EXTRAIT DES ANNALES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD
T. CVIII, Séance du 1er Juin 1988, p. 85
LILLE

Ann. Soc. Géol. Nord
CVIII, 85-112, Septembre 1989.

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 Tournaisis (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 1er Juin 1988 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 1er 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.

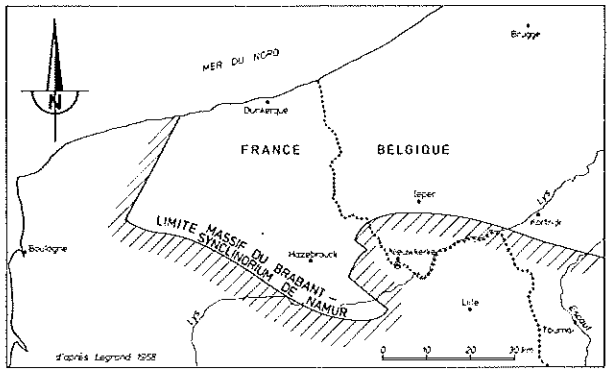


Fig. 1. — Situation géographique du site du sondage K. 10 (Belgique 95 W 152) de Nieuwkerke ; l'extension du Massif de Brabant est donnée d'après Legrand (1968).

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 Mélantois. 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 gréso-carbonatées à bioclastes ; faune dominée par les brachiopodes, les mollusques bivalves et les crinoïdes ; présence de bioturbations et de tubulations pyriteuses dans les passées 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 calcareux dont l'épaisseur atteint 10 cm ; une barre de grès calcareux, 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 calcareux à crinoïdes ;

Unité 7, de 221,33 m à 227,25 m : 5,22 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 gréso-carbonatées entrecroisées 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 ;

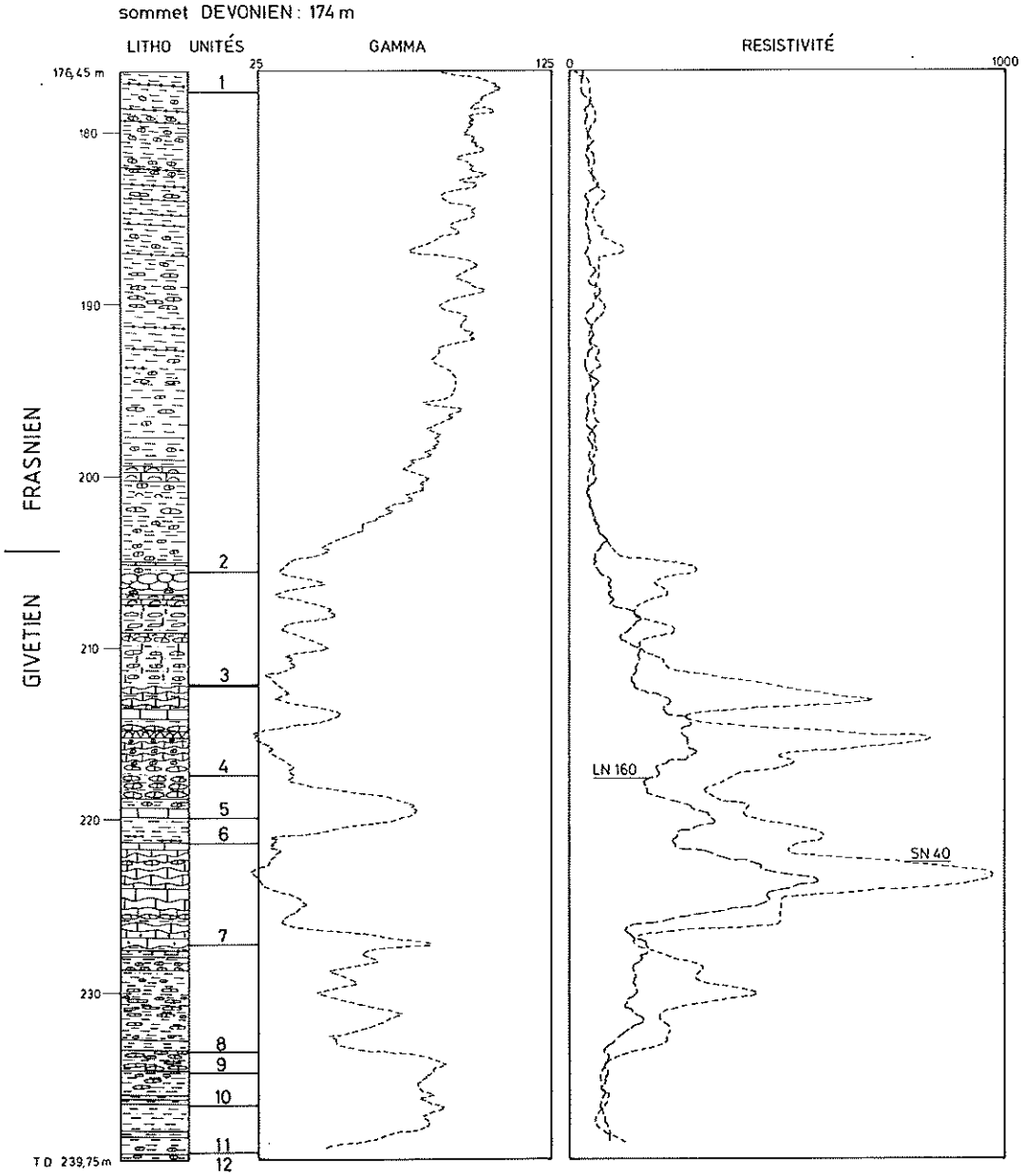


Fig. 2. — Colonne lithologique et diagraphies du Dévonien du sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152).

Fig. 2. — Devonian lithological and well logs of the Nieuwkerke 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, *Bevocastria,* 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 *Bevocastria* 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 *Bevocastria,* 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 *Scoliopora* 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 Tournaisis et ceux du Boulonnais.

F) HOUILLIFICATION

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 thermale 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.

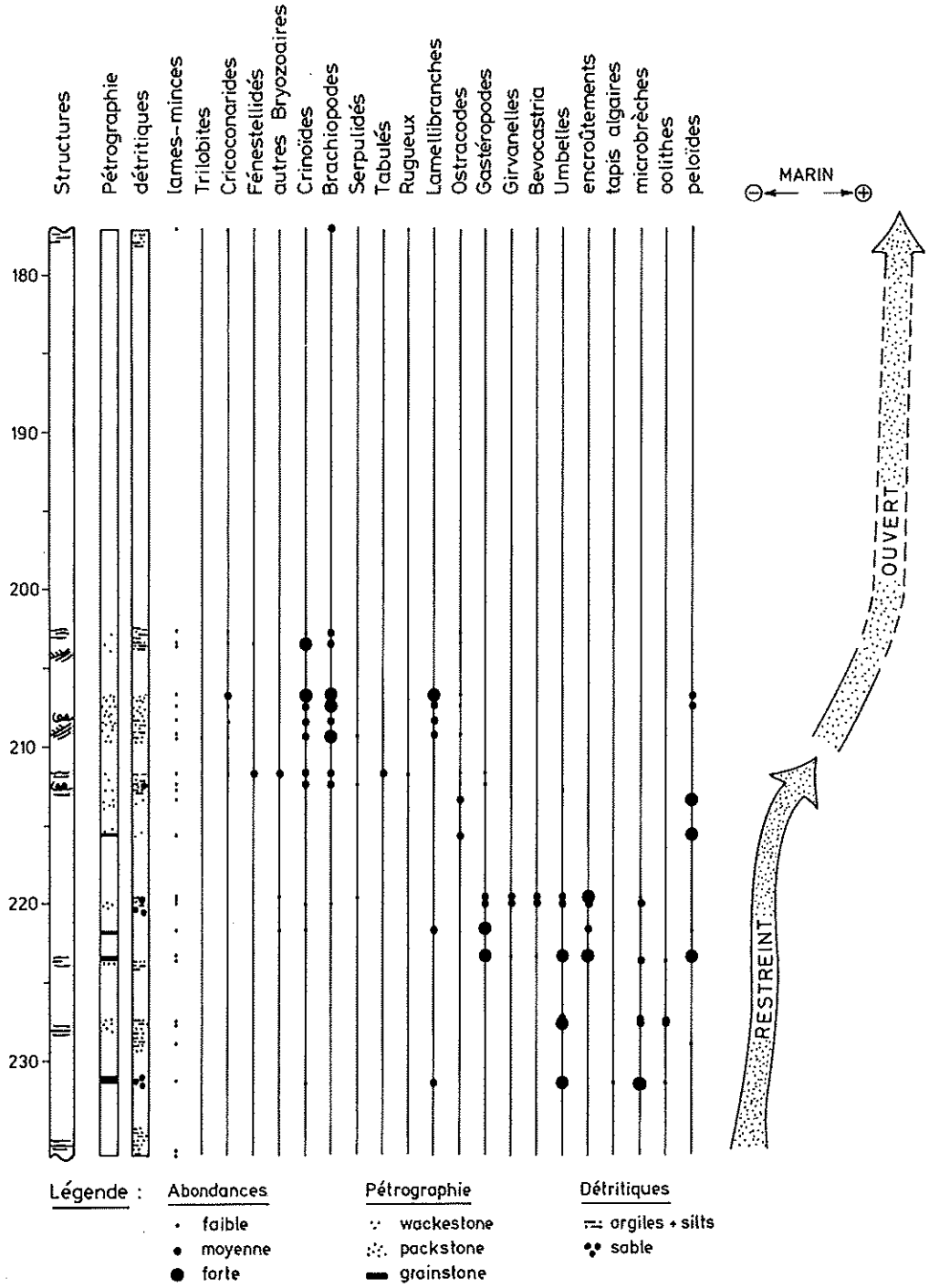


Fig. 3. — Observations sédimentologiques et interprétation faciétale du Dévonien du sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152) ; la signification des figurés est donnée par la légende.

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 écailles et plus rarement des dents de poissons, des tentaculites, des ostracodes dolomitisés 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 *dengleri* 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	%	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.

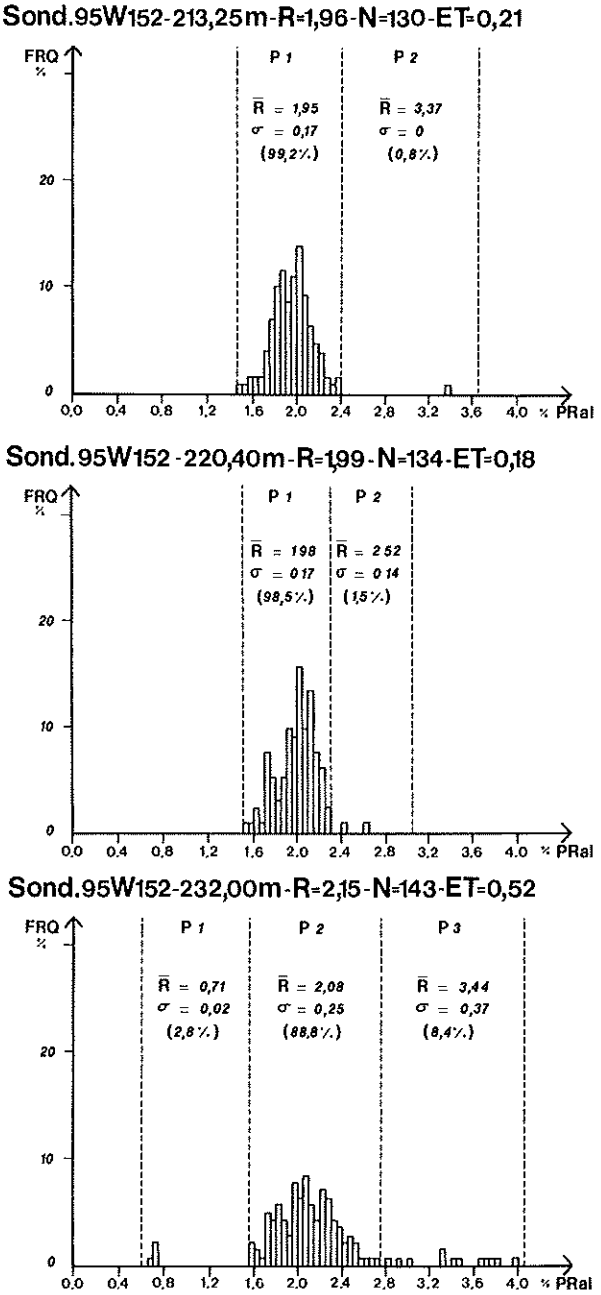


Fig. 4. — Diagrammes de réflectivité dans trois échantillons du sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152) :
R = réflectivité, N = nombre de mesures, ET = écart-type, σ = variance, P = population, FRQ = fréquence, PRal = pouvoir réflecteur aléatoire.

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. *adventa* (215,25 m). Cette dernière forme serait le précurseur du conodonte-guide *Ancyrodella binodosa*. L'association d'*O.* aff. *adventa* 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	Poid 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 1879	*Polygnathus xylus xylus* Stauffer 1940	*Polygnathus decorosus* Stauffer 1940	*Polygnathus alatus* Huddle 1934	*Polygnathus* sp.	*Ozarkodina sannemanni adventa* (Pollock 1968)	*Icriodus subterminus* Youngquist 1947
204,00	0,850	12	14	aff. 4	2	6							
206,45 – 206,55	0,830	67	81				aff.	X	aff.				
207,25 – 207,75	1,360	33	26			X		X	aff.	aff.			
209,45 – 209,65	0,945	0	0										
212,00 – 212,15	0,875	16	18			X	aff.		aff.				
213,55 – 213,85	1,770	1	–								X		
215,25 – 215,40	0,840	22	26						aff 12			aff. 1	6
221,50 – 221,70	1,240	38	30					1	aff. 2				35
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 : *Prosochasma* sp., *Paracyclas* sp. ;

181,25 m : *Opisthocoelus* 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 polypiérites 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 *dengleri.*

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 leioclémides 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, dacryoconarides et tentaculitides dans un sédiment calcaire fin à faible apport terrigène. La tendance sparitique 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-rhénanes (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),

Hystricosporites 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-rhénane (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 *Cirratriradites 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 *Cirratriradites 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-

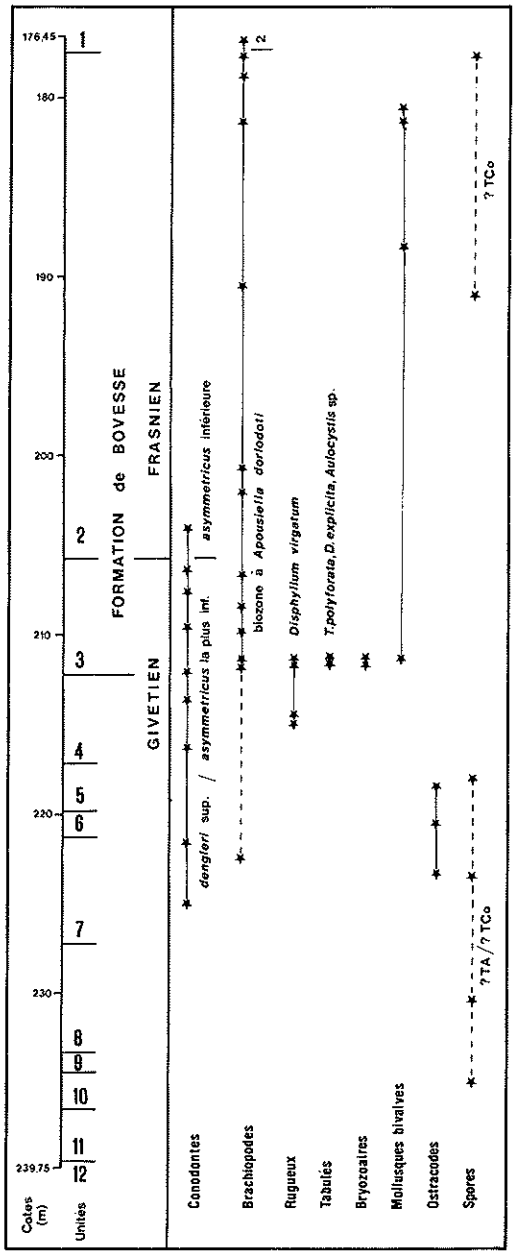


Fig. 5. — Sondage de Nieuwkerke (Belgique 95 W 152) ; distribution des échantillons paléontologiques en fonction des profondeurs, des unités lithologiques et de la stratigraphie. Les étoiles indiquent les échantillons étudiés pour chaque groupe. Pour les brachiopodes, le chiffre "2" représente la biozone 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. ancyrea*, 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 manifeste 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 Mlle 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 dependance 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. 1er 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 Pélécypodes 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. 12e 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 (Racheboeuf, 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 dorlodoti* 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 : *Uchtospirifer ?* 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-Couvin (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 polypiérite ; 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 recoupés 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 polypiérites 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'Auloporide.

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 épaississement stéréoplasmique, variable d'une colonie à l'autre, voire d'un polypiérite 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 polypiérites. 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 laissaient 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 polypiérites 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 polypiérite 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

A 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 Mlle 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), 2e 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'Humbold 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 Nieuwkerke (22 ; 211,60 mètres) ;

* Formation de Charlemont (partie supérieure du Membre du Mont d'Haurs) : 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 Nèvremont (partie supérieure) : sondages de Membach (11) ;

* Formation du Roux (partie inférieure) : sondages de Membach (20), Erquelinnes (4) ;

* Formation de Lustin (partie inférieure) : sondages de Membach (13).

Diagnose : « Une espèce de *Thamnopora* aux petits rameaux de diamètre inférieur à 10 mm. Polypiérites 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 d'*Alveolites suborbicularis* Lamarck, 1801. La surface dégagée du rameau est assez altérée : on y observe de petits calices subégaux 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 polypiérites recoupés obliquement. En section longitudinale, les polypiérites peu divergents au centre de la branche s'incurvent ensuite légèrement pour déboucher en surface avec un angle proche de 45°. Le diamètre des polypiérites 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.

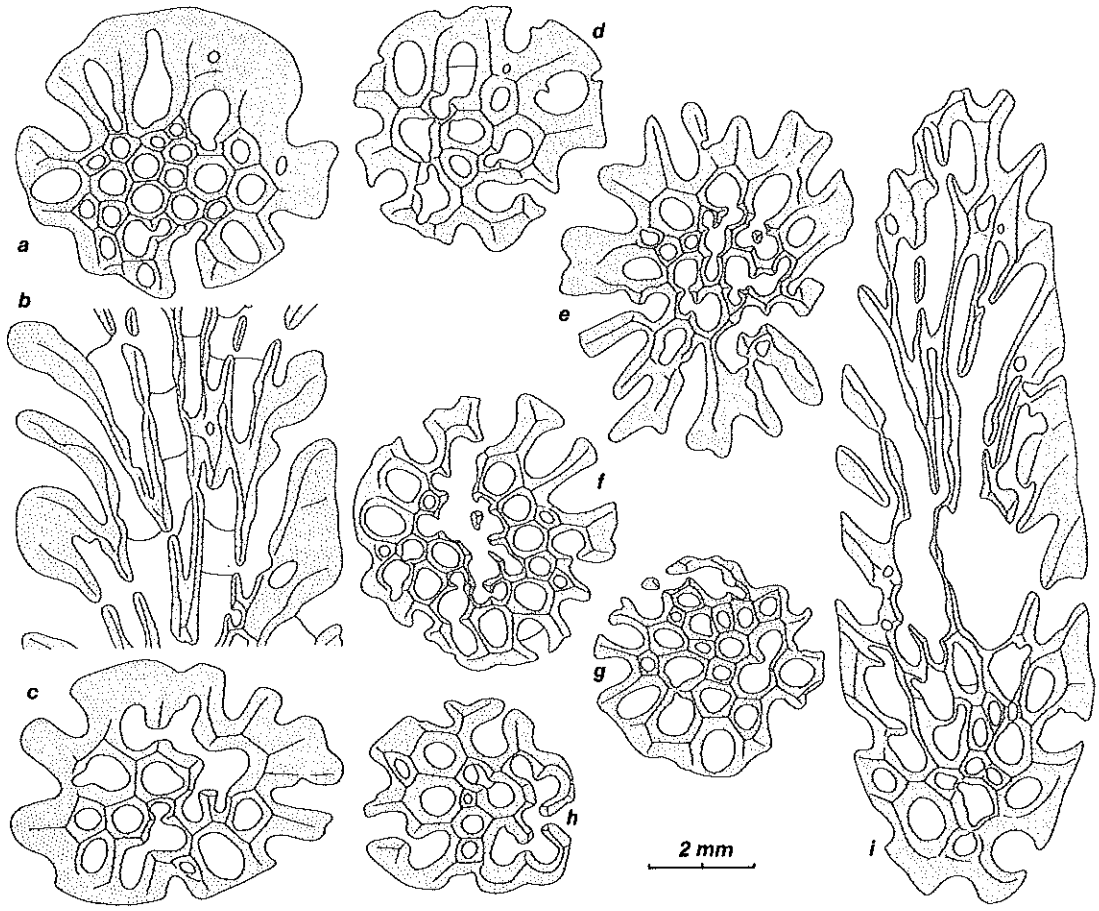


Fig. 6. — *Thamnopora polyforata* (Schlotheim, 1820)

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 polypiérites 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 polypiérites 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 ot 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 Paralectotype, 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 polypiérites peu divergents s'incurvent faiblement et débouchent en surface très obliquement, formant un angle proche de 45°. Le diamètre des polypiérites 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 polypiérites recoupés obliquement, parfois d'une couronne bien développée aux parois notablement épaissies. L'obliquité des polypiérites en périphérie leur donne quelquefois un profil compressé transversalement. En section longitudinale, les polypiérites 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 polypiérites se recourbent brusquement et s'ouvrent perpendiculairement ou poursuivent une course harmonieusement arquée dans la zone périphérique, terminée par des calices droits.

Les polypiérites 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'Haurs, 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 Nieuwkerke. 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 polypiérites subégaux à inégaux suivant les colonies ; en section longitudinale, les polypiérites se rabattent très faiblement vers la périphérie et s'ouvrent en surface avec une obliquité fort prononcée. Le diamètre des polypiérites 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'Haurs, à vrai dire encore peu nombreux, sont caractérisés par des polypiérites plus étroits ; 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'amplifient 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 polypiérites 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 polypiérites, 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 accentue 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 polypiérites 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'Haurs ; elle est abondante localement dans les Membres inférieur 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 polypiérites s'incurvent et poursuivent une course redressée assez longue ; ils s'ouvrent en des calices profonds. Le diamètre des polypiérites 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 épais-

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 polypiérites d'un diamètre moyen de 5 mm, alors que les polypiérites 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 polypiérites 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 polypiérites ; 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.

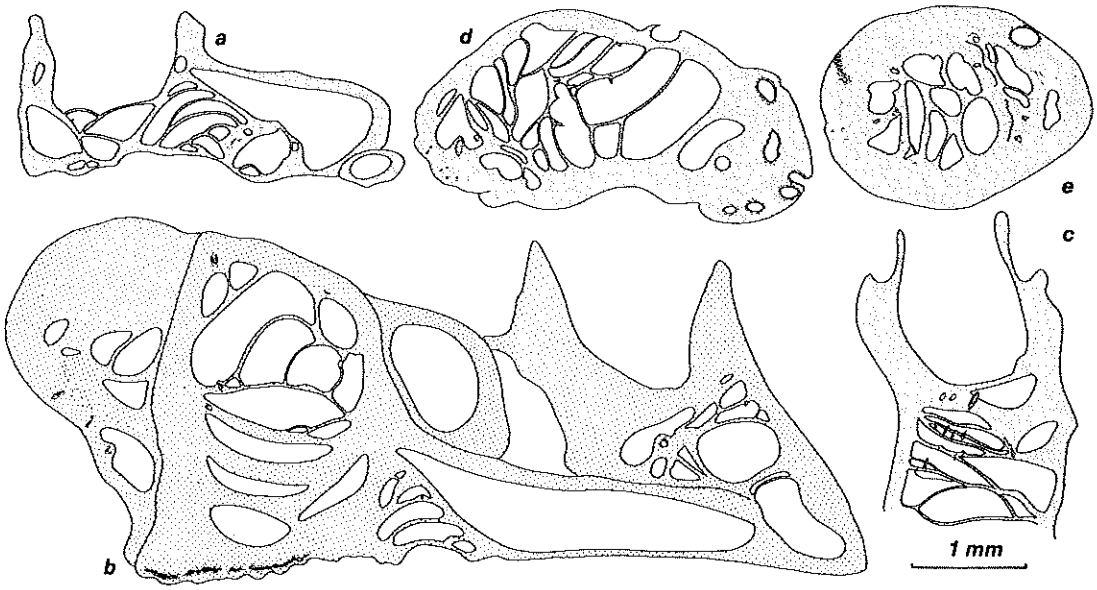


Fig. 7. — *Aulocystis* sp. — Sondage de Nieuwkerke (lame UCL.16958) à 211,60 m.
a, b : Sections à travers les stades rampants et le début des stades redressés. — c : Section longitudinale dans un stade redressé. — d, e : Sections transversales, légèrement obliques, dans des stades redressés.

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 trough 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 polypiérites y est beaucoup plus développée.

Répartition géographique et stratigraphique

D'après Birenheide (1985, p. 123), les représentants typiques du genre sont mésodévoniens ; les deux espèces décrites en Allemagne sont givétiennes. 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 polypiérites, 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'Haurs, de la Formation de Charlemont, au bord sud du Synclinorium de Dinant, et dans la Formation de Nèvremont 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 Dr H. Jaeger, M. J. Lafuste, le Dr A. Prieur, le Dr H. Remy et M. P. Sartenaer ; le Dr 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.

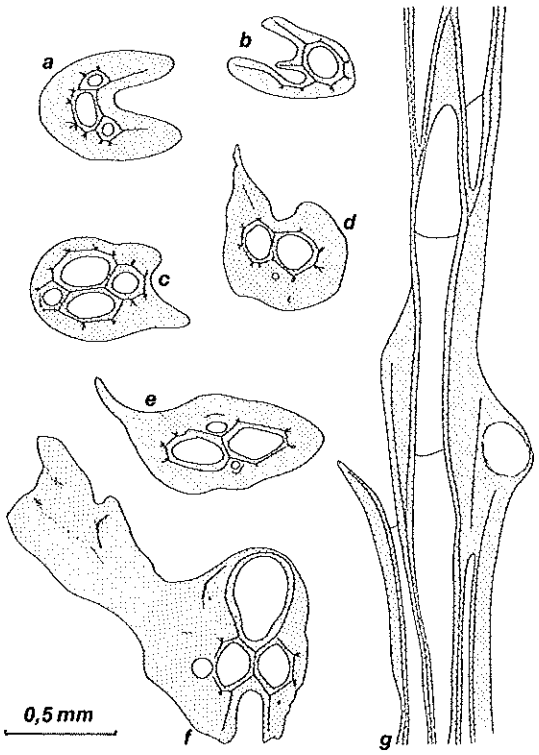


Fig. 8. — *Dendropora explicita* Michelin, 1846 — Sondage de Nieuwkerke (lame UCL.16958) à 211,60 m.
a à f : Sections transversales de rameaux à trois ou quatre polypiérites, la dernière présentant une deuxième branche bifurquée. — g : Section longitudinale.

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 branche. — 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., CNUDDE 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. Otd., 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. Otd,* 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* Steininger 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 Kleinlinden bei Giessen. *Schr. Ges. Bef. Naturw. Marburg.,* 13, 3-42.

18) KROPFISCH M. & SCHOUPPE 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,* 4e 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. IIe 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'Haurs). Livret-guide, Excursion C (Nord de la France et Belgique), 2e Symp. Intern. Coraux et Récifs coralliens fossiles, Paris 1975, 1-9 ; Bruxelles.

34) QUENSTEDT F.A. (1852). — Handbuch der Petrefaktenkunde. 1-792 ; Liepzig.

35) QUENSTEDT F.A. (1881). — Petrefactenkunde 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 Petrefactenkunde 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.*, Hanoï, 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.

PIANCHE 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. — *Rhyssochonetes* 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 49[3].

Fig. 8. — *Perotrilites ergatus* Allen, 1967 ; lame 223,40 (1) : Y 16[1].

Fig. 9. — *Ancyrospora ancyrea* Richardson var. *ancyrea* Richardson, 1963 ; lame 177,50 (1) : T 31[4].

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

Fig. 11. — *Geminospora lemurata* (Balme) Playford, 1983 ; lame 223,40 (2) : X N 35[2].

Fig. 12. — *Hystricosporites* sp. A *in* Becker *et al.*, 1974 ; lame 223,40 (1) : X 18[3].

Fig. 13. — *Dibolisporites* cf. *gibberosus* (Naumova) Richardson, 1965 ; lame 230,30 (1) : M 43[3].

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

Fig. 5. — Longitudinal section of the zoarium.

Fig. 6. — Leioclémide ? 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 autozooecia with diaphragms.

Fig. 10. — Fénestellide (Cryptostomida, Fenestellina, Fenestellidae) ; niveau : 211,60 m ; section transversale du zoarium ; épaississement 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. — Rhabdoméside (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 × 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 × 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° 259 i Rhein. Freidrich-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).

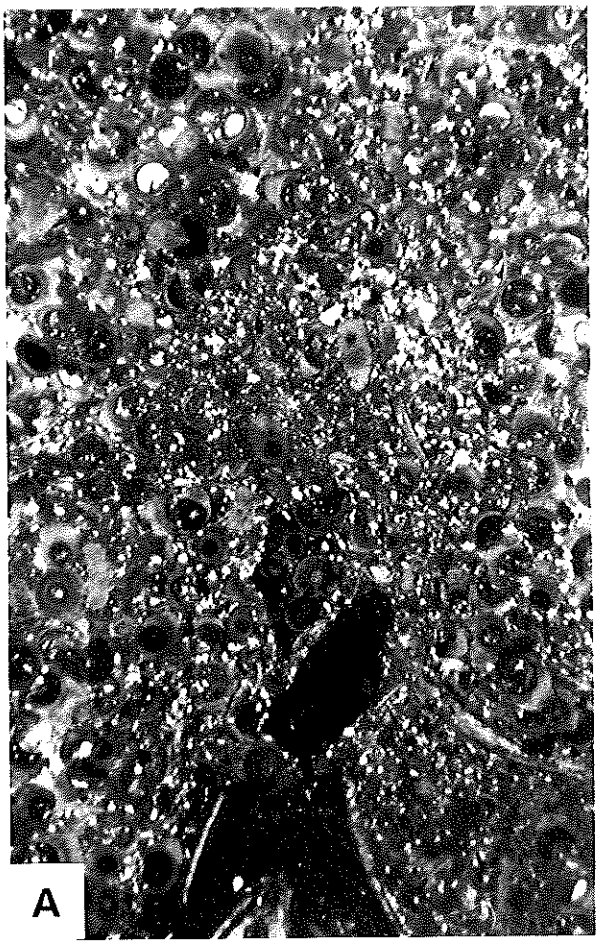
4. - Transverse section.

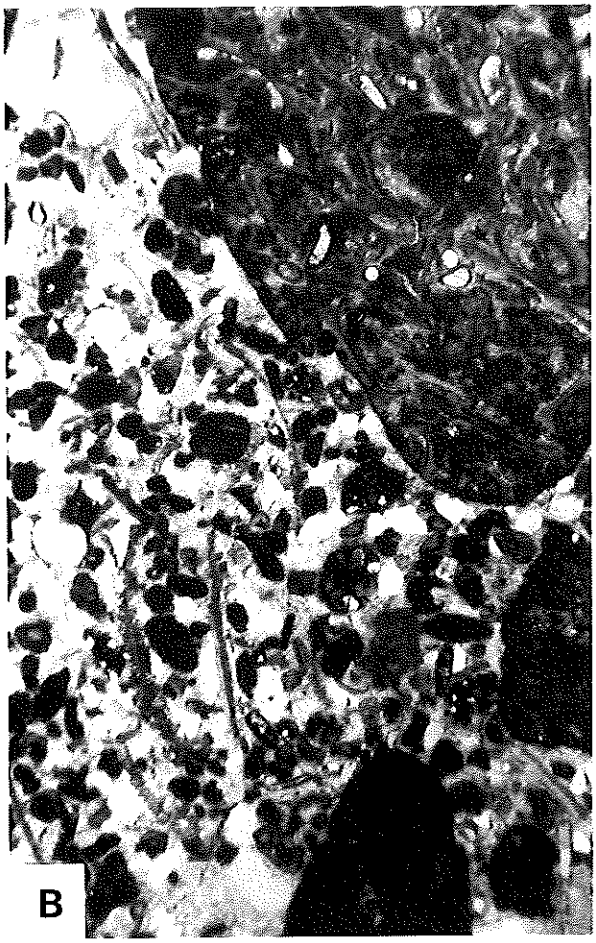
6. - Section longitudinale (Gr. = 7).

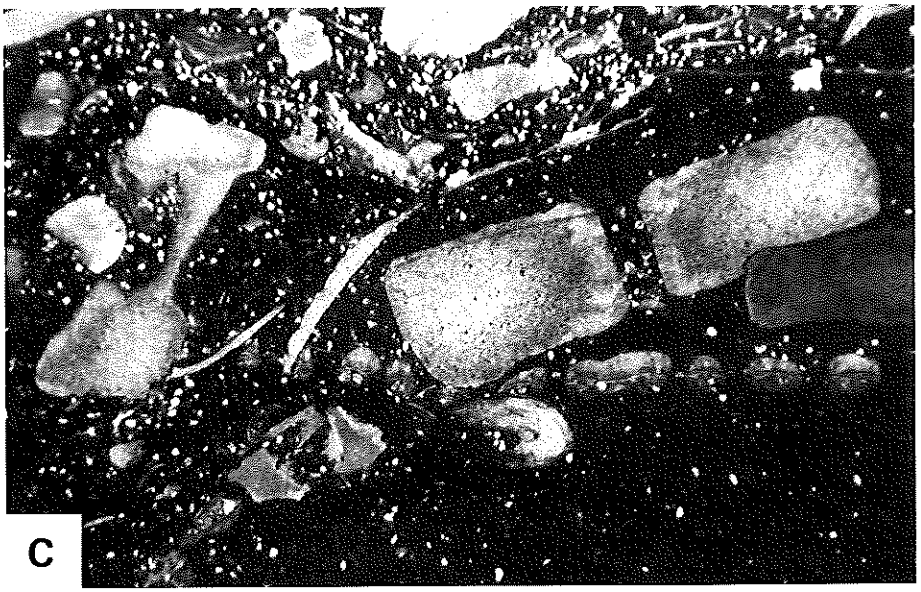
6. - Longitudinal section.

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

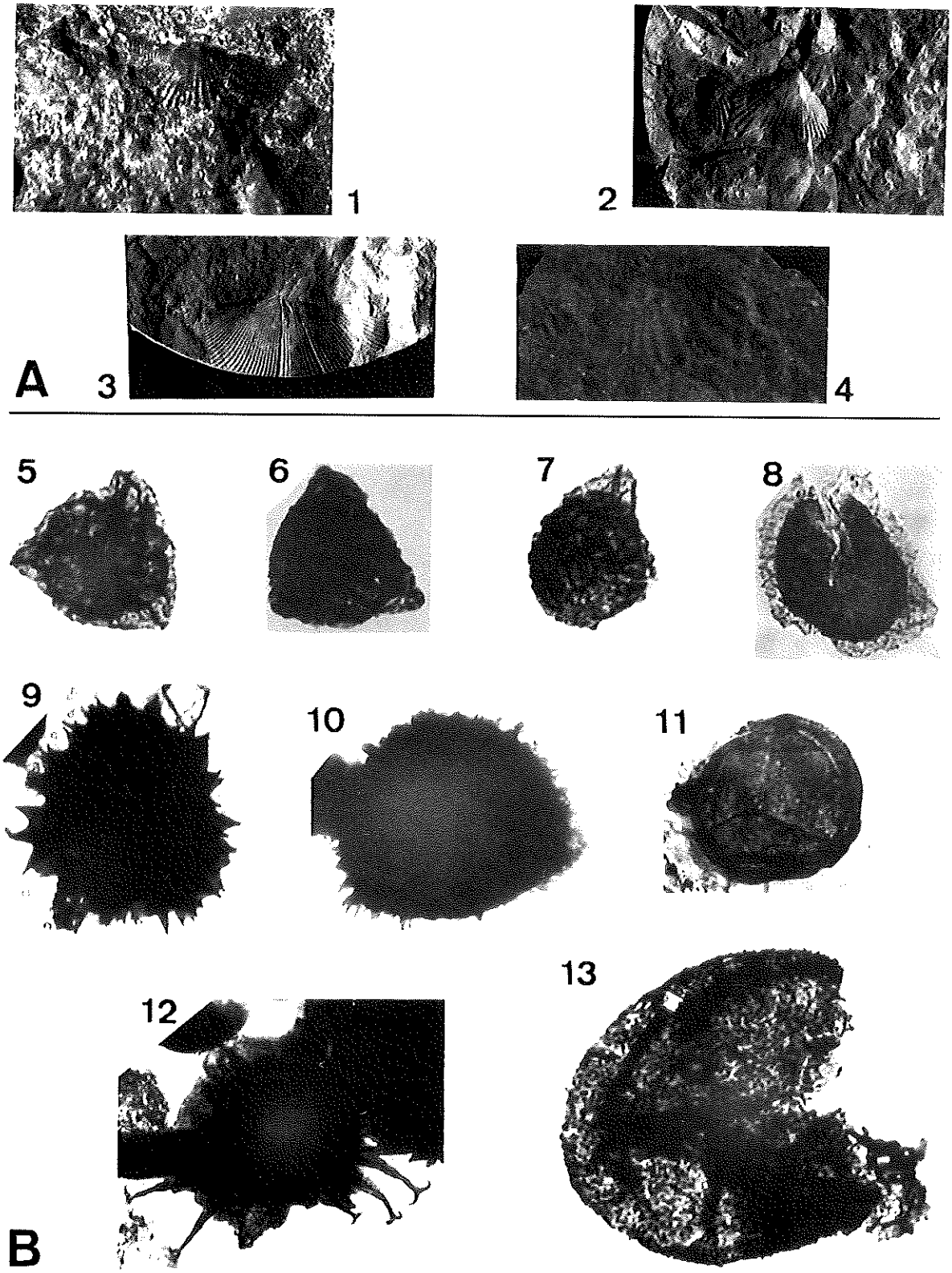
7. - Detail of the external aspect.



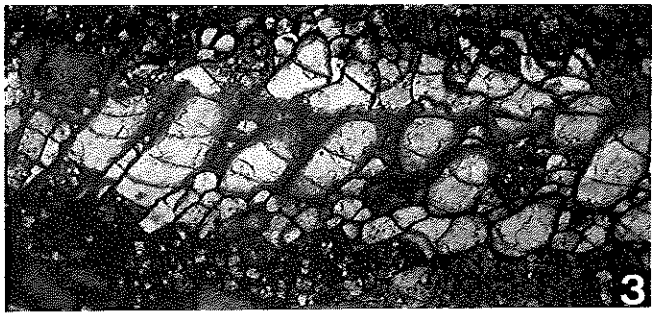


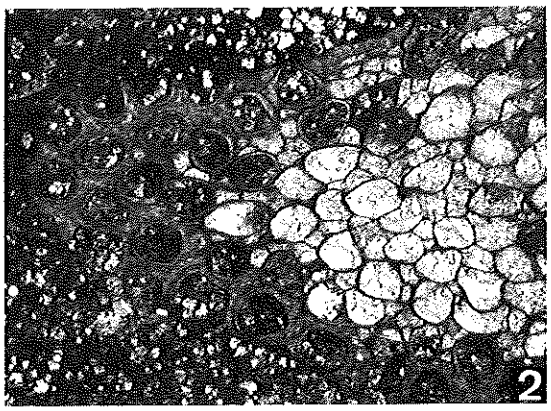


2 mm


1
2
A
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
B

1

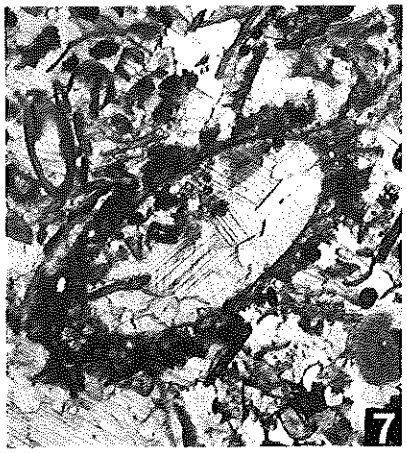

3

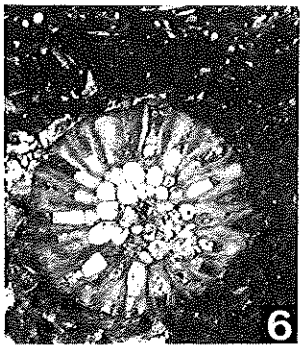

2

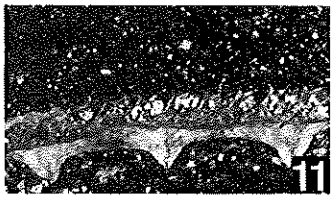
4

10

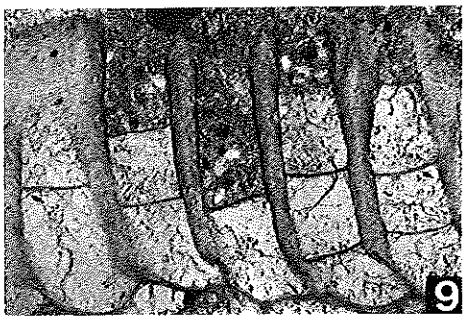
12

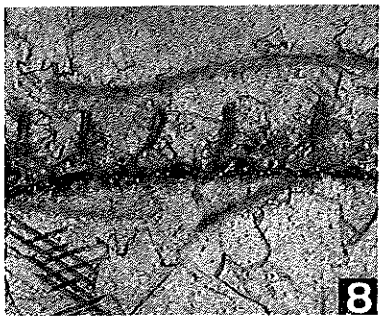

7

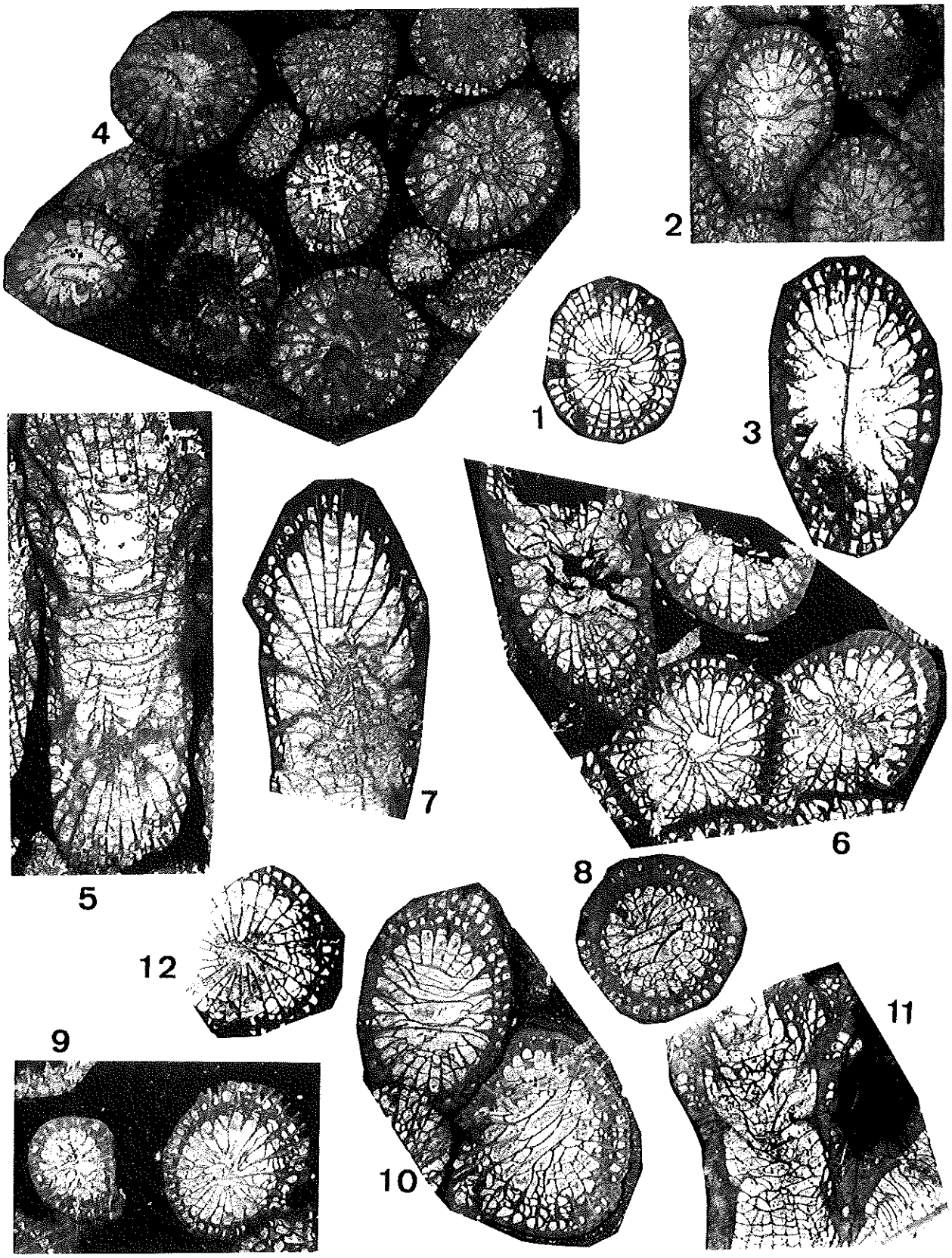

6

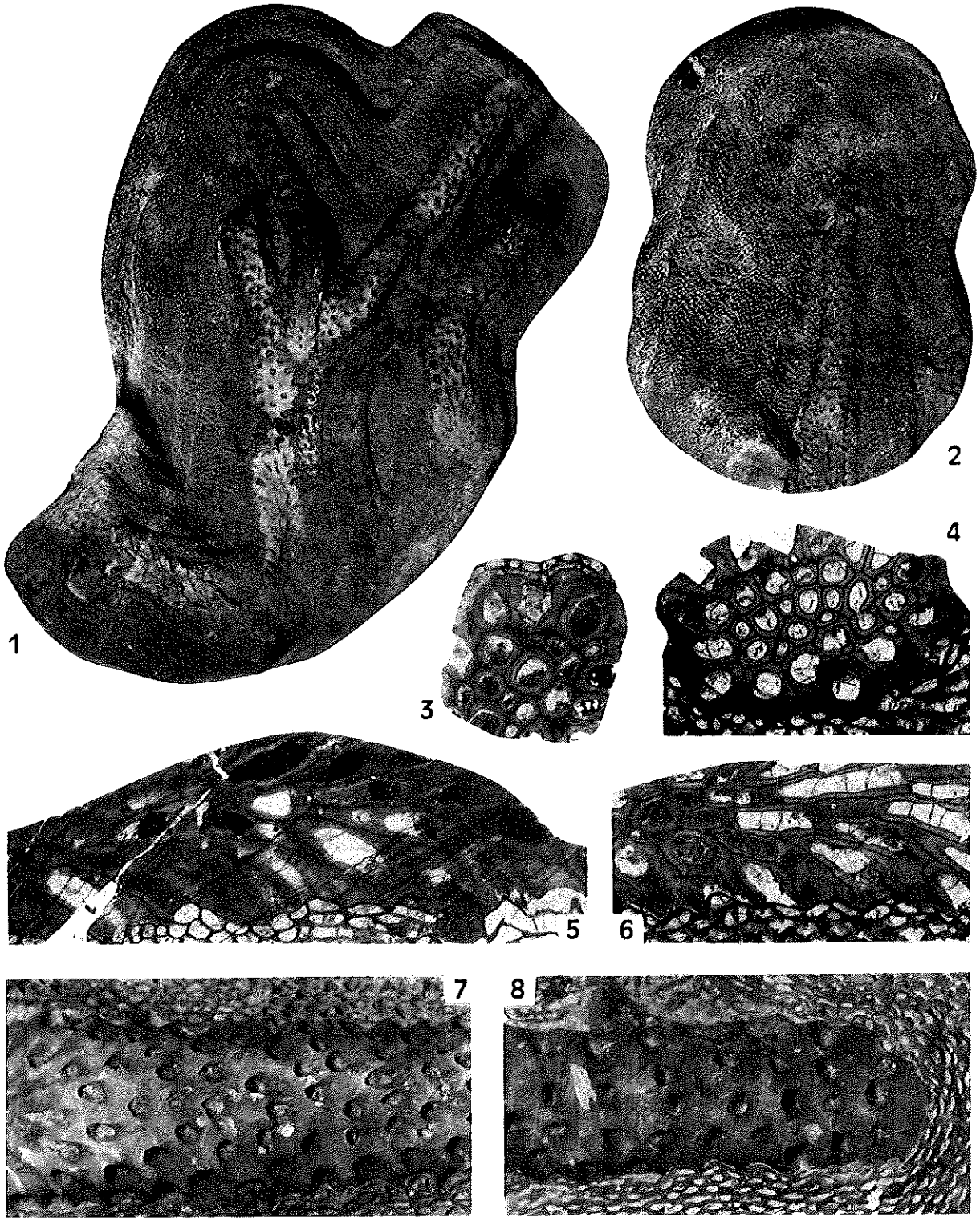

11

5


9


8


4
2
1
3
5
7
6
8
12
9
10
11


1
2
3
4
5
6
7
8