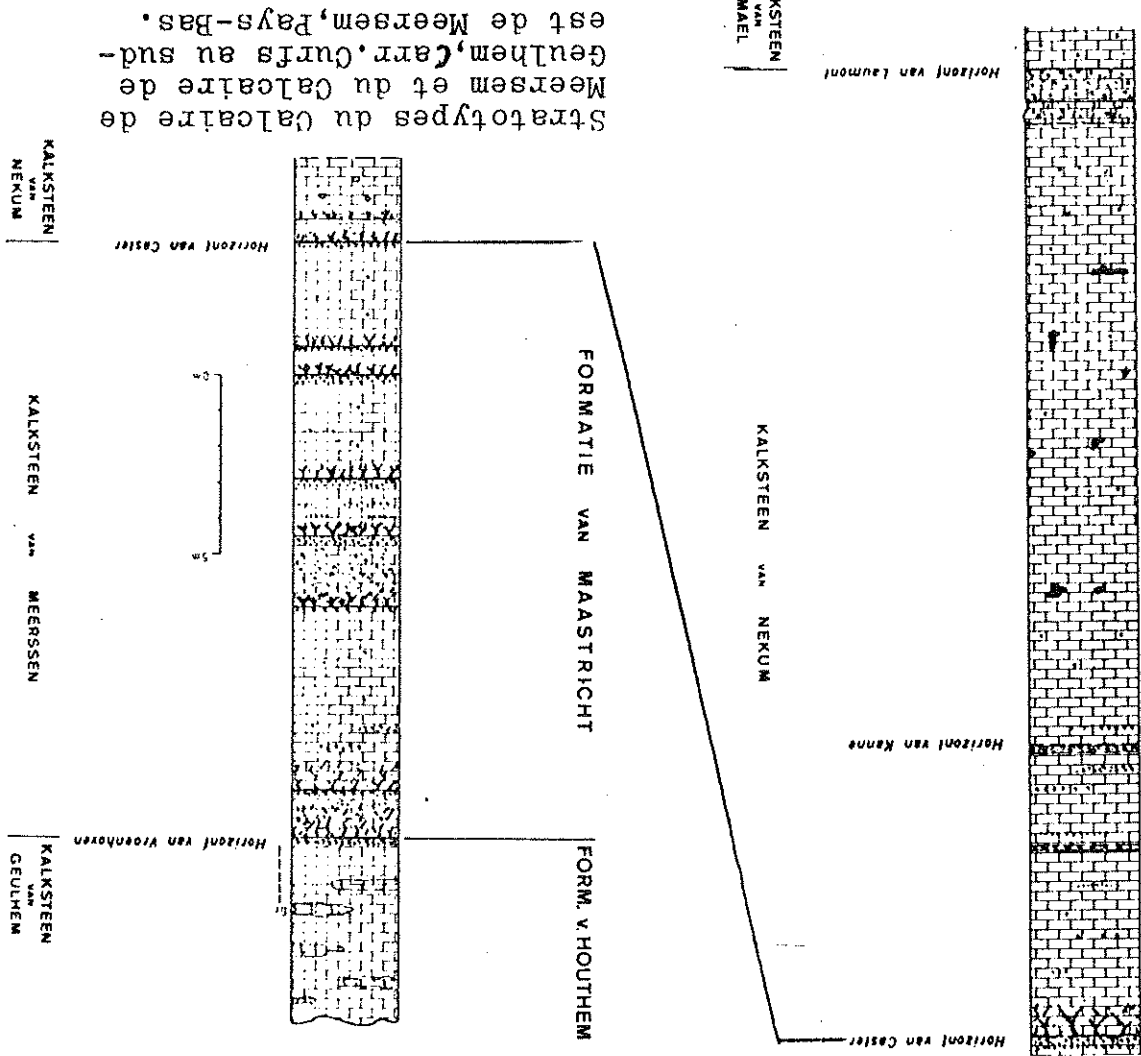
du Calcaire de Kunrade, en six sous-unités dont les termes sont repris fig. 12, et qui sont soulignées par divers horizons caractéristiques formés généralement d'un horizon induré au sommet de la couche inférieure surmonté d'une fine couche de débris de fossiles qui constitue la base de la couche suivante. L'horizon de Schiepersberg est constitué d'une surface discordante couverte de calcaire jaune à brun-rouille avec de gros silex. L'horizon de Sint Pieter est constitué d'un niveau induré recouvert de calcaire gris bloturé.

Ces deux derniers horizons ne se reconnaissent pas bien sur la rive gauche de la Meuse, en particulier là où le Calcaire d'Emael sus-jacent a été défini (Carrière Marnebel à Emael, fig. 13). D'ailleurs il faut noter que les quatre sous-unités de la partie inférieure de la formation de Maastricht, dont trois ont leur type sur la rive droite de la Meuse, aux Pays-Bas, sont d'épaisseurs très réduites comparées à celles des autres sous-unités définies plus bas et plus haut. Par contre



Présentation schématique de la lithologie de la Formation de Maastricht entre Maastricht (ENCI) et Benzenrade, Pays-Bas.

Fig. 13:reprints de FELDER 1975



Stratotypes du Calcaire de Nekum, Carr. Curfs au sud-est de Meerssem, Pays-Bas.

Les deux couches de la partie supérieure de la Formation de Maastricht sont relativement épaisses (voir fig. 13). Le Calcaire de Nekum est défini à la Carrière De Tombe, côté ouest du St Pietersberg, rive gauche de la Meuse, aux Pays-Bas. Le Calcaire de Meersem est défini à la carrière Gurtis, au sud-est de Meersem, rive droite de la Meuse, aux Pays-Bas. Remarquons encore qu'il y a peu de justification de ne pas élever au rang de Formation indépendante, le Calcaire de Kunrade bien différent par la lithologie et presque aussi épais à lui seul que la Formation de Maastricht sensu stricto.

La limite inférieure de la Formation de Maastricht correspond à l'horizon de Lichtenberg. Celui-ci est constitué d'une couche platurbée au sommet de la Formation de Gulpen et d'une mince couche de débris de fossiles avec de la Glauconie, dont la base constitue la base de la Formation.

Une unité constituée de calcaires marins tendres gris-clair à gris-jaune clair, à grains fins à grossiers avec des silex, des horizons indurés et des couches et lentilles de débris de fossiles. Dans la partie inférieure se présentent des calcaires à glauconies. L'épaisseur varie de moins de 1 mètre à environ 33 mètres.

La formation est subdivisée en trois sous-unités dont les types se trouvent sur la rive droite de la Meuse, aux Pays-Bas.

Le Calcaire de Geleen a sa section type dans le puits n° 111 (Sondage 60C-249 : 169,20 - 185,50 m sous la surface) de la mine Maurits à Geleen. Voir MEESSEN 1977a : fig. 1 et 2 (Texte en annexe).

Le Calcaire de Bunde a sa section type dans le sondage 61F-2 à Brommelen, commune de Bunde : 30-53 m sous la surface. La base du Calcaire de Bunde n'y est pas atteinte. Le Calcaire de Geulhem est défini dans la carrière Curt, au sud-est de Meersem (voir fig. 13).

Les horizons qui soulignent chacune de ces sous-unités sont constitués de "hardgrounds" au sommet de la couche sous-jacente sur lesquels reposent localement des laves de débris de fossiles.

Dans la région-type, la base de la Formation de Houthem peut être identifiée grâce à l'horizon de Vroenhoven. Celui-ci est constitué d'un "hardground" avec perturbations au sommet de la Formation de Mastricht et d'une lave plus ou moins distincte de débris de fossiles et de calcaire glauconieux à la base de la Formation de Houthem.

Unités lithologiques "dano-montiennes" dans le sondage de

Maas-Mechelen.

Aucune observation précise ne permet de séparer les

Formations de Maastricht et de Houthem dans ce sondage.

Les corrélations proposées sur le hors-texte 1 reposent sur

la biostatigraphie et seront envisagées plus loin. MOORKENS

(1973) suivant en cela GUILINCK (inédit) qui a décrit le

sondage, propose de dénommer "Calcarénite de Maasmechelen"

(voir fig. 14) une unité argilo-sablo-calcaire (de 272 à

292 m) qui apparaît dans le sondage au-dessus d'une lacune

d'échantillonnage située vers 297 m. L'équivalence de cette

"Calcarénite de Maasmechelen" avec la partie supérieure de

la formation de Houthem n'est pas évidente. L'unité comprend

des niveaux argileux, des fragments de lignite et d'autres

sédiments non marins. Des sédiments équivalents ont été repé-

rés dans les mines d'Eltsden et appelés "Eltsdenien" par

SPAINIER (1931) ou "Infra-herisien" par HALPE (1932).

Formation de Heers (MOORKENS 1973).

Une unité (le "Herisien" de DUMONT, 1851) qui affleure

dans la région de Gellinden-Heers (voir fig. 15) et est connue

en sondage ailleurs en Hesbaye et en Campine (voir notamment

hors-texte 1 : sondage de Velm, d'Alken et de Maasmechelen).

Elle comprend deux sous-unités : les Marnes de Gellinden

qui surmontent les Sables d'Orp.

Sables d'Orp : il s'agit de sables gris glauconifères très fins,

bien stratifiés et de lentilles de marnes dont le type est

à Orp le Grand (Province du Limbourg, Belgique).

Dans tous les sondages du NE de la Belgique, où la

formation de Heers se rencontre régulièrement, elle débute

toujours par une couche de sable glauconieux, qui n'est pas

nécessairement identique aux Sables d'Orp proprement dits

(GUILINCK 1968).

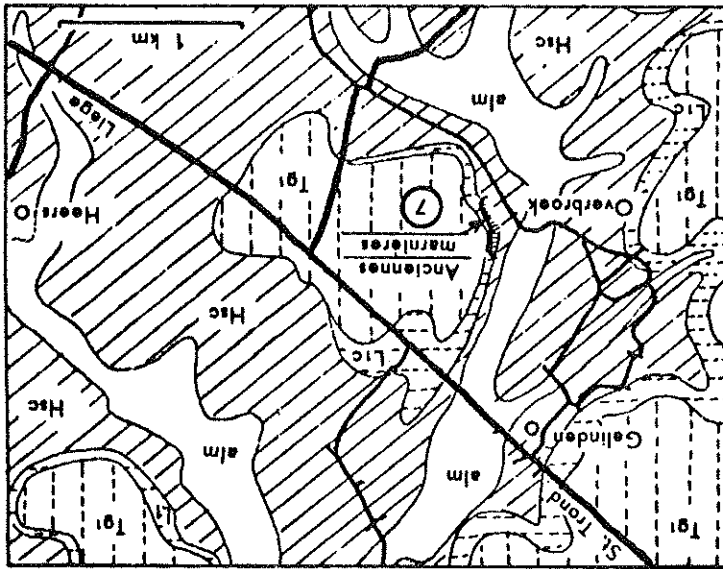
Fig. 14

Generalized terminology of Belgium 1:40000 symbols of and adjacent area in N France Western Belgium geological map of Belgium 1:40000 Symbols of Eastern Belgium and adjacent area in the literature of the S E Netherlands	Formation of Ypres (= leper) Y 1c Clay of Ypres ((6)) Y 1d Sands of Mons - en Pevèle Formation of the "Paternostre well" ("treasure of Hainault") of authors) L 1 Tuffeau de Cherq (and/or T d'Angre) Clay of Louvil and Formation of the "Paternostre well" of authors)	Upper Londen L 2 (Sands of Equehines (Sands of Jeumont))	Lower Londen L 1 Sands of Grandglise Tuffeau de Cherq (and/or T d'Angre) Clay of Louvil and Formation of the "Paternostre well" of authors)	Formation of Heers	Formation of Mons in W Belgium (unnamed fm in E Belgium)	(M1) M1a Calcaire de Cuesmes (à grands Cerinthes) Tuffeau de Ciply	(M1) M1b Calcaire de Mons ((2))	(M1) M1c (à Physo) de Hainin (and other continental deposits)	Calcaire lacustre de Mons ((2))	Calcaire de Cuesmes (à grands Cerinthes) Tuffeau de Ciply	Tuffeau de St Symphorien - Craie (ph) de Ciply - Craie de Sprennes	M M	Formation of Maasricht in E Belgium and S E Netherlands (unnamed fm in W Belgium)
		L 2 Sands of Dormaal (Ormaal) and Sands of Londen ((5))	Sands of Racour - on unnamed clay unit (observed in M) 1.2-1.5 (209-220m) Tuffeau de Lincent ((4))	Mars of Gelinden ((3)) Sands of Orp	Calcaire de Hechelen Paléocène du Limbourg Couches à Cythres du Calcaire de Hechelen a/d Maas Limestone of Bunde	Calcaire de Cuesmes (or of Houthem) (= Tuffeau de Voerhoven)	Tuffaceous Chalk (= Calcaire) of Maasricht ((1))	Guipen Chalk (upper part)					
		L 1 b,c Sands of Racour - on unnamed clay unit (observed in M) 1.2-1.5 (209-220m) Tuffeau de Lincent ((4))	Mars of Gelinden ((3)) Sands of Orp	Calcaire de Hechelen Paléocène du Limbourg Couches à Cythres du Calcaire de Hechelen a/d Maas Limestone of Bunde	Calcaire de Cuesmes (or of Houthem) (= Tuffeau de Voerhoven)	Tuffaceous Chalk (= Calcaire) of Maasricht ((1))	Guipen Chalk (upper part)						
		L 2 Sands of Dormaal (Ormaal) and Sands of Londen ((5))	Sands of Racour - on unnamed clay unit (observed in M) 1.2-1.5 (209-220m) Tuffeau de Lincent ((4))	Mars of Gelinden ((3)) Sands of Orp	Calcaire de Hechelen Paléocène du Limbourg Couches à Cythres du Calcaire de Hechelen a/d Maas Limestone of Bunde	Calcaire de Cuesmes (or of Houthem) (= Tuffeau de Voerhoven)	Tuffaceous Chalk (= Calcaire) of Maasricht ((1))	Guipen Chalk (upper part)					

Location of stratotypes of
 ((1)) Maasrichtian stratotype
 ((2)) Mionian stratotype
 ((3)) Heersian stratotype
 ((4)) Lower Londenian (Neostratotype)
 ((5)) Upper Londenian stratotype
 ((6)) Ypresian stratotype

Unités lithostratigraphiques du Paléocène de la Belgique et du sud-est des Pays-Bas.

Fig. 15



Legende
 alm = alluvions modernes
 Tgi = Tongrien marin
 Hsc = marne de Gellinden

Esquisses géologiques de la région de Gellinden

Marnes de Gellinden : il s'agit de marnes blanches très fines. Outre la fraction calcaire soluble qui atteint 70 %, il reste environ 10 % de matériaux sur le tamis de 32 µ. Ces résidus ne renferment que très peu de quartz détritiques, des minéraux lourds et de la glauconie. Le type est dans l'ancienne carrière Thewis, hameau de Gellinden-Overbroek (Province du Limbourg, Belgique : voir fig. 15). Dans cette localité, les marnes de Gellinden se présentent en bancs, fortement diaclasés. Ces bancs dont l'épaisseur oscille autour d'1 mètre sont considérés par GUILLENTOPS (1963) comme autant de cycles sédimentaires. La plupart ont été numérotés en chiffres romains par PARBENT (1972). Ceux-ci servent encore de points de repère aujourd'hui (voir fig. 24).

Formation de Landen (MOORKENS 1973).

MOORKENS (op.cit.) divise cette formation en deux sous-unités.

La sous-unité inférieure comprend d'une part le Tuffeau de Lincant, d'autre part une unité argileuse non dénommée apparaissant dans le sondage de Maasmechelen entre 213 et 225 m. La position respective de ces deux unités n'est pas connue. Les sables de Racour clôturent la partie inférieure de la Formation.

La sous-unité supérieure comprend les sables et lignites de Landen, surmontés par les Sables de Dormaal (voir fig. 14).

La base de la Formation de Landen dans la carrière d'Overbroek est marquée par une surface d'abrasion dans les marnes de Gellinden de la Formation de Heers, montrant des perforations. Au-dessus, existe un sable résiduel transgressif riche en glauconie, qui supporte le Tuffeau de Lincant. Comparées aux formations sous-jacentes, la formation de Landen et même celle de Heers apparaissent relativement hétérogènes.

(M.S.)

CRÉTACÉ

(sommet)

PALÉOGÈNE

(base)

SUBDIVISIONS STRATIGRAPHIQUES	DANIEN				MONTIEN		FAUNIZONES (macrofaunes)
	inf	moyen	supérieur	marin			
	Pas de <i>Fylocktaris</i>						
	<i>Fylocktaris odumi</i>						
	<i>Fylocktaris abildgaardii</i>						
	<i>Fylocktaris brunnichi</i>						
	<i>Fylocktaris "vexillera"</i>						
					<i>Bln. casimirovensis</i>		
					<i>Bln. junior</i>		
					<i>Bln. ex gr. junior</i>		
					<i>Bln. occidentalis</i>		
					<i>Bln. lanceolata junior</i>		
					<i>Bln. lanceolata lanceolata</i>		
					<i>Bostirychoceras polyplacum</i>		
					<i>Bln. langel</i>		
					<i>Bln. mucronata minor</i>		
					<i>Bln. mucronata senior</i>		
					<i>Bln. mucr. senior</i> <i>Conioleuthis quadrata</i>		
					<i>Conioleuthis quadrata</i>		
					<i>Inoceramus tegulatus</i>		
					<i>Inoceramus balticus</i>		
CAMPAINIEN	supérieur		inférieur (MOENIEN) *		supérieur (STEVENSIEEN) *		
MAASTRICHIEN							
CAMPANIEN							
	Tulleau						
	niveau à Coprolithes de Mastricht						
	Craie grossière						
	Craie ligée						
	Craie grise						
	hard ground						
	série érodée						
	Craie blanche						
	Craie glauconifère						
	Smectite						
	Calcaire de Kunrade						
	Tulleau glauconieux						
	hard ground						
	1 Puits de Mine Maurits						
SUD LIMBOURG (Pays-Bas) / NORD HESBAYE (Belgique)							

Bln. Belemnella ; Bln. Belemnella

Fig. 16:reprints de DEROO 1966.

D'une manière générale la zonation basée sur les Céphalopodes (Belémites) est acceptée ici comme système de référence. Son interprétation en termes chronostratigraphiques (Campanien - Maastrichtien et ses subdivisions) est celle de SCHMID (1956) établie dans le N O de l'Allemagne, c'est-à-dire en dehors des régions types. Nous traiterons dans ce chapitre des seuls Belémites et Foraminifères. On trouvera dans DEBOO, 1966 et VILLAIN 1977, une revue des autres groupes fossiles.

1) Formation d'Aachen et de Vaals.

La formation d'Aachen n'est pas datée avec précision. Certains l'ont considérée comme un faciès différent, plus ou moins contemporain de la Formation de Vaals (JONGMANS, W.J. et VAN RUMMELIN, F.M., 1937). Les petites lacustres des couches d'Hergenthal sont considérées d'âge Santonien ou même plus ancien (voir fig. 7).

L'âge de la Formation de Vaals a été établi en se basant sur la phylogénèse du Céphalopode Goniatites (ALBERS, 1976). Il apparaît que les sédiments de la région d'Aachen et du Limbourg hollandais appartiennent à l'intervalle des zones granulataquadrate à pluina (voir fig. 7) soit la partie inférieure du Campanien inférieur d'après ERNST (1968).

Les foraminifères de la Formation de Vaals ("Zone A") ont été étudiés par SCHIFFSMA (1946) qui y reconnaît une majorité de formes campaniennes.

A Hallenbaye, le sommet de la Formation de Vaals (Smectite) contient Belémite la mucronata senior et Goniatites quadrata, soit la zone gracilis/senior (SCHMID, 1959) du sommet du Campanien inférieur (voir fig. 7, 16 et 17).

Cette zone apparaît aussi dans la crête glauconifère qui marque le début de la Formation de Gulpen et qui contient la première faune (A) à Foraminifères de HOFKER (1966).

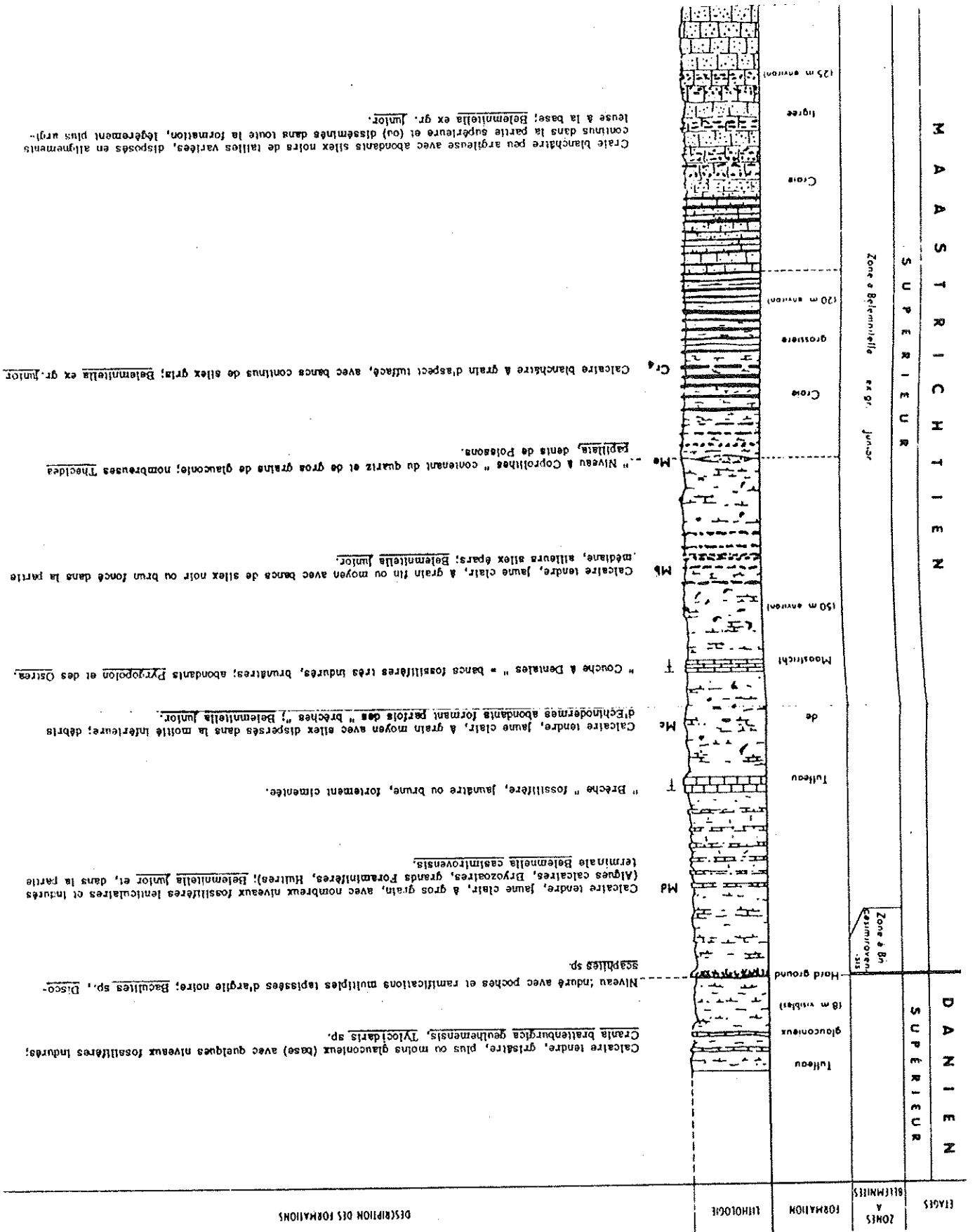
M A A S T R I C H T I E N

S U P E R I E U R

D A N I E N
S U P E R I E U R

Zone a Belemniella ex gr. Junior

Zone a Br. castimirovensis



DESCRIPTION DES FORMATIONS

CAMPANIEN

MAASTRICHT

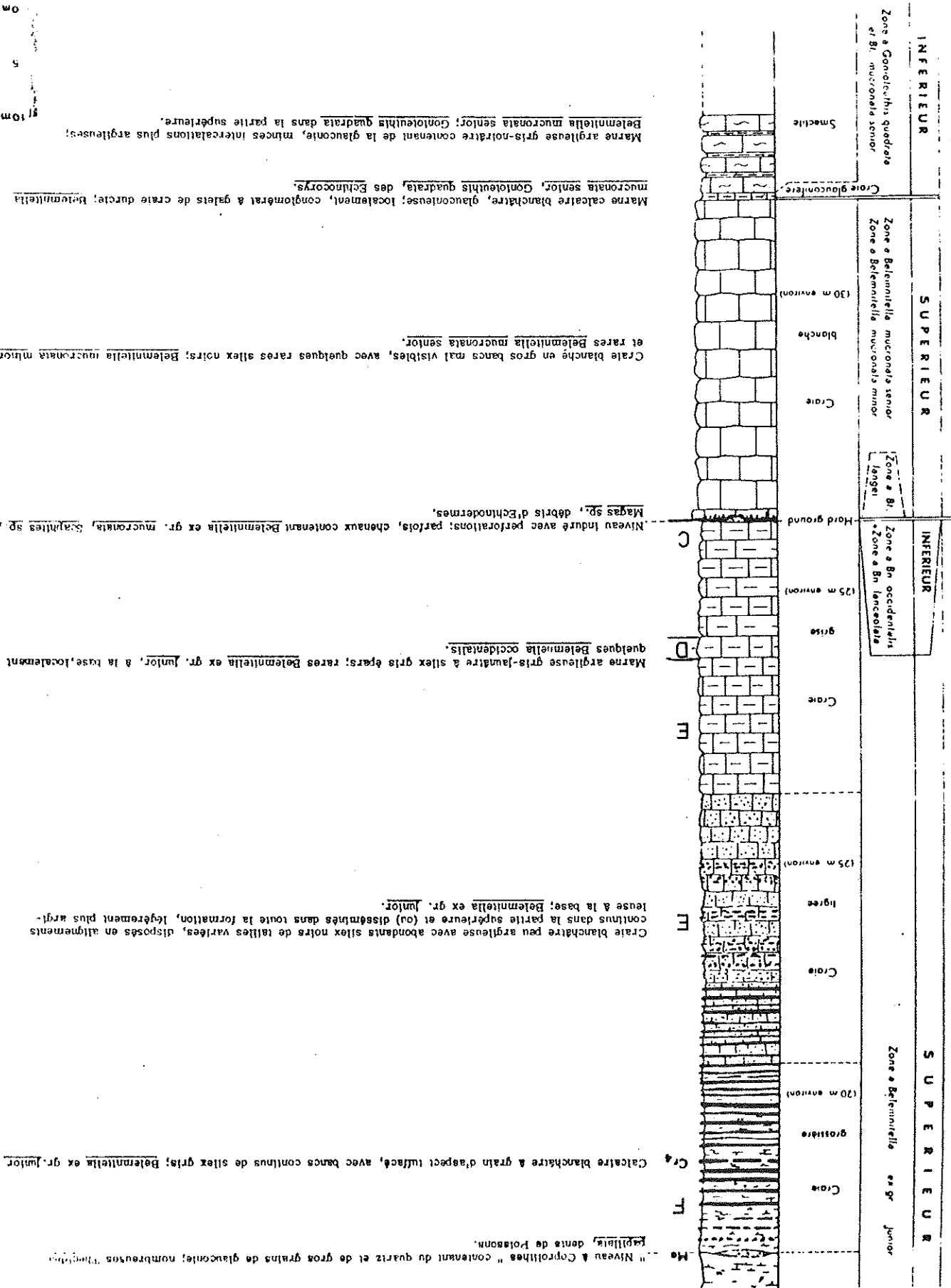
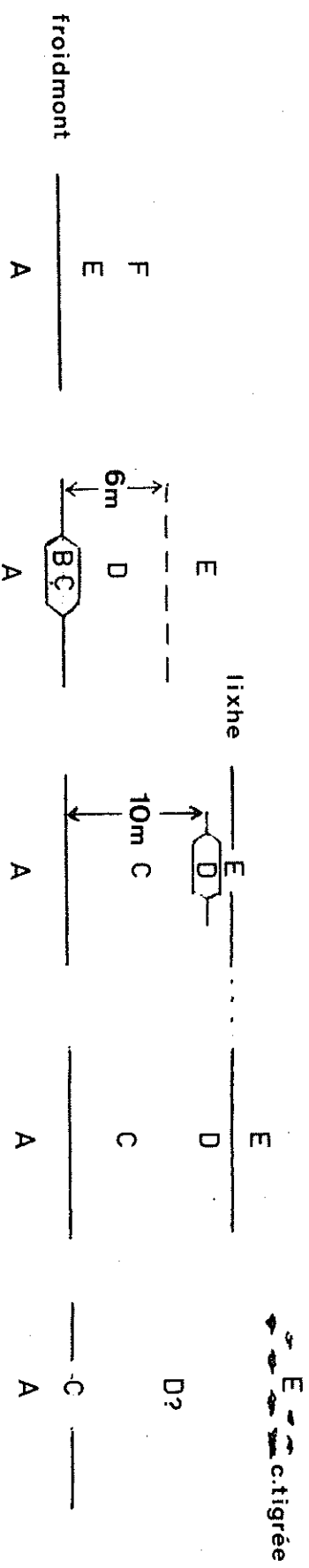


Fig. 17. b: répris de DEROO 1966



ROMEIN 1962

fig.4

VILLAIN 1977

MEESSEN 1977a

FELDER 1975

HOFKER 1966
pages 9 et 56

CALEMBERT, MEIJER
et MONJOIE 1970, p.60

Ces glauconites de l'horizon de Loën ont été datées par PRIEM et al. (1975) par la méthode K-Ar, dans la carrière d'Hallenbayer. Ils obtiennent les datations respectives de 76,5 M (\pm 2,5) pour le sommet de la Formation de Vaals et de 73,8 M (\pm 2,2) pour la base de la Formation de Gulpen. L'interprétation de sédimentation à ce niveau du Campanien aurait duré deux à trois millions d'années.

2) Formation de Gulpen.

Le Calcaire de Zeven Wegen au-dessus de la couche glauconifère de l'horizon de Loën (craie blanche) contient

en plus de la zone de foraminifères A, Belmontella mucronata

senior et B. m. minor appartenant au Campanien supérieur

(voir fig. 7, 16 et 17).

Sur la rive gauche de la Meuse, un hiatus sédimentaire important correspond à l'horizon de Froidmont (Hardground,

CALEMBERT, 1953) Le hardground contient Belmontella ex gr.

mucronata et Belmontella ex gr. lancoolata qui témoigne

respectivement d'un remaniement du Campanien supérieur

sous-jacent et d'un dépôt, érodé par la suite, de Maastrichtien

inférieur (SCHMID, sp. cit.).

Le calcaire de Vlyen (craie grise) comporte à sa base

dans la carrière North, des rares chenaux avec Belmontella ex gr.

lancoolata, caractéristique de la partie supérieure du Maastrichtien

inférieur. La masse du Calcaire de Vlyen comme le reste de

la Formation de Gulpen, contient de rares Belmontella ex gr.

Junior correspondant à la partie inférieure du Maastrichtien

supérieur.

La Formation de Gulpen comprend les zones à Forami-

nifères A à F de HOFKER (sp. cit.). Cette zonation est

cependant interprétée de manières très diverses par les auteurs,

notamment au niveau et au-dessus de l'horizon de Froidmont.

Cette confusion provient en partie du fait que HOFKER lui-même

mentionne (1966, p. 9) l'existence de sa zone C, soit dans les

perforations du hardground (Carrière North) soit dans des

paquets de sédiments couvrant partiellement le hardground

sans préciser l'importance de ceux-ci (Carrière de Hallenbayer).

Il fait commencer sa zone E dès la base de la "craie tigrée"

(1966, p. 56). On trouve dans la littérature les interpré-

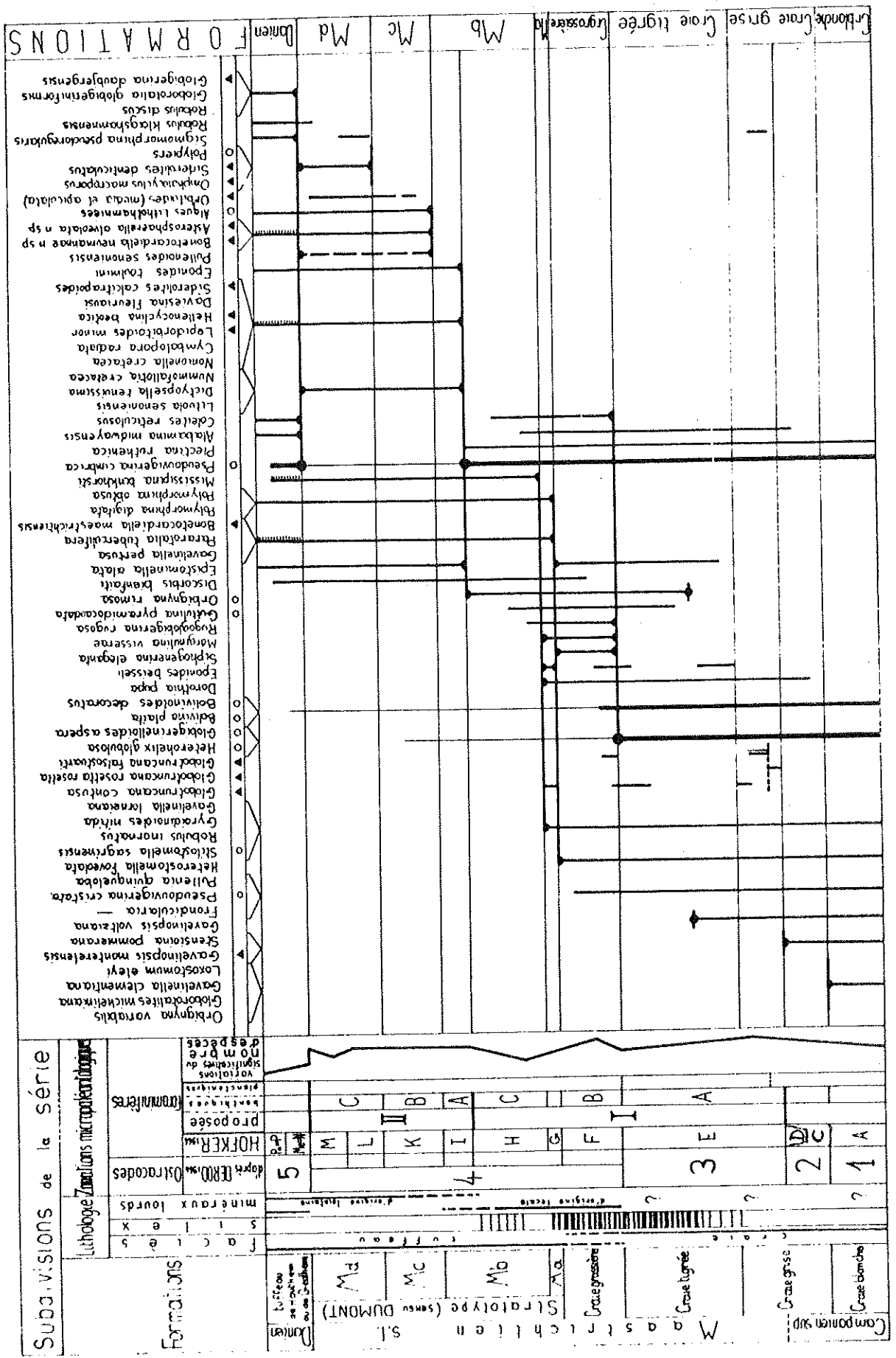
Zonation obtenue grâce aux Foraminifères et à quelques organismes divers, dans la série du Limbourg méridional.

▲ marqueurs stratigraphiques
○ indicateurs de faciès

● limite d'extension ou variation quantitative qui permet d'établir une coupure microfaunistique.

○ identification incertaine (cf)

■ espèces probablement remaniées



tations reprises sur la fig. 18.

Pour lever ces imprécisions, J.P. MEESSEN (1977 a et

d) a étudié la biométrie de Bolivinioides australis à

Hallembaye et compare les résultats à ceux du sondage 62c-44

à Stenaken aux Pays-Bas (voir hors texte 1) où existent en

succession les zones à Foraminifères A-B-C.

Selon ces critères, la zone C est présente à

Hallembaye dans les dix premiers mètres du Calcaire de Vlyen

avant l'apparition de Bolivinioides draco, caractérisant la zone

D. La zone E commence quelque 2 mètres sous l'horizon de Lixhe.

Cette opinion étant adoptée ici, les fig. 7 et 19 ont été

modifiées en conséquence.

Par la même méthode MEESSEN (1977a) examine les

résultats de CALMBERT, MEIJER et MONJOIE (1970) qui identifient

les zones B-C-D dans quatre sondages au sud de Visé (voir

hors-texte 1). Selon MEESSEN (1977a) l'ensemble des calcaires tra-

versés par les sondages 202, 203 et 205 appartient à la

zone C (voir aussi fig. 4).

VILLAIN (1977) se base sur l'existence dans ce calcaire

de Vlyen, à North, de Gavelinops montereulensis très abondant,

pour fixer une limite au milieu de ce calcaire, à environ (?)

12 mètres au-dessus de l'horizon de Froidmont (fig. 19).

Ce foraminifère benthique, présent dans le Campanien type

d'Aubeterre en Charente (France) marquerait par sa disparition

dans le calcaire de Vlyen, la limite Campanien/Maastrichtien.

A l'appui de sa proposition VILLAIN (op.cit.) argue de l'étude

de palynologie quantitative réalisée par VANQUESTAINE (1966)

pour attester de l'absence de sédiments remanés. Cette étude

palynologique est évoquée plus loin (voir MICROFOSSILES

VEGETAUX ? PLANTONIQUES et POLLENS ET SPORS). Elle démontre

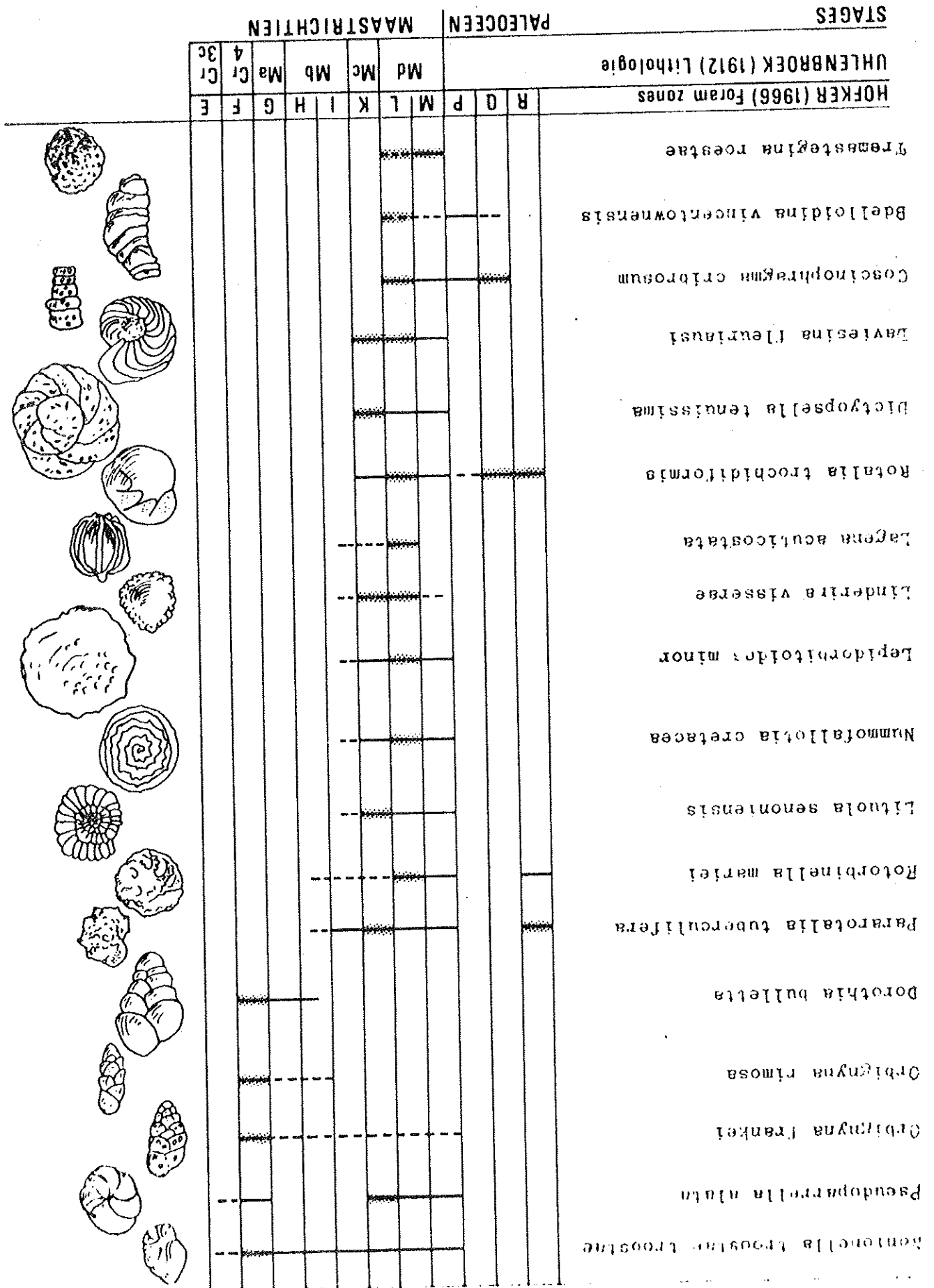
au contraire que si le dépôt a été calme au point de

conserver dans les sédiments les proportions primitives dans

les populations de Dinoflagellés, par contre, les sédiments

qui ont amené les spores et certains pollens sont très

probablement remanés.



Les glauconites de la base du Calcaire de Vlyen (zone C) ont été datées par PRIEM et al (1975) en trois localités distinctes, sur la rive droite de la Meuse. Les âges obtenus vont de 66,7 M (\pm 2,0) à 70,8 M (\pm 2,1).

3) Formation de Maastricht.

L'horizon de Lichtenberg qui souligne la formation de Maastricht, dans la localité-type du Maastrichtien selon DUMONT (1849), correspond à la zone à foraminifères G de HOFKER (sp.cit.) (voir hors-textes 1 et 2). Elle y occupe moins de 20 centimètres d'épaisseur. La même zone peut atteindre plus de 50 mètres d'épaisseur dans le sondage de Maasmechelen (63E-204, voir hors-texte 1) ainsi que dans deux sondages (64 W - 210 et 64 W - 176) près d'Eisden (voir MEESEN, 1977 et 1977a, fig. 1 et 2). Elle contient alors des exemplaires corrodés, remanés des zones A, C, E et F et même de la formation de Vaals. Dans le sondage de Maasmechelen (à 426,40 m) une mégaspore appartenant peut-être à la formation d'Aachen a été identifiée. Il semble bien, comme l'avait suggéré HOFKER (1966), que les sédiments portant les formes de la zone G puissent être le produit d'érosion des formations de Gulpen, de Vaals, voire même d'Aachen.

La succession des zones à foraminifères I, K, L dans

la carrière de l'E.N.C.I., a été réidentifiée par MEESEN

(1977a et b) à partir de nos échantillons prélevés dans les

calcaires d'Emael, de Nekum et de Meerssen. Il s'agit

"d'assemblage-zones" fondées principalement sur les

distributions des formes reprises sur la fig. 20. Ces

distributions n'ont qu'une valeur régionale; plusieurs de

ces espèces sont connues par exemple du Santonien au

Maastrichtien dans le S O de la France. Ce type de biostrat-

igraphie est basé sur près de 500 sondages et affilements

et a été étudié pendant 15 ans par HOFKER.

La zone O, identifiée dans le sondage de Maasmechelen

à partir de 358,5 m et au-dessus, surmonte la zone G dans

les faciès ou celle-ci occupe une forte épaisseur de

sédiments. Bien que considérée comme un équivalent latéral

des zones M, L ou antérieures (ROMÉIN, 1963), elle ne permet pas des corrélations très précises avec la localité-type de Maastricht.

Selon MOORKENS (1971), cette période de dépôt de sédiments du Maastrichtien récent, caractérisée probablement par un climat plus chaud, voit l'apparition ou le début de l'acmé d'un certain nombre de foraminifères benthoniques migrant du sud. Les espèces suivantes :

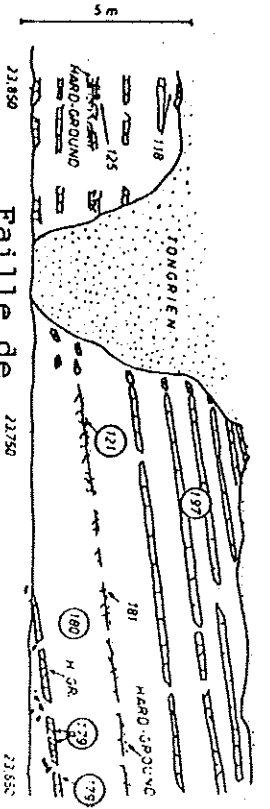
Orbitoides apiculata (SCHLUMBERGER)
Lepidorbitoides minor (SCHLUMBERGER)
Gopillaudina (?) vel Daviesina (?) Fleurbaeyi (D'ORBIGNY)
Siderolites calcitrapoides LAMARCK
Loxostomum selmaensis (CUSHMAN)
Renssella cimbrica (TROELSEN)

ont été observées dans la carrière de l'E.N.C.I. et dans le sondage de Maasmechelen (en dessous de 320 ou 321 m, voir hors-texte 1). A 330 m, des foraminifères planctoniques ont été observés : des Rugoglobigerina et des Globotruncana. On les retrouve au sommet de la Formation de Maastricht, sur le flanc occidental du St Pietersberg (MEIJER, 1959, p. 328). Signalons que des Globotruncana apparaissent déjà dans la Formation de Gulpen (BELLIER et VILLAIN, 1975).

4) Le contact "Crétacé - Tertiaire" et la Formation de Houthem.

Ce contact a été étudié par différents auteurs dans la tranchée du Canal Albert à Vroenhoven (Belgique) à l'ouest de Maastricht. Les observations se situent principalement entre le kilomètre 23.650 et la faille de Hees. MEIJER (1959) signale immédiatement sous le sommet de la Formation de Maastricht Belémnela casimirovensis caractéristique du sommet du Maastrichtien (SCHMID, 1956). Le même niveau contient de rares Rugoglobigerina.

L'horizon de Vroenhoven qui coiffe ces sédiments est un "hardground" qui présente des perforations dont le contenu en foraminifères planctoniques est différent. Y apparaît en abondance Globigerina daubjergensis.



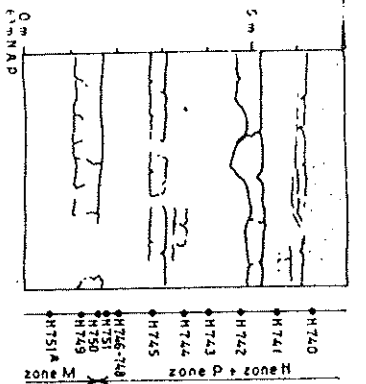
Faille de Hees

Coupe sommaire de la partie septentrionale de la Tranchée du Canal Albert entre km 23,650 et km 23,850.
 Le hard ground inférieur sépare le tuffeau maastrichtien des couches d'anciens : où il a été démantelé, le sédiment sus-jacent est venu combler des ravines dans le sommet du tuffeau maastrichtien.
 Les numéros entourés d'un cercle indiquent des échantillons examinés quant à la microfauune et la macrofaune, les autres numéros ceux dont seulement la macrofaune fut extraite.

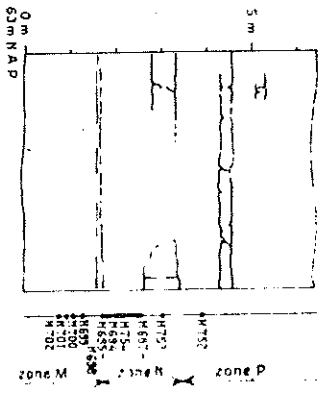
d'après MEIJER 1959: répartition des Foraminifères pélagiques aux différents niveaux examinés. Notons que l'échantillon 122 a été prélevé dans la Tranchée du Canal Albert à hauteur du Km 20, dans des racines au contact Mid-Mic.

No	Foraminifères	IR. DE VROENHOVEN RIVE E
197	Glt. sp.	/ / / / /
121	Rugoglob. gr. rugosa	/ / / / /
180	Biglob. aspera	/ / / / /
179	biforaminita	/ / / / /
179a	Glob. sp.	/ / / / /
122	Gumbelina gr. striata	/ / / / /
	cf. costulata	/ / / / /
	cf. glabrans	/ / / / /
	spp.	/ / / / /
	Gumbelitra cretacea	/ / / / /
	Grl. gr. compressa	/ / / / /
	Glob. pseudobulboides	/ / / / /
	doubjergensis	/ / / / /

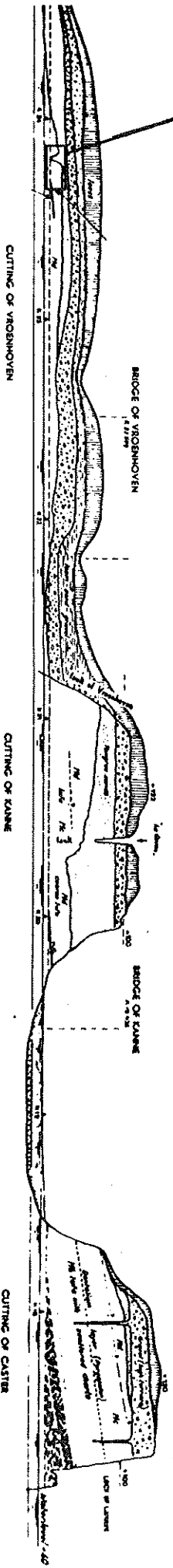
LEGENDE
 / Très rare
 / Rare assez rare
 X Commun
 □ Fréquent
 ● Abondant



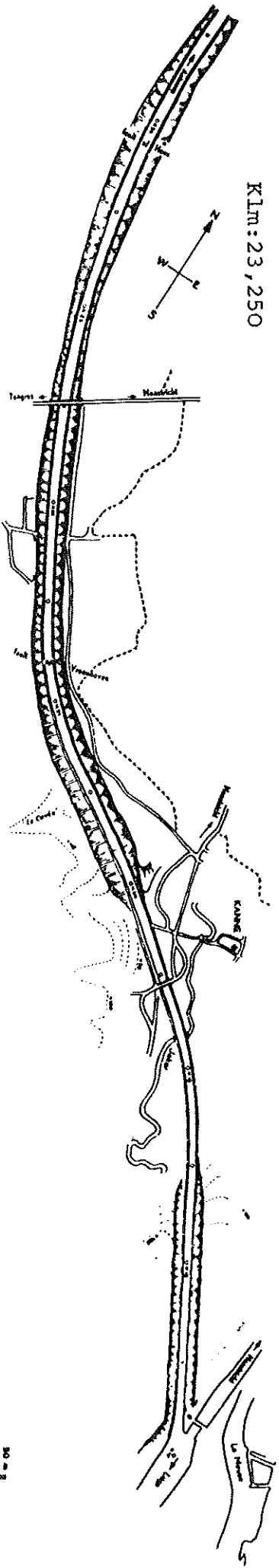
Klm: 23, 650
 HOFKER
 1966



Klm: 23, 250



Klm: 23, 250



d'après ROMEIN 1962



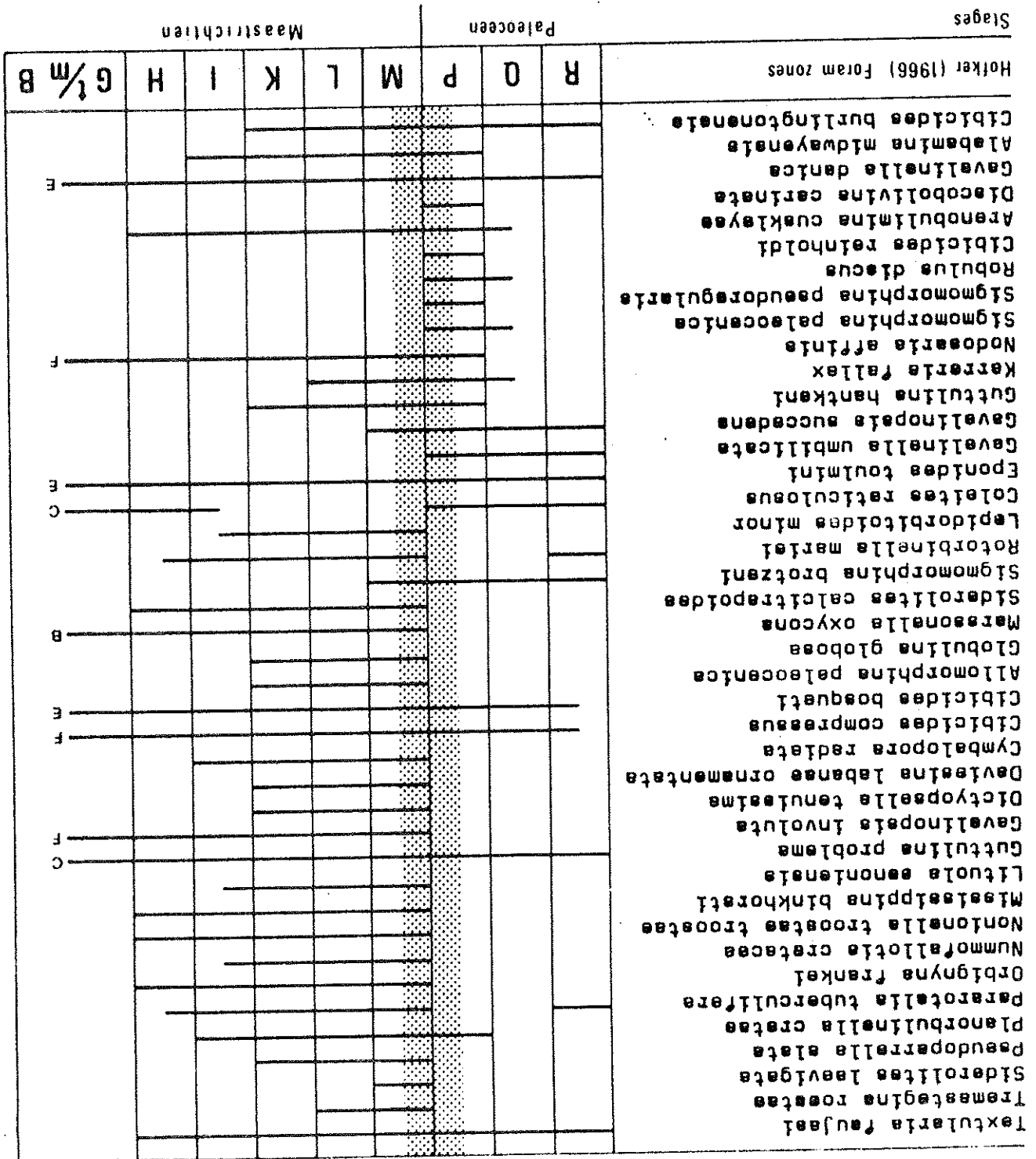
Dans le calcaire de Geulhem sus-jacent, G. daubjergensis domine encore largement tandis que G. pseudobulloides devient plus abondant. La même coupe a été échantillonnée par MOORKENS (1972) qui arrive sensiblement aux mêmes résultats. Voir aussi MOORKENS (1973) et fig. 21.

HOFKER (1966) utilise les foraminifères benthiques pour démontrer de part et d'autre de l'horizon de Vroenhoven ses zones M et P.

Nos échantillons (voir hors-texte 1) prélevés sensiblement au même endroit ont été étudiés suivant les mêmes critères par MEESEN (1971 a et c) qui reproduit (fig. 23) Les principales espèces caractéristiques utilisées par HOFKER (op. cit.).

Au kilomètre 23,250, HOFKER (1966) distingue, là où l'horizon de Vroenhoven disparaît localement, une faune intermédiaire N (voir fig. 22 et hors-texte 1) qu'il décrit également sur la rive droite de la Meuse. MEIJER (1965) considère cette zone comme dano-montenne.

Le contact Crétacé - Paléocène ne peut être fixé avec la même précision dans le sondage de Maasmechelen. MOORKENS (1971) suggère bien un changement de faunes vers 320 ou 321 m (voir hors-texte 1) avec l'apparition de rares G. daubjergensis et G. pseudobulloides mais l'analyse de la population de foraminifères benthiques étudiés dans nos échantillons par MEESEN (1977a) propose la zone Q qui caractérise le calcaire de Bunde sus-jacent au calcaire de Geulhem notamment à Vroenhoven. Comme ces calcaires contiennent les mêmes foraminifères planctoniques caractéristiques, il n'est pas exclu que l'hiatus sédimentaire soit plus important à Maasmechelen qu'à Vroenhoven.



5) Unités lithologiques dans le Montlène, la Formation de Heers

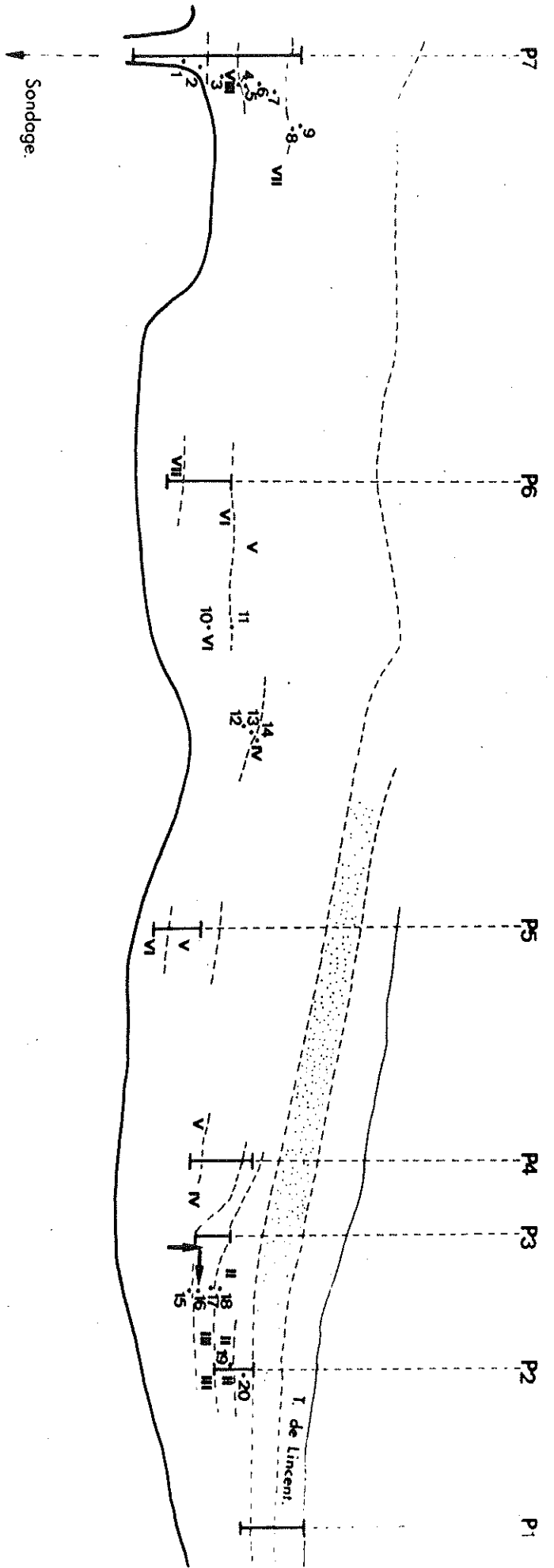
et la Formation de Landen.

Dans le sondage de Maasmechelen, les sédiments compris entre 291 m et 277 m dénommé "Calcarénite de Maasmechelen" contiennent un riche assemblage de foraminifères planctoniques avec un nombre croissant de grandes formes appartenant au groupe *Globigerina daubjergensis* - G. Kozłowskii (*Globigerina* et *Globalotalia*. L'assemblage benthonique contient déjà beaucoup d'éléments de la Formation de Heers sus-jacente (MOORKENS, 1972).

Cette dernière formation a été étudiée à la fois dans le sondage de Maasmechelen et dans les localités types. Les foraminifères des sables d'Orp et des marnes de Gellinden sont pratiquement les mêmes (MOORKENS, 1972). L. TRAEËN (K.U. Leuven) nous a communiqué la liste des foraminifères benthiques identifiés dans la carrière Thewis à Overbroeck. La localisation de ses points de prélèvement est reportée (fig. 24) et située par rapport aux repères (chiffres romains) marqués sur la coupe. La liste des foraminifères est la suivante :

- Alabamina obtusa* (BURROWS & HOLLAND, 1897).
Alabamina wilcoxensis TOULMIN, 1941.
Guttulina problema (D'ORBIGNY, 1846).
Guttulina irregularis (D'ORBIGNY, 1846).
Eponides toulimini BROTZEN, 1948.
Cibicides proprius (BROTZEN, 1948).
Pullenia quinqueloba (REUSS, 1851).
Glandulina laevigata (D'ORBIGNY, 1826).
Dentalina catenula REUSS, 1860.
Dentalina elegans D'ORBIGNY, 1846.
Dentalina inornata D'ORBIGNY, 1846.
Dentalina consobrina D'ORBIGNY, 1846.
Cibicides westi HOWE, 1939.
Nonton affine (REUSS, 1851).
Bulimina trigonalls TEN DAM, 1944.
Praeglobobulimina ovata (D'ORBIGNY, 1846).
Fissurina sp.
Fissurina apiculata REUSS, 1863.
Fissurina acuta REUSS, 1858.
Fissurina laevigata REUSS, 1850.
Lagena spp. cf. *Lagena striata* (D'ORBIGNY, 1839).
Lagena hexagona (WILLIAMSON, 1848).
Lagena sulcata (WALKER & JACOB, 1798).
Lenticulina sp. cf. *Lenticulina ellisoti* BOWEN, 1954.
Astacolus sp.
Marginulina glabra D'ORBIGNY, 1826.
Vaginulinopsis tasmanica PARR, 1950.
Gyroidina octocamerata (CUSHMAN & HANNA, 1927).
Gyroidina soldanii D'ORBIGNY, 1826.

LA CARRIERE THEWIS A OVERBROECK



L'apparition d'Heterolepa scanica dans la Formation de Heers est considérée comme caractéristique par MOORKENS (1972).

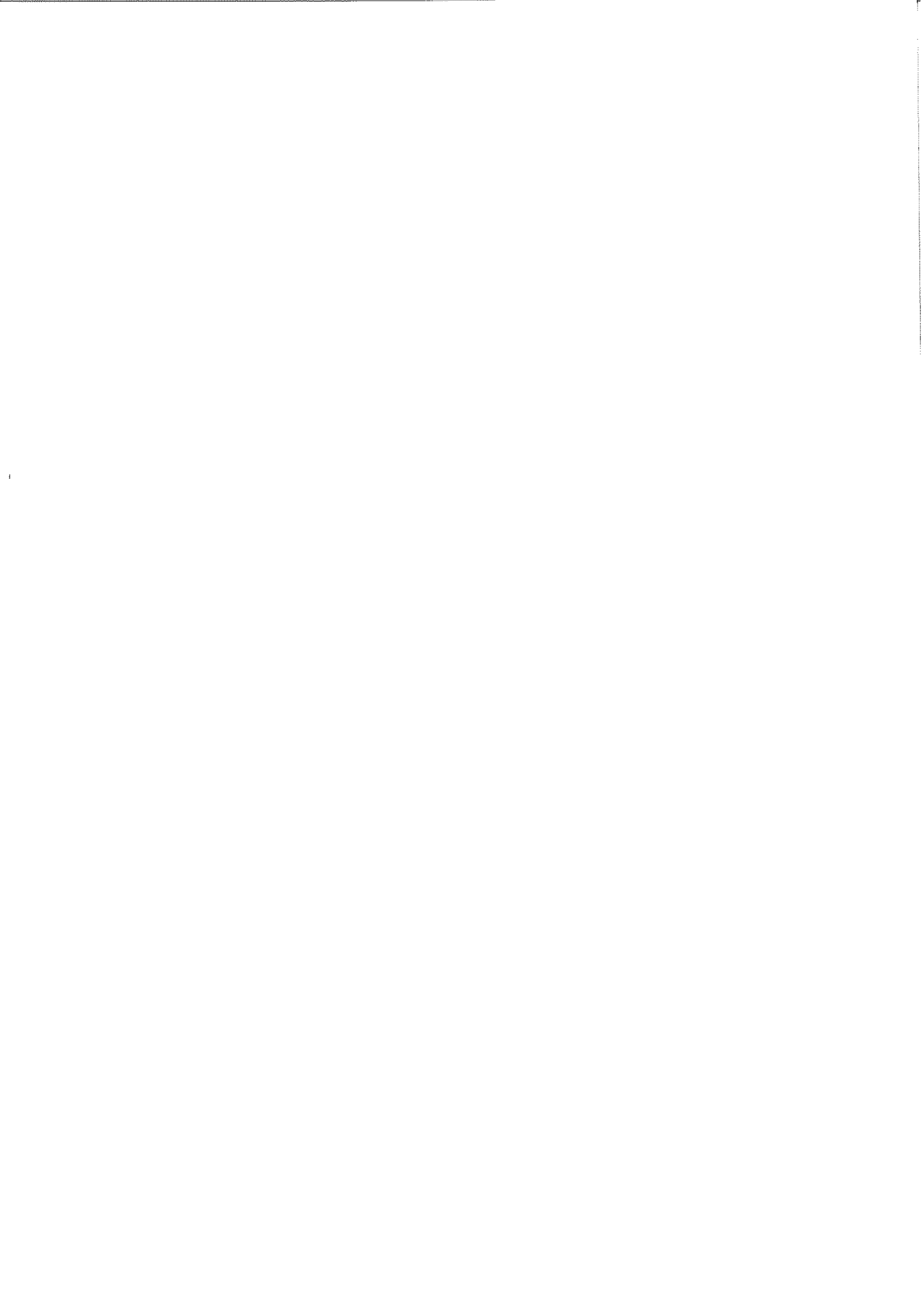
La plupart des espèces de la Formation de Heers se

retrouvent dans le Tuffeau de Lincent appartenant à la

Formation de Landen.

La position stratigraphique de ces formations typiques est donnée par MOORKENS (1973) Voir fig. 21.

(M.S)



L'extension stratigraphique relative des espèces reprises à la fig. 25 a permis de subdiviser l'intervalle allant de la zone A' à la zone Q de Hofker en quatre zones (I à IV) dont deux sont subdivisées en six sous-zones (Ia, Ib; IVa, IVb, IVc, IVd).

Chaque zone est caractérisée par l'apparition d'au moins trois espèces et la présence d'un assemblage planctonique dont les formes principales sont figurées planches 5 à 6.

La sous-zone IVb se distingue de la sous-zone IVa par l'apparition de deux espèces très caractéristiques (C. exuberans et C. perforatum). La limite entre les sous-zones IVc et IVd est fondée sur la disparition d'espèces très typiques (C. septatum, R. bilitum et Gordosphaeridium sp. 1)

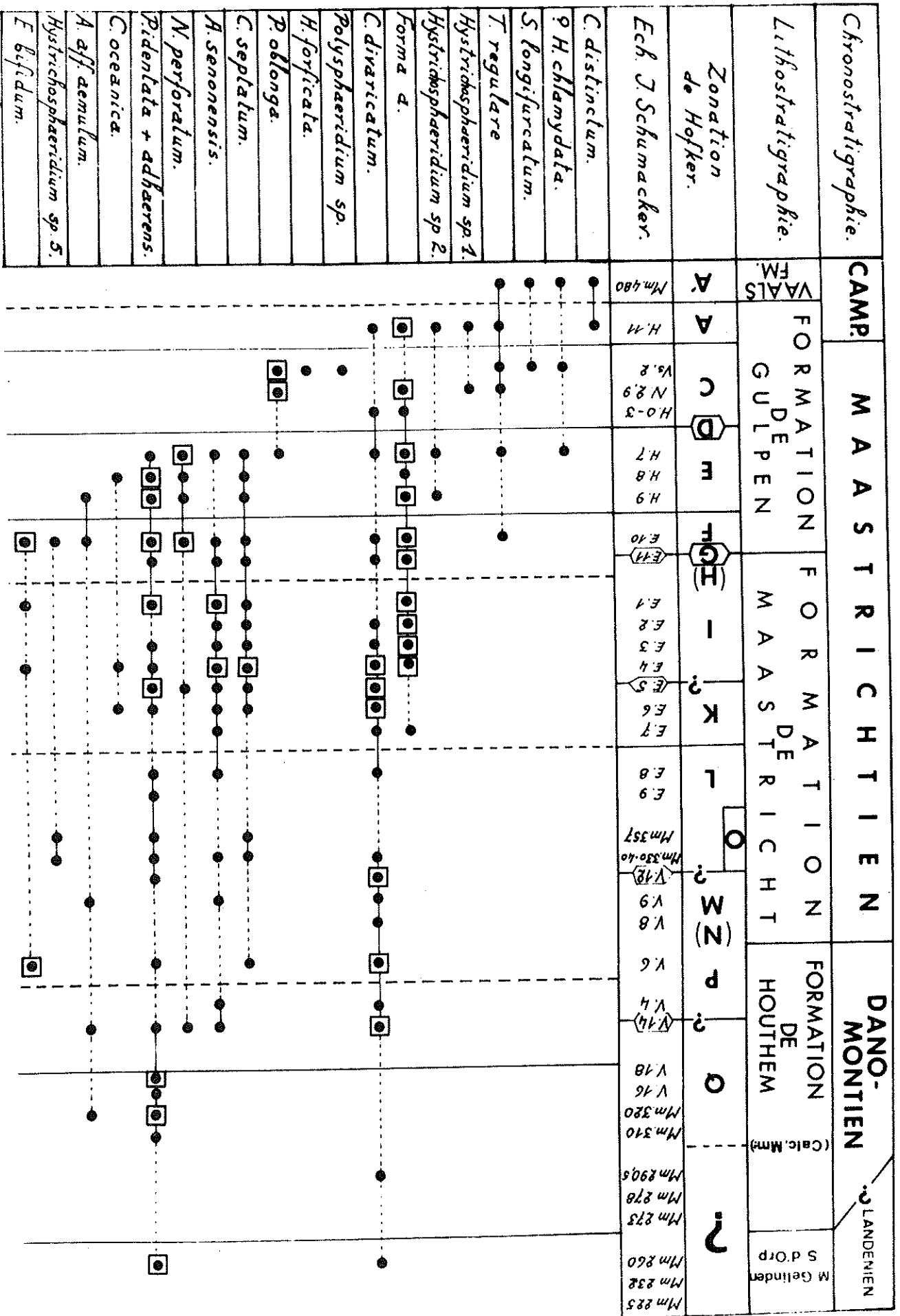
La limite supérieure de la sous-zone IVd est définie par la disparition de 5 espèces (N. perforatum, A. senonensis et Hystriochosphaeridium sp. 4).

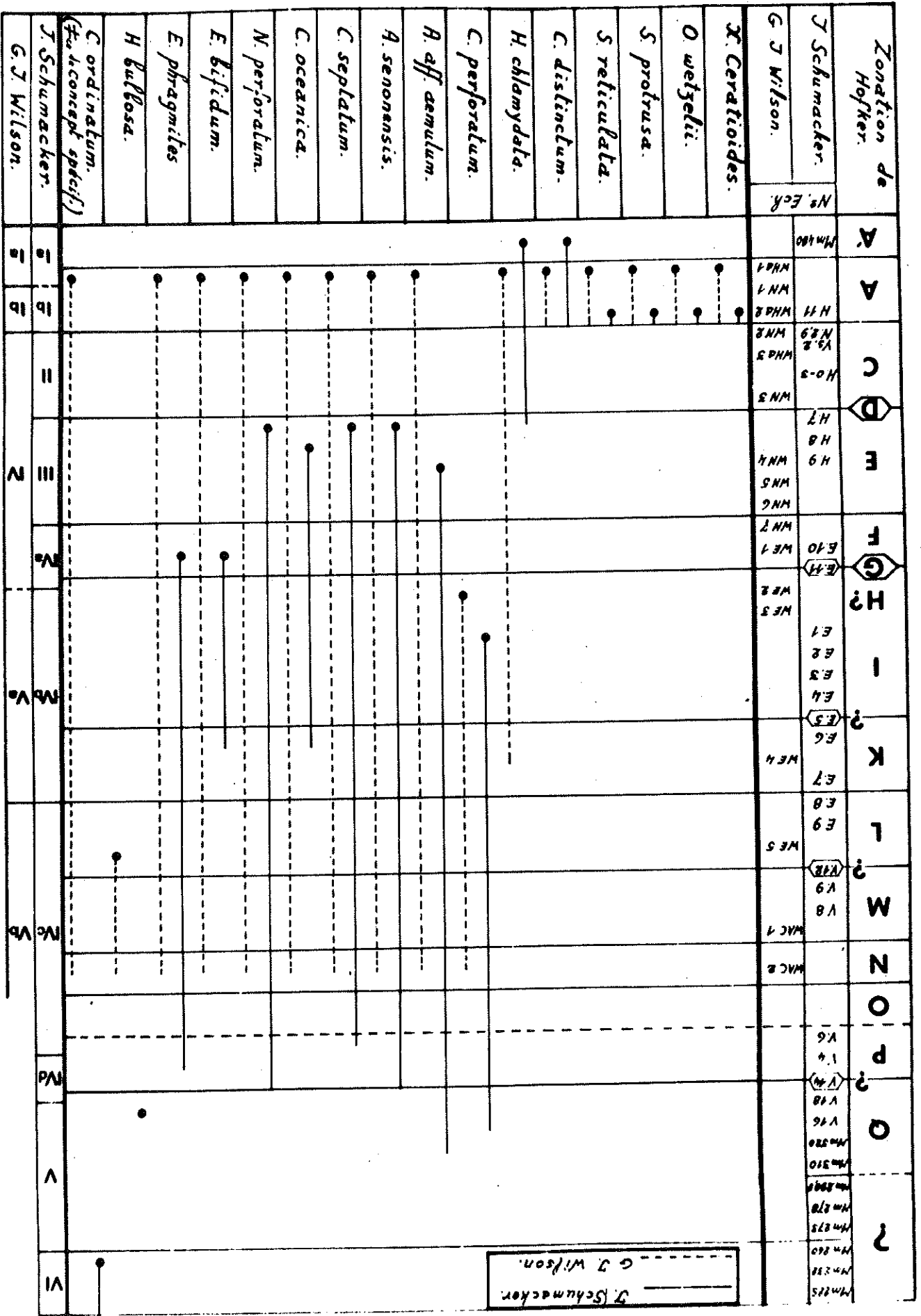
WILSON (1971 et 1974, thèse non publiée) a proposé pour l'intervalle stratigraphique couvrant nos 4 premières zones, une biozonation basée sur un certain nombre d'espèces planctoniques reprises à la fig. 26

Ce découpage couvre, en 5 unités, l'intervalle allant des sous-zones Ib à IVc.

La figure 26 permet de comparer la position des points d'apparition et l'extension stratigraphique des espèces utilisées dans les deux zonations. Elle met en évidence les principales concordances entre les données de WILSON et celles utilisées ici, ainsi que les discordances qui résultent parfois d'une différence plus ou moins importante dans l'échantillonnage.

Notre zone V est caractérisée avant tout par l'extrême rareté des formes planctoniques, son assemblage est figuré planche 6.





Liste des espèces de DINOPHYCEAE, CHLOROPHYCEAE,
PRASINOPHYCEAE et ACRIOTARCHA des Marnes de Gélinden.
(J. SCHUMACKER-LAMBRY)

PHYRROPHYTA

- DINOPHYCEAE

- Achomosphaera Ewitt 1963.
Achomosphaera alcicornu (Eisenack 1954) Davey & Williams 1966.
Achomosphaera ramulifera (Deflandre 1937) Ewitt 1963.
Achomosphaera sagena Davey & Williams 1966.
Adatosphaeridium Williams & Downie 1966.
Adatosphaeridium reticulense (Pastriels 1948) De Coninck 1969.
Alterbia Lentin & Williams 1975.
Alterbia acuminata (Deflandre & Cookson 1958) Lentin & Williams 1975.
Alterbia obscura (Drugg 1967) Lentin & Williams 1975.
Areoligera Lejeune-Carpentier emend. Williams & Downie 1966.
Areoligera cfr coronata (O. Wetzel 1935) Lejeune-Carpentier 1938 sensu Williams & Downie 1966.
Areoligera senonensis Lejeune-Carpentier 1938.
Areoligera volata Drugg 1967.
Cannosphaeropsis O. Wetzel 1935 emend. Williams & Downie 1966.
Cannosphaeropsis utinensis O. Wetzel 1935.
Chatangiella Vozzhennikova 1967 emend. Lentin & Williams 1975.
Chatangiella victoriensis (Cookson & Mannum 1964) Lentin & Williams 1975.
Chlamydothorella Cookson & Eisenack 1958.
Chlamydothorella discreta Clarke & Verdier 1967.
Chlamydothorella cfr. wallata Cookson & Eisenack 1960.

Cladopyxidium Mc Lean 1972.

Cladopyxidium exilimuratum Schumacker-Lambry.

Cladopyxidium septatum Mc Lean 1972.

Cordosphaeridium Eisenack 1963 emend. Davey 1969.

Cordosphaeridium capillaceum Schumacker-Lambry.

Cordosphaeridium gracile (Eisenack 1954) Davey & Williams 1966.

Cordosphaeridium inodes (Klump 1953) Eisenack 1963.

Cordosphaeridium latispinosum Davey & Williams 1966.

Cordosphaeridium microtriaina (Klump 1953) Eisenack 1963.

Cordosphaeridium microtriaina (Klump 1953) Eisenack 1963, var. p. 17.

Cordosphaeridium uncinispinosum De Coninck 1968.

Cordosphaeridium sp.

Coronifera Cookson & Eisenack 1958.

Coronifera oceanica Cookson & Eisenack 1958.

Cyclonephellium Deflandre & Cookson 1955 emend. Williams & Downie 1966.

Cyclonephellium circumvelatum Schumacker-Lambry.

Cyclonephellium compactum Deflandre & Cookson 1955.

Cyclonephellium conopium Denison ined.

Cyclonephellium distinctum Deflandre & Cookson 1955.

Cyclonephellium divaricatum Williams & Downie 1966.

Cyclonephellium "exuberans" Deflandre & Cookson 1955.

Cyclonephellium ordinatum Williams & Downie 1966.

Cyclonephellium "pastielsii" Deflandre & Cookson 1955

nom. nudum ex Downie & Sarjeant 1964.

Cyclonephellium retinirextum Cookson 1965.

Deflandrea Eisenack 1938 emend. Lentin & Williams 1975.

Deflandrea diebelii Alberti 1959.

Deflandrea speciosa Alberti 1959.

Deflandrea warrenii Schumacker-Lambry.

Dinogyminium Ewitt et alii 1967.

Dinogyminium acuminatum Ewitt et al. 1967.

Dinogyminium albertii Clarke & Verdier 1967.

Dinogyminium denticulatum (Alberti 1961) Ewitt et al. 1967.

Diphyes Cookson 1965 emend. Davey & Williams 1966.

Diphyes colligerum (Deflandre & Cookson 1955) Cookson 1965.

Eisenackia Deflandre & Cookson 1955 emend. Sarjeant 1966

(diagnose étendue par Davey 1969).

Eisenackia cfr. scrobiculata Morgenroth 1966.

Hystriochokolpoma Klumpp 1953 emend. Williams & Downie 1966.

Hystriochokolpoma circumtabulatum (Druggs, 1967) Schumacker-Lambry comb. nov.

? Hystriochokolpoma fimbriatum Morgenroth 1968

syn. : Hystriochosphaeridium sp. Druggs 1967.

Hystriochokolpoma poculum Mayer 1959.

Hystriochosphaeridium Deflandre 1937 emend. Davey & Williams 1966.

Hystriochosphaeridium tubiferum (Ehrenberg 1838) Deflandre

1937 emend. Davey & Williams 1966.

Hystriochosphaeridium sp.

Impletosphaeridium Morgenroth 1966.

? Impletosphaeridium densicomatum (Maier 1959) Morgenroth 1966.
syn. : Baltisphaeridium densicomatum Maier 1959.

Inversidinium Mc Lean 1973.

Inversidinium exilimum Mc Lean 1973.

Leptodinium Klement 1960 emend. Sarjeant 1969.

Leptodinium cfr. electrolophum Sarjeant 1966.

Microdinium Cookson & Eisenack 1960 emend. Sarjeant 1966.

Microdinium saeptum Morgenroth 1968.

Nematospaeropsis Deflandre & Cookson 1955 emend. Williams & Downie 1966.

Nematospaeropsis philippotii (Deflandre 1947) De Coninck 1965.

Odontochitina Deflandre 1935 emend. Davey 1970.

Odontochitina costata (Alberti 1961) emend. Clarke & Verdier 1967.

Odontochitina operculata (O. Wetzel 1935) Deflandre in Deflandre & Cookson 1955.

Oligosphaeridium Davey & Williams 1966.

Oligosphaeridium complex (White 1842) Davey & Williams 1966.

Operculodinium Wall 1967.

Operculodinium sp.

Palaeocystodinium Alberti 1961.

Palaeocystodinium lidiae (Gorka 1963) Davey 1969.

Palaeohystrichophora Deflandre 1935 emend. Deflandre &

Cookson 1955.

Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre 1935.

Palaeoperidinium Deflandre 1934 ex Sarjeant 1967 emend.

Lentin & Williams 1975.

Palaeoperidinium basilium (Druggs 1967) Druggs 1970.

Palaeoperidinium tenue Schumacker-Lambry.

Palmitickia Eisenack 1954.

Palmitickia cfr. californica Druggs 1967.

Polysphaeridium Davey & Williams 1966.

Polysphaeridium pastielsii Davey & Williams 1966.

Spiniferites Mantell 1850 emend. Sarjeant 1970.

Spiniferites cfr. cingulatus (O. Wetzel 1933) Sarjeant 1970
subsp. cingulatus, voir p. 53.

Spiniferites cingulatus (O. Wetzel 1933) Sarjeant 1970
subsp. granulatus (Clarke & Verdier 1967) Lentin &
Williams 1973.

Spiniferites membranaceus (Rossignol 1964) Wall 1967.

Spiniferites pseudofurcatus (Klump 1953) Sarjeant 1970.

Spiniferites ramosus (Ehrenberg 1838) Loeblich & Loeblich

1966 subsp. ramosus, voir p. 54.

Spiniferites ramosus (Ehrenberg 1838) Loeblich & Loeblich
1966 subsp. multibrevis (Davey & Williams 1966) Lentin

& Williams 1973.

Spiniferites septatus (Cookson & Eisenack 1967) Mc Lean 1971.

Spiniferites supparus (Drugg 1967) Sarjeant 1970.

Spiniferites wetzeli (Deflandre 1937) Sarjeant 1970.

Surculosphaeridium Davey et al. 1966.

Surculosphaeridium longifurcatum (Firtion 1952) Davey
et al. 1966.

Surculosphaeridium vestitum (Deflandre 1938) Davey et al. 1966.

Tanyosphaeridium Davey & Williams 1966.

Tanyosphaeridium sp.

Thalassiphora Eisenack & Gocht 1960 emend. Gocht 1968.

Thalassiphora delicata Williams & Downie 1966.

CHLOROPHYTA

- Chlorophyceae (? Volvocales)

Lecaniellaceae Cookson & Eisenack 1970.

Paralecanelella Cookson & Eisenack 1970.

Paralecanelella indentata (Deflandre & Cookson 1955)
Cookson & Eisenack 1970.

- Chlorococcales

Pediastrum Meyen 1829.

Pediastrum paleogenites Wilson & Hofmeister 1955.

PRASINOPHYTA

- Prasinophyceae

Cymatiosphaera O. Wetzel 1953 emend. Deflandre 1954.

Cymatiosphaera eupeplos (Valensi 1948) Deflandre 1954.

Pterospermella Eisenack 1972.

Pterospermella aureolata (Cookson & Eisenack 1955)
Eisenack 1972.

ACRITARCHA Evtitt 1963.

Tubulifera Schumacker-Lambry.
Tubulifera heterosolenia sp. nov.

Baltisphaeridium Eisenack 1958.

Baltisphaeridium ligospinosum De Coninck 1968.

Baltisphaeridium sp. 1.

Baltisphaeridium sp. 2.

Baltisphaeridium sp. 3.

Verhachium Deunff 1954.

Verhachium sp.

INCERTAE SEDIS.

Comasphaeridium Staplin et al. 1965.

Comasphaeridium cometes (Valensi 1948) Staplin et al. 1965.

Forma 1.

Forma 2.

Membranosphaera Samoilovitch ex Norris & Sarjeant 1965
emend. Drugg 1967.

Membranosphaera mastrichtica Samoilovitch ex Norris &
Sarjeant 1965.

Micrhystriidium Deflandre 1937 emend. Downie & Sarjeant 1963.

Micrhystriidium deflandrei Valensi 1948.

Micrhystriidium inconspicuum Deflandre 1935.

Micrhystriidium stellatum Deflandre 1942.

Palaostomocystis Deflandre 1937.

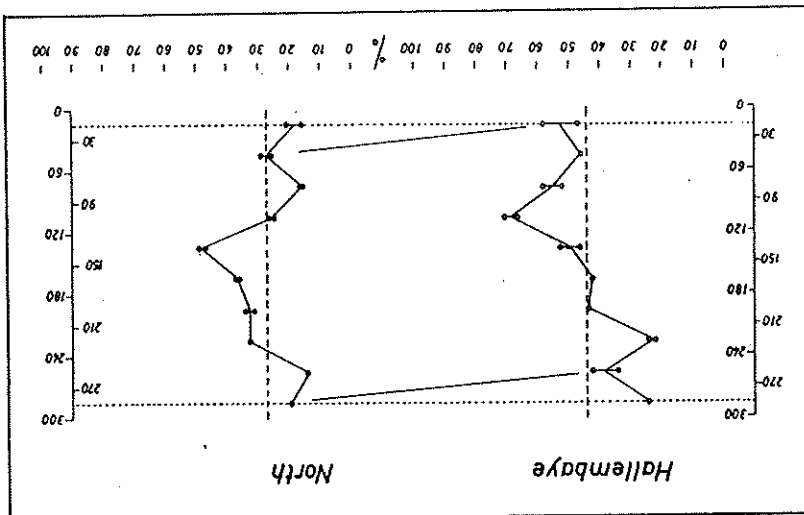
Palaostomocystis chytrea Drugg 1967.

Palaostomocystis laevigata Drugg 1967.

Trigonopyxidia Cookson & Eisenack 1961 nom. subst. pro

Trigonopyxis Cookson & Eisenack 1960 non Penard 1912.

Trigonopyxidia finella (Cookson & Eisenack 1960) Downie
& Sarjeant 1964.



— Courbes de proportions relatives des Tubifères par rapport aux Hystriosphères à appendices divisés, dans les trois mètres de base de la crête prise à North et Hallembaye.

Les rapports sont calculés comme suit : $\frac{\text{Tubifères} + \text{Hystriich. à app. divisés}}{\text{Tubifères} \times 100}$ en %

Pour chaque profil, la verticale en tirets représente la moyenne arithmétique des différentes valeurs de la colonne de 3 mètres. Vis-à-vis d'un même échantillon, on trouve fréquemment deux points unis par une barre horizontale. Leur signification est la suivante : lors des comptages, il nous est fréquemment arrivé de rencontrer des formes abîmées ou qui ne présentaient qu'une partie des caractères du groupe dans lequel nous les avons rangées. Nous avons chaque fois noté, pour chaque groupe le nombre de formes ainsi douteuses. Soit pour le groupe X où x formes ont été comptées, dx formes douteuses. Si nous devons faire le rapport du groupe X sur le groupe Y dont nous avons compté y + dy formes, ce rapport a été calculé comme suit : $\frac{y + dy}{x} \approx \frac{Y}{X} \approx \frac{Y}{x + dx}$. D'où l'apparition de deux points par niveau.

Fig.: 27

(VANGUESTAINE 1966)

Les planches 1 et 2 reproduisent les figures des dinoflagellés étudiés par Mme LEBRUNE-CARPENNIER (div. publications : voir Bibliographie) dans la formation de Gulpen. Ces dessins recréés au départ de l'examen d'éclats de silice sont devenus classiques.

Dans cette formation, les Dinoflagellés sont abondants, en particulier dans la partie inférieure du Calcaire de Vlyen (craie grise) des carrières d'Hallembaye et de North. Les formes à appendices individuellement (les "Tubifères" LEBRUNE-CARPENNIER 1940) atteignent une moyenne de 700 par gramme de sédiment à North et 400 à Hallembaye. Les formes à appendices "divisés" c'est-à-dire bifurqués, polyfurqués et ramifiés, considérées comme un groupe, passent de 1500 à 500 par gramme de sédiment de North à Hallembaye.

Le rapport de la quantité des "Tubifères" à celle des Dinoflagellés à appendices "divisés" a été calculé pour chacun des 10 échantillons moyens successifs, réalisés à partir de deux colonnes de 2 mètres prélevées au-dessus du Hardground (Horizon de Froidmont), respectivement à North et à Hallembaye. Les résultats font l'objet de la fig. 27

"Si l'on examine avec soin chacune des courbes, on se rend compte que l'on peut corréler le point 0-30 de Hallembaye avec le point 50-60 de North et ainsi de suite chaque point jusque l'avant dernier point de Hallembaye qu'il faut corréler avec le dernier de North. A condition donc de décroiser l'ensemble du profil de Hallembaye de 30 cm vers le haut, les deux graphiques présentent une similitude étonnante. En effet, l'évolution est rigoureusement parallèle de part et d'autre (à une augmentation correspond une augmentation, à une diminution correspond une diminution); mais aussi, l'intensité des variations est semblable de part et d'autre (à de petites oscillations correspondent de petites oscillations, à de grandes oscillations correspondent de grandes oscillations)

Il nous semble que des évolutions aussi identiques ne

peuvent s'être produites à des moments différents dans le temps. Ce qui implique, à notre avis, le synchronisme des dépôts (à 50 cm près). Nous ne nions pas que des alternances majeures de maxima et de minima peuvent se reproduire à différents niveaux et correspondre à des répétitions périodiques de faciès comparables. Par exemple : à North, le maxima sur quatre points qu'encadrent 2 zones de minima. Mais ici, nous voulons attirer spécialement l'attention sur le fait que même les fluctuations minimales de ces deux courbes sont vraiment semblables" (VANGUETAINE 1966, p. 1540).

Un tel site de sédimentation "devait être particulièrement agité, affectant sur le fond marin lui-même la couche superficielle de certains dépôts de sédiments. Le parallélisme entre les diagrammes de valeurs relatives de Dinoflagellés (fig. 27) prouve, en effet, que chacune des laves déposées a été enfouies sans perturbation de son contenu palynologique." (VANGUETAINE 1966, p. 1546).

(M.V. et M.S.)

1. Formations de Vaals et de Gulpen.

Le nannoplancton calcaire en cours d'étude (BICK, thèse inédite) dans les formations de Vaals et de Gulpen (partie inférieure d'âge campanien) comprend quelques 70 espèces dont 45 se laissent déterminer en microscopie optique, les autres au microscope à balayage seulement.

Une rupture floristique majeure apparaît à la limite entre ces formations dans la carrière de Hallembaye. Elle consiste dans la disparition de 19 espèces à la base de l'horizon de Loën et la première apparition de *Tetraalithus campanensis* dans cet horizon.

2. Formations de Houthem et de Maastricht.

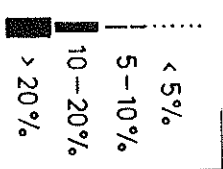
Les premiers travaux dans l'aire géographique considérée ici, mettent en évidence à la fois l'homogénéité floristique du Maastrichtien supérieur et l'interruption nette dans la distribution des taxa de part et d'autre de l'horizon de Vroenhoven.

BRAMLETTE et MARTINI (1964) ont décrit 3 échantillons provenant des zones F, H et L dans la carrière de L'ENCI (voir la localisation de ces échantillons fig. 28). Ils

opposent ces observations à celles qu'ils ont faites dans le Danien de diverses régions du monde dont la région type. Dans le Danien, la majorité des taxa maastrichtiens ont disparu.

VANGUEROW et SCHLOEMER (1967) qui ont étudié cette limite en particulier dans la tranchée du Canal Albert à Vroenhoven, arrivent aux mêmes conclusions. Ils retrouvent 6 taxa sur les 10 caractéristiques mentionnées par BRAMLETTE et MARTINI (1964).

Stratigraphische Einstufung	Maasricht oberes										Dan.
	Cr4	Mb			Mc			Md	Pa		
Symbole	F	H	H-1	I	K	M	P				
Foraminifere-Zonen	14 ^v	28 ^e	13 ^v	25 ^e	26 ^e	16 ^v	27 ^e	32 ^e	24 ^v		
Numer der Probe											
1 Arkhangelskiella cymbiformis											
2 Arkhangelskiella parca											
3 Coccolithus cf. barnesae											
4 Coccolithus danicus											
5 Coccolithus helis											
6 Coccolithus n. sp. a											
7 Coccolithus n. sp. b											
9 Cretarrhabdus decorus											
10 Cretarrhabdus n. sp. a											
12 Deltandrius cretaceus											
13 Deltandrius spinosus											
14 Discolithina numerosa											
15 Kamptnerius magnificus											
16 Markalius inversus											
17 Zygodiscus ? amphipons											
18 Zygodiscus sigmoides											
19 Zygodiscus spiralis											
20 Zygodiscus concinnus											
21 Zygodiscus crux											
22 Zygodiscus diplogrammus											
23 Zygodiscus ? octoradius											
24 Zytrahabithus cf. turrisseiffelii											
25 Braardosphaera bigelowi											
27 Corolithion exiguum											
28 Lithraphidites quadratus											
29 Microrhabdulus decoratus											
30 Microrhabdulus stradneri											
33 Micula staurophora											
34 Micula sp.											
35 Stephanolithion laffittei											
36 Tetralithus obscurus											
37 n. sp. A											
38 n. sp. B											
39 Lucianorhabdus cayeuxi											



Extrait de BRAMBLETTIE et MARTINI 1964, Tab. 1. Ech. danien provenant du Danemark, France, Tunisie et USA, conservés ici à titre de comparaison.

Extrait de VANGEROW et SCHIOEMER 1967, Tab. 1. v = tranchée du Canal Albert entre km 18 et km 24. e = carr. ENCI. Taxa caractéristiques du Danien ~~du Maastrichtien supérieur.~~

Sur 10 échantillons (E 1 à E 10) recueillis à la carrière de L'ENCI, seul l'échantillon E 6, situé à la base de la zone K, s'est révélé riche en coccolithes. Quelques spécimens photographiés en Microscopie électronique sont figurés sur les planches 8 à 10, leur détermination (BICK) étant reprise en légende. La présence de coccosphères (Pl. 8, fig. 6) atteste de leur caractère autochtone.

Des analyses quantitatives détaillées devraient permettre une stratigraphie locale relativement fine comme le démontrent VANGUEROV et SCHLOEMER (1967). Comparer à ce sujet (fig. 29) les fréquences relatives de deux échantillons provenant des niveaux H et I de la carrière de L'ENCI. Ce type d'analyse permet à ces auteurs de proposer, par exemple, la corrélation du calcaire de Kunrade avec la partie de la formation de Maastricht correspondant aux zones H à K. SISSINGH (1977) propose des critères de corrélation biostratigraphique de portée géographique beaucoup plus considérable. Il situe dans la partie inférieure de la formation de Maastricht (zone H) la limite entre ses zones 25c et 26, fondée sur l'apparition de *Nephrolithus frequens* Gorke (= *Nephrolithus barbarae* Gorke in BRAMLETTE et MARTINI, 1964). Notons que parmi les 4 espèces caractéristiques du Maastrichtien supérieur désignées (fig. 30) seules les deux plus fréquentes sont citées par VANGUEROV et SCHLOEMER (1967). N. *frequens* est cité en plus par MANIVITZ (1970) dans deux échantillons prélevés respectivement au niveau des zones K et M-L dans la carrière de L'ENCI. Cette information complète celles de SISSINGH qui n'a pas repéré cette espèce à ces niveaux.

L'intérêt majeur de la zonation proposée par SISSINGH (1977) nous paraît reposer essentiellement sur l'usage de quelques critères phylogénétiques et sur le fait que cette zonation a pu être confrontée, en Tunisie, à la zonation des Foraminifères planctoniques de POSTUMA (1971). Il est évident cependant que des échantillons plus nombreux du Maastrichtien de la région type devront être étudiés avant de pouvoir fixer cette limite de manière fiable.

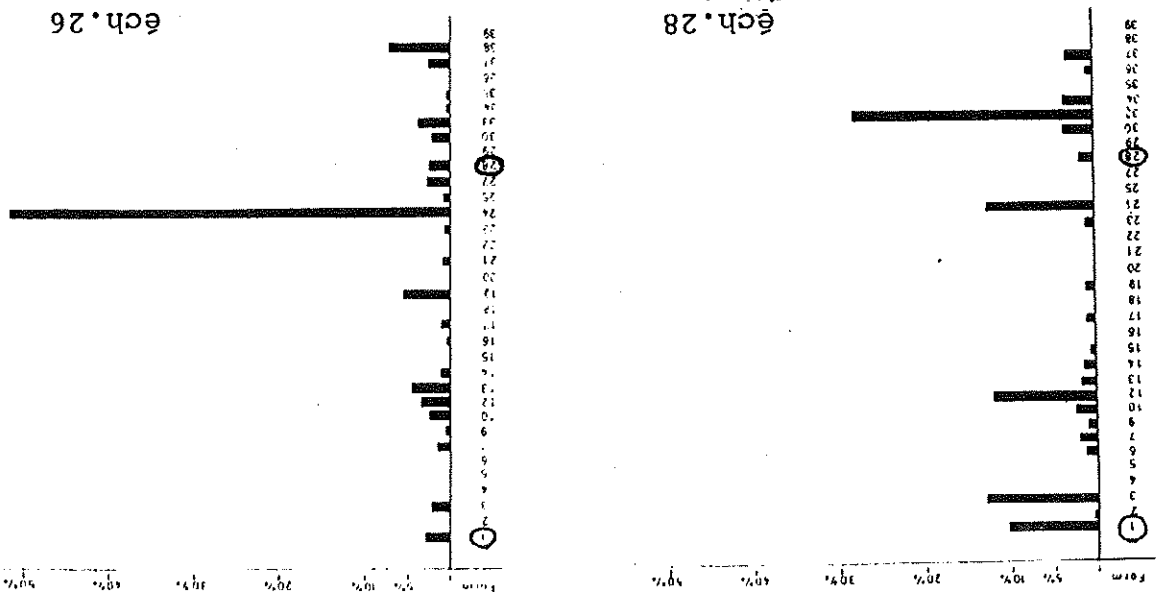
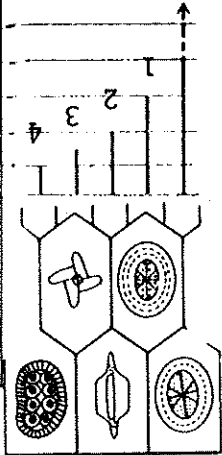


Fig. 29 Extrait de VANGEROW et SCHLOEMER 1967, fig. 4 et 7 Carr. ENCI - No des espèces comme sur la fig. précédente. Ech. 28 - Zone H partie inférieure Ech. 26 - Zone I.

MASTRICHTIAN TRANSITION		MASTRICHT																							
AGES / STAGES	LOCALITIES	SAMPLES	K																						
			13.25 - 15.00	12.00	7.00	5.00	3.00	0.00	12.25	9.00	6.25	5.21	5.20	5.22	0.28m										
A	MASTRICHT		1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			28	c																					
			ARCHANGELSKIELLA (LARGE FORMS)																						
			ARCHANGELSKIELLA Cymbiformis																						
			LITHRAPHDITES QUADRATUS																						
			MOULA MURUS																						
			NEPHROLITHUS FREQUENS																						
			NANNOPLANKTON ZONATION																						



DZR EL REF SECTION W TUNISIA	PLANKTONIC FORAMINIFERAL ZONES (POSTUMA, 1971)		NANNOPLANKTON ZONATION		AGE
	MASTRICHTIAN	CAMPANIAN	MASTRICHTIAN	CAMPANIAN	
26	GL. OTURUNCANA MAYAROENSIS	GL. OTURUNCANA ELEVATA	26	GL. OTURUNCANA MAYAROENSIS	MASTRICHTIAN
25	GL. OTURUNCANA MAYAROENSIS	GL. OTURUNCANA ELEVATA	25	GL. OTURUNCANA MAYAROENSIS	CAMPANIAN
24	GL. OTURUNCANA GANSSEERI	GL. OTURUNCANA ELEVATA	24	GL. OTURUNCANA GANSSEERI	MASTRICHTIAN
23	GL. OTURUNCANA GANSSEERI	GL. OTURUNCANA ELEVATA	23	GL. OTURUNCANA GANSSEERI	CAMPANIAN
22	GL. OTURUNCANA CALCARATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	22	GL. OTURUNCANA CALCARATA	MASTRICHTIAN
21	GL. OTURUNCANA CALCARATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	21	GL. OTURUNCANA CALCARATA	CAMPANIAN
20	GL. OTURUNCANA CALCARATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	20	GL. OTURUNCANA CALCARATA	MASTRICHTIAN
19	GL. OTURUNCANA CALCARATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	19	GL. OTURUNCANA CALCARATA	CAMPANIAN
18	GL. OTURUNCANA CALCARATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	18	GL. OTURUNCANA CALCARATA	MASTRICHTIAN
17	GL. OTURUNCANA CALCARATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	17	GL. OTURUNCANA CALCARATA	CAMPANIAN
16	GL. OTURUNCANA CARINATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	16	GL. OTURUNCANA CARINATA	MASTRICHTIAN
15	GL. OTURUNCANA CARINATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	15	GL. OTURUNCANA CARINATA	CAMPANIAN
14	GL. OTURUNCANA CONCAVATA	GL. OTURUNCANA ELEVATA	14	GL. OTURUNCANA CONCAVATA	MASTRICHTIAN

Fig. 30 Extrait de SISSINGH 1977, fig. 3, 10, 12 et 15. 4 espèces caractéristiques du Maastrichtien et leur fréquence dans la carr. ENCI. La distribution et la fréquence relative de deux d'entre elles sont soulignées dans les figures précédentes.

3. Formation de Heers.

Neuf échantillons des Marnes de Gellinden de la carrière d'Overbroeck ont été traités. Bien que riches en coccolithes, ces échantillons n'ont montré aucune espèce tertiaire. Tous les taxa observés sont crétaçés et donc vraisemblablement redistribués, étant donné que l'âge landénien est démontré par ailleurs. (BICK, inédit)

(M. S.)



Les marnes "heersiennes" de Gelingen renferment une flore riche et diversifiée que les travaux de de SAPORTA et MARION ont fait connaître dès 1873 et 1877. Les études de ces deux auteurs sont basées sur les nombreux spécimens rassemblés par les Professeurs DEWALQUE et MALAISSE ainsi que sur l'importante collection réunie par M. de LOOZ lors de l'exploitation des marnières au siècle passé. Actuellement, le site de Gelingen (qui comprenait plusieurs marnières dont la carrière d'Overbroeck, ainsi que celles voisines de Maret, Commune d'Orp-le-Grand) est abandonné et les surfaces encore accessibles, trop altérées, ne livrent plus de spécimens valables.

Le matériel type de de SAPORTA et MARION est conservé dans les collections de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles (STOCKMANS et WILLIERS, 1935). Le Laboratoire de Paléobotanique et Paléopalynologie de l'Université de Liège possède également de nombreux spécimens des espèces le plus communément observées dans le gisement; la plupart proviennent des collections de DEWALQUE et de DESTINE et ont été récoltées il y a une centaine d'années. Les pièces les plus représentatives ont été photographiées et sont illustrées Pl. 11 et 12.

La nomenclature utilisée est celle de de SAPORTA et MARION. La discussion de certaines de leurs attributions générales (voir par exemple ROMER, 1889, p. 143, STOCKMANS, 1946, p. 29 et HUGHES, 1976, p. 149 pour l'utilisation de Debeys Michiel versus Dewalque Sap. et Mar.) sort du cadre de cette courte note descriptive.

Mode de conservation de la Flore de Gellinden.

La marne crayeuse du site de Gellinden a conservé les restes de nombreuses feuilles ainsi que les traces de quelques rares cônes et graines qui se détachent en brun-rouille sur la pâte sédimentaire blanchâtre. Le contour des feuilles est généralement bien dessiné ainsi que les veines principales; le détail du réseau veinéux fin est rarement observable. La substance ferrugineuse plus ou moins pulvérulente de ces spécimens anciens ne se prête pas à des examens anatomiques.

Des spécimens "frais" récoltés par STOOKMANS lors du creusement du puits n° 1 aux Charbonnages de Houthaalen (Limbourg) ont toutefois permis à cet auteur l'étude des épidermes de trois espèces : Dewaliqua Gellindenensis Sap. et Mar., Litsea elatinervis Sap. et Mar. et Posidonia perforata Sap. et Mar. (STOOKMANS, 1946).

Conditions de dépôt.

Dès 1877, de SAPHORA et MARION ont proposé une interprétation du site de Gellinden. Pour ces auteurs, la présence de Posidonia (Pl. 11, fig. 1 et 2) implique le voisinage d'une mer aux eaux vives et limpides. Le limon crayeux et les débris végétaux qu'il renferme auraient été amenés par des courants fluviaux et se seraient accumulés dans un bassin profond et assez calme pour permettre la disposition horizontale des feuilles sur le fond. Ils ont donc considéré que le dépôt s'est effectué dans une "baie ouverte".

L'étude des dinoflagellés et acritarches ainsi que des foraminifères inclus dans les marnes permet également de supposer un environnement de dépôt de type "mer ouverte" (SCHUMACKER-LAMBRY et CHATEAUNEUF, 1976), dans des conditions moyennement néritiques et sous une eau relativement profonde (MOORCKENS, 1972).

Le trait dominant de la flore de Gelingen est, sans conteste, l'abondance des Cupulifères. Les Castanées et les Quercinées (Pl. 12, fig. 11 à 14) regroupent 12 familles parmi lesquelles les *Dryophyllum* (Pl. 12, fig. 1 à 10) comptent le plus grand nombre de spécimens récoltés. On remarque également de très nombreux exemplaires de *Dewalquea gelindenensis* (Pl. 11, fig. 3-5), plante énigmatique rapprochée par de SAPORTA et MARION des Hélioborées. *Dryophyllum* et *Dewalquea* constituent 80 % à 90 % des pièces rassemblées dans les collections de l'Université de Liège. Les empreintes de Laurinées (Pl. 11, fig. 7 à 9), quoique représentées, d'après ces deux auteurs, par 11 familles, sont nettement plus rares. Tous les représentants des autres familles récoltées sont qualifiés de rares et très rares, les *Posidonia perforata* (Pl. 11, fig. 1 et 2) (Potamogetonacée) exceptés. Les Pteridophytes ne comptent que 3 genres : *Bentzia* (? Gleicheniacée), *Osmunda* et *Anemia*. Une seule gymnosperme, un *Chamaecyparis*, est identifiable. Au total, de SAPORTA et MARION ont reconnu et décrit 59 espèces différentes réparties en 33 genres, ainsi qu'en témoigne la longue liste établie par ces deux auteurs et reproduite ci-dessous (l'indice de fréquence mentionné par ces auteurs dans leurs publications y a été ajouté : RN = très rare; R = rare; RC = assez rare; CC = fréquent); les espèces actuelles analogues, suivant de SAPORTA et MARION, sont indiquées entre parenthèses.

L'étude palynologique de la pâte sédimentaire a permis de compléter la liste des familles de cette flore hercynienne. SCHUMACKER-LAMBRAY et ROCHÉ (1973) signalent en outre : la présence de Sphagnacées, Lycopodiacées et Polypodiacées, de rares Dicksoniacées et Cyathacées; celle d'au moins 3 espèces de pollen à ballonnets; l'existence probable de Palmées, Ulliacées et Myricacées, non signalées parmi les macro-restes. Il est intéressant de noter à ce sujet, la présence, parmi les empreintes conservées à l'Université de Liège, d'un petit spécimen de *Comptonia* sp. (Myricacée; Pl. 12, fig. 15 et 16).

de Gelingen. ne permettent guère de comparaisons valables avec la flore Formation d'Aachen atteinte dans la mine Maurits à Geleen, Les mégaspores étudiées par DIRKSTRA (1949) dans la puits du charbonnage Limbourg-Meuse à Hilsden (Voir hors-texte 1) Cette flore a été principalement récoltée dans les

comparaison. par STOCKMANS (1946) est donnée ci-dessous, à titre de 1946). La liste des diverses espèces sénéziennes décrites oblongues, les feuilles quercifolies étant rares (STOCKMANS, tyliées sont surtout représentées par des feuilles allongées, gymnospermes (une dizaine d'espèces reconnaissables); les dico- L'association végétale crétacée est nettement dominée par les Flores ne comportent qu'un seul genre commun, Dewalquea. récoltée en Belgique également (STOCKMANS, 1946). Ces deux celle, sénézienne, de la formation des sables d'Aachen, de dicotylées arborescentes contraste singulièrement d'avec La flore heersienne de Gelingen, si riche en restes "ré par l'humidité" (1873, p. 85).

ont conclu à l'existence "d'un climat modérément chaud, tempé- entre paléoflores et paléoclimats; DORF, 1964, p. 16). Ils fut probablement le premier auteur à discuter des liaisons était soumise la forêt de montagne de Gelingen (de SAPORNA deux auteurs ont, dès 1873, essayé d'établir à quel climat développé, provenant de dicotylédones arborescentes), ces (majorité de feuilles à limbe ferme, lustré et moyennement sur les caractéristiques générales des restes foliaires A partir de ces comparaisons et en se basant également

(1877, p. 99). Quercinées, Castaninées et Laurinées de divers genres" actuellement, dans un ordre relatif absolument semblable, montagnes de l'archipel nippon "où se trouvent associées proche de celle des hautes vallées sous-himalayennes et des comparable à celle du plateau mexicain et particulièrement marnes heersiennes. Ils ont conclu à l'existence d'une "forêt" actuels afin de définir le type d'association végétale des possible, de rapprocher les espèces de Gelingen de taxons de SAPORNA et MARION ont tenté, dans la mesure du

espèces de Gelinden étudiées par de Saporta et Marion
(Espèces actuelles correspondantes d'après ces 2 auteurs)

Cupulifères

Fougères

1. Benitzia minima S. & M. RH
2. Aneimia palaeogaea S. & M. RH
(Aneimia obliqua Schr. (Cuba))
3. Osmunda eocenica S. & M. RH
(Osmunda japonica Thbg. (Japon))
Gymnospermes
Gymnadales
4. Zamites palaeocenicus S. & M. RR
Cupressinées
5. Chamaecyparis belgica S. & M. R
(Chamaecyparis pisifera Sieb. & Zucc. (Japon))
Angiospermes
Graminées
6. Poacites latissimus S. & M. RH
Potamogetonacées
7. Posidonia perforata S. & M. CC
(Posidonia caulinii Kth. (Méditerranée))
8. Zostera nodosa S. & M. RC
(Zostera marina L. (Toutes les mers))

9. Quercus loozi S. & M. R
(Quercus pseudosuber Santi. (Eur. mérid.))
10. Quercus arciloba S. & M. RR
(Quercus crenata Lam. (Eur. mérid.))
11. Quercus diplodon S. & M. RC
(Quercus ithaburensis Dne. (Syrie))
(Quercus polymorpha Cham. & Schl. (Mexique))
12. Quercus odontophylla S. & M. R
(Quercus ithaburensis Dne. (Syrie))
13. Quercus palaedryis S. & M. RR
(Quercus dentata Thbg. (Japon))
(Quercus urticaefolia Bl. (Japon))
14. Quercus parceserrata S. & M. R
(Quercus salicina Bl. (Japon))
15. Pasianopsis retinervis S. & M. R
(Pasiana flaberrima Bl. (Java))
(Pasiana korthalsii Bl. (Java))
16. Pasianopsis sinuatus S. & M. R
(Gastanea roxburgii Lindl. (Indes or.))
17. Pasianopsis vittatus S. & M. RR
-Dryophyllum vittatum
(Pasiana spicata Sm. (Népal))
18. Dryophyllum dewalquei S. & M. CC
(Castanea vulgaris Lam. (Europe))
19. Dryophyllum laxinerve S. & M. R
20. Dryophyllum curticeclense Wat. R

- Urticées ?
21. Mac-Clintockia heersiensis S. & M. RR
(Pilea Sp. (Ile Maurice: Asie trop.))
Salicinées
22. Salix longinqua S. & M. R
(Salix safsaf And. (Afrique or.: Nubie))
23. Salix malaisei S. & M. R
(Salix safsaf abyssinica And. (Abyssinie))
Laurinées
24. Cinnamomum sezannense Wat. R
(Cinnamomum burmanni Bl. (Java))
25. Cinnamomum ellipsoideum S. & M. RC
(Cinnamomum camphora N. (Japon))
26. Phoebe ? tetrantheracea Schimp. R
(Phoebe lanceolata N. (Indes or.))
(Phoebe barbusana N. (Canaries))
27. Persea polymorpha S. & M.
(Persea gratissima Goertn. (Zone tropicale))
28. Persea heersiensis S. & M. R
(Persea indica Spr. (Iles Canaries))
29. Oreodaphne apicifolia S. & M. RR
(Oreodaphne costulata N. (Amérique mérid.))
(Oreodaphne foetens N. (Canaries))
30. Litsaea expansa S. & M. R
(Litsaea dealbata N. (Indes or.))
31. Litsaea elatineria S. & M. RR
(Litsaea foliosa N. (Indes or.))
32. Litsaea ? viburnoides S. & M. RR

33. Laurus amalli S. & M. RR
(Laurus nobilis L. (Europe))
34. Daphnogene longinqua S. & M. RR
(Laurus canariensis Webb. (Canaries))
Caprifoliacées
35. Viburnum vitifolium S. & M. RR
(Viburnum macrophyllum Thbg. (Japon))
36. Viburnum arcinerivium S. & M. RR
(Viburnum suspensum Hort.)
Araliacées
37. Hedera malaisei S. & M. RR
(Hedera helix L. (Europe))
(Hedera hibernica (Irlande))
38. Aralia looziana S. & M. RC
(Oreopanax sp. (Amérique))
39. Aralia argutidens S. & M. RR
40. Aralia demersa S. & M. RR
41. Aralia phleboneura S. & M. RR
(Cephalopanax et Didymopanax Sp.)
42. Aralia transversinervia S. & M. R
43. Aralia spinescens S. & M. RR
(Acanthopanax aculeata Bl. (Java))
44. Cissites lacernus S. & M. RR
Ampéllidées

- Hamamelidées
 45. Hamamelites gelindenensis S. & M. RR
 (Fothergilla alnifolia (Amérique sept.))
 (Parrotia persica C. A. Mey. (Perse))
- Renouculacées
 46. Dewalquea gelindenensis S. & M. CC
 (Helleborus lividus Ait.)
 (Helleborus niger L.)
- Ménispermacées
 47. Cocculus kani Hr. RR
 (Cocculus laurifolius D.C. (Indes or.))
48. Cocculus dumonti S. & M. RR
 (Cocculus ovata Meisn. (Timor))
Dilléniacées
49. Dillenia palaecocnica S. & M. RR
 (Dillenia speciosa D.C. (Indes or.))
Sterculiacées
50. Sterculia labrusca Ung. RR
 (Sterculia diversifolia Dos. (Australie))
 (Sterculia Sp. (Sénégalie))
Célastrinées
51. Celastrrophyllum belgicum S. & M. K
 (Celastrus ruber Wall. (Népal))
 (Celastrus triginus D.C. (Madagascar))
52. Celastrrophyllum dewalqueanum S. & M. R
 (Celastrus stylosus Wall. (Népal))
 (Celastrus acuminatus Thbg. (Afrique austr.))
53. Celastrrophyllum crepini S. & M. R
 (Hartogia capensis L. (Afrique austr.))
54. Celastrrophyllum repandum S. & M. R
 (Elaeodendron orientale D.C. (Indes or.))
55. Celastrrophyllum reticulatum S. & M. RR
 (Celastrus et Elaeodendr. Sp.)
56. Celastrrophyllum benedeni S. & M. RR
 (Celastrus et Elaeodendr. Sp.)
57. Celastrrophyllum serratum S. & M. RR
 (Celastrus paniculatus Wild. (Indes or.))
Rhamnées
58. Zizyphus remotidens S. & M. R
 (Zizyphus jujuba Lam. (Afrique or.))
- Myrtacées
 59. Myrtophyllum cryptoneuron S. & M. R
 (Cariophyllus aromatica D.C. (Asie trop.))

Fougères

1. Cladophlebis neuropteroides Debey & Eittinghausen.
2. Sphenopteris eisdemensis Stockmans.
3. Phleboteris maxima Stockmans.

Gymnospermes

4. Gœinitzia abietina Schlotheim.
5. Gœinitzia elegans Corda.
6. Sequoites primaeva Corda.
7. Braehyphyllum sp.
8. Pityophyllum sp.
9. Ginkgoites formosa Heer.
10. Pityostrobus purvesti Stockmans.
11. Conites altenbergensis Stockmans.
12. Conites debeyi Stockmans.
13. Bisdenia aacheniana Stockmans.

Angiospermes

14. Dewalquea aquisgranensis S. & M.
15. Dryandroides zenkeri Eittinghausen.
16. Dicotylophyllum eisdemensis Stockmans.
17. Dicotylophyllum senonicum Stockmans.
18. Dicotylophyllum sp.

En marge de la fig. 25, la fréquence des spores et pollens est mentionnée dans l'intervalle sédimentaire considéré ici. Leur présence est plus régulière et ils sont plus abondants dans la partie la plus inférieure et la plus supérieure de cet intervalle, soit respectivement dans les formations de Vaals et de Gulpen et dans celles de Houthem et de Heers.

La faible représentation des spores et pollens dans la formation de Maastricht est liée aux faibles valeurs des éléments "terrigènes", en particulier ceux liés aux minéraux argileux (voir fig. 31).

1) Formation de Vaals et de Gulpen.

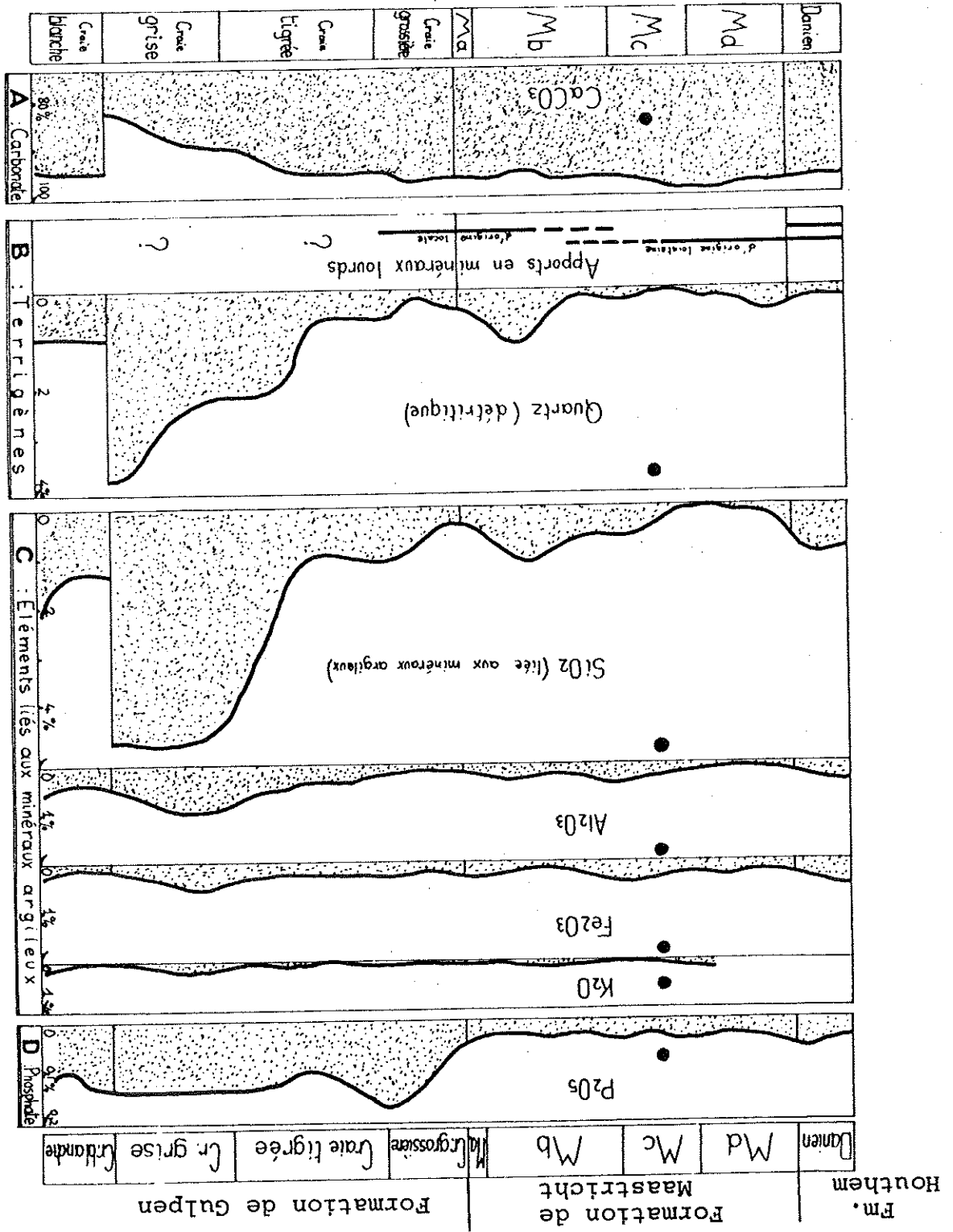
Les spores et pollens de ces formations ont fait l'objet d'un premier inventaire (VANGUÉSTAINÉ 1966a) sans mise au point nomenclaturale. On y reconnaît la présence de plusieurs espèces de Normapollens, de Triporopollenites, de Poly-poropollenites, Tricolpopollenites, Monocolpopollenites, Pityosporites, Zonalapollenites, Vitreisporites, Rhynchodripterites. Des Classopollis, parfois en tétrades, sont abondants et on trouve de nombreuses spores notamment des Tripplanosporites, Duplosporis, Cicatricosporites, Rugulatisporites, Klukisporites, Neorastriackia, etc.

La présence de formes semblables à des Lycospora et des densosporés du Carbonifère attire l'attention sur l'existence d'une redistribution possible de sédiments plus anciens. Plusieurs espèces parmi les spores et pollens ci-dessus pourraient être redistribués notamment Classopollis bien qu'il atteigne jusqu'à 100 spécimens par gramme de sédiment à North.

Cet inventaire a servi de support à une étude quantitative centrée sur les trois mètres inférieurs du Calcaire de Vlyen (craie grise) dans les carrières d'Hallembaye et de North (VANGUÉSTAINÉ 1966), en relation avec la mesure de la fraction détritique non carbonatée du sédiment.

Analyses chimiques des fractions carbonatée et terrigène (données du Laboratoire de l'ENCI) et minéraux lourds (d'après HARTEN 1972). Les points au niveau du Mc correspondent aux mesures faites sur les bancs meubles du faciès de Kunitada.

Fig. 31 : réprints de VILLAIN 1977



Cette fraction détritique montre à North deux maxima vers 0,90 m et vers 2,70 m qui trouve un écho (voir fig. 32) dans la distribution des pollens à ballonnets. La prédominance de ceux-ci à ces deux niveaux apparaît particulièrement bien si on oppose ces pollens aux spores, au Classopolis ou même aux Angiospermes porés. Ces derniers pollens cependant montrent aussi un maximum vers 0,90 m.

Cette relation est confirmée par le fait qu'à Hallem-baye où la fraction détritique est généralement plus faible, les pollens à ballonnets et les Angiospermes porés sont très rares.

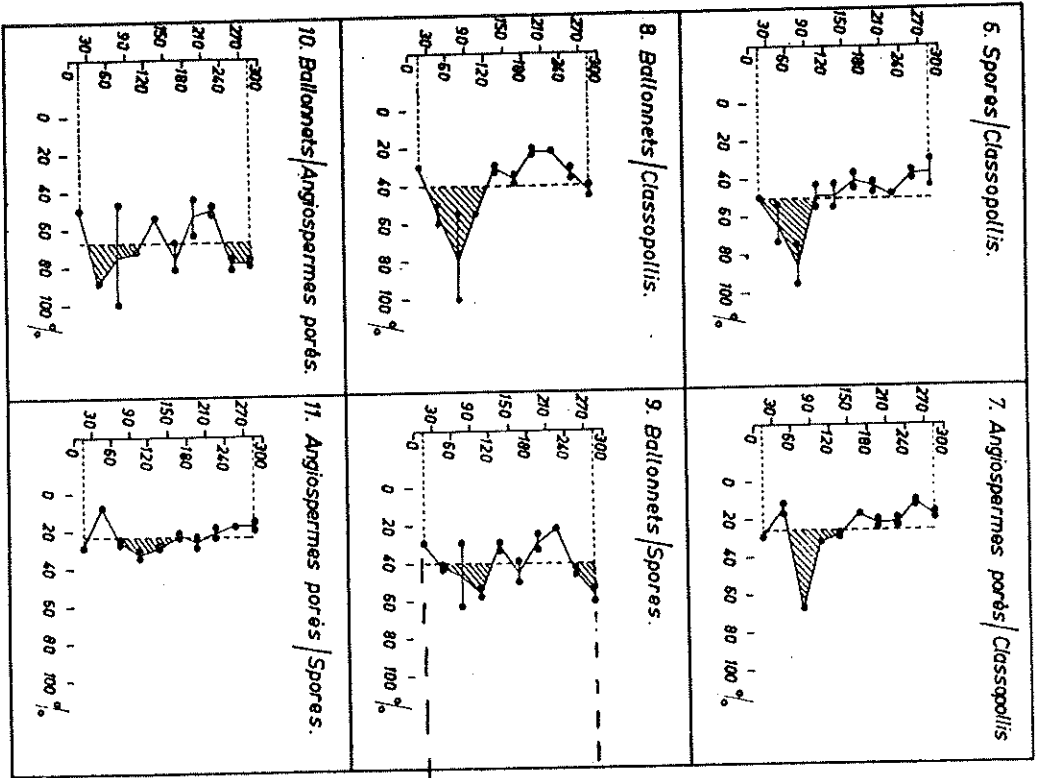
Elle est importante dans la mesure où elle infirme une distribution équitable de ce type de pollen dans ces sédiments marins, directement par le vent. Elle correspond peut-être à un phénomène de concentration analogue à celui qui a été mis en évidence par TRAVERSSE et GINSBURG (1966) dans les sédiments actuels des Bahamas. Elle traduit, en tous cas, l'existence d'apports distincts dans ces sédiments, les spores et les Classopolis (redistribués ?) montrant une répartition relativement uniforme tant à Hallem-baye qu'à North.

(M.V. et M.S.)

2) Formation de Heers.

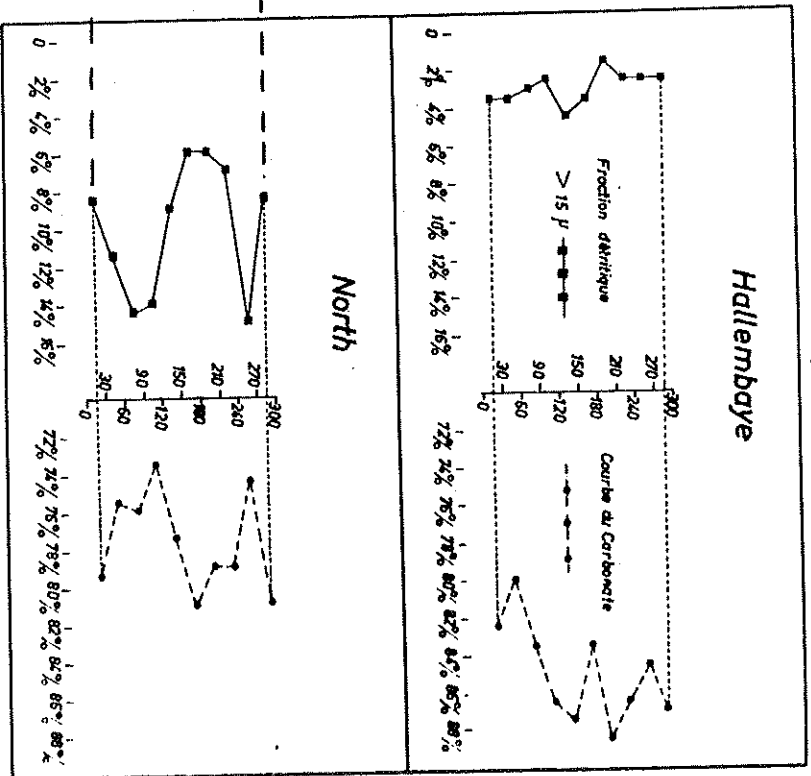
La liste des spores et pollens établie par SCHUMACKER et ROCHE (1973) dans ^{les} Marnes de Gellinden est reprise ci-dessous. Elle a été mise à jour. Une véritable étude stratigraphique de l'apparition de ces taxa dans le Sémonien-Paléocène fait encore défaut. La région ne se prête pas à ce type d'étude dans la mesure où les sédiments de transition Crétacé-Paléocène ont un faciès défavorable aux spores et pollens.

(J.S.)



— Courbes de proportions relatives de spores et de pollens à North.
 La verticale en tirets de chaque figure représente la moyenne arithmétique des
 valeurs relatives pour la colonne de 3 mètres.
 Les rapports sont calculés comme suit, pour la fig. 6 par ex. :

$$\frac{\text{spores} \times 100}{\text{spores} + \text{Classopollis}} \text{ en } \%$$

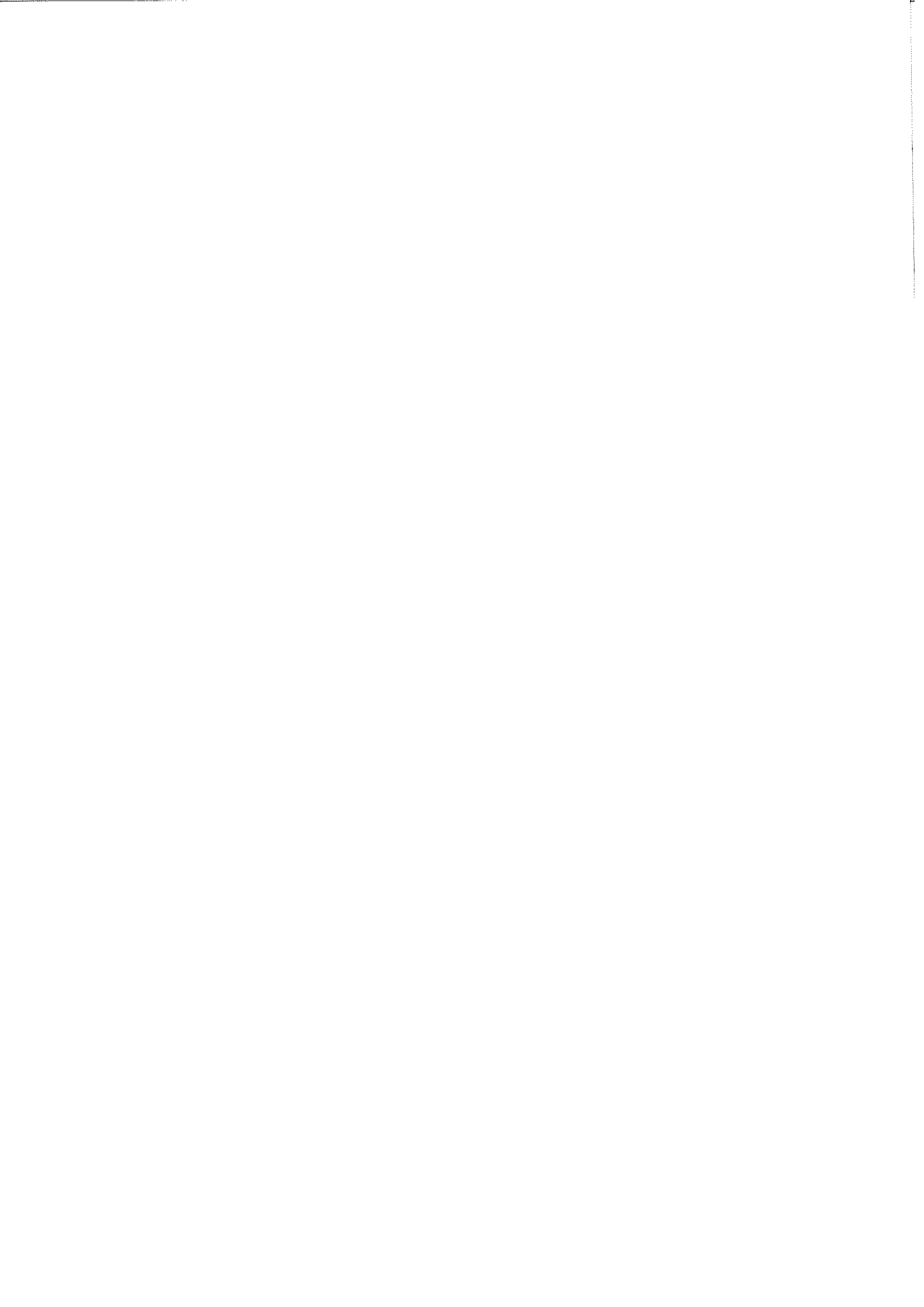


— Teneurs en carbonate et en fraction détritique non carbonatée
 de taille supérieure à 15 microns, dans les 3 mètres de base de la craie grise à
 North et Hallembaye.

- PRUETES Pot. et Kr. 1964
 AZONOTRIETES Lambert 1935
 LAEVIGATI R. Pot. 1956
 LEIOTRIETES (Nann) R. Pot. et Kr. 1954
 LEIOTRIETES MICRODREMITIS W. Kr. 1959
 LEIOTRIETES ADRIENIS W. Kr. 1959 pseudomaximus W. Kr. 1959
 LEIOTRIETES PARAMAXIMUS W. Kr. 1959.
 STEREISPORTES Th. et Pf. 1953.
 STEREISPORTES div. fsp.
 TRIPLANOSPORTES Pf. 1952
 TRIPLANOSPORTES SINUSUS Th. et Pf. 1953
 APICULATI R. Pot. 1956
 COZZANISPORTIS W. Kr. 1967
 COZZANISPORTIS VERRUCOBACULATUS Roche 1967
 MURONKATI R. Pot. et Kr. 1954
 RETTILITES V. d. Hammen 1956
 KALITRIETES fsp.
 TRITITES (Cookson 1947) R. Pot. 1966.
 TRITITES MULTIVALVATUS W. Kr. 1959 multivalvatus Roche 1973.
 CICATRICESPORTIS R. Pot. et Gell. 1933.
 CICATRICESPORTIS DORGENSIS R. Pot. et Gell. 1933 minor Kedves 1961.
 ZONALES R. Pot. 1954.
 GINGULATI R. Pot. et Klaus 1954.
 POLYPODIACEOSPORTIS R. Pot. 1961
 POLYPODIACEOSPORTIS MURXHEHNENSIS W. Kr. 1959
 CAMARAZONOSPORTIS (Plant., ex Pot 1956) Klaus 1960.
 CAMARAZONOSPORTIS STRECHII SCHUMACKER et ROCHE 1973
 CAMARAZONOSPORTIS GELINDENSIS SCHUMACKER et ROCHE 1973
 GLEICHENIIDITES W. Kr. 1959.
 GLEICHENIIDITES TORIGONCAVUS W. Kr. 1959.
 MONOLETES Ibrahim 1933.
 LAEVIGATOSPORTIS Ibrahim 1933.
 LAEVIGATOSPORTIS HAARDTI Th. et Pf. 1953 haardti W. Kr. 1967.
 LAEVIGATOSPORTIS DISCORDATUS Pf. 1953 discordatus Roche 1973.
 VERRUCATOSPORTIS Pf. et Th. 1953.
 VERRUCATOSPORTIS MAGNOVERRUCATUS Roche 1973.
 VERRUCATOSPORTIS fsp. a.
 CICATRICESPORTIS Pf. et Th. 1953.
 CICATRICESPORTIS PSEUDODORGENSIS Th. et Pf. 1953.
 POLLENITES R. Pot. 1931.
 BITATERES Pf. 1953.
 MONOCOLPOPOLLENITES Pf. et Th. 1953.
 MONOCOLPOPOLLENITES TRANQUILLUS Th. et Pf. 1953.
 MONOCOLPOPOLLENITES fsp. 1
 MONOCOLPOPOLLENITES fsp. 2
 MONOCOLPOPOLLENITES fsp. 3

INAPERTURIPOLLENITES Pf. et Th. 1953.
 IMPERTURIPOLLENITES hirtus Th. et Pf. 1953.
 IMPERTURIPOLLENITES dubius Th. et Pf. 1953.
 SACCHARIS Erdtman 1947.
 PITYOSPORITES Seward 1914.
 PITYOSPORITES div. fsp.
 BRAXAONENSIS Pf. 1953.
 NORMAPOLLENITES Pf. 1953.
 POMPECKJOLDAEPOLLENITES W. Kr. 1967.
 POMPECKJOLDAEPOLLENITES subhercynicus W. Kr. 1967.
 POMPECKJOLDAEPOLLENITES peniperfectus W. Kr. 1967.
 NUDOPOLLIS Pf. 1953.
 NUDOPOLLIS thiergartii Pf. 1953.
 NUDOPOLLIS pseudohiergartii Roche 1969.
 NUDOPOLLIS terminatus Pf. 1953.
 NUDOPOLLIS endangulatus Pf. 1953.
 PHICAPOLLIS Pf. 1953.
 PHICAPOLLIS pseudooxcelsum W. Kr. 1961 pseudooxcelsum W. Kr. 1961.
 PHICAPOLLIS pseudooxcelsum W. Kr. 1961 turgidus W. Kr. 1961.
 PHICAPOLLIS pseudooxcelsum W. Kr. 1961 minor W. Kr. 1961.
 PSEUDOPOLLENITES Krutzsch in Goossan et al. 1967.
 PSEUDOPOLLENITES fsp. B Kedves 1969.
 PATAACOLPIS Van Amerom 1965.
 PATAACOLPIS eleagnoides (Zakl. 1965) Kedves 1967.
 INTERPOLLIS W. Kr. 1961.
 INTERPOLLIS supphingensis W. Kr. 1961.
 STEPHANOPOROPOLLENITES Th. et Pf. 1953.
 STEPHANOPOROPOLLENITES hexaradiatus Th. et Pf. 1953 tribinae W. Kr. 1961.
 STEPHANOPOROPOLLENITES hexaradiatus Th. et Pf. 1953 semitribinae W. Kr. 1961.
 TRUDOPOLLIS W. Kr. 1947.
 TRUDOPOLLIS hammonii Roche 1969.
 TRUDOPOLLIS haendoturbatus Pf. 1953.
 TRUDOPOLLIS perturbatus Pf. 1953.
 TRUDOPOLLIS heersensis SCHUMACKER et ROCHÉ 1973
 INTERPOROPOLLENITES Weil. et Krg. 1953.
 INTERPOROPOLLENITES proporus Weil. et Krg. 1953.
 VACUOPOLLIS Pf. 1953.
 VACUOPOLLIS semiconcavus Pf. 1953.
 VACUOPOLLIS proconcavus Weyl. et Krg. 1953.
 VACUOPOLLIS orthopyramis Pflug 1953.
 SPOROPOLLIS Pf. 1953.
 Sporopollis sp.
 POSTNORMAPOLLENITES Pf. 1953.
 TRIPOROPOLLENITES Th. et Pf. 1953.
 TRIPOROPOLLENITES robustus Th. et Pf. 1953.
 TRIPOROPOLLENITES palacobetuloideus W. Kr. ex Roche 1973.

Triatriopollenites Pf. 1953.
Triatriopollenites sp. cf. *T. pharyngoides* Koehne 1969.
Triatriopollenites sp. cf. *T. engelhardtoides* Koehne 1973.
Triatriopollenites belgicus Koehne 1973.
Triatriopollenites roboratus Pf. 1953.
Triatriopollenites arboratus Pf. 1953.
Triatriopollenites nurensis Pf. et Th. 1953.
Triatriopollenites pseudoplatypharyngoides Koehne 1969.
Triatriopollenites curryi (Cras-Caygnetto) 1970.
Triatriopollenites pseudovestibulum Pf. 1953.
Triatriopollenites sp. 1 *gruas* 1977.
Labrapollis W. Kr. 1968.
Labrapollis globosus W. Kr. 1968.
Caryapollenites W. Kr. 1961.
Caryapollenites triangularis W. Kr. 1961.
Subtriopollenites W. Kr. 1961.
Subtriopollenites annulatus Pf. et Th. 1953 annulatus W. Kr. 1961.
Subtriopollenites constans Pf. 1953 constans W. Kr. 1961.
Subtriopollenites constans Pf. 1953 constans (Koehne) Koehne 1973.
Subtriopollenites magnoporus W. Kr. 1961 magnoporus Koehne 1973.
Subtriopollenites subporatus W. Kr. 1961.
Subtriopollenites spissocoxinus Koehne 1969 spissocoxinus Koehne 1973.
Subtriopollenites spissocoxinus Koehne 1969 minus Koehne 1973.
Intratropollenites Th. et Pf. 1953.
Intratropollenites microreticulatus W. Kr. ex Koehne 1973.
Intratropollenites pseudoinstruotus Mai 1961
Polyvestibulopollenites Pf. 1953.
Polyvestibulopollenites verus Th. et Pf. 1953.
Polyporopollenites Pf. 1953.
Polyporopollenites carpinoides Pf. 1953.
Polyporopollenites undulosus Th. et Pf. 1953.
 MONOPORINES Naumova 1937.
Sparganaceapollenites Thiergart 1937.
Sparganaceapollenites reticulatus (Dokt-Hedbn.) W. Kr. ex Koehne 1967
 cum cuneid.
Sparganaceapollenites cuvillieri (Cras-Caygnetto) Koehne 1967.
Milfordia Erdman 1960.
Milfordia hungarica (Kedves) W. Kr. ex Koehne 1967.
 LONGAXONES Pf. 1953.
Tricolpopollenites Pf. et Th. 1953.
Tricolpopollenites hians Mäsk 1968.
Tricolpopollenites Pf. et Th. 1953.
Tricolpopollenites Pf. et Th. 1953.
Tricolpopollenites angustum Th. et Pf. 1953.
Tricolpopollenites microporocingulum W. Kr. Koehne 1973.
Tricolpopollenites cruciatulum W. Kr. Koehne 1973.
Tricolpopollenites ovalis Koehne 1973.
Tricolpopollenites rotundiformis Koehne 1973.
Tricolpopollenites minoriformis Koehne 1967.
Tricolpopollenites moorensis Koehne 1973.
Tricolpopollenites deonickii Koehne 1973.
Tricolpopollenites anguloluminosus (Anderson) Elstik 1968.



- ALBERS, H.J., 1976.- Feinstratigraphie, Faziesanalyse und Zyklen des Untercompans (Vaalser Grünsand = Hervien) von Aachen und dem niederländisch-belgischen Limbourg.- Geol. Jb., A 34 : 3-68.
- BELLEN, R.C. v., 1947.- Sur l'âge de la faune de Bunde (Limbourg méridional).- Bull. S.G.F., 17, 5 : 122-123.
- BELLIER, J.-P. & VILLAIN, J.-M., 1975.- Globotruncanidae de la série type du Maastrichtien (Limbourg méridional).- Cahiers de Micropal., Paris C.N.R.S., 2 : 1-14.
- BERGGREN, W.A., 1964.- The Maastrichtian, Danian and Montian stages and the Cretaceous-Tertiary boundary.- Stockholm Contr. Geol. 11 : 103-175.
- BLESS, M.J.M., BOUCKAERT, J. et al., 1976. Dinosaurian rocks in the subsurface North of the Brabant and Ardennes-Rhenisch massifs in Belgium, the Netherlands and the Federal Republic of Germany. Meded. Rijks Geol. Dienst, N.S. 27, (3) : 81-195.
- BRAMLETTE, M.H. & MARTINI, E., 1964.- The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maastrichtian and the Danian.- Micropaleontology, 10, 3 : 291-322.
- CALEMBERT, L., 1953.- Sur l'extension régionale d'un hard ground et d'une lacune stratigraphique dans le Crétacé supérieur du Nord-Est de la Belgique.- Bull. Cl. Sci., Acad. R. Belg., (5), 39 : 724-733.
- 1956.- Le Crétacé supérieur de la Hesbaye et du Brabant.- Ann. Soc. Géol. Belg., 80 : 129-156.
- 1957.- Le problème de l'étage Maastrichtien, en Belgique et dans les territoires limitrophes.- Bull. Cl. Sci., Acad. R. Belg., (5), 43 : 284-298.
- CALEMBERT, L. & MEIJER, M., 1956.- Sur l'extension d'une lacune stratigraphique dans le Crétacé supérieur du pays de Herve et du Limbourg hollandais.- Ann. Soc. Géol. Belg., 79, 8, 9, 10 : 413-425.
- CALEMBERT, L., MEIJER, M. & MONJOIE, A., 1970.- Le Crétacé supérieur sous la plaine alluviale de la Meuse entre Liège et Lanaye (Liège).- Ann. Soc. Géol. Belg., 93 : 51-63.
- DEROO, G., 1966.- Cytheracea (Ostracodes) du Maastrichtien de Maastricht et des régions voisines; résultats stratigraphiques et paléontologiques de leur étude.- Meded. Geol. Sticht., (C), 2, 2 : 1-197.

- DEWALDRE, G., 1868. - Chap. X, in : Prodrome d'une description géologique de la Belgique. - (Librairie Polytechnique de Deoq.), Bruxelles et Liège.
- DIJKSTRA, S.J., 1948-49. - Megasporen and others fossils from the Aachenian (Senonian in south Limburg, Netherlands). - Meded. geol. Sticht., (3) : 19-33.
- DORF, B., 1964. - The use of fossil plants in Palaeoclimatic Interpretations. In Problems in Palaeoclimatology - Proceed. NATO Palaeoclimates Confer., Univ. Newcastle upon Tyne, January 7-12, 1963. Ed. A.E.M. Nairn, Interscience Publishers - John Wiley and Sons Ltd. : 11-31.
- DUMONT, A., 1849. - Rapport sur la carte géologique du royaume (de Belgique). - Bull. Cl. Sci., Acad. R. Belg., 16, 11 : 351-373.
- DUMONT, A., 1851. - Note sur la position géologique de l'Argille népélienne et sur le synchronisme des formations tertiaires de la Belgique, de l'Angleterre et du nord de la France. - Bull. Acad. R. Sci., Belg., 18 (2) : 179-195.
- DUMONT, A. in MOURLON, M., 1878. - Mémoire sur les terrains Crétacés et Tertiaires préparé par feu A. DUMONT pour servir à la description de la carte géologique. (Ed. M. MOURLON), Bruxelles, tome 1, terrain Crétacé.
- ERNST, G., 1968. - Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raume Braunschweig-Hannover und ihre stratigraphische Gliederung mit Echinodermen und Belemniten, 1. T. : Die jüngere Oberkreide. - Beih. Berg. naturhist. Ges., 5 (Keller Festschrift.) Hannover.
- FELDER, W.M., 1974. - Lithostratigraphische Gliederung der oberen Kreide. - Publ. Naturh. Gen. Limburg, 24, 3, 4 Masstricht : 1-43.
1975. - Lithostratigrafie van het boven-krijt en het Dano-Montien in Zuid-Limburg en het aangrenzende gebied in toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland, Rijks geologische Dienst (Redactie : ZAGWIJN en STAALDUINEN) : 63-72.
- FRANCKEN, G., 1947. - Bijdrage tot de kennis van het boven Senoon in Zuid Limburg. - Meded. geol. Sticht., (C) 6, 5 : 1-148.
- GILARD, P., 1926. - Recherches sur la constitution des crâtes du Limbourg. - Mém. Cl. Sci., Acad. R. Belg., (2), 8, 1 : 1-73.

- GULINCK, M., 1965. - Aperçu général sur les dépôts éocènes de la Belgique. - Bull. Soc. géol. France, 7e sér., 7 : 222-227.
- GULINCK, M., 1968. - Guide des excursions en Belgique (22-24 avril 1968). Colloque sur l'Eocène. - Publ. Serv. géol. de Belgique.
- GULINCK, M. & VOORHUYSEN, J. van, 1961. - Guide d'excursions du 7ème Colloque eur. de Micropal. (Fays-Bas, Belgique). The Hague.
- GULIENROPS, F., 1963. - Etude de divers faciès quaternaires et tertiaires dans le NE de la Belgique. Excursion O-P. 6e Congr. int. de sédimentologie, Belgique et Fays-Bas.
- HAILEP, F., 1932. - Les formations intra-hersiennes du Limbourg belge. - Bull. Soc. belge géol., Paléont., Hydrog., 42 : 23-34.
- HARTEN, D. van, 1972. - Heavy minerals in Maastrichtian and early Tertiary sediments from the Maastrichtian type-region. - G.U.A. Papers géol., Netherl., 1, 1 : 1-85.
- HEIDE, S. dan der, 1954. - The original meaning of the term Maastrichtian (DUMONT 1849). - Geol. en Mijnb., (N.S.), 16, 12 : 509-511.
- HOKKER, J., 1960a. - Le problème du Danio-Paléocène et le passage du Crétacé-Tertiaire. - Rev. de Micropal., 3, 2 : 119-130.
- 1960b. - The type localities of the Maastrichtian (Maastrichtian chalk turf) and of the Montian (Tuffeau de Gilly, calcaire de Mons, and Lacustre Montian). - Jour. of Pal., 34, 3 : 584-588.
1961. - Stratigraphy of the Gulpen chalk in south Limburg established by means of the orthogenesis of Bolivinioides. - Natuurh. Maandbl., 52, 50 : 37-40.
1962. - Correlation of the chalk turf of Maestricht (type Maastrichtian) with the Danske Kalk of Denmark (type Danian), the stratigraphic position of the type Montian, and the planktonic foraminiferal fauna break. - Jour. of Pal., 36, 5 : 1051-1089.
1966. - Maastrichtian, Danian and Paleocene foraminifera. - Palaeontographica (A), Suppl. 10, 1, 2 : 1-376.

- HUGHES, M.F., 1976. - Palaeobiology of Angiosperm origins. Problems of Mesozoic seed-plant evolution. - Cambridge Earth Science Series. Cambridge University Press - 242 pp.
- JELINEK, J.A., 1951. - La stratigraphie et la faune de Belemnites du Campanien et du Maastrichtien de Westphalie, de l'Allemagne du NW, et du Danemark et l'étude de quelques questions générales concernant la stratigraphie de la partie supérieure du Crétacé sup. d'Eurasie. - *Beih. Geol. Jb.*, 1 : 1-77.
- JONGMANS, W.J. & RUMMELTEN, F.M. VAN, 1937. - De bodem van Zuid-Limburg : 1-78, *Zeit.*
- JUNGELS, F., 1968. - Sondages en Hesbaye. - *Service Géologique de Belgique, Prof. Paper 1968 n° 15*, 20 pp.
- LEJEUNE, M., 1936. - L'étude microscopique des silex. Son enseignement dans les domaines paléontologique et géologique. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 59, 7 : 190-197.
1937. - L'étude microscopique des silex. Un fossile anciennement connu et pourtant méconnu : *Hystriochosphaera ramosa Ehrbg.* - (Deuxième note) - *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 60, 7 : 239-260.
- LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1937. - L'étude microscopique des silex. Une intéressante préparation d'Ehrenberg. - (Quatrième note) - *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 61, 2-3 : 59-71.
1938. - L'étude microscopique des silex. Nouvelles remarques sur les *Hystriochosphaeres* à excroissance latérale. - (Cinquième note) - *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 61, 6 : 179-186.
1939. - L'étude microscopique des silex. *Areoligera* : nouveau genre d'*Hystriochosphaeres*. - (Sixième note) - *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 62, 3 : 163-174.
1939. - L'étude microscopique des silex. Un nouveau *Perrinitien* crétacique : *Gonyaulax Wetzelii*. - (Septième note) - *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 62, 10-11 : 525-529.

- LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940. - L'étude microscopique des silex. Systématique et morphologie des "Tubifères". - (Huitième note) - Ann. Soc. géol. Belg., 63, 5 : 216-237.
1941. - L'étude microscopique des silex. Sur Hystriochosphaeridium hirsutum (Ehrenberg) et quelques formes voisines). (Neuvième note) - Ann. Soc. géol. Belg., 64, 3 : 71-92.
1942. - L'étude microscopique des silex. Péridinien nouveaux ou peu connus. - (Dixième note) - Ann. Soc. géol. Belg., 64, 6 : 181-192.
1944. - L'étude microscopique des silex. Une Hystriochosphaeridée à classer parmi les Péridinien. - (Onzième note) - Ann. Soc. géol. Belg., 67, 1 : 22-28.
1946. - L'étude microscopique des silex. Espèces nouvelles ou douteuses de Gonyaulax. - (Douzième note) - Ann. Soc. géol. Belg., 69, 4 : 187-197.
1951. - L'étude microscopique des silex. Gynomodinium et Phanerodinium (Dinoflagellates) de Belgique. - (Treizième note) - Ann. Soc. géol. Belg., 74 : 307-313.
- LEBICHE, M., 1927. - Les poissons du Crétacé marin de la Belgique et du Limbourg hollandais; les résultats stratigraphiques de leur étude. - Bull. Soc. géol. Belg., 37 : 199-299.
- LOBENSTEIN, J. J., 1972. - Etude microscopique du silex du Limbourg méridional. - Grondboor en Hamer, Nederl., 2 : 31-51.
- MANVIEP, H., 1970. - Les Nannofossiles calcaires du Crétacé Français (de l'Aptien au Danien), essai de biozonation appuyée sur les stratotypes. - Thèse doct., Sciences, Paris, arch. C.N.R.S., 5122.
- MARLIÈRE, R., in FOURMARIER, P., 1954. - Le Crétacé, in Prodrome d'une description géologique de la Belgique. - Soc. géol. Belg., Chap. 12 : 415-444.
- MEESSEN, J. F., 1977. - Foraminifères en recherche van enkele monsters van het Ouder Tertair en Boven Krijkt van drie diepboringen uit noord-oost België. - Aardkundige Dienst van België, Prof. Paper, 77, 1, 5 pp.

MEESSEN, J.P., 1977a. - Foraminifera from some selected samples of Upper Cretaceous and Lower Tertiary age in NW Belgium and South-Limburg (The Netherlands) - Sous presse - Reproduit en annexe.

1977b. - Foraminiferen onderzoek van een 12-tal Krijtmonsters van de groeve ENCI te Maastricht en de groeve NORTH op aangrenzend Belgisch gebied. - Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau, Heerlen, rapport n° GB 1574.

1977c. - Foraminiferen onderzoek van een 7-tal Onder Tertair en Boven Krijt monsters van de oostelijke insnijding van het Albert Kanaal te Vroenhoven (België). - Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau, Heerlen, rapport n° GB 1586.

1977d. - Foraminiferen onderzoek van het Boven Krijt in de boringen 108 W - 202, 203 en 205 in het Belgische Maasdal tussen Lixhe en Lanaye. - Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau, Heerlen, rapport n° GB 1594.

MEIJER, M., 1959. - Sur la limite supérieure de l'étage Maastrichtien dans la région type. - Bull. Cl. Sci., Acad. R. Belg. (5), 45 : 316-338.

1965. - The stratigraphical distribution of Benthoids in the chalk and tuffaceous chalk in the neighbourhood of Maastricht (Netherlands). - Meded. Geol. Sticht. (N.S.), 17.

1967. - Foraminifères planctoniques du tuffeau de Gijp (Stratotype ?), signification bio- et chronostratigraphique. - Proc. 1th. Int. Conf. Planct. microl., Genève, vol. 2.

MOORKENS, P.L., 1970. - Some late Cretaceous and early Tertiary planktonic foraminifera from the Maastrichtian type area. - Proc. 2nd Int. Conf. Planct. microl., Roma, vol. 2 : 847-877.

1972. - Foraminifera of the Montian Strato-type and of Subjacent Strata in the Obourg Well, With a Review of Belgian Paleocene Stratigraphy. - These, Rijksuniversiteit, Utrecht.

- MOORENS, Ph. L., 1973. - Foraminiferen uit het atrotypus van het Montaan en uit de onderliggende lagen van de boring te Obourg (Met een overzicht van de stratigrafie van het Paleocen in België). - Natuurwet. Tijdschr. 54 : 117-127.
- PARRE, W., 1972. - Terreinstudie en laboratorium studie van de mergels van Gelinden.-Mem. Licence, K.U. Leuven - Inddt.
- POSTUMA, J.A., 1971. - Manual of planktonic foraminifera. - Amsterdam (Elsevier).
- PREM, H.N.A., BOELRIJK, N.A., HEBBDA, E.H., ROMEIN, B.A. & VERSCHURE, R.H., 1975. - Biotopic dating of glauconites from the upper Cretaceous in Netherlands and Belgium. - Geol. en Mijnb., 54 (3,4) : 205-207.
- ROMBERG, F., 1839. - Ueber Plattaabdrücke in senonen Thonschie-
fen bei Bunzlau in Niederschlesien. - Zeitschr. d. deutschen Geolog. Gesellsch., 41 : 139-147.
- ROMBIN, B.J., 1962. - On the type locality of the Maastrichtian (DUMONT, 1849), the upper boundary of that stage and on the transgression of a Maastrichtian s.l. in southern Limburg. - Meded. geol. Sticht., (N.S.), 15 : 77-85.
1963. - Present knowledge of stratigraphy of Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) and Lower Tertiary (Danian-Montian) calcareous sediments in southern Limburg. - Verh. kon. Ned. geol. mijnb. Gen. geol. ser., 21, 2 : 93-104.
- SAPORNA de, G. & MARTON, A.P., 1873. - Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heresiennes de Gelinden. - Mem. couronnés et Mem. savants étrangers, Acad. R. Sci., Lettres et Beaux Arts Belg., 41 : 1-112.
- SCHIFFSMA, E., 1946. - The Foraminifera from the Hervian (Campanian) of Southern Limburg. - Mededelingen von de Geologische Stichting, Ser. C-V, 7 : 1-174.
1877. - Révision de la flore heresienne de Gelinden d'après une collection appar-tenant au Comte G. de Loos. - Mem. couronnés et Mem. savants étrangers, Acad. R. Sci., Lettres et Beaux Arts Belg., 41 : 1-112.
1873. - Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heresiennes de Gelinden. - Mem. couronnés et Mem. savants étrangers, Acad. R. Sci., Lettres et Beaux Arts Belg., 37 : 3-90.
1877. - Révision de la flore heresienne de Gelinden d'après une collection appar-tenant au Comte G. de Loos. - Mem. couronnés et Mem. savants étrangers, Acad. R. Sci., Lettres et Beaux Arts Belg., 41 : 1-112.

SCHMID, F., 1956. - Jetztiger Stand der Oberkreide Biostratigraphie in Nordwestdeutschland : Cephalopoden. - Pal. Z., 30 : 7-10.

1959. - Biostratigraphie du Campanien-Maestrichtien du NE de la Belgique sur la base des Belemnites. - Ann. Soc. géol. Belg., 82 : B 235-n 256.

1967. - Die Oberkreide-Stufen Campan und Maestricht in Limburg (St-Niederlande, NE-Belgien), bei Aachen und in NW-Deutschland. Ein biostratigraphischer Vergleich mit Belemniten. - Ber. deutsch. Ges. Geol. Wiss., A. Geol. Pal., 12, 5 : 471-478. Berlin.

SCHUMACKER-LAMBRY, J. & ROCHE, R., 1973. - Etude palynologique (pollen et spores) des marnes à empreintes de Gèlinden (Paléocène, Belgique). - Ann. Soc. géol. Belg., 96 : 413-433.

SCHUMACKER-LAMBRY, J. & CHAFFAUNIER, J.-J., 1976. - Dinoflagellés et acritarches des marnes heersiennes de Gèlinden (base du Landénien, Paléocène, Belgique). - Rev. Paléobot. Palynol., 21 : 267-294.

SISSINGH, W., 1977. - Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. - Geologie en Mijnbouw, vol. 56 (1) : 37-65.

STOCKMANS, R., 1932. - Sur des épidermes de Dicotylédones (*Dewalquea Gèlindensis* Saporta et Marion et *Litsea elatinerivis* Saporta et Marion) des marnes de Gèlinden (Paléocène). - Bull. Mus. R. Hist. nat. Belg., 8, (9) : 1-10.

1932. - *Posidonia perforata* Saporta et Marion des marnes de Gèlinden (Paléocène). - Bull. Mus. R. Hist. nat. Belg., 8, (12) : 1-9.

1946. - Végétaux de l'assise des sables d'Aix-la-Chapelle récoltés en Belgique (Sénonien Inférieur). - Mem. Mus. R. Hist. nat. Belg., n° 105 : 3-51.

STOCKMANS, R. & WILLIERS, Y., 1935. - Liste des spécimens figurés se trouvant dans les collections paléobotaniques du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. - Bull. Mus. R. Hist. nat. Belg., 11, (9) : 1-23.

THOREZ, J. et MONJOIE, A., 1974. - Lithologie et assemblages argileux de la smectite de Herve et des crâtes campariennes et maestrichtiennes dans le nord-est de la Belgique. - Ann. Soc. géol. Belgique, 96:651-670.

- PRAVARCO, V. & GINSBURG, R.W., 1966. - Palynology of the surta-
ce sediments of Great Bahama bank, as related to
water movement and sedimentation. - Marine Geology,
4 : 417-459.
- UHLÉNBRÖCK, G.D., 1905. - Le Sud-Est du Limbourg néerlandais. -
Ann. Soc. géol. Belg., 32 : 151-198.
- VANGINKOW, E.W. & SCHLOEMER, W., 1967. - Vergleich des "Vets-
chauser-Kalkes" der Aachener Kreide mit dem Kreide-
Profil von Süd-Limburg anhand von Coccolithen. -
Geol. en Mijnb., 46 : 453-458.
- VANGUESPAIN, M., 1966. - Etude palynologique quantitative des
deux carrières du Crétacé supérieur de la vallée de
la Meuse. - Bull. Cl. Sci., Acad. R. Belg., (5), 52 :
1534-1548.
- 1966a. - Contribution de la palynologie à
l'étude stratigraphique du Crétacé supérieur dans
deux carrières de la vallée de la Meuse. - Mém.
Licence Univ. Liège - Inédit.
- VILLAIN, J.-M., 1975. - "Calisphaerulidae" (Incertae sedis)
du Crétacé supérieur du Limbourg (Pays-Bas), et
d'autres régions. - Palaeontographica (A), 149, 4-6:
193-242.
1977. - Le Maastrichtien dans sa région type
(Limbourg, Pays-Bas). Etude stratigraphique et
micropaléontologique. - Palaeontographica, Abt. A,
157 : 1-107.
- VINGNIÉ, B., 1928. - Observations sur les couches montiennes
traversées au puits n° 2 du charbonnage d'Byssden, près
de Maeseyck. - Bull. Cl. Sci., Acad. R. Belg., 5, 13 : 554-568.
1930. - Mollusques des couches à Gyènes du
Paléocène du Limbourg. - Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg.
48.
- VOIGT, E., 1959. - Die ökologische Bedeutung der Hartgründe
("Hardgrounds") in der oberen Kreide. - Pal. Z., 33 :
129-147.
- WILSON, G.J., 1970. - Observation on European Late Cretaceous
Dinoflagellate cysts. - Proc. 2nd. Planct. Conf.,
Roma, 2 : 1259-1275.
- WILSON, G.J., 1974. - Upper Campanian and Maastrichtian Dino-
flagellate Cysts from the Maastricht Region and
Denmark. Ph. D. thesis, University of Nottingham.

(Les holotypes sont désignés par un *)

(Grossissement x 1000 sauf mention contraire)

FIG. 1. *Spiriferites* (*Hystrichosphaera*) *ramosus* (EHRBG.)
 in LEJEUNE, M., 1937 a, pl. II, fig. 5; Lœn, assise de Spiennes.

* FIG. 2. *Areoligera senonensis* LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1939, fig. 2; Hallembaye, assise de Spiennes. [holotype et espèce-type]

FIG. 3. ? *Areoligera medusetiformis* (O. WETZEL) in LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1939, fig. 5; Hallembaye, test d'Echinocorys.

FIG. 4. *Hystrichosphaeridium tubiferum* (EHRBG.) in LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940, fig. 8; Hallembaye, assise de Spiennes. = *Hystrichosphaeridium tubiferum* (EHRBG.) DEFLANDRE 1937;

FIG. 5. *Hystrichosphaeridium tubiferum* (EHRBG.) in LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940, fig. 4; Lœn, assise de Spiennes. = *Hystrichosphaeridium tubiferum* (EHRBG.) DEFLANDRE 1937;

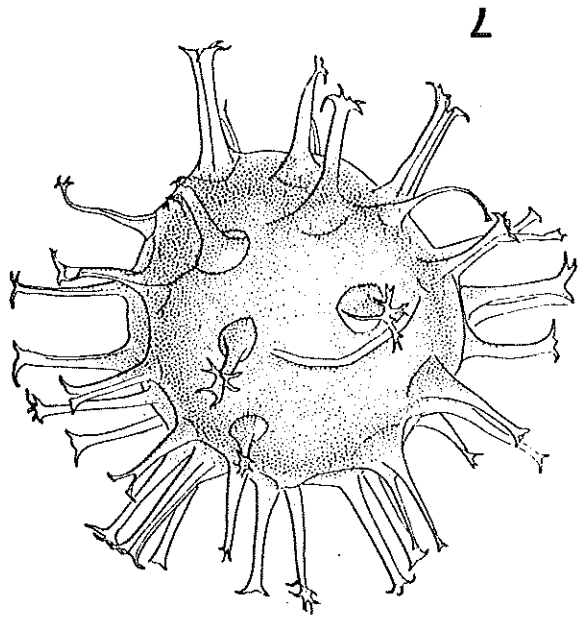
FIG. 6. *Hystrichosphaeridium cruciatum* (O. WETZEL) in LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940, fig. 14; Mons Crotteux (Lez-Liège), assise de Nouvelles. = *Hystrichosphaeridium cruciatum* (O. WETZEL) DEFLANDRE 1937;

* FIG. 7. *Hystrichosphaeridium major* LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940, fig. 13; Hallembaye. = ? *Polysphaeridium major* (LEJEUNE-CARPENTIER) DAVEY & WILLIAMS 1969;

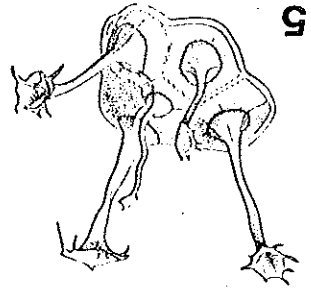
FIG. 8. *Hystrichosphaeridium salpingophorum* DEFLANDRE 1935 in LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940, fig. 8; Hallembaye, Senonien supérieur.



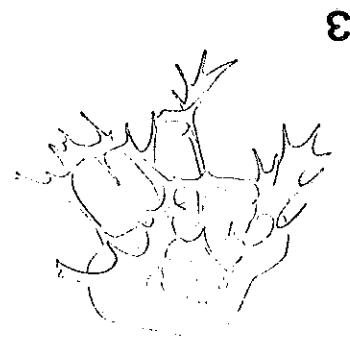
8



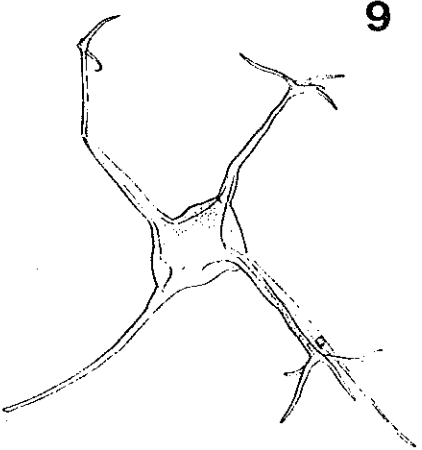
7



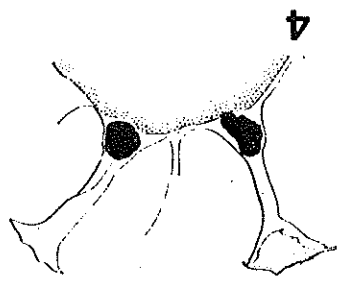
5



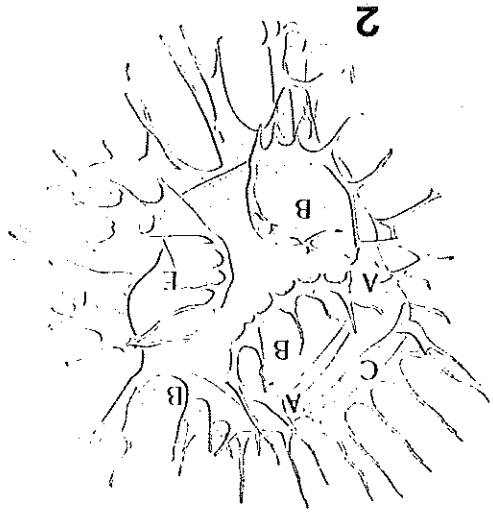
3



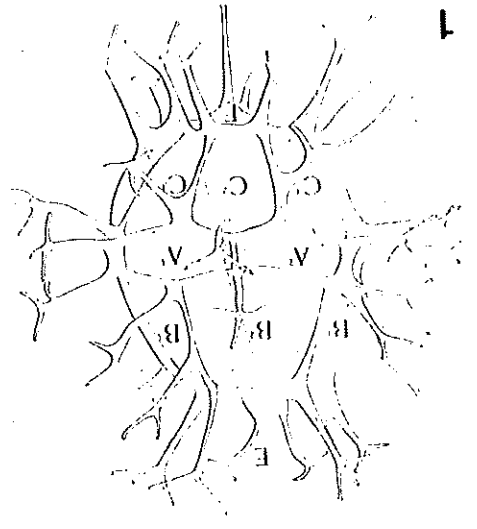
6



4



2



1

PLANCHE 2

(Les holotypes sont désignés par un *)

(Grossissement x 1000 sauf mention contraire)

FIG. 1 et 2. Hystriosphæridium hirsutum (EHRBG.) in
LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1941, fig. 3 et 4.
= Operculodinium hirsutum (EHRBG.) LENTIN
 & WILLIAMS 1973;
 Hallembaye, Sémonien supérieur.

* FIG. 3. Perridium subconicoïdes LEJEUNE-CARPENTIER, M.,
 1942, fig. 1;
 = Palaeoperridium subconicoïdes (LEJEUNE-CARPENTIER)
 LENTIN & WILLIAMS 1973;
 Hallembaye, base de l'assise de Splennes.

* FIG. 4. Gonyaulax porosa LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1940, fig. 6;
 = Lepodinium porosum (LEJEUNE-CARPENTIER)
 SARJEANT 1969;
 Hallembaye, Sémonien supérieur.

FIG. 5. Perridium galeatum LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1942,
 fig. 20;
 = Delandrea galeata (LEJEUNE-CARPENTIER) LENTIN
 & WILLIAMS 1973;
 Hallembaye, Sémonien supérieur.

FIG. 6. Gymnodinium cretaceum (DEFLANDRE) in LEJEUNE-
 CARPENTIER, M., 1951, fig. 1;
 = Dinogymnium cretaceum (DEFLANDRE) EVITT et al. 1967;
 Hallembaye, Sémonien supérieur. (x 1500)

* FIG. 7. Gymnodinium avelana LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1951, fig. 3;
 = Dinogymnium avelana (LEJEUNE-CARPENTIER)
 EVITT et al. 1967;
 Lœn, assise de Splennes.

FIG. 8. Gymnodinium heterocostatum (DEFLANDRE) in
 LEJEUNE-CARPENTIER, M., 1951, fig. 2;
 = Dinogymnium heterocostatum (DEFLANDRE) EVITT et al. 1967
 Hallembaye, assise de Splennes.

FIG. 9. Phaneroëdinium cayeuxii DEFLANDRE 1937 in LEJEUNE-
 CARPENTIER, M., 1951, fig. 5;
 Hallembaye, Sémonien supérieur. (x 1500)

* FIG. 10. Phaneroëdinium Jourdani LEJEUNE-CARPENTIER, M.,
 1951, fig. 7;
 Hallembaye, Sémonien supérieur. (x 1500)

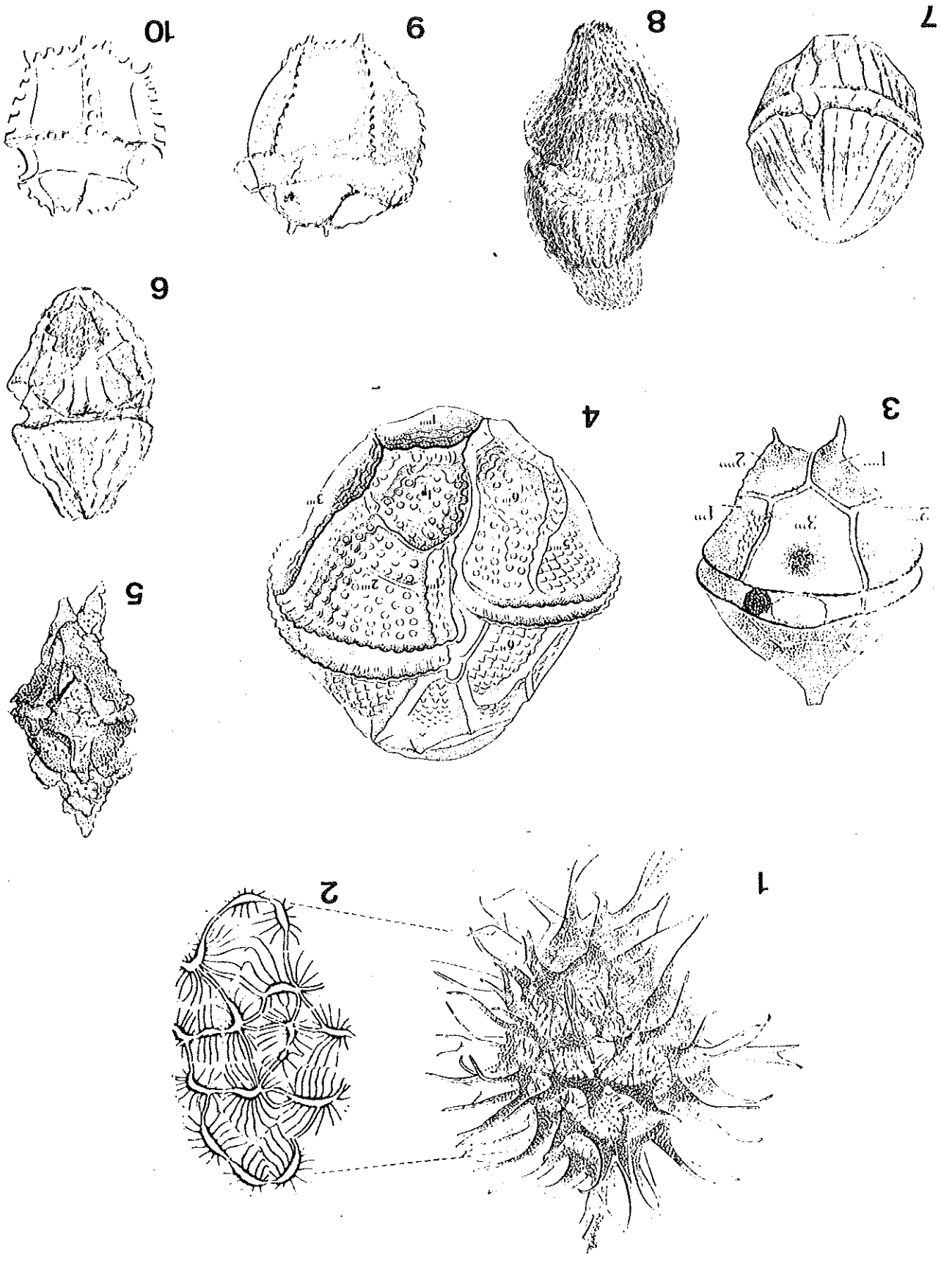


FIG. 1. Xenascus ceratoides (DEFLANDRE) LENTIN & WILLIAMS 1973
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 2. Cyclonephelium distinctum DEFLANDRE & COOKSON 1955
Mechelen/maas - Mm 480.

FIG. 3. Idem, autre spécimen.
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 4. Tanyosphaeridium regulare DAVEY & WILLIAMS 1966
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 5. ? Hexagonifera chlamydata COOKSON & EISENACK 1962
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 6 et 7. Senoniasphaera cfr. reticulata WILSON 1974 inéd.
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 8. Odontochitina wetzelii WILSON 1974 inéd.
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 9 et 10. Senoniasphaera protusa CLARKE & VERDIER 1967
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 11. Surolosphaeridium longifurcatum (FIRTON)
DAVEY et al. 1966.
VISE_I, V₂^S.

ZONE II.

FIG. 12. Chlamydephorella discreta CLARKE & VERDIER 1967
VISE_I, V₂^S.

FIG. 13. Microdinium cfr. ovatum WILSON 1974 inéd.
VISE_I, V₂^S.

FIG. 14. Forma a - cfr. Incertae sedis in ROUCHER
& ROBASZYNSKI, 1977, pl. VII, fig. 3-7.
Hallembaye, H₇.

FIG. 15. Palaeostomocystis oblonga DEFLANDRE 1945.
NORTH, N_{2,9}.

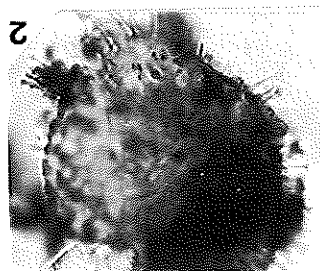
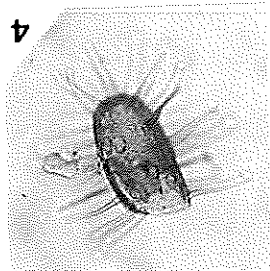
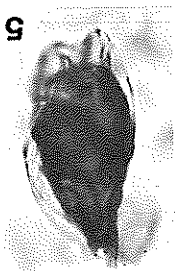
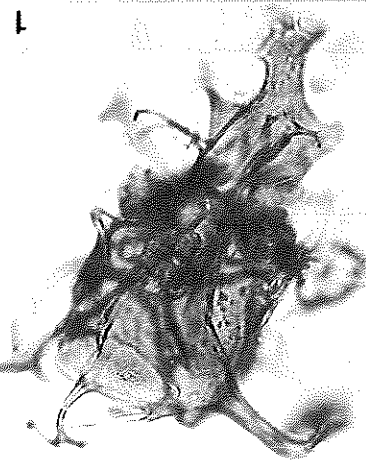
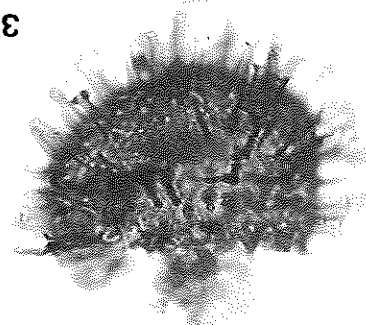
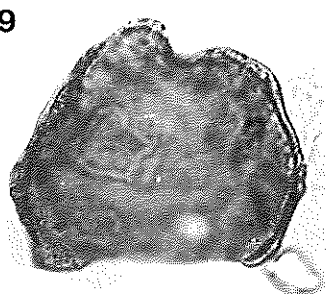
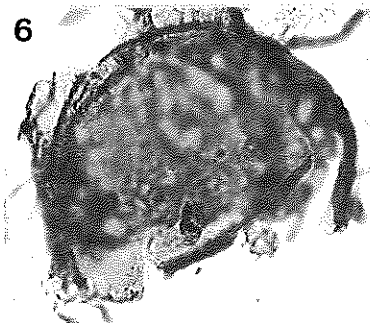
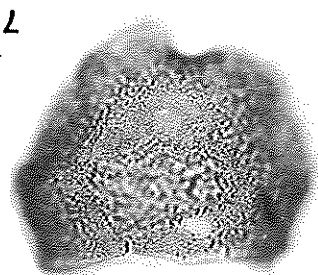
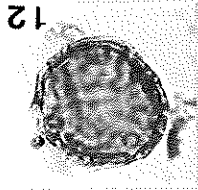
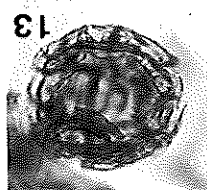
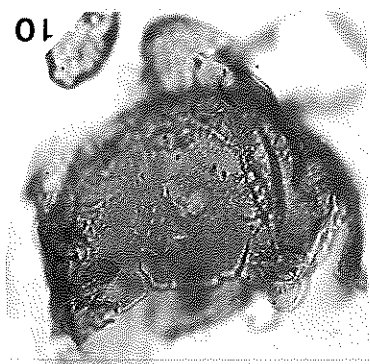
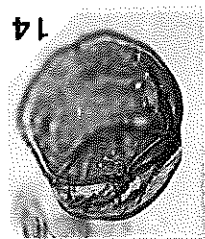
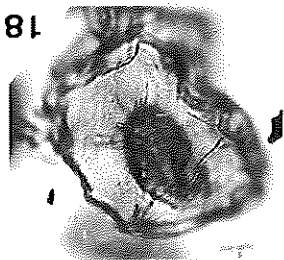
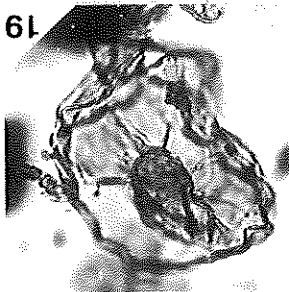
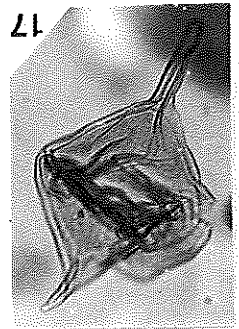
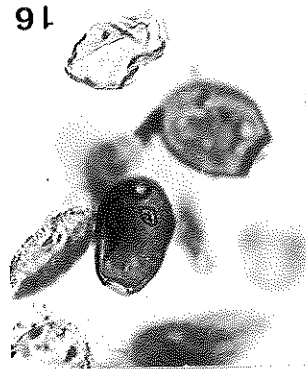
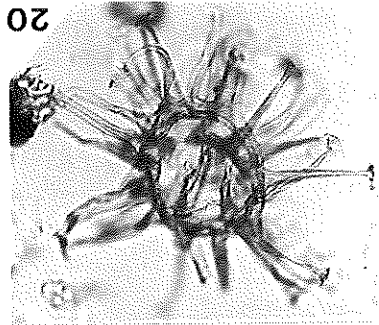
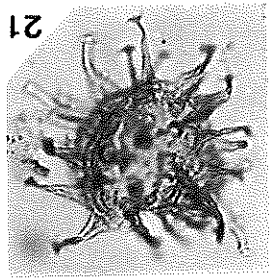
FIG. 16. Idem, autres spécimens.
VISE_I, V₂^S.

FIG. 17. Svalbardella cfr. parva WILSON 1974 inéd.
VISE_I, V₂^S.

FIG. 18 et 19. Membranilarnacia sp.
VISE_I, V₂^S.

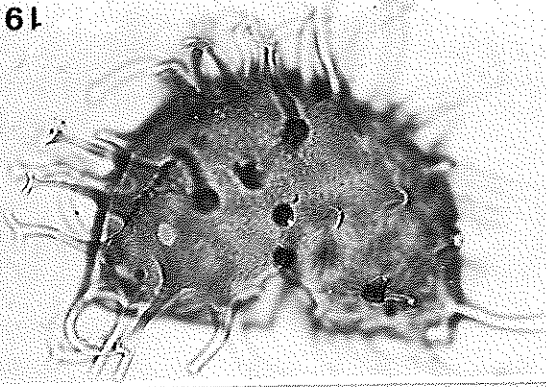
FIG. 20. Hystriosphæridium sp. 1
Hallembaye, H₁₁.

FIG. 21. Polysphaeridium sp. cfr. P. sp. in ROUCHER &
LAUGOURDEAU 1975, pl. 4, fig. 12.
VISE_I, V₂^S.



- FIG. 1. Hystriosphæropsis forticata WILSON 1974 inéd. VISE^I, V^{S2}
FIG. 2. Triblastula cr. nuda O. WETZEL 1961 NORTH, N^{2,9}
FIG. 3. ? Deflandrea sp., VISE^I, V^{S2}
FIG. 4 et 5. Senoniasphaera alveolata WILSON 1974 inéd. Hallembaye, H⁷
FIG. 6. Hystriosphæroidium sp. 2. Hallembaye, H¹¹
FIG. 7. Northidium perforatum WILSON 1974 inéd. Hallembaye, H⁷
FIG. 8. Gonyaulaxysta filosa WILSON 1974 inéd. Hallembaye, H⁸
FIG. 9. Gladopyxidium septatum Mc LEAN 1972 ENCI - E⁴
FIG. 10. Idem, autre spécimen, ENCI - E⁴
FIG. 11. Adaptosphæroidium aff. aemulum (DEFL.) WILLIAMS & DOWNIE 1969 in WILSON 1974. ENCI - E¹⁰
FIG. 12. Hexagonifera chlamydata COOKSON & EISENACK 1962 Hallembaye H⁷
FIG. 13. Forma b - cfr. Incertae sedis in ROUCHER & ROBASZYNSKI, 1977, pl. IV, fig. 10-13. Hallembaye, H⁷
FIG. 14. Forma c. Hallembaye, H⁷
FIG. 15. Hystriosphæroidium sp. 3. Hallembaye, H⁸
FIG. 16. Coronifera oceanica COOKSON & EISENACK 1958 Hallembaye, H⁸
FIG. 17. Forma d - cfr. Inversidium sp. Hallembaye, H⁹
ZONE III.
FIG. 18. Forma e. ENCI - E⁵
FIG. 19. Idem, autre spécimen. ENCI - E²

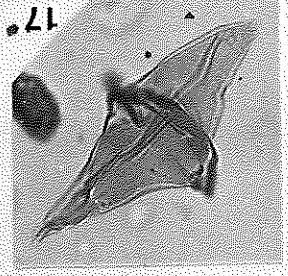
19



18



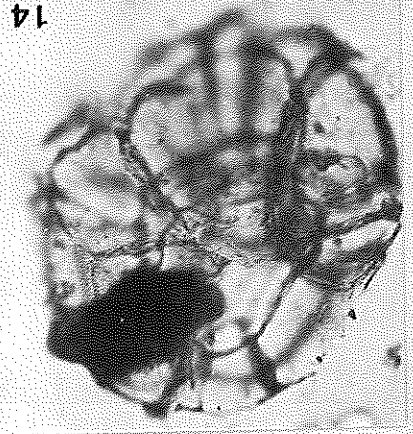
17



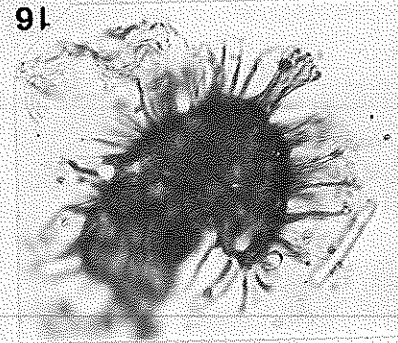
15



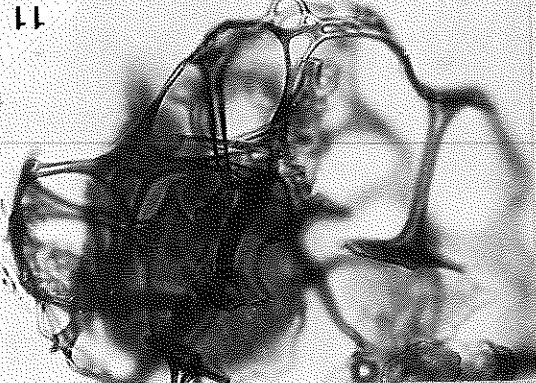
14



16



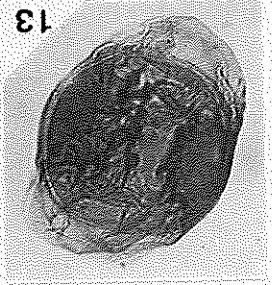
11



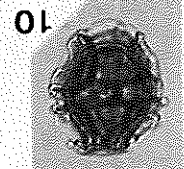
12



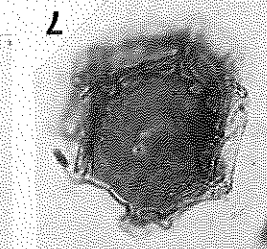
13



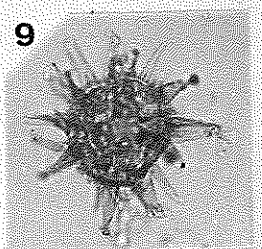
10



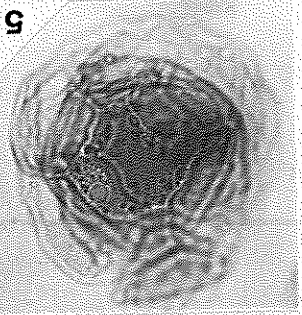
7



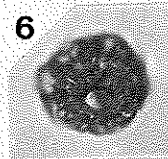
6



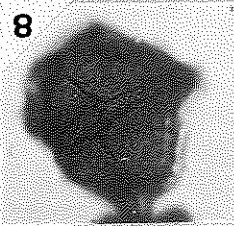
5



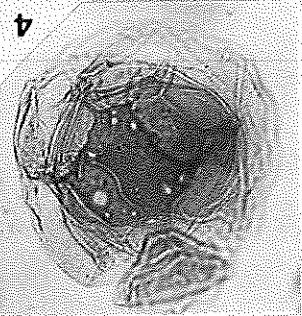
9



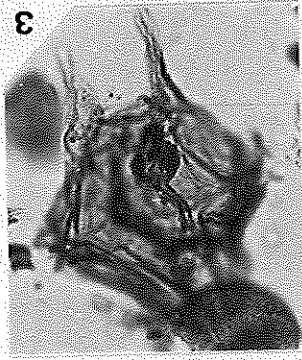
8



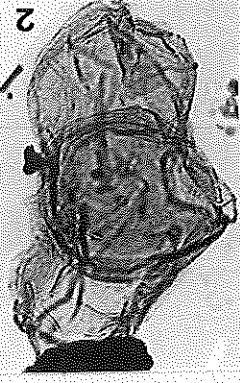
4



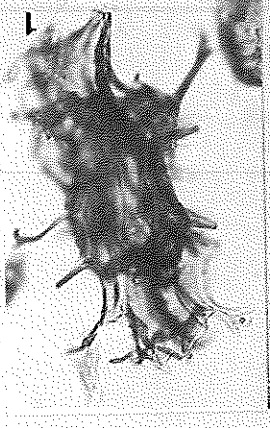
3



2



1



(Grossissement x 500)

ZONE III

FIG. 1. Gordosphaeridium sp. 1. ENCI - E₁.

FIG. 2. Oligosphaeridium anthroporum. (COOKSON & EISENACK) EISENACK & KJELLSTRÖM 1971. ENCI - E₄.

FIG. 3. Hystriosphæridium sp. 4. ENCI - E₅.

FIG. 4. Hystriosphæridium sp. 5. ENCI - E₁₀.

ZONE IV.

FIG. 5. Forma f, cfr. Spiriferites palliatus WILSON 1974 ined. ENCI - E₂.

FIG. 6 et 7. Hystriochodinium pulchrum DEFLANDRE 1935. ENCI - E₁₀.

FIG. 8. Cyclonephelium perforatum WILSON 1974 ined. ENCI - E₆.

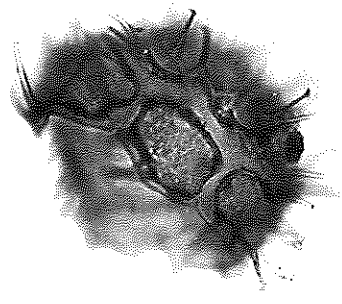
FIG. 9. Idem, autre spécimen. Vroehoven - V₁₄.

FIG. 10. Cyclonephelium divaricatum WILLIAMS & DOWNIE 1966. ENCI - E₄.

FIG. 11. Cyclonephelium exuberans DEFLANDRE & COOKSON, 1955 nom. nud. Vroehoven - V₁₈.

FIG. 12. Areoligera senonensis LEJEUNE-CARPENTIER 1938. ENCI - E₁₁.

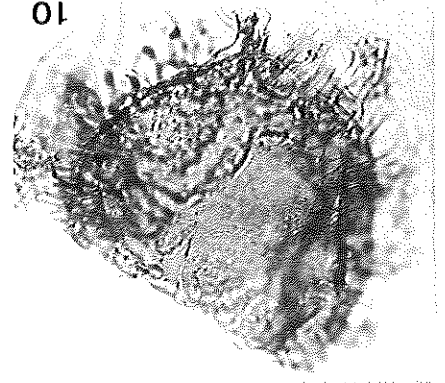
12



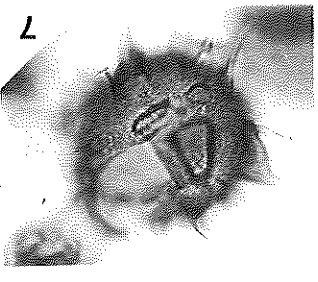
11



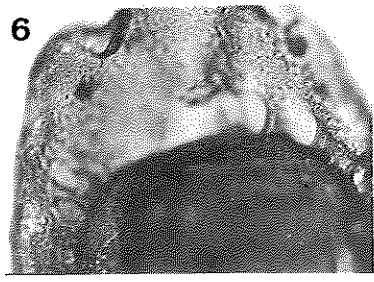
10



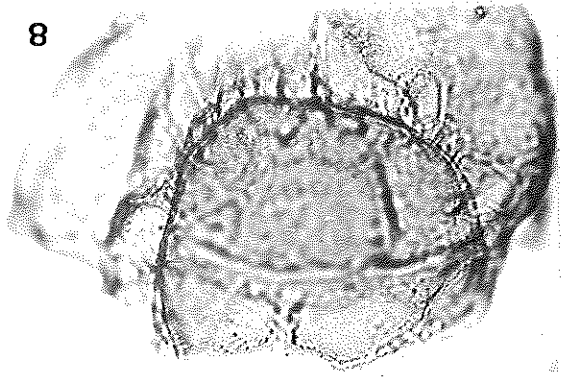
7



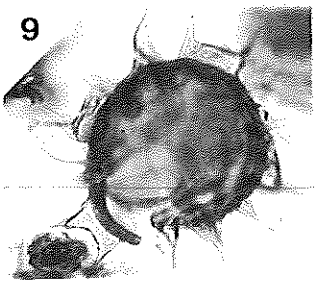
9



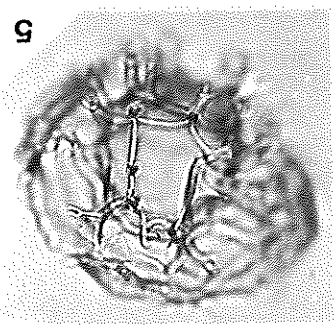
8



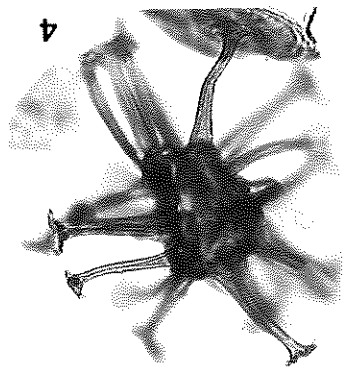
6



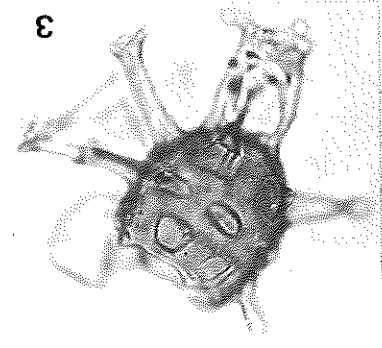
5



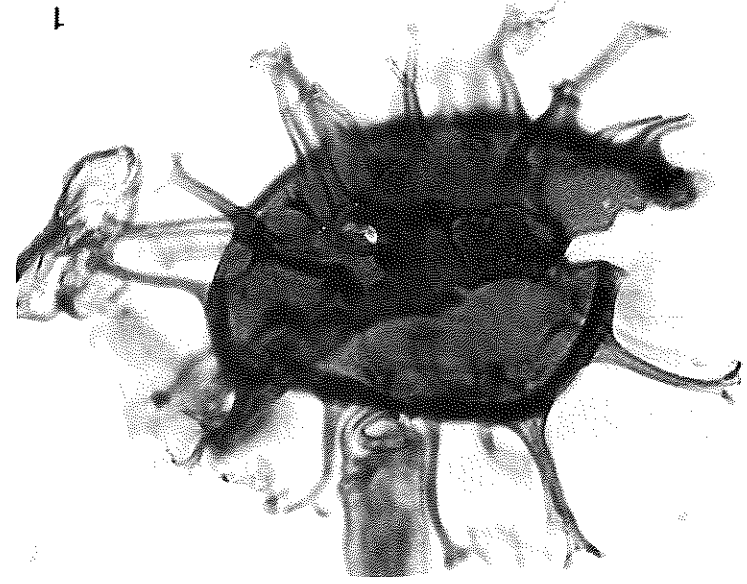
4



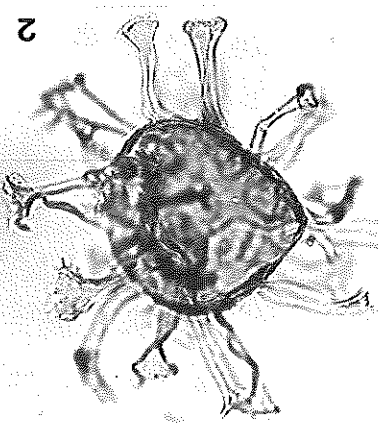
3



1



2



(Grossissement x 500)

ZONE IV.

- FIG. 1. Exochosphaeridium pragmatès DAVY et al. 1966
ENCI - E¹⁰.
- FIG. 2. Idem, autre spécimen.
ENCI - E¹.
- FIG. 3. Exochosphaeridium bifidum (CLARKE & VERDIER 1967)
CLARKE et al. 1968.
ENCI - E³.

ZONE V.

- FIG. 4. Paralacaniella indentata (DEFLANDRE & COOKSON)
COOKSON & EISENACK 1970.
ENCI - E³.
- FIG. 5. Paralacaniella adhaerens (DEFLANDRE) COOKSON
& EISENACK 1970.
ENCI - E¹.
- FIG. 6. ? Paralacaniella.
Vroenhoven - V¹⁶.
- FIG. 7. Forma g.
ENCI - E⁷.
- FIG. 8. Forma h.
Vroenhoven - V¹⁶.
- FIG. 9. Hystriocholpoma bulbosa (EHRBG) MORGENROTH 1968
Vroenhoven - V¹⁸.

ZONE VI.

- FIG. 10. Baltisphaeridium ligospinosum DE CONINCK 1968
Loksbergen - L¹⁸⁶.
- FIG. 11. Deflandrea warrenti SCHUMACKER-LAMBRY ined.
Loksbergen - L¹⁸⁶.
- FIG. 12. Cordosphaeridium sp. 2.
Overbroek - O^v 4246.
- FIG. 13. Idem, autre spécimen.
Mechelen/maas M.m. 232.
- FIG. 14. Deflandrea speciosa ALBERTI 1959
Overbroek - O^v 4273.
- FIG. 15. Nematospaeropsis philippotii (DEFLANDRE)
DE CONINCK 1968.
Overbroek - O^v 4226.
- FIG. 16. Achomospaera alioconu (EISENACK 1954)
DAVEY & WILLIAMS 1966.
Overbroek - O^v 4204.

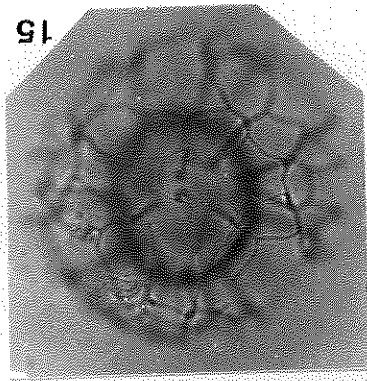
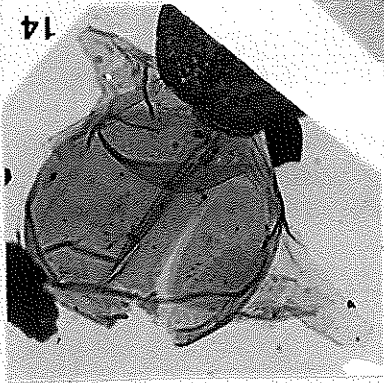
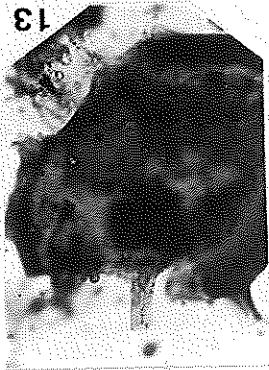
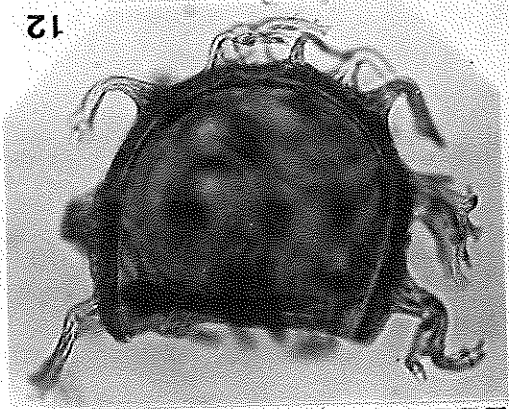
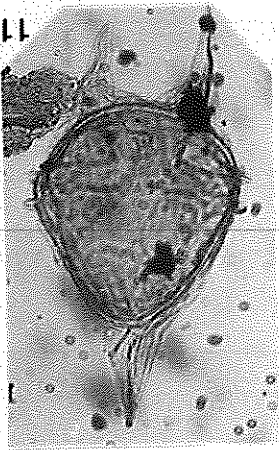
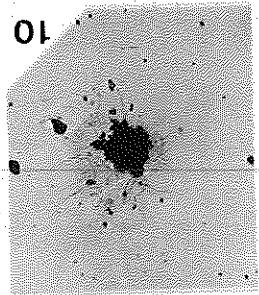
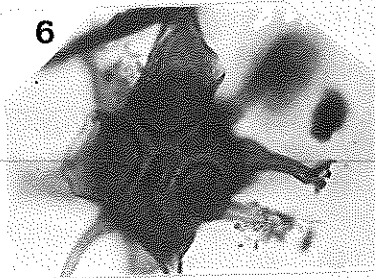
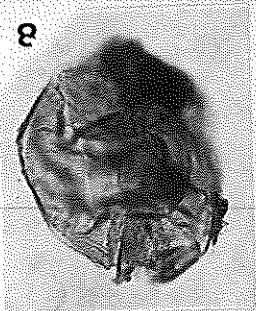
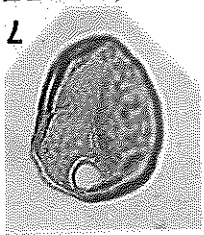
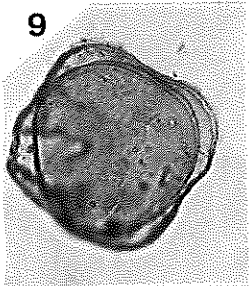
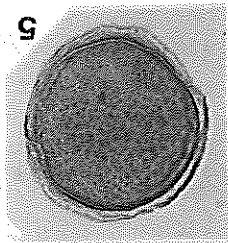
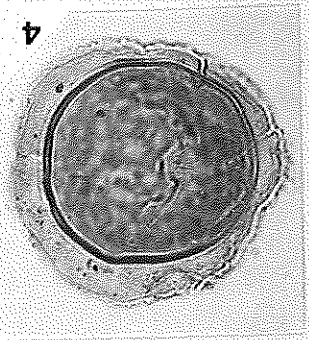
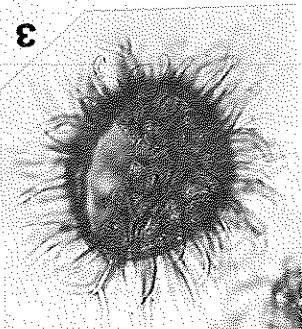
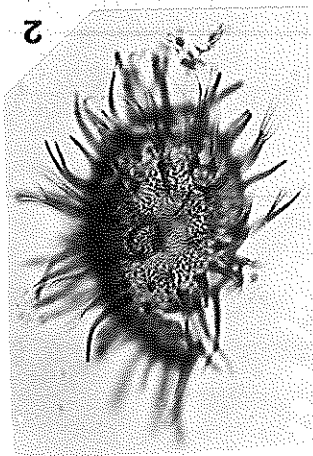
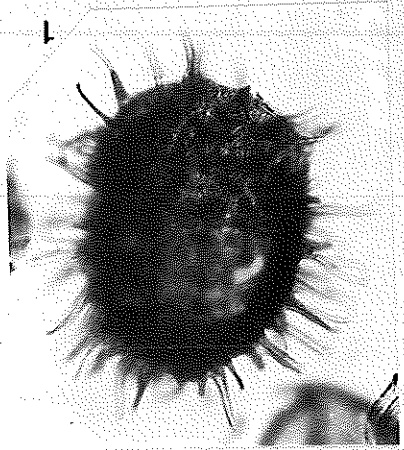


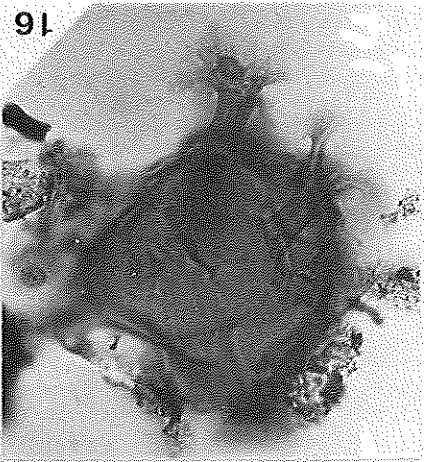
PLANCHE 7

(grossissement x 500)

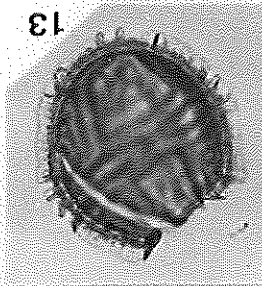
ZONE VI.

- FIG. 1. Cyclonephellium ordinatum WILLIAMS & DOWNIE 1966.
Overbroek - O^v 4266.
- FIG. 2. Palaeostomocystis laevigata DRUGG 1967.
Overbroek - O^v 4213.
- FIG. 3. Membranospaera mastrichtica SAMOILOVITSH
ex MORRIS & SARJEANT 1965 emend DRUGG 1967.
Overbroek - O^v 4268.
- FIG. 4. Areoligera cf. coronata (O. WEZZEL) LEJUNE-
CARPENTIER 1938 sensu WILLIAMS & DOWNIE 1966.
Overbroek - O^v 4208.
- FIG. 5. Cyclonephellium circumvolutum SCHUMACKER-LAMBRY ined.
Overbroek - O^v 4375.
- FIG. 6. Inversidium exilimum Mc LEAN 1973.
Overbroek - O^v 4248.
- FIG. 7. Areoligera volata DRUGG 1967.
Overbroek - O^v 4207.
- FIG. 8. Gordosphaeridium capillaceum SCHUMACKER-LAMBRY ined.
Overbroek - O^v 4212.
- FIG. 9. Gordosphaeridium gracile (EISENACK) DAVEY &
WILLIAMS 1966.
Overbroek - O^v 4212.
- FIG. 10. Cladopyxidium exilimum SCHUMACKER-LAMBRY ined.
Overbroek - O^v 4242.
- FIG. 11. Chlamydomonella cf. wallata COOKSON & EISENACK 1960.
Overbroek - O^v 4396.
- FIG. 12. et 13. Hystriochokloma circumvolutum (DRUGG 1967)
SCHUMACKER-LAMBRY comb. nov.
Overbroek - O^v 4246.
- FIG. 14. Thalassiphora delicata WILLIAMS & DOWNIE 1966.
Overbroek - O^v 4228.
- FIG. 15. Publifera heterosolenia SCHUMACKER-LAMBRY ined.
Overbroek - O^v 4224.
- FIG. 16. Gordosphaeridium inodes (KLUMPF) EISENACK 1963.
Overbroek - O^v mus.

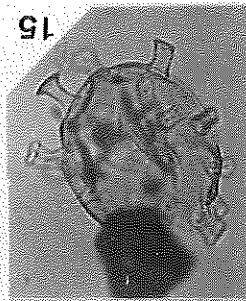
16



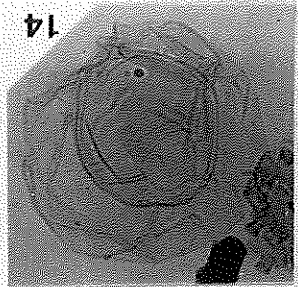
13



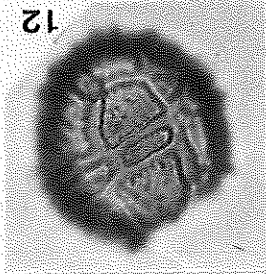
15



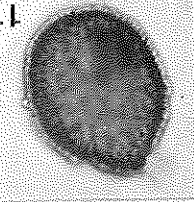
14



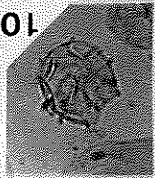
12



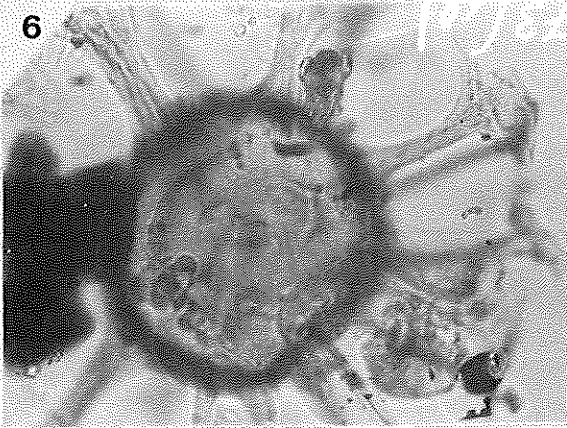
11



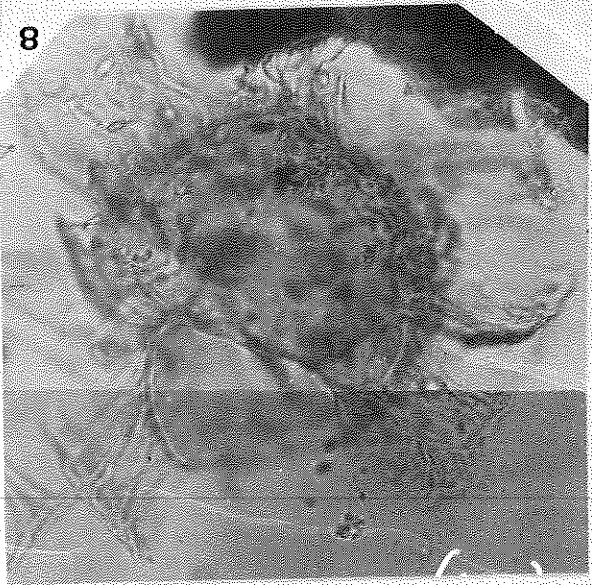
10



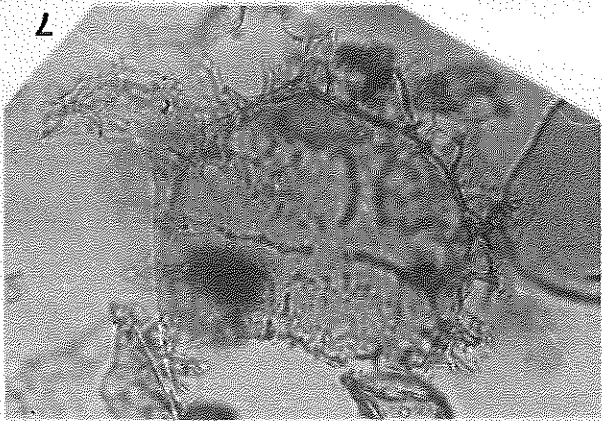
9



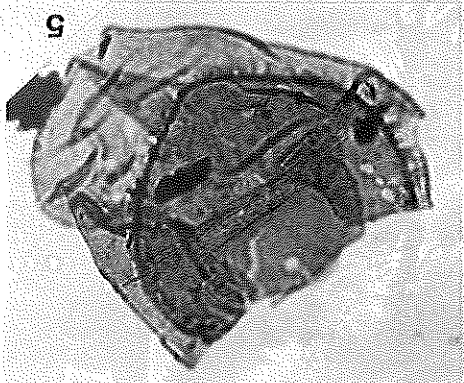
8



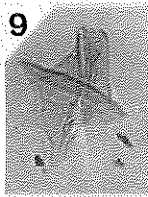
7



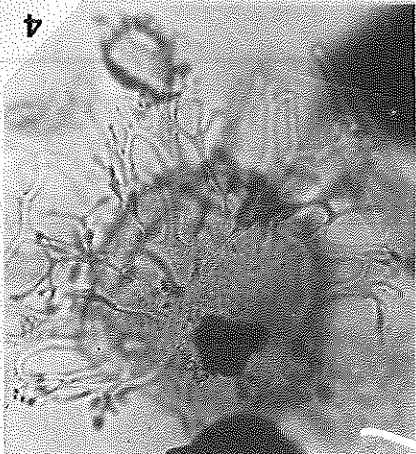
5



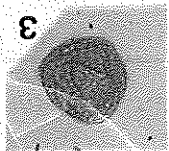
6



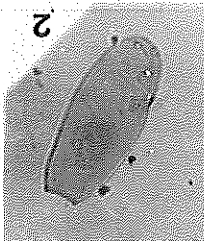
4



3



2



1

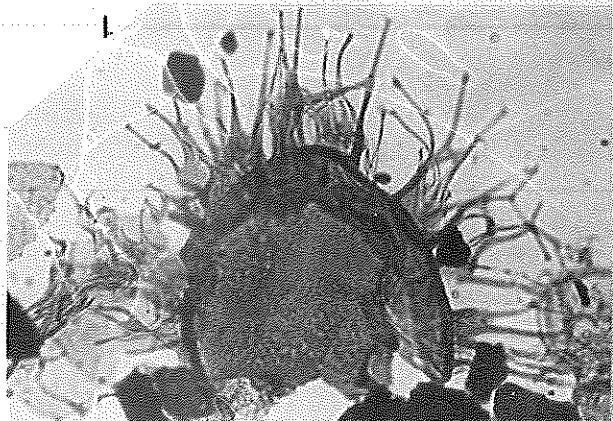
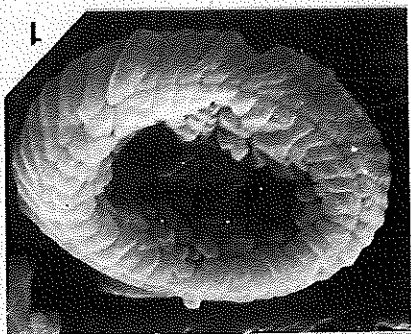
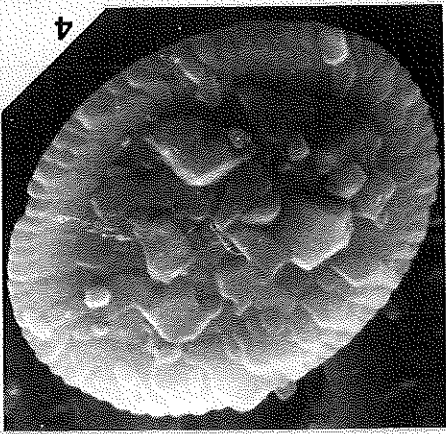
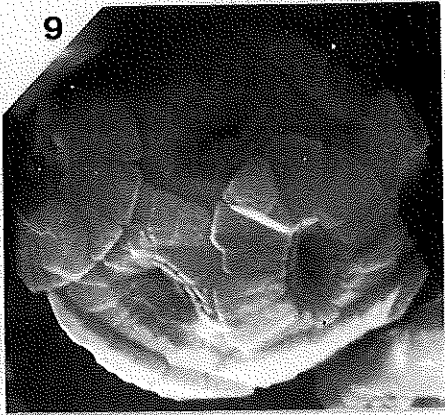
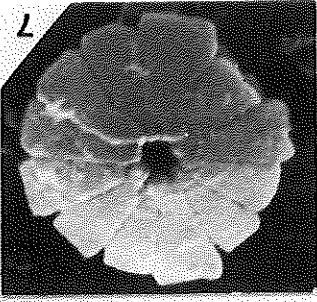
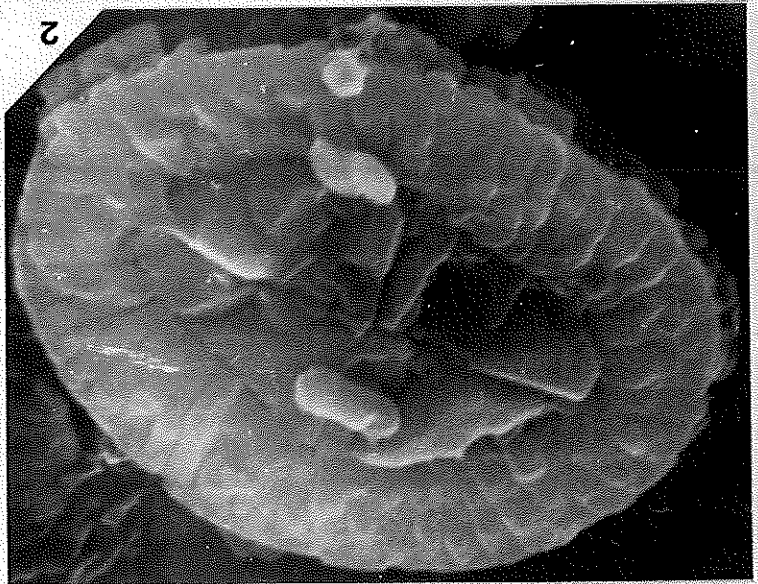
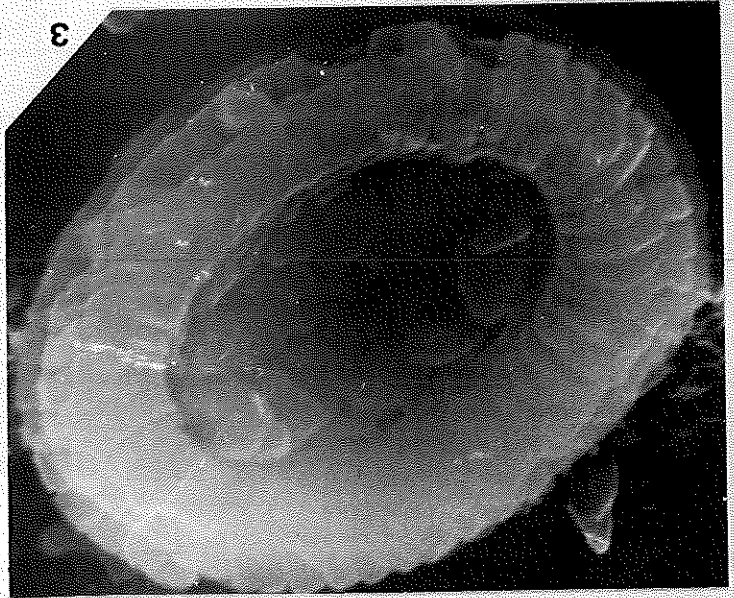
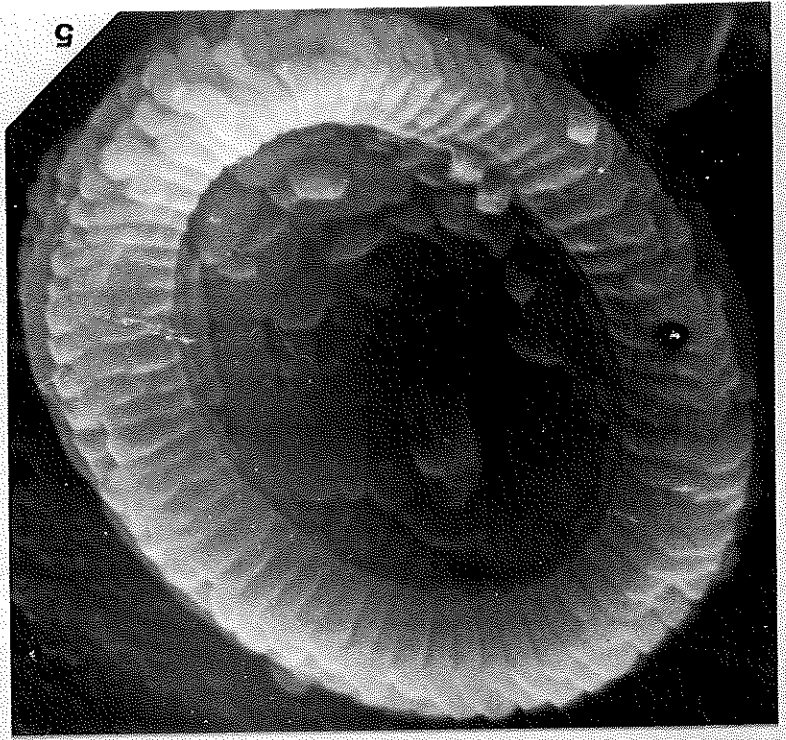
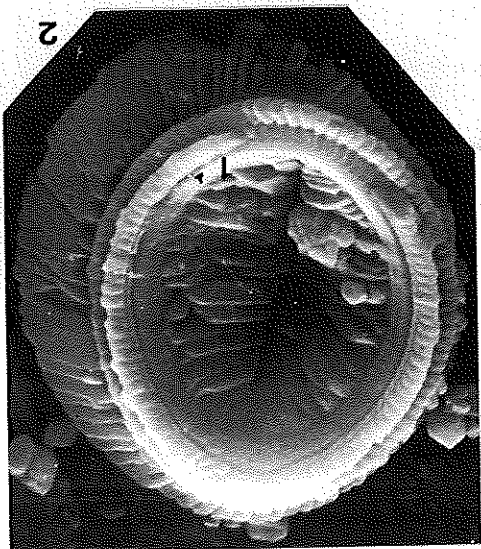
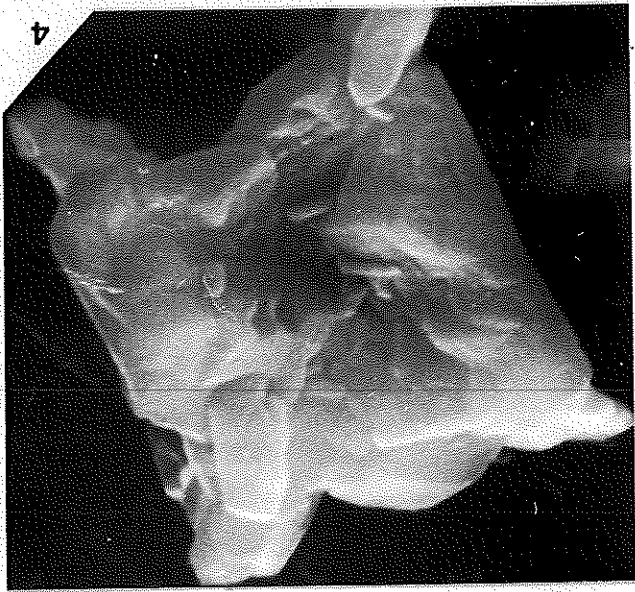
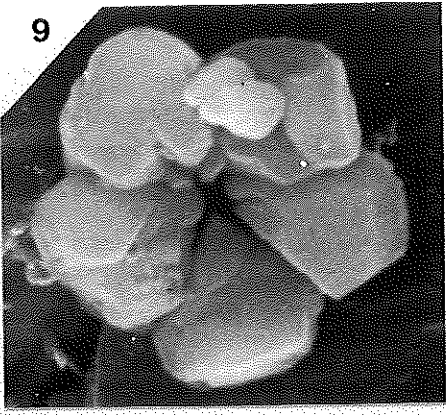
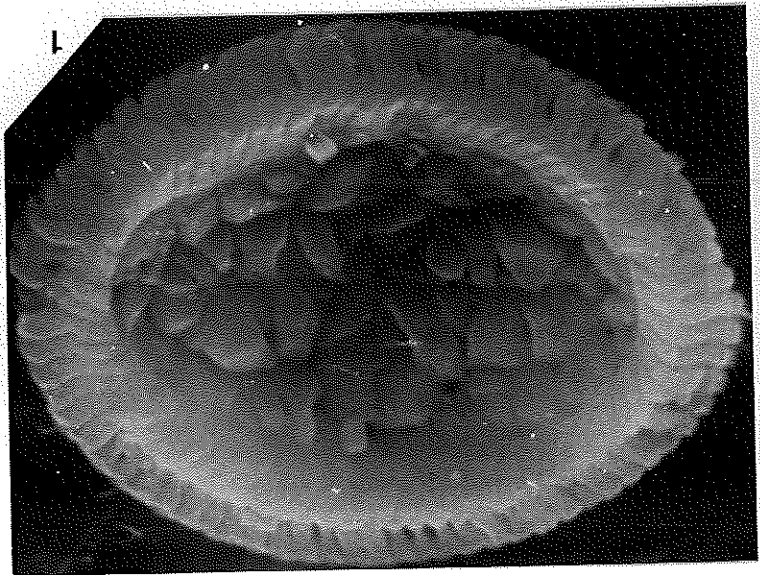
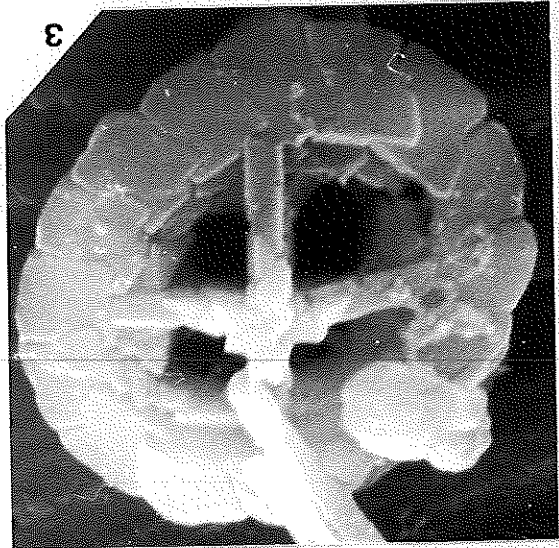
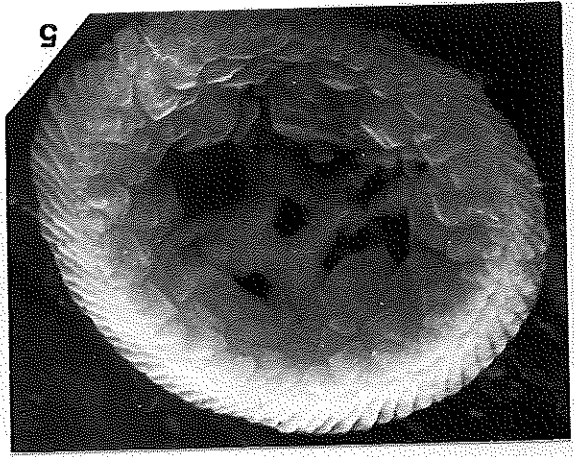


PLANCHE 8

- FIG. 1. Zygolithus bussoni NOEL 1956
proximal x 5000
- FIG. 2. Arkhangel'skella parca STRADNER
distal x 10000
- FIG. 3. Arkhangel'skella parca STRADNER
proximal x 10000
- FIG. 4. Arkhangel'skella gymbliformis VEKSHINA
distal x 5000
- FIG. 5. Arkhangel'skella gymbliformis VEKSHINA
proximal x 10000
- FIG. 6. Biscutum constans (GORKA 1957) BLACK 1959
Coccosphere x 5000
- FIG. 7. Biscus cf. ignotus (GORKA 1957) HOFFMANN 1970.
x 20 000



- FIG. 1. Arkangelstella cymbiformis VEKSHINA
proximal x 10000
- FIG. 2. Kampnerius magnificus DEFILANDRE 1959
distal x 5000
- FIG. 3. Prediscosphaera sp.
distal x 10000
- FIG. 4. Micula staurophora deussata (VEKSHINA) NOEL 1970
x 10000
- FIG. 5. Onitostozymus cf. litterarius (GORKA) MANIVIT 1971
proximal x 5000
- FIG. 6. Braarudosphaera bigelowi GRAN & BRAARUD 1935
x 10000



- FIG. 1. Biffellithus sp.
proximal x 10000
- FIG. 2. Watznaueria barnesae (BLACK 1959) PERCH-NIELSEN 1968
proximal x 10000
- FIG. 3. Markalius circumradatus (STOVER 1966) PERCH-NIELSEN 1968
proximal x 10000
- FIG. 4. Tranolithus cf. orionatus REINHARDT 1966
distal x 10000
- FIG. 5. Gribosphera ehrenbergi ARKHANGELSKY 1912
- FIG. 6. Microxhabdulus cf. decoratus DEFLANDRE 1959
x 5000

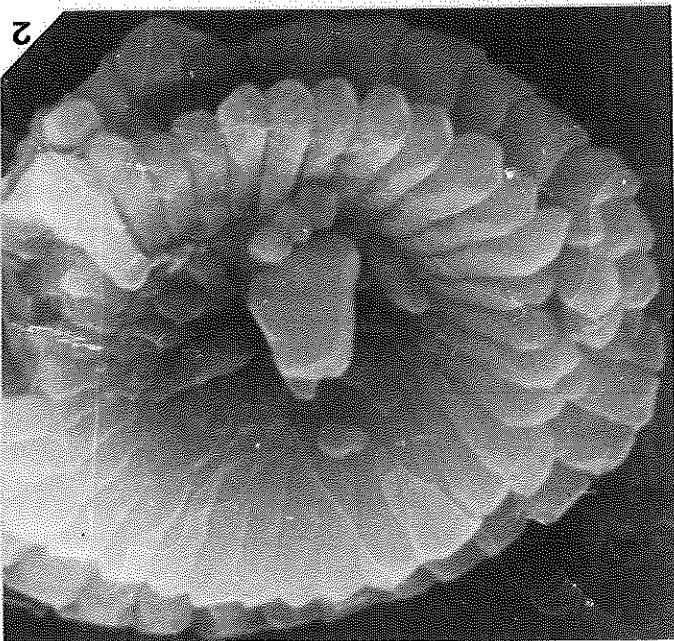
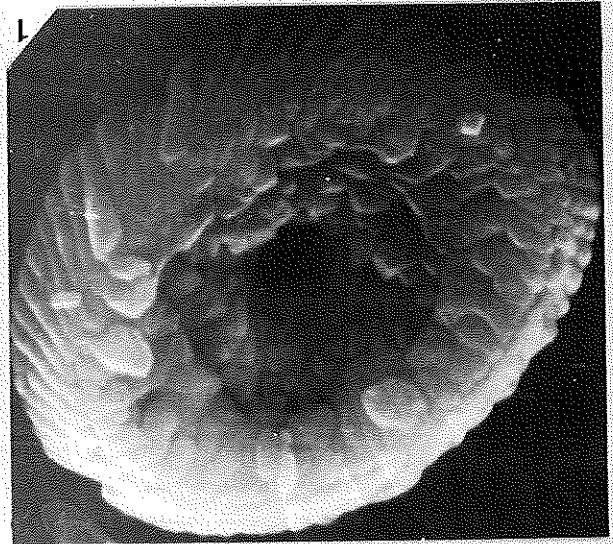
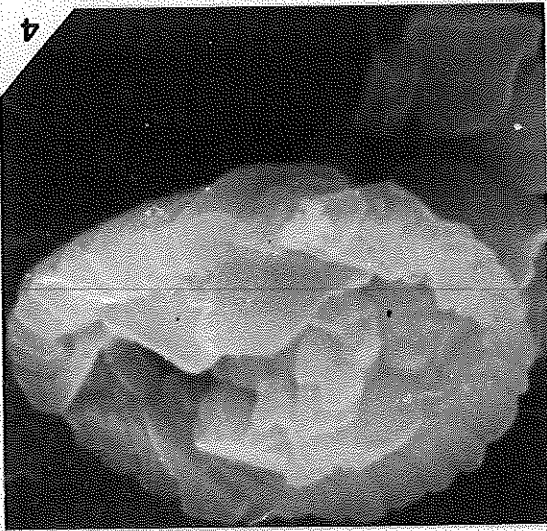
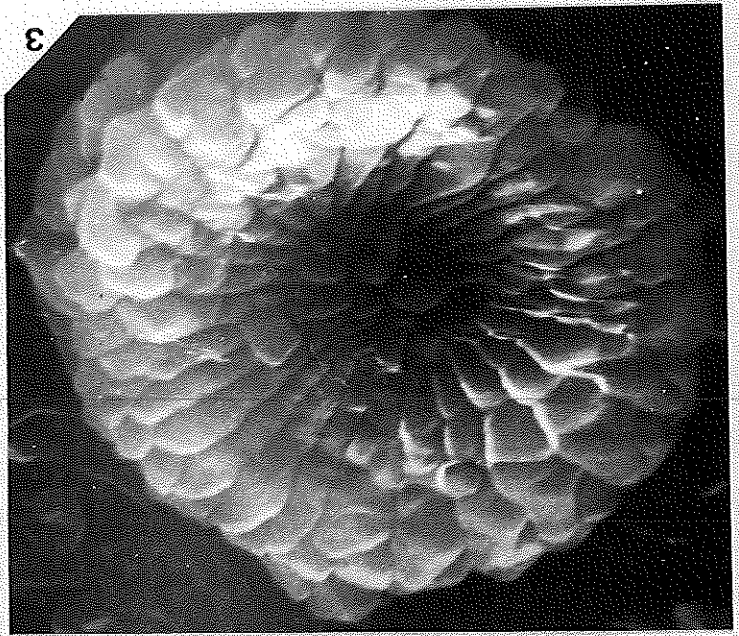
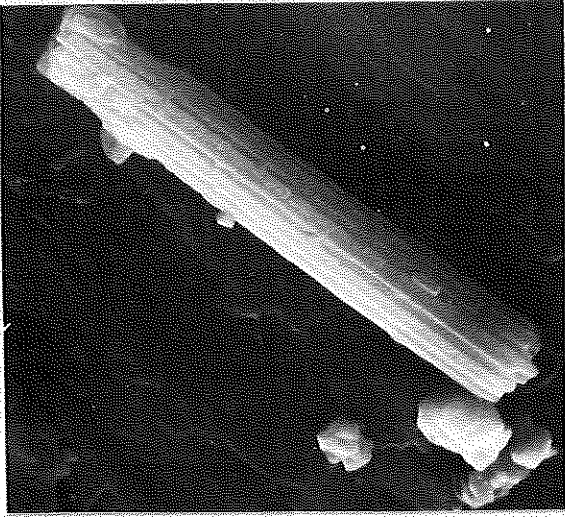
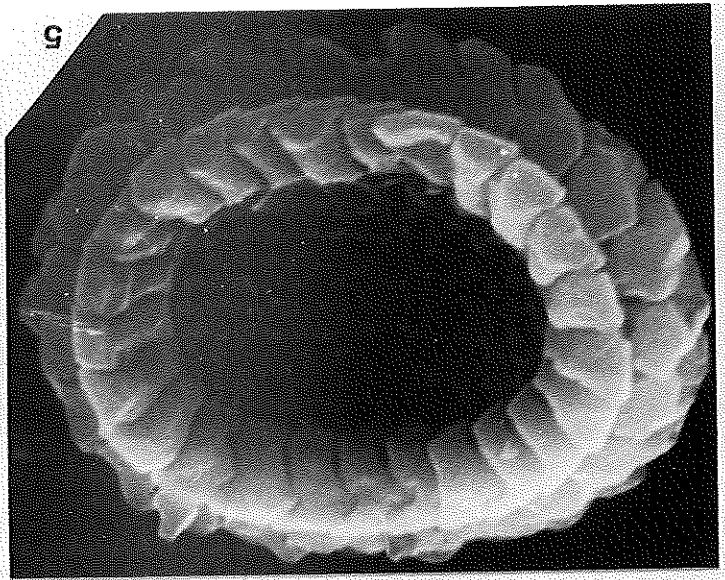


PLANCHE 11

FIG. 1-2. Posidonia perforata Sap. et Mar. : fragments de rhizome, figurés tous deux à la même échelle.

FIG. 3-5. Dewalquea gelindensis Sap. et Mar. - Les flèches repèrent les divisions caractéristiques du pétiole.

FIG. 6. Cfr. Celastrophylloides serratum Sap. et Mar. x 2/3.

FIG. 7. Cinnamomum sezannense Wat.

FIG. 8-9. Fragment de feuille de Coccoloba kani Hr.

Vue générale et détail de l'épiderme (x 4) montrant le fin réseau de mailles irrégulièrement polygonales considéré comme caractéristique par de Saporta et Marion (1873).

FIG. 10. Fragment indéterminé.

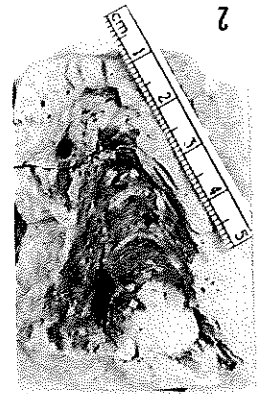
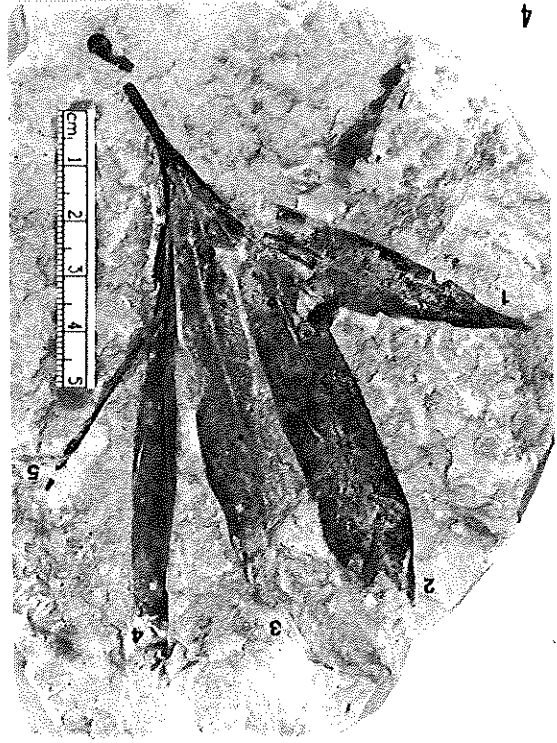
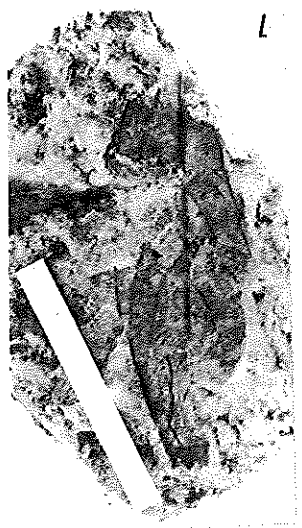
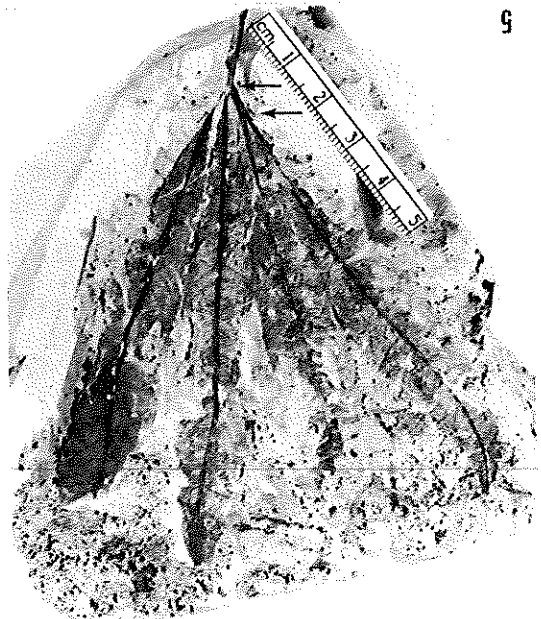
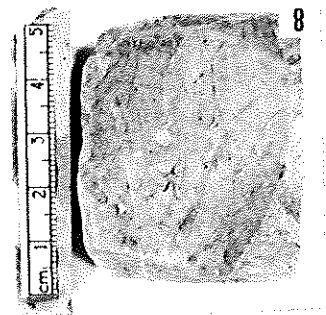
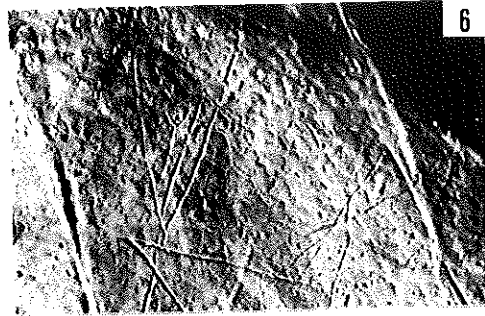


PLANCHE 12

FIG. 1-5. Dryophyllum dewalqueti Sap. et Mar. Spécimens de diverses tailles: la fig. 3 montre le détail du réseau veineux. x 4.

FIG. 6-7. Vue générale et détail x 4 d'un fragment de Dryophyllum laxinerve Sap. et Mar.

FIG. 8-10. Vue générale et détails x 4 du sommet (fig. 8) et de la base (fig. 9) d'un fragment de Dryophyllum curticeclense Wat.

FIG. 11-14. Quercus dipلودon Sap. et Mar. Les détails sont à x 4.

FIG. 15-16. Comptonia sp. Vue générale et détail x 4.

