

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome CVIII

(1988)

2^e et 3^e trimestres

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

Parution 1989

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

Article 2.

- Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.

- La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.

- La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel (1).

Article 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement Intérieur

§ 7. - Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. - Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisation et abonnement de l'année peuvent publier dans les Annales. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche simili étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. - Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. - Les mémoires sont publiés par fascicule après décision du Conseil.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse en tête des épreuves du bon à tirer.

Cotisations et Abonnements (à la date du 1^{er}-1-1990)

	QUALITÉ	COTISATION	ABONNEMENT aux Annales	TOTAL
FRANCE et BÉNÉLUX	Personnes physiques (2)	35,00 F	150,00 F T.T.C.	185,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	35,00 F	165,00 F T.T.C.	200,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE : 345,00 F H.T. - ÉTRANGER : 400,00 F

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entiers aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément. Leur liste figure en fin de fascicule.

Tomes I à LXXIX (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII) 200,00 F H.T.

Tomes LXXX à XCV (manque XCI) 270,00 F H.T.

Tomes XCVI à CV 330,00 F H.T.

Tome CVI 385,00 F H.T.

TABLES GÉNÉRALES DES ANNALES

Table 1 (Tomes I à XX) - Table 2 (Tomes XX à XXX) - Table 3 (Tomes XXXI à XL) - Table 4 (Tomes XLI à LXXIX) 50,00 F H.T.
Table 5 (Tomes LXXX à XCIX) par table

Esquisse géologique du Nord de la France, par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires) 29,00 F H.T.

Ecorché géologique infra-mésozoïque (extrait de « Contribution à la géologie des bassins paléozoïques du Nord de la France », présentée par C.F.P. (M), COPESEP et F H.T.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, l

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome CVIII

(1988)

2^o et 3^o trimestres

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

Parution 1989

CONSEIL D'ADMINISTRATION

- 1988 -

<i>Président</i>	M. F. THIEBAULT
<i>Premier Vice-Président</i>	M. C. DUPUIS
<i>Seconds Vice-Présidents</i>	M. H. CHAMLEY
	M. B. MISTIAEN
<i>Conseillers</i>	M. A. DALINVAL
	M. V. PRUD'HOMME
	M. J. CHALARD
	M. M. WATERLOT
	M. J. FERRIERE
	M. F. MEILLIEZ
<i>Secrétaire</i>	M. C. BECK
<i>Trésorier</i>	M. G. TIEGHEM
<i>Secrétaire Adjoint</i>	M. Y. DESPEYROUX
<i>Délégué aux Publications</i>	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Bibliothécaire</i>	M. J.F. DECONINCK

Se sont joints au Comité de Lecture de la S.G.N.
pour la rédaction de ce fascicule :

MM. A. BLIECK
J. FERRIERE
D. VACHARD

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord

Sciences de la terre, B.P. 36, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Tél. 20 43 43 43 (postes 4104 et 4132) – C.C.P. Lille 52-47 Y

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLÉE ORDINAIRE DU 4 MAI 1988

Présidence de M. F. THIEBAULT, Président

Le Président fait d'abord procéder à l'élection de deux nouveaux membres.

Sont élus à l'unanimité des membres présents :

M^{lle} Annette MOISET, Géologue, Carrières du Boulonnais, présentée par MM. H. CHAMLEY et J. LEPLAT.

M. Irfan CIBAJ, Etudiant en Géologie, Laboratoire de Géologie structurale de l'UFR des Sciences de la Terre de Lille à 59655 Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. J. MANSY et C. BECK.

Communications orales

M. WISSA et D. VACHARD. — Sables sous Giza ou importance des poches karstiques du plateau des Pyramides (Egypte).

A. KHATIR et J.L. MANSY. — Structures et déformations dans la nappe de Dinant : un exemple pris dans l'Avesnois (Nord).

ASSEMBLÉE ORDINAIRE DU 1^{er} JUIN 1988

Présidence de M. F. THIEBAULT, Président

Communications orales

F. BOUVAIN, D. BRICE, M. COEN, M. COEN-AUBERT, M. DUSAR, W. LOY, M. STREEL et F. TOURNEUR.
Le Dévonien du sondage de Nieuwkerque (Flandre occidentale, Belgique ; extrémité occidentale du Synclinorium de Namur).

D. BRICE, B. MILHAU, B. MISTIAEN, J.C. ROHART et J.P. VIDIER. — Givétien terminal et passage au Frasnien à Ferques (Boulonnais) : observations nouvelles.

Avant de terminer la séance, M. le Président donne la parole à M^{lle} BRICE pour présenter le mémoire intitulé :

“Le Dévonien de Ferques, bas-Boulonnais, Nord de la France : Paléontologie, Sédimentologie, Tectonique”, par D. BRICE Edt. (1988), dans la collection “Biostratigraphie du Paléozoïque” (Brest, 7 : 1-522, 97 fig., 20 tabl., 61 pl.).

(*) Note intégrée dans le prochain fascicule.

ASSEMBLÉE ORDINAIRE DU 9 OCTOBRE 1988

Excursion présidée par M. F. THIEBAULT, Président
guidée par MM. R. CONIL, J.L. MANSY et F. MEILLIEZ

Malgré une pluie constante (fine le matin et battante l'après-midi), aucun des 20 participants inscrits n'a déclaré forfait. M. R. CONIL présente d'abord la sédimentologie séquentielle et la biostratigraphie des calcaires et dolomies du Tournaisien terminal au Viséen supérieur, dans la carrière Godin (exploitée par la Société Bocahut, Avesnes-sur-Helpe, qui nous a aimablement autorisés cette visite), en soulignant le rôle éminent joué par M. A. KHATIR dans l'utilisation de ces résultats pour renouveler les conceptions tectoniques sur l'Avesnois.

Puis, sous la conduite de MM. J.L. MANSY et F. MEILLIEZ, les participants peuvent constater la complexité, jusqu'alors insoupçonnée, de la structure intime du "synclinal d'Avesnes" des auteurs : les niveaux argileux même minces et les assises à bancs minces, semblent le lieu privilégié de décollements systématiques dans la partie sud des carrières Bocahut (carrière du Haut-Lieu, notamment).

Après un repas au restaurant à Avesnes, l'excursion se déplace jusqu'à Limont-Fontaine, une dizaine de kilomètres au Nord. Là encore, l'exploitation (carrières C.B.S., dont il faut également remercier les responsables) se fait dans un synclinal, mais la série lithostratigraphique accuse des variations notables par rapport à celle d'Avesnes : on serait, à Limont-Fontaine, dans une zone paléogéographique déprimée (Auge Dinantaise) du début du Viséen. Les participants discutent longuement de la nature des curieux plis métriques contournés visibles au cœur de la synforme, dans la paroi orientale des carrières : il pourrait s'agir de "slumps" ; certains soulignent cependant que la tectonique ultérieure a dû notablement modifier leur forme initiale.

M. J.L. MANSY, R. CONIL, F. MEILLIEZ, A. KHATIR, B. DELCAMBRE, E. GROESSENS, M. LYS, E. POTY, R. SWENNEN, A. TRENTESAUX et M. WEYANT ont proposé à la SGN un article relatif à cette excursion. Celui-ci est intégré dans ce fascicule pages 125 à 142.

Structures et déformation dans l'Allochtonne Ardennais en Avesnois (Nord)

Structures and deformation in the Ardenne Allochthonous, Avesnois (North of France)

par A. KHATIR (*), J.L. MANSY (*) et F. MEILLIEZ (**),

Résumé. — L'Avesnois, terminaison occidentale du Massif Ardennais, montre les derniers affleurements du Paléozoïque supérieur. L'étude de quelques carrières permet d'établir une séquence de déformation dans les calcaires givétiens et dinantiens ; cette séquence résulterait d'une déformation continue et progressive qui se traduit par un enchaînement de failles et de plis. La chronologie semble analogue dans les niveaux superficiels situés au front de l'Allochtonne Ardennais (Synclinorium de Dinant).

Abstract. — *The Avesnois, western end of the Ardenne Massif is the site where the last upper Paleozoic outcrops are encountered. A study of a few quarries permits to establish a sequence of deformations within Givetian and Dinantian limestones, which indicates a continuous and progressive deformation expressed by a succession of faulting and folding. This type of chronology seems to be identical in the superficial levels at the front of the Ardenne Allochthonous (Dinant synclinorium).*

I. — INTRODUCTION

L'un des traits dominants de la zone externe septentrionale de l'orogène hercynien est le chevauchement majeur appelé "Faille du Midi" (fig. 1), qui se prolonge vers l'Est jusqu'au Graben du Rhin (Teichmüller et Teichmüller, 1979). Ce grand accident fait reposer une unité allochtone, appelée Nappe de Dinant, sur le Parautochtone Brabançon dont l'avant-fosse molassique correspond au bassin houiller franco-belge (Synclinorium de Namur). La Nappe de Dinant est une unité schistosée (voir les exemples présentés ci-après). Elle comporte une puissante série dévono-carbonifère discordante sur un substratum cambro-ordovicien affleurant au niveau des Massifs de Rocroi, Givonne, Serpont et Stavelot. Le Parautochtone Brabançon comporte une série considérée comme non schistosée datée du Dévonien moyen au Westphalien D, discordante sur le substratum cambro-silurien brabançon schistosé (Raoult *et al.*, 1984 et 1985 ; Raoult et Meilliez, 1986 et 1987 ; Raoult, 1988). L'importance du déplacement vers le Nord du front de l'Allochtonne Ardennais, est de l'ordre de la centaine de kilomètres (Meilliez et Raoult, 1987).

Une analyse géométrique a été conduite afin de préciser la structure de la nappe dans le domaine couvert par les quatre cartes géologiques à 1/50 000 de Le Quesnoy, Maubeuge, Trélon et Avesnes (fig. 2) (Khatir, 1983). Les auteurs de ces cartes ont décrit dans le Paléozoïque de ce secteur des plis ouverts et droits relativement réguliers (Gosselet, 1888 ;

Carpentier, 1913 ; Waterlot, 1970). A partir de l'étude microstructurale de trois carrières la présente note a pour but de préciser les éléments structuraux qui déterminent le style tectonique de l'Allochtonne Ardennais, en discutant :

- une chronologie relative des éléments structuraux ;
- l'influence de la lithostratigraphie ;
- l'importance de la position à l'intérieur de la nappe.

Les trois sites concernent deux niveaux lithostratigraphiques : les calcaires givétiens à Bettrechies, les calcaires dinantiens à Limont-Fontaine et à Avesnes-sur-Helpe (loc. en fig. 2).

II. — LE GIVÉTIEN DE BETTRECHIES

A) COMPOSITION LITHOSTRATIGRAPHIQUE

La carrière de Bettrechies est située dans la partie septentrionale de l'Avesnois au NW de Bavay, entre les localités de Bellignies à l'Est et Bettrechies à l'Ouest. Elle a en plan la forme d'une tranchée orientée à peu près N.-S. Sa longueur est de plus de 800 m, pour une largeur de 50 à 200 m. Sa profondeur avoisine 80 m. Deux coupes en sont données ici (fig. 3 ; état en 1986).

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois, U.F.R. des Sciences de la Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.

(**) Université du Maine Laboratoire de Géologie, route de Laval, 72017 Le Mans Cedex.

Note présentée le 4 mai 1988 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 1^{er} mars 1989.

La carrière est exploitée dans le Givétien moyen et supérieur (Waterlot, 1970). Prétat (1984) a décrit les trois assises du Givétien, avec de bas en haut l'assise des Trois-Fontaines épaisse de 120 m, l'assise du Mont d'Hauris épaisse de 40 m, enfin la base de l'assise de Fromelennes, dont ne subsiste qu'une dizaine de mètres. L'épaisseur totale du calcaire de Givet à Bettrechies est de 170 m environ. Il s'agit de bancs calcaires bleu-noir dont l'épaisseur varie de 0,20 m à 3 m environ, séparés par des interlits péliques centimétriques à décimétriques qui ont joué un rôle prépondérant dans la cinématique de ce secteur.

B) LA SYNFORME PRINCIPALE

Les parois de la carrière orientées N-S constituent deux coupes d'un pli asymétrique de longueur d'onde kilométrique. Ce pli appartient à une série de plis asymétriques qui affectent le flanc nord du "synclinal du Bois d'Hugies" (Waterlot, 1970).

Le synclinal de Bettrechies peut être subdivisé en deux grands ensembles séparés par un contact cisailant (contact C fig. 3). Le premier correspond à un large pli symétrique dont le pendage des deux flancs est d'environ 30° ; le second correspond au cœur de ce pli, et présente une géométrie asymétrique, le pendage du flanc court étant proche de 90°.

1) Structures mésoscopiques

Un exemple dans le flanc nord de la paroi est choisi pour illustrer le type de déformation observée (fig. 4).

La schistosité, exprimée surtout dans les interbancs péliques, nous permet de distinguer deux générations de plis :

- une génération à schistosité de plan axial (Pa). Il s'agit de plis asymétriques décamétriques dont le flanc court est à regard nord ;

- une autre génération de plis à schistosité enroulée autour des charnières (Pb). Ce sont des plis d'amplitude plurimétrique, en genou, dont le flanc court est à regard sud (fig. 4). Les traces des plans axiaux des deux générations de plis présentent des déversements opposés. L'association des plis Pa et Pb a une allure de mégakinks conjugués. Les plis à schistosité prédominante de plan axial sont limités par des contacts cisailants (A, B et B' en fig. 4) qui passent latéralement à du glissement banc sur banc. L'ensemble (plis à schistosité de plan axial, contacts cisailants (A et B) et plis à schistosité enroulée) est tronqué par un cisaillement plan (C) passant lui aussi latéralement à du glissement banc sur banc. Plus au Nord, les contacts A, B, B' et C sont repris dans un pli Pc à schistosité enroulée. Dans la charnière du grand pli synclinal, tous les contacts semblent plissés et coaxiaux (cf. canevas fig. 3).

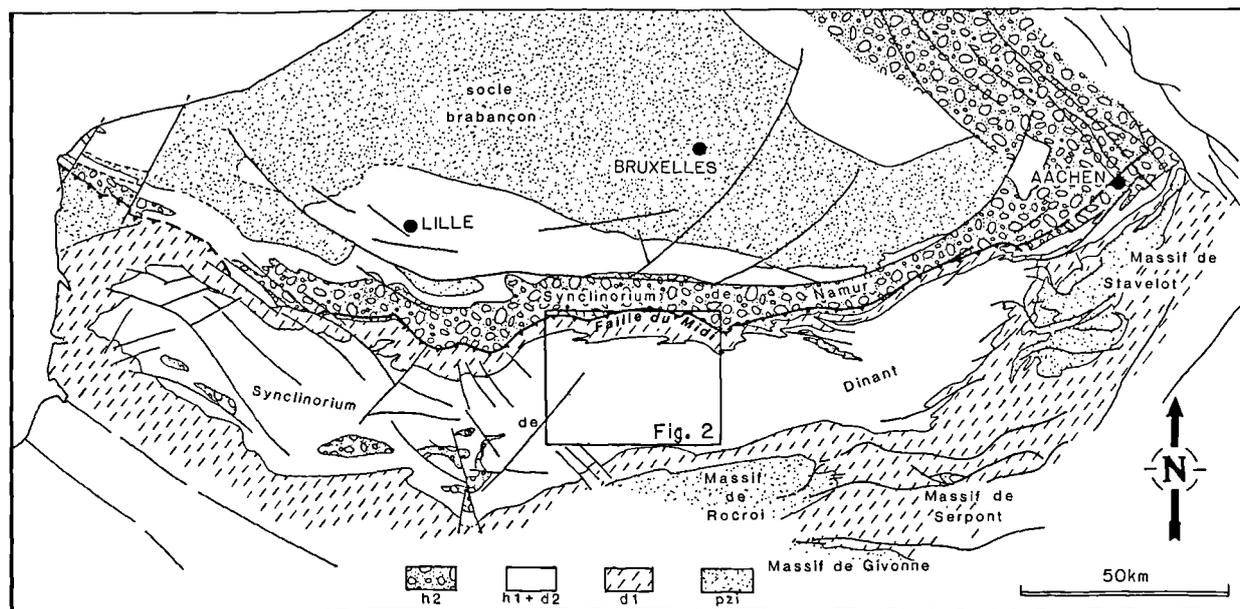


Fig. 1. — Ecorché structural du paléozoïque du Nord de la France et de la Belgique.

h2 : Houiller (Namurien et Westphalien) ; h1 + d2 : Dinantien, Dévonien moyen et supérieur ; d1 : Dévonien inférieur ; pzi : Paléozoïque inférieur.

Le Dévonien inférieur est réputé absent au Nord de la Faille du Midi. La trace de cette dernière est parallèle à l'extension du bassin houiller (Synclinorium de Namur).

Fig. 1. — The northern France and Belgium Paleozoic structural cutaway.

See abbreviations in the french legend.

Lower Devonian is supposed to be absent North of Midi Fault. This fault is parallel with the coal basin (Namur synclinorium).

2) Chronologie des structures

Les relations géométriques entre les diverses structures permettent d'envisager un enchaînement dans un contexte de cisaillement simple. La chronologie proposée est liée à l'identification d'une schistosité. Celle-ci serait synchrone dans l'ensemble de la carrière (Khatir et Mansy, 1988) (fig. 4).

a) *Genèse du pli dissymétrique Pa* à regard Nord à schistosité disposée en éventail autour du plan axial.

b) *Glissement dans le plan de la stratification* sur B, B' puis A. Remarquons que dans cette hypothèse B et B' cisailent le pli précoce Pa.

c) *Glissement le long du plan D et le long du plan conjugué D'* entraînant le plissement des décollements précoces et l'enroulement de la schistosité autour de plis passifs Pb.

d) *Le cisaillement C* recoupe les structures précédentes.

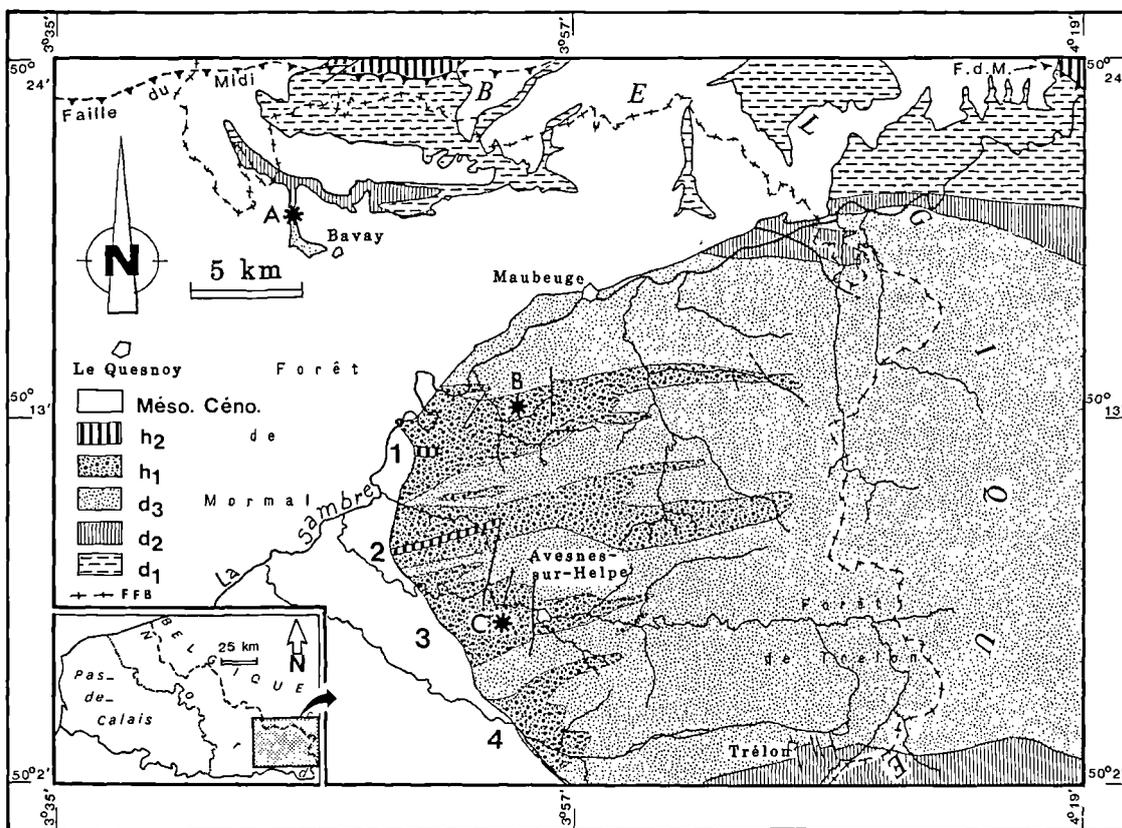


Fig. 2. — Carte géologique simplifiée de l'Avesnois.

Cette carte a été établie à partir des cartes géologiques à 1/50000 Avesnes, Maubeuge, Le Quesnoy et Trélon, de Waterlot et de ses collaborateurs (respectivement, 1969, 1967, 1971 et 1970).

A : carrière de Betrechies ; B : carrière de Limont-Fontaine ; C : carrière Bocahut ; 1 : synclinorium de Bachant ; 2 : synclinorium de Taisnières ; 3 : synclinorium d'Avesnes ; 4 : synclinorium d'Etrœungt ; *Mésoc. Céno.* : Mésozoïque et Cénozoïque ; h2 : Houiller ; h1 : Dinantien ; d3 : Dévonien supérieur ; d2 : Dévonien moyen ; d1 : Dévonien inférieur ; FFB : frontière franco-belge.

La carte montre des affleurements d'âge paléozoïque supérieur, surmontés par des sédiments d'âge méso-cénozoïque. Structuralement, la série dévono-carbonifère appartient à la Nappe de Dinant, chevauchant vers le Nord, à la faveur de la Faille du Midi (bord nord de la carte) les terrains carbonifères du socle brabançon.

Fig. 2. — Simplified geological map, Avesnois area.

After Waterlot et al. (1969, 1967, 1971 and 1970).

See abbreviations in the french legend.

Meso-Cenozoic formations rest on the Upper Paleozoic formations. Devonian to Carboniferous series belong to the Dinant Nappe which is thrust to the North over the Brabant parautochthonous Carboniferous formations.

e) Le plissement se poursuit et affecte le cisaillement C (pli Pc).

f) Genèse du pli synclinal de l'ensemble de la carrière (fig. 3).

Toutes les mesures indiquent un même champ de contrainte. La présence d'une schistosité S1, son enroulement, et la présence de deux générations de plis coaxiaux traduisent le caractère continu et progressif de la déformation dans le Givétien.

Régionalement, le synclinal de Bettrechies appartient à une grande synforme, dont les contacts stratigraphiques sont subparallèles au tracé de la Faille du Midi (Bouroz, 1959) et pourrait donc lui être liée.

III. — LE DINANTIEN

Les affleurements carbonifères sont importants près d'Avesnes-sur-Helpe. Ils disparaissent à l'Ouest de la Sambre sous la couverture méso-cénozoïque.

L'Avesnois pourrait avoir contenu une zone déprimée, durant une partie du Viséen, décrite sous le nom d'Auge Dinantaise (Conil, in Robaszinski et Dupuis, 1983) (fig. 5). L'Auge aurait connu une subsidence rapide jusqu'au Viséen moyen, période de son comblement. Il est vraisemblable

qu'alors la série de la région d'Avesnes représente un ensemble plus condensé et de faciès moins profonds que la série équivalente vers le Nord (Paproth *et al.*, 1983, Mansy *et al.*, sous presse). Ceci expliquerait les variations entre les formations de même âge rencontrées dans les deux carrières ci-après et les noms différents qui lui sont attribués.

A) LE SYNCLINAL DE LIMONT-FONTAINE

La carrière de Limont-Fontaine est ouverte dans un synclinal droit (X = 713 ; Y = 1281,5), plongeant faiblement vers l'WSW (fig. 6). Les parois ouest et est exposent deux coupes de ce pli. Sur chacune, le flanc nord est plus entaillé que le flanc sud. Le premier expose la *Formation du Grimour (V1b)*, en bancs de puissance métrique, surmontée par les calcaires très massifs de la *Formation de Neffe (V2a)*. Le sommet de cette unité est une cinérite, niveau-repère connu sous le nom de *Banc d'Or de Bachant* (quelques mètres au-dessus, une autre cinérite comparable est plus ou moins bien développée selon les endroits). Le cœur du synclinal est formé par la *Formation de Lives (V2b)* qui est une série finement litée, perturbée par des phénomènes synsédimentaires (brèches polygéniques et peut-être des slumps).

D'une paroi à l'autre (fig. 6b), on notera une variation rapide et notable dans l'allure et la nature du cœur synclinal. Dans la paroi orientale, les plis mal réglés apparaissent, juste au-dessus du Banc d'Or. Dans la paroi occidentale, d'autres plis mal réglés apparaissent dans des bancs situés 30 à 40 m au-dessus du Banc d'Or.

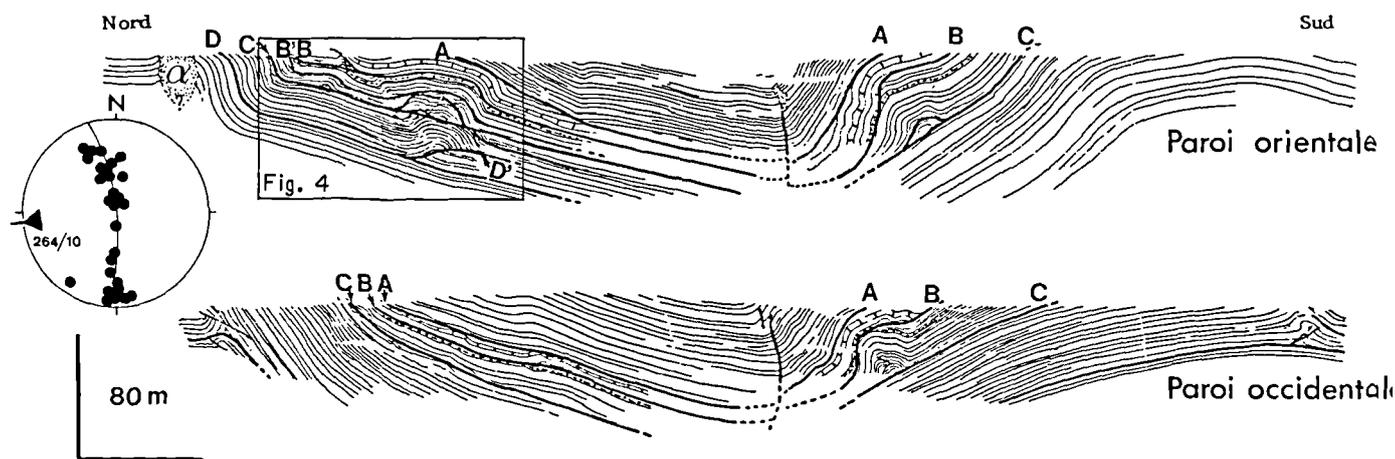


Fig. 3. — Coupe des fronts de taille de la carrière de Bettrechies (état en 1986).

En traits épais les contacts cisailants (A, B, B', C, D et D') ; α : poche wealdienne.

Pour les bancs-repères se référer à la figure 4.

On notera que l'asymétrie du ploiement des couches est plus marquée au-dessus du contact A, puis qu'elle s'atténue entre A et C, et qu'on parvient à une quasi-symétrie, vis-à-vis de la zone de charnière principale, pour les couches en dessous du contact C. Ces asymétries d'ensemble indiquent une vergence nord.

Fig. 3. — Cross-sections in the walls of Bettrechies quarry (as in 1986).

Thick lines : shear planes (A, B, B', C, D and D') ; α : Wealdian deposits.

For the keybeds : refer to fig. 4.

Note that the beds bending asymmetry is more important above the contact A ; then it decreases between A and C. Beneath the contact C, layers are symmetrically folded. These large scale asymmetries indicate a northerly vergence.

L'orientation de la stratification, du moins dans les couches restées planes, atteste du cylindrisme du synclinal à l'échelle de la carrière (fig. 6a, canevas). Il est donc étonnant que les plis mal réglés, du cœur du synclinal, ne soient pas conformes à ce cylindrisme. De plus certaines couches, qui forment ces plis à l'Est, ne sont pas plissées à l'Ouest. Ces deux faits peuvent se justifier si l'on admet qu'une déformation synsédimentaire (slumping) aurait d'abord affecté cette partie de la série. Par la suite, ces structures auraient été redéformées lors du plissement donnant le synclinal. De la sorte, il est difficile de préciser la forme réelle des slumps avant la tectonique westphalienne.

La paroi occidentale offre un autre problème. Dans le flanc nord, un pli fermé d'amplitude plurimétrique, à cœur de brèche (Formation de Lives), "enroule" la schistosité qui affecte les interlits pélitiques. Or, cette schistosité est disposée en éventail autour de la charnière synclinale majeure (fig. 7). Si l'orientation et l'unicité de cette schistosité devaient être confirmées par une étude microstructurale, cela signifierait que l'existence de plis synschisteux précoces devrait être envisagée (post Viséen supérieur).

Enfin la vergence vers le Sud du pli majeur, opposée au mouvement d'ensemble de la Nappe de Dinant, suggérerait la présence d'une rampe inclinée vers le Sud en profondeur (Khatir, 1983).

B) LES CARRIÈRES BOCAHUT, A AVESNES-SUR-HELPE

1) Stratigraphie

Nous avons établi les coupes et la carte géologique sur la base d'une simple étude lithostratigraphique, en suivant seulement les indications données en 1973 par Conil avec une coupe de référence (fig. 8a) dans la carrière n° 3 (X = 711 ; Y = 1270), où la tectonique paraît ne pas avoir morcelé la série. La plupart des hypothèses ainsi émises, notamment pour attribuer un âge au matériel des diverses écaïlles (carrières 2, 4, et surtout 1), ont été récemment (Mansy *et al.*, sous presse) confirmées par de nouvelles investigations paléontologiques. Seul un résumé est proposé ci-après.

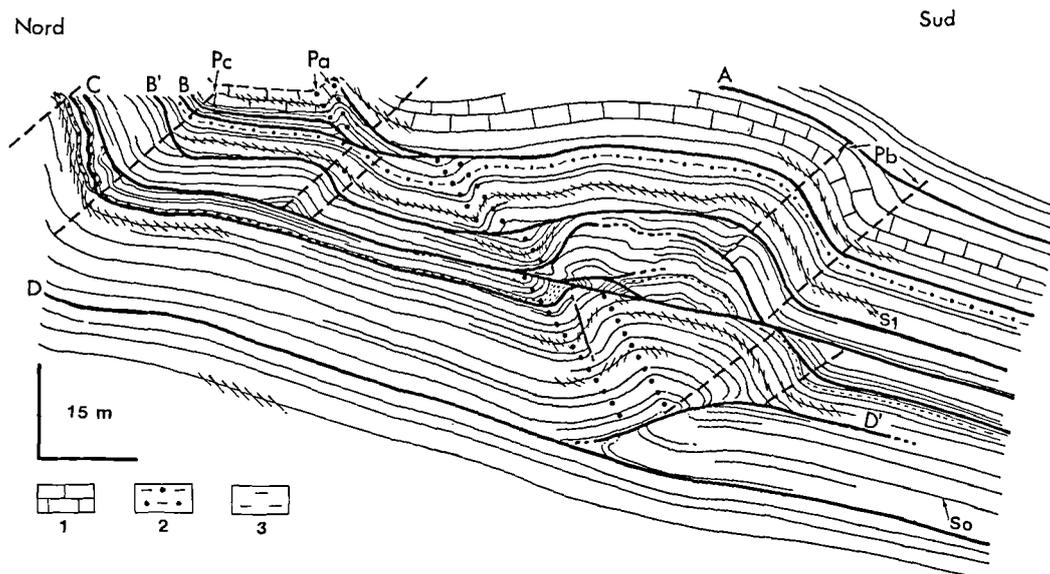


Fig. 4. — Détail du flanc long du synclinal (paroi orientale ; état en 1986).

Bancs-repères ; 1 : calcaire gris, massif, riche en gastéropodes (3 m d'épaisseur) ; 2 : banc formé d'intercalations de bancs calcaires riches en brachiopodes (*Crurithyris* sp.), et de minces interlits pélitiques (au total, 2 m d'épaisseur) ; 3 : banc pélitique noir de 40 cm d'épaisseur.

Pa : trace axiale des plis à schistosité de plan axial (en pointillés) ; Pb et Pc : trace axiale des plis à schistosité enroulée autour des charnières (en tirets) ; A, B, B', C, D et D' : contacts cisailants.

L'orientation de la schistosité, mieux exprimée dans les bancs pélitiques, permet de distinguer d'abord deux sortes de plis (Pa, et Pb-Pc). Les plis Pb et Pc se différencient ensuite en observant le contact C, qui cisaille les plis Pb mais est tordu par les plis Pc.

Fig. 4. — Synclinal long limb detail (eastern wall ; observed in 1986).

Keybeds ; 1 : grey, massive, Gasteropods-rich limestone (3 m thick) ; 2 : Brachiopods-rich (*Crurithyris* sp.) limestone beds alternating with thin, pelitic interlayers (the whole is 2 m thick) ; 3 : 40 cm - thick, black pelitic bed.

Pa : axial mark of the folds with axial plane schistosity (dotted line) ; Pb and Pc : trace of axial surface of the folds with rolled-around-the-hinge schistosity (dashed lines) ; A, B, B', C, D and D' : shear planes.

The schistosity orientation, best expressed in the pelitic beds, allows to separate at once two kinds of folds (Pa on the one hand and Pb-Pc on the other hand). Afterwards Pb folds differ from Pc ones because the C contact cuts the Pb folds and is folded by the Pc ones.

Seule la partie supérieure du *Tournaisien* (*Tn*) affleure, avec 30 m du *Calcaire de Landelies*. L'ensemble qui lui fait suite, plus riche en géodes alignées parallèlement à la stratification, s'appelle la *Formation de Grives* (75 m).

Les assises rapportées au *Viséen* constituent la majeure partie des affleurements de la carrière. De bas en haut, on rencontre :

a) Le *Viséen inférieur* avec, à sa base, une unique barre de calcaire oolithique, massive, la *Formation de Godin* (*V1a* ; 65 m), et au sommet des alternances de bancs calcaires et calcaréo-dolomitiques à litage net, la *Formation de Terwagne* (*V1b* ; 90 m).

b) Le *Viséen moyen*, débutant par des calcaires blanchâtres à tiges d'encrines (correspondant au calcaire à *Productus Cora* — Carpentier, 1913 — appelé aussi calcaire à points cristallins — Delattre *et al.*, 1967) de la *Formation de Neffe* (*V2a* ; 50 m), suivis d'un calcaire plus foncé, de couleur bleu-noir (*Formation de Lives*, *V2b* ; 30 m visibles). Des niveaux clairs assimilés à d'anciennes évaporites pseudomorphosées sont intercalés dans ces derniers calcaires (Mansy *et al.*, sous presse). Notons enfin que le contact *V2a-V2b* est marqué par

un lit de cendres volcaniques dénommé le *Banc d'Or de Bachant* (Gosselet, 1888).

2) Structure

a) Coupe de la carrière n° 3

La carrière n° 3 (a, fig. 8) montre un monoclinale formé par la série complète depuis le *Calcaire de Landelies* (*Tournaisien*) jusqu'à la *Formation de Lives* (*Viséen moyen*). Ce monoclinale, incliné de 70° environ, est limité au Sud par un accident parallèle à la stratification.

La valeur de chevauchement de cet accident est prouvée par la présence d'une écaïlle de calcaires de la *Formation de Neffe* (*V2a* : attribution faite au vu des coraux que ces calcaires blanchâtres renferment ; *Corphalia mausae*, Poty, comm. orale), fracturés. Au-dessus, un autre contact anormal amène une dizaine de mètres de dolomies grises datées du *V1b* (*Formation de Terwagne*), elles-mêmes surmontées d'une dizaine de mètres de calcaires gris pâle de la *Formation de Neffe*. Le pendage de ces deux dernières formations n'est que de 20° au Sud. Cette série est donc forcément tranchée obliquement aux bancs par le chevauchement penté de 60° au Sud.

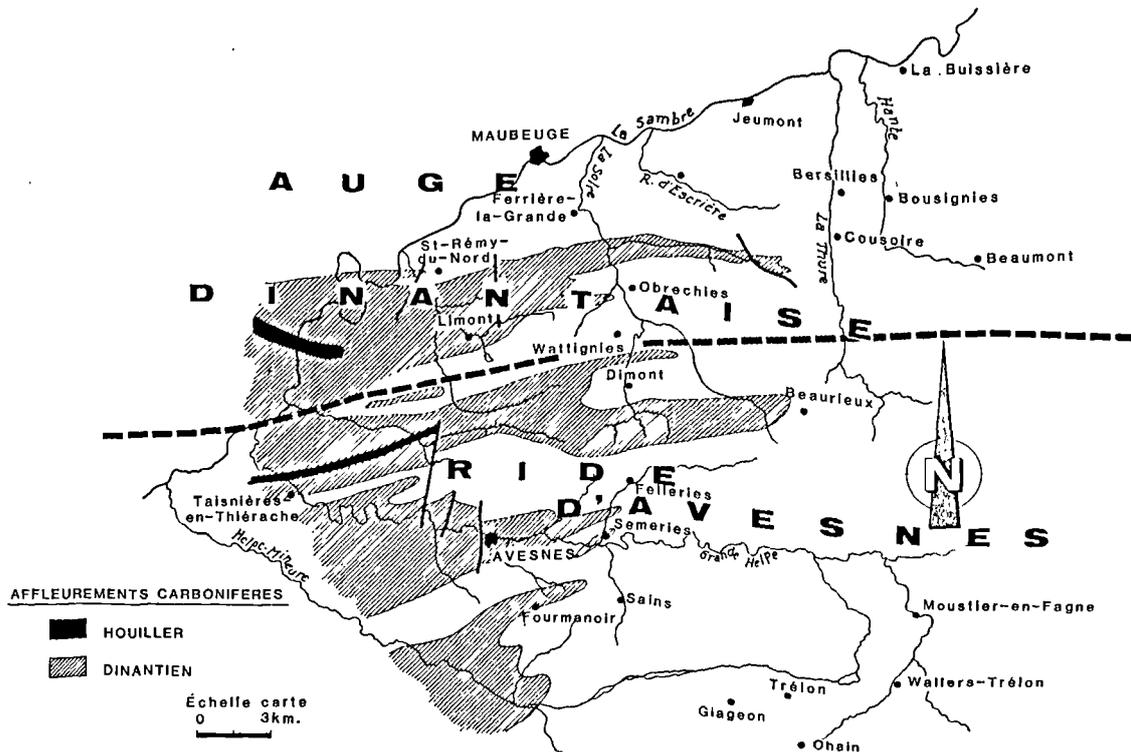


Fig. 5. — Aires paléogéographiques dans le Moliniacien (*Viséen inférieur* et une partie du *Viséen moyen*). Au Nord, un sillon subsident est dénommé l'*Auge Dinantaise*. Le domaine de haut-fond méridional est la *Ride d'Avesnes*.

Fig. 5. — Moliniacien (*Lower Visean* and part of *Middle Visean*) paleogeographical areas. In the North the subsident basin is called *Auge Dinantaise*. The southern high is named *Ride d'Avesnes*.

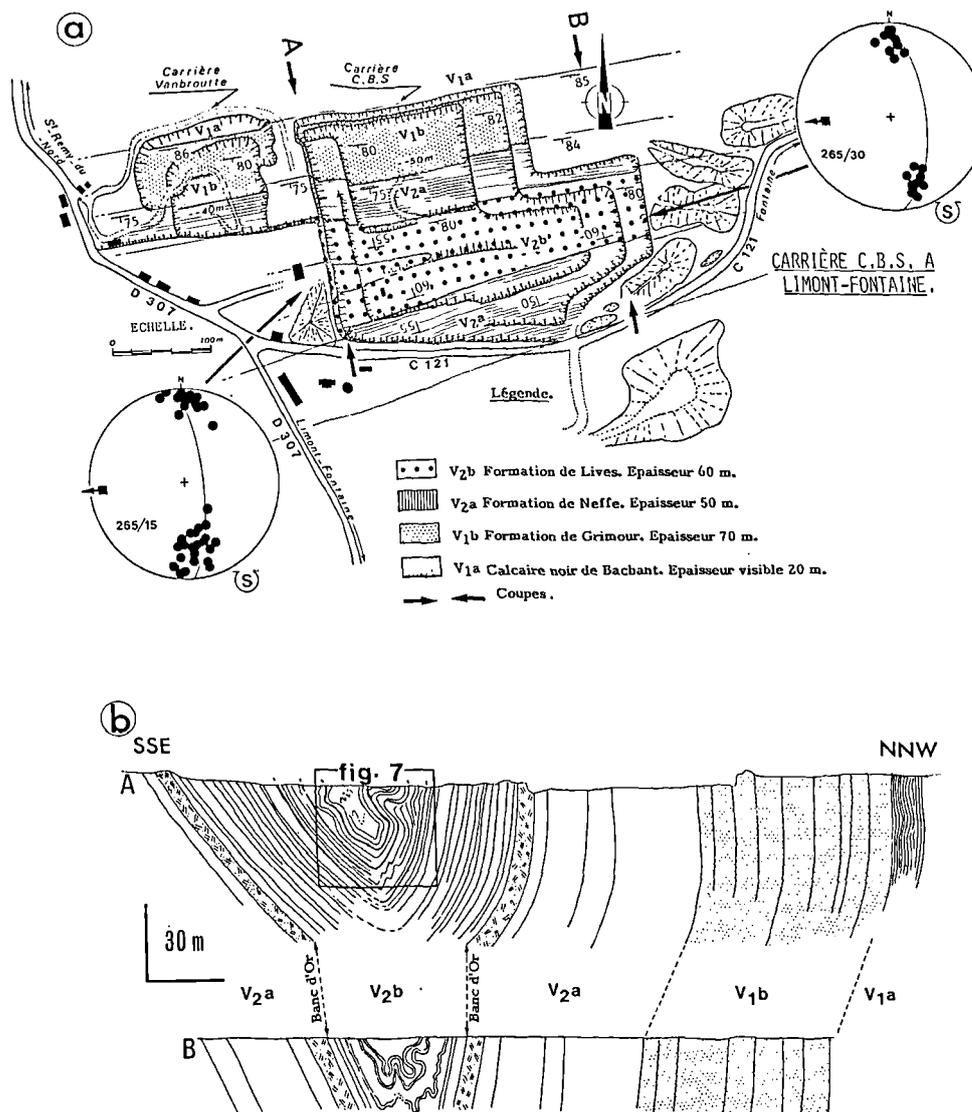


Fig. 6. — Carte géologique de la carrière de Limont-Fontaine, et coupes des fronts de taille (état en 1986).
 a. Les formations qui affleurent sont uniquement viséennes. Les projections des pôles de stratification sur canevas de Schmidt (hémisphère inférieur) montrent que le synclinal a un plongement axial léger vers l'Ouest (265/15) et se refermerait donc cartographiquement vers l'Est.
 b. Les coupes des fronts de taille montrent un synclinal dissymétrique dont le flanc raide est à regard SSE.

Fig. 6. — Limont-Fontaine quarry geological map and cross-sections (observed in 1986).
 a. Only Viséan limestones crop out. The stratifications poles projections on a Schmidt's net (lower hemisphere) show that the axis dips to the West (265/15).
 b. The quarry cross sections show a dissymmetrical syncline ; the steep limb dips to the SSE.

b) Carrière n° 4

La carrière n° 4 montre le calcaire de la Formation de Godin (V1a) surmonté stratigraphiquement par les calcaires et dolomies de la Formation de Terwagne (V1b) ainsi que la base du calcaire de la Formation de Neffe (V2a). Ces deux dernières formations dessinent au-dessus du chevauchement une structure synclinale très ouverte (synclinal de la Cressinière ; Gosselet, 1888).

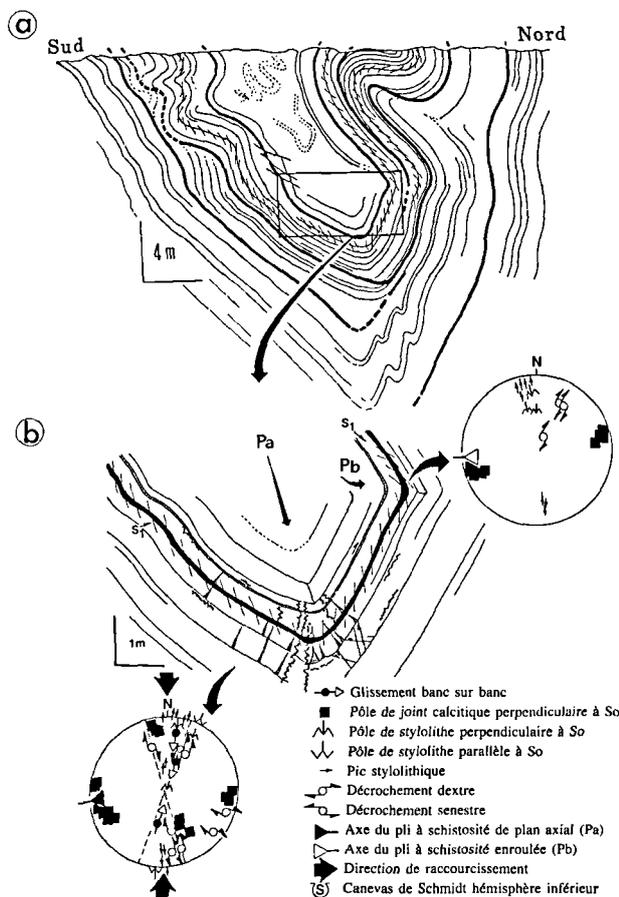


Fig. 7. — Observations structurales du cœur du synclinal sur la paroi occidentale (état en 1986).

En grand (a), le synclinal est faiblement déjeté vers le Sud. Les inter-lits pélitiques (soulignés en noir dans b) sont affectés par une schistosité S1 disposée en éventail autour de la charnière principale du synclinal (Pa). Cette schistosité semble enroulée autour des plis situés dans les flancs (Pb), plis qui seraient donc postérieurs.

Fig. 7. — Detailed structural observations of the axial zone on the western wall (made in 1986).

a. The syncline is slightly inclined to the South.
b. The pelitic layers (in black) are affected by a fan-shaped schistosity (S1), around the main synclinal hinge (Pa). This schistosity is rolled around the Pb folds, which therefore post-date Pa ones.

c) Coupe dans la paroi Est de la carrière n° 2

Le flanc nord présente les mêmes pendages que dans la précédente coupe, sauf la Formation de Lives (V2b) qui est affectée de petits synclinaux et anticlinaux faillés et légèrement déjetés vers le Nord (b, fig. 8).

Au Nord on a la Formation de Lives (V2b), avec un pendage de 40° au Sud. Cette formation est fortement rebrous-sée vers le haut au voisinage du premier contact (Fb-Fc).

L'écaïlle de calcaires de la Formation de Neffe (V2a) est limitée au Nord, au Sud et vers le bas par trois contacts anormaux la séparant respectivement de la Formation de Lives (V2b ; contact Fb-Fc), et de la Formation de Terwagne (V1b ; contact F'a), elle-même scindée en deux par le contact anormal F'a. L'ensemble supérieur présente un pendage régulier moins fort que celui du contact F'a. L'ensemble inférieur a une structure plus complexe. Au contact de Fb-Fc les couches sont rebrous-sées vers le bas.

d) Coupe de la carrière n° 1

La coupe (c, fig. 8) est réalisée dans la paroi NE de la carrière n° 1. Par suite du faible plongement axial vers WSW, cette coupe montre la suite, vers le bas, des structures de la carrière n° 4 (voir ci-dessus).

Un contact anormal, subhorizontal dans la partie centrale de la carrière, légèrement bombé vers le haut (Fb), conduit à distinguer une unité supérieure et une unité inférieure.

1° L'unité supérieure montre au SSE les Formations de Grives (Tn) et de Godin (V1a) engagées dans une charnière anticlinale déversée vers le NNW. Reposant au-dessus et en contact par faille (F'a) la Formation de Terwagne (V1b), finement litée, est le siège de nombreux glissements internes. Ces bancs esquissent un synclinal très ouvert (qui est bien exposé dans la paroi occidentale de la carrière n° 4, plus à l'WSW).

2° L'unité inférieure, constituée des Formations de Terwagne (V1b) et de Neffe (V2a), montre une déformation tectonique interne beaucoup plus marquée. Les lits fins et les brèches rouges de la Formation de Terwagne (V1b) permettent de reconnaître de nombreuses surfaces de glissement dans la stratification, se relayant par l'intermédiaire de failles d'apparence tantôt normales tantôt inverses, qui recoupent de un à quelques mètres de série. Certains de ces glissements sont antérieurs à des plis, qui les enroulent. D'autres sont postérieurs aux plis, qu'ils cisailent.

Le calcaire de la Formation de Neffe (V2a), très fragile, forme un synclinal dissymétrique dans cette même unité inférieure.

Latéralement, vers l'Ouest, une reprise récente (deuxième semestre 1988) de l'exploitation a dégagé la zone faillée qui relie le chevauchement de la carrière n° 3 (Fb-Fc) au cisaillement (Fb) de la paroi orientale de la carrière n° 1 (a, fig. 8). Cette coupe (décrite ci-dessus, fig. 8b) suggère la convergence de plusieurs failles qui font chevaucher la Formation de Neffe (V2a) sur celle de Lives (V2b).

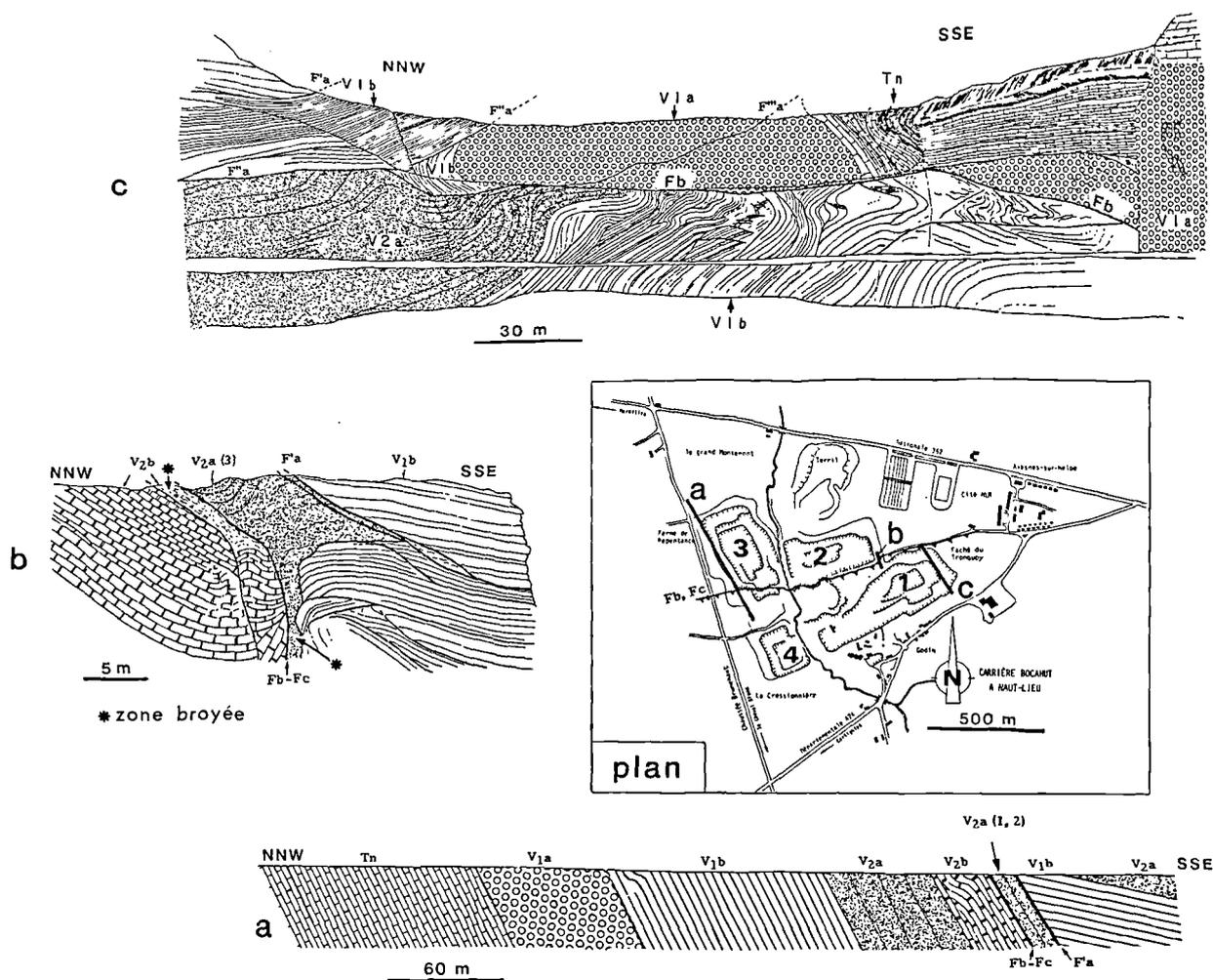


Fig. 8. — Quelques coupes observées dans les différentes excavations de la carrière Bocahut (état début 1988).
 PLAN : 1 à 4 : numéros des excavations (dans l'ordre chronologique de leurs ouvertures). a, b, c : localisation des coupes.
 a. Coupe de la carrière n° 3. Noter les angles (nul au Nord, net au Sud) entre la stratification et les contacts anormaux (F'a, et Fb-Fc).
 b. Détail de la zone faillée dans la carrière n° 2. Le chevauchement du flanc sud sur le flanc nord résulte du fonctionnement de plusieurs failles. Ces failles ont cataclásé les Formations V2a et V2b (zone broyée).
 c. Coupe panoramique de la carrière n° 1. Le contact Fb est un contact plat légèrement bombé. Il rejoint vers le Nord l'accident F'a. Sous Fb, les couches chevauchées sont plissées et dédoublées par de nombreux accidents. L'ensemble indique un mouvement du Sud vers le Nord de l'unité charriée.

Fig. 8. — Cross-sections in Bocahut quarry (in 1988).

PLAN : 1 to 4 : excavations numbers (in their opening chronological order). a, b, c : sections localisations.
 a. Section in the n° 3 quarry. Abnormal contacts (F'a and Fb-Fc) are parallel with the northern stratification planes but they intersect the southern ones.
 b. Detail of the faulted zone in the n° 2 quarry. The thrusting of the southern limb over the northern one results from the functioning of several faults. The V2a and V2b Formations have been mashed ("zone broyée").
 c. Panoramic view of the n° 1 quarry. The Fb contact is flat and slightly bulged. It joins to the north F'a. Under Fb the thrust layers are folded and divided by numerous fractures. The motion of the overthrusting unit is northward.

3) Conclusion

Les carrières Bocahut à Avesnes-sur-Helpe (Nord) montrent une synforme kilométrique. Le flanc nord présente une succession sédimentaire conservée, ou du moins d'allure peu perturbée, depuis le Tournaisien supérieur (Tn3) jusqu'au Viséen moyen (V2b). Par contre, le flanc sud est dilacé (fig. 8b et c) par une multitude de failles. En figure 9 nous

présentons une coupe interprétative où nous tentons de raccorder entre eux les différents accidents. On notera, comme pour la carrière de Bettrechies, que le champ de contraintes est cohérent, par conséquent l'ensemble peut se concevoir comme le résultat d'une déformation progressive, avec dans l'ordre le jeu des accidents F'a, F''a, et F'''a, puis Fb, et peut-être à la fin Fc.

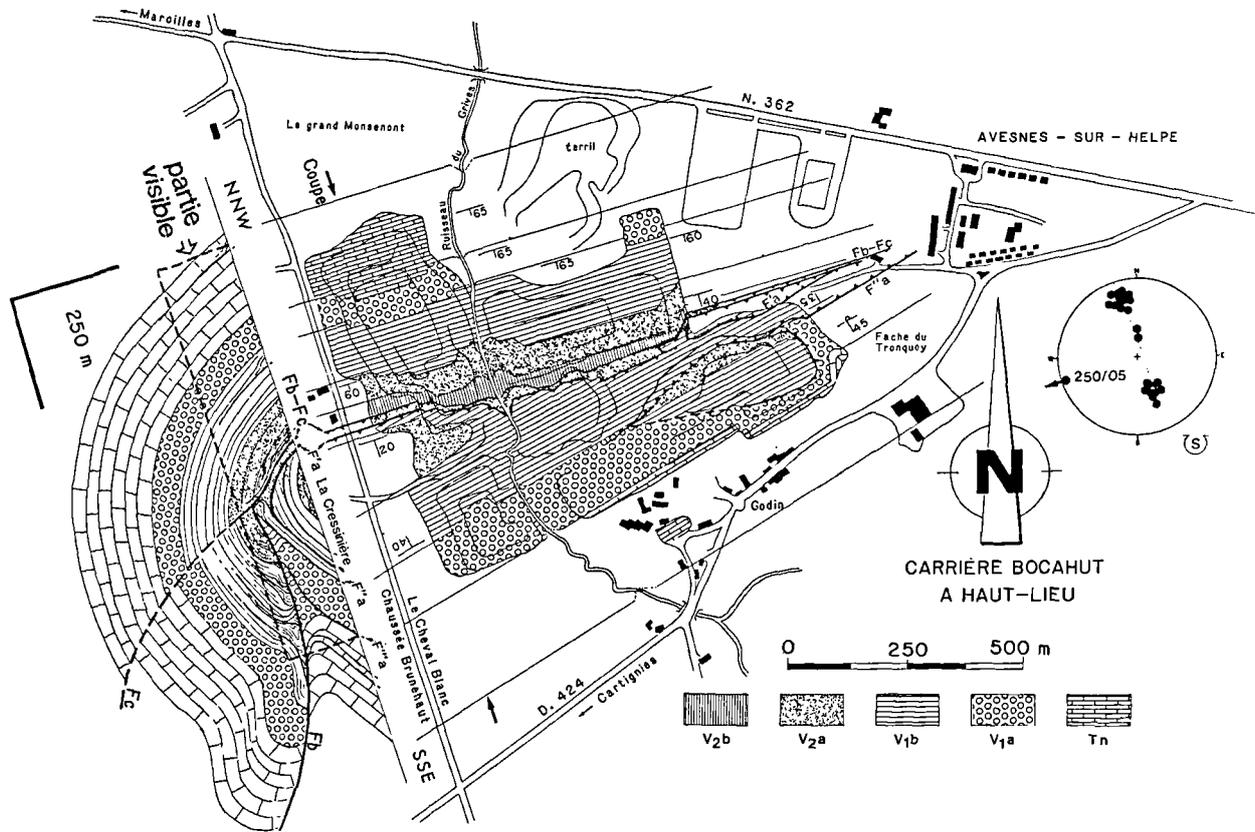


Fig. 9. — Carte géologique et coupe synthétique du cœur du synclinorium d'Avesnes dans la carrière Bocahut.

V2b : Formation de Lives. Epaisseur visible : 30 m.

V2a : Formation de Neffe. 50 m.

V1b : Formation de Terwagne. 92 m.

V1a : Formation de Godin. 68 m.

Tn : Tournaisien et transition au Viséen. Epaisseur visible : 167 m.

Carte géologique. — L'accident principal Fb-Fc a la même direction que les couches chevauchées. Le canevas de Schmidt (hémisphère inférieur) montre que l'axe du pli plonge légèrement vers l'Ouest (250/05) d'où la "fermeture cartographique" du pli vers l'Est, et l'émergence des structures profondes qu'on observe dans la carrière n° 1.

Coupe interprétative. — Les failles F'a, F''a et F'''a correspondent à un système de glissements précoces. Ce système se développe de part et d'autre de la Formation V1a, dans les Formations V1b et Tn, mieux litées. Le contact Fb est considéré comme l'accident majeur, qui cisaille l'ensemble des couches. Le contact Fc serait un accident "avorté" se rattachant au précédent.

Fig. 9. — Geological map and synthetic cross-sections of Avesnes synclinorium in Bocahut quarry.

Geological map. — The main accident Fb-Fc has the same direction as the thrust layers. The Schmidt's net (lower hemisphere) shows that the fold axis dips gently to the West (250/05). Hence, the deeper structures crop out to the East in the n° 1 quarry.

Interpretative cross-section. — The F'a, F''a and F'''a faults correspond to an early slipping system. This system is developed on either sides of the V1a Formation, in the V1b and Tn formations which are better layered. The Fb contact is considered to be the major accident that shears all layers. The Fc contact was a "failed" accident ; it joins Fb fault.

IV. — CONCLUSION GÉNÉRALE

Sur une transversale Nord-Sud de l'Allochtonne Ardennais, depuis le front de celui-ci jusqu'à une quarantaine de kilomètres au Sud, l'intensité de la déformation semble homogène.

Les relations géométriques entre les plis et les nombreuses failles ont, dans chaque site considéré, permis d'illustrer un enchaînement continu dans le temps des structurations élémentaires. Les structures cartographiques actuelles représentent donc un bilan d'une déformation continue progressive, la phase précoce synschisteuse s'enroule autour de charnières plus tardives. Des cisaillements sont aussi repris dans un processus de déformation progressive qui se termine par l'élaboration de synclinaux hectométriques. Les caractéristiques

géométriques des couches sont comparables dans les calcaires givétiens et dinantiens. Les sollicitations qui leur ont donné naissance sont communes. Ces structures ne sont pas totalement synchrones, elles restent cependant toutes coaxiales. Il a été admis que la déformation serait diachronique du Sud au Nord (Fourmarier, 1954 ; Raoult *et al.*, 1984). Il est même possible que des plissements aient débuté dès la fin du Viséen. Le cas des plis complexes visibles dans la paroi orientale de la carrière de Limont-Fontaine, au cœur du synclinal (fig. 6 b), doit susciter des recherches plus précises dans ce sens.

Remerciements. — Nous remercions M. R. Conil pour les confirmations lithostratigraphiques et les datations, et M. F. Guilot pour les nombreuses sorties sur le terrain, ainsi que pour la relecture et le commentaire du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BOUROZ A. (1959). — Contribution à l'étude tectonique du Massif de Denain-Crespin-Boussu. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIX, p. 129-159.
- 2) CONIL R. (1973). — Intérêt de certaines coupes de l'Avesnois dans la séquence classique du Dinantien. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCII, p. 169-175.
- 3) CARPENTIER A. (1913). — Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord*, t. VII, n° 2, 434 p.
- 4) DELATTRE Ch., POLVECHE J., WATERLOT G. et WATERLOT B. (1967). — Aperçu de la structure des terrains carbonifères de l'Avesnois. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVII, p. 203-209.
- 5) FOURMARIER P. (1954). — Prodrome d'une déformation géologique de la Belgique. *Edit. Soc. géol. Belgique*, Liège, 826 p.
- 6) GOSSELET J. (1888). — L'Ardenne. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 881 p.
- 7) KHATIR A. (1983). — Plis et décollements dans la "nappe de Dinant" d'après les cartes de l'Avesnois. D.E.A. Université de Lille, 41 p. ronéot.
- 8) KHATIR A. et MANSY J.L. (1988). — Un exemple de déformation progressive dans le Paléozoïque supérieur de l'Avesnois (Ardenne). In 12^e R.S.T., Lille, *Soc. géol. Fr.*, p. 79.
- 9) MANSY J.L., CONIL R., MEILLIEZ F., KHATIR A. *et al.* — Nouvelles données stratigraphiques et structurales du Dinantien dans l'Avesnois. *Ann. Soc. géol. Nord* (sous presse).
- 10) PAPROTH E., CONIL R., BLESS M.J.M. *et al.* (1983). — Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Dinantian in the Belgium. A Review. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 106, p. 185-239.
- 11) PREAT A. (1984). — Etude lithostratigraphique et sédimentologique du Givétien belge (Bassin de Dinant). Thèse de doctorat Univ. Libre Brux., non publiée, 466 p.
- 12) RAOULT J.F. (1988). — Le front varisque du Nord de la France : interprétation des principales coupes d'après les profils sismiques, la géologie de surface et les sondages. In Etude de la croûte terrestre par sismique profonde, profil Nord de la France, CAZES M. et TORREILLES G., coord., Technip ed. Paris, p. 171-196.
- 13) RAOULT J.F., COLBEAUX J.P., KHATIR A., LEDRU P., MEILLIEZ F., PIQUE A., SOMME J., BEUGNIES A. et LEPLAT J. (1984). — Structures liées à la Faille du Midi et aux chevauchements nord-varisques. *Prog. Géol. prof. France*, 1^{re} phase, *doc. B.R.G.M.*, n° 81-1, thème 1, p. 33-56.
- 14) RAOULT J.F., COLBEAUX J.P., KHATIR A., MEILLIEZ F., PIQUE A., SEVRIN G. et SOMME J. (1985). — Structures et fabriques dans l'Avesnois et l'Ardenne, liées à la Faille du Midi (chevauchement nord-varisque). *Prog. Géol. prof. France*, 2^e phase, *doc. B.R.G.M.* n° 95-1, thème 1, p. 33-54.
- 15) RAOULT J.F. et MEILLIEZ F. (1986). — Commentaires sur une coupe structurale de l'Ardenne selon le méridien de Dinant. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CV, n° 2, p. 97-109.
- 16) RAOULT J.F. et MEILLIEZ F. (1987). — The Variscan Front and the Midi Fault between the Channel and the Meuse. *Journal of Structural Geology*, vol. 9, n° 4, p. 473-479.
- 17) ROBASYNSKI F. et DUPUIS C. (1983). — Belgique. Guides géologiques régionaux. Masson éd., Paris, 204 p.
- 18) TEICHMULLER M. et TEICHMULLER R. (1979). — Ein Inkohlungs — Profil entlang der linksrheinischen Geotraverse von Schleiden nach Aachen und die Inkohlung in der Nord-Süd Zone der Eifel. *Fortschr. Geol. Rheinld.*, vol. 27, p. 323-365.
- 19) WATERLOT B. (1970). — Nouvelles observations géologiques sur les terrains paléozoïques, crétacés et tertiaires des environs de Bavai. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XC, n° 1, p. 33-38.
- 20) WATERLOT B. et MARLIÈRE R. (1971). — Feuille Le Quesnoy (XXVII-6) ; Carte géol. de la France à 1/50 000, BRGM éd.
- 21) WATERLOT G., BEUGNIES A. et GODFRIAUX Y. (1967). — Feuille Maubeuge (XXVIII-6) ; Carte géol. de la France à 1/50 000, BRGM éd.
- 22) WATERLOT G. et WATERLOT B. (1969). — Feuille Avesnes (XXVII-7) ; Carte géol. de la France à 1/50 000, BRGM éd.
- 23) WATERLOT G., DELATTRE Ch. et HATRIVAL J.N. (1970). — Feuille Trélon (XXVIII-7) ; Carte géol. de la France à 1/50 000, BRGM éd.

Le Dévonien du sondage de Nieuwkerke (Flandre Occidentale, Belgique - extrémité occidentale du Synclinorium de Namur)

The Devonian of the Nieuwkerke borehole (Western, Flanders Belgium - western part of the Namur Synclinorium)

par Francis TOURNEUR (1), Claude BABIN (2), Françoise BIGEY (3), Frédéric BOULVAIN (4),
Denise BRICE (5), Marie COEN-AUBERT (6), Roland DREESEN (7), Michiel DUSAR (8),
Stanislas LOBOZIAK (9), Walter LOY (10) et Maurice STREEL (11)

(Planches I à V)

Résumé. — Le sondage carotté de Nieuwkerke, foré pour la recherche de l'eau, a traversé le Paléozoïque à proximité de la limite Givétien-Frasnien. L'étude des différents groupes fossiles a permis de définir une zonation. Une transition écologique a été mise en évidence au sein d'une séquence carbonatée, avec le passage d'un milieu confiné supratidal à un environnement ouvert subtidal (cette transition précède de peu la limite biostratigraphique par conodontes).

Des corrélations lithostratigraphiques sont possibles d'une part avec le Tournaisien (dans la partie occidentale du Synclinorium de Namur), d'autre part avec Ferques (dans le Boulonnais). La partie inférieure de la séquence présente des affinités avec la Formation de Mazy et avec le Membre Bastien de la Formation de Blacourt, sans qu'une identification complète soit possible ; la variabilité des faciès au Sud du Massif de Brabant, à cette époque, est sans doute due à la tendance régressive manifeste. La partie supérieure de la séquence est aisément assimilable d'une part à la Formation de Bovesse, d'autre part aux termes inférieurs du Membre de Cambresèque de la Formation de Beaulieu ; le caractère transgressif net est probablement responsable de cette uniformisation des faciès.

Abstract. — The hydrogeological reconnaissance borehole Nieuwkerke has traversed the Givetian-Frasnian boundary. Different fossil groups provide the framework for a biostratigraphic zonation. An ecological break between a supratidal restricted environment and a subtidal open marine environment has been observed in a carbonate sequence, which precedes the biostratigraphic boundary based on conodonts.

Because of its intermediate geographical position, the Nieuwkerke borehole can be lithostratigraphically correlated with the Tournai region of the Namur Synclinorium (Belgium) and the Ferques region in Boulonnais (N.France). The lower unit is equivalent to the Mazy Formation and to the Bastien Member of the Blacourt Formation but environmental instability and biofacies variation observed at this level are probably due to the regressive tendencies in the Uppermost Givetian at the southern margin of the Brabant Massif. The upper unit can be easily correlated with the lower part of the Bovesse Formation and with the lower part of the Cambresèque Member of the Beaulieu Formation. The transgression which nearly marks the base of the Frasnian has probably produced a more regular and uniform facies distribution.

(1) Chargé de recherche du F.N.R.S., Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Paléontologie, 3, place Louis Pasteur, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

(2) Université Claude Bernard, Département de Géologie, 43, boulevard du Onze Novembre, F-69622 Villeurbanne Cedex, France.

(3) Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), Tour 15, 4, place Jussieu, F-75252 Paris Cedex 05, France.

(4) Boursier CEE, Laboratoire de Géologie Sédimentaire, bâtiment 504, Université de Paris XI, F-91405 Orsay Cedex, France et Université Libre de Bruxelles, Laboratoires associés de Géologie, 50, avenue Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique.

(5) Faculté Libre des Sciences, Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et URA 1365 du C.N.R.S., 13, rue de Toul, F-59046 Lille Cedex, France.

(6) Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Département de Paléontologie, 29, rue Vautier, B-1040 Bruxelles, Belgique.

(7) I.N.I.E.X., 200, rue du Chéra, B-4000 Liège, Belgique.

(8) Service géologique de Belgique, 13, rue Jenner, B-1040 Bruxelles, Belgique.

(9) Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire de Paléobotanique et URA 1365 du C.N.R.S., F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

(10) V.M.W. (Société Flamande de Distribution d'Eau), 21, rue de Trèves, B-1040 Bruxelles, Belgique.

(11) Université de Liège, Laboratoire de Paléopalynologie - Paléobotanique, 7, place du Vingt Août, B-4000 Liège, Belgique.

Note présentée le 1^{er} Juin 1988 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 1^{er} Mars 1989.

I. — INTRODUCTION

Du fait de l'augmentation de la consommation en eau dans la province de Flandre Occidentale, une série de sondages carottés a été réalisée afin de mieux délimiter l'extension de l'aquifère du Paléozoïque supérieur (Dusar & Loy, 1986). Ces sondages ont été exécutés en 1984 et 1985 par la Société Nationale des Eaux grâce à l'appui du Ministère de l'Environnement de l'Exécutif Flamand.

Le sondage K. 10 de Nieuwkerke-De Seule a été implanté à l'extrémité occidentale du Synclinorium de Namur en bordure du Massif de Brabant, à un endroit où Legrand (1968) signalait la présence de Dévonien. Ce sondage se situe près de la frontière française, dans la commune d'Heuvelland en Flandre Occidentale (fig. 1), à 45 km à l'Ouest de Tournai et à 80 km à l'Est de Boulogne-sur-Mer.

Foré en 1984 par la société Smet jusqu'à la profondeur totale de 239,75 m et carotté à partir de 176,45 m avec un rendement de 100 %, il a été inscrit aux archives du Service géologique de Belgique sous le numéro 95W152. Les carottes préservées, d'un diamètre de 85 mm ("PQ"), ainsi que tous les échantillons, sont conservés au dépôt du Service géologique. Des diagraphies électriques (rayons gamma, résistivité double, PS en trou ouvert) ont été mesurées par TNO-DGV (Delft, Pays-Bas). Aucun pompage n'a pu être effectué dans ce sondage, ni dans le Crétacé, ni dans le Paléozoïque.

Des données sommaires sur la localisation géographique et sur la stratigraphie des morts-terrains sont données ci-après :

- coordonnées Lambert : 72 x 40.290 et y 157.985 ;
- élévation : 20,64 m ; point zéro du sondage : 20,73 m (niveau d'Ostende) ;
- base du Tertiaire : 85 m (— 64 m) ;
- base du Crétacé (sommet du Paléozoïque) : 174 m (— 153 m) ;
- niveau statique de l'eau : 40,40 m (— 19,67 m) dans le puits.

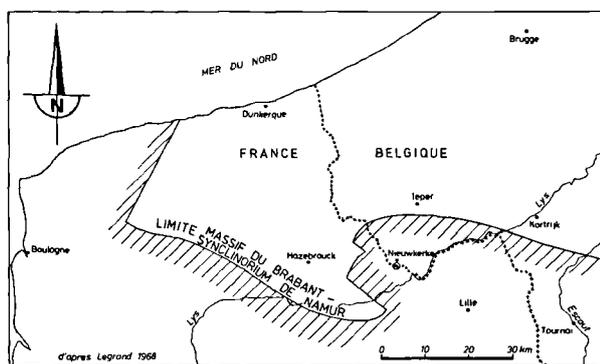


Fig. 1. — Situation géographique du site du sondage K. 10 (Belgique 95 W 152) de Nieuwkerke ; l'extension du Massif de Brabant est donnée d'après Legrand (1968).

Fig. 1. — Nieuwkerke borehole (K 10 - Belgium 95 W 152) ; location map showing the limit of the Lower Palaeozoic subcrops of the Brabant Massif (after Legrand, 1968).

Il faut noter qu'un décalage d'un mètre de profondeur existe entre les carottes et les diagraphies.

D'après la carte de Legrand (1968), le site du forage se trouve dans le prolongement occidental de l'Anticlinal de Tournai ou Dôme du Mélançois. Néanmoins, le Dévonien de Nieuwkerke n'est pas tectonisé et les pentes sont très faibles, de 2 à 3° montant à 6° dans les calcaires noduleux et les bancs de grès. Selon des informations récentes et inédites du Service géologique de Belgique, l'étendue du Dévonien dans le Sud de la Flandre Occidentale pourrait être beaucoup plus considérable que ne le laisse supposer la carte de Legrand (1968).

II. — DESCRIPTION DU SONDAGE

A) DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

Ainsi qu'on le voit sur la figure 2, on y reconnaît :

Unité 1, de 174,00 m à 177,50 m (carotté à partir de 176,45 m) : 3,5 m de schistes gris gréseux, rubéfiés ;

Unité 2, de 177,50 m à 205,75 m : 28,25 m d'une série granodécroissante de schistes gris fossilifères alternant avec des schistes silteux qui deviennent prédominants et se chargent en nodules et lentilles centimétriques gréséo-carbonatées à bioclastes ; faune dominée par les brachiopodes, les mollusques bivalves et les crinoïdes ; présence de bioturbations et de tubulations pyriteuses dans les plus fines ; la séquence s'enrichit en carbonates vers le bas : au début, un niveau carbonaté par 20 cm, à partir de 197 m, un quart du volume total occupé par des carbonates, augmentant jusqu'à la moitié à partir de 202 m ; nombreuses stratifications gréseuses, fortement bioturbées, passant à quelques bancs de grès calcaireux dont l'épaisseur atteint 10 cm ; une barre de grès calcaireux, massif, s'individualise entre 187,0 et 187,3 m, scindant la séquence ;

Unité 3, de 205,75 m à 212,25 m : 6,5 m d'une série légèrement granodécroissante, constituée de calcaire fin en bancs atteignant 30 cm, en alternance avec des schistes silteux, bioturbés à petits nodules bioclastiques ; faune de brachiopodes, crinoïdes, rugueux et tentaculites, formant localement des lumachelles ;

Unité 4, de 212,25 m à 217,20 m : 4,95 m d'une série fortement granodécroissante constituée de calcaire fin nodulaire et de calcschistes à petits nodules entérolithiques, en alternance avec du calcaire gris clair légèrement silteux en gros bancs pouvant atteindre 75 cm d'épaisseur et lentilles entassées ; intercalations de schistes silteux gris foncé, finement bioturbés, à straticulations ; crinoïdes, brachiopodes et mollusques bivalves mal conservés ; entre 214,50 m et 215,20 m, niveau à buissons de *Disphyllum* enrobés de schiste noir ;

Unité 5, de 217,20 m à 219,90 m : 2,70 m de calcaire plus noduleux bioturbé, avec des intercalations plus épaisses de schistes silteux, bioturbés à débris végétaux ; vers le bas, on passe à des lentilles et barres de calcaire gris clair, gréseux et fortement organoclastique ("lag deposits"), dont l'épaisseur peut atteindre 30 cm ;

Unité 6, de 219,90 m à 221,33 m : 1,43 m de schistes gris très silteux, straticulés et bioturbés, passant vers le bas à des lentilles de grès calcaireux à crinoïdes ;

Unité 7, de 221,33 m à 227,25 m : 5,92 m de calcaire gris-bleu foncé, nodulaire et organoclastique, parfois très grossier, à brachiopodes et crinoïdes, avec de minces intercalations schisteuses à fins

débris végétaux, qui deviennent plus épaisses vers le bas et se chargent de nodules calcaires ; ensuite, 0,70 m de calcaire gris foncé, gréseux avec laies centimétriques de calcaire clair ; base érosive ;

Unité 8, de 227,25 m à 233,34 m : 6,09 m de calcschistes silteux bigarrés, rouges et pelletisés au sommet, enfoncés dans des schistes silteux gris-vert à gris foncé, bioturbés, à débris végétaux, empreintes et pellets ; straticulations gréséo-carbonatées entrecrois-

sées et laminations de type varvoïde avec nombreuses surfaces de glissement calcitiques ; quelques traînées de bioclastes ; petits nodules entérolithiques de calcaire très fin avec structures de compaction ou hydrofuges ; abondance de pyrite ;

Unité 9, de 233,34 m à 234,50 m : 1,16 m de calcaire gris clair, finement bioclastique en lentilles, avec intercalations de schistes silteux bigarrés et bioturbés, à débris végétaux ; base érosive ;

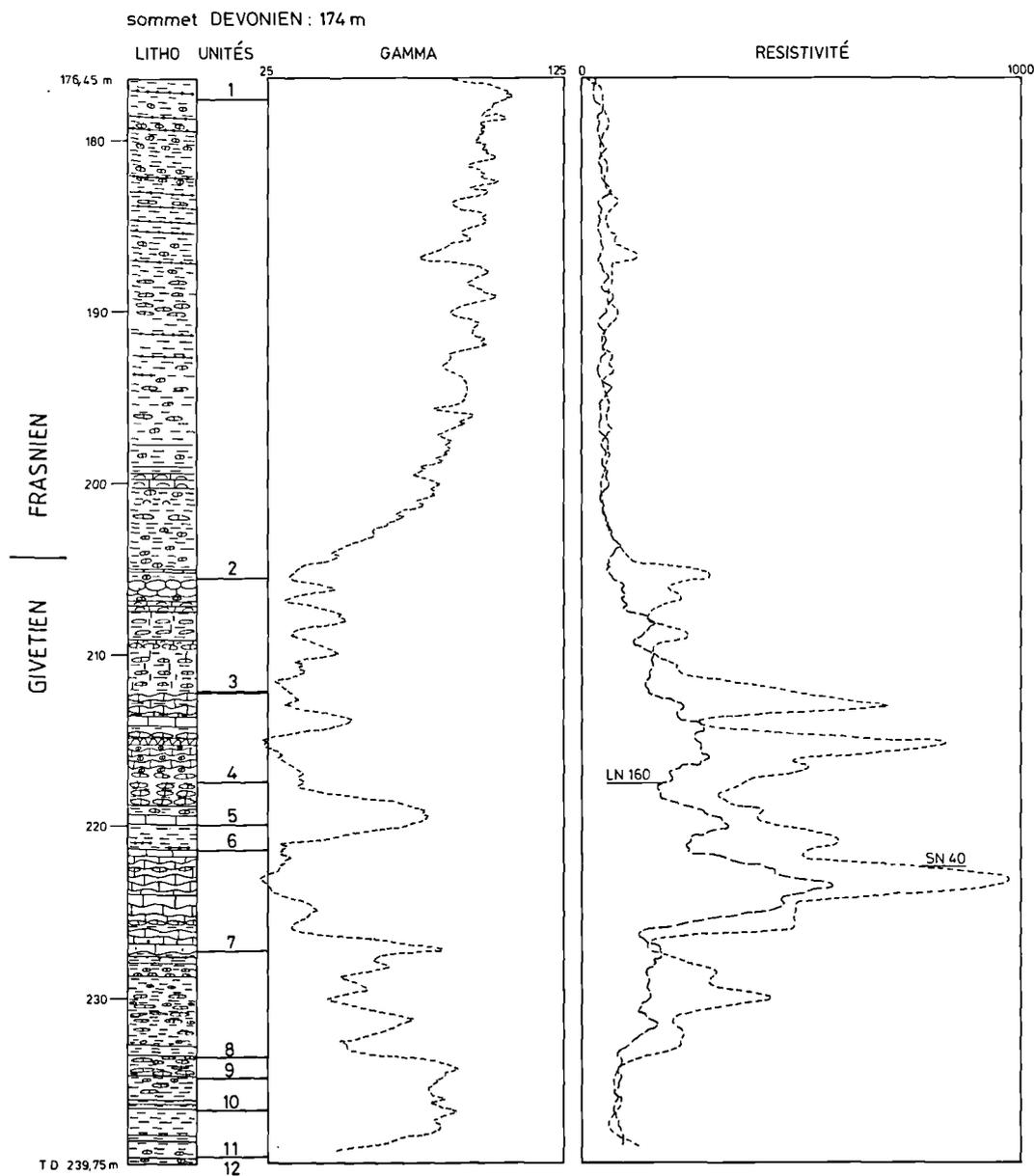


Fig. 2. — Colonne lithologique et diagraphies du Dévonien du sondage de Nieuwerkerke (Belgique 95 W 152).

Fig. 2. — Devonian lithological and well logs of the Nieuwerkerke borehole (Belgium 95 W 152).

Unité 10, de 234,50 m à 236,50 m : d'abord 1,02 m de schistes silteux gris foncé, à straticulations silteuses et débris végétaux mal conservés ; quelques niveaux à petits nodules calcaires fins ; nombreuses surfaces de glissement calcitiques ; ensuite, à partir de 235,52 m, 0,98 m de schistes silteux brunâtres à stratifications entrecroisées, qui sont pelletisés, altérés et partiellement dissous ;

Unité 11, de 236,50 m à 239,45 m : 2,95 m de schistes très silteux verts et bigarrés, à straticulations altérées, partiellement dissoutes, plus épaisses ; quartz authigène ;

Unité 12, de 239,45 m à 239,75 m (fin du sondage) : 0,3 m de siltstone rouge vif à petits nodules carbonatés vert clair.

B) DIAGRAPHIES

Une comparaison de la lithologie avec les diagraphies permet de reconnaître les mêmes subdivisions (fig. 2). L'unité 1 ne représente probablement que le sommet rubéfié du Paléozoïque et peut se rattacher à l'unité 2, essentiellement schisteuse. Celle-ci passe progressivement à l'unité sous-jacente, qui forme le sommet d'une série principalement carbonatée, regroupant les unités 3 à 7, de 205,75 m à 227,25 m. Une subdivision se marque vers 212,25 m : des résistivités plus faibles et des minima de radioactivité plus élevés distinguent l'unité supérieure 3. Les unités 8 et 9, de 227,25 m à 234,50 m, sont nettement plus schisteuses et les schistes prédominent dans les unités 10 à 12, de 234,50 m à 239,75 m. Une pulsation transgressive s'annonce dès la base de l'unité 7, à 227,25 m et continue au moins jusqu'au sommet de la séquence carottée.

C) PÉTROGRAPHIE

La description pétrographique des lames minces taillées dans vingt-six niveaux du sondage de Nieuwkerke peut s'établir comme suit.

- 236,00 m : siltite argileuse laminaire ;
- 235,60 m : argilite silteuse laminaire à bioturbations ;
- 231,25 m : grainstone sableux à microbrèches (= wackestones à ostracodes ou fragments de tapis algaires), umbelles et, accessoirement, quelques oolithes, bioclastes, crinoïdes (Pl. I, fig. B) ;
- 228,75 m : argilite silteuse laminaire à péloïdes ; pyrite abondante ;
- 227,50 m : argilite silteuse à umbelles ; accessoirement, quelques microbrèches (= wackestones à umbelles et oolithes), et quelques oolithes (Pl. I, fig. A) ;
- 227,40 m : packstone argileux à umbelles ; accessoirement quelques microbrèches ;
- 223,55 m : argilite silteuse laminaire à microbrèches (= mudstones) ; accessoirement quelques oolithes ;
- 223,30 m : grainstone à bioclastes de gastéropodes, umbelles, péloïdes, accessoirement quelques microbrèches ; des encroûtements algaires prononcés et réguliers sont fréquents ;
- 221,75 m : grainstone à bioclastes de gastéropodes, quelques brachiopodes, bryozoaires, crinoïdes, péloïdes ; les encroûtements sont fréquents ;

- 220,00 m : packstone sablo-argileux à bioclastes (gastéropodes, brachiopodes), quelques microbrèches (= mudstone argileux), crinoïdes, umbelles ; les encroûtements de girvanelles sont assez développés sur les gastéropodes ;
- 219,80 m : packstone sablo-silteux à mud-coated grains, lamellibranches, *Bevocastrina*, quelques umbelles ;
- 219,60 m : argilite sableuse ; quelques microbrèches, rares bioclastes (bryozoaires) ;
- 219,50 m : grainstone à packstone parfois argileux à bioclastes (gastéropodes, serpulidés, umbelles, quelques bryozoaires et brachiopodes), quelques microbrèches (= argilite sableuse) ; les encroûtements de girvanelles et de *Bevocastrina* sont très développés ;
- 215,50 m : packstone - grainstone à péloïdes et ostracodes ;
- 213,40 m : packstone à péloïdes, ostracodes, silt ;
- 212,75 m : argilite sableuse laminaire à rares bioclastes (surtout umbelles) ;
- 212,25 m : wackestone silto-argileux nodulaire à brachiopodes, crinoïdes, quelques ostracodes, gastéropodes, serpulidés ; un peu de dolomite et de bioturbation ;
- 211,60 m : wackestone à floatstone, parfois packstone argileux à bryozoaires, crinoïdes, tabulés branchus, rugueux, brachiopodes, gastéropodes, cricoconarides, ostracodes ; pas d'encroûtements ; la matrice est parfois légèrement dolomitique ;
- 209,25 m : wackestone à packstone silto-argileux à stratifications obliques, à brachiopodes et bioclastes ; quelques crinoïdes ; bioturbation ;
- 209,00 m : wackestone à packstone silto-argileux à stratifications obliques à brachiopodes, lamellibranches, crinoïdes ; quelques trilobites, ostracodes, cricoconarides ; un peu de dolomite et de bioturbation ;
- 208,30 m : packstone silto-argileux à bioclastes, quelques crinoïdes, ostracodes, cricoconarides ; terriers à remplissage pyriteux ;
- 207,25 m : packstone silto-argileux à brachiopodes, péloïdes, crinoïdes ; dolomite ;
- 206,50 m : packstone silto-argileux à brachiopodes, crinoïdes, lamellibranches, péloïdes, quelques cricoconarides et ostracodes ;
- 203,25 m : wackestone silto-argileux à crinoïdes, brachiopodes ; quelques fénestelles, ostracodes, cricoconarides ; un peu de dolomite (Pl. I, fig. C) ;
- 202,50 m : siltite argileuse laminaire ; un nodule carbonaté, rares ostracodes, crinoïdes et cricoconarides ; un peu de dolomite ;
- 176,65 m : siltite argileuse laminaire ; quelques brachiopodes, rares cricoconarides.

D) INTERPRÉTATION SÉDIMENTOLOGIQUE

Les lames de 231,25 à 212,25 m, principalement des packstones et des grainstones sablo-silteux à umbelles, gastéropodes, microbrèches, péloïdes, girvanelles et *Bevocastrina*, traduisent des environnements restreints à salinité varia-

ble (umbelles, fragments de tapis algaires), à agitation intermittente (remaniement et formation de microbrèches, de bioclastes, d'encroûtements algaires prononcés et réguliers) et à forte influence détritique (fig. 3). Cette influence se manifeste par des apports sporadiques de matériel sableux, d'un diamètre moyen proche de 1 mm. Il s'agit de dépôts mis en place dans les zones inter- à subtidale d'une plate-forme à circulation restreinte. La flore et la faune, réduites et dominées par les umbelles et les gastéropodes, sont adaptées aux variations de salinité (Mamet, 1970 ; Wray, 1977, 1979).

Les lames 211,60 m à 176,65 m, essentiellement des wackestones silto-argileux à brachiopodes et crinoïdes, marquent un changement net des conditions de sédimentation. La faune, diversifiée, est riche en organismes typiques d'environnements de mer ouverte (brachiopodes, cricoconarides, crinoïdes, fénestellidés). Les encroûtements ont complètement disparu et des structures organiques très fragiles comme les fénestellidés sont conservées, témoignant de milieux de faible énergie. L'influence des détritiques, quoique plus fins, est encore marquée. Il s'agit de sédiments déposés sous la zone d'action des vagues, sur une plate-forme à circulation normale.

Le changement du régime de sédimentation est probablement dû à une transgression, marquant la limite inférieure de la Formation de Bovesse. La forte influence détritique témoigne, dans toute la séquence carottée, de la proximité relative du continent.

E) CORRÉLATIONS LITHOSTRATIGRAPHIQUES

Les schistes des unités 1 et 2 et l'épisode calcaire, riche en brachiopodes de l'unité 3, présentent de nettes ressemblances avec la base de la Formation de Bovesse décrite dans les sondages de Tournai de 626 m à 754 m et de Vieux-Leuze de 988 m à 1089 m, par Coen-Aubert *et al.* (1981). Notons cependant que les traînées d'oolithes hématitisées, présentes dans ces deux forages, n'ont pas été retrouvées à Nieuwkerke. Cette corrélation est corroborée par les diagraphies, celles de Tournai et de Vieux-Leuze ayant été présentées par Legrand (1981).

Les unités 2 et 3 du sondage de Nieuwkerke peuvent également être comparées aux termes a et b du Membre de Cambresèque de la Formation de Beaulieu définis à Ferques, dans le Boulonnais par Brice *et al.* (1979 b). On y relève des analogies frappantes aussi bien dans la nature et la distribution des faciès que dans la composition des associations fauniques. Au sein de ces unités, comme à la partie inférieure de la Formation de Beaulieu, les coquilles sont désarticulées et brisées, disposées en lentilles très minces à surfaces irrégulières ; les brachiopodes constituent généralement les restes les plus nombreux, ils sont associés localement à des tentaculites, à de grandes entroques et à des mollusques bivalves. Entre ces horizons fossilifères, les restes organiques sont rares.

Sous la formation de Bovesse, les unités 4 à 7 présentent un faciès carbonaté, tout à fait aberrant au voisinage du Massif du Brabant. Celui-ci ne peut certainement pas être corrélé avec la Formation de Mazy telle qu'elle a été recoupée dans les sondages de Tournai et de Vieux-Leuze. Même

à Tournai, où les conditions sont déjà moins littorales, les grès et schistes gréseux, rouges ou verts, restent en effet prédominants au sommet de l'unité lithostratigraphique. Par contre, les unités 8 à 12 surtout schisteuses et bigarrées rappellent davantage les dépôts souvent rouges et détritiques de la Formation de Mazy.

En fait, le faciès carbonaté des unités 4 à 7 évoque plutôt celui du Membre Bastien de la Formation de Blacourt en Boulonnais, décrit par Brice *et al.* (1979 b). Toutefois, dans le détail, les rapports lithologiques et fauniques apparaissent très lointains entre les unités 4 à 7 du sondage de Nieuwkerke et les termes du Membre Bastien, les différences étant plus nombreuses que les convergences ; par exemple, les bancs construits à *Scoliohora* du sommet du Membre Bastien ne se retrouvent pas dans le sondage de Nieuwkerke et l'horizon à *Disphyllum* de l'unité 4 comme les débris végétaux des unités 5 et 7 du sondage de Nieuwkerke n'existent pas à Ferques. Plus bas, il est également difficile d'assimiler, au vu de leur couleur bigarrée, les schistes des unités 8 à 12 au Membre de Couderousse de la même localité.

D'un point de vue lithostratigraphique, on peut donc considérer que le sondage de Nieuwkerke est un jalon intermédiaire entre les faciès caractéristiques du Tournais et ceux du Boulonnais.

F) HOULLIFICATION

Trois échantillons provenant de l'unité lithostratigraphique située sous la Formation de Bovesse ont été soumis à des mesures de réflectivité. La quantité de matière organique est assez variable ; elle est composée de gels homogènes de type bitume, de taille et de forme variables, contenant très souvent de la pyrite finement disséminée. La majorité des particules sont très fines et très allongées, et dès lors, non mesurables. Le pouvoir réflecteur aléatoire augmente de 1.95 % à 2.08 % (tabl. I et fig. 4, comm. pers. Y. Somers, Liège). Néanmoins, l'intervalle étudié n'est pas suffisant pour calculer un gradient fiable. En outre, des bitumes à pouvoir réflecteur plus élevé sont présents dans tous les échantillons. Par les valeurs obtenues, le Dévonien de Nieuwkerke appartient clairement au domaine du Massif du Brabant, qui a subi une évolution thermique réduite depuis le Carbonifère supérieur au moins.

III. — PALÉONTOLOGIE

A) CONODONTES

1) Description

Huit échantillons ont été traités pour conodontes à l'INIEX et un seul (204,0 m) au Service géologique de Belgique. Deux échantillons (209,45 m et 224,8 m) se sont révélés stériles et un autre (213,55 m) n'a livré qu'un seul conodonte, *Polygnathus* sp. Les autres échantillons ont donné des faunules significatives ; la répartition des différentes espèces reconnues est indiquée au tableau II.

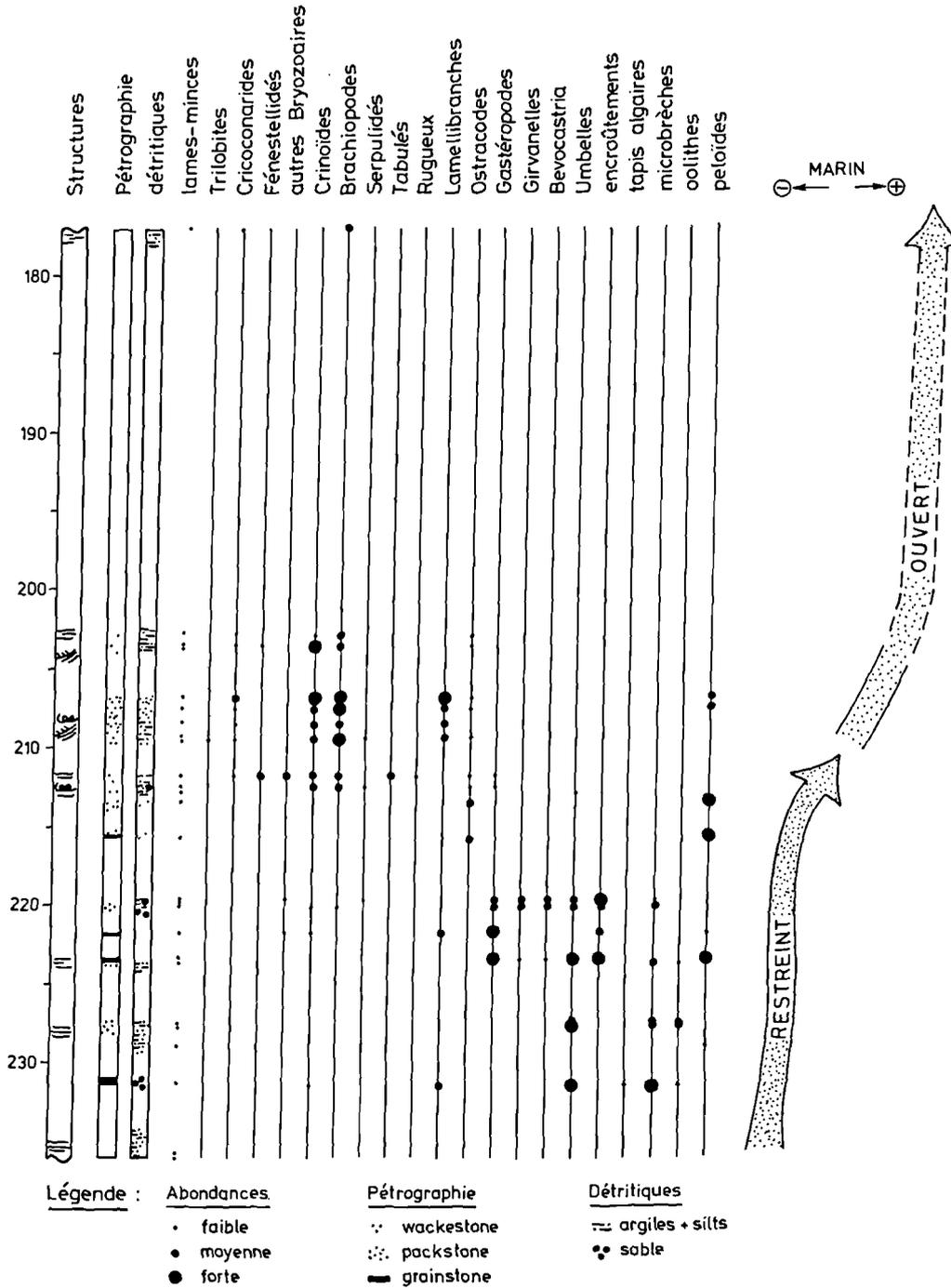


Fig. 3. — Observations sédimentologiques et interprétation faciétale du Dévonien du sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152) ; la signification des figurés est donnée par la légende.

Fig. 3. — Sedimentological observations and facies interpretation of the Devonian in the Nieuwkerke borehole (Belgium 95 W 152)

On notera dans les fractions lourdes la présence générale de dolomie souvent abondante et de pyrite parfois framboïdale ; l'échantillon 207,25 m contient en outre de la galène et celui de 221,50 m, des minéraux denses abondants. Dans ces mêmes fractions lourdes se retrouvent en général des écaillés et plus rarement des dents de poissons, des tentaculites, des ostracodes dolomités et plus localement des gastéropodes, bryozoaires et crinoïdes pyritisés. Un scolécodonte a été observé à 224,8 m.

Le biofaciès des échantillons 206,45 m, 207,25 m et 212,0 m est purement à *Polygnathus* ; les Polygnathidés "étroits" pourraient témoigner d'un environnement subtidal proximal, mais peu turbulent, ce qui se marque par l'absence totale d'*Icriodidés* ; de plus, les conodontes sont de petite taille dans les deux premiers échantillons, ce qui pourrait indiquer une salinité anormale. L'échantillon 215,25 m présente un biofaciès mixte à *Polygnathus* et *Icriodus*, traduisant un mélange sédimentologique. Quant à l'échantillon 221,50 m, il montre un biofaciès à *Icriodus* (92 %), qui pourrait indiquer un milieu de faible profondeur à turbulence élevée.

2) Interprétation biostratigraphique

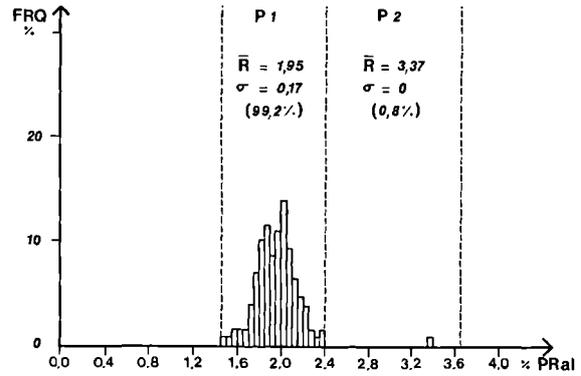
Les faunules de conodontes sont appauvries à cause, d'une part, de la quantité de roche dissoute insuffisante et, d'autre part, des faciès côtiers et de faible profondeur, localement de salinité anormale. Malgré cet aspect défavorable, l'ensemble des conodontes indiquerait un âge givétien tardif à partir de 205,75 m : Sous-Zone à *denngleri* supérieure à Zone à *asymmetricus* la plus inférieure. Ceci correspondrait lithostratigraphiquement au bord sud du Synclinorium de Dinant au sommet extrême de la Formation de Fromelennes et au passage à la Formation de Nismes, en se basant sur les données de Bultynck et Jacobs (1982) et de Bultynck (1983).

	Moyenne	Nbre mesures	Ecart-type	σ	Composition
Ech. global 213,25 m	1,96	130	0,21	100	
Popul. 1 1,45-2,35	1,95	129	0,17	99,2	gels
Popul. 2 2,40-3,60	3,37	1	0,00	0,8	bitumes
Ech. global 220,40 m	1,99	134	0,18	100	
Popul. 1 1,50-2,25	1,98	132	0,17	98,5	gels
Popul. 2 2,30-3,00	2,52	2	0,14	1,5	bitumes
Ech. global 232,00 m	2,15	143	0,52	100	
Popul. 1 0,60-1,50	0,71	4	0,02	2,8	pollution
Popul. 2 1,55-2,70	2,08	127	0,25	88,8	gels
Popul. 3 2,75-4,00	3,44	12	0,37	8,4	bitumes

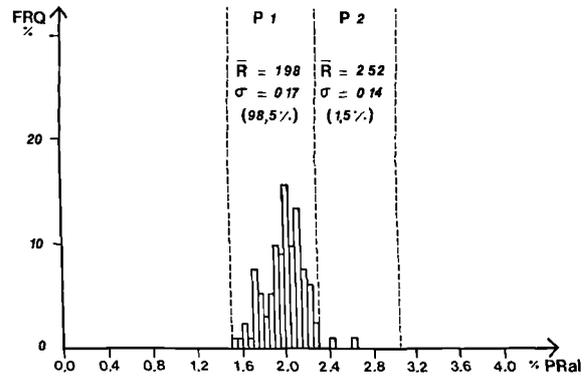
Tableau I : Mesures de réflectivité.

Table I : Vitrinite reflectivity measurements.

Sond.95W152-213,25m-R=1,96-N=130-ET=0,21



Sond.95W152-220,40m-R=1,99-N=134-ET=0,18



Sond.95W152-232,00m-R=2,15-N=143-ET=0,52

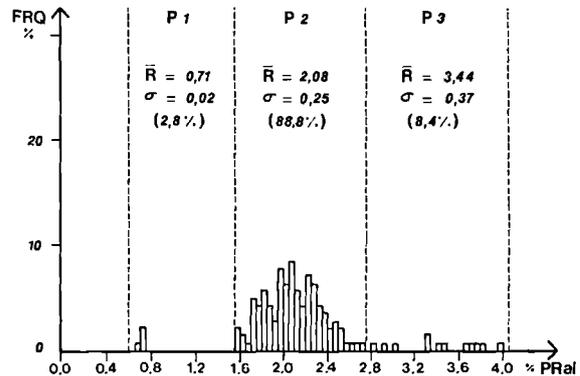


Fig. 4. — Diagrammes de réflectivité dans trois échantillons du sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152) :

R = réflectivité, N = nombre de mesures, ET = écart-type, σ = variance, P = population, FRQ = fréquence, PRal = pouvoir réflecteur aléatoire.

Fig. 4. — Reflectivity diagrams of three samples from the Nieuwkerke borehole (Belgium 95 W 152) :

R = reflectivity, N = number of measurements, ET = standard deviation, σ = variance, P = population, FRQ = frequency, PRal = random reflectivity power.

Particulièrement caractéristique serait la présence d'une faunule à *Icriodus subterminus* (221,50 m) précédant une faunule à *I. subterminus* et *Ozarkodina* aff. *advanta* (215,25 m). Cette dernière forme serait le précurseur du conodonte-guide *Ancyrodella binodosa*. L'association d'*O. aff. advanta* et d'*A. binodosa* serait typique de la Zone à *asymmetricus* la plus inférieure en Ardenne (Bultynck & Jacobs, 1982) tandis que l'existence d'une faunule à *I. subterminus* sans *Ozarkodina* ni *Ancyrodella* a été signalée en Ardenne dans la partie basale du Membre du Fort Hulobiet de la Formation de Fromelennes et dans le Boulonnais, dans le Membre Bastien de la Formation de Blacourt (Bultynck in Brice et al., 1979 a).

Sur base des répartitions données par Bultynck & Jacobs (1982), la faunule découverte à 204,0 m, avec *A. binodosa* morphotype α et *Polygnathus denisbriceae*, caractérise la base du Frasnien (base de la Zone à *asymmetricus* inférieure) ou le sommet du Givétien (Zone à *asymmetricus* la plus inférieure), avec une préférence pour la Zone à *asymmetricus* inférieure, indiquée par la présence conjointe d'*Icriodus* aff. *symmetricus*.

Cotes des échantillons	Espèces reconnues	Poids total de roche dissoute		Nombre de conodontes		Nombre de conodontes par kilo		Icriodus symmetricus Branson & Mehl 1934										Ancyrodella binodosa Uyeno 1967	Polygnathus denisbriceae Bultynck 1979	Polygnathus dubius Hinde 1979	Polygnathus xylus xylus Stauffer 1940	Polygnathus decorosus Stauffer 1940	Polygnathus alatus Huddle 1934	Polygnathus sp.	Ozarkodina sannemanni edwardsi (Pollock 1968)	Icriodus subterminus Youngquist 1947		
		g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	
204,00		0,850	12	14	aff. 4	2	6																					
206,45 - 206,55		0,830	67	81																								
207,25 - 207,75		1,360	33	26																								
209,45 - 209,65		0,945	0	0																								
212,00 - 212,15		0,875	16	18																								
213,55 - 213,85		1,770	1	-																								
215,25 - 215,40		0,840	22	26																								
221,50 - 221,70		1,240	38	30																								
224,80 - 225,00		0,710	0	0																								

Tableau II : Répartition des espèces de conodontes identifiées dans le sondage de Nieuwkerke.

Table II : Conodont species distribution in the Nieuwkerke borehole.

B) BRACHIOPODES

Les brachiopodes du sondage de Nieuwkerke semblent assez peu variés ; toutefois, le manque de diversité n'est peut-être qu'apparent en raison de l'exiguïté de la surface prélevée par sondage et de restes trop fragmentaires qui n'ont pu être déterminés avec précision. Leur description, assortie de commentaires, est donnée dans l'annexe I.

1) Affinités

Les espèces reconnues et les assemblages benthiques (Pl. II, fig. 1 à 4) montrent des affinités avec ceux qui sont connus à Ferques (Bas-Boulonnais), près de la limite Givétien-Frasnien, à la partie inférieure de la Formation de Beaulieu, dans le terme a (= "Calcaire de la Cédule" de Gosselet, 1880) et la base du terme b du Membre de Cambresèque, définis par Brice et al. (1979 b).

Ces affinités avec les faunes de Ferques se marquent par la présence vraisemblable d'espèces typiquement boulonnaises parmi lesquelles *Rhyssochonetes douvillei* (Rigaux, 1892) (Pl. II, fig. 1), *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux, 1908) (Pl. II, fig. 2) et *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* Brice, 1982 (Pl. II, fig. 3). D'autres taxons existent sans doute dans le sondage de Nieuwkerke, malheureusement trop fragmentaires ou trop mal conservés pour permettre des comparaisons.

2) Associations

De remarquables analogies entre les faunes de Ferques et celles du sondage de Nieuwkerke concernent les associations. A certains niveaux du sondage, on remarque l'association de brachiopodes, de tentaculites et de grandes entroques ou, plus rarement, l'association de brachiopodes et de céphalopodes orthocônes. De telles associations sont fréquentes dans le "Calcaire de la Cédule" à Ferques.

A la cote 176,75 m de sondage, on note l'association de deux espèces de brachiopodes : *Ripidiorhynchus barroisi* et *Eodmitria supradisjuncta boloniensis*. Cette même association caractérise, à Ferques, la partie inférieure du terme b du Membre de Cambresèque dans la Formation de Beaulieu.

3) Biostratigraphie

Les données paléontologiques qui précèdent permettent de proposer des corrélations entre certains horizons du sondage de Nieuwkerke et deux biozones du Dévonien du Boulonnais. De bas en haut, il est possible de distinguer :

— une Zone inférieure (211,70 m à 178,75 m ?), corrélable avec le "Calcaire de la Cédule", à Ferques, qui correspond dans la zonation à conodontes à la Zone la plus inférieure à *asymmetricus* datée du Givétien supérieur ;

— une Zone supérieure, reconnue au niveau 176,75 m, corrélable avec la biozone à *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* de Ferques, qui correspond dans la zonation à conodontes à la Zone inférieure à *asymmetricus* datée du Frasnien inférieur.

Les brachiopodes des séquences inférieures sont trop peu significatifs pour permettre des corrélations.

C) MOLLUSQUES BIVALVES

Seuls quelques niveaux ont livré des mollusques, généralement déterminables au seul niveau générique. Il s'agit de :

Unité 2 :

180,75 m : *Prososchasma* sp.,
Paracyclas sp. ;

181,25 m : *Opisthocoeilus* cf. *concentricus* ;

188,25 m : *Modiomorphidae*.

Unité 3 :

211,25 m : *Lyriopecten duponti* Maillieux, 1912.

Il faut noter également l'occurrence de céphalopodes orthocônes dans l'unité 5 à 218,5 m et la présence locale de tentaculites (202,0 m ; 207,5 m ; 208,25 m ; 209,75 m et 211,25 m).

L'espèce *Lyriopecten duponti* est commune dans la Formation de Bovesse et plus rare au sommet de la Formation de Fromelennes ("Flc"), d'après Maillieux (1935).

D) CORAUX

Dans le sondage de Nieuwkerke, les rugueux et tabulés peu fréquents sont limités à deux niveaux principaux, l'un à la base de la Formation de Bovesse, l'autre juste en dessous (Pl. IV et V).

Leur description détaillée est donnée en annexe du présent article, vu leur relative diversité et leur intérêt stratigraphique (annexes II et III).

Le premier niveau corallien, situé entre 215,0 m et 214,5 m est constitué uniquement de colonies fasciculées de *Disphyllum virgatum* (Hinde, 1890) plus ou moins bien conservées. Le second niveau, situé entre 211,6 m et 211,4 m à la base de la Formation de Bovesse, correspond à une association un peu plus variée. A côté de corallites isolés de *D. virgatum* et éventuellement de *D. virgatum simplex* Tsien, 1970, les tabulés sont en effet représentés par :

— des branches fragmentées de *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820) souvent taraudées par des perforations ;

— des petits rameaux de *Dendropora explicita* (Michelin, 1846) à la morphologie facilement reconnaissable ;

— des polypières encroûtants, rapportés au genre *Aulocystis* Schlüter, 1885.

Du point de vue stratigraphique, *D. virgatum* est l'espèce caractéristique des niveaux coralliens que l'on rencontre au bord sud du Synclinorium de Dinant, dans la partie supérieure du Membre du Fort Hulobiet, au sommet de la Formation de Fromelennes ("Flc"). Parmi les tabulés, *T. polyforata* est répandue dans la partie supérieure du Givétien, aussi bien dans le Synclinorium de Dinant que dans celui de Namur ; elle persiste sans doute dans la partie inférieure du Frasnien. Elle est particulièrement abondante localement dans le membre inférieur de la Formation de Fromelennes et dans celui du Fort Hulobiet, ainsi que dans la partie inférieure de la Formation du Roux. Elle a été signalée dans le Givétien supérieur du Boulonnais par Mistiaen (*in* Brice *et al.*, 1977).

D. explicita se rencontre sporadiquement dans le Givétien des Synclinoria de Dinant et de Namur et est connue dans le Givétien et le Frasnien inférieur du Boulonnais (Mistiaen, 1988 a). Quant au genre *Aulocystis*, il n'avait pas encore été observé en Belgique, mais a été reconnu dans le Givétien du Boulonnais par Mistiaen (1988 b) ; d'après Birenheide (1985), ses représentants typiques sont mésodévoniens en Allemagne.

En conclusion, les coraux présents entre 215 m et 211 m sont dans l'ensemble caractéristiques du Givétien supérieur plutôt que du Frasnien. Il importe de remarquer qu'un assemblage de tabulés quasi identique existe dans le Boulonnais à cette époque.

E) BRYOZOAIRES

Des bryozoaires (Pl. III) ont été étudiés dans une partie restreinte du sondage de Nieuwkerke : depuis la cote 211,75 m jusqu'à la cote 211,40 m. D'après la faune de Conodontes, les bryozoaires se situent approximativement entre le sommet de la Zone à *asymmetricus* la plus inférieure et la Sous-Zone supérieure à *denngleri*.

C'est la cote 211,60 m qui a livré la faune de bryozoaires la plus abondante et la plus diversifiée. Les lames fournies montrent des colonies de bryozoaires habituellement orientées d'une façon quelconque, d'où l'imprécision de certaines identifications. Même si un zoarium offre une orientation convenable, il manque les sections complémentaires pour aboutir à une détermination complète. Néanmoins, il s'avère intéressant de commenter la variété des bryozoaires rencontrés, dans leur environnement paléontologique et sédimentaire.

Les principaux groupes de bryozoaires paléozoïques s'y trouvent représentés. Les fistuliporides encroûtants (Pl. III, fig. 3) sont plus fréquents que les branchus (Pl. III, fig. 1-2). Les formes encroûtantes, toujours assez fragmentaires, n'ont pas conservé leur substrat. Les trépostomes apparaissent assez couramment en débris indéterminables ; cependant, quelques sections permettent une meilleure approximation. L'un d'eux encroûte une valve de brachiopode (Pl. III, fig. 4). Si les nombreuses sections de *Leptotrypa* sp. (Pl. III, fig. 7-8) ont gardé leur lame basale, le substrat a disparu. Des leioclémidés branchus se présentent plus souvent en section transversale (Pl. III, fig. 6) que longitudinale (Pl. III, fig. 5). *Petalotrypa* sp. est beaucoup plus rare (Pl. III, fig. 9). Les fénestellides existent partout sauf à la base ; les sections (Pl. III, fig. 10-11), transversales pour la plupart, n'autorisent guère une meilleure approximation. La présence des rhabdomésides reste occasionnelle (Pl. III, fig. 12).

Parmi les éléments de la faune citée, *Petalotrypa* sp. paraît voisine de *Petalotrypa brevicamerata* Bigey, 1988 décrite récemment dans le Boulonnais (Formation de Beaulieu, Membre de Cambresèque - Bigey, 1988). L'absence de section tangentielle empêche de préciser davantage.

A la base (cote 211,75 m), les bryozoaires sont associés principalement à des algues, brachiopodes, crinoïdes et ostracodes dans une matrice sparitique. Au-dessus, ils sont réunis surtout à des tabulés, rugueux, brachiopodes, crinoïdes,

ostracodes, dacroconarides et tentaculitides dans un sédiment calcaire fin à faible apport terrigène. La tendance sporitique se manifeste à l'intérieur des fossiles (dont les bryozoaires). Une dolomitisation partielle peut exister à l'intérieur de quelques colonies.

Pour l'ensemble du niveau, les bryozoaires ont subi une importante fragmentation due aux agents physiques. La diagenèse n'a touché que les colonies dont la microstructure squelettique est la plus fragile.

F) OSTRACODES

Trois échantillons de second choix (218,5 m ; 220,5 m et 223,3 m) ont été traités pour ostracodes par Michel Coen (U.C.L.) ; d'autres échantillons peut-être plus riches n'ont malheureusement pas pu être étudiés pour des raisons techniques.

Les faunules suivantes ont été reconnues :

- à 218,5 m : *Cavellina rhenana* Krömmelbein, 1954,
Coeloenellina sp. ;
- à 220,5 m : *Polyzygia neodevonica* (Matern, 1929),
Uchtovia refrathensis (Krömmelbein, 1954),
Cavellina rhenana,
Coeloenellina sp.,
Euglyphella (fragments) ;
- à 223,3 m : *Cavellina rhenana*,
Jefina ? sp.

Ces formes sont celles de la Formation de Fromelennes (Coen, 1985). La présence de *Polyzygia neodevonica* à 220,5 m est particulièrement intéressante, car cette espèce n'est connue à ce niveau que dans le Boulonnais où Lethiers (in Brice *et al.*, 1976) la signale à la base du Calcaire de Blacourt "terminal" (Membre de Couderousse).

G) SPORES

Les échantillons traités en vue de l'analyse palynologique ont révélé, malgré un traitement chimique approprié, un matériel fortement carbonisé, de couleur sombre à franchement opaque (voir Houillification).

Six échantillons ont été inventoriés. Les deux échantillons supérieurs (177,75 et 191,00 m) appartiennent à la Formation de Bovesse et les quatre échantillons inférieurs (218,00 ; 223,30 ; 230,30 et 235,00 m) à la formation sous-jacente. Le très mauvais état de conservation des miospores n'a pas permis une identification complète de tous les individus (Pl. II, fig. 5 à 13).

Quelques espèces ont cependant pu être déterminées et, entre autres, un certain nombre à morphologie typique parmi celles utilisées dans la stratigraphie par miospores des régions ardenno-rhénales (Streel *et al.*, 1987) et plus particulièrement du Boulonnais, où faisant suite à des investigations entreprises dans un premier temps (Taugourdeau-Lantz, 1960, 1967 a-b, 1971) puis plus récemment (Brice *et al.*, 1979 a, 1981 ; Loboziak & Streel, 1980, 1981 ; Loboziak, Streel & Vanguestaine, 1983), une synthèse de l'intervalle Givétien-Famennien a pu être proposée (Loboziak & Streel, 1988).

Ces espèces appartiennent à un seul et même assemblage. Il s'agit de :

- Ancyrospora ancyrea* Richardson, var. *ancyrea* Richardson, 1962 (Pl II, fig. 9),
- Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen 1965,
- Corystisporites multispinosus* Richardson, 1965 (Pl. II, fig. 10),
- Dibolisporites* cf. *gibberosus* (Naumova) Richardson, 1965 (Pl. II, fig. 13),
- Geminospora lemurata* (Balme) Playford, 1983 (Pl. II, fig. 11),
- Hystericosporites* spp. (Pl. II, fig. 12),
- Perotrilites ergatus* Allen, 1965 (Pl. II, fig. 8),
- Rhabdosporites parvulus* Richardson, 1965,
- Samarisporites triangulatus* Allen, 1965 (Pl. II, fig. 5-7).

Parmi ces espèces, *Samarisporites triangulatus* Allen, 1965 est considérée comme apparaissant le plus tard. Dans le schéma de biozonation ardenno-rhénales (Streel *et al.*, 1987, fig. 7), cette apparition marque la base de la Zone d'Oppel TA (*S. triangulatus* - *A. ancyrea*) dont l'âge n'est pas pour l'instant connu avec précision. Cette base se situe entre la Zone à conodontes à *ensensis* et la Zone à *varcus* moyenne qui, dans le Boulonnais, correspond approximativement, exception faite de l'extrême sommet, au Membre du Griset de la Formation de Blacourt dont une grande partie n'a, pour l'instant, fourni aucun résultat au niveau des miospores. L'individu attribué à *Samarisporites triangulatus* dans le seul niveau productif (GO2) prélevé dans la carrière du Griset à trois mètres du contact présumé avec la Formation de Caffiers sous-jacente, et figuré dans Brice *et al.* (1979 a, Pl. XXVI, fig. 12) et Loboziak & Streel (1980, Pl. II, fig. 11), ne répond pas en réalité à la définition de cette espèce, avec notamment un développement insignifiant et trop insuffisant de la zona dans les régions radiales.

Aux côtés de cette espèce figure entre autres, dans trois des échantillons répartis sur l'ensemble de l'intervalle stratigraphique inventorié, *Ancyrospora ancyrea* Richardson var. *ancyrea* Richardson, 1962. Dans le Boulonnais, cette espèce est présente jusqu'au sommet du Membre de Couderousse de la Formation de Blacourt, quelque peu au-delà de l'apparition conjointe de *Chelinospora concinna* Allen 1965 et *Cirratiradites jekhowskyi* Taugourdeau-Lantz 1967, qui constitue la base de la Zone d'Oppel TCo (*S. triangulatus* - *Ch. concinna*) sus-jacente à la Zone TA. Cette base se situe dans la Zone à conodontes à *varcus* supérieure.

Cette Zone d'Oppel à miospores TCo atteint la Zone à conodontes à *asymmetricus* inférieure (Streel *et al.*, 1987, fig. 8 ; Loboziak & Streel, 1988, fig. 2) et est ainsi à cheval sur la limite Givétien-Frasnien. L'absence, notamment dans les échantillons supérieurs à 177,75 et 191,00 m, de *Chelinospora concinna* et *Cirratiradites jekhowskyi* pourrait suggérer que cet assemblage de miospores appartient surtout à la Zone TA, mais les critères d'absence ne sont pas très fiables, en particulier lorsque le matériel est aussi mal conservé.

Pour cette raison, nous rattachons cet assemblage de miospores à l'ensemble ?TA - ?TCo inférieur qui donne un âge givétien sans exclure toutefois un âge frasnien basal pour les deux échantillons les plus récents à 177,75 et 191,00 m, corroborant ainsi la zonation des conodontes.

CONCLUSIONS

Le sondage de Nieuwkerke, foré afin de reconnaître le comportement hydrogéologique du Dévonien moyen et supérieur de la Province de Flandre occidentale, a révélé la présence d'un Dévonien imperméable et sans intérêt hydrogéologique.

Néanmoins, le sondage carotté sur plus de 60 mètres dans le Dévonien a permis d'étudier la transition Givétien-Frasnien à l'extrémité occidentale du Synclinorium de Namur, en bordure sud du Massif de Brabant, dans une position permettant la comparaison avec le Dévonien de Ferques dans le Boulonnais (Brice, éd. 1988). Plusieurs séquences lithologiques ont été reconnues ; elles se regroupent, de bas en haut, en une série schisto-silteuse partiellement rouge et une série carbonatée, témoignant d'environnements restreints à salinité variable, à agitation intermittente et à forte influence détritique, avec dépôts mis en place dans les zones inter- à subtidale d'une plate-forme à circulation restreinte.

La série schisto-gréseuse (unités 8 à 12) rappelle les dépôts souvent rouges et détritiques de la Formation de Mazy (Synclinorium de Namur, présente dans le Tournaisis), tandis que la série carbonatée sus-jacente (unités 4 à 7) se rapporte par la lithologie plutôt au terme b du Membre Bastien situé au sommet de la Formation de Blacourt dans le Boulonnais.

La série transgressive supérieure, composée d'une séquence calcaire à la base (unité 3), surmontée de schistes (unités 1 à 2), présente des ressemblances moins équivoques avec la base de la Formation de Bovesse, telle qu'elle a été décrite dans les sondages de Tournai et de Vieux-Leuze ; cette similitude est corroborée par les diagraphies. Cette série peut également être comparée aux termes a et b inférieur du Membre de Cambresèque de la Formation de Beaulieu du Boulonnais. L'analogie entre l'unité 3 et le "Calcaire de Cédule" (terme a) est notamment frappante.

La limite biostratigraphique entre le Givétien et le Frasnien, fondée sur les conodontes, peut être placée entre les unités 2 et 3 du sondage de Nieuwkerke, au sommet de la séquence calcaire ; ce niveau est l'équivalent du sommet du "Calcaire de la Cédule" à la base de la Formation de Beaulieu dans le Boulonnais dont l'âge a été précisé récemment (Brice, 1988).

Les autres groupes fossiles montrent également des affinités typiques pour la transition Givétien-Frasnien. Les brachiopodes présentent deux associations caractéristiques permettant une corrélation avec le Boulonnais. L'inférieure à *Rhyssochonetes douvillei* correspondrait au terme a du Membre de Cambresèque tandis que l'association supérieure à *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* correspondrait au terme b du Membre de Cambresèque. Les coraux (tabulés et rugueux) se retrouvent de part et d'autre de la limite lithostratigraphique dans les séquences carbonatées. Les espèces présentes sont caractéristiques du Givétien supérieur des Synclinoria de Dinant et de Namur et du Boulonnais. Les bryozoaires déterminés uniquement au niveau générique n'apportent guère de données sur l'âge des niveaux qui les ont livrés. En ce qui concerne leurs affinités, un rapproche-

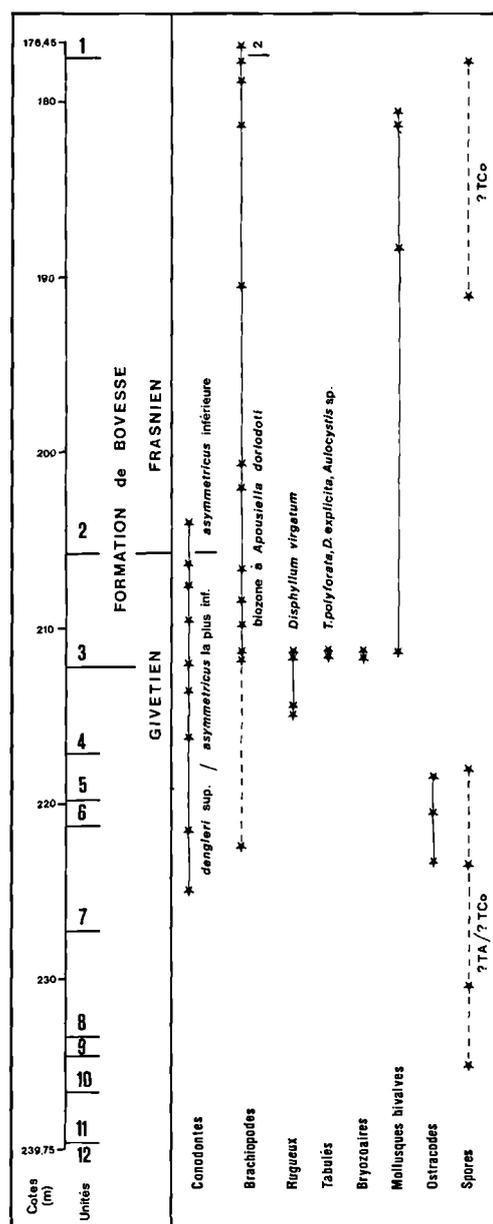


Fig. 5. — Sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152) ; distribution des échantillons paléontologiques en fonction des profondeurs, des unités lithologiques et de la stratigraphie. Les étoiles indiquent les échantillons étudiés pour chaque groupe. Pour les brachiopodes, le chiffre "2" représente la biozone à *Eodmitria supradisjuncta boloniensis*.

Fig. 5. — Nieuwkerke borehole (Belgium 95 W 152) ; distribution of paleontological samples (indicated by stars for the different groups studied) according to depth, lithological units and stratigraphy. For the brachiopods, the number "2" represents the *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* biozone.

ment entre le représentant de *Petalotrypa* à Nieuwkerke et *P. brevicamerata* du membre inférieur de la Formation de Beaulieu dans le Boulonnais peut être avancé. Les ostracodes retrouvés dans la formation inférieure indiquent également un âge Givétien supérieur.

Les associations des spores représentent la zone TA à *S. triangulatus* - *A. ancycra*, sans exclure la zone TCo à *S. triangulatus* - *Ch. concinna* dans la séquence schisteuse supérieure ; cette situation indique également la proximité de la limite Givétien-Frasnien.

Une comparaison des biofaciès et de la sédimentologie indique une rupture écologique. La formation inférieure mani-

feste une tendance régressive nette alors que la formation supérieure est de caractère clairement transgressif. Ceci explique d'une part, les problèmes de corrélation au niveau de la formation inférieure par la variabilité rapide de faciès dans les milieux restreints ; d'autre part, la transgression "frasnienne" a créé des conditions de dépôt plus uniformes, ce qui permet des corrélations aisées avec les régions voisines.

Remerciements. — Nous tenons à remercier M^{lle} Y. Somers (I.N.I.E.X., Liège) pour les résultats concernant la houillification et M. M. Coen (U.C.L.) qui a traité les échantillons à ostracodes et nous a communiqué les commentaires qui s'y rapportent.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BECKER G., BLESS M.J.M., STREEL M. & THOREZ J. (1974). — Palynology and ostracode distribution in the Upper Devonian and basal Dinantian of Belgium and their dependence on sedimentary facies. *Meded. Rijks Geol. Dienst*, Heerlen, n.s., 25 (2), 9-99.
- 2) BIGEY F., (1988). — Bryozoaires du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). In BRICE D. (éd. 1988), 297-322.
- 3) BIRENHEIDE R. (1985). — Chaetetiden und tabulate Korallen des Devons. Leitfossilien begründet von G. Gürich, 2., völlig neu bearbeitete Auflage, *Gebrüder Borntraeger*, Berlin - Stuttgart, 3, 1-249.
- 4) BRICE D. (1988). — Le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Historique. Synthèse des données nouvelles en stratigraphie, sédimentologie, paléontologie et tectonique. In BRICE D. (éd. 1988), 7-24.
- 5) BRICE D., éd., (1988). — Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie - Sédimentologie - Stratigraphie - Tectonique - *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Rennes, 7, 1-522.
- 6) BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J. & ROHART J.C. (1977). — Les organismes constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Associations. Répartition stratigraphique. *Mém. B.R.G.M.*, Paris, 89, 136-151.
- 7) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.C. & BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, 96, 135-155.
- 8) BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. & STREEL M. (1979 a). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, 98, 325-344.
- 9) BRICE D., COEN M., LOBOZIAK S. & STREEL M. (1981). — Précisions biostratigraphiques relatives au Dévonien supérieur de Ferques (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, 100, 159-166.
- 10) BRICE D., COLBEAUX J.P., MISTIAEN B. & ROHART J.C. (1979 b). — Les formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, 98, 307-324.
- 11) BULTYNCK P. (1983). — Origin and development of the conodont *Ancyrodella* in the late Givetian - early Frasnian. *Fossils and Strata*, Oslo, 15, 163-168.
- 12) BULTYNCK P. & JACOBS L. (1982). — Conodont succession and general faunal distribution across the Givetian-Frasnian boundary beds in the type area. In BIGEY F. *et al.* Papers on the Frasnian-Givetian boundary beds. *Geol. Surv. Belg.*, Spec. vol., Bruxelles, 34-59.
- 13) COEN M. (1985). — Ostracodes givétiens de l'Ardenne. *Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, 35, 1-48.
- 14) COEN-AUBERT M., GROESSENS E. & LEGRAND R. (1981). — Les Formations paléozoïques des sondages de Tournai et de Leuze. *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, 89 (4), 241-275.
- 15) DUSAR M. & LOY W. (1986). — The geology of the Upper Paleozoic aquifer in West-Flanders. *Aardkundige Mededelingen*, Leuven, 3, 59-74.
- 16) GOSSELET J. (1880). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 1^{er} fascicule. Terrains primaires. Lille, Impr. Six-Horemans, 167 p.
- 17) LEGRAND R. (1968). — Le Massif de Brabant. *Mém. pour servir à l'Explic. des cartes géol. et min. de la Belg.*, Bruxelles, 9, 1-148.
- 18) LEGRAND M. (1981). — Les "logs" des sondages de Tournai et de Vieux-Leuze. *Prof. Pap. Serv. géol. Belge*, Bruxelles, 1981/1, n° 180, 1-2.
- 19) LOBOZIAK S. & STREEL M. (1980). — Miospores in Givetian to Lower Frasnian sediments dated by conodonts from the Boulonnais, France. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 29, 285-299.
- 20) LOBOZIAK S. & STREEL M. (1981). — Miospores in Middle-Upper Frasnian to Famennian sediments partly dated by conodonts (Boulonnais, France). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 34, 49-66.
- 21) LOBOZIAK S. & STREEL M. (1988). — Synthèse palynostratigraphique de l'intervalle Givétien-Famennien du Boulonnais (France). In BRICE D. (éd. 1988), 71-77.
- 22) LOBOZIAK S., STREEL M. & VANGUESTAINE M. (1983). — Miospores et Acritarches de la Formation d'Hydrequent (Frasnien supérieur à Famennien inférieur, Boulonnais, France). — *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, 106, 173-183.

- 23) MAILLIEUX E. (1935). — Contribution à la connaissance de quelques Brachiopodes et Pélécy-podes dévoniens. *Mém. Mus. roy. Hist.nat. Belg.*, 70, 1-42.
- 24) MAMET B. (1970). — Sur les Umbellaceae. *Can. J. Earth Sci.*, Ottawa, 7 (4), 1164-1171.
- 25) MISTIAEN B. (1988a). — *Dendropora explicita* Michelin 1846 (Tabulata) dans sa localité-type, le Boulonnais. 12° R.S.T., Lille, avril 1988, 98.
- 26) MISTIAEN B. (1988b). — Tabulés Auloporida du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). In BRICE D. (éd. 1988), 197-230.
- 27) STREEL M., HIGGS K., LOBOZIAK S., RIEGEL W. & STEEMANS P. (1987). — Spore stratigraphy and correlation with faunas and floras in the type marine Devonian of the Ardenne-Rhenish regions. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 50, 211-219.
- 28) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1960). — Sur la microflore du Frasnien inférieur de Beaulieu (Boulonnais). *Rev. Micropal.*, Paris, 3 (3), 144-154.
- 29) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1967a). — Les spores du Frasnien du Bas-Boulonnais (France). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 1 (1-4), 131-139.
- 30) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1967b). — Spores nouvelles du Frasnien du Bas-Boulonnais (France). *Rev. Micropal.*, Paris, 10 (1), 48-60.
- 31) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1971). — Les spores du Frasnien d'une région privilégiée, le Boulonnais. *Mém. Soc. géol. France*, Paris, n.s., L (114), 1-86.
- 32) WRAY J.L. (1977). — Calcareous Algae. Developments in Paleontology and Stratigraphy, *Elsevier*, Amsterdam, 4, 1-185.
- 33) WRAY J.L. (1979). — Paleoenvironmental reconstructions using benthic calcareous algae. *Bull. Centre rech. Explor. prod. Elf-Aquitaine*, Pau, 3 (2), 873-879.

ANNEXE I

Les Brachiopodes dévoniens du sondage de Nieuwkerke (extrémité occidentale du Synclinorium de Namur, Belgique)

par Denise BRICE

I. — Systématique

Superfamille CHONETOIDEA Bronn, 1862

Genre *RHYSSOCHONETES* Johnson, 1970

Espèce-type : *Rhyssochonetes aurora solox* Johnson, 1970

RHYSSOCHONETES cf. *DOUVILLEI* (Rigaux, 1892)

(Pl. II, fig. 1)

Niveaux : 202 m ; 190,50 m ?

Des empreintes très fragmentaires de valves pédonculaires sont rapportées avec réserve à *R. douvillei* en raison de ressemblances externes : très petite taille, forme plus large que longue faiblement convexe, ornementation composée de capillae arrondies se multipliant par bifurcations, séparées par des sillons intercostaux étroits, l'ensemble des capillae et sillons recoupé par de fines rides concentriques très visibles. L'empreinte du niveau 202 évoque particulièrement l'espèce boulonnaise, celle de l'autre niveau est moins ressemblante.

R. douvillei n'était à ce jour connu que dans le Dévonien du Boulonnais, "Calcaire de la Cédule" partie inférieure du Membre du Cambresèque, Formation de Beaulieu d'âge givétien terminal, Zone à *asymmetricus* la plus inférieure dans la zonation des conodontes (Rachebœuf, 1988).

Superfamille RHYNCHONELLOIDEA Gray, 1848

Famille TRIGONIRHYNCHIIDAE McLaren, 1965

Genre *RIPIDIORHYNCHUS* Sartenaer, 1966

Espèce-type : *Terebratula livonica* von Buch, 1839

RIPIDIORHYNCHUS BARROISI (Rigaux, 1908)

(Pl. II, fig. 2)

Niveaux : 176,75 m ; 200,75 m ; 206,75 m

Ces rhynchonelles rappellent *R. barroisi* par leurs caractères externes : valve pédonculaire peu profonde, enflée dans la région umbonale, à contour elliptique plus large que long, plis nombreux, simples, bas, débutant aux crochets, séparés par des sillons intercostaux étroits, sinus et bourrelet de largeur et de hauteur très variables.

R. barroisi n'était à ce jour également connu que dans le Boulonnais, partie inférieure de la Formation de Beaulieu, Membre de Cambresèque, terme a (= "Calcaire de la Cédule"), d'âge givétien terminal, Zone à *asymmetricus* la plus inférieure dans la zonation des conodontes et dans la partie inférieure du terme b de ce même membre, d'âge frasnien inférieur, Zone à *asymmetricus* inférieure.

Superfamille ATHYRIDACEA Mac Coy, 1844

Famille ATHYRIDAE Davidson, 1881

Genre *ATHYRIS* Mac Coy, 1844

Espèce-type : *Terebratula concentrica* von Buch, 1834

ATHYRIS cf. *OEHLERTI* Rigaux, 1908

Niveau : 211,25 m.

Une valve pédonculaire est rapportée avec réserve à *A. oehlerti* en raison de sa petite taille (longueur : 11,2 mm, largeur : 10,8 mm) et de sa forme lenticulaire. Comme chez l'espèce boulonnaise, le sinus est réduit à une faible dépression sur la moitié antérieure de la valve et l'ornementation consiste en lamelles de croissance fortes et espacées.

A. oehlerti apparaît, à Ferques (Boulonnais), à l'extrême base de la Formation de Beaulieu, dans le "Calcaire de la Cédule", d'âge givétien terminal, Zone à *asymmetricus* la plus inférieure dans la zonation des conodontes.

Superfamille SPIRIFERACEA King, 1846

Famille CYRTOSPIRIFERIDAE Termier & Termier, 1949

Genre *UCHTOSPIRIFER* Liachenko, 1957

Espèce-type : *Uchtospirifer nalivkini* Liachenko, 1957

UCHTOSPIRIFER ? sp

Niveau : 208,25 m

Une valve brachiale est rapportée avec doute à ce genre en raison de son bourrelet proéminent et de son ornementation faite de côtes nombreuses et fines sur les flancs. Ces caractères évoquent ceux de l'espèce *Spirifer orbelianus sensu* Gosselet, 1880 non d'Abich, 1858, qui pourrait appartenir au genre *Uchtospirifer*.

Ce taxon a été surtout signalé dans le "F2a" en Ardenne et dans le Boulonnais voire au sommet du "Flc" de la Formation de Fromelennes au bord sud du Synclinorium de Dinant, dans le Givétien terminal, Zone à *asymmetricus* la plus inférieure dans la zonation des conodontes.

Genre *EODMITRIA* Brice, 1982

Espèce-type : *Spirifer supradisjuncta boloniensis* Brice, 1982

cf. *EODMITRIA SUPRADISJUNCTA BOLONIENSIS*
Brice, 1982

(Pl. II, fig. 3)

Niveau : 176,75 m

Cette empreinte externe de valve brachiale évoque celle de l'espèce boulonnaise par sa forme relativement haute par rapport à la largeur, ses angles cardinaux voisins de 90°, ses nombreuses côtes latérales à sommet aplati séparées par des sillons intercostaux nettement plus étroits que les côtes, son bourrelet très bas.

E. supradisjuncta boloniensis est un marqueur stratigraphique à la base du Frasnien, à Ferques dans le Boulonnais, où l'espèce se rencontre abondamment à la base du terme b du Membre de Cambresèque, partie inférieure de la Formation de Beaulieu, datée par conodontes de la Zone inférieure à *asymmetricus*. Une forme très voisine, à côtes plus fines et plus nombreuses, *E. oblivialis grandis* Sartenaer, 1982, se rencontre au même niveau en Ardenne, aux bords nord et est du Synclinorium de Dinant et dans le Synclinorium de Namur.

Famille MUCROSPIRIFERIDAE Pitrat, 1965 *emend.*
Carter, 1972

Genre *APOUSIELLA* Carter, 1972

Espèce-type : *Spirifer bouchardi* Murchison, 1840

APOUSIELLA ? sp.

(Pl. II, fig. 4)

Niveau : 178,75 m

Deux empreintes de valve brachiale, de petite taille et très incomplètes sont rapportées avec réserve au genre *Apousiella* en raison de certaines ressemblances externes. Elles possèdent un bourrelet relativement étroit, nettement défini, qui présente un méplat sur la forme figurée et un sillon médian sur la seconde empreinte. De part et d'autre du bourrelet, on compte jusqu'à huit côtes sur le spécimen figuré et cinq sur l'autre empreinte qui montre en outre des traces de lamelles concentriques au sommet des côtes.

Le genre *Apousiella* apparaît, à Ferques, au sommet du Givétien, à l'extrême base de la Formation de Beaulieu, dans le "Calcaire de la Cédule".

II. — Commentaires

1) Affinités

Les espèces reconnues et les assemblages benthiques montrent des affinités avec ceux qui sont connus à Ferques (Bas-Boulonnais), près de la limite Givétien-Frasnien, à la partie inférieure de la Formation de Beaulieu, dans le terme a (= "Calcaire de la Cédule" de Gosselet, 1880) et la base du terme b du Membre de Cambresèque, définis par Brice *et al.* (1979 b).

Ces affinités avec les faunes de Ferques se marquent par la présence vraisemblable d'espèces typiquement boulonnaises parmi lesquelles je citerai :

— *Rhyssochonetes douvillei* (Rigaux, 1892), chonetacé qui n'est actuellement connu que dans le "Calcaire de la Cédule", extrême base de la Formation de Beaulieu à Ferques en Boulonnais, datée par conodontes par Bultynck (in Brice et al., 1979 a) de la Zone à *asymmetricus* la plus inférieure ;

— *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux, 1908), espèce qui n'a été trouvée jusqu'ici que dans le Boulonnais, à la partie inférieure de la Formation de Beaulieu où elle est très commune (Brice & Meats, 1972). Dans le sondage, elle est présente à plusieurs niveaux, abondante à la cote 207,25 m, et montre, ici comme à Ferques, une certaine variabilité dans l'ornementation et l'importance des sinus et bourrelet ;

— *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* Brice, 1982, espèce commune à Ferques et qui sert à définir une biozone (Brice et al., 1979 b), à la base du Frasnien (Zone à *asymmetricus* inférieure dans la zonation à conodontes). Ce taxon, cité ici avec réserve en raison de son état fragmentaire, n'a été reconnu que dans un seul horizon du sondage (176,75 m), le plus élevé stratigraphiquement.

D'autres taxons existent vraisemblablement dans le sondage de Nieuwkerke, qui pourraient servir à établir des rapprochements avec les brachiopodes du Dévonien de Ferques ; ils sont malheureusement trop fragmentaires ou trop mal conservés pour permettre des comparaisons ; c'est le cas par exemple de restes de Spiriferacea attribués avec doute au genre *Apousiella*.

2) Associations

De remarquables analogies entre les faunes de la partie inférieure du Membre de Cambresèque (Formation de Beaulieu) à Ferques et celles du sondage de Nieuwkerke méritent encore d'être soulignées. Elles concernent les associations.

A certains niveaux du sondage de Nieuwkerke, on remarque l'association de brachiopodes (*Rhyssochonetes*, *Ripidiorhynchus*, *Cyrtospirifer s.l.*, *Athyris*, *Atrypacés...*), de tentaculites et de grandes entroques ou plus rarement l'association de brachiopodes et de céphalopodes orthocônes. De telles associations sont fréquentes dans le "Calcaire de la Cédule" à Ferques.

A la cote 176,75 m du sondage, on note l'association de deux espèces de brachiopodes : *Ripidiorhynchus barroisi* et *Eodmitria supradisjuncta boloniensis*. Cette même association caractérise, à Ferques, la partie inférieure du terme b du Membre de Cambresèque (Formation de Beaulieu).

3) Biostratigraphie

Les données paléontologiques qui précèdent permettent de proposer des corrélations entre certains horizons du sondage de Nieuwkerke et deux biozones du Dévonien du Boulonnais et de proposer les datations qui en découlent.

De bas en haut, il est possible de distinguer :

— une Zone inférieure (211,70 m à 178,75 m ?), corrélable avec la biozone à *Apousiella dordodoti* du "Calcaire de

la Cédule" à Ferques, qui correspond dans la zonation à conodontes à la Zone la plus inférieure à *asymmetricus* datée du Givétien supérieur ;

— une Zone supérieure reconnue au niveau 176,75 m, corrélable avec la biozone à *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* de Ferques, qui correspond dans la zonation des conodontes à la Zone inférieure à *asymmetricus* datée du Frasnien inférieur.

Les brachiopodes des séquences inférieures sont trop peu significatifs pour permettre des corrélations.

III. — Liste des taxa reconnus par niveau

Unité 1

176,75 m : *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux, 1908) ; cf. *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* Brice, 1982.

Unité 2

177,75 m : *Cyrtospirifer* sp. ;

178,75 m : *Douvillina* ? sp. ; *Ripidiorhynchus* sp. ; *Cyrtospirifer* sp. ; *Apousiella* ? sp. ; *Cyrtina* sp. ;

181,50 m : Ambocoeliidae ;

190,50 m : *Rhyssochonetes* ? sp. ; Atrypacea ;

200,75 m : *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux, 1908) ;

202,00 m : *Rhyssochonetes* cf. *douvillei* (Rigaux, 1892).

Unité 3

206,75 m : *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux, 1908) ;

208,25 m : *Uchtspirifer* ? sp. ;

209,75 m : *Ripidiorhynchus* cf. *barroisi* (Rigaux, 1908) ; *Cyrtospirifer* sp. ;

211,25 m : *Athyris* cf. *oehlerti* (Rigaux, 1908) ;

211,70 m : *Schizophoria* sp. ; *Ripidiorhynchus* ? sp.

Unité 7

222,50 m : Ambocoeliidae ?

Références citées dans l'annexe I

- 1) BRICE D. (1982). — *Eodmitria*, genre nouveau de Brachiopode Cyrtospiriferidae du Frasnien inférieur et moyen. *Geobios*, Lyon, 15 (4), 575-581, 1 fig., 1 pl.
- 2) BRICE D. & MEATS P. (1972). — Le genre *Ripidiorhynchus* (Rhynchonellida-Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, 91 (4), 215-228.
- 3) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad.*, Boulogne-sur-Mer, 14 (pour 1889), 198 p., 2 pl., 1 tabl.
- 4) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Boulogne-sur-Mer, 33 p., 1 tabl., 2 pl.

ANNEXE II

Les Rugueux dévoniens du sondage de Nieuwkerke (extrémité occidentale du Synclinorium de Namur, Belgique).

par Marie COEN-AUBERT

Genre *DISPHYLLUM* de Fromentel, 1861

Espèce-type : *Cyathophyllum caespitosum* Goldfuss, 1826 par désignation ultérieure de Lang & Smith (1934, p. 80).

DISPHYLLUM VIRGATUM (Hinde, 1890)

(Pl. IV, fig. 2-12)

- v. *1890 - *Cyathophyllum virgatum*, Hinde, sp. n. - Hinde, p. 194, Pl. VIII, fig. 1 a-b.
- 1936 - *Disphyllum virgatum* (Hinde) - Hill, p. 29, Pl. I, fig. 1-3.
- ? 1937 - *Cyathophyllum (Disphyllum) virgatum* HINDE - Le Maître, p. 107, Pl. VII, fig. 1, 2.
- 1954 - *Disphyllum virgatum* (Hinde) - Hill, p. 19, Pl. II, fig. 3-5.
- 1954 - *Disphyllum virgatum* var. *densum* nov. - Hill, p. 19, Pl. II, fig. 7.
- 1954 - *Disphyllum virgatum* (Hinde, 1891) var. *variabile* nov. - Hill, p. 20, Pl. I, fig. 2-6.
- v. 1968 - *Disphyllum virgatum* (HINDE) - Tsien, fig. 16 A-D.
- v. 1969 - *Disphyllum virgatum* (HINDE) var. *variabile* HILL - Tsien, p. 21, fig. 5.
- v. 1970 - *Disphyllum virgatum* (Hinde), 1890 - Tsien, p. 166, fig. 5 A-D.
- ? 1970 - *Disphyllum virgatum* (Hinde) forma *variabile* Hill - Tsien, p. 167.
- 1970 - *Disphyllum virgatum* (Hinde), 1890 - Hill & Jell, p. 41, Pl. IX, fig. 1-5,7.
- 1975 - *Disphyllum virgatum* - Tsien, fig. 16 b.
- non 1978 - *Disphyllum virgatum* (Hinde), 1890 var. a - Luke, p. 88, Pl. II, fig. 7.
- 1978 - *Disphyllum virgatum* (Hinde), 1890 var. *variabile* Hill, 1954 - Luke p. 88, Pl. II, fig. 3-5.
- 1978 - *Disphyllum virgatum* (Hinde), 1890 cf. var. *densum* Hill, 1954 - Luke, p. 85, Pl. II, fig. 6.
- non 1982 - *Disphyllum virgatum* (HINDE 1890) - Ghods, p. 51, fig. 3, Pl. II, fig. 1, 2 ?.

LECTOTYPE : Pl. VIII, fig. 1 in Hinde (1890) et Pl. I, fig. 1 in Hill (1936) désigné par Hill (1936, p. 29). Spécimen R. 2268 conservé au British Museum (Natural History) à Londres en Grande-Bretagne. Frasnien probable, exposé en face du Mont Krauss, district de Kimberley, Australie occidentale.

MATÉRIEL ET GISEMENTS : vingt-neuf colonies dans lesquelles cinquante lames minces ont été exécutées. Le nombre de spécimens est indiqué entre parenthèses pour chaque gisement.

* Sondage de Nieuwkerke (2 ; 214,5 et 215 mètres).

* Bord sud du Synclinorium de Dinant : Carrière de la Vaucelle à Frasnes-les-Couvain (1), Résurgence de l'Eau Noire à Nismes (8),

Haute Roche à Dourbes (5), Fort de Charlemont à Givet (4) et Sourd d'Ave à Wellin (9). Plusieurs de ces coupes ont été décrites par Coen & Coen-Aubert (1971) ; celle de Givet a été étudiée par Errera, Mamet & Sartenaer (1972) et celle de Nismes par Coen & Coen-Aubert in Bultynck *et al.* (1988).

Diagnose : « Une espèce de *Disphyllum* dont les corallites possèdent 42 à 52 septes pour un diamètre variant de 8 à 11 mm. Septes non carénés, nettement dilatés dans le dissépimentarium et affectés d'épaississements stéréoplasmiques dans ce dernier. Septes majeurs atteignant le centre du tabularium ou plus courts. Septes mineurs relativement longs. Dissépimentarium étroit, limité à 2 ou 3 rangs. Planchers incomplets ».

Description

Lectotype (Pl. IV, fig. 12). Le lectotype n'est représenté que par un seul polypierite ; une section transversale et une section longitudinale, plutôt oblique y ont été effectuées et figurées par Hinde (1890) et Hill (1936).

La paroi n'est conservée que localement. Les septes non carénés sont nettement dilatés dans l'étroit dissépimentarium et deviennent plus minces dès leur entrée dans le tabularium ou peu au-delà de celle-ci. L'une ou l'autre rangée de dissépiments est affectée d'un épaississement stéréoplasmique, formant une muraille interne. Les septes majeurs, parfois tronçonnés dans le tabularium, laissent un petit espace vide au centre du corallite. Les septes mineurs sont limités au dissépimentarium.

Le dissépimentarium se compose de 5 à 6 rangées de petits dissépiments d'abord horizontaux, puis inclinés ; on y observe localement un faible dépôt de stéréoplasme. Les planchers sont incomplets et recouverts de septes.

Le lectotype possède 52 septes pour un diamètre de 10,5 mm. La largeur du tabularium varie de 5,9 à 7,2 mm.

Matériel étudié. Ce sont souvent des corallites isolés ou des fragments de colonies peu développées en hauteur, celle-ci étant égale ou inférieure à 6 cm. Un spécimen fasciculé à massif du Sourd d'Ave atteint cependant de plus grandes dimensions avec une surface de 17 × 3,5 cm et une extension verticale de 11 cm tandis que les échantillons de Nieuwkerke sont de beaux buissons caractérisés par un assemblage très compact de polypierites souvent brisés.

La paroi présente ou non est souvent nette et parfois continue ; elle comporte une ligne noire, médiane entre des corallites éventuellement jointifs. Autour de ceux-ci, on observe l'un ou l'autre encroûtement de *Stromatoporella* ou d'Auloporidae.

De rares carènes noueuses ou épineuses existent dans quelques spécimens. Pour le reste, les septes non carénés sont typiquement dilatés dans le dissépimentarium et s'amincissent dès leur entrée dans le tabularium ou peu au-delà de celle-ci ; dans un échantillon de Nieuwkerke, ils présentent un axe noir médian dans le dissépimentarium. Un épaissement stéréoplasmique, variable d'une colonie à l'autre, voire d'un polypierite à l'autre au sein d'un même échantillon, affecte les dissépiments contre la paroi, à la bordure interne du dissépimentarium ou à l'intérieur de celui-ci. Des couronnes d'épaississement stéréoplasmique, plus ou moins continues, peuvent donc être présentes en ces différents endroits. Parfois même, les septes fusionnent dans le dissépimentarium pour y former une stéréozone.

Les septes majeurs laissent un espace vide plus ou moins important au centre du tabularium où ils sont parfois tronçonnés ; occasionnellement cependant, ils atteignent l'axe des polypierites. Les septes mineurs couvrent habituellement tout ou presque tout le dissépimentarium ; ils peuvent aussi être limités à la moitié de ce dernier, plus courts, absents, tronçonnés ou pénétrer un peu dans le tabularium en y étant éventuellement segmentés. Dans l'ensemble, la longueur des septes mineurs est un peu plus variable dans les spécimens du bord sud du Synclinorium de Dinant que dans ceux de Nieuwkerke.

Le dissépimentarium se compose de 1 à 4, voire 5 rangées de dissépiments horizontaux, parfois inclinés à la bordure du tabularium où apparaît localement une muraille interne ; du stéréoplasme peut en effet masquer le dissépimentarium en tout ou en partie. Les planchers sont habituellement incomplets et s'anastomosent latéralement avec éventuellement une partie axiale plano-convexe ; ils sont rarement horizontaux ou concaves.

De rares bourgeons péricalicinaux ont été observés dans la partie externe des corallites.

Le nombre de septes varie habituellement de 38 à 48 et plus généralement de 36 à 50. Le diamètre des corallites mesure entre 7 et 11 mm, voire entre 5 et 12 mm. Quant au diamètre du tabularium, il est souvent compris entre 5 et 7,5 mm, mais peut varier de 3 à 8,2 mm.

Affinités

Le lectotype de *Disphyllum virgatum* (Hinde, 1890) quoique fragmentaire donne néanmoins une bonne idée de l'espèce, surtout par sa section transversale (Pl. IV, fig. 12). Le matériel étudié présente en réalité des caractères intermédiaires entre ceux de *D. virgatum*, *D. virgatum densum* Hill, 1954 et *D. virgatum variabile* Hill, 1954. En effet, il diffère du premier taxon par un nombre de septes un peu moins élevé et par des septes majeurs atteignant moins systématiquement l'axe des corallites. Du second, il se distingue uniquement par cette dernière donnée et du troisième par des septes un peu plus nombreux. C'est peut-être de *D. virgatum variabile* que les colonies de Nieuwkerke et du bord sud du Synclinorium de Dinant se rapprochent le plus, car cette sous-espèce

est caractérisée par des septes majeurs souvent en retrait par rapport au centre du tabularium ; malheureusement, son holotype est très fragmentaire. Quant aux dimensions des corallites de ces trois taxons australiens, mesurées sur leurs photographies, elles s'avèrent plus constantes que ne le laisseraient supposer les descriptions de Hill (1954). C'est pourquoi il faut probablement exclure de *D. virgatum* les spécimens récoltés par Le Maître (1937) dans le Givétien de la Ville-Dé-d'Ardin en Vendée qui possèdent des polypierites plus larges.

Les échantillons décrits ont également certaines affinités avec *D. wirbelauense bonae* Rozkowska & Fedorowski, 1972 du sommet du Givétien et du début du Frasnien des Monts de Sainte-Croix en Pologne ; cette sous-espèce s'en différencie néanmoins par un seul rang de dissépiments parfois absent.

Dans le sondage de Nieuwkerke, on observe à 211,50 et 211,60 m quelques corallites isolés de *Disphyllum*. Certains appartiennent sans doute à *D. virgatum* ; d'autres (Pl. IV, fig. 1) en diffèrent par les caractéristiques suivantes :

- l'absence d'épaississement stéréoplasmique et la faible dilatation des septes dans le dissépimentarium ;
- des septes majeurs, atteignant plus fréquemment le centre du tabularium ;
- un dissépimentarium plus large, comportant jusqu'à sept rangées de vésicules d'abord horizontales, puis inclinées ;
- un nombre de septes variant de 42 à 50.

Ce matériel est assez comparable à *D. virgatum simplex* Tsien, 1970, qui n'est représenté que par un seul polypierite du "Flc" de Hotton, au bord sud du Synclinorium de Dinant ; il s'en distingue cependant par des septes majeurs plus longs et par un dissépimentarium plus large. Il faudrait donc préciser la variabilité de *Disphyllum virgatum simplex*.

Répartition géographique et stratigraphique

À côté du sondage de Nieuwkerke, *D. virgatum* a été trouvé dans différentes localités du bord sud du Synclinorium de Dinant où il caractérise les niveaux coralliens de la partie supérieure du Membre du Fort Hulobiet, au sommet de la Formation de Fromelennes ("Flc"). L'espèce s'y rencontre toujours dans la Zone à *dengleri* supérieure avant la première occurrence d'*Ancyrodella binodosa*.

En dehors de la Belgique et de Givet en France, l'espèce a été reconnue au sommet du Givétien et au début du Frasnien d'Australie occidentale (Formation de Gneuda, Calcaire de Pillara et de Sadler) ainsi que dans le Frasnien du Nevada aux U.S.A. (Formation de Guilmette).

Remerciements. — Je tiens à remercier M^{lle} Sue Naylor du British Museum (Natural History) à Londres en Grande-Bretagne, qui m'a prêté le lectotype de *Disphyllum virgatum* (Hinde, 1890).

Références citées dans l'annexe II

- 1) BULTYNCK P., CASIER J.G., COEN M., COEN-AUBERT M., GODEFROID J., JACOBS L., LOBOZIAK S., SARTENAER P. & STREEL M. (1988). — Pre Congress excursion to the Devonian stratotypes in Belgium. *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, 96 (3), 249-288.
- 2) COEN M. & COEN-AUBERT M. (1971). — L'Assise de Fromelennes aux bords sud et est du Bassin de Dinant et dans le Massif de la Vesdre. *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, 94, 5-20.
- 3) ERRERA M., MAMET B. & SARTENAER P. (1972). — Le Calcaire de Givet et le Givetien à Givet. *Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, Bruxelles, 48, Sci. Terre, n° 1, 1-59.
- 4) GHODS P. (1982). — Rugose Korallen des Givetium und Frasnium im Elburz-Gebirge (Nord-Iran). Diss. zur Erlangerung des Doktorgrades Naturwiss. im Fachbereich Geowiss. Univ. Hamburg, 172 p.
- 5) HILL D. (1936). — Upper Devonian Corals from Western Australia. *Jour. Roy. Soc. West. Australia*, Perth, 22, 25-39.
- 6) HILL D. (1954). — Coral faunas from the Silurian of New South Wales and the Devonian of Western Australia. *Bull. Bur. Min. Ress. Geol. Geophys.*, Canberra, 23, 1-51.
- 7) HILL D. & JELL J.S. (1970). — Devonian corals from the Canning Basin, Western Australia. *Bull. Geol. Surv. West. Austr.*, Perth, 121, 1-158.
- 8) HINDE G.J. (1890). — Notes on the palaeontology of Western Australia. 2. Corals and Polyzoa. *Geol. Mag.*, London, n.s., dec. 3, 7, 194-204.
- 9) LANG W.D. & SMITH S. (1934). — Ludwig's "Corallen aus Paläolithischen Formationen" and the genotype of *Disphyllum* de Fromentel. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, London, ser. 10, 13, 78-81.
- 10) LE MAITRE D. (1937). — Etude de la faune corallienne des calcaires givétiens de la Ville-Dé-d'Ardin (Deux-Sèvres). *Bull. Soc. géol. France*, Paris (5), 7, 105-128.
- 11) LUKE K.J. (1978). — Corals of the Devonian Guilmette Formation from the Leppy Range near Wendover, Utah-Nevada. *Brigham Young Univ. Geol. Studies*, 25 (3), 83-98.
- 12) ROZKOWSKA M. & FEDOROWSKI J. (1972). — Genus *Disphyllum* de Fromentel (Rugosa) in the Devonian of Poland and its distribution. *Acta Pal. Pol.*, Warszawa, 17, 265-340.
- 13) TSIEN H.H. (1968). — Contribution à l'étude des Disphyllidae (Rugosa) du Dévonien moyen et du Frasnien de la Belgique. Première partie - Caractères généraux et classification. *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, 91, 445-474.
- 14) TSIEN H.H. (1969). — Contribution à l'étude des Rugosa du Couvinien de la région de Couvin. *Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, 25, 1-174.
- 15) TSIEN H.H. (1970). — Espèces du genre *Disphyllum* (Rugosa) dans le Dévonien moyen et le Frasnien de la Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, 93, 159-182.
- 16) TSIEN H.H. (1975). — Introduction to the Devonian Reef development in Belgium. Livret-guide, Excursion C (Nord de la France et Belgique), 2° Symp. Intern. Coraux et Récifs coralliens fossiles, Paris, 1975, 3-43 ; Bruxelles.

ANNEXE III

Les Tabulés dévoniens du sondage de Nieuwkerke (Flandre Occidentale, extrémité occidentale du Synclinorium de Namur, Belgique)

par Francis TOURNEUR

Genre *THAMNOPORA* Steininger, 1831

Espèce-type : *Thamnopora madreporacea* Steininger, 1831 = *Thamnopora cervicornis* (de Blainville, 1830), par désignation ultérieure de Lang & Smith in Hill (1937, p. 56).

THAMNOPORA POLYFORATA (Schlotheim, 1820)

(fig. 6 du texte ; Pl. V, fig. 1-7)

- v. *1820 - *Milleporites polyforatus* - von Schlotheim, p. 365.
- v. 1829 - *Calamopora polymorpha nobis*, δ Var. *gracilis* - Goldfuss, p. 79-80, Pl. XXVII, fig. 5.
- 1830 - *Alveolites dubia* - de Blainville, p. 370.
- e.p. 1850 - *Alveolites cervicornis*, d'Orb., 1847 - d'Orbigny, p. 107-108.
- ? 1850 - *Favosites gracilis* Sandb. - G. & F. Sandberger, p. 409-410, Pl. XXXVI, fig. 10.
- v. non 1851 - *Favosites dubia* - Milne-Edwards & Haime, p. 243.
- ? 1852 - *Favosites polymorphus gracilis* - Quenstedt, p. 642, Pl. LVI, fig. 45.
- ? 1853 - *Favosites dubia* - Milne-Edwards & Haime, p. 216.
- ? 1881 - *Favosites gracilis* - Quenstedt, p. 37, Pl. CXLIV, fig. 25-29.
- ? 1882 - *Pachypora dubia*, GOLD sp. - Barrois, p. 215-216, Pl. VI, fig. 6.
- non 1882 - *Favosites polymorpha* var. *dubia* - White, p. 396, Pl. LIII, fig. 3.
- v. non 1896 - *Favosites cristata*, BLAINV. ? - Kayser, p. 32, Pl. IV, fig. 9.
- non 1901 - *Pachypora* (?) *dubia* n.f. - Vinassa de Regny, p. 6, Pl. I, fig. 33-35.
- non 1912 a - *Favosites dubia*, M.E. et H. - Mansuy, p. 35.
- non 1912 b - *Favosites* cf. *dubia*, MIL. EDWARDS et HAIME - Mansuy, p. 61, Pl. XI, fig. 3.
- ? 1933 - *Pachypora dubia*, GOLDFUSS - Lecointre, p. 50, Pl. XIII, fig. 5.

- v. 1936 - *Favosites dubius* (De BLAINVILLE) - Lecompte, p. 54-59, Pl. X, fig. 1.
- v. e.p. 1939 - *Thamnopora dubia* (de BLAINVILLE) - Lecompte, p. 120-122, Pl. XVIII, fig. 7-8, 10 (? Pl. XVIII, fig. 9, 12 ; non Pl. XVIII, fig. 11).
- 1939 - *Thamnopora dubia* (de Blainville) - Hill, p. 146.
- non 1939 - *Thamnopora* cf. *dubia* (de Blainville) - Hill, p. 146, Pl. I, fig. 5 a-c.
- v. 1945 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim) - Smith, p. 63-64, Pl. XXVIII, fig. 1-2.
- 1945 - *Thamnopora* near *T. polyforata* - Smith, p. 64, Pl. XXVIII, fig. 3-6.
- 1952 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820) - Sokolov, p. 60-61, Pl. XII, fig. 4-7, Pl. XVI, fig. 4.
- ? 1953 - *Thamnopora dubia* (de BLAINV.) - Kropfisch & Schouppé, p. 95-98, fig. 2-3.
- ? 1954 - *Thamnopora* cf. *polyforata* (Schlotheim) - Hill, p. 31, Pl. I, fig. 7-9.
- non 1959 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820) - Dubatolov, p. 99-100, Pl. XXXI, fig. 4.
- ? 1959 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820) - Dubatolov, Lin & Tchi, p. 26, Pl. VIII, fig. 2.
- non 1961 - *Thamnopora* cf. *dubia* (de BLAINVILLE 1830) - Lafuste, p. 316.
- ? 1962 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim 1820) - Gunia, p. 506-507, Pl. XLVII, fig. 2-5.
- ? 1963 - *Thamnopora dubia* (de BLAINV.) - Flügel, p. 134.
- ? 1964 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim) - Webby, p. 15-16, fig. 6.
- ? 1967 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim) 1820 - Tong-Dzuy, p. 94-96, Pl. XIX, fig. 3-5.
- non 1968 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim) - Holwill, p. 57-58, Pl. XI, fig. 8-10, 12-15.
- 1972 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820) - Dubatolov, p. 78-79, Pl. XVI, fig. 4.
- ? 1975 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim) - Pel & Lejeune, p. 6, fig. 10 (non fig. 11).
- ? 1977 - *Thamnopora* cf. *dubia* - Brice *et al.*, p. 141, 145.
- non 1977 - *Favosites dubia* (de Bl.) - H. & G. Termier, p. 1161, fig. 9-10.
- ? 1984 - *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820) - Hladil, p. 36.
- v. e.p. 1985 - *Thamnopora dubia* (BLAINVILLE, 1830) - Birenheide, p. 73, P. XIX, fig. 1.
- v. 1986 - *Thamnopora* sp. 1 - Tourneur in Coen-Aubert *et al.*, p. 34, fig. 6.
- v. 1986 - *Thamnopora* sp. 2 - Tourneur in Coen-Aubert *et al.*, p. 34, fig. 7.

LECTOTYPE : Pl. XXVIII, fig. 1 a-d in Smith (1945), désigné par Smith (1945, p. 63), refiguré ici Pl. V, fig. 2, 4, 6 et 7. Spécimen C.84, représenté par un échantillon et trois lames minces, conservé dans la collection E.F. von Schlotheim, au Museum für Naturkunde de l'Humboldt Universität à Berlin en République Démocratique Allemande. Givétien ou Frasnien probable ; Eifel ou Bergisches Land, Allemagne.

MATÉRIEL ET GISEMENTS : Outre les spécimens des collections anciennes, 95 rameaux ont été examinés. Le nombre d'échantillons est indiqué entre parenthèses pour chaque gisement.

- * Sondage de Nieuwerkerke (22 ; 211,60 mètres) ;
- * Formation de Charlemont (partie supérieure du Membre du Mont d'Haur) : Beauraing (5), Givet (1) ;
- * Formation de Fromelennes :
 - Membre inférieur : Fromelennes (23) ;
 - Membre du Fort Hulobiet : Fromelennes (6), Nismes (1), Sourd d'Ave à Wellin (1), carrière de la Vaucelle à Frasnes-lez-Couvin (8) ;
- * Formation de Nèvreumont (partie supérieure) : sondages de Membach (11) ;
- * Formation du Roux (partie inférieure) : sondages de Membach (20), Erquelines (4) ;
- * Formation de Lustin (partie inférieure) : sondages de Membach (13).

Diagnose : « Une espèce de *Thamnopora* aux petits rameaux de diamètre inférieur à 10 mm. Polypierites faiblement divergents, ouverts en des calices écartés et obliques, à lèvre inférieure légèrement saillante ; diamètre compris entre 0,3 et 1,2 mm dans la zone axiale ; élargissement périphérique net, jusqu'à 1,6 mm et plus. Epaisseur proximale des parois de 0,10 à 0,30 mm, atteignant distalement 0,50 à 0,60 mm. Pores de diamètre voisin de 0,20 mm, largement espacés. Appareil septal absent ou très faiblement développé. Planchers peu abondants ».

Description

Lectotype de Thamnopora polyforata. Il s'agit d'une petite branche de 7 mm de diamètre pour une longueur conservée de 60 mm, qui a servi de base à une colonie de *Alveolites suborbicularis* Lamarck, 1801. La surface dégagée du rameau est assez altérée : on y observe de petits calices subgéraux au débouché fortement oblique et à la lèvre inférieure quelque peu saillante ; la large séparation entre les calices est due longitudinalement à l'obliquité de leur ouverture et transversalement à l'épaississement important des parois. On observe aucune trace d'appareil septal.

Les sections transversales sont constituées d'un noyau axial peu développé entouré d'une large couronne de polypierites recoupés obliquement. En section longitudinale, les polypierites peu divergents au centre de la branche s'incurvent ensuite légèrement pour déboucher en surface avec un angle proche de 45°. Le diamètre des polypierites inégaux varie de 0,3 à 1,3 mm ; les valeurs dans l'axe du rameau sont souvent inférieures à 1,2 mm, fréquemment voisines de 1,0 mm. L'élargissement distal est très marqué ; il atteint 1,7 mm et plus. L'épaisseur proximale des parois varie entre 0,15 et 0,25 mm ; elle augmente vers la périphérie jusqu'à 0,40 mm, voire un peu plus. La microstructure semble proche de celle de *Thamnopora cervicornis* (de Blainville, 1830) décrite par Tourneur (1986) si ce n'est que les parois sont ici uniformément claires, avec une vague zonation de croissance. On n'observe pas d'appareil septal. Les pores de diamètre compris entre 0,15 et 0,17 mm, parfois 0,20 mm, sont largement écartés. Les planchers plats ou légèrement onduleux sont irrégulièrement espacés, de 0,3 à plus de 1,0 mm.

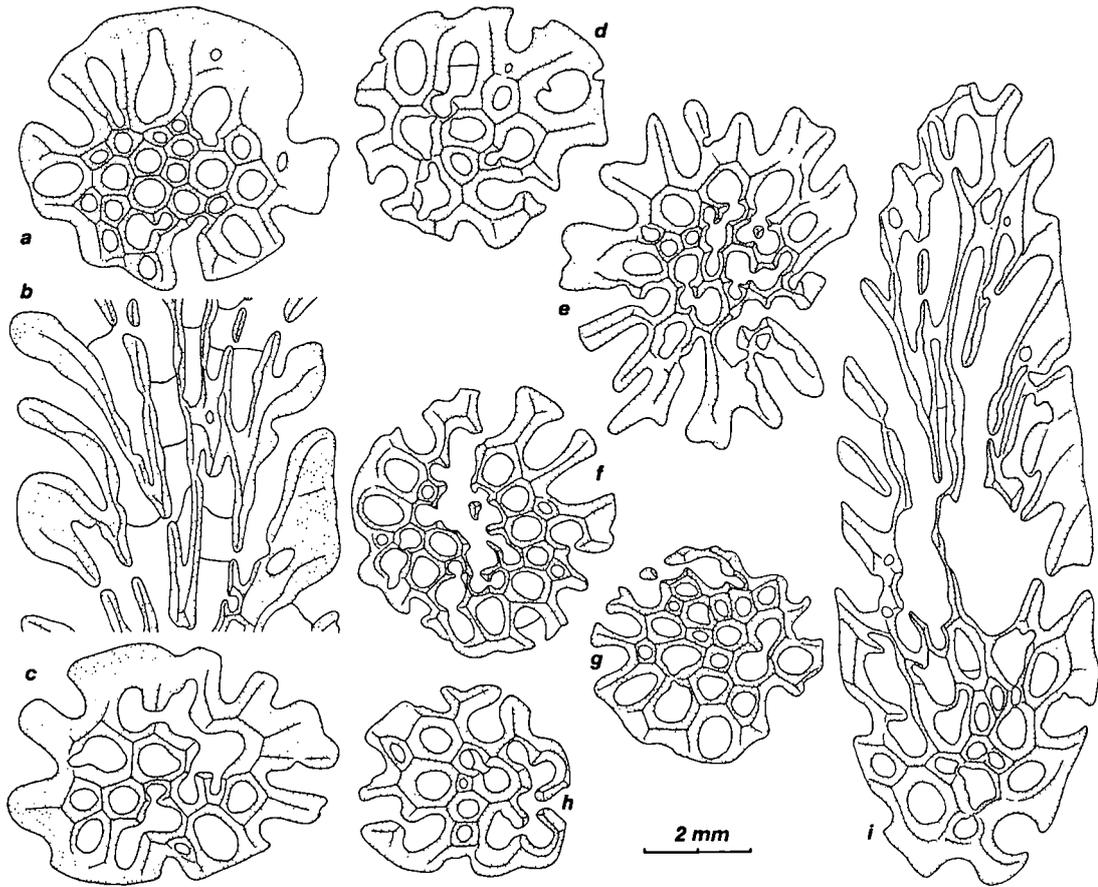


Fig. 6. — *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820)

a, b, c : Fromelennes F1a-x-14 (lame UCL.15701) ; route de Fromelennes à Flohimont, bord sud du Synclinorium de Dinant, France ; Membre inférieur de la Formation de Fromelennes. Deux sections transversales et une section longitudinale dans le même rameau, montrant la variabilité de la taille des polypierites et de leur inégalité.
 d : Fromelennes F1c-4-2 (lame UCL.15719) ; route de Fromelennes à Flohimont, bord sud du Synclinorium de Dinant, France ; Membre du Fort Hulobiet, Formation de Fromelennes. Section transversale, à périphérie mal conservée.
 e : Erquelinnes 20 (lame UCL.15670) ; tranchée de chemin de fer, Erquelinnes, bord nord du Synclinorium de Dinant, Belgique ; base de la formation de Roux. Section transversale.
 f, g, h : Sondage de Nieuwkerke (lame UCL.16958) à 211,60 m. Sections transversales aux polypierites de taille variable.
 i : Sondage de Nieuwkerke (lame UCL.16958) à 211,60 m. Section oblique à longitudinale.

Fig. 6. — *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820)

a,b,c. : Fromelennes F1a-x-14 (lame UCL.15701) ; Road from Fromelennes to Flohimont, southern margin of the Dinant Synclinorium, France; lower member of the Fromelennes Formation. Two transverse and a longitudinal sections from the same specimen, showing the variability of dimensions of the corallites and of their inequality.
 d : Fromelennes F1c-4-2 (lame UCL.15719) ; Road from Fromelennes to Flohimont, southern margin of Dinant Synclinorium, France ; Fort Hulobiet Member, Fromelennes Formation. Transverse section with badly preserved periphery.
 e : Erquelinnes 20 (lame UCL.15670) ; Railroad cut, Erquelinnes, northern margin of the Dinant Synclinorium ; base of the Roux Formation. Transverse section.
 f, g, h : Nieuwkerke borehole (lame UCL.16958) at 211,60 meters. Transverse section with corallites of variable dimensions.
 i : Nieuwkerke borehole (lame UCL.16958) at 211,60 meters. Oblique to longitudinal section.

Un second spécimen, conservé sous le numéro C.88 dans la collection E.F. von Schlotheim et considéré comme Paractotype, n'appartient probablement pas à l'espèce.

*Lectotype de *Thamnopora dubia*.* Le spécimen, conservé sous le numéro 259 i dans la collection G.A. Goldfuss à Bonn, provient du Dévonien moyen ou supérieur de l'Eifel ou du Bergisches Land. Il consiste en plusieurs branches appartenant sans doute à une même colonie, englobées dans le développement d'un *Alveolites suborbicularis* ; leur diamètre moyen est voisin de 6 mm. Les surfaces dégagées exposent des calices subégaux, très obliques, avec une lèvre inférieure légèrement saillante ; ils sont largement écartés à cause de leur débouché oblique et des épaississements distaux considérables des parois. L'unique section transversale à la périphérie très abîmée est axée par un noyau apparemment bien développé. En section longitudinale, les polypierites peu divergents s'incurvent faiblement et débouchent en surface très obliquement, formant un angle proche de 45°. Le diamètre des polypierites inégaux varie de 0,4 à 1,5 mm, souvent inférieur à 1,3 mm ; l'élargissement distal prononcé ne dépasse toutefois pas 1,6 mm. L'épaisseur des parois dans la zone proximale varie de 0,10 à 0,30 mm ; en périphérie, elle augmente jusqu'à 0,40 ou 0,50 mm, voire 0,60 mm. L'appareil septal n'est pas développé. Les pores peu nombreux ont un diamètre compris entre 0,15 et 0,20 mm ; leur écartement n'est pas mesurable sur la section. Les planchers plats ou légèrement bombés sont mal conservés à la suite du remplissage terrigène fréquent des lumens ; ils sont irrégulièrement espacés, de 0,2 à 1,5 mm.

Matériel du givétien supérieur de Belgique. Il s'agit de fragments de rameaux dont le diamètre varie entre 3 et 9 mm, n'atteignant qu'exceptionnellement plus de 10 mm. Les surfaces externes sont souvent quelque peu altérées. Les sections transversales sont constituées d'un noyau d'importance variable, entouré parfois de polypierites recoupés obliquement, parfois d'une couronne bien développée aux parois notablement épaissies. L'obliquité des polypierites en périphérie leur donne quelquefois un profil compressé transversalement. En section longitudinale, les polypierites légèrement arqués et peu divergents dans la zone axiale des colonies s'incurvent faiblement pour déboucher obliquement en surface, formant avec celle-ci un angle voisin de 45°, mais atteignant parfois 35° ; dans d'autres cas plus rares, les polypierites se recourbent brusquement et s'ouvrent perpendiculairement ou poursuivent une course harmonieusement arquée dans la zone périphérique, terminée par des calices droits.

Les polypierites présentent une inégalité très variable suivant les rameaux ; leur diamètre varie en général de 0,2 à 1,5 mm, plus souvent entre 0,4 et 1,1 mm ; chez les spécimens du Membre du Mont d'Hairs, il est fréquemment voisin de 0,7 ou 0,8 mm. L'élargissement distal marqué ne dépasse pas 2,0 mm ; il n'atteint guère que 1,6 mm chez les formes les plus anciennes. L'épaisseur proximale des parois est comprise entre 0,05 et 0,15 mm, en général voisine de 0,10 mm. L'épaississement distal, parfois limité à 0,15 ou 0,20 mm, atteint habituellement 0,30 à 0,35 mm, voire 0,40

mm ; chez quelques branches, il est très prononcé, au point de former localement un manchon quasi continu. L'appareil septal généralement absent est quelquefois représenté par des protubérances émoussées, voire par de rares et petites squamules. Le diamètre des pores unisériés varie entre 0,15 et 0,20 mm ; leur écartement est compris entre 0,3 et 1,0 mm, souvent voisin de 0,6 mm. Les planchers plats ou faiblement bombés, horizontaux, parfois épaissis, sont très irrégulièrement disposés ; leur espacement varie de 0,3 à 0,8 mm, atteignant quelquefois 1,4 mm et plus.

Les spécimens frasniens des sondages de Membach ont été décrits brièvement par ailleurs (Tourneur *in* Coen-Aubert *et al.*, 1986, p. 34-35).

Matériel du sondage de Nieuwerkerke. Il s'agit de fragments de rameaux, à la périphérie souvent érodée et taraudés par de larges perforations cylindriques. Le diamètre des branches est généralement voisin de 5,0 mm. Les sections transversales sont constituées de polypierites subégales à inégales suivant les colonies ; en section longitudinale, les polypierites se rabattent très faiblement vers la périphérie et s'ouvrent en surface avec une obliquité fort prononcée. Le diamètre des polypierites oscille entre 0,3 et 1,1 mm, pour atteindre distalement 1,2 mm ou plus rarement 1,4 mm. L'épaisseur des parois varie dans l'axe entre 0,12 et 0,20 mm, plus fréquemment entre 0,15 et 0,17 mm ; en périphérie, elles se renforcent progressivement jusqu'à 0,40 ou 0,50 mm, voire un peu plus. La microstructure bien conservée a été étudiée en lames ultra-minces à faces polies (Lafuste, 1970) ; elle correspond exactement à celle qui fut décrite il y a peu chez *Thamnopora cervicornis* (Tourneur, 1986) ; cette observation justifie l'attribution de l'espèce au genre *Thamnopora* au sens strict. Le diamètre des pores est compris entre 0,17 et 0,22 mm et leur écartement, proche de 0,8 mm. On n'observe aucune trace d'appareil septal. Les planchers sont rarement conservés.

Affinités

Le matériel givétien de Belgique se différencie quelque peu des types de l'Eifel par ses parois globalement plus ténues et par un élargissement distal moins prononcé, accompagné d'un épaississement plus faible. Toutefois, les différentes populations étudiées présentent une variabilité importante pour ces caractères ; de plus, on peut constater globalement une évolution temporelle de ces paramètres. En effet, les spécimens du Membre du Mont d'Hairs, à vrai dire encore peu nombreux, sont caractérisés par des polypierites plus étroites ; par la suite, la tendance se marque de plus en plus à une augmentation de la taille de ceux-ci, en même temps que s'amplifie l'élargissement et l'épaississement périphériques. Précédemment (Tourneur *in* Coen-Aubert *et al.*, 1986), nous avions considéré que les différences entre les *Thamnopora* du Givétien supérieur et du Frasnien de Membach justifiaient une distinction spécifique ; nous estimons à présent qu'elles s'intègrent dans le cadre d'une évolution intraspécifique, dont les stades ultimes devront être précisés par des récoltes plus abondantes dans le Frasnien. Les types de Schlotheim et de Goldfuss se rapprochent incontestablement plus des représentants frasniens de l'espèce.

Les grands traits de cette évolution avaient déjà été esquissés par Lecompte (1939) ; toutefois, le matériel qu'il a étudié, et que nous avons pu réexaminer, comprend des formes certainement étrangères à l'espèce. En effet, si la plupart des spécimens figurés (Pl. XVIII, fig. 7-8, 10) se rapportent bien à *T. polyforata*, à l'exception des échantillons des figures 9 et 12, trop mal conservés pour être déterminés avec précision, et du rameau de la figure 11, aux dimensions plus importantes, Lecompte (1939) décrit des colonies pourvues d'"épines" fortes et abondantes — en réalité, des squamules — caractère qui les exclut à coup sûr de l'espèce. Ces branches squamuleuses appartiennent sans doute à *Striatopora devonica* Schlüter, 1885, récemment revue par Byra (1983, p. 29-30) et par Birenheide (1985, p. 76), et attribuée par ces auteurs au genre *Celechopora* Pradacova, 1938. L'aspect externe de cette espèce (Byra, 1983, Pl. XV, fig. 35-36 ; Birenheide, 1985, Pl. XXII, fig. 1 a) n'est pas sans rappeler celui de *Thamnopora polyforata*, avec ses calices obliques à la lèvre inférieure en bénitier, mais elle s'en distingue immédiatement par les stries radiales abondantes et nettes qui ornent les plates-formes calicinales et les caractères internes, dont les squamules bien développées (Byra, 1983, Pl. XVI, fig. 37 a-d ; Birenheide, 1985, Pl. XXII, fig. 1 b-d).

En conclusion, *T. polyforata* est caractérisée par des branches grêles, des polypierites de petite taille, qui s'élargissent nettement en périphérie, des parois assez minces, qui s'épaississent distalement de façon marquée, une absence d'appareil septal et des planchers et pores assez rares. Le diamètre des polypierites, leur élargissement périphérique et l'épaississement concomitant des parois vont en augmentant des formes les plus anciennes vers les plus récentes.

Discussion de la synonymie

Il importe d'abord de souligner la parfaite identité des types de *T. polyforata* et de *T. dubia* : ils présentent des caractères externes et internes fort comparables, ils sont tous deux entourés par une colonie d'*Alveolites suborbicularis* et de plus, leurs patines sont quasi identiques, au point que l'on est presque tenté de leur assigner une origine commune. Les différences microstructurales alléguées par Kropfisch & Schouppé (1953) pour refuser la synonymie proposée d'abord par Smith (1945) ne résistent pas à un examen approfondi : une pigmentation un peu plus prononcée accentuée chez le type de Schlotheim les zones de croissance, mais la microstructure y est bien fibreuse et rien n'autorise une attribution au genre *Pachypora* Lindström, 1876 (caractérisé par une microstructure microlamellaire).

Nous avons eu l'occasion de revoir les spécimens décrits sous le nom de "*Favosites dubia*" par Milne-Edwards & Haime (1851) : une partie est conservée au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, sous le numéro Z.128 a ; l'autre se trouve dans la collection E. de Verneuil, à l'Université Claude Bernard à Villeurbanne. La plupart de ces échantillons, qui proviennent du Dévonien de Ferques et d'Espagne, présentent des polypierites nettement plus grands que ceux des types de Schlotheim et de Goldfuss, ainsi que

des squamules nettement développées. Ils n'appartiennent certainement pas à *T. polyforata*, mais se rapprochent sans doute de *T. boloniensis* Gosselet, 1876. Cette dernière espèce serait d'après Lecompte (1939) la descendante directe au Frasnien de *T. polyforata* ; il faudra toutefois attendre la révision de *T. boloniensis*, encore mal définie, pour préciser cette filiation.

D'autre part, il faut exclure de *T. polyforata* toutes les références qui mentionnent un appareil septal fort développé (Lafuste, 1961 ; Holwill, 1968).

Enfin, la mise en synonymie de *T. polyforata* avec *Lecomptopora tumefacta* (Lecompte, 1939), proposée par Birenheide (1985, p. 73), ne nous paraît pas acceptable, au vu des caractères morphologiques et microstructuraux de cette dernière espèce (Tourneur, 1986).

Répartition géographique et stratigraphique

L'espèce a été signalée dans le Givétien de l'Altaï, de l'Oural septentrional et du Nord-Ouest de l'U.R.S.S., et du Vietnam, dans le Givétien et le Frasnien de la Plate-Forme Russe, ainsi que dans le Frasnien de Moravie en Tchécoslovaquie, du Canada et d'Australie. La plupart de ces occurrences restent douteuses par l'insuffisance des descriptions et des figurations.

Au dire de Birenheide (1985, p. 73), *T. polyforata* est fréquente dans le Givétien supérieur d'Allemagne. Mistiaen (*in* Brice *et al.*, 1977) la signale dans le Givétien supérieur du Boulonnais (Calcaire de Blacourt). En Belgique, elle apparaît dans la partie supérieure du Membre du Mont d'Hairs ; elle est abondante localement dans les Membres inférieurs et du Fort Hulobiet de la Formation de Fromelennes ; on la trouve également dans la partie inférieure de la Formation du Roux dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et dans le Massif de la Vesdre ; elle semble persister assez longtemps dans le Frasnien, où son extension exacte n'a pas encore été déterminée.

Genre *AULOCYSTIS* Schlüter, 1885

Espèce-type : *Aulocystis cornigera* Schlüter, 1885,
par monotypie.

AULOCYSTIS sp.

Nous rapportons à *Aulocystis* une douzaine de spécimens, souvent fragmentaires, provenant essentiellement du niveau 211,60 mètres, mais aussi des niveaux 209,25, 211,40 et 212,25 mètres (fig. 7). Les sections aléatoires ne permettent pas d'étudier en détail la morphologie globale, mais il semble qu'il s'agisse de colonies encroûtant des rameaux de *Thamnopora* ou des débris de coquilles ; après un stade rampant plus ou moins développé, les polypierites s'incurvent et poursuivent une course redressée assez longue ; ils s'ouvrent en des calices profonds. Le diamètre des polypierites est compris entre 1,6 et un peu plus de 2,0 mm. Les parois, d'une épaisseur moyenne voisine de 0,20 mm, peuvent être localement réduites à 0,10 mm ou au contraire épaissies.

sies jusqu'à 0,30 mm, voire exceptionnellement 0,50 mm ; leur microstructure apparaît lamellaire. La fréquence et la taille des épines sont fort variables : les plus fortes atteignent 0,20 mm de longueur pour un diamètre proche de 0,03 mm, alors que certaines ne dépassent guère 0,10 mm de long ; elles sont fichées dans les parois ou s'appuient sur les planchers. Ces derniers, abondants et incomplets, présentent un profil complexe : tantôt très minces, tantôt épaissis jusqu'à plus de 0,20 mm, ils forment des vésicules convexes subhorizontales, souvent peu bombées, disposées sans ordre apparent, avec un espacement très inconstant ; l'incidence des coupes ne permet pas de reconnaître s'ils déterminent un syrinx.

Affinités

Deux espèces d'*Aulocystis* ont été récemment décrites du Dévonien moyen d'Allemagne par Byra (1983) et Birenheide (1985) ; la première, *A. cornigera* Schlüter, 1885, espèce-type du genre, est caractérisée par des polypierites d'un diamètre moyen de 5 mm, alors que les polypierites de la seconde, *A. reptans* Birenheide, 1985, atteignent 8 mm, avec une moyenne de 6 mm. Les deux espèces semblent donc fort proches, d'autant qu'elles ne sont représentées chacune que par deux spécimens et que leur variabilité reste par conséquent mal connue.

Notre espèce se distingue des deux précédentes par ses polypierites nettement plus étroits ; elles ont en commun l'habitus mi-rampant, mi-dressé, les planchers abondants et les épines irrégulièrement distribuées.

Deux espèces, *Aulocystis jurkovicensis* (Stasinska, 1974) et *Aulocystis* ? sp., ont été décrites récemment dans le Dévonien du Boulonnais par Mistiaen (1988 b, p. 212-214). Les colonies de Nieuwkerke se rapprochent davantage d'*Aulocystis* ? sp. par leurs petites dimensions ; l'absence de spécimens dégagés et de sections correctement orientées dans notre matériel de sondage empêche toutefois une identification complète.

Les deux espèces du Frasnien de Pologne, décrites par Stasinska & Nowinski (1978) et par Kulicka & Nowinski (1983) sous le nom d'*A. tikhyi* Sokolov, 1952 et d'*A. tykhyiformis* Stasinska & Nowinski, 1978, se rapprochent plus de nos spécimens par les dimensions de leurs polypierites ; elles montrent cependant des planchers beaucoup plus redressés, en longues vésicules accolées aux parois ; de plus, la microstructure des parois, où une zone lamellaire succède à une zone périphérique fibreuse, ne se retrouve pas chez les colonies de Nieuwkerke. On ne connaît de l'espèce *A. skalensis* (Stasinska, 1974) du Givétien de Skaly en Pologne que l'aspect externe, ce qui empêche toute comparaison précise avec notre matériel.

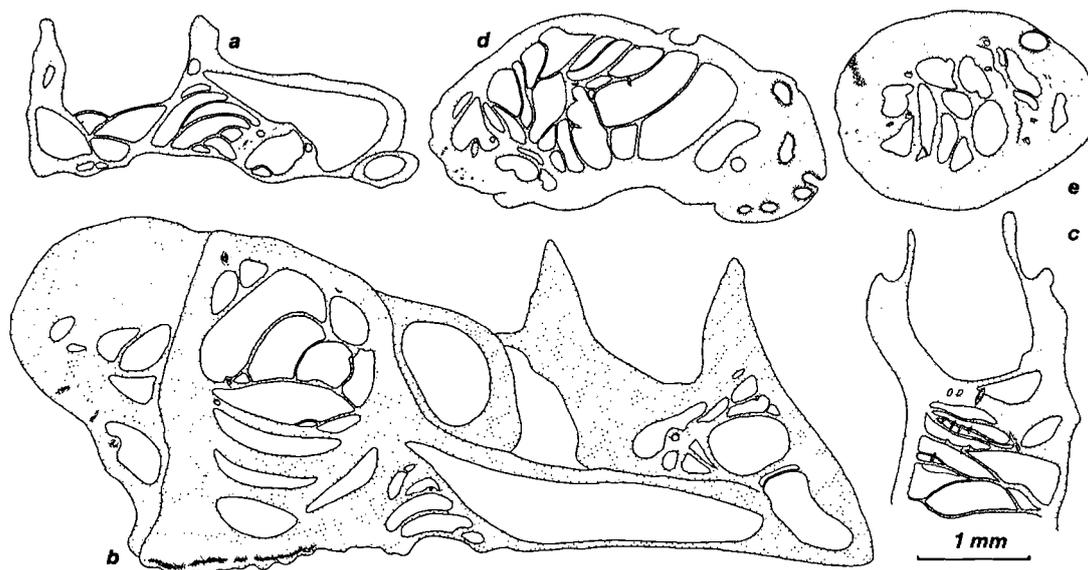


Fig. 7. — *Aulocystis* sp. — Sondage de Nieuwkerke (lame UCL.16958) à 211,60 m.
a, b : Sections à travers les stades rampants et le début des stades redressés. —
c : Section longitudinale dans un stade redressé. —
d, e : Sections transversales, légèrement obliques, dans des stades redressés.

Fig. 7. — *Aulocystis* sp. — Nieuwkerke borehole (lame UCL.16958) at 211,60 meters.
a, b : Sections through reptant stages and the beginning of erected stages. —
c : Longitudinal section through an erected stage. —
d, e : Transverse sections, sometimes slightly oblique, through erected stages.

De très nombreuses espèces du Dévonien moyen d'Amérique du Nord ont été attribuées au genre *Aulocystis* ou à ses synonymes probables *Ceratopora* Grabau, 1899 et *Grabaulites* Sokolov, 1962 ; les descriptions désuètes et les figurations insuffisantes de la plupart d'entre elles empêchent de s'y référer.

Enfin, l'espèce décrite par Dubatolov (1969, p. 122, Pl. LXVII, fig. 1) sous le nom de *Grabaulites dubovicovi* Dubatolov, 1969, du Dévonien inférieur du Nord-Est de l'U.R.S.S., présente des paramètres comparables à ceux de nos spécimens, mais la partie redressée des polypières y est beaucoup plus développée.

Répartition géographique et stratigraphique

D'après Birenheide (1985, p. 123), les représentants typiques du genre sont mésodévonien ; les deux espèces décrites en Allemagne sont givétien. Mistiaen (1988 b) a reconnu récemment le genre dans le Givétien et le Frasnien du Boulonnais.

En dehors de l'Europe occidentale, le genre est largement répandu dans le Dévonien moyen d'Amérique du Nord ; quelques occurrences ont été signalées dans le Dévonien inférieur et moyen d'U.R.S.S., ainsi que dans le Frasnien de la Pologne et de la Plate-Forme Russe.

Genre *DENDROPORA* Michelin, 1846

Espèce-type : *Dendropora explicita* Michelin, 1846, par monotypie.

DENDROPORA EXPLICITA Michelin, 1846

- * 1846 - *Dendropora explicita* n. - Michelin, p. 187, Pl. XLVIII, fig. 6.
- v.1981 - *Dendropora explicita* Michelin - Lafuste, p. 271-277, fig. 1-8, Pl. I, fig. 1-4, Pl. II, fig. 1-3.
- v.1988 a - *Dendropora explicita* Michelin - Mistiaen, p. 98, fig. 2-3.
- v.1989 - *Dendropora explicita* Michelin J.L.H., 1846 - Lafuste & Tourneur, p. 312-317, fig. 4-6, Pl. I, fig. 1-4, Pl. II, fig. 1-4.

Nous avons pu observer vingt et une sections transversales et quelques sections longitudinales ou obliques de ce petit polypier dans les lames minces taillées aux niveaux 211,40 et 211,60 m (fig. 8). L'espèce a été redécrite récemment à partir de nombreux spécimens des Synclinoria de Namur et de Dinant (Lafuste & Tourneur, 1989) ; le matériel de Nieuwkerke s'intègre parfaitement dans ces populations.

Il s'agit de petits rameaux, de section souvent ovalisée, au diamètre compris entre 0,3 et 0,7 mm (petit diamètre) ; les sections transversales caractéristiques sont constituées de quatre polypières, deux grands et deux petits en position opposée ; le diamètre des plus grands ne dépasse guère 0,3 mm. Les parois sont minces ou légèrement épaissies. Les planchers et les pores, difficiles à observer, semblent rares.

Répartition géographique et stratigraphique

L'espèce a été décrite initialement dans le Frasnien inférieur du Boulonnais ; le Néotype provient en effet de la partie inférieure du Membre des Pâtures, dans la Formation de Beaulieu (Brice in Lafuste & Tourneur, 1989) ; Mistiaen (1988 a) a trouvé récemment de nouveaux spécimens dans ces niveaux, ainsi que dans les Membres du Griset et de Couderousse de la Formation de Blacourt, d'âge givétien.

En Belgique, *D. explicita* se rencontre sporadiquement dans les Membres de Trois-Fontaines et du Mont d'Hairs, de la Formation de Charlemont, au bord sud du Synclinorium de Dinant, et dans la Formation de Nèvreumont au bord sud du Synclinorium de Namur et au bord nord du Synclinorium de Dinant.

Remerciements. — Nous tenons à présenter nos plus vifs remerciements à tous ceux qui nous ont permis de revoir les spécimens historiques dont ils assurent la conservation : le D^r H. Jaeger, M. J. Lafuste, le D^r A. Prieur, le D^r H. Remy et M. P. Sartenaer ; le D^r B. Mistiaen nous a communiqué avant leur publication les résultats de ses recherches sur les tabulés dévoniens du Boulonnais, ce dont nous le remercions bien sincèrement.

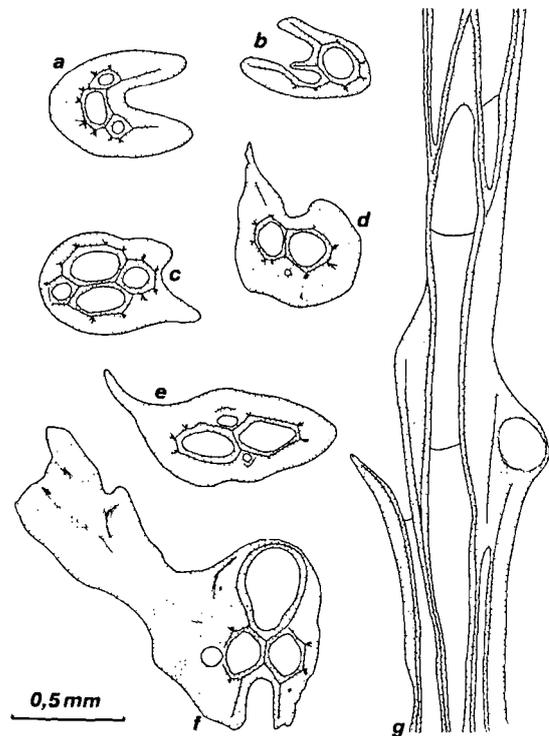


Fig. 8. — *Dendropora explicita* Michelin, 1846 — Sondage de Nieuwkerke (lame UCL.16958) à 211,60 m. a à f : Sections transversales de rameaux à trois ou quatre polypières, la dernière présentant une deuxième branche bifurquée. — g : Section longitudinale.

Fig. 8. - *Dendropora explicita* Michelin, 1846 — Nieuwkerke borehole (lame UCL.16958) at 211,60 meters. a-f : Transverse sections of branches with three or four corallites, the last one showing a second bifurcated branch. — g : Longitudinal section.

Références citées dans l'Annexe III

- 1) BARROIS C. (1882). — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. géol. Nord*, Lille, II (1), 3-360.
- 2) BLAINVILLE H. de (1830). — Zoophytes. *Dict. Sci. Nat.* 60, 1-546 ; Masson, Paris.
- 3) BYRA H. (1983). — Revision der von Cl. Schlüter (1880-1889) beschriebenen Chaetetida und Tabulata aus dem Rheinischen Devon. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, Frankfurt/Main, 59, 1-172.
- 4) COEN-AUBERT M., DEJONGHE L., CNUUDE C. & TOURNEUR F. (1986). — Etude stratigraphique, sédimentologique et géochimique de trois sondages effectués à Membach (Massif de la Vesdre). *Serv. géol. Belg., Prof. Pap.*, Bruxelles, 1985/10, n° 223, 1-57.
- 5) DUBATOLOV V.N. (1959). — Tabulés, Héliolitidés et Chaetétidés du Silurien et du Dévonien du Bassin du Kuznetsk (en russe). *Tr. V.N.I.G.R.I.*, Leningrad, 139, 1-293.
- 6) DUBATOLOV V.N. (1969). — Tabulés et biostratigraphie du Dévonien inférieur du Nord-Est de l'U.R.S.S. (en russe). *Akad. Nauk SSSR, Sibir. Ord., Tr. Inst. Geol. Geofiz.*, Moskva, 70, 1-76.
- 7) DUBATOLOV V.N. (1972). — Tabulés et biostratigraphie du Dévonien moyen et supérieur de Sibérie (en russe). *Akad. Nauk SSSR, Sibir. Ord., Tr. Inst. Geol. Geofiz.*, Moskva, 134, 1-184.
- 8) DUBATOLOV V.N., LIN B. & TCHI I.I. (1959). — Tabulés et Héliolitidés de la région de Hunor (en chinois). *Monogr. Inst. Geol. China (B)*, Peking, I, 1-67.
- 9) FLÜGEL H. (1963). — Das Steirische Randgebirge. Sammlung Geologischer Führer, *Gebrüder Borntraeger*, Berlin, 42, 1-153.
- 10) GOLDFUSS G.A. (1826-1833). — Petrefacta Germaniae. 252 p. ; Düsseldorf.
- 11) GUNIA T. (1962). — The fauna of limestone pebbles and the problem of the Witorzow conglomerate (Lower Silesia). *Ann. Soc. Géol. Pologne*, Krakow, 32 (4), 493-523.
- 12) HILL D. (1937). — The Permian corals of Western Australia. *J. Roy. Soc. West. Australia*, Perth, 23, 43-62.
- 13) HILL D. (1939). — Western Australian Devonian Corals in the Wade collection. *J. Roy. Soc. West. Austr.*, Perth., 25, 141-151.
- 14) HILL D. (1954). — Coral faunas from the Silurian of New South Wales and the Devonian of Western Australia. *Bull. Bur. Miner. Res.*, Dept. Nat. Devel. Australia, Canberra, 23, 1-51.
- 15) HLADIL (1984). — Tabulate corals of the genus *Thamnopora* Steinger from the Devonian of Moravia. *Vestn. Ustred. Ust. Geol.*, Praha, 59 (1), 29-39.
- 16) HOLWILL J.F.W. (1968). — Tabulate corals from the Ilfracombe Beds (Middle-Upper Devonian) of North Devon. *Paleontology*, London, 11 (2), 44-63.
- 17) KAYSER E. (1896). — Die fauna des Dalmanitensandsteins von Kleinfinden bei Giessen. *Schr. Ges. Bef. Naturw. Marburg.*, 13, 3-42.
- 18) KROPFISCH M. & SCHOUPE A. (1953). — Revision der Tabulaten aus dem Paläozoikum von Graz ; Theil I : Thamnoporen und Striatoporen. *Mitt. Naturw. Ver. Steiermark*, Graz, 83, 90-117.
- 19) KULICKA R. & NOWINSKI A. (1983). — The Devonian Tabulata of the Southern part of the Swietokrzyskie (Holy Cross Mts, Poland). *Acta Pal. Pol.*, Warszawa, 28 (3-4), 467-490.
- 20) LAFUSTE J. (1961). — Tabulata. In SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P., LAFUSTE J. & DURAND-DELGA M. — Madréporaires du Dévonien de Chénoua (Algérie). *Bull. Soc. géol. France*, Paris (VII), 3, 314-319.
- 21) LAFUSTE J. (1970). — Lames ultra-minces à faces polies. Procédé et application à la microstructure des Madréporaires fossiles. *C.R. hebd. Acad. Sci. Paris*, Série D, 270, 679-681.
- 22) LAFUSTE J. (1981). — Structure et microstructure de *Dendropora* Michelin, 1846 (Tabulata, Dévonien). *Bull. Soc. géol. France*, Paris (VII), 23 (3), 271-277.
- 23) LAFUSTE J. & TOURNEUR F. (1989). — *Dendropora* Michelin, 1846, et le nouveau genre dendroporimorphe *Senceliaepora* du Givétien et du Frasnien de la Belgique et du Boulonnais (France). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 4^e sér., 10, Sect. C, n° 4, 307-341.
- 24) LECOINTRE G. (1933). — Etude stratigraphique de la région comprise entre Rabat et Tiflet (Schoul et ait Belkassem). *Notes Serv. Mines, carte géol. Maroc*, Mâcon, 28, 9-52.
- 25) LECOMPTE M. (1936). — Révision des Tabulés dévoniens décrits par Goldfuss. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, Bruxelles, 75, 1-112.
- 26) LECOMPTE M. (1939). — Les Tabulés du Dévonien moyen et supérieur du bord sud du Bassin de Dinant. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, Bruxelles, 90, 1-229.
- 27) MANSUY H. (1912 a). — Etude géologique du Yun-nan oriental. II^e partie : Paléontologie. *Mém. Serv. Géol. Indochine*, I (2), 1-146.
- 28) MANSUY H. (1912 b). — Mission du Laos. II. Mission Zeiss dans le Laos septentrional. Résultats paléontologiques. *Mém. Serv. Géol. Indochine*, I (4), 33-52.
- 29) MICHELIN J.L.H. (1840-1849). — Iconographie zoophytologique, description par localités et terrains des polypiers fossiles de France et pays environnants. 348 p. ; Bertrand, Paris.
- 30) MILNE-EDWARDS H. & HAIME J. (1851). — Monographie des polypiers fossiles des terrains paléozoïques. *Arch. Mus. Hist. Nat. Paris*, V, 1-502.
- 31) MILNE-EDWARDS H. & HAIME J. (1853). — A monograph of the British fossil corals. *Monogr. Pal. Soc. London*, IV, 211-244.
- 32) ORBIGNY A. d' (1850). — Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. Tome I, 1-349 ; Masson, Paris.
- 33) PEL J. & LEJEUNE M. (1975). — Le Givétien de Givet (coupe du Mont d'Hairs). Livret-guide, Excursion C (Nord de la France et Belgique), 2^e Symp. Intern. Coraux et Récifs coralliens fossiles, Paris 1975, 1-9 ; Bruxelles.

- 34) QUENSTEDT F.A. (1852). — Handbuch der Petrefaktenkunde. 1-792 ; Leipzig.
- 35) QUENSTEDT F.A. (1881). — Petrefaktenkunde Deutschlands. VI. Korallen. Die Röhren- und Sternkorallen. 1-1093 ; Leipzig.
- 36) SANDBERGER G. & SANDBERGER F. (1850-1856). — Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. 1-564 ; Wiesbaden.
- 37) SCHLOTHEIM E.F. von (1820). — Die Petrefaktenkunde auf ihren jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung... 1-437 ; Gotha.
- 38) SCHLÜTER Cl. (1885). — Neue Korallen aus dem Mitteldevon der Eifel. *Verhandl. Naturhist. Ver. Preuss. Rheinl. Westf.*, Bonn, Jg. XLII, 6-13.
- 39) SCHLÜTER Cl. (1889). — Anthozoen des Rheinischen Mittel-Devon. *Geol. Special-Karte Preuss. Thüring. Staaten Abh.*, Berlin, 8 (4), 261-465.
- 40) SMITH S. (1945). — Upper Devonian corals of the Mackenzie River region, Canada. *Geol. Soc., Amer.*, Spec. Pap., Baltimore, 59, 1-126.
- 41) SOKOLOV B.S. (1952). — Tabulés paléozoïques de la partie européenne de l'U.R.S.S. Partie IV : Dévonien de la Plate-Forme Russe et de l'Oural occidental (en russe). *Tr. V.N.I.G.R.I.*, Leningrad-Moskva, n.s., 62, 1-292.
- 42) STASINSKA A. (1974). — On some Devonian Auloporida (Tabulata) from Poland. *Acta Pal. Pol.*, Warszawa, 19 (2), 265-280.
- 43) STASINSKA A. & NOWINSKI A. (1978). — Frasnian Tabulata of South-Eastern Poland. *Acta Pal. Pol.*, Warszawa, 23 (2), 199-218.
- 44) TERMIER H. & TERMIER G. (1978). — Anatomie et parentèle des Tabulés référables aux Spongiaires Ischyrosponges. *C.R. Acad. Sci. Paris, série D*, 284, 1159-1161.
- 45) TONG-DZUY T. (1967). — Les Coelentérés du Dévonien du Viet Nam : Partie I. Les coraux tabulatomorphes du Dévonien au Nord Viet Nam. *Acta Sci. Vietnamicarum, sect. sci. biol. géogr. géol.*, Hanoi, 3, 1-304.
- 46) TOURNEUR F. (1986). — Microstructure des genres *Thamnopora* Steininger 1831 et *Lecomptopora* nov. gen., Tabulés branchus de Dévonien moyen. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 303, série II, n° 13, 1255-1258.
- 47) VINASSA de REGNY P. (1901). — Trias-Tabulaten, Bryozoen und Hydrozoen aus dem Bakony. *Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Baltonsees*, Budapest, I (1), 1-22.
- 48) WEBBY B.D. (1964). — Devonian corals and brachiopods from Brendon Hills, West Somerset. *Palaeontology*, London, 7 (1), 1-22.
- 49) WHITE C.A. (1882). — Van Cleve's Fossil Corals. *11th Annual Rept Dept Geol. Natur. Hist. Indiana*, 376-401.
- 50) YANET F.E. (1972). — Chaetétidés et Tabulés. In KHODALEVICH A.I. (éd.). Coelentérés et brachiopodes des dépôts givétiens des pentes orientales de l'Oural (en russe). "Nedra", Moskva, 43-97.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

PLANCHE I. — Microfaciès du sondage de Nieuwkerke

PLATE I. — Microfacies of the Nieuwkerke borehole

Fig. A. — 227,50 m packstone silteux à umbelles ; quelques brèches et oolithes ; × 15.

Fig. A. — Silty packstone with umbellae ; some brecciae and ooids.

Fig. B. — 231,25 m : grainstone sableux à (micro) brèches (wackestones, cryptalgaires, packstones à péloïdes et umbelles), umbelles, bioclastes, péloïdes ; × 15.

Fig. B. — Sandy grainstone with (micro) brecciae (wackestones, cryptalgal, packstones with peloids and umbellae), umbellae, bioclasts, peloids.

Fig. C. — 203,25 m : wackestone silto-argileux à crinoïdes, brachiopodes, fénestelles ; × 15.

Fig. C. — Muddy to silty wackestone with crinoids, brachiopods, fenestellids.

PLANCHE II. — Brachiopodes (A) et miospores (B) du sondage de Nieuwkerke

PLATE II. — Brachiopods (A) and miospores (B) of the Nieuwkerke borehole

Les coordonnées des miospores dans les préparations sont celles du repéreur England Finder. Tous les spécimens de miospores figurés sont × 500.

The miospores locations in the slides are based on England Finder graticules. All the miospores figured specimens × 500.

Fig. 1. — *Rhysochonetes* cf. *douvillei* (Rigaux, 1892) ; niveau 202 m ; valve pédonculaire incomplète. Gr. = 8.

Fig. 1. — Incomplete pedicle valve.

Fig. 2. — *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux, 1908) ; niveau : 200,75 m ; valve pédonculaire. Gr. nat.

Fig. 2. — Pedicle valve.

Fig. 3. — cf. *Eodmitria supradisjuncta boloniensis* Brice, 1982 ; niveau : 175 m ; valve brachiale incomplète. Gr. nat.

Fig. 3. — Incomplete brachial valve.

Fig. 4. — *Apousiella* ? sp. ; niveau : 178,75 m ; valve brachiale incomplète. Gr. = 5.

Fig. 4. — Incomplete brachial valve.

Fig. 5-7. — *Samarisporites triangulatus* Allen, 1965.

5. - Lame 235,00 (1) : J 40 ;

6. - Lame 230,30 (1) : L. 34 ;

7. - Lame 223,40 (1) ; H 49³.

Fig. 8. — *Perotrilites ergatus* Allen, 1967 ; lame 223,40 (1) : Y 16¹.

Fig. 9. — *Ancyrospora ancyrea* Richardson var. *ancyrea* Richardson, 1963 ; lame 177,50 (1) : T 31⁴.

Fig. 10. — *Corystisporites multispinosus* Richardson, 1965 ; lame 191,00 (1) : M 38.

Fig. 11. — *Geminospira lemurata* (Balme) Playford, 1983 ; lame 223,40 (2) : X N 35².

Fig. 12. — *Hystricosporites* sp. A in Becker et al., 1974 ; lame 223,40 (1) : X 18³.

Fig. 13. — *Dibolisporites* cf. *gibberosus* (Naumova) Richardson, 1965 ; lame 230,30 (1) : M 43³.

PLANCHE III. — Bryozoaires du sondage de Nieuwkerke

PLATE III. — Bryozoan of the Nieuwkerke borehole

Fig. 1. — Fistuliporide branchu (Cystoporida, Fistuliporina, Fistuliporidae) ; niveau : 211,60 m ; section sublongitudinale du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 1. — Sublongitudinal section of the zoarium.

Fig. 2. — *Idem* ; section tangentielle du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 2. — Tangential section of the zoarium.

Fig. 3. — Fistuliporide encroûtant (Cystoporida, Fistuliporina, Fistuliporidae) ; niveau : 211,60 m ; section subtransverse avec reprises de croissance ; objet encroûté non conservé (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 3. — Subtransverse section of the zoarium ; unpreserved substrate.

Fig. 4. — Trépostome encroûtant une valve de brachiopode (Trepostomida) ; niveau : 211,65 m ; section transverse du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 4. — Transverse section of the zoarium.

Fig. 5. — Leioclémidé branchu (Trepostomida, Halloporina, Heterotrypidae) ; niveau : 211,40 m ; section longitudinale du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 5. — Longitudinal section of the zoarium.

Fig. 6. — Leioclémidé ? branchu (Trepostomida, Halloporina, Heterotrypidae) ; niveau : 211,60 m ; section transversale du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 6. — Transverse section of the zoarium.

Fig. 7. — *Leptotrypa* sp. (Trepostomida, Amplexoporina, Atactotoechidae) ; niveau : 211,75 m ; zoarium encroûtant ; lame basale conservée mais substrat remplacé par de la sparite (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 7. — Encrusting zoarium : basal lamina preserved, substrate replaced by sparry calcite.

Fig. 8. — *Idem* ; détail d'un autre zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 8. — Detail of an other zoarium.

Fig. 9. — *Petalotrypa* sp. (Trepostomida, Amplexoporina, Amplexoporidae) ; niveau : 211,75 m ; section transverse du zoarium : mésothèque et autozoécies pourvues de diaphragmes (LPNA). Gr. = 50.

Fig. 9. — Transverse section of the zoarium : mesotheca and autozoecia with diaphragms.

Fig. 10. — Fénestellide (Cryptostomida, Fenestellina, Fenestellidae) ; niveau : 211,60 m ; section transversale du zoarium ; épaissement de la paroi dorsale (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 10. — Transverse section of the zoarium ; thickening of the dorsal wall.

Fig. 11. — Fénestellide (Cryptostomida, Fenestellina, Fenestellidae); niveau : 211,60 m; section longitudinale du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 11. — *Longitudinal section of the zoarium.*

Fig. 12. — Rhabdomésidé (Cryptostomida, Rhabdomesina, Rhabdomesidae ?); niveau : 211,60 m; section tangentielle du zoarium (LPNA). Gr. = 20.

Fig. 12. — *Tangential section of the zoarium.*

PLANCHE IV. — Rugueux du sondage de Nieuwkerke

PLATE IV. — *Rugosa of the Nieuwkerke borehole*

Tous les spécimens sont représentés au grossissement $\times 3$. Les photographies ont été réalisées à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique à Bruxelles par M. Coen-Aubert et G. Van der Veken.

All the specimens are figured at the magnification $\times 3$. The photographs have been made at the Institut royal des Sciences naturelles de Belgique at Brussels by M. Coen-Aubert and G. Van der Veken.

Fig. 1. — *Disphyllum* sp.; I.R.Sc.N.B. N° a 2666; sondage de Nieuwkerke à 211,60 m; section transversale.

Fig. 1. — *Transverse section.*

Fig. 2 à 11. — *Disphyllum virgatum* (Hinde, 1890)

2-3. - I.R.Sc.N.B. N° a 2667; sondage de Nieuwkerke à 214,50 m; sections transversale et longitudinale.

2-3. - *Transverse and longitudinal sections.*

4-5. - I.R.Sc.N.B. N° a 2668; sondage de Nieuwkerke à 215 m; sections transversale et longitudinale.

4-5. - *Transverse and longitudinal sections.*

6-7. - I.R.Sc.N.B. N° a 2669; Sourd d'Ave, Wellin MC-1983-6-Z765; sections transversale et longitudinale.

6-7. - *Transverse and longitudinal sections.*

8. - I.R.Sc.N.B. N° a 2670; Haute Roche à Dourbes, Olloy MC-1983-4-Z575; section transversale.

8. - *Transverse section.*

9. - I.R.Sc.N.B. N° a 2671; Sourd d'Ave, Wellin MC-1983-6-Z764; section transversale.

9. - *Transverse section.*

10-11. - I.R.Sc.N.B. N° a 2672; Haute Roche à Dourbes, Olloy MC-1983-4-Z574; sections transversale et longitudinale.

10-11. - *Transverse and longitudinal sections.*

Fig. 12. — Lectotype, spécimen R 2268 du British Museum (Natural History) à Londres en Grande-Bretagne. Section transversale.

Fig. 12. — *Lectotype, specimen R 2268 from the British Museum (Natural History) in London, Great-Britain. Transverse section.*

PLANCHE V. — Tabulés

PLATE V. — *Tabulata*

Thamnopora polyforata (Schlotheim, 1820)

Fig. 1, 3, 5, 8. — Lectotype de *Thamnopora dubia* (de Blainville, 1830); Dévonien moyen ou supérieur; Eifel ou Bergisches Land, Allemagne; collection G.A. Goldfuss n° 259i Rhein. Friedrich-Wilhelms-Universität, Museum für Paläontologie, Bonn, R.F.A.

Fig. 1, 3, 5, 8. — *Lectotype of Thamnopora dubia (de Blainville, 1830). Middle or Upper Devonian; Eifel. Germany.*

1. - Aspect externe, avec les quelques rameaux englobés dans le développement d'un *Alveolites suborbicularis*. (Gr. nat.).

1. - *External aspect, with several branches included in the growth of an Alveolites suborbicularis.*

3. - Section transversale (Gr. = 7), à la périphérie mal conservée.

3. - *Transverse section, with badly preserved periphery.*

5. - Section longitudinale (Gr. = 7).

5. - *Longitudinal section.*

8. - Détail de l'aspect externe (Gr. = 4), aux calices écartés, obliques.

8. - *Detail of the external aspect, with oblique, broadly separated calices.*

Fig. 2, 4, 6, 7. — Lectotype de *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820); Givétien ou Frasnien probable; Eifel ou Bergisches Land, Allemagne; collection E.F. von Schlotheim n° C.84, Museum für Naturkunde, Humboldt Universität, Berlin, R.D.A.

Fig. 2, 4, 6, 7. — *Lectotype of Thamnopora polyforata (Schlotheim, 1820); Givetian or Frasnian, probably; Eifel or Bergisches Land, Germany.*

2. - Aspect externe du rameau entouré par l'*Alveolites suborbicularis* (Gr. nat.).

2. - *External aspect of the branche included in an Alveolites suborbicularis.*

4. - Section transversale (Gr. = 7).

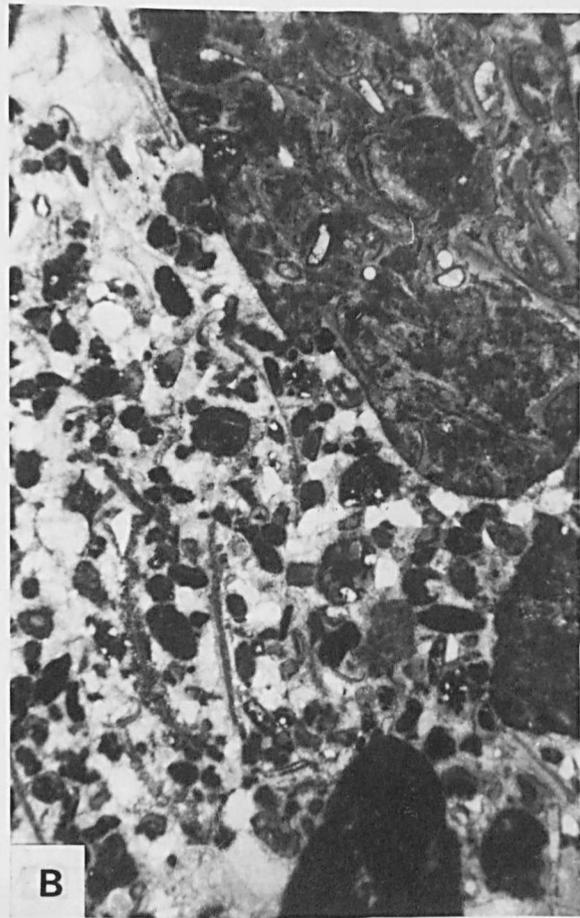
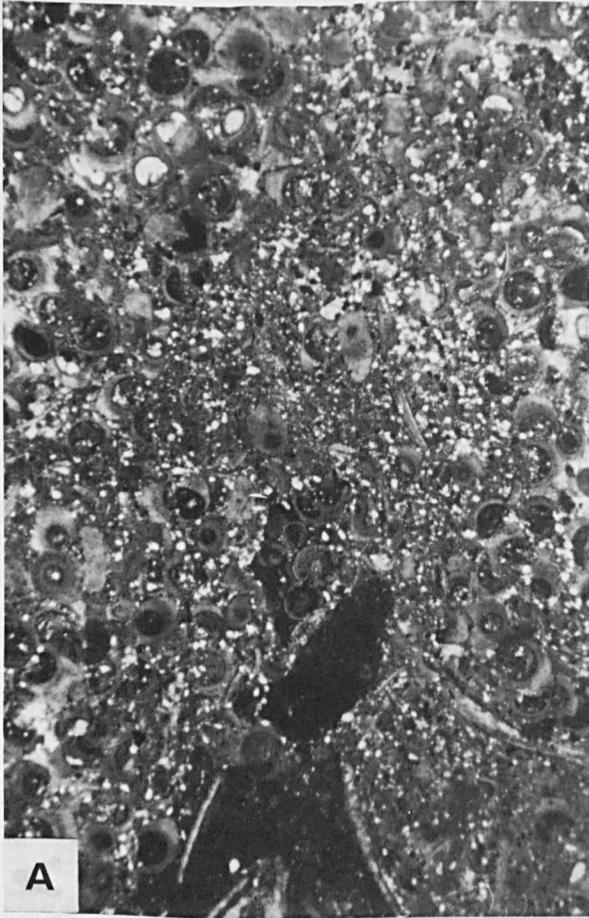
4. - *Transverse section.*

6. - Section longitudinale (Gr. = 7).

6. - *Longitudinal section.*

7. - Détail de l'aspect externe (Gr. = 4).

7. - *Detail of the external aspect.*



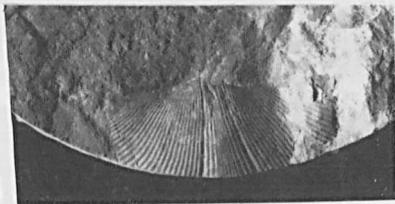
2 mm



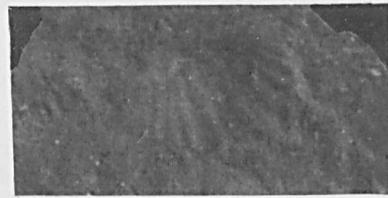
1



2

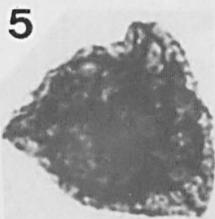


3

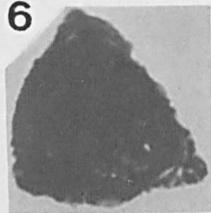


4

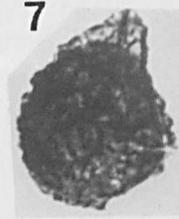
A



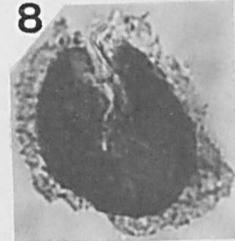
5



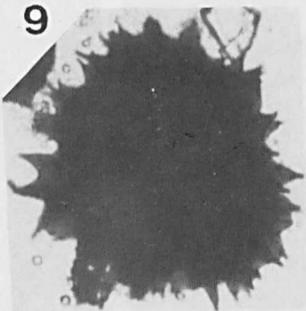
6



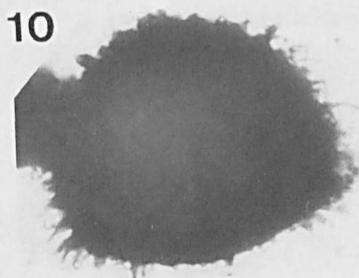
7



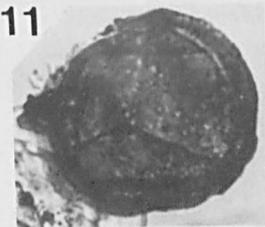
8



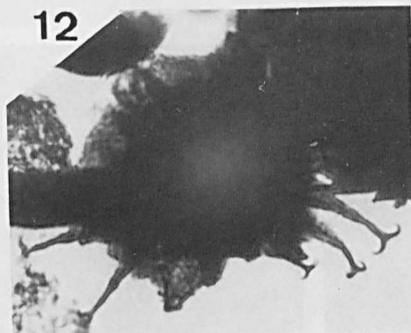
9



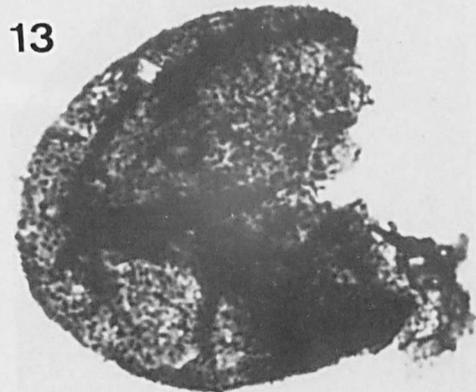
10



11

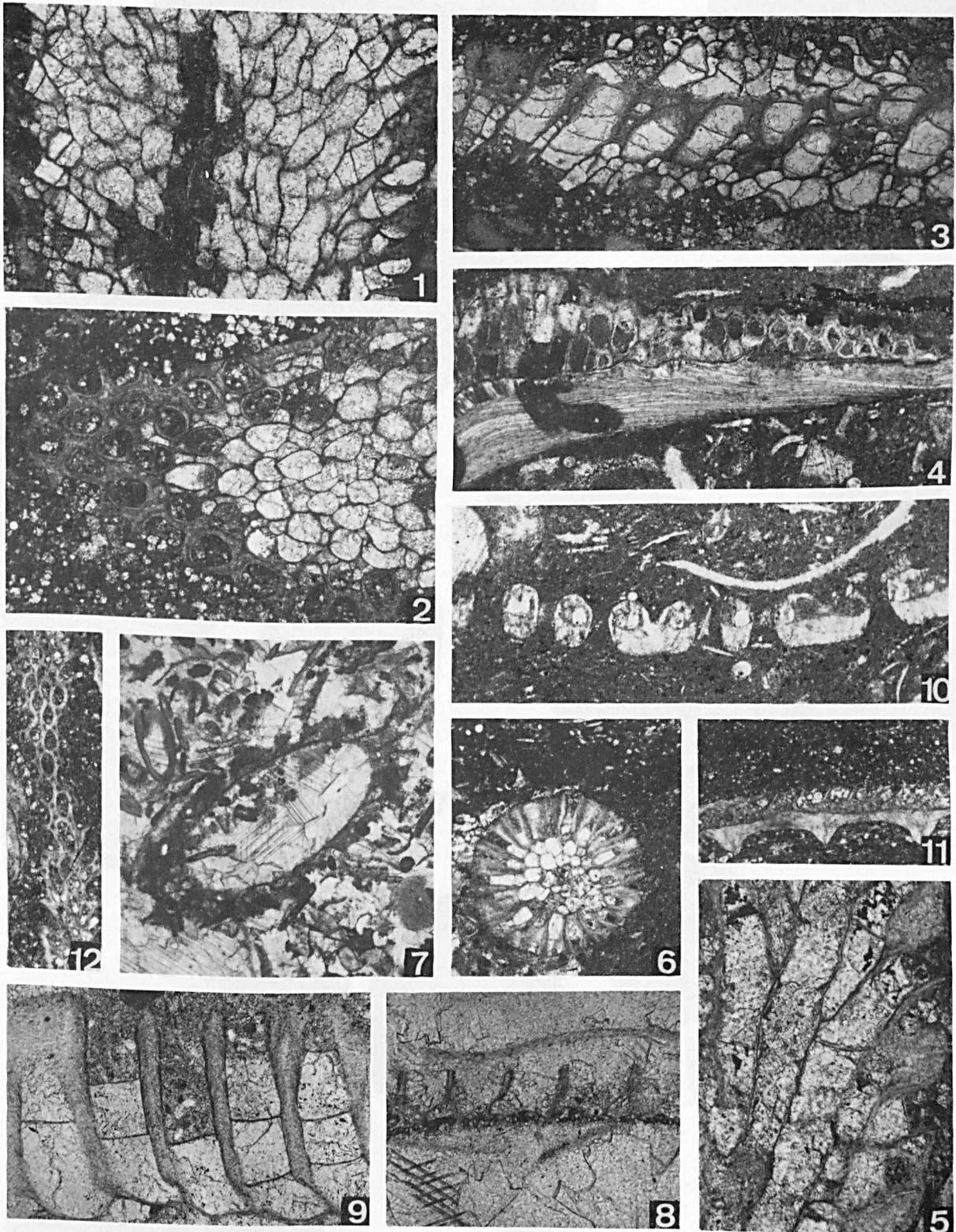


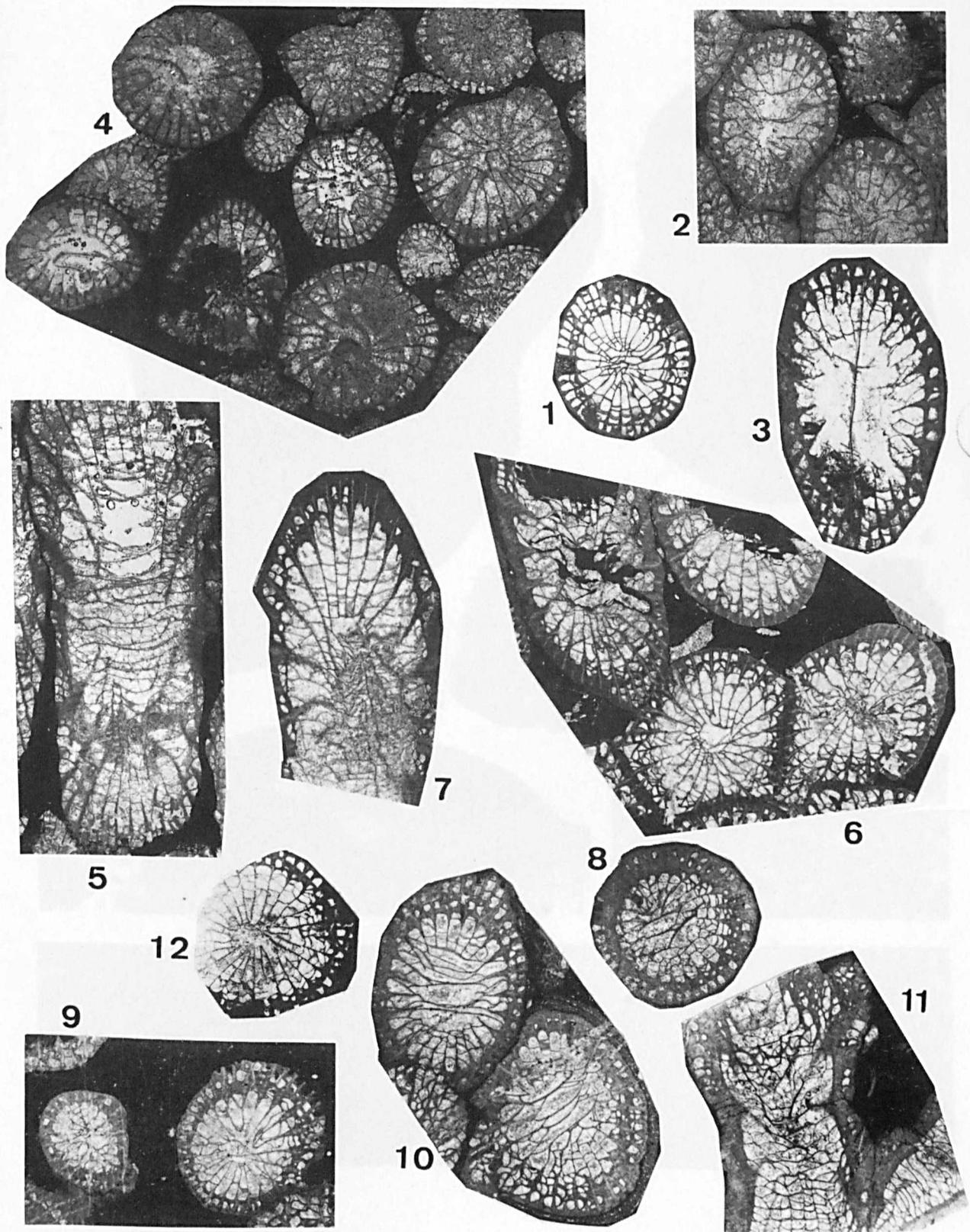
12

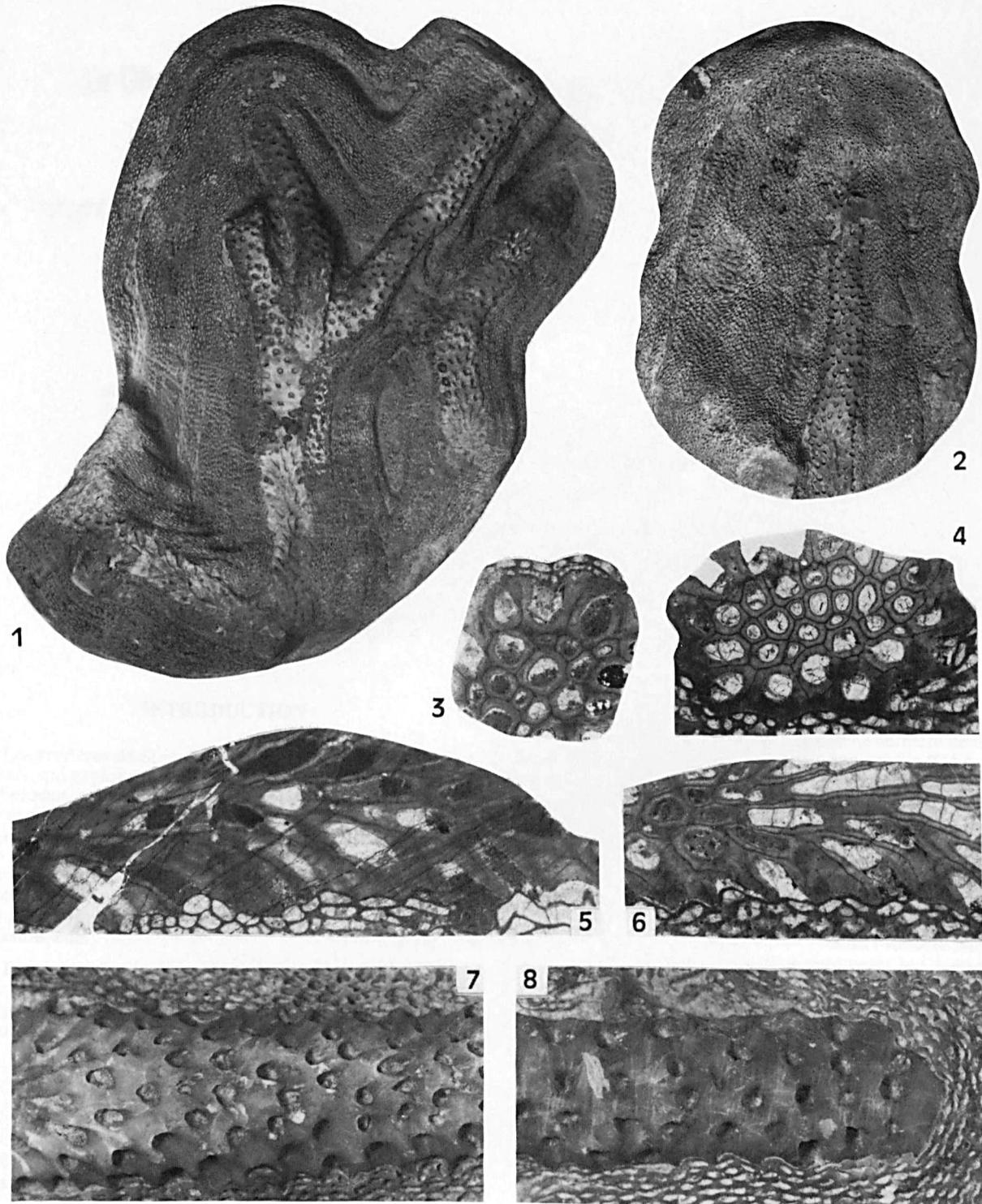


13

B







Le Givétien supérieur (Dévonien) à Ferques (Boulonnais - France) : Observations nouvelles

Upper Givetian (Devonian) in Ferques area (Boulonnais - France) new data

par Denise BRICE (*), Bruno MILHAU (*), Bruno MISTIAEN (**),
Jean-Claude ROHART (***) et Jean-Pierre VIDIER (****)

Résumé. — Après un rappel des connaissances sur le Givétien supérieur à Ferques, les auteurs décrivent de nouveaux affleurements situés à l'Ouest de la carrière du Banc Noir. Les faunes de Stromatopores, de Tabulés, de Rugueux, de Brachiopodes, d'Ostracodes et la lithologie permettent d'établir des corrélations précises entre les affleurements givétiens du sommet des carrières du Banc Noir et du Griset, les nouveaux affleurements et ceux de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. Ils apportent la preuve qu'il y a bien continuité stratigraphique entre ces affleurements.

Abstract. — *In the Ferques inlier (Boulonnais), new Givetian outcrops occur on the west side of the Banc Noir quarry. The authors give a summary of previous works on the Upper Givetian of Ferques, especially exposed in the two large Griset and Banc Noir quarries and along the Caffiers-Ferques railway cut. They describe the new outcrops and give the distribution of the abundant gathered fauna (Stromatoporoidea, Tabulata, Rugosa, Brachiopoda and Ostracoda). Detailed correlations are established by lithological and numerous paleontological data. They emphasize the fact that a continuity does exist between the outcrops observed in the railcut and those previously observed at the top of the quarries.*

INTRODUCTION

Les carrières de Stinkal (anciennement carrières du Tarsintal), qui exploitent depuis plusieurs décennies le Givétien de Ferques, ont considérablement accru leur activité en liaison avec la mise en chantier de travaux régionaux liés au creusement de l'Eurotunnel sous la Manche. Au cours des derniers mois, l'activité s'est particulièrement développée dans la carrière du Banc Noir. La fig. 1 montre l'évolution du contour de celle-ci depuis 1949 et son extension rapide vers l'Ouest depuis 1987, mettant à jour de nouveaux affleurements.

Il nous semble intéressant de les décrire car ils permettent, par leur lithologie et leur contenu paléontologique, de raccorder les affleurements discontinus précédemment connus [Brice et al., 1976, 1979 ; Brice (éd.), 1988].

Avant d'aborder la question de la présence du Givétien supérieur à Ferques, il est utile de rappeler la dernière décision de la Commission Internationale de Stratigraphie (C.I.S.) au sujet de la limite Givétien-Frasnien et ses conséquences en Ardenne et dans le Boulonnais. Lors du Congrès Géologique International à Moscou, en 1987, l'Union Internationale des Sciences Géologiques a ratifié la décision de la C.I.S. de fixer la limite inférieure du Dévonien supérieur à la base de la Zone inférieure à *Polygnathus asymmetricus*, marquée par l'apparition du Conodonte *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba*. Suite à cette décision, la Formation de Fromelennes ainsi que l'extrême base du Groupe de Frasnes (Membre inférieur de la Formation de Nismes) représentent le Givétien supérieur en Ardenne. La limite Givétien-Frasnien se trouve donc dans la Formation de Nismes. A Ferques, cette limite se situe, d'après les Conodontes, près de la base de la Formation de Beaulieu, dans le Membre de Cambresèque entre

(*) Faculté Libre des Sciences, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex et URA 1365 du CNRS.

(**) Faculté Libre des Sciences et Institut Supérieur d'Agriculture, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex et URA 1365 du CNRS.

(***) Faculté Libre des Sciences, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex.

(****) Rue du Calvaire, PN 82, Coulogne 62100 Calais.

Note présentée le 1^{er} juin 1988 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 1^{er} mars 1989.

le terme a (= Calcaire de la Cédule de Gosselet, 1880) et le terme b, sans qu'on puisse la localiser avec précision étant donné l'existence d'un hiatus à ce niveau.

I. — HISTORIQUE

Rigaux (1892, p. 8) est le premier auteur à avoir décrit, du Boulonnais, des terrains dévoniens susceptibles d'être rapportés au Givétien supérieur (au sens actuel du terme). Il désigne sous le nom de « Calcaire Bastien, un calcaire foncé, dur, épais d'une dizaine de mètres dont la faune... (est) très pauvre... » puis, en 1908 (p. 6), il rapporte ce même « Calcaire Bastien » et une vingtaine de mètres de « Schistes » sous-jacents au Givétien supérieur. Sa limite Givétien-Beaulien est proche de la conception actuelle de la limite Givétien-Frasnien.

Entre 1908 et 1976, les auteurs ne semblent pas avoir observé d'affleurement semblable en Boulonnais. Aucun ne reprend l'expression de Rigaux ; seul Robinson (1920) en parle pour contester l'existence des « Schistes et Calcaire Bastien » de Rigaux qu'il interprète comme des couches répétées par faille.

Le Maître et Devos (1961, p. 762) considèrent que la partie supérieure du Calcaire de Blacourt visible à l'époque en carrières (Calcaire à Stringocéphales et peut-être banc à Murchisonies) est d'âge Givétien supérieur, « Gid vraisemblablement », tandis que « les Calcaires foncés en plaquettes » sus-jacents seraient déjà frasniens (pour ces auteurs, la limite Givétien-Frasnien est placée à la base de l'assise de Fromelennes). C'est la première fois que des auteurs s'interrogent sur la présence, à Ferques, de niveaux équivalents à l'assise de Fromelennes en Ardennes.

Le Maître et Magne (1964, p. 130), après avoir discuté de l'âge des niveaux situés au contact (faillé) du Calcaire de Blacourt et des Schistes de Beaulieu, attribuent un âge (« F2a » = Frasnien basal), donc plus récent que celui accordé par Le Maître et Devos (1961), à ces mêmes « Calcaires foncés en plaquettes », en raison de la présence d'une microfaune comprenant *Cryptophyllus* sp. 3 (Ostracode) associé à *Umbella* sp. (Foraminifère). Ils concluent : « l'assise de Fromelennes ne peut être distinguée (à Ferques), elle se confond avec les bancs du Givétien terminal ». Magne (1964, p. 85), s'appuyant sur des données sédimentologiques et les mêmes composants micropaléontologiques, écrit à propos de l'assise de Fromelennes en Ardenne : « cette formation constitue l'équivalent latéral du sommet du Calcaire de Blacourt... ».

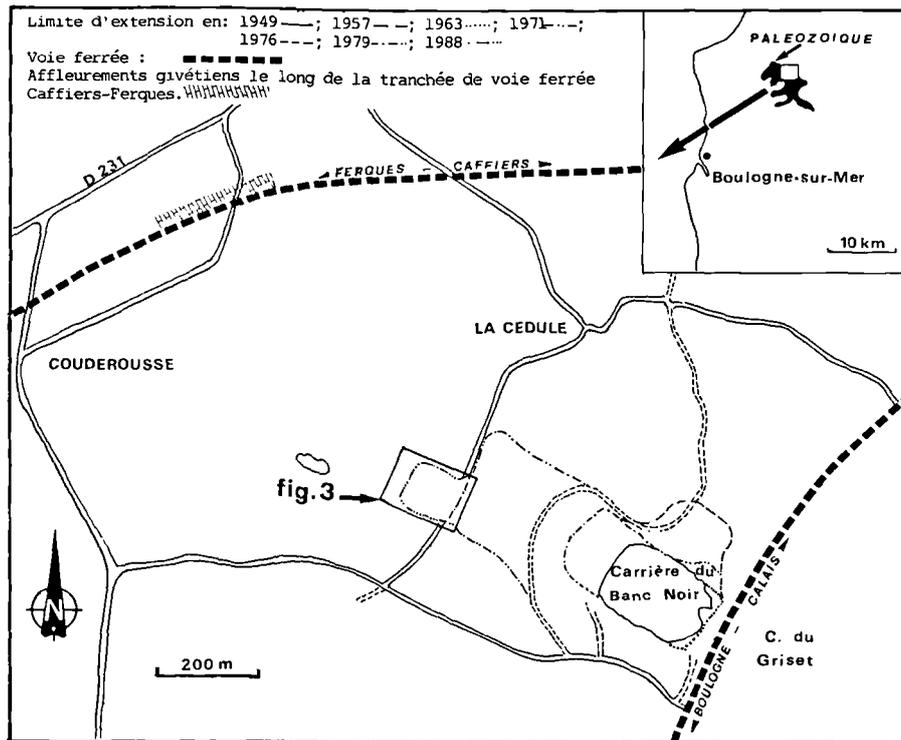


Fig. 1. — Limites successives d'extension de la carrière du Banc Noir, d'après les photos aériennes de 1949 à 1988.

Fig. 1. — Banc Noir quarry. Successive extensions from 1949 to 1988, according to aerial photographs.

En 1975, le creusement de la voie ferrée Caffiers-Ferques met à jour de nouveaux affleurements, nommés x, différents lithologiquement et paléontologiquement des affleurements visibles en carrières, placés provisoirement à la partie supérieure du "Calcaire de Blacourt" (Brice et al., 1977, p. 141) carrières. Dans cet ensemble les auteurs reconnaissent :

— un niveau récifal, au-dessus des niveaux K, L, M, repérés au sommet des carrières du Banc Noir et du Griset qui ont livré des constructeurs ;

— un niveau x2 de "calcaires argileux et de marnes" assez riches en Brachiopodes et en Bryozoaires ;

— près du sommet, un niveau x3 riche en *Scoliopora* (Tabulés).

Brice et al. (1976) nomment l'ensemble x "Calcaire de Blacourt terminal". En s'appuyant sur les Conodontes, Bultynck (in Brice et al., 1976) conclut qu'une partie des affleurements, les niveaux H à J, peut être considérée comme un « équivalent latéral de la Formation de Fromelennes ». En outre, les auteurs émettent l'hypothèse (p. 153) que ces mêmes niveaux de la nouvelle coupe correspondent aux « Schistes et Calcaire Bastien » de Rigaux (1908). Le niveau G sous-jacent est situé, grâce aux Conodontes, « un peu plus bas que la base du Membre inférieur de la F. de Fromelennes, à Fromelennes ». Quant aux niveaux E et F, ils n'ont pas livré de Conodontes mais une faune abondante de constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Rugueux) qui diffère de celle observée au sommet des carrières du Banc Noir et du Griset (Mistiaen et Rohart in Brice et al., 1976) et appartient au sommet du Givétien moyen "Gid" (Rohart in Brice et al., op. cit.). Toutefois Lethiers (in Brice et al. op. cit., p. 139), s'appuyant sur les Ostracodes et les travaux de Magne (1964), considère que l'affleurement du Calcaire de Blacourt dans la nouvelle coupe (niveaux E, G à J) est grosso-modo identique à celui qui fut étudié par Magne dans les carrières Tarstinkal ». C'est pourquoi deux interprétations sont proposées :

1°) les niveaux E à J sont de même âge que ceux observables au sommet des carrières mais sous un faciès différent ;

2°) ces niveaux sont d'âge plus récent et se superposent aux affleurements des carrières ; dans ce dernier cas, un hiatus peut exister entre les affleurements des carrières et ceux de la voie ferrée Caffiers-Ferques.

Brice et al. (1979a) définissent, suivant la nomenclature internationale, les formations dévoniennes de Ferques. Ils distinguent dans la Formation de Blacourt trois membres, à savoir de bas en haut : Membre du Griset, Membre de Couderousse, Membre Bastien. Ils dessinent la série en considérant que les affleurements de la Formation de Blacourt de la voie ferrée de Caffiers-Ferques se superposent aux affleurements des carrières, le raccord demeurant douteux (fig. 2).

Milhau (1983), analysant les faunes d'Ostracodes du Givétien au sommet des carrières de Stinkal et dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, aboutit aux mêmes conclusions après avoir établi des corrélations extrêmement précises

entre le stratotype de la Formation de Fromelennes en Ardenne et les Membres Couderousse et Bastien, à Ferques.

Enfin, Brice, Milhau, Mistiaen et Rohart (in Brice éd., 1988) conservent la deuxième interprétation avancée en 1976.

II. — OBSERVATIONS NOUVELLES

Les nouveaux affleurements (fig. 1 et 3) étant vraisemblablement éphémères, leur étude a dû être conduite malgré certaines difficultés d'observation. En effet, on n'a pas pu lever une coupe continue, banc par banc, de toute la série exposée. Toutefois, les grands ensembles lithologiques ont été reconnus facilement (fig. 4), soit, localement, sur le front de taille ouest au fur et à mesure de son exploitation, soit, de manière plus continue, à la surface de la nouvelle découverte.

A) LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS, IMPORTANCE DU MATÉRIEL, ABONDANCE PAR NIVEAU.

L'altération des bancs en surface est favorable à la récolte des fossiles (constructeurs et Brachiopodes) généralement trouvés bien dégagés dans les niveaux 1, 3, 6, 10-14, 16.

Les niveaux 10 et 14 (fig. 3), très riches en organismes constructeurs affleurent largement ; ils ont fourni le matériel le plus abondant. Les Brachiopodes proviennent pour la plupart, des niveaux 6 et 12 pour les Stringocéphalides, du niveau 16 pour les Atrypacea et les Spiriferacea.

Par ailleurs un échantillonnage systématique a été réalisé en vue de la recherche des Ostracodes. La situation des échantillons étudiés (F-BN 1-4) est précisée sur la figure 4.

B) DESCRIPTION ET CORRÉLATIONS LITHOLOGIQUES.

Dans la partie nord de la nouvelle découverte, on observe d'Est en Ouest, en montant dans la série stratigraphique, les niveaux caractéristiques suivants :

- 1 - Un important niveau non stratifié, très riche en constructeurs, associés à de nombreuses Algues.
- 2 - Des bancs de calcaire riches en Murchisonies (Gastropodes).
- 3 - Un banc renfermant des constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Rugueux) généralement remaniés et imprégnés d'ozocérite.
- 4 - Des bancs de calcaires oolithiques.
- 5 - Une passée métrique nettement plus argileuse.
- 6 - Un ensemble calcaire en gros bancs massifs, épais de 2 m environ et localement subdivisé, renfermant de nombreux Stringocéphalides (Brachiopodes) très souvent désarticulés et associés à de nombreux constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Rugueux) généralement à l'état de débris.
- 7 - Une série de calcaires, en bancs décimétriques, dont certains contiennent des Murchisonies.
- 8 - Une série de calcaires très argileux, en petits bancs, parfois riches en Ambocoeliidés, fortement altérés à l'affleurement.

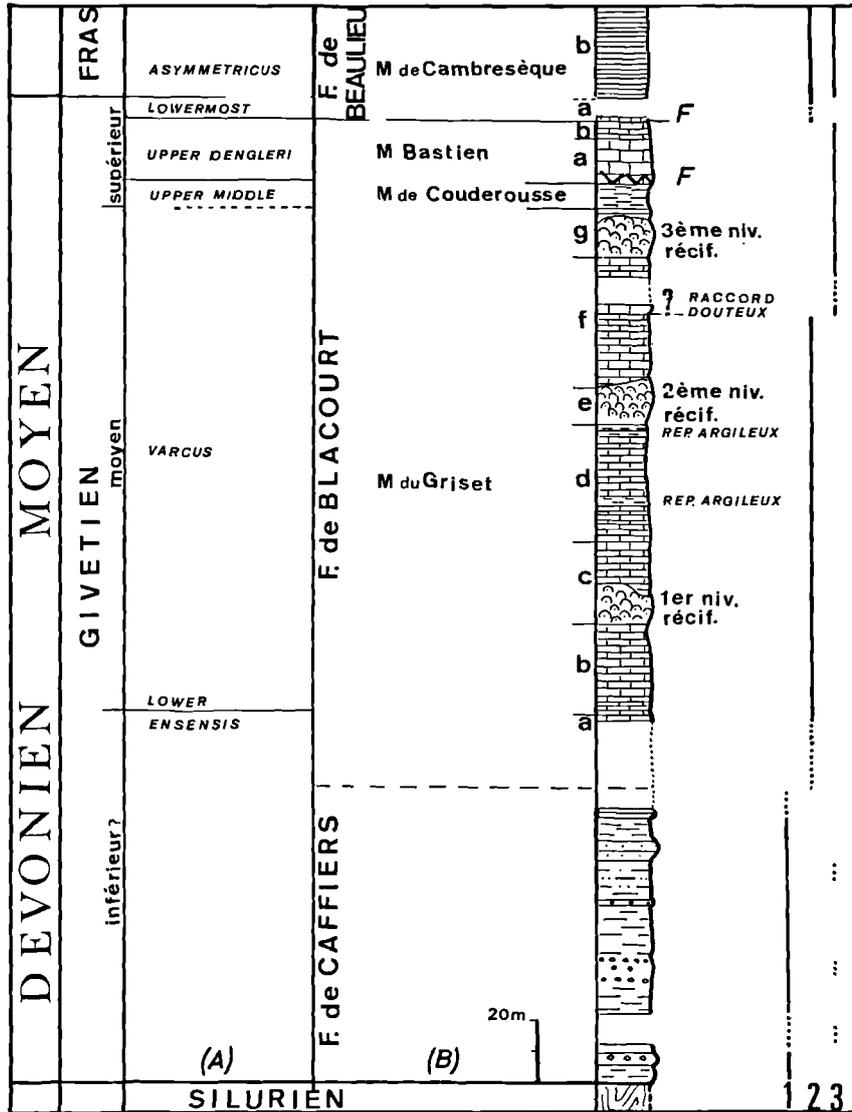


Fig. 2. — Série stratigraphique du Dévonien moyen de Ferques.
 A : Zones à Conodontes d'après Bultynck in Brice et al. (1979b) et Brice (1988a).
 B : Lithostratigraphie d'après Brice et al. (1979a).
 1 : Affleurements le long de la tranchée de voie ferrée Calais-Boulogne.
 2 : Affleurements dans les carrières de Stinkal (Banc Noir et Grisset).
 3 : Affleurements le long de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

Fig. 2. — Stratigraphical succession of the Middle Devonian from Ferques area.
 A : Conodont zones after Bultynck in Brice et al. (1979b) and Brice (1988a).
 B : Lithostratigraphy after Brice et al. (1979a).
 1 : Outcrops along the Calais-Boulogne railway cut.
 2 : Outcrops in the Stinkal (Banc Noir and Grisset) quarries.
 3 : Outcrops along the Caffiers-Ferques railway cut.

- 9 - Quelques bancs très riches en Rugueux solitaires.
- 10 - Un ensemble récifal non stratifié, épais de plusieurs mètres, extrêmement riches en constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Rugueux), massifs, lamellaires ou branchus.

Dans la partie sud de la découverte, moins favorable à l'observation, la série est répétée. On a pu y retrouver quelques niveaux caractéristiques : (niveau 11 = 3 ; niveau 12 = 6 ; niveau 13 = 9 ; niveau 14 = 10) surmontés par :

- 15 - Quelques mètres de calcaire.
- 16 - Des marnes calcaireuses renfermant de nombreux Brachiopodes Atrypidés et Spiriféridés.

La comparaison de ce lever avec les observations antérieures, effectuées dans les carrières du Banc Noir et du Gris et le long de la voie ferrée Caffiers-Ferques, permet d'établir les corrélations lithologiques suivantes (fig. 2 et 4).

- 1 = le deuxième niveau récifal, fig. 2, visualisé sur la figure 3 (= I Brice et al., 1977) ;
- 3 et 11 = niveau K (Brice et al., 1977) caractérisé par des constructeurs généralement remaniés ;
- 6 et 12 = niveau M (Brice et al., 1977) à Stringocephalidés associés à des constructeurs ;
- 10 et 14 = niveau x1 (Brice et al., 1977) ; = F (Brice et al., 1976) ; = troisième niveau récifal, fig. 2 ;

- 15 = niveau G (Brice et al., 1976) ;
- 16 = niveau x2 (Brice et al., 1977) ; = H (Brice et al., 1976) ; = Membre de Couderousse (Brice et al., 1979) et fig. 2.

C) REMARQUES TECTONIQUES

Les nouveaux affleurements observés sont découpés par de nombreuses failles dont f1, faille presque directionnelle située au contact des Formations de Blacourt et de Beaulieu, et f2 qui répète la série. Plusieurs autres failles sont visibles sur le front de taille orienté SW-NE ; certaines, à fort plongement nord (f'), ont des rejets décimétriques à métriques, d'autres, à faible plongement sud (f'', f''), semblent suivre localement les plans de stratification.

D) RÉSULTATS PALÉONTOLOGIQUES

1) Stromatopores

Trois niveaux des nouveaux affleurements ont livré une faune de Stromatopores abondante et diversifiée. Plus de 120 échantillons (188 coenostea) ont été récoltés. Au total, 27 espèces sont reconnues.

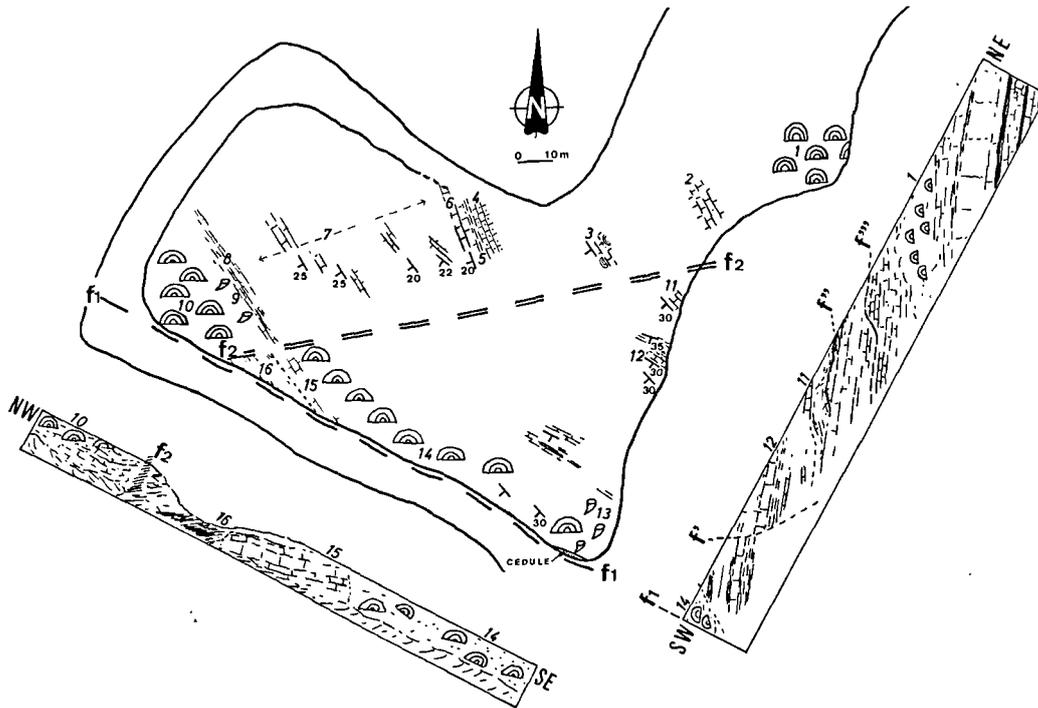


Fig. 3. — Nouveaux affleurements à l'Ouest de la carrière du Banc Noir. 1 à 16 = niveaux repérés. f = failles (Mêmes symboles que fig. 4).
 Fig. 3. — New outcrops at the Western part of the Banc Noir quarry. 1 to 16 = identified levels. f = faults (Same symbols as fig. 4).

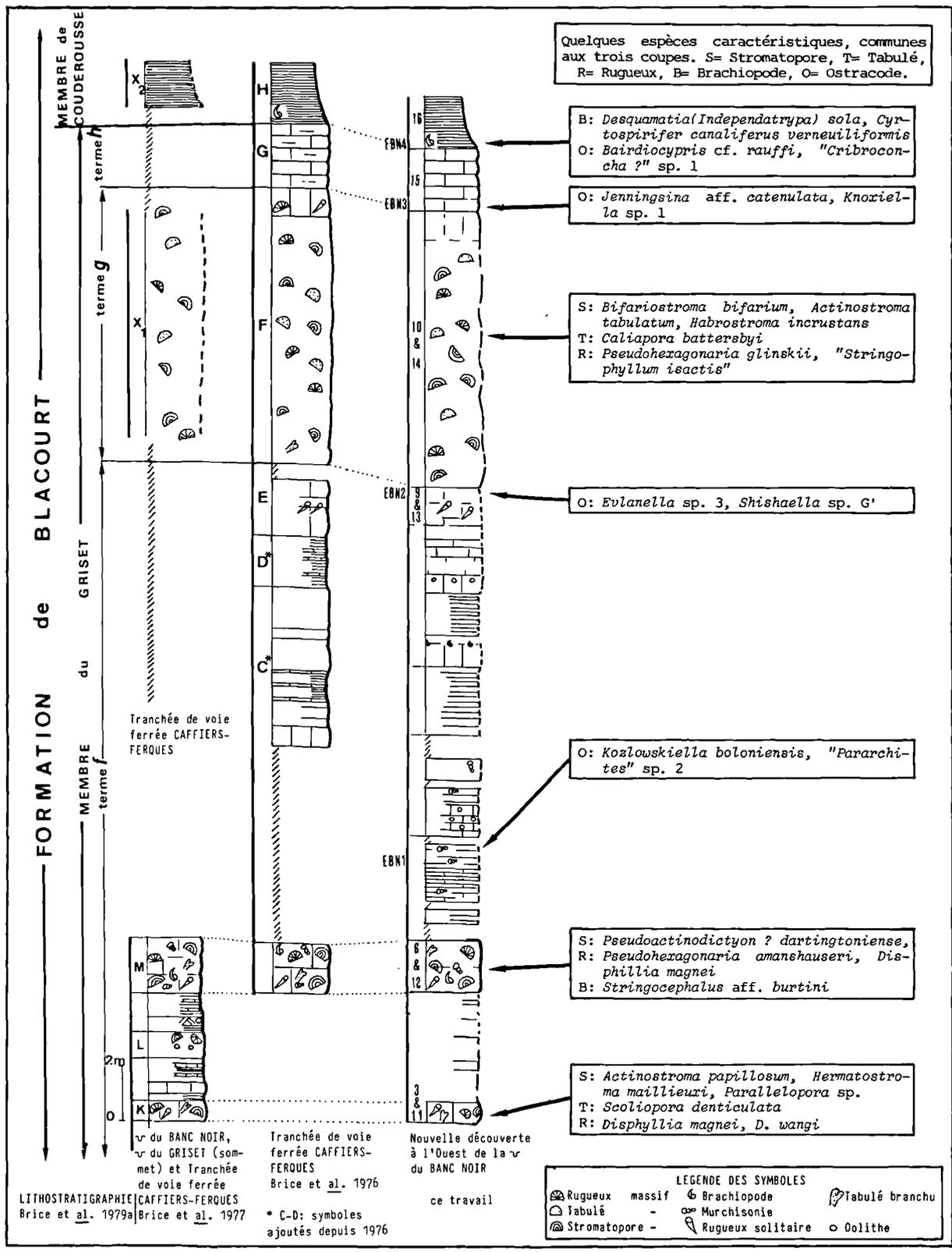


Fig. 4. — Corrélation entre les divers affleurements du Givétien supérieur à Ferques. 1 à 16 = niveaux repérés. EBN1 à EBN4 = échantillons à Ostracodes.

Fig. 4. — Correlations between the different upper Givetian outcrops of Ferques area. 1 to 16 = identified levels. EBN1 to EBN4 = ostracode samples.

a) Niveaux 3 et 11 (15 échantillons, 19 coenostea).

Neuf espèces y sont reconnues, dont *Actinostroma papillosum* (Bargatzky, 1881), *Hermatostroma maillieuxi* (Lecompte, 1952) et *Parallelopora* sp. Mistiaen, 1980, uniquement repérées jusqu'ici à la partie supérieure des carrières du Banc Noir et du Griset, dans le niveau K (Brice et al., 1977 ; = 6^e niveau à Stromatopores, Mistiaen 1980, 1988a).

Parmi les autres espèces, *Actinostroma clathratum* Nicholson, 1886 et *Stachyodes verticillata* (M'Coy, 1850) sont aussi présents dans le même niveau K des anciens affleurements mais ont une répartition stratigraphique un peu plus large. Par contre, *Trupetostroma* ? cf. *bassleri* Lecompte, 1952 était uniquement connu, jusqu'à présent, un peu plus haut dans la série (8^e et 10^e niveaux à Stromatopores, Mistiaen 1980 et 1988a).

On note encore la présence, dans les niveaux 3 et 11 des nouveaux affleurements, de *Clathrocoilona spissa* (Lecompte, 1951), *C. sp.* et *Trupetostroma* sp.

L'association de Stromatopores rencontrée dans ce niveau permet, sans aucun doute possible, de le corrélérer avec le niveau K (Brice et al., 1977 ; = 6^e niveau à Stromatopores, Mistiaen 1980, 1988a).

b) Niveaux 6 et 12 (13 échantillons, 19 coenostea).

Parmi les 5 espèces reconnues, la plus intéressante est, sans conteste, *Pseudoactinodictyon* ? *dartingtoniense* (Carter, 1880), représentée par 6 coenostea ; elle a été précédemment trouvée (Mistiaen, 1980 et 1988a) au sommet des anciens affleurements des carrières [8^e niveau à Stromatopores] et dans les premiers bancs calcaires visibles dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques [9^e niveau à Stromatopores]. Elle est accompagnée de nombreux *Hermatostroma*, appartenant à plusieurs espèces voisines (dont *H. cimacense*), abondantes dans les niveaux supérieurs du Membre du Griset mais présentant une répartition plus large.

Sont aussi présents *Clathrocoilona spissa* (Lecompte, 1951), *Stromatopora* ? cf. *laminosa* (Lecompte, 1952) et *Stictostroma* cf. *curiosa* (Bargatzky, 1881).

La faune de Stromatopores observée est typiquement celle des 8^e et 9^e niveaux à Stromatopores (Mistiaen, 1980, 1988a), visibles respectivement à la partie supérieure des carrières et dans les premiers affleurements calcaires de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques et qui ne constituent en fait qu'un seul niveau (= M de Brice et al., 1977).

Il est intéressant de noter que les Stromatopores du niveau M sont presque toujours représentés par des fragments roulés de coenostea qui montrent fréquemment de petits encroûtements algaires (Girvanelles) au sommet de leurs latilamines.

c) Niveaux 10 et 14 (une centaine d'échantillons ; 150 coenostea).

Les Stromatopores sont particulièrement diversifiés et abondants dans ce niveau ; 19 espèces ont été reconnues : *Actinostroma tabulatum* Lecompte, 1951, *A. stellulatum maureri* Heinrich, 1914, *A. ? cf. sertiforme* Lecompte, 1951, *Bifariostroma bifarium* (Nicholson, 1886), *Clathrocoilona spissa* (Lecompte, 1951), *C. sp.*, *Stictostroma* sp., *Stromatoporella granulata* (Nicholson, 1873), *Synthetostroma actinostromoides* Lecompte, 1951, *Hermatostroma* cf. *cimacense* (Lecompte, 1952), *H. cf. pustulosum* Lecompte, 1952, *H. sp.*, *Salirella* cf. *buecheliensis* (Bargatzky, 1881), *Stromatopora* sp., *S. ? cf. laminosa* Lecompte, 1952, *Habrostroma incrustans* (Hall & Whitfield, 1873), *Taleastroma* sp., *Stachyodes verticillata* (M'Coy, 1850), *Amphipora* sp.

Cette association correspond parfaitement à celle décrite dans le niveau récifal x1 (Brice et al., 1977) de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques (= F, Brice et al., 1976) ; = 13^e niveau à Stromatopores (Mistiaen 1980, 1988a) ; on y retrouve en effet 14 des 15 espèces reconnues. De plus, trois d'entre elles sont uniquement présentes à ce niveau dans le Boulonnais. La première, *B. bifarium*, dont 4 spécimens ont été récoltés, définit, dans le Boulonnais, une biozone (Mistiaen, 1988a) ; en Ardenne (bassin de Dinant), cette espèce caractérise en particulier le sommet du "Gid" (Cornet, 1975). La seconde espèce, *A. tabulatum*, dont 6 spécimens ont été recueillis, est présente, dans le bassin de Dinant, au "Gid" et au "Flb-c" (Cornet, 1975). La troisième, *H. incrustans* est une espèce du Dévonien de l'Iowa, représentée ici par 5 spécimens ; un seul avait été observé dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

Les autres espèces sont moins intéressantes pour établir des corrélations. Plusieurs d'entre elles (*A. stellulatum maureri*, *S. granulata*, *S. cf. buecheliensis*, *S. ? cf. laminosa*), abondantes dans x1 mais absentes des niveaux sous-jacents K et M, sont toutefois présentes dès les niveaux récifaux inférieurs du Membre du Griset de la Formation de Blacourt (Mistiaen, 1980 et 1988a). Ce sont des espèces qui semblent nettement inféodées aux constructions récifales de type bioherme (RI de Devos 1962, = premier ensemble récifal de Magne 1964, = niveau B de Brice et al. 1977, = premier niveau récifal de Mistiaen 1988a ; calcaire récifal de Magne 1964, = niveau CD de Brice et al. 1977 ; niveau F de Brice et al. 1976, = niveau x1 de Brice et al. 1977, = troisième niveau récifal de Mistiaen 1988a).

On peut rappeler par ailleurs que la grande diversité spécifique rencontrée dans le niveau x1 est propre aux constructions de type bioherme, caractérisées par une grande variété de niches écologiques (Mistiaen, 1988a).

Il convient enfin de souligner que la morphologie des Stromatopores ne traduit pas forcément, comme on l'a trop longtemps affirmé, un contexte écologique particulier. La morphologie correspond, pour une large part, à un caractère spécifique ; ainsi, dans les différents niveaux où elles cohabitent, certaines espèces (*A. stellulatum maureri*, *S. cf. buecheliensis*) présentent toujours une morphologie massive tandis que d'autres *S. granulata*, *S. ? cf. laminosa* se montrent au contraire le plus souvent sous un habitus lamellaire ou encroûtant.

2) Tabulés

La révision systématique des Tabulés de Ferques n'étant pas achevée (Mistiaen, 1988b), nous nous contenterons de donner ci-dessous la liste des espèces recueillies dans les différents niveaux et d'apporter quelques précisions sur certaines de ces espèces.

a) Niveaux 3 et 11

Trois espèces ont été reconnues : *Scoliopora denticulata* (Milne-Edwards & Haime, 1851), *Thamnopora* sp. et un fragment de *Caliopora battersbyi* (Milne-Edwards & Haime, 1851).

b) Niveaux 10 et 14

À côté de nombreux *Alveolites* sp. massifs ou lamellaires, de *Thamnopora* sp. branchus, de quelques rameaux de *Scoliopora denticulata* et de rares Chaetetida (*Staphylopora* ? sp.) finement lamellaires, les Tabulés de ce niveau sont encore représentés par *Caliopora battersbyi* et par 3 espèces d'Auloporida : *Aulopora stasinskae* Mistiaen, 1988, *A. sp. e.g. parva* Lecompte, 1939 et *Remesia crispa* (Schluter, 1885).

REMARQUES

Scoliopora denticulata est une espèce signalée comme abondante dans la partie sommitale du Membre du Grisnet affleurant dans les carrières du Banc Noir et du Grisnet, niveaux K et M (Mistiaen in Brice et al., 1977). Toujours dans le Boulonnais, mais plus haut stratigraphiquement (Membre Bastien), le genre est représenté par de très abondants spécimens de *Scoliopora cf. denticulata*, construisant deux niveaux repères. En Ardenne, bassin de Dinant, l'espèce s'étendrait, d'après Lecompte (1939), du "Gib" au "Flc".

Les 3 espèces d'Auloporida reconnues sont présentes dans la quasi-totalité du Membre du Grisnet (Mistiaen, 1988b) où elles semblent caractériser les niveaux récifaux de type bioherme (niveaux B, I et x1 de Brice et al., 1977). Il convient toutefois de souligner que les spécimens de *Remesia crispa* trouvés ici sont de petite taille et correspondent en cela parfaitement à ceux récoltés dans le niveau x1 de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

L'espèce la plus intéressante demeure *Caliopora battersbyi* dont 6 spécimens ont été trouvés dans le niveau 1 et 1 dans le niveau 8. Elle n'était connue, jusqu'à présent en Boulonnais, que par 4 colonies provenant toutes du niveau x1 de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. En Ardenne, l'espèce est présente dans le Givétien moyen et supérieur (Tourneur et al., sous presse).

3) Rugueux

Les Rugueux coloniaux existent dans des niveaux bien définis : 3 et 11, 6 et 12, 10 et 14 (5 espèces, 3 genres). Des solitaires abondent aussi, spécialement dans les bancs 9 et 13 ; mais n'étant pas confinés à l'intervalle étudié, ils ne sont pas repris ici.

a) Comparaison avec les affleurements déjà connus dans le Boulonnais

Les niveaux 3 et 11 contiennent *Disphyllia wangi* (Tsien, 1977) et, en plus grand nombre, *D. magnei* Rohart, 1988. Ces deux espèces coexistent dans le niveau K (Brice et al., 1977) tel qu'on le voit dans les carrières du Grisnet et du Banc Noir.

En 6 et 12 se rencontrent *D. magnei* et *Pseudohexagonaria amanshauseri* (Glinski, 1955). Cette dernière n'existe que dans le niveau M (Brice et al., 1977) des carrières du Banc Noir et du Grisnet, ainsi qu'à la base du niveau C (Brice et al., 1976) de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. *D. magnei* l'accompagne aussi en M dans les carrières.

La zone construite (niveaux 10 et 14) est caractérisée par l'abondance de *Pseudohexagonaria glinskii* (Tsien, 1977) et de "*Stringophyllum isactis*" (Frech, 1885). La première espèce n'a été trouvée jusqu'ici que dans les niveaux D et surtout F (Brice et al., 1976, = x1, Brice et al., 1977) de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. "*Stringophyllum isactis*" représente un Stringophyllidae phacéloïde à septes mineurs absents et à tabularium relevé au centre, qui mérite une étude spéciale. Trois spécimens ont été signalés précédemment en F dans la nouvelle tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques (Rohart, 1988, p. 249). L'espèce se trouve fréquemment dans le nouvel affleurement, tant sous forme de colonie que sous forme de tiges isolées.

Ainsi, les Rugueux coloniaux permettent d'affirmer sans ambiguïté la correspondance entre les affleurements des carrières, de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques et de la nouvelle découverte comme suit : 3 et 11 représentent K, 6 et 12 représentent M, tandis que 10 et 14 représentent F = x1.

b) Comparaison avec l'Ardenne

Les Rugueux massifs permettent de très bonnes corrélations, dans l'intervalle étudié, entre le Givétien (sommet du "Gid") de l'Ardenne et du Boulonnais.

Pseudohexagonaria amanshauseri est très courant dans la partie supérieure du "Gid" dans le massif de Philippeville et se rencontre aussi au bord nord du bassin de Dinant et dans le massif de la Vesdre (Coen-Aubert, 1977, p. 50). *P. glinskii* existe dans un niveau d'âge équivalent (Gi2 β) selon Tsien (1977) dans le massif de Philippeville.

Disphyllia wangi existe dans tout le "Gid" en Ardenne, mais, au sommet, elle est associée à *P. amanshauseri*. Ici quelques mètres les séparent. *D. magnei* n'est connu en Ardenne que par 2 spécimens : l'un figuré par Coen-Aubert (1980, p. VIII, fig. 3, attribué à *Xystriphyllum wangi*), provenant de Bioul sur le bord nord du bassin de Dinant, au sommet du calcaire de Tailfer, toujours au sommet du "Gid", l'autre figuré par Tsien (1977, fig. 4c) sous le nom de *Hexagonaria quadrigemina* est positionné moins précisément : Gi2 (qui regroupe "Gic" et "Gid").

Aucun rugueux massif caractéristique de l'assise de Fromelennes ne se trouve dans les couches étudiées.

Ainsi, les données précédentes confirment l'âge Gi2 β = sommet de "Gid" donné au niveau F (= x1 ; Brice et al., 1976, p. 147) et permettent de préciser qu'il s'agit du sommet de cette zone.

Les espèces citées ont une bonne valeur stratigraphique dans le Boulonnais, le bassin de Dinant (sauf au bord sud) et le massif de la Vesdre. A l'intérieur de chacun des genres *Disphyllia* et *Pseudohexagonaria*, elles font probablement partie d'une lignée évolutive.

4) Brachiopodes

Trois niveaux de la nouvelle découverte ont livré des Brachiopodes permettant d'établir des corrélations avec les affleurements anciennement connus. Il s'agit essentiellement des niveaux 6, 12 et 16.

a) Niveaux 6 et 12

En fait, les niveaux 6 et 12 sont un seul et même niveau qui se retrouve de part et d'autre de la faille f2 (fig. 3). Il a livré des fragments de coquilles, désarticulées, de Stringocephalidés, associés à de nombreux constructeurs généralement trouvés remaniés et altérés. En raison de leur état de conservation, ces restes sont rapportés avec réserve à *Stringocephalus burtini* (Defrance, 1824).

L'association de ce niveau évoque tout à fait celle du niveau M (Brice et al., 1977) observé au sommet des carrières du Banc Noir et du Grisot ou encore celle qui existe dans les premiers bancs calcaires givétiens affleurant dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, juste au-dessus du record douteux (fig. 2).

b) Niveau 16

Ce niveau, uniquement repéré au sud de la faille f2 (fig. 3) dans la nouvelle découverte, a livré des Atrypacea et des Spiriferacea appartenant respectivement à *Desquamatia (Independatrypa) sola* Godefroid, 1988 et *Cyrtospirifer canaliferus verneuiformis* Paeckelmann, 1942. Ces 2 espèces, parfois trouvées associées à quelques débris de Bryozoaires branchus, n'ont été trouvées jusqu'ici que dans le Membre de Coudrouse (essentiellement à la partie inférieure) dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. Leur présence dans le niveau 16 de la nouvelle découverte suggère immédiatement une corrélation avec la partie inférieure de ce membre.

c) Données complémentaires

D'autres observations nouvelles, sans intérêt pour les corrélations, méritent toutefois d'être signalées, car elles complètent nos informations sur la distribution des Brachiopodes dans le Givétien de Ferques. C'est le cas :

1° de la découverte d'une rhynchonelle dans le niveau construit 10 (corrélable par sa faune de constructeurs avec le niveau F de Brice et al., 1976) rapportée à *Schnurella schnuri* (Verneuil, 1840). La présence du genre à Ferques, signalée dans le premier ensemble récifal du Membre du Grisot avec réserve (Brice, 1988, p. 347) se trouve désormais confirmée ;

2° de la découverte d'un exemplaire de *Desquamatia (Independatrypa) sola* à la partie inférieure du niveau construit 10. Ceci indique une apparition un peu plus précoce de l'espèce que celle qui était connue jusqu'ici à Ferques ;

3° de la découverte d'un horizon extrêmement riche en Ambocoeliidae à la surface d'un gros banc situé à quelques mètres sous le niveau construit 10. De semblables accumulations existent dans le niveau C de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques (Brice et al., 1976) où elles ont été signalées dans plusieurs bancs (Brice et Mistiaen, 1988). La présence de cet horizon, peu utile pour les corrélations, indique un milieu comparable à ceux qui s'observent en C dans la tranchée.

CONCLUSIONS

Au terme de cette brève analyse, il ressort que certaines espèces de Brachiopodes retrouvées dans les niveaux 6, 12 et 16 de la nouvelle découverte permettent des corrélations précises avec les niveaux correspondants au sommet des carrières du Grisot et du Banc Noir et dans la nouvelle tranchée de voie ferrée.

5) Ostracodes

Parmi les 15 échantillons prélevés sur le terrain, 4 ont été sélectionnés en laboratoire, pour une étude de la faune d'Ostracodes. Leur position stratigraphique est indiquée sur la fig. 4. Ces échantillons ont livré 480 ostracodes et fragments déterminables, se répartissant en 51 espèces appartenant à 34 genres différents. Les résultats, avec les principales espèces, sont présentés dans le tableau I.

Dans l'échantillon EBN1, les deux espèces les plus abondantes sont *Cryptophyllus* sp. 3 Magne 1964 et *Cavellina ? wahlensis* Coen 1985. La présence de *Kozlowskiella boloniensis* Milhau 1983 et de "*Paraparchites*" sp. 2 Milhau 1983 permet de corréler ce niveau avec le sommet des carrières (Milhau, 1988) et la partie inférieure de la tranchée (Milhau, 1983).

L'échantillon EBN2 a fourni une association d'ostracodes parmi lesquels on reconnaît notamment *Cavellina* cf. *devosiana* Egorov 1950, *Shishaella* sp. G' (Magne 1964), *Eylanella* sp. 3 Milhau 1983 et *Acratia* sp. G1 Magne 1964. Il est raisonnable de corréler ce niveau avec le Membre du Grisot, sommet du terme f (Brice et al., 1979a) dans la tranchée.

Dans l'échantillon EBN3, les ostracodes sont caractéristiques de l'assemblage que l'on trouve dans le Membre du Grisot, terme h (op. cit.) de la tranchée. Les principales espèces sont *Jenningsina* aff. *catenulata* (Van Pelt 1933), *Poloniella tertia* Kroemmelbein 1953, *Refrathella* aff. *struvei* Becker 1967 et *Semibolbina* sp. sensu Coen 1985 pour la première fois reconnue dans le Boulonnais.

L'échantillon EBN4 a livré à lui seul autant d'espèces différentes que les trois autres échantillons réunis (voir tableau). On trouve notamment *Bufina* aff. *abbreviata* Peterson 1966, *Cryptophyllus* sp. G. Magne 1964, *Jenningsina heddebauti* Milhau 1983, "*Criboconcha ?*" sp. 1 Milhau 1983 ainsi que

Polyzygia symmetrica (Guerich 1896), *Bairdiacypris* sp. 1 Milhau 1983, *Kielciella dorsa* Adamczak 1968 *sensu* Coen 1985, *Leptoprimitia* sp. 1 Milhau 1983 [cf. *circumvallata* Kummerow 1953] et *Quasillites* sp. 1 Milhau 1983.

L'association ostracodique reconnue correspond, sans aucun doute possible, à celle trouvée dans la partie inférieure du Membre de Couderousse de la tranchée et aussi, rappelons-le, à celle trouvée en Ardenne à la base de la Formation de Fromelennes.

Les Ostracodes permettent donc d'affirmer que les niveaux étudiés correspondent à ceux qui avaient été reconnus dans la tranchée (Milhau 1983) et confirment à nouveau les corrélations entre la partie inférieure de la Formation de Fromelennes en Ardenne et le Membre de Couderousse de la Formation de Blacourt dans le Boulonnais.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Des analyses précédentes se dégagent des corrélations tout à fait précises entre certains niveaux qui affleurent ou affleuraient au sommet des carrières du Banc Noir et du Grisot, les nouveaux affleurements situés à l'Ouest de la carrière du Banc Noir et ceux qui s'observent dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. Elles s'appuient sur des arguments lithologiques et surtout paléontologiques, relatifs à plusieurs groupes fossiles de micro- et macro-faunes (fig. 4).

Ces corrélations vérifient notre interprétation relative à la position stratigraphique des affleurements de calcaire givétien de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, proposée dès 1976, à savoir que les niveaux C à J de la Formation de Blacourt qui affleurent dans cette tranchée sont plus jeunes stratigraphiquement que ceux qui sont exposés au sommet des carrières du Banc Noir et du Grisot ou encore qu'ils leur sont superposables. La seule correction à apporter à cette interprétation est que le niveau M (Brice *et al.*, 1977) est déjà représenté dans la tranchée et donc que le raccord (qui n'est plus douteux) se situe, non pas en-dessous du premier banc calcaire mais juste au-dessus de ce dernier sous l'hiatus d'observation.

Enfin, la nouvelle découverte permet de préciser la nature des terrains correspondant à l'hiatus d'observation situé à la partie supérieure du terme f du Membre du Grisot, Formation de Blacourt (fig. 2).

	EBN1	EBN2	EBN3	EBN4
<i>Acratia</i> sp. G1 MAGNE 1964		o		
<i>Acratia</i> sp. 3 MILHAU 1983			o	
<i>Amphissites tener</i> BECKER 1964	x	x	x	o
<i>Bairdia</i> sp. 1 MILHAU 1863			o	o
<i>Bairdiacypris</i> sp. 1 MILHAU 1983				o
<i>Bairdiacypris rhenana</i> (KEGEL 1932)				*
<i>Bairdiacypris vastus</i> POLENOVA 1952				o
<i>Bairdiacypris</i> cf. <i>rauffi</i> KROEMMELBEIN 1952				o
<i>Bufina</i> aff. <i>abbreviata</i> PETERSON 1966			o	+
<i>Bythocypris</i> sp. G1' MAGNE 1964			o	+
<i>Cavellina</i> ? <i>wahlensis</i> COEN 1985	+	x		x
<i>Cavellina</i> cf. <i>devoniana</i> EGOROV 1950	o	+	o	
<i>Cavellina</i> cf. <i>C.</i> sp. II GROOS 1969		*		
<i>Coeloneilla</i> sp. 1 MILHAU 1983				o
" <i>Criboconcha</i> ?" sp. 1 MILHAU 1983				*
<i>Cryptophyllus</i> sp. 3 MAGNE 1964	+	o		o
<i>Cryptophyllus</i> sp. G MAGNE 1964				+
<i>Cytherella grossae</i> COEN 1985				x
<i>Cytherella obliqua</i> KUMMEROW 1953			x	o
<i>Eulanella</i> sp. 3 MILHAU 1983		o		
<i>Jenningsina heddebauti</i> MILHAU 1983			o	+
<i>Jenningsina</i> aff. <i>catenulata</i> (VAN PELT 1933)			+	
<i>Jenningsina</i> sp. G2 MAGNE 1964				o
<i>Kielciella dorsa</i> ADAMCZAK 1968 <i>sensu</i> COEN 1985				o
<i>Knaziella</i> sp. 1 MILHAU 1983			o	
<i>Koalowskiella boloniensis</i> MILHAU 1983	*	x		
<i>Leptoprimitia</i> cf. <i>circumvallata</i> KUMMEROW 1953				x
<i>Microcheiloneilla</i> cf. <i>clava</i> (KEGEL 1932)			o	x
" <i>Paraparchites</i> " sp. 2 MILHAU 1983	o	x		
<i>Poloniella tertia</i> KROEMMELBEIN 1953		o	+	o
<i>Polyzygia symmetrica</i> GUERICHT 1896				+
<i>Pribylites</i> sp. 1 MILHAU 1983			o	o
<i>Quasillites fromelennensis</i> MILHAU 1983	o		o	+
<i>Quasillites</i> sp. 1 MILHAU 1983				x
<i>Refrathella struvei</i> BECKER 1967			x	*
<i>Samarella</i> gr. <i>crassa-laevinodosa</i> POLENOVA 1952 BECKER 1964				*
<i>Semibolbina</i> sp. <i>sensu</i> COEN 1985			*	
<i>Shishaella</i> sp. G' (MAGNE 1964)	*	+		
<i>Sulcella abundans</i> (POKORNY 1950)			o	

Tableau I. — Liste alphabétique des principales espèces d'ostracodes reconnues, avec les abondances par niveau (o : moins de 3 spécimens ; x : entre 3 et 5 ; * : entre 5 et 10 ; + : plus de 10).

Table I. — Alphabetical list of the principal Ostracoda species known, with abundance by level (o : less than 3 specimens ; x : between 3 and 5 ; * : between 5 and 10 ; + : more than 10).

RÉFÉRENCES CITÉES

- 1) BRICE D. (1988a). — Le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Historique. Synthèse des données nouvelles en Stratigraphie, Sédimentologie, Paléontologie et Tectonique. Conclusions. In D. BRICE (éd.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7, 7-24, 5 fig., 1 tabl.
- 2) BRICE D. (1988b). — Les Brachiopodes du Dévonien de Ferques. In Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). In D. BRICE (éd.). *Ibid.*, 7, 323-395, pl. 40-45.
- 3) BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J., ROHART J. Cl. (1977). — Les organismes constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). Associations. Répartition stratigraphique, in 2nd Symp. Intern. sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles (Paris, Septembre 1975). *Mém. B.R.G.M.*, Paris, 89, 136-151, 1 fig., 1 tabl.
- 4) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J. Cl. et BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. Géol. Nord*, Lille, 96, 135-155, 8 tabl., 1 fig.
- 5) BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. et STREEL M. (1979b). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). *Ibid.*, 98, 325-344.
- 6) BRICE D., COLBEAUX J.P., MISTIAEN B. et ROHART J. Cl. (1979a). — Les formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais - France). *Ibid.*, 98, 307-324, 3 fig., 1 tabl.
- 7) BRICE D. et MISTIAEN B. (1988). — Description stratigraphique de la Formation de Blacourt, Givétien de Ferques (Boulonnais - France). In D. BRICE (éd.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7, 43-64.
- 8) COEN-AUBERT M. (1977). — Distribution stratigraphique des Rugueux massifs du Givétien et du Frasnien. *Ann. Soc. Géol. Nord*, Lille, 97, 49-56.
- 9) COEN-AUBERT M. (1980). — Rugueux massifs cérioïdes du Givétien et du Frasnien de la Belgique. *Bull. inst. r. Sci. nat.*, Bruxelles, 51 (Sc. de la terre) (14), 1-53, 12 pl.
- 10) CORNET P. (1975). — Morphogénèse, caractères écologiques et distribution des Stromatoporoides dévoniens au bord sud du Bassin de Dinant (Belgique). *Thèse de doctorat*, Univ. Cath. Louvain, Louvain-la-Neuve, 1-195, 43 fig., 17 pl., 21 tabl. h.t. (inédite).
- 11) DEVOS I. (1962). — Contribution à l'étude du Givétien et du Frasnien du Boulonnais. *D.E.S. Univ. Lille*, 1-81, 15 pl., 1 tabl. (inédit).
- 12) GOSSELET J. (1880). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. Terrains primaires. 1^{er} fasc., Impr. Six-Horemans, Lille, 1-167.
- 13) LECOMPTE M. (1939). — Les Tabulés du Dévonien moyen et supérieur du bord sud du bassin de Dinant. *Mém. Musée r. Hist. nat. Belgique*, Bruxelles, 90, 1-229, 23 pl., 1 tabl.
- 14) LE MAITRE D. et DEVOS I. (1961). — Observations nouvelles sur le Dévonien du massif de Ferques en Boulonnais. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, 252, 761-763.
- 15) LE MAITRE D. et MAGNE F. (1964). — Le Dévonien des carrières du "Banc Noir" et du "Griset" (Boulonnais). *Ibid.*, 84, 129-131.
- 16) MAGNE F. (1964). — Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique). *Thèse 3^e cycle*, Paris, 1 texte, 172, 44 fig., 2, 33 pl. photo, 12 pl. h.t. (inédit).
- 17) MILHAU B. (1983). — Ostracodes du Givétien supérieur du Boulonnais. Corrélations avec l'Ardenne. *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, 102, 217-236, 9 fig., pl. 9-10.
- 18) MILHAU B. (1988). — Ostracodes du Givétien de Ferques (Dévonien moyen, Boulonnais - France). In D. BRICE (éd.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7, 479-491, pl. 55-56.
- 19) MISTIAEN B. (1980). — Stromatopores du Givétien de Ferques (Boulonnais, France). *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris, 4^e sér., C, 2 (3), 165-257, 3 fig., 16 pl.
- 20) MISTIAEN B. (1988a). — Stromatopores du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In D. BRICE (éd.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7, 163-195, 42 fig., pl. 20-23.
- 21) MISTIAEN B. (1988b). — Tabulés Auloporida du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In D. BRICE (éd.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Ibid.*, 7, 197-230, 25 fig., pl. 24-27.
- 22) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. Acad. de Boulogne*, Boulogne-sur-Mer, 14, 198 (pour 1889), 2 pl., 1 tabl.
- 23) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Boulogne-sur-Mer, 33, 1 tabl., 2 pl.
- 24) ROBINSON J.W.D. (1920). — The Devonian of Ferques (Lower Boulonnais). *Jl. geol. Soc. Lond.*, London, 76 (3), 228-236.
- 25) ROHART J. Cl. (1988). — Rugueux givétiens et frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In D. BRICE (éd.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7, 231-296, pl. 28-36.
- 26) TOURNEUR F., GOODGER K., IVEN Ch., MISTIAEN B. (en préparation). — Révision du genre *Caliapora* (Tabulata) en Europe occidentale et dans d'autres régions du monde, 54 p. dact., 17 fig.
- 27) TSIEN H.H. (1977). — Rugosa massifs du Dévonien de la Belgique. *Mem. Inst. Geol. Univ. Louvain*, Louvain-la-Neuve, 29, 197-229, 36 fig., 3 pl., 2 tabl.

Nouvelles données stratigraphiques et structurales sur le Dinantien dans l'Avesnois

Stratigraphic and tectonic aspects of Dinantian in Avesnois (Western Ardennes)

par J.L. MANSY (1), R. CONIL (2), F. MEILLIEZ (3), A. KHATIR (1), B. DELCAMBRE (2), E. GROESSENS (4),
M. LYS (5), E. POTY (6), R. SWENNEN (7), A. TRENTESAUX (1) et M. WEYANT (8)

(Planches VI à X)

Résumé. — Des recherches pluridisciplinaires réalisées en équipe dans l'Avesnois ont permis de valoriser cette région d'un intérêt tout particulier pour la paléogéographie du Bassin franco-belge.

La partie septentrionale se situe, par ses faciès de l'Ivorien et du Moliniacien et par la présence de Waulsortien, dans le prolongement de l'Auge dinantaise.

La partie méridionale expose au contraire des faciès de très faible profondeur, rappelant ceux du Condroz. Une échelle stratigraphique en est esquissée, avec ses guides paléontologiques, ses particularités sédimentologiques et ses cinérites repères.

Le site de Godin, d'une remarquable extension, fournit un modèle tectonique applicable dans le Condroz où les affleurements sont généralement isolés. On y reconstitue un modèle de déformation progressive dans un domaine superficiel où alternent des bandes très déformées séparées par d'autres moins affectées.

Abstract. — *Paleontology, sedimentology and tectonic fields are investigated. They allow a new paleogeographical approach of the western part of the Ardennes (Ardennes - area).*

The northern part contains Ivorian and Moliniacian facies with Waulsortian variations, they are similar to the "Auge Dinantaise" facies.

The Southern part contains shallow water facies identical with those of Condroz area. A stratigraphic log is proposed using paleontological, sedimentological and lithological markers.

Near Avesnes a wide quarry provide a tectonic model which can be applied to the Condroz area where outcrops are sparse. A detailed study of this quarry led us to a progressive deformation sequence, where narrow deformation bands follow wide less deformed bands. Regional shortening must have been accommodated by minor folding and slipping over many faults.

(1) Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres Artois, lab. Dynamique Sédimentaire et Structurale, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.

(2) Mercator, UCL, place Pasteur 3, Gr. contact FNRS "Etude du Carbonifère", 1348 Louvain-la-Neuve.

(3) Université du Maine, Lab. de Géologie, 72017 Le Mans Cedex.

(4) Service géologique de Belgique, rue Jenner 13, 1040 Bruxelles.

(5) Université de Paris Sud, Lab. Géologie, 504, 91405 Orsay Cedex.

(6) Université de Liège, Lab. Paléontologie animale, Pl. 20 Août, 4000 Liège.

(7) KUL, Lab. Géologie, Celestijnenlaan 200c, 3030 Heverlee.

(8) Université de Caen, Lab. Géologie, 14032 Caen Cedex.

Note présentée le 9 octobre 1988 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 7 juin 1989.

I. — LA STRATIGRAPHIE DU DINANTIEN
(R.C., M.L., E.G., M.W.)

A) GÉNÉRALITÉS

Les premières études sur l'Avesnois sont dues à Gosselet (1888) dans son fameux traité sur l'Ardenne, puis à Cayeux (1889) et à Carpentier (1912). Les principales caractéristiques des terrains dinantiens furent alors décryptées. A partir de 1955 G. Waterlot a repris l'étude de ce secteur à la faveur d'une nouvelle édition des cartes d'Avesnes, de Maubeuge et de Trélon. Conil et Lys (1964), puis Conil (1973) ont déposé des modifications concernant l'extension et l'âge des différentes formations d'âge dévonien supérieur et dinantien.

Le Dinantien du Bassin franco-belge appartient à une large plate-forme carbonatée suivie depuis l'Allemagne (Aachen) jusqu'à la marge nord de la province SW des Iles britanniques. Il offre une remarquable succession de référence ayant permis d'établir des subdivisions biostratigraphiques très fines sur base de foraminifères, de conodontes et de coraux. L'étude des ostracodes y apporte d'utiles précisions, particulièrement en écologie (Bless, Coen, Crasquin, Lethiers).

Les trilobites ont fait l'objet d'une magistrale révision par G. et R. Hahn. Les brachiopodes et les tabulés, abondants et variés, mériteraient eux aussi une profonde mise à jour.

La diversité des faciès à plusieurs niveaux constitue un atout supplémentaire avec lequel l'écologie des faunes peut être plus aisément abordée.

Le schéma stratigraphique proposé en 1983 par Paproth, Conil *et al.* constitue la base des révisions actuellement en cours.

B) CADRE RÉGIONAL

Les faciès dinantiens de l'Avesnois sont constants d'Est en Ouest, mais montrent du Nord au Sud deux domaines distincts à l'Ivorien (Tournaisien supérieur) et au Moliniacien (Vséen inférieur).

La partie nord présente les faciès typiques de l'axe Ciney-Walcourt avec ses formations waulsortiennes et leur couverture de calcaires noirs (Calcaire de Bachant). La partie sud présente les faciès marginaux peu profonds, dits "du Condroz", connus en Belgique au Nord du Synclinorium de Dinant, de Ciney à Aachen, dans la Méhaigne, et dans le Bord sud du Synclinal de Namur, de Landelies à Engihoul (fig. 1). C'est la seule région du Synclinorium de Dinant où des faciès identiques à ceux du Condroz apparaissent au Sud du domaine waulsortien. Conil l'a interprétée comme la Ride d'Avesnes limitant au Sud l'Auge dinantaise. Le prolongement méridional de la Ride d'Avesnes est inconnu.

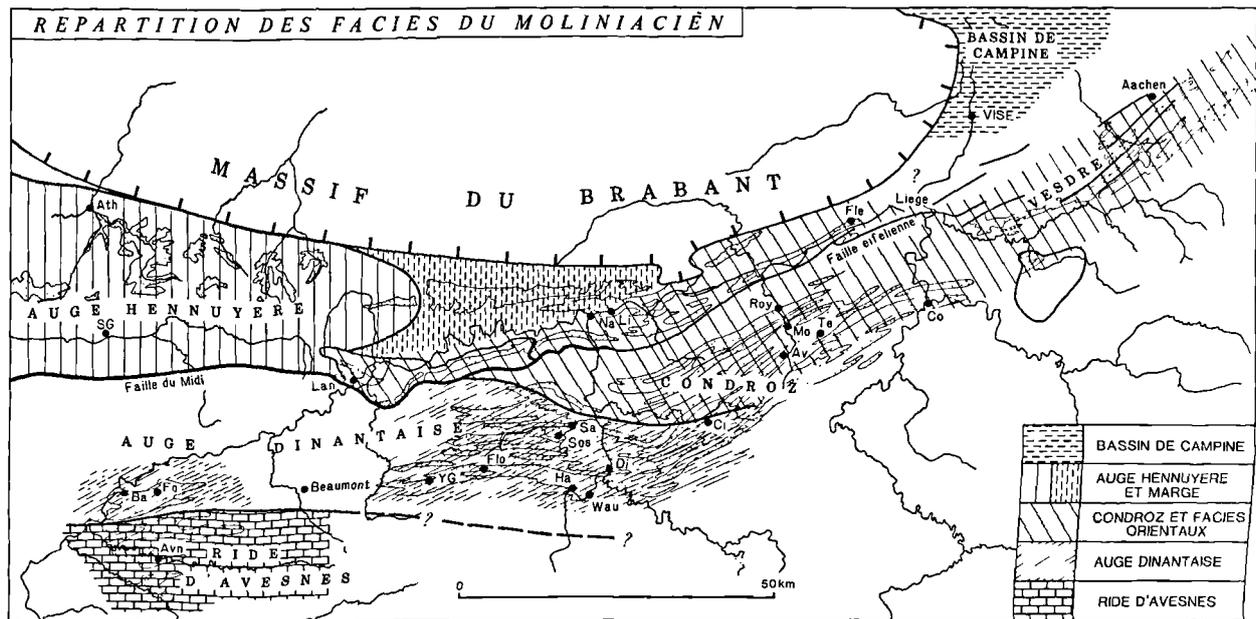


Fig. 1. — Esquisse de répartition des faciès du Moliniacien.

Av : Avins en Condroz ; Avn : Avesnes (+ Godin et Avesnelles) ; Ba : Bachant ; Ci : Ciney ; Di : Dinant (+ Neffe et Leffe) ; Co : Comblain-au-Pont (et Belle-Roche) ; Ha : Hastière (+ Pont d'Arcole) ; Fle : Flémalle ; Fo : Fontaine ; Flo : Florennes ; Li : Lives (+ Beez) ; Lan : Landelies ; Na : Namur ; Mo : Modave ; Roy : Royseux ; Sa : Salet (+ Haut-le-Wastia, Moliniacien type) ; S : Sosoye (+ Maredsous) ; Te : Terwagne ; SG : St-Ghislain ; Wau : Waulsort ; YG : Yves-Gomezée.

Fig. 1. — Sketch map of Moliniacian facies.

En raison des similitudes avec les coupes types de Belgique, plusieurs dénominations locales de formation faisant double emploi ont été abandonnées (révision en cours Conil et Lys).

C) STRATIGRAPHIE DU DINANTIEN DU SUD DE L'AVESNOIS

La base du Dinantien se situe dans le Calcaire noir d'Avesnelles (fig. 2) ; elle fait actuellement l'objet de recherches sur les brachiopodes (M. Legrand). Faute de conodontes caractéristiques, *Tournayellina beata* a été proposée comme guide (Conil, Dreesen *et al.*, 1986). Ce faciès est inconnu

en Belgique, c'est-à-dire à l'Est du seuil transversal de Beaumont qui a constitué apparemment une source de détritiques dans le Calcaire d'Hastière (Vandeven et Conil, 1970, 1972). Le lambeau des Gaux à Landelies montre cependant un faciès comparable à Tournayellidae.

Les Schistes du Pont d'Arcole, correspondant vraisemblablement à un événement paléocéologique important (Conil, De Putter *et al.*, 1988) constituent un excellent repère de terrain ; ils passent en continuité sédimentaire au Calcaire de Landelies dont la partie supérieure a un aspect de Petit-granit (Petit-granit d'Avesnelles et de Marbaix ; Gosselet, 1988 ; Carpentier, 1913). Le sommet de l'Hastarien (Tournaisien inférieur) qui correspond en Belgique à une défor-

SERIES	ETAGES	ZONES MICROPAL.	LITHOSTRATIGRAPHIE		BELGIQUE auct.	CARTE GEOL.	ZONES BRACHIOPODES (auctores)	
			SYNCLINAUX SUD	SYNCLINAUX NORD				
VISEEN	WARNANTIEN inf. i. sup.	Cf6	Gnathodus bilineatus	?	SCH., PHT. DE LA QUEUE NOIR-JEAN	V3c	h2D2	Latiproductus latissimus
				CALCAIRES DE ST-HILAIRE ET DE ST-REMY-CHAUSSEE	V3b	Gigantoproductus giganteus		
	?	CALCAIRE DE LIMONT	V3a	Fluctuaris undata				
	LIVIEN	Cf5	Mestognathus praebeckmanni-beckmanni	FORMATION DE LIVES*	CALC. DE FONTAINE	V2b	h2B1	"Productus cora"
				BANC D'OR		V2a		
				FORMATION DE NEFFE*	FORMATION DU GRIMOUR	V1b	h2a	Daviesiella llangollensis
				FORMATION DE TERWAGNE*				
	MOLINIACIEN	Cf4	Mestognathus praebeckmanni-beckmanni	FORMATION DE GODIN	FORMATION DU GRIMOUR	V1a	h2a	Levitusia sublaevis Delapinea comoides
	TOURNAISIEN	IVORIEN	Cf3	FORMATION DU GRIVES	FORMATION DU GRIMOUR	V1a	h2a	Spirifer (?) subcinctus Spirifer (?) konincki
FACIES DU CAMP DE CESAR				FACIES DU BAYARD*				
HASTARIEN		Cf1	Siphonodella ?	FORMATION DU GRIVES	FORMATION DU GRIMOUR	V1a	h2a	Unispirifer gr. tornacensis Spinocarlinifera nigra
	FACIES DU CAMP DE CESAR			FACIES DU BAYARD*				
	FORMATION DU GRIVES			FACIES DU BAYARD*				
	FORMATION DU GRIVES			FACIES DU BAYARD*				
DEV. SUP.	STRUNIEN	Df3	FORMATION DU GRIVES	FORMATION DU GRIMOUR	V1a	h1a	Unispirifer gr. tornacensis Spinocarlinifera nigra	
			FORMATION DU GRIVES					FACIES DU BAYARD*
			FORMATION DU GRIVES					FACIES DU BAYARD*
FA	STRUNIEN	LV	FORMATION DU GRIVES	FORMATION DU GRIMOUR	V1a	h1a	Unispirifer gr. tornacensis Spinocarlinifera nigra	
			FORMATION DU GRIVES					FACIES DU BAYARD*

Fig. 2. — Stratigraphie du Dinantien de l'Avesnois (d'après Conil et Lys).

Les noms marqués d'un astérisque sont repris à la nomenclature du Dinantien type de la Belgique en remplacement des noms locaux. Les noms des brachiopodes ont été actualisés par M. Legrand, sans qu'il y ait eu révision des faunes de l'Avesnois. *Daviesiella llangollensis* citée par les anciens auteurs dans le Viséen inférieur ne correspond pas aux originaux provenant de l'Asbien inférieur (= Warnantien inf.) de Llangollen (Nord du Pays de Galles). La Formation du Grimour est proposée car la Dolomie de Salet n'apparaît pas ici sous son aspect typique.

Fig. 2. — Dinantian stratigraphy in Avesnois (from Conil and Lys).

Names shown with asterisk proceed from Belgian Dinantian nomenclature, they replace local names. Names of brachiopods are actualized by M. Legrand, without reexamination of faunas. "Dolomie de Salet" is not typical so "Formation du Grimour" is proposed.

mation du substratum est visiblement en lacune dans la région d'Avesnes, où le sommet du Calcaire de Landelies est localement raviné (Conil, 1973). Comme en Belgique, ces déformations induisent une sédimentation très variée à l'Ivorien et créent des irrégularités topographiques qui ne seront nivelées qu'avec le Moliniacien terminal.

Les synclinaux méridionaux présentent ensuite une succession comparable à celle des régions périphériques de l'Auge dinantaise en Belgique. La carrière Bocahut à Avesnes expose de bas en haut :

1) La Formation du Grives (107 m) divisible en deux membres.

Les calcaires et dolomies de base, mesurant une quarantaine de mètres sont assimilés par leur microfaune et leurs coraux au *Calcaire d'Yvoir*. Le sommet de ce membre renferme une association de foraminifères caractéristique à grandes *Paraendothyra*. Avec quelques variantes, cette association est connue à Yvoir et dans le Condroz, où elle disparaît brusquement dès la base du Petit-granit.

Le membre supérieur entièrement dolomitique mesure 67 m environ et comprend de bas en haut : une dolomie crinoïdique avec quelques coraux (100-105) ; une dolomie criblée de géodes éclatées (106-111 ; fig. 4, 5) ; une dolomie massive, crinoïdique avec de longues bandes géodiques et des silicifications au sommet (112).

L'extrême base de ce membre (100a) renferme encore les foraminifères de la zone Cf2, et les conodontes recueillis jusque dans la moitié supérieure du terme 106 indiquent toujours un âge tournaisien. Le passage de la zone Cc2δ à la zone Cc3 est localisé dans le terme 103 mesurant 1 m.

Aucun conodonte n'a été trouvé au-delà de l'échantillon 106b. Le terme 109 a d'autre part livré une endothyre de type viséen. L'affinité viséenne des dolomies à bandes géodiques est en outre clairement indiquée par les coraux (*Cyath. modavensis*) et dans sa partie supérieure par les foraminifères. *Lugtonia*, endothyridae et tournayellidae, notamment, abondent dans les silicifications du sommet (112e). Ces données localisent relativement bien le passage de la limite du Tournaisien au Viséen.

2) La Formation de Godin (68 m), massive, blanche, est comparable à celle des Avins en Condroz. La base, dolomitique sur 3 m, contraste fortement avec la formation sous-jacente. Le contact pourrait être ravinant.

Les grandes *Levitusia humerosa*, *Sychnoelasma urbanowitschi*, *Carruthersella* et "*Humboldtia*" *avesnensis* sont abondants dans les 20 m inférieures.

L'association des foraminifères, nettement moliniacienne comme au sommet de la formation précédente (112), montre certaines particularités locales : *Lugtonia* et *Eoforschia* dans la partie inférieure, *Biseriella bristolensis* dans la partie moyenne, des nuclei d'oolithes à *Girvanella problematica* dans la partie supérieure. L'écologie sélective de ces milieux

de très faible profondeur rend cependant difficile toute corrélation biostratigraphique précise avec les faciès plus riches du Nord et de la Belgique. La formation équivalente en Belgique (Flémalle-Avins) a été attribuée, au moins dans sa partie supérieure (Avins), à la zone Cf4β par L. Hance qui propose sa corrélation avec des faciès plus profonds bien datés près de Ciney, grâce à la présence des Archæodiscidae.

L'holotype des *Vaughanites favositoides* provient du Sud de l'Avesnois. Une lame taillée dans la matrice du spécimen a révélé notamment la présence de diverses Chlorophycées et d'oolithes à *Girvanella problematica*, ce qui suggère son appartenance à la partie supérieure de l'Oolithe de Godin. C'est également au lieu-dit "Les Ardennes" à Dompierre que H. Paul a récolté ses collections (1937). Ces tabulés rencontrés jusque dans la région d'Aachen sont en cours de révision par Tourneur et Lafuste.

3) La Formation de Terwagne (92 m), bien stratifiée, constitue un repère aux multiples figures sédimentologiques, au milieu du Moliniacien. On peut localement y distinguer 4 unités, de bas en haut :

- Te1, 39 m.
Calcaire et dolomie présentant des alternances de niveaux clairs et foncés et plusieurs passées géodiques. L'ensemble est peu fossilifère, avec quelques traînées bioclastiques et quelques rubanements stromatolithiques. Les oolithes sont rares. Un banc fleuri par des lames zonaires recourbées forme un bon repère à 8 m du bas (5).
- Te2, 15 m.
Dolomie à géodes, en 4 bancs épais.
- Te3, 19 m.
Calcaire et dolomie avec de remarquables niveaux à géodes, ravinelements et figures diverses reconnaissables dans tout le complexe des carrières de Godin. La partie sommitale est caractérisée par 3 niveaux de roches rouges. Ce membre a fourni les plus riches microfaunes locales. Une cinérite située vers le sommet (M) permet une corrélation précise avec les coupes de Belgique (Delcambre).
- Te4, 19 m.
Couches de transition, dolomitiques à la base et calcaires au sommet où apparaît un remarquable banc à coraux (48, *Dorlodotia*). La stratification, les géodes et les alternances de couches foncées et claires rappellent la Formation de Terwagne ; le développement des faciès oolithiques introduit le Calcaire de Neffe.

4) La Formation de Neffe (50 m) est divisible en 3 unités. Elle est dans l'ensemble relativement massive et claire :

- Ne1, 16 m.
Calcaire clair massif, reconnaissable par la présence d'assez nombreux *Straparollus*.
- Ne2, 22 m.
Calcaires et dolomies avec lits de *Chonetes* et géodes. Cet ensemble, de teinte plus foncée, se termine par un banc dolomitique de 4,25 m.
- Ne3, 12 m.
Calcaire massif clair avec crinoïdes et coraux. Cette unité marque un changement assez net dans la monotonie de l'assemblage micropaléontologique. Les Archæodiscidae y apparaissent tardivement et à un stade déjà assez évolué.

5) La Formation de Lives (28 m visibles) bien stratifiée et rythmique (Michot *et al.*, 1963) contraste nettement avec la formation sous-jacente, tant par ses faunes que par ses faciès et sa couleur foncée.

Le doublet de bentonites (L_1, L_2) à la base de la formation est bien représenté comme au stratotype de Lives (Hance, 1979). Godin est cependant le seul endroit connu où les couches comprises entre les deux bentonites ont livré une faune livienne typique (fig. 4).

La coupe s'arrête aux bancs évaporitiques correspondant à d'autres endroits à des slumps et brèches (Petite-brèche).

D) FORAMINIFÈRES, CALCISPÈRES ET ALGUES DU STRUNIEN ET DU DINANTIEN DE LA REGION D'AVESNES (R.C., M.L.) (Pl. VI, VII)

1) Df3 Zone à Quasiendothyra.

- 1970. Conil et Lys, pls. 7-12.
- 1974. Conil, Groessens *et al.*
- 1980. Conil, pl. II, fig. 28.
- 1986. Conil, Dreesen *et al.*, fig. 1.

Les faunes des environs d'Avesnes sont les plus complètes qui soient connues en Europe occidentale.

2) Cf1 Zone à Chernyshinella.

- 1970. Conil et Lys, pl. 12.
- 1986. Conil, Dreesen *et al.*, fig. 4.

La microfaune du Calcaire noir d'Avesnelles succédant à la disparition soudaine de la faune à *Quasiendothyra* est unique en Europe occidentale (Cf1 α). Beaucoup plus pauvre et très localisée en Belgique, elle n'est connue qu'à Landelies et à Engihoul.

Le Calcaire de Landelies, à nombreuses girvanelles, n'a livré que des faunes très incomplètes en comparaison avec la Belgique. La sous-zone Cf1 β à longs bisériés n'a pu être identifiée dans l'Avesnois.

La dernière sous-zone Cf1 γ est inconnue dans l'Avesnois.

3) Cf2 Zone à Granuliferella.

- 1980. Conil, pl. 1, fig. 19-20.
- 1981. Conil, Lys *et al.*, pl. II, fig. 33.

La faune située à la transition du calcaire et de la dolomie de la Formation du Grives, est l'une des plus belles qui soit connue en Europe occidentale. Cette migration très brève d'une faune bien connue en Extrême-Orient (Omolon ; Shilo, Bouckaert *et al.*, 1984. Chine ; Conil, de Putter *et al.*, 1988) paraît correspondre à un événement paléogéographique ayant influencé l'écologie des mers tournaisiennes en Europe occidentale.

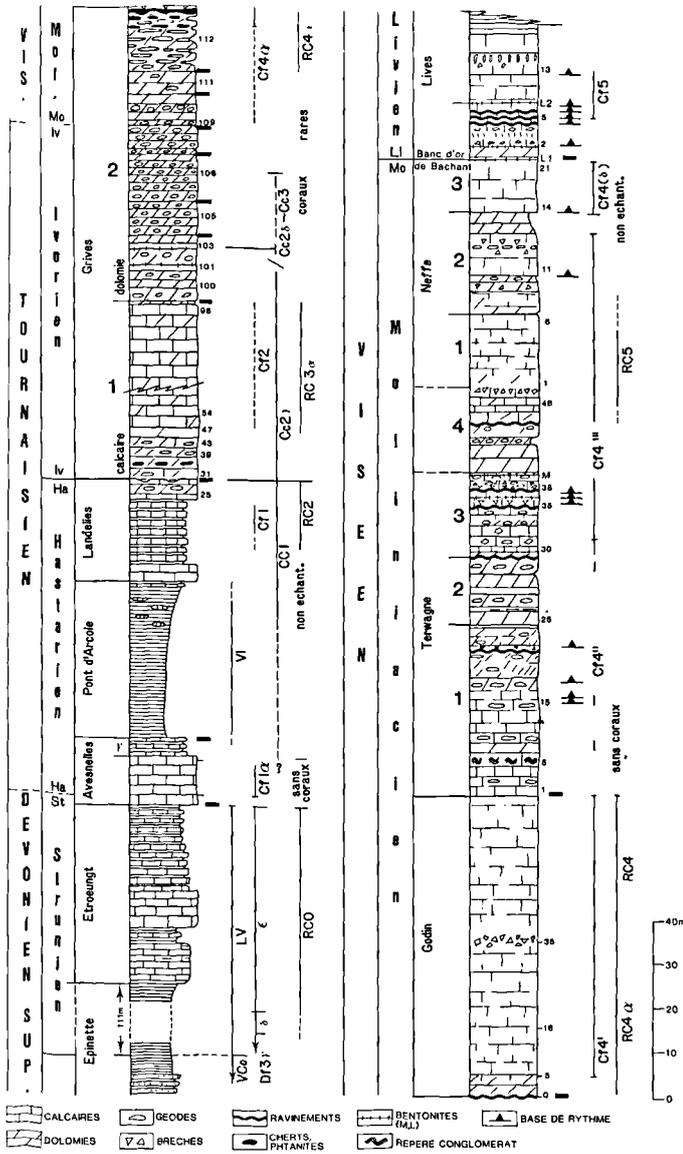


Fig. 3. — Stratigraphie du Strunien à la base du Livien aux environs d'Avesnes.

La partie inférieure du log, jusqu'à la base de l'Ivorien, a été levée à St-Hilaire, Avesnelles et Avesnes (Camp de César). La partie supérieure depuis le sommet de l'Hastarien est exposée en parfaite continuité aux carrières Bocahut à Godin.

- VCo, LV, VI : zones palynologiques (Streel).
- Df, Cf : zones à foraminifères (Conil et Lys).
- RC : zones à Tétracoralliaires (Poty).
- M, L1 et L2 : cinérites repères (Delcambre).

Fig. 3. — Stratigraphical log from Strunian to Livian around Avesnes. Lower part of the log up to the Ivorian base is from St-Hilaire, Avesnelles and Avesnes. Upper part is from Bocahut quarry.

- VCo, LV, VI : palynological zones (Streel).
- Df, Cf : foraminifers zones (Conil and Lys).
- RC : Corals zones (Poty).
- M, L1 and L2 : ash tuff zones (Delcambre).

L'association rencontrée en Belgique est variée et renferme de nombreuses tournayelles, à l'opposé de celle d'Avesnes à *Condrustella* et nombreuses *Rectoconuliferella*.

4) Cf3 Zone à *Tetrataxis-diversa*.

L'association bien développée dans les faciès waulsortiens est inconnue dans les faciès périphériques de l'Auge dinantaise.

5) Cf4 Zone à *Valvulinella-Eoparastaffella* (nov.).

Les récentes recherches faites en Belgique permettent de distinguer une subdivision supplémentaire à la base de la zone (Conil, Groessens *et al.*, 1988).

— Cf4 α 1 à *Valvulinella*, *Lugtonia monilis*, *Omphalotis*, *Pseudolituotuba*, *Urbanella*.
(Base du Moliniacien à *Mest. praebeckmanni*).

— Cf4 α 2 à *Eoparastaffella*.
(Base du Viséen admise au 6^e Congrès du Carbonifère 1967-69 ; apparition de *Gn. homopunctatus*).

La coïncidence souhaitée de la base du Viséen avec la base du Moliniacien (fig. 2) reste un problème en suspens.

La succession des 4 sous-zones caractéristiques n'est connue que dans l'Auge dinantaise et à sa périphérie immé-

	ET	AL	LD	GR	GD	TR				NF			LV
			γ			1	2	3	4	1	2	3	∞
Df3	Quasiendothyra	•											
	Cryptophyllus	•	•										
	Septabrunsiina	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
	Girvanella problematica	•		•									
	Salebra	•	•		•								
	Kamaena	•	•		•								•
	Parathurammina suleimanovi	•	•	•				•	•				•
Cf1-2	Tournayellina beata		•										
Cf1	Chernyshinella glomiformis		•										
	Earlandia moderata		•	•	•	•	•	•		•	•	•	•
	Sphaerinvia			•									
Cf1 β -4	Granuliferella			•	•								
Cf2 -	Latiendothyranopsis												
Cf2-4 α	Condrustella modavensis												
Cf2	Paraendothyra ex gr. naliivkini				•								
	Rectoconuliferella				•								
Cf1 α	Lugtonia monilis					•	•						
Cf1 γ -5	Spinobrunsiina						•	•	•	•	•	•	•
Cf2-4 α	Tournayella					•							
Cf3 -	Tetrataxis						•						•
Cf4 α -	Brunsia					•		•	•	•	•	•	•
Cf4	Bessiella					•		•	•	•	•	•	•
Cf4	Endospiroplectamina conili					•		•	•	•	•	•	•
Cf1 β -4	Palaeospiroplectamina						•				•	•	•
Cf4	Florennella						•					•	•
Cf4 α 2- δ	Girvanella densa							•	•	•	•	•	•
V	Pachysphaerina							•	•	•	•	•	•
	Calcisphaera							•	•	•	•	•	•
Cf4 γ -	Eostaffella							•	•	•	•	•	•
Cf4 β - δ	Glomodiscus												•
Cf4 β - δ	Rectodiscus												•
V	Plectogyranopsis												•
Cf4 γ -	Archaeodiscus												•
Cf4 δ -	Koninckopora tenuiramosa												•
Cf5-6	Pojarkovella nibelis												•

Tabl. I. — Etude micropaléontologique en lame mince du Dinantien d'Avesnes.

Les éléments les plus caractéristiques et les plus abondants sont seuls repris. La répartition de quelques guides, bien connue dans la région dinantaise est mentionnée.

Des changements écologiques apparaissent à la base et au sommet de la Formation de Godin, ainsi qu'à la base de la troisième unité du Calcaire de Neffe. La faune du sommet de la Dolomie du Grives est encore incomplètement explorée.

L'extinction des *Quasiendothyra*, les changements fauniques au sommet du Calcaire du Grives et vers la base du Calcaire de Lives correspondent à des phénomènes paléogéographiques étendus.

Formations : ET, Etrœungt ; AL, Avesnelles ; LD, Landelies ; GR, Grives ; GD, Godin ; TR, Terwagne ; NF, Neffe ; LV, Lives.

Table I. — Micropaleontological guides in thin section for Dinantian around Avesnes.

Only typical abundant features are used. Ecological variations appear at base and top of Godin Formation and at the base of the third unit of Neffe Limestone. Fauna of the top of "Grives Dolomie" is not totally known. Extinction of *Quasiendothyra* and faunal variations at the top of Grives Limestone and the base of Lives Limestone characterize widespread paleogeographic features.

diète (Hance, 1988 ; Laloux, 1988). La répartition des guides moliniaciens rencontrés dans la région d'Avesnes est bien trop influencée par l'écologie particulière des très faibles profondeurs pour fournir une base de corrélation autre que strictement locale.

6) Cf5 Zone à *Koskinotextularia-nibelis*.

La sous-zone est clairement reconnaissable grâce à un rétablissement plus précoce qu'en Belgique, mais momentanément, de conditions écologiques favorables après le dépôt du Banc d'Or de Bachant.

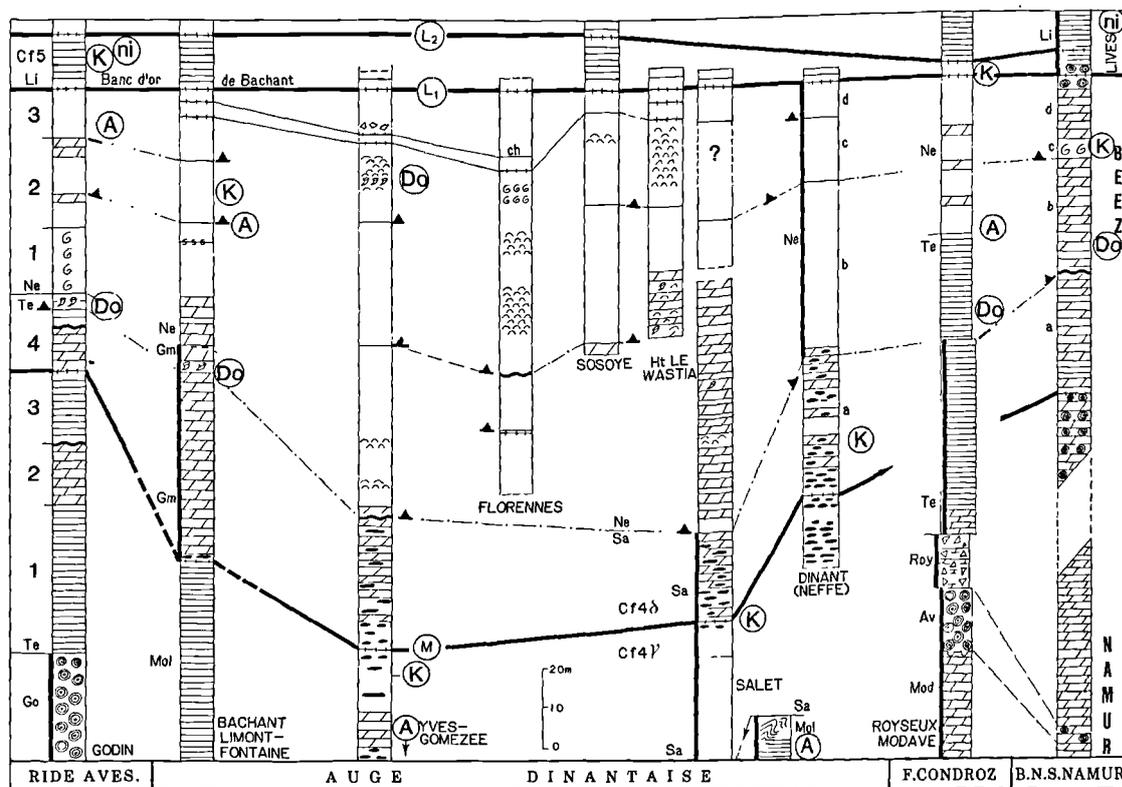


Fig. 4. — La transition du Moliniacien au Livien dans le Bassin franco-belge.

- Godin, Limont-Fontaine (Conil) ; Bachant (Delcambre).
 - Yves-Gomezée à Dinant (Conil, Lys *et al.*, 1981, p. 263 ; *emend.* Pirlet pour Yves-Gomezée).
 - Hoyoux, coupes combinées entre Royseux (colonne décalée à gauche) et Modave-Avins-Terwagne (colonne décalée à droite). (Révision Hance, 1988).
 - Région namuroise. Combinaison entre les coupes voisines de Beez et de Lives (Hance, 1979).
- Le Calcaire de Neffe (Ne), oolithique et crinoïdique, réalise le nivellement d'une grande partie du Bassin. C'est à ce moment qu'apparaissent dans l'Auge hennuyère les premières couches importantes d'anhydrite (Groessens, Conil et Hennebert (1979-1982, p. 22). Les terrains moliniaciens sous-jacents montrent de grandes différences lithologiques et écologiques dans l'Auge et à sa périphérie. Les cinérites M, L1 et L2 permettent des corrélations chronostratigraphiques. Les *Koninckopora* K et les *Archaeodiscidae* A apparaissent précocement dans l'Auge et avec retard à la périphérie. Les *Dorlototia* Do n'existent que dans les formations peu profondes (Poty). *Poj. nibelis* ni apparaît vers la base du Livien (Li). Les dénominations ont été revues en fonction des travaux de Hance (1988) et de nouveaux levés dans l'Avesnois. Les coupes types ont été marquées par un trait vertical renforcé. Mol, Molignée ; Gm, Grimour ; Sa, Salet ; Mod, Modave ; Av, Avins ; Roy, Royseux ; Te, Terwagne. Les traits horizontaux barrés représentent les cinérites ; ch désigne un niveau charbonneux. Les bases de rythmes sont indiquées par des triangles noirs.

Fig. 4. — Moliniacian-Livian transition in French-belgian Basin.

Oolitic and crinoidal Neffe Limestone (Ne) fill up a large part of the Basin, then the first important anhydritic beds appear in the Hennuyer Trough (Groessens, Conil and Hennebert, 1979-1982). Moliniacian beds show important lithological and ecological variations in the trough and near by. Ash beds M, L1 and L2 allow chronological correlations. *Koninckopora* K and *Archaeodiscidae* A appear early in the Trough and lately around. *Dorlototia* Do exists only in the shallow water environment (Poty). *Poj. nibelis* ni exists at the base of Livian (Li). Names are reviewed following Hance (1988) and new sections in Avesnois. Type sections are shown with a thick vertical dash. Horizontal crossed dashes represent ash beds, ch coal beds and base of rhythms are shown with black triangles.

E) CONODONTES
(E. G., M. W.)
(Pl. VIII)

	Land.		Grives calcaire										Grives dolomitique						
	23	25	31	34	38	39	41	43	47	51	65	96d	100b	101b	103	104b	105	106a	106b
<i>P. inornatus</i>	○	○																	
<i>Siphonodella cooperi</i>	○	○																	
<i>Ps. multistriatus</i>	○	○	x			x			x			x							
<i>P. communis communis</i> - - - -	-	○		x	○	x		x			○	x					x		x
<i>P. communis carina</i>			○			x		x		○	x		x	x	x				
<i>G. delicatus</i>			○									x							
<i>G. cuneiformis</i>			○	x	○	x	○	x		○	○								
<i>G. aff. pseudosemiglabler</i> - - -	-	-	○	x															
<i>G. punctatus</i>			⊗																
<i>Eotaphrus bultyncki</i>			⊗																
<i>Bispathodus spinulicostatus</i>			x																
<i>B. aculeatus</i> - - - - -			x																
<i>P. tornacencis</i>			x																
<i>Ps. primus</i>					○														
<i>D. hassi</i>						x													
<i>P. communis n. ssp. A. Carman</i> -	-	-				x		x							x				
<i>Ps. cf. multistriatus</i>								x											x
<i>P. triangulus</i>									x					x	x	x			x
<i>Ps. pinnatus</i>									x						x	x			
<i>G. cf. punctatus</i> - - - - -									x										
<i>Ps. oxypageus</i>														x					
<i>G. typicus</i>														x	x	x	x		x
<i>D. bouckaerti</i>														x	x	x	x		x
<i>Ps. longiposticus</i> - - - - -														x	x	x	x		x
<i>Sc. dockali</i>														x	x	x	x		x
<i>Prot. cordiformis</i>																	x		x
<i>P. communis cf. dentatus</i>																			x
Zones à foraminifères	Cf1		Cf2																

Tabl. II. — Distribution des conodontes dans le Tournaisien de Godin (Carr. Bocahut). Les cercles correspondent aux données de M. Weyant, les croix, éventuellement superposées aux cercles, à celles d'E. Groessens.

Table II. — Conodonts repartition in Tournaisian. Studies of M. Weyant are represented by circles and crosses represent those of E. Groessens.

F) CORAUX
(E. P.)
(Pl. IX)

Les Tétracoralliaires de l'Avesnois sont actuellement à l'étude. Ceux du Strunien, particulièrement abondants et variés, sont caractéristiques de la zone à coraux RCO (Poty, 1985). D'autres investigations ont permis de recueillir une faune s'étendant de la partie supérieure du Calcaire de Landelies au Calcaire de Neffe. Dans la carrière Bocahut à Godin, les différentes zones suivantes ont pu être reconnues :

- 1) **Zone RC2.** Caractérisée par la présence de *Siphonophyllia cylindrica* et *Lophophyllum* sp. (Poty, 1985 et sous presse). De nombreuses "*Caninia*" *dorlodoti* (Pl. IX) sont présentes dans la partie supérieure de la Formation de Landelies, fait inhabituel.
- 2) **Zone RC3.** Seul un assemblage assimilable à celui de la sous-zone RC3α (Poty, sous presse) a été reconnu à Godin. Il comprend, à côté de taxons caractéristiques de la zone RC3 (*Caninophyllum patulum*, Pl. IX, fig. 1), des formes qui

jusqu'ici n'ont pas été signalées dans le Bassin franco-belge telles que *Calmiussiphyllum* aff. *calmiussi* (Pl. IX, fig. 2) et *Bifossularia* aff. *tictensis* (Pl. IX, fig. 6), ou nouvelles telles que *Solenodendron* sp. nov. (Pl. IX, fig. 7), espèce coloniale dont certains polypierites possèdent un aulos tandis que dans d'autres les septes majeurs s'étendent jusqu'à l'axe où peut se développer une columelle.

3) **Zone RC4.** Quelques coraux (*Cyathoclisia modavensis*) de la sous-zone RC4α (première sous-zone du Viséen) sont présents dans la partie supérieure, dolomitique, de la Formation du Grives. Ils deviennent abondants dans la partie inférieure, crinoïdique, de la Formation de Godin. La partie supérieure de cette formation, assimilable à la Formation des Avins, renferme des espèces caractéristiques de la sous-zone RC4β : "*Humboldtia*" *avesnensis* (Pl. IX, fig. 3), *Carruthersella* aff. *compacta*.

4) **Zone RC5.** La partie inférieure de la Formation de Neffe a fourni *Dorlodotia briarti* (Pl. IX, fig. 4) et la partie moyenne *Corphalia mosae*, espèces caractéristiques de la zone RC5 en Belgique.

G) STRATIGRAPHIE DU DINANTIEN DU NORD DE L'AVESNOIS

Les formations du Strunien et de l'Hastarien jusqu'au Calcaire de Landelies paraissent assez semblables. Ce n'est qu'au niveau du développement de l'Auge dinantaise que s'observent de profondes différences, comme en Belgique :

- L'équivalent des Calcschistes de Maurrene (Tn2c auct.) n'a pas été repéré, mais on observe, dès la partie inférieure de l'Ivoirien, des faciès bien connus en Belgique (Lees, Hallet *et al.*, 1985) :
 - le faciès du Bayard, ou sole du Waulsortien s.s. ;
 - le calcaire waulsortien à "veines bleues" ;
 - les faciès latéraux dits de Leffe.

Ces roches décrites par Carpentier en 1913 sont presque entièrement recouvertes, sauf à Ferrière-la-Petite.

- Les calcaires noirs viséens d'envasement, bien lités comme le Calcaire de la Molignée, sont épais et très riches en foraminifères.
- A Limont-Fontaine, les calcaires noirs en plaquettes passent presque sans transition, et avec un triplet intermédiaire de bentonite, à la dolomie sus-jacente dite "à *Daviesiella llangollensis*". Cette unité formée de bancs épais, géodiques, localement bréchoïdes, avec lumachelles de *Chonetes* et niveaux à coraux ne renferme de silification qu'à la base, à l'opposé de la Formation de Salet dont elle est un équivalent chronologique partiel (fig. 4). Nous proposons de la dénommer à Limont-Fontaine (carrière CBS) "Dolomie du Grimour".
- Le Calcaire de Neffe est moins dolomitique qu'au Sud de l'Avesnois. Formé de gros bancs dont les teintes blanches ou grises contrastent, il renferme des faciès oolithiques, crinoïdiques, coquilliers ou bréchoïdes. Plusieurs bentonites et des couches noires apparaissent, comme en Belgique dans sa partie sommitale.

II. — ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE PRÉLIMINAIRE

A) LES FORMATIONS DE LA CARRIÈRE BOCAHUT (A.T., J.L.M.)

La coupe la plus complète et la moins perturbée par la tectonique affleure dans la carrière n° 3 des Etablissements Bocahut à Avesnes. Une description lithologique préliminaire est proposée sur la figure 3. Les principaux traits sédimentologiques sont tirés de 110 lames minces (fig. 5).

- **La Formation du Grives**, essentiellement dolomitique, renferme à sa base une biomicrite à crinoïdes, elle passe au sommet à une biosparite. Cette formation très riche en géodes est étudiée plus précisément par RS.
- **La Formation de Godin** ou "Oolithe de Godin" est blanche et massive, la stratification est souvent oblique et peu distincte. De biodolomicrites à la base, on passe à des oosparites. Les oolithes ont souvent un nucléus constitué par un foraminifère et un cortex micritique ; leur taille varie de 0,3 à 1,2 mm. Quelques niveaux particuliers soulignent quand même la stratification, il s'agit de lits de *Levitusia humerosa* à la base et d'une microbrèche. Latéralement, ces niveaux peuvent disparaître.

- **La Formation de Terwagne** est un ensemble très bien lité formé de bancs de 1 à 4 m d'épaisseur. Les faciès sont très variés mais présentent tous des caractères de milieux très peu profonds : pelmicrite, lamines stromatolithiques, fentes de dessiccation... Il existe plusieurs phases de cimentation, de dolomitisation et de dissolution. La chronologie de ces phases est en cours d'étude. La macrofaune est quasi absente mais il est fréquent de rencontrer des ostracodes, des foraminifères et des calcisphères. Cette formation renferme également quelques niveaux à oolithes du type sphérolites (Purser, 1980) qui ont une taille comprise entre 0,2 et 0,4 mm. On y rencontre aussi de nombreuses figures sédimentaires : birdseyes, bioturbations, ravinements, microbrèches. Au sommet de Terwagne 3, trois bancs de brèche calcaire à matrice rouge et éléments anguleux avec de nombreuses géodes creuses constituent un excellent repère stratigraphique pour la région d'Avesnes.

- **La Formation de Neffe** est oolithique, ses oolithes sont de plus petite taille que celles de Godin et sont en général très peu micritisées. Assez massive, en bancs de 3 à 7 m, il existe quelques niveaux remarquables de lumachelle à *Chonetes*, de niveaux à gastéropodes (*Straparollus*) ou à coraux. Au sommet, les crinoïdes sont très abondants ainsi que les intraclastes anguleux.

- **La Formation de Lives** est constituée par des calcaires et des dolomies noirs bien lités. Il est possible d'y distinguer de nombreux cycles régressifs séparés par des ravinements et des microbrèches surmontant des niveaux stromatolithiques ou micritiques. Au sommet, 3 bancs de dolomie blanche, dans lesquels on peut observer des pseudomorphoses de gypse sous forme de cristaux aciculaires, sont interprétés comme d'anciens lits évaporitiques. C'est à ce niveau, et par faille, que s'arrête la coupe.

L'ensemble de ces formations renferme des géodes calcitiques réparties dans les niveaux dolomitiques. Ces géodes ont des formes et des constitutions variées : allongées, ovoïdes, pleines, éclatées, creuses... Leur répartition semble être déterminée par la nature lithologique et certaines d'entre elles, notamment dans la Formation du Grives, pourraient être considérées comme d'anciens nodules totalement pseudomorphosés.

Une étude préliminaire effectuée sur les minéraux argileux du Viséen de l'Avesnois, par Crasquin (1982) montre une grande abondance en illite et en chlorite bien conservées et une petite quantité de minéraux d'altération.

B) ÉTUDE LITHOLOGIQUE DE LA DOLOMIE DU GRIVES (R.S.) (Pl. X)

La Dolomie du Grives présente des particularités remarquables et peu connues dans cette partie du Bassin franco-belge. Leur position dans le canevas stratigraphique général est susceptible d'apporter des vues nouvelles sur l'histoire du bassin et sur les processus dolomitiques en général.

La présente note a pour but d'en dégager les caractères généraux et de suggérer un type de genèse, des études plus approfondies sur la diagenèse étant en cours.

Malgré l'oblitération de presque tous les détails sédimentaires, de vagues structures laminées (non stromatolithiques) et bioturbées sont apparentes. Ces structures, ainsi que la pré-

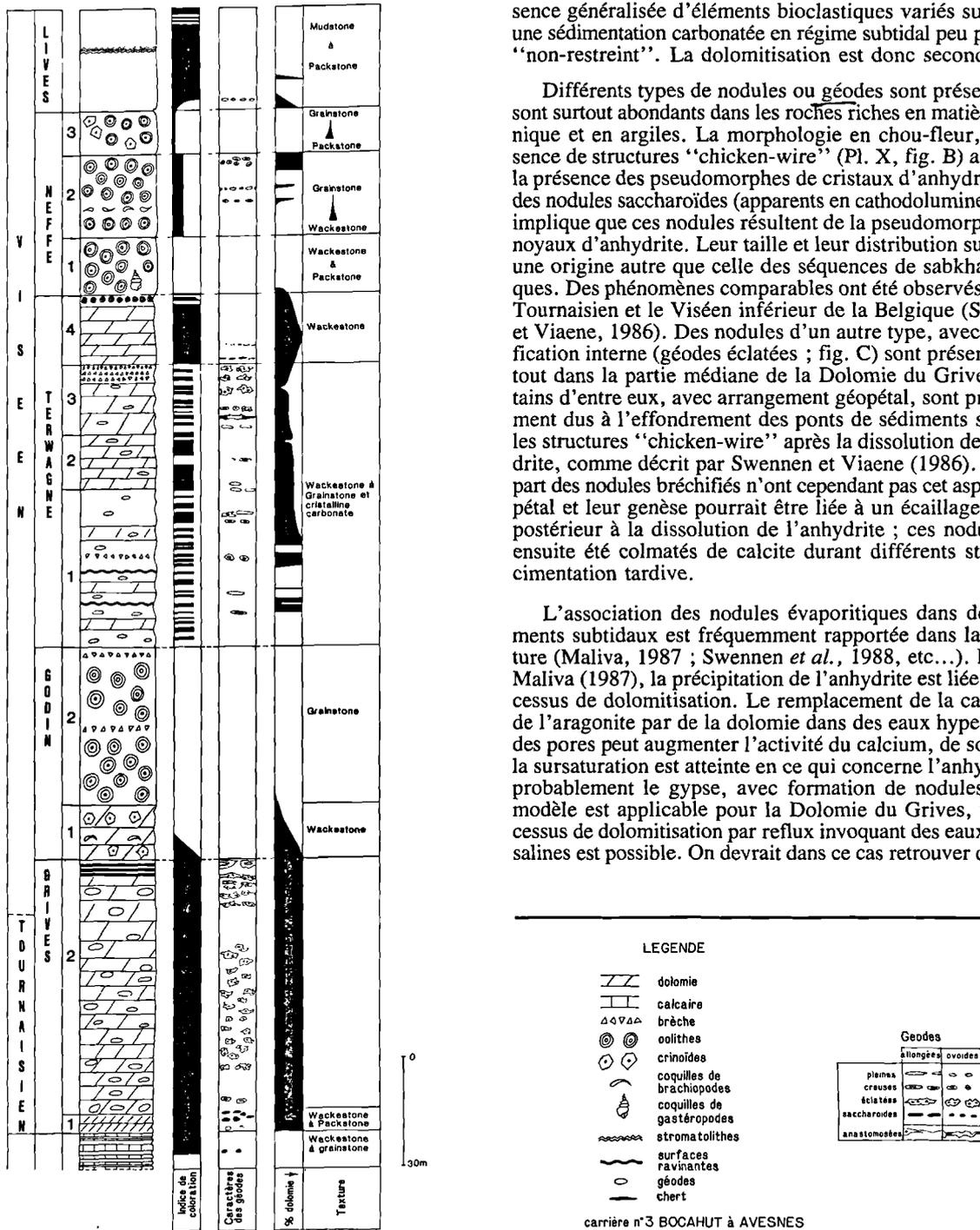


Fig. 5. — Lithostratigraphie et aperçu sédimentologique de la carrière Bocahut.

Fig. 5. — Lithostratigraphy and sedimentological outline of Bocahut quarry.

sence généralisée d'éléments bioclastiques variés suggèrent une sédimentation carbonatée en régime subtidal peu profond, "non-restreint". La dolomitisation est donc secondaire.

Différents types de nodules ou géodes sont présents ; ils sont surtout abondants dans les roches riches en matière organique et en argiles. La morphologie en chou-fleur, la présence de structures "chicken-wire" (Pl. X, fig. B) ainsi que la présence des pseudomorphes de cristaux d'anhydrite dans des nodules saccharoïdes (apparents en cathodoluminescence) implique que ces nodules résultent de la pseudomorphose de noyaux d'anhydrite. Leur taille et leur distribution suggèrent une origine autre que celle des séquences de sabkha classiques. Des phénomènes comparables ont été observés dans le Tournaisien et le Viséen inférieur de la Belgique (Swennen et Viaene, 1986). Des nodules d'un autre type, avec bréchi-fication interne (géodes éclatées ; fig. C) sont présents, surtout dans la partie médiane de la Dolomie du Grives. Certains d'entre eux, avec arrangement géopétal, sont probablement dus à l'effondrement des ponts de sédiments séparant les structures "chicken-wire" après la dissolution de l'anhydrite, comme décrit par Swennen et Viaene (1986). La plupart des nodules bréchifiés n'ont cependant pas cet aspect géopétal et leur genèse pourrait être liée à un écaillage interne postérieur à la dissolution de l'anhydrite ; ces nodules ont ensuite été colmatés de calcite durant différents stades de cimentation tardive.

L'association des nodules évaporitiques dans des sédiments subtidaux est fréquemment rapportée dans la littérature (Maliva, 1987 ; Swennen *et al.*, 1988, etc...). D'après Maliva (1987), la précipitation de l'anhydrite est liée au processus de dolomitisation. Le remplacement de la calcite ou de l'aragonite par de la dolomie dans des eaux hypersalines des pores peut augmenter l'activité du calcium, de sorte que la sursaturation est atteinte en ce qui concerne l'anhydrite et probablement le gypse, avec formation de nodules. Si ce modèle est applicable pour la Dolomie du Grives, un processus de dolomitisation par reflux invoquant des eaux hypersalines est possible. On devrait dans ce cas retrouver des stra-

tes caractéristiques d'un milieu évaporitique au sommet des dolomies, comme il en existe localement à l'Est de la Belgique. Tel n'est pas le cas.

La transition des dolomies de la Formation du Grives avec les calcaires oolithiques/bioclásticos de la Formation de Godin se fait sur quelques mètres (Pl. X, fig. D). Au sommet de la Dolomie du Grives, des niveaux distincts semi-continus de nodules anastomosés sont présents et des bandes de silicification y sont associées. Des niveaux avec bréchification et remplissage de sédiment interne géopétal recristallisé existent également (Pl. X, fig. A). De plus, certains horizons sont caractérisés par de la "calcite palissadique" (macrosphérolithique). Autour des nodules anastomosés une bande de dédolomitisation jaunâtre est toujours présente. L'analogie est proposée avec des phénomènes semblables observés au sommet de la Dolomie de Namur (Michot, 1955 ; Pirllet, 1970 et Peeters, recherche en préparation), eux-mêmes attribués à une genèse karstique (spéléothème). La présence d'un paléokarst à ce niveau peut expliquer l'absence des strates caractéristiques d'un milieu évaporitique au sommet de la Dolomie du Grives.

C) QUELQUES PRÉCISIONS SUR LES CINÉRITES VISÉENNES (MOLINIACIEN ET BASE DU LIVIEN) (B.D.)

« Vers la base du Calcaire noir (Calcaire de Lives n.B.D.), il y a une couche spécifique, le Banc d'Or, formée de blocs roulés de calcaire noir ou bleu foncé, empâtés dans du calcaire argileux rougeâtre... ». C'est en ces termes que, dès 1888 et pour la première fois, le Banc d'Or de Bachant est décrit par Gosselet, dans les carrières de l'Horipette et du Canal.

En 1895, de Dorlodot reconnaît dans la Mollignée (coupe du chemin de fer à Denée), un horizon similaire qui, aux dires de cet auteur, doit selon toute vraisemblance correspondre au Banc d'Or de Bachant décrit sept ans plus tôt par Gosselet. En cet endroit, il marque la limite entre les calcaires massifs et clairs du V2a (Calcaire de Neffe) et les calcaires rythmiques foncés (Calcaire de Lives).

Le livret explicatif de la carte géologique de France (1/50000) rédigé par G. Waterlot mentionne le Banc d'Or de Bachant à la base des calcaires de Limont (V3a) : « la base de l'assise est occupée par le calcaire bréchiforme de Limont... Un banc spécial se situe vers la base de l'assise... ce niveau (porte) le nom de Banc d'Or ».

En Belgique, ce niveau conglomératique est reconnu un peu partout dans le pays. Thorez et Pirllet (1979) assignent au Banc d'Or le caractère de K-Bentonite, niveau de cendres volcaniques argilisées. L'analyse sédimentologique des calcaires autour du Banc d'Or est abordée par Wautelet (1984 inédit) lequel met en évidence des phénomènes d'émersion responsables de la formation du conglomérat à galets de calcaires.

L'étude morphologique des zircons des argiles du Banc d'Or (fig. 4, L1) (B. Delcambre, en cours) révèle :

- la présence exclusive de cristaux automorphes ;
- une uniformité des populations pour des échantillons issus de points géographiquement éloignés (du Boulonnais à la Vesdre). Ce résultat atteste de l'unicité du matériel parental. Cette constatation corrobore l'hypothèse génétique cinéritique de Thorez et Pirllet (1979). Il permet aussi de caractériser le Banc d'Or au moyen d'une population de zircons type.

Le Banc d'Or de Bachant a été revu dans son site même, dans la carrière Malakoff, creusée dans le prolongement de la carrière de l'Horipette. Les faunes de foraminifères se situent à la base du Livien et non dans sa partie supérieure (R. Conil, ce travail). Un second marqueur cinéritique (L2) bien caractérisé par sa population de zircons apparaît régulièrement en Belgique au-dessus de la cinérite L1 (fig. 4). La situation est identique à Bachant où les premiers mètres de calcaires noirs renferment un niveau argileux reconnu comme équivalent de l'horizon téphrostratigraphique L2 (Delcambre, sous presse). Cette présence confirme également, à l'opposé de l'interprétation de G. Waterlot, la corrélation entre le Banc d'Or de Bachant et la cinérite L1 qui, en Belgique, sépare le Calcaire de Neffe du Calcaire de Lives, où apparaît la microfaune livienne. Les deux cinérites de la base du Livien sont connues dans l'Avesnois en plusieurs sites (Godin, Limont-Fontaine, Bachant). L'épaisseur des sédiments séparant les deux K-bentonites est de 12 m. Cette valeur va en diminuant vers la Belgique (fig. 4). Un autre niveau cinéritique remarquable (M), caractérisé par une population de zircons monoprismés existe vers le bas de la zone Cf4δ (V2a biostratigraphique *auct.*). Ce niveau est connu en Belgique dans le Synclinal de Namur, dans le Condroz oriental (Comblain) ainsi que dans l'Auge dinantaise (Salet).

III. — APERÇU TECTONIQUE (J.L.M., F.M., A.K.)

La description détaillée de la carrière Bocahut par Khatir *et al.* (1988) ne sera pas reprise ici, une coupe synthétique d'ensemble (fig. 7) et le bloc diagramme situant tous les fronts de taille conduisent à une représentation générale. La coupe représentée sur le bloc diagramme de la figure 6 donne le motif élémentaire de la tectonique avesnoise, on distingue des plis à flancs courts à fort pendage, déversés, souvent cisailés à flanc long au pendage plus faible. Une restitution tectonique de cette carrière (Mansy et Meilliez, 1989) montre une évolution conjointe du plissement et des failles dans une déformation d'ensemble.

Dans un premier stade les glissements banc sur banc s'effectuent pour l'essentiel dans les calcaires et dolomies de Terwagne qui sont très bien lités, par opposition aux calcaires de Neffe et de Godin très massifs. Après la genèse du pli initial, les cisaillements (Fa) affectent le pli initial (fig. 8b), ils sont accompagnés par les premiers petits duplex synthétiques et antithétiques dans la charnière centrale.

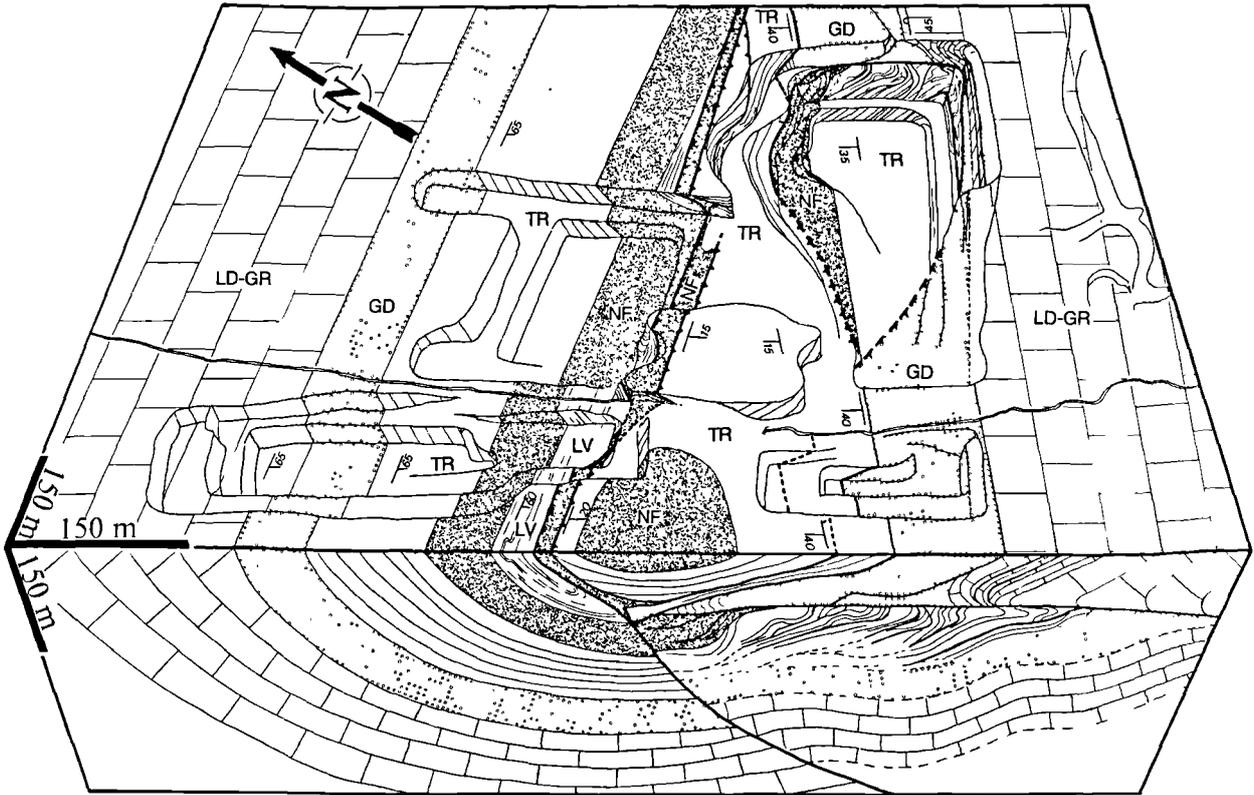


Fig. 6. — Bloc diagramme (d'après Khafir) et coupe synthétique de la carrière Bocahut.
LD-GR : Formation d'Avesnelles à Landelies (LD) et Formation du Grives (GR)

Fig. 6. — Block diagram of Bocahut quarry.

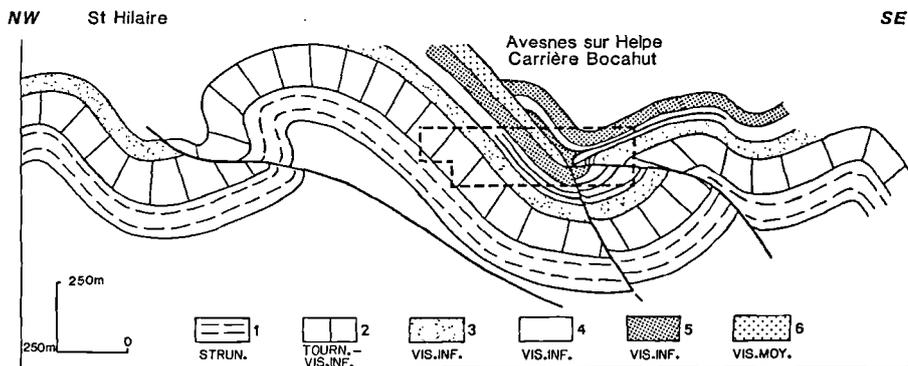


Fig. 7. — Coupe Avesnes-St-Hilaire.

1 : Formations de l'Épinette et d'Etrœungt ; 2 : Formation d'Avesnelles à Formation du Grives ; 3 : Formation de Godin ; 4 : Formation de Terwagne ; 5 : Formation de Neffe ; 6 : Formation de Lives.

Fig. 7. — Avesnes St-Hilaire cross-section.

La compression principale se poursuivant, une écaïlle apparaît à l'arrière, elle cisaille le flanc court le long du chevauchement Fb. Le plissement se poursuit et s'accroît (fig. 8c), il se traduit par une flexion passive, avec création d'un nouveau chevauchement Fc, dont la flèche reste

modeste ; le serrage du synclinal se poursuit, il est accompagné par des glissements le long des premiers cisaillements qui sont plissés à leur tour. Les cisaillements de la famille Fa sont plissés ainsi que le chevauchement Fb. La cataclase est nette sous Fc le long du flanc inverse dans les Formations de Neffe et de Lives.

Dans cette carrière on peut mettre en évidence le caractère très superficiel de la déformation et un cylindrisme parfait des différentes structures plicatives. La concentration relevée sur les stéréogrammes est nette à cet égard (Khatir *et al.*, 1989).

La coupe Avesnes-St-Hilaire (fig. 7) permet de mieux comprendre la tectonique de ce secteur, dans lequel on rencontre des bandes localisées où la déformation a été très importante, séparées par des domaines apparemment beaucoup moins déformés. Généralement ces domaines renferment des schistes et des calcschistes, ils sont incompetents et ils constituent les niveaux de décollements majeurs de l'Allochtone Ardennais (Meilliez et Mansy, 1989).

Un important chevauchement (avec une série inverse à son toit), apparaît au Nord de St-Hilaire, il manque la limite entre la Ride d'Avesnes et l'Auge dinantaise. Il est possible que des paléofailles précoces aient été reprises lors de la tectonique tardi-hercynienne. Les synclinaux septentrionaux de l'Avesnois présentent souvent un flanc sud à pendage modéré et un flanc nord subvertical, il en est ainsi à Limont-Fontaine ; dans ce synclinal viséen on observe des cisaillements plissés et une schistosité enroulée autour de la charnière d'un pli tardif. Un processus continu de déformation y a été mis en évidence (Khatir *et al.*, 1989).

L'Avesnois carbonifère est caractérisé par un continuum de déformations dans un contexte très superficiel. Des bandes localisées sont très déformées (plis concentriques et écaillages) et séparées par des domaines moins affectés. En profondeur l'accommodation se traduit par des décollements dans les niveaux incompetents sous-jacents d'âge strunien et famennien.

CONCLUSION

Le Dinantien de l'Avesnois, prolongeant vers l'Ouest celui de la région dinantaise type, permet d'obtenir diverses informations complémentaires tant en stratigraphie qu'en tectonique sur le Bassin franco-belge.

La partie septentrionale se situe, en particulier par ses faciès waulsortiens et périwaulsortiens, dans le prolongement de l'Auge dinantaise.

La partie méridionale, rappelant sous certains aspects les faciès marginaux du Condroz, est le seul endroit où s'observe la marge sud de l'Auge, ou Ride d'Avesnelles, avec ses traces d'émersion, ses niveaux évaporitiques et ses faciès de très faible profondeur. Les associations de coraux, de foraminifères et de conodontes y fournissent, à l'Ivorien, des données particulièrement utiles pour le canevas biostratigraphique général du Bassin.

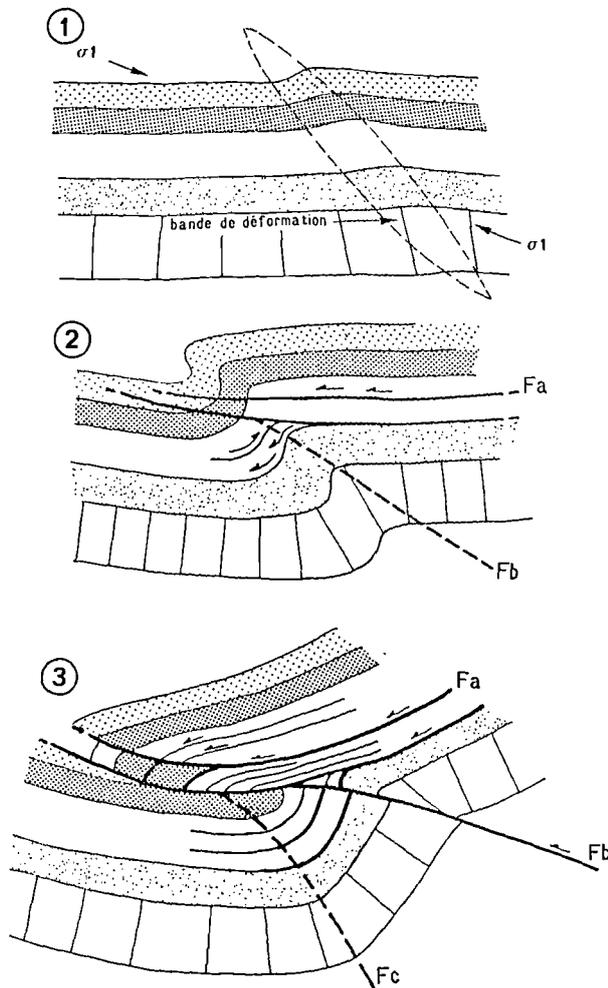


Fig. 8. — Reconstitution tectonique de la carrière Bocahut. Trois étapes dans un contexte de déformation continue : 1 : Formations de l'Épinette et d'Étroëungt ; 2 : Formation d'Avesnelles à Formation du Grives ; 3 : Formation de Godin ; 4 : Formation de Terwagne ; 5 : Formation de Neffe ; 6 : Formation de Lives.

Fig. 8. — Tectonic restoration. Three steps in a progressive deformation process. Same legend as fig. 7.

L'association de foraminifères de la zone à *Granuliferella* présente à Godin quelques différences avec celle qui est connue en Belgique ; elle pourrait être un peu plus jeune si l'on s'en réfère à la succession des conodontes (*bultynckibouckaerti*). Les faunes de foraminifères et de coraux de la partie basale et de la partie supérieure du Moliniacien sont bien représentées. Des foraminifères caractérisant le Livien apparaissent précocement au-dessus du Banc d'Or de Bachant.

Trois lits de cinérites caractérisées par leurs zircons donnent des corrélations précises au Viséen, au travers des coupes classiques de Belgique. Une biostratigraphie précise a été établie dans le site de Godin, elle permet d'établir une coupe et la restitution tectonique de ce secteur. Ce motif élémentaire sert de base à un modèle caractérisé par un continuum de déformations dans un domaine superficiel.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) CARPENTIER A. (1913). — Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord*, VII (2), 434 p.
- 2) CONIL R. (1973). — Intérêt de certaines coupes de l'Avesnois dans la séquence classique du Dinantien. *Ann. Soc. géol. Nord*, XCIII, p. 169-175.
- 3) CONIL R. (1980). — Note sur quelques foraminifères du Strunien et du Dinantien d'Europe occidentale. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 103, p. 43-53, 2 pl.
- 4) CONIL R., DE PUTTER Th., HOU HONG-FEI, WEI JIA-YONG et WU XIANG-HE (1988). — Contribution à l'étude des foraminifères du Strunien et du Dinantien de la Chine sud-orientale. *Bull. Soc. Belg. Geol.*, 97, p. 47-62, 2 fig., 5 pl.
- 5) CONIL R., DREESEN R., LENTZ M.A., LYS M. et PLODOWSKI G. (1986). — The Devonian-Carboniferous transition in the Franco-Belgian basin with reference to foraminifera and brachiopods. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 109, p. 19-26, 4 fig., 1 tabl.
- 6) CONIL R., GROESSENS E., HIBO D., LALOUX M., LEES A. et POTY E. (1988). — The Tournaisian - Viséan boundary in the type area. *Palaeont. Ass. Carbon. gr.*, field trip 22-25 apr. 1988. Guidebook. Inst. Géol. UCL.
- 7) CONIL R., GROESSENS E. et STREEL M. (1974). — Excursion H. Avesnois. *Intern. Symp. Belg. Micropl. Lmts.* Guidebook. Namur, 12 p.
- 8) CONIL R. et LYS M. (1970). — Données nouvelles sur les foraminifères des couches de passage du Famennien au Tournaisien dans l'Avesnois. *Congrès et Coll. Univ. Liège*, 55, p. 179-192, 5 fig.
- 9) CONIL R., LYS M. et RAMSBOTTOM W. (1981). — Contribution à l'étude des foraminifères du Dinantien d'Europe occidentale. *Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, XXXI, p. 255-275, 3 pl., 1 tabl.
- 10) CONIL R. et VANDEVEN G. (1970). — Deux sondages à Biesmerée (prov. de Namur). *Prof. Paper. Serv. Géol. Belg.*, n° 2, 11 p., 2 pl.
- 11) CONIL R. et VANDEVEN G. (1972). — Le Tournaisien des sondages de St-Aubin, Chaumont et Silenrieux. *Prof. Paper. Serv. Géol. Belg.*, n° 1, 20 p., 9 fig.
- 12) CRASQUIN S. (1982). — Ostracodes viséens du Nord de la France (Etude paléontologique et analyse de la fraction argileuse). *Ann. Soc. géol. Nord*, CII, p. 191-204, 1 pl.
- 13) DORLODOT H. de (1885). — Le calcaire carbonifère de la Belgique et ses relations avec celui du Hainaut français.
- 14) GOSSELET J. (1888). — L'Ardenne, éd. Baudry, Paris.
- 15) HANCE L. (1979). — Description de deux nouvelles coupes dans le Moliniacien (V1-V2a) des environs de Namur. *Prof. Paper. Serv. géol. Belg.*, 9, n° 165, 13 p., 7 pl.
- 16) HANCE L. (1988). — Le Moliniacien du Synclinorium de Dinant (Belgique) de la région dinantaise à la vallée de l'Ourthe. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, XXXIII, p. 1-91, 25 pl.
- 17) KHATIR A. et MANSY J.L. (1988). — Un exemple de déformation progressive dans le Paléozoïque supérieur de l'Avesnois (Ardenne). In 12^e Réunion des Sciences de la Terre, Lille. *Soc. géol. Fr.*, p. 79.
- 18) KHATIR A., MANSY J.L. et MEILLIEZ F. (1989). — Structures et déformations dans l'allochtone ardennaise. Un exemple pris dans l'Avesnois. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CVIII, p. 73-83.
- 19) LALOUX M. (1988). — Méthodes de corrélations biostratigraphiques et migrations. Application raisonnée en Carbonifère d'Europe. Thèse doctorat UCL.
- 20) LEES A., HALLET V. et HIBO D. (1985). — Faciès variation in Waulsortian buildups. Part 1 ; a model from Belgium. *Geol. Jour.*, vol. 20, p. 133-158, 12 fig.
- 21) MALIVA R.G. (1987). — Quartz geodes : early diagenetic silicified anhydrite nodules related to dolomitisation. *J. Sedim. Petrol.*, 57, p. 1054-1059.
- 22) MANSY J.L. et MEILLIEZ F. (1989). — Séquence de déformation progressive du calcaire carbonifère en Avesnois (Ardenne occidentale). *C. R. Acad. Sci.*, t. 309, série II, p. 319-324.
- 23) MEILLIEZ F. et MANSY J.L. (1988). — Décollements et coulissements dans la tectonique varisque de l'Ardenne. In 12^e Réunion des Sciences de la Terre, Lille. *Soc. géol. Fr.*, p. 95.
- 24) MEILLIEZ F. et MANSY J.L. (1989). — Structures de déformation pelliculaire dans une série lithologique différenciée : le Dévonien-Carbonifère de l'Ardenne (déposé au *Bulletin de la Société géologique de France*).
- 25) MICHOT P. (1955). — Les brèches calcaires à ciment de calcite macrosphérolithique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 78, p. 353-367.
- 26) MICHOT P., GERARDS J., MONTY C. et PIRLET H. (1963). — Sédimentologie des formations viséennes du Synclinorium de Namur, dans la vallée de la Meuse. 6^e Congrès Intern. *Sédim. Belg. et Pays-Bas*, excursion G., 1^{re} partie, p. 1-23.

- 27) PAPROTH E., CONIL R., BLESS M.J.M., BOONEN P., CARPENTIER N., COEN M., DELCAMBRE B., DEPRIJCK Ch., DEUZON S., DREESEN R., GROESSENS E., HANCE L., HENNEBERT M., HIBO D., HAHN G. & R., HISLAIRE O., KASIG W., LALOUX M., LAUWERS A., LEES A., LYS M., OP DE BEEK K., OVERLAU P., PIRLET H., POTY E., RAMSBOTTOM W., STREEL M., SWENNEN R., THOREZ J., VANGUESTAINE M., VAN STEENWINKEL M. et VIESLET J.L. (1983). — Bio- and Lithostratigraphic subdivision of the Dinantian in Belgium, a review. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 106, p. 185-239.
- 28) PAUL H. (1937). — Transgression der Viséstufe am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. *Abh. Preu. geol., L.-Anst.* N.F. 179, p. 1-117, 3 Taf., Berlin.
- 29) PIRLET H. (1970). — L'influence d'un karst sous-jacent sur la sédimentation calcaire et l'intérêt de l'étude des paléokarsts. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. 93, p. 247-254.
- 30) POTY E. (1985). — A Rugose Coral biozonation for the Dinantian of Belgium as a basis for a coral biozonation of the Dinantian of Eurasia. *C. R. X Congr. Int. Strat. Géol. Carbonif.*, Madrid, 1983, 4, p. 29-31, 1 fig.
- 31) POTY E. (sous presse). — Distribution and palaeogeographic affinities of the Belgian Tournaisian Rugose Corals. *Eighth Int. Symposium on Fossil Cnidaria*, Brisbane, 1988, Alcheringa.
- 32) PURSER B.H. (1980). — Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. 1 : les éléments de la sédimentation et de la diagenèse. *Technip éd.*, Paris.
- 33) SHILO N.A., BOUCKAERT J., AFANSJEVA G.A., BLESS M.J.M., CONIL R., ERLANGER O.A., GAGIEV M.H., LAZAREV S.S., ONOPRIENKO Yu.I., POTY E., RAZINA T.P., SIMAKOV K.V., SMIRNOVA L.V., STREEL M. et SWENNEN R. (1984). — Sedimentological and Paleontological atlas of the late Famennian and Tournaisian deposits in the Omolon region (NE-USSR). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 107, p. 137-247, 4 fig., 3 tabl., 52 pl.
- 34) SWENNEN R. et VIAENE W. (1986). — Occurrence of pseudomorphosed anhydrite nodules in the Lower Viséau (Lower Moliniacian of the Verviers Synclinorium, E - Belgium. *Bull. Soc. belge Géol.*, 95, p. 89-99.
- 35) SWENNEN R., PEETERS C., MUCHEZ P., MAES K. et VIAENE W. (1988). — Sedimentological and diagenetic evolution of Dinantian carbonates (dolomitization, evaporite solution collapse breccias, paleosols and palisade calcite). In : *IAS-9th Regional Meeting - Excursion Guidebook - Leuven, Belgium*. Ed. A. Herbosch, p. 77-97.
- 36) THOREZ J. et PIRLET H. (1979). — Petrology of K-Bentonite beds in the Carbonate series of the Viséau and Tournaisien Stages of Belgium. *Int. Caly Conf.*, 1978, p. 323-332, Elsevier Amsterdam.
- 37) WATERLOT G. (1969). — Notice explicative de la Carte Géologique 1/50000, feuille d'Avesnes. B.R.G.M., Orléans.
- 38) WAUTELET E. (1984). — Sédimentologie de la limite Moliniacien-Livien. Le Banc d'Or de Bachant. *Mém. Licence UCL - inédit*.

ANNEXE

Rectogranuliferella, nouveau genre de Foraminifère du Tournaisien

R. CONIL et M. LYS

La partie supérieure du Calcaire du Grives renferme à côté de nombreuses *Granuliferella* et *Paraendothyra* un Endothyridae nouveau, à déroulement bisérié, représenté par de nombreux individus.

Sous-famille ENDOTHYRINAE Brady, 1884

RECTOGRANULIFERELLA, Conil & Lys, gen. nov.

Derivatio nominis : *rectus*, droit et le genre *Granuliferella* E.J. Zeller, 1957.

Génotype : *Palaeospiroplectammina* (?) *godini* Conil, 1980 *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 103, 45, Pl. I, fig. 19 (9898).

Diagnose. « Partie initiale enroulée, divisée en loges endothyroïdes dès l'origine ; partie terminale rectiligne bisériée, avec ouverture simple. Paroi relativement épaisse et granulaire, tendant à former une mince couche compacte et dense à l'intérieur. »

Rapports et différences

Ce genre a une morphologie d'ensemble comparable à celle d'*Endospiroplectammina* Lipina, 1970. Il en diffère par sa paroi grossière de même nature que celle des *Granuliferella* dont il paraît issu.

Les figures 10 à 14 de la planche VI complètent l'illustration des originaux provenant d'une carrière voisine actuellement comblée.

Répartition stratigraphique

Une seule espèce est connue et abondante dans la zone Cf2 à Godin. L'un de nous (R.C.) a figuré un spécimen comparable dans la même zone à *Paraendothyra*, *Condru-stella*, *Granuliferella* et *Latiendothyranopsis* de l'Omolon (Shilo, Bouckaert *et al.*, *Ann. Soc. géol. Belg.*, 107, Pl. XXIII, fig. 164).

Cette espèce n'a jamais été rencontrée dans les bancs à *Paraendothyra* et *Granuliferella* connus en Belgique au sommet du Calcaire d'Yvoir. La faune de Godin pourrait occuper dans la même zone Cf2 une position un peu supérieure, si l'on s'en réfère à l'extension d'*Eotaphrus bulynecki*.

EXPLICATIONS DES PLANCHES
EXPLANATION OF THE PLATES

PLANCHE VI

Foraminifères des Calcaires et dolomies du Grives, à Godin
(Carrières Bocahut, loc. typ. ; lames RC, UCL*)
(R. C.)

Partie supérieure de la dolomie. Zone Cf4 α .

Fig. 1. — *Lugtonia monilis* (Malakhova, 1955).
Gr. 112e (dol.), RC 24372 (24670). Gr. = 40.

Partie supérieure du calcaire et base de la dolomie. Zone Cf2

Fig. 2 et 3. — *Paraendothyra* ex gr. *nalivkini* Chernysheva, 1940
Spécimens proches de *Paraend. portentosa* Conil, 1984
(Omolon).

2. - Gr 100a (dol.), RC 21102 (20301). Gr. = 75.

3. - Gr 96d (calc.), RC 24360 (24622). Gr. = 75.

Fig. 4. — ? *Rectoparaendothyra* sp.
Des formes déroulées de grande taille existent également
dans l'Ivorien de l'Omolon.
Gr 96 (calc.), RC 24432 (24653). Gr. = 75.

Fig. 5. — ? *Latiendothyranopsis* sp.
Gr 100a (dol.), RC 24439 (24660). Gr. = 75.

Fig. 6 à 8. — *Latiendothyranopsis* aff. *grandis* (Lipina, 1955).
Formes à paroi de *Granuliferella* et morphologie proche
de *L. menneri* (Bog. & Juf., 1962), mais possédant appa-
remment des loges plus bombées, avec septa moins mas-
sifs. Des spécimens de l'Ivorien de l'Omolon en sont très
proches (Conil *et al.*, 1982. An. Soc. géol. Belg., 105,
p. 153, fig. 32-33 ; Shilo *et al.*, 1984. An. Soc. géol. Belg.,
107, p. 189, fig. 71).

6. - Gr 96d (calc.), RC 24364 (24591). Gr. = 75.

7. - Gr 96d (calc.), RC 24363 (24581). Gr. = 75.

8. - Gr 96d (calc.), RC 24363 (24582). Gr. = 75.

Fig. 9. — *Latiendothyranopsis-Granuliferella*.
Forme aux caractères intermédiaires. Deux spécimens
comparables ont été figurés en provenance de l'Omolon
(Shilo *et al.*, 1984), *ibid.*, p. 189, fig. 166 ; 167).
Gr 100a (dol.), RC 24432 (24652). Gr. = 75.

Fig. 10 à 14. — *Rectogranuliferella godini* (Conil, 1980).
Ce nouveau genre est décrit dans l'annexe.
10. - PARATYPE. Gr. 96d (calc.), RC 24361 (24585).
Gr = 75.

11. - Id., RC 24361 (24586). Gr. = 75.

12. - Id., RC 24361 (24584). Gr. = 75.

13. - Id., RC 24363 (24630). Gr. = 75.

14. - Id., RC 24364 (24589). Gr. = 75.

* RC : Collection Raphaël Conil, Institut de Géologie, Univer-
sité Catholique de Louvain, B 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Les numéros indiqués entre parenthèses se rapportent au clas-
sement iconographique du Laboratoire de Paléontologie à
Louvain-la-Neuve.

PLANCHE VII

Foraminifères du Moliniacien de l'Avesnois
(R. C.)

Calcaire noir de la Molignée (Mo) et Calcaire de Terwagne (Te)

Fig. 15. — *Septabrunsiina* (*Spinobrunsiina*) *lexhyi* (Conil & Hance,
1979) aff. *ultima* Conil in Conil, Lys & Ramsbottom, 1981.
Mo (sommets), carrière Lebrun, Limont-Fontaine, RC
23964 (24604). Gr. = 75.

Fig. 16. — *Laxoseptabrunsiina* (*Spinolaxina*) *pauli* (Conil & Lys,
1964).
Mo (sommets), carrière Lebrun, Limont-Fontaine, RC
23964 (24605). Gr. = 75.

Fig. 17 à 19. — *Septabrunsiina* (*Spinobrunsiina*) *lexhyi* (Conil
& Hance, 1979) subsp. *ultima* Conil, 1981.
Petites formes.

17. - Mo (sommets), carrière Lebrun, Limont-Fontaine.
R.C. 15485 (24607). Gr. = 75.

18. - Te 1/7, Godin, RC 20900 (24614). Gr. = 75.

19. - Te 4/30b, Godin, RC 24390 (24617). Gr. = 75.

Fig. 20. — *Florennella* cf. *stricta* (Conil & Lys, 1964).
Te 4/48, Godin, RC 24399 (24618). Gr. = 75.

Fig. 21. — *Endothyra laxa* (Conil & Lys, 1964).
Te 4/37a, Godin, RC 24396 (24616). Gr. = 75.

Partie inférieure du Calcaire de Godin, à Godin
(carrières Bocahut, loc. typ.). Zone Cf4 α

Fig. 22. — *Biseriella bristolensis* (Reichel, 1946).
Go 36 m, RC 20896 (24640). Gr. = 75.

Fig. 23 à 25. — *Eoforschia gigantea* (Lipina, 1955).
23. - Go 7,5 m, RC 24379 (24648). Gr. = 75.
24. - Go 7,5 m, RC 24379 (24646). Gr. = 75.
25. - Go 7,5 m, RC 24378 (24596). Gr. = 75.

Fig. 26. — *Endospiroplectamina conili* Lipina, 1970.
Go 7,5 m, RC 24379 (24647). Gr. = 75.

Fig. 27. — *Spinoendothyra recta* (Lipina, 1955).
Go 9 m, RC 24381 (24601). Gr. = 75.

Fig. 28. — *Condrustella modavensis* (Conil & Lys, 1967).
Go 7,5 m, RC 24378 (24600). Gr. = 75.

Fig. 29. — *Florennella stricta* (Conil & Lys, 1964)
Subsp. intermédiaire entre *stricta* et *amplissima* Conil,
1982.
Go 7,5 m, RC 24378 (24609). Gr. = 75.

Fig. 30. — *Septabrunsiina* sp.
Go 7,5 m, RC 24379 (24643). Gr. = 75.

Fig. 31. — *Endothyra* sp.
Go 7,5 m, RC 24378 (24594). Gr. = 75.

PLANCHE VIII

Conodontes des Calcaires et dolomies du Grives, à Godin
(carrières Bocahut, loc. typ.)
(E. G.)

- Fig. 1. — *Bispathodus* cf. *stabilis* (Branson & Mehl, 1934).
Gr 31 (calc.), banc de base de la Formation.
Spécimen montrant un denticule latéral à la partie antérieure de la face externe.
- Fig. 2. — *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson & Mehl, 1934).
Gr 31 (calc.).
- Fig. 3. — *Bispathodus spinulicostatus* (Branson, 1934).
Gr 31 (calc.).
- Fig. 4 à 7. — *Pseudopolygnathus multistriatus* (Mehl & Thomas, 1947).
Gr (calc.). Les spécimens 4 et 5 proviennent du banc 31, le 6 du banc 39 et le 7 du banc 43.
La figure 5 représente un spécimen juvénile qui ne se distingue de *B. spinulicostatus* que par le nombre plus important de nodules sur la partie interne de la plate-forme.
- Fig. 8. — *Polygnathus triangularis* (Voges, 1959).
Gr 103 (dol.).
- Fig. 9. — *Pseudopolygnathus longiposticus* (Branson & Mehl, 1934).
Gr 103 (dol.)
La partie postérieure, la plus diagnostique, est manquante.
- Fig. 10. — *Polygnathus communis communis* (Branson & Mehl, 1934).
Gr 34 (calc.).
Spécimen juvénile montrant une large cavité basale.
- Fig. 11. — *Polygnathus communis carina* Hass, 1956.
Gr 31 (calc.)
Cette forme, qui se caractérise par deux rides courtes et parallèles à la carène est à l'étude et est dénommée dans un travail à paraître *P. tornacencis*.
- Fig. 12. — *Polygnathus communis carina* Hass, 1956.
Gr 39 (calc.).
- Fig. 13. — *Polygnathus communis* n.ssp. A. Carman, 1987.
Gr 43 (calc.).
Cette nouvelle sous-espèce, décrite par Mary Carman des Sacramento Mountains (New Mexico, USA) présente une très large variabilité. L'exemplaire figuré ici montre une ornementation faiblement développée et était désigné précédemment comme *P. communis carina*.
- Fig. 14. — *Polygnathus communis dentatus* Druce, 1969.
Gr 43 (calc.).
Cette espèce caractérisée par la présence de bords denticulés à l'extrémité antérieure de la plate-forme, fut décrite par E. Druce (1959) de formations légèrement plus anciennes du Bonaparte Gulf Basin (Australie). La description de la nouvelle espèce de M. Carman mentionnée plus haut englobe, à la limite, cette sous-espèce qui n'est cependant pas répertoriée dans sa liste bibliographique.

Fig. 15. — *Pseudopolygnathus pinnatus* Voges, 1959.
Gr 47 (calc.).

Fig. 16 à 19. — *Dollymae hassi* Voges, 1959.
Gr 39 (calc.).

Tous les spécimens figurés proviennent du même banc et montrent une lignée dans le développement ontogénique. Les premières descriptions de cette forme (rare) la localisaient au sommet de la zone à *anchoralis* (Viséen). Nous avons montré que cette espèce caractérisait au contraire la base de l'Ivorien jusqu'à l'apparition d'*Eotaphrus bultyncki*. Le problème posé à Godin par cette dernière espèce est évoqué ci-dessous.

Fig. 20. — *Dollymae bouckaerti* Groessens, 1971.
Gr 103 (dol.).

Spécimen minuscule et fragmenté, montrant cependant les caractéristiques de l'espèce.

Fig. 21. — *Pseudopolygnathus axapageus* Lane, Sandberg & Ziegler, 1980.
Gr 101b (dol.).

Fig. 22. — *Gnathodus cuneiformis* Mehl & Thomas, 1947.
Gr 34 (calc.).

Fig. 23. — *Gnathodus* cf. *pseudosemiglaber* Thompson & Fellows, 1970.
Gr 34 (calc.).

Fig. 24, 26 et 27. — *Gnathodus punctatus* (Cooper, 1938).
Gr 31 (calc.).

Fig. 25. — *Protognathodus cordiformis* Lane, Sandberg & Ziegler, 1980.
Gr 105a (dol.).

Fig. 28. — *Gnathodus typicus* Cooper, 1939.
Gr 101b (dol.).

Fig. 29. — *Gnathodus delicatus* Branson & Mehl, 1938.
Gr 96d (calc., partie supérieure).

Fig. 30. — *Eotaphrus bultyncki* (Groessens, 1971).
Gr 31 (calc.).

La présence de cette espèce à la base de la Formation, présence déjà notée précédemment (Groessens, 1974) et confirmée par un échantillonnage parallèle (M. Weyant inédit) pose un problème stratigraphique important. Deux hypothèses peuvent être envisagées :

— il s'agit bien de cette forme et il faut dès lors admettre qu'une lacune appréciable existe entre ce banc et le précédent ;

— il s'agit d'une nouvelle espèce homéomorphe de la précédente.

Le problème se pose du fait de la présence de *Dollymae hassi* et de *Gnathodus punctatus* dans la sous-zone à *Eotaphrus bultyncki*, alors qu'ils sont réputés lui être antérieurs.

L'influence de l'environnement et de la bathymétrie ne sont pas non plus à exclure pour expliquer des inversions durant ce laps de temps limité.

PLANCHE IX

Coraux de la carrière Bocahut à Godin
(E. P.)

- Fig. 1. — *Caninophyllum patulum* (Michelin, 1846).
Spécimen God. 29, coupe transversale, Gr. = 2. Partie supérieure du membre inférieur de la Formation du Grives, sous-zone RC3 α .
- Fig. 2. — *Calmiussiphyllum* aff. *calmiussi* Vassiljuk, 1959.
Sp. God. 2, coupe transversale déformée, Gr. = 1,5. Membre inférieur de la Formation du Grives, sous-zone RC3 α .
- Fig. 3. — "*Humboldtia*" *avesnensis* Delépine, 1929.
Sp. God. 23, coupe transversale, Gr. = 1,5. Partie supérieure de la Formation de Godin, zone RC4 β .
- Fig. 4. — *Dorlodotia briarti* Salée, 1920.
Sp. God. 7, coupe transversale dans un polypierite bourgeonnant, Gr. = 4. Partie inférieure de la Formation de Neffe, zone RC5.
- Fig. 5. — "*Caninia*" *dorlodoti* Salée, 1913.
Sp. God. 28, coupe transversale, Gr. = 2. Partie supérieure de la Formation de Landelies, zone RC2.
- Fig. 6. — *Bifossularia* aff. *tictensis* (Tolmatchev, 1931).
Sp. God. 20, coupe transversale, Gr. = 2. Partie supérieure du membre inférieur de la Formation du Grives, sous-zone RC3 α .

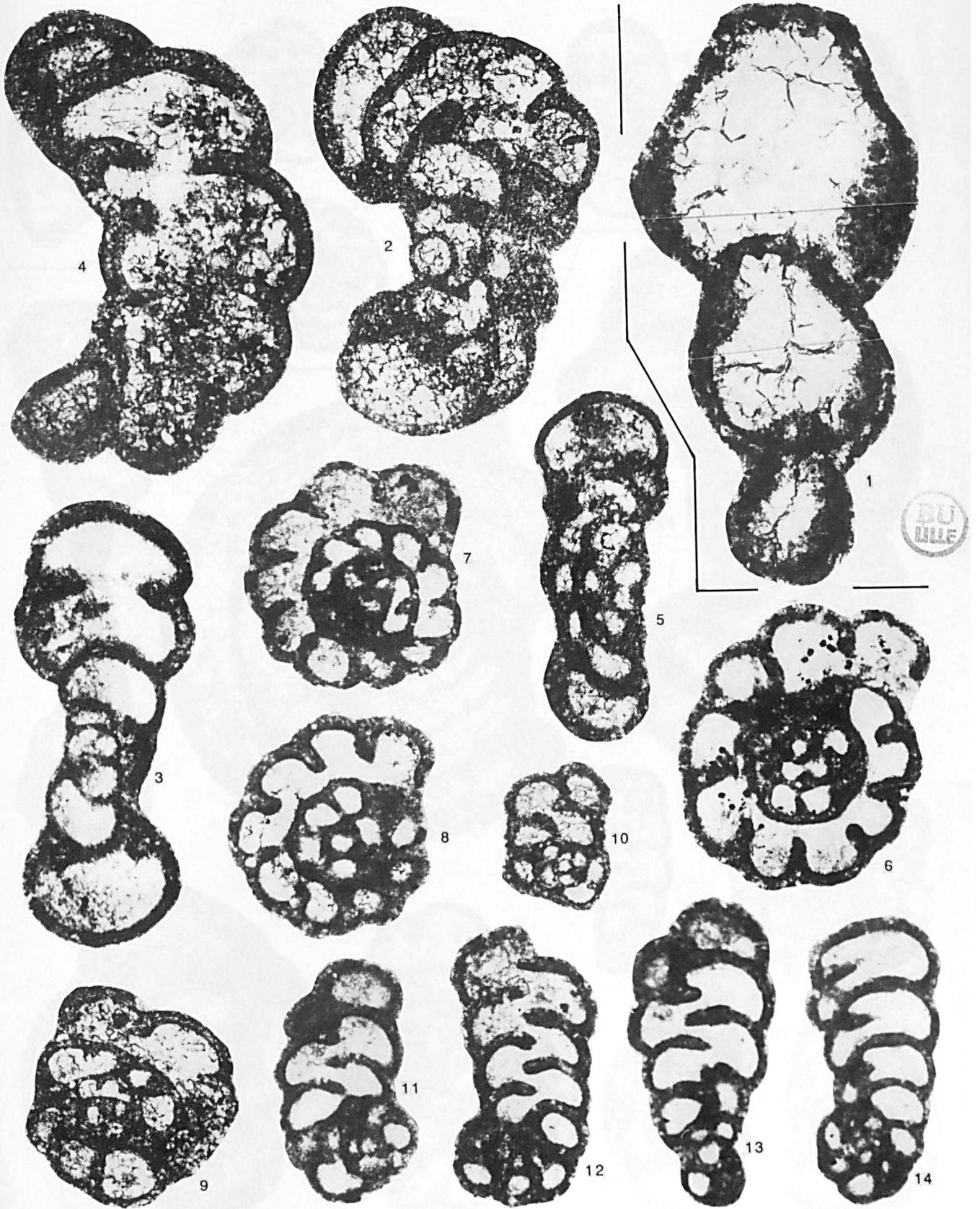
Fig. 7. — *Solenodendron* sp. nov.

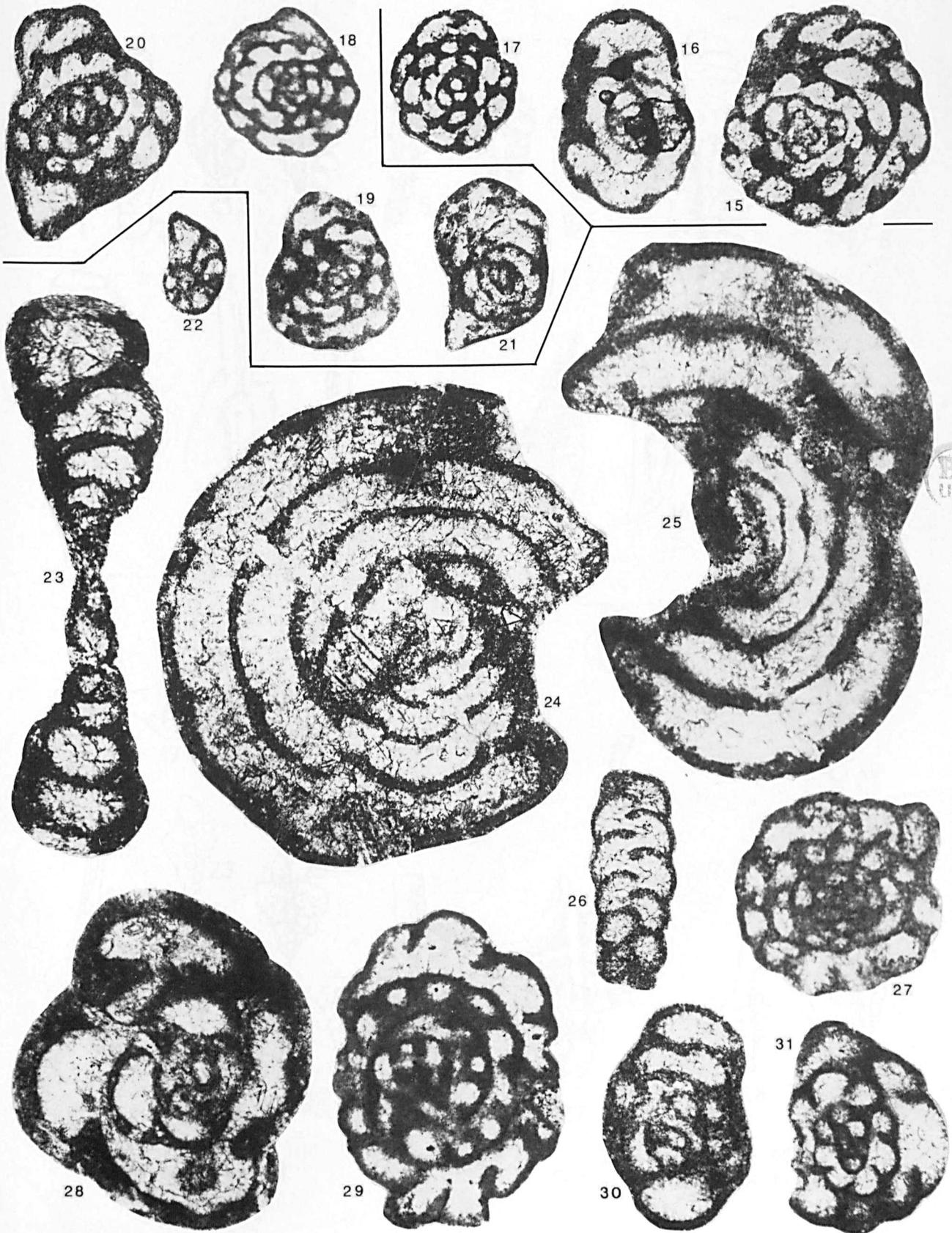
Sp. God. 11, coupe transversale dans une colonie montrant des polypierites à aulos et d'autres à septes s'étendant jusqu'à l'axe et possédant une columelle, Gr. = 4. Partie inférieure du membre inférieur de la Formation du Grives, sous-zone RC3 α .

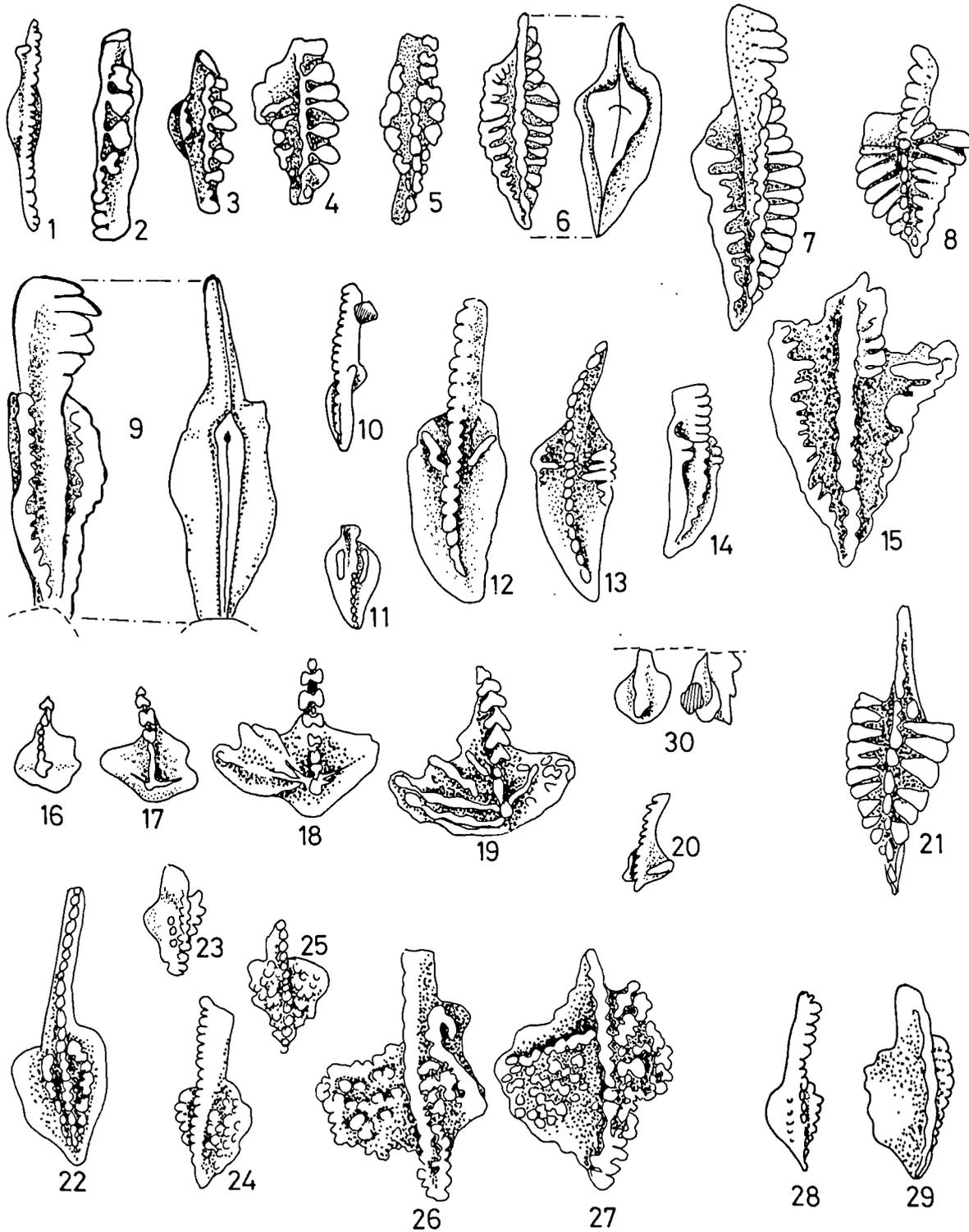
PLANCHE X

La Dolomie du Grives
(R. S.)

- Fig. A. — Bande bréchique présente près du sommet de la Formation du Grives avec infiltration interne de sédiment partiellement recristallisé (I) et ciment calcitique (C).
Echelle : 2,5 cm.
- Fig. B. — Nodule saccharoïde avec structure "chicken-wire".
Echelle : 2,5 cm.
- Fig. C. — Nodule bréchifié avec ciment calcitique (géode éclatée). Remarquez que les contours des structures "chicken-wire" sont encore associés aux fragments (flèches).
Echelle : 1,2 cm.
- Fig. D. — Contact entre la Dolomie du Grives (gauche) et les calcaires partiellement dolomités de la Formation de Godin (droite). Différents niveaux semi-continus de nodules anastomés sont bien apparents au sommet de la Dolomie du Grives, associés à des bandes de silification.
Echelle : environ 0,5 m.

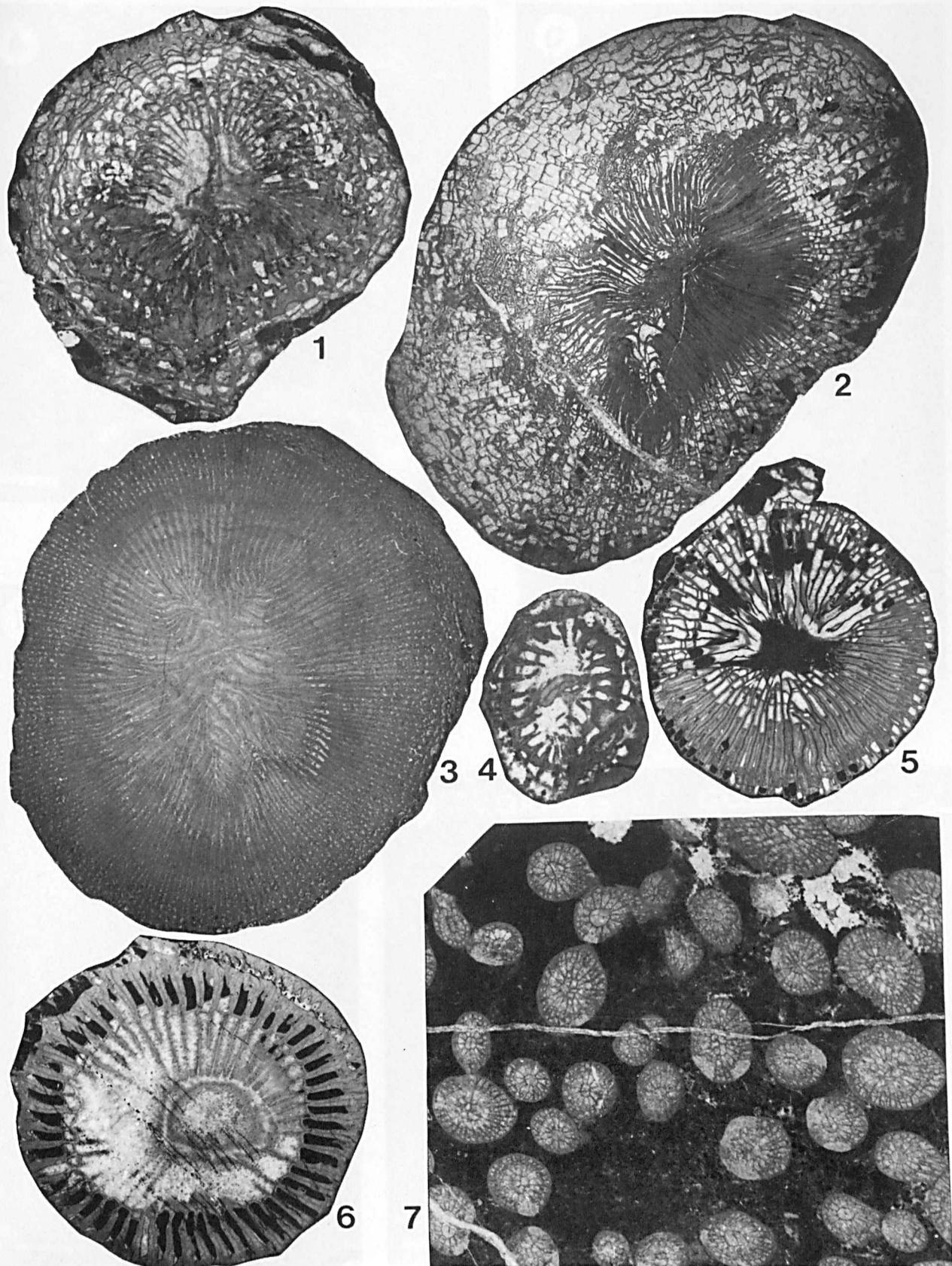


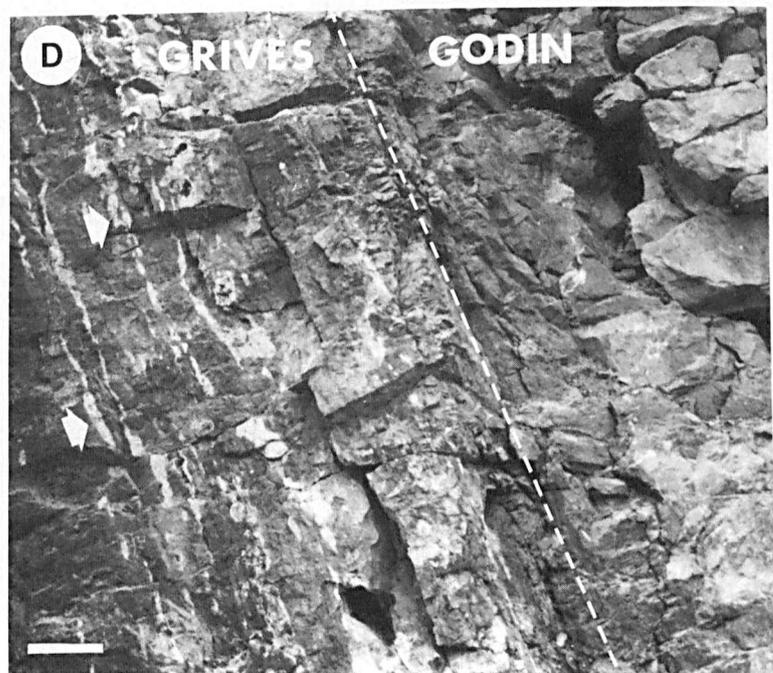
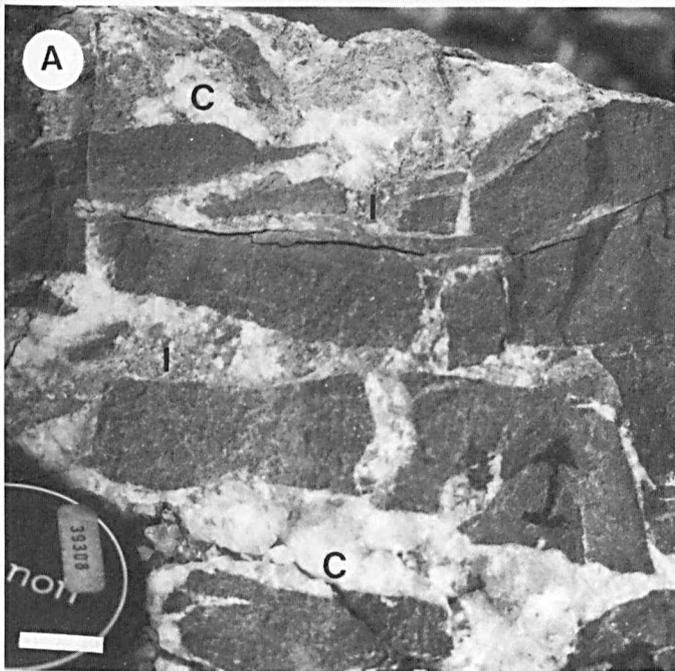




1 mm

E. GROESSENS - 1988
Service Géologique de Belgique





Sont en vente au Siège de la Société :

MÉMOIRES (*)

Tome I , n° 1. – Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétaé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F
n° 2. – P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F
n° 3. – R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F
Tome IV , n° 1. – J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F
Tome VI , n° 1. – P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> , B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	85,00 F
n° 2. – J. GOSSELET et al., <i>Faune silurodévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. Fasc. 2	336,00 F
n° 3. – V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	156,00 F
Tome VII , n° 1. – P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> , Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F
Tome VIII , n° 2. – Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	120,00 F
Tome IX , n° 1. – G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F
n° 2. – G. FOURNIER et al., <i>Poissons élasmodontes de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	96,00 F
Tome X , n° 2. – J. LAVERDIÈRE, <i>Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	180,00 F
Tome XII . – D. LEMAITRE, <i>Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	336,00 F
Tome XIII . – P. BRICHE et al., <i>Flore infraliasique du Boulonnais</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	252,00 F
Tome XIV . – G. WATERLOT, <i>Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	84,00 F
Tome XV . – J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	180,00 F
Tome XVI . – A. BOUROZ et al., <i>Essai de synthèse des données acquises dans la genèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers</i> , 1983, 118 p., 10 pl.	250,00 F

FASCICULES SPÉCIAUX (*)

« Géologie du Nord de la France » (T. LXXXIX, fasc. 1)	85,00 F
« Centenaire de la S.G.N. » (T. XC, fasc. 4)	100,00 F
« Rupture des roches et massifs rocheux » (T. XCV, fasc. 3)	70,00 F
« Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII, fasc. 1)	200,00 F
« Apports récents à la Géologie du Gondwana » (T. XCVII, fasc. 4)	150,00 F
« Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens » (T. XCIX, fasc. 1)	150,00 F
« Géologie appliquée aux problèmes d'énergie et de matières premières » (T. CII, fasc. 2)	150,00 F
« Tectonique cassante en distension et coulissement » (T. CIII, fasc. 2-3)	250,00 F
« Aspect de la Géologie de l'Ardenne, hommage au Professeur Beugnies » (T. CV, fasc. 2)	125,00 F
« Paléozoïque supérieur continental » (T. CVI, fasc. 2)	300,00 F
« Actualisation de quelques thèmes géologiques » (T. CVI, fasc. 4)	125,00 F

PUBLICATIONS (*)

Publication N° 1. – J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac</i> (Yougoslavie)	130,00 F
Publication N° 2. – J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo</i> (Yougoslavie)	150,00 F
Publication N° 3. – J. ANGELIER, <i>Néotonique de l'arc égéen</i>	140,00 F
Publication N° 4. – J.J. FLEURY, <i>Les zones de Gavroto-Tripolitza et du Pinde-Olonos (grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin</i>	175,00 F
Publication N° 5. – M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i>	175,00 F
Publication N° 6. – F. THIEBAULT, <i>L'évolution géodynamique des Hellénides externes en Péloponnèse méridionale</i>	185,00 F
Publication N° 7. – P. DEWEVER, <i>Radiolaires du Trias et du Lias de la Téthys</i>	180,00 F
Publication N° 8. – J. FERRIERE, <i>Paléogéographie et tectoniques superposées dans les Hellénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pélion (Grèce continentale)</i>	185,00 F
Publication N° 9. – H. MAILLOT, <i>Les Paléoenvironnements de l'Atlantique sud : Apport de la géochimie sédimentaire</i>	130,00 F
Publication N° 10. – Cl. BROUSMICHE, <i>Les Fougères sphénoptériennes du Bassin Houiller Sarro-Lorrain</i>	200,00 F
Publication N° 11. – B. MISTIAEN, <i>Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan (Montagnes Centrales). Analyse et systématique des Stromatopores</i>	200,00 F
Publication N° 12. – T. HOLTZAPFFEL, <i>Les minéraux argileux. Préparation, analyse diffractométrique et détermination</i>	T.T.C. 90,00 F
Publication N° 13. – J.L. MANSY, <i>Géologie de la Chaîne d'Omineca des Rocheuses aux plateaux intérieurs (Cordillère Canadienne). Evolution depuis le Précambrien</i>	200,00 F
Publication N° 14. – C. BECK, <i>Géologie de la Chaîne Caraïbe au méridien de Caracas (Venezuela)</i>	125,00 F
Publication N° 15. – J.M. DEGARDIN, <i>Le Silurien des Pyrénées : Biostratigraphie, Paléogéographie</i>	125,00 F

Les membres abonnés bénéficient d'une réduction de 20 % sur un exemplaire de chacune de ces publications.
Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.
 (*) Tous les prix sont indiqués hors taxe, sauf indication contraire (T.T.C.).

SOMMAIRE

Tome CVIII

(1988)

2^e et 3^e trimestres

	pages
A. KHATIR, J.L. MANSY et F. MEILLIEZ — Structures et déformation dans l'Allochtone Ardennais en Avesnois (Nord)	73
F. TOURNEUR, C. BABIN, F. BIGEY, F. BOULVAIN, D. BRICE, M. COEN-AUBERT, R. DREESEN, M. DUSAR, S. LOBOZIAK, W. LOY et M. STREEL — Le Dévonien du sondage de Nieuwkerke (Flandre Occidentale, Belgique, extrémité occidentale du Synclinorium de Namur)	85
D. BRICE, B. MILHAU, B. MISTIAEN, J.C. ROHART et J.P. VIDIER — Le Givétien supérieur (Dévonien) à Ferques (Boulonnais - France) : Observations nouvelles	113
J.L. MANSY, R. CONIL, F. MEILLIEZ, A. KHATIR, B. DELCAMBRE, E. GROESSENS, M. LYS, E. POTY, R. SWENNEN, A. TRENTESAUX et M. WEYANT — Nouvelles données stratigraphiques et structurales sur le Dinantien dans l'Avesnois	125

© 1989 Société Géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Imprimé en France (Printed en France)