

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

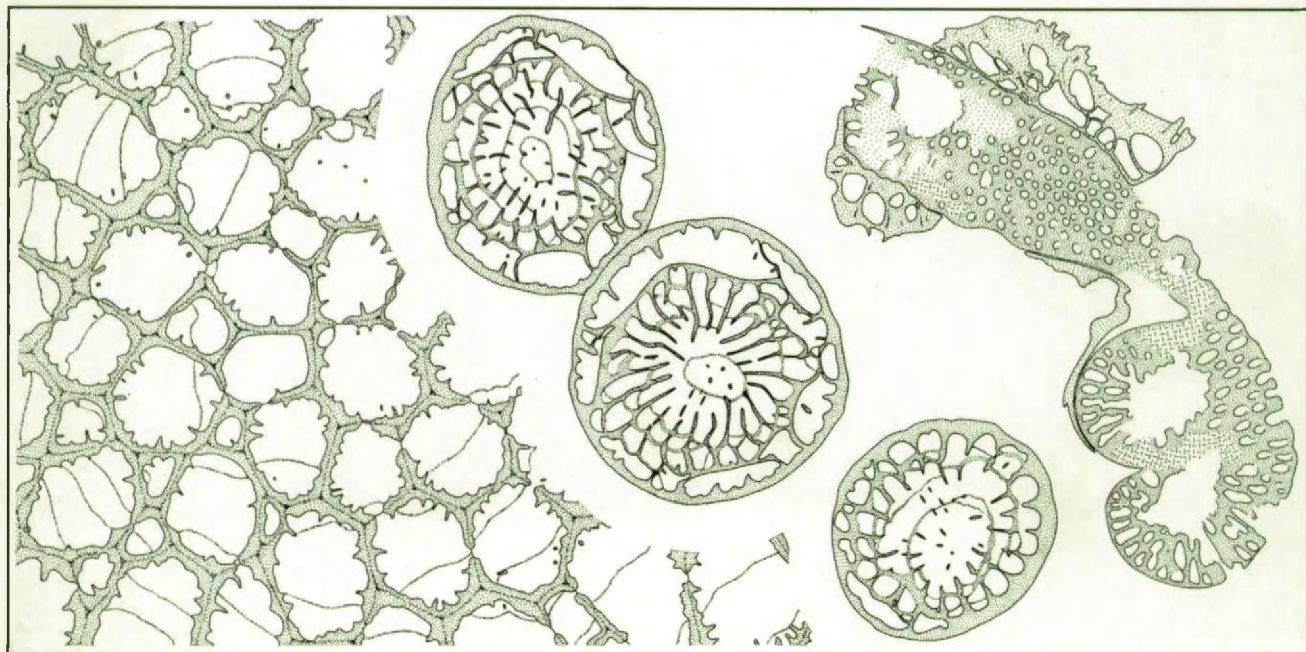


MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

**SEDIMENTOLOGIE, PALEOECOLOGIE ET
PALEONTOLOGIE DES CALCAIRES CRINOÏDIQUES
AU VOISINAGE DE LA LIMITE
COUVINIEN - GIVETIEN A WELLIN
(BORD SUD DU SYNCLINORIUM DE DINANT, BELGIQUE)**

par

Marie COEN-AUBERT, Bernard MAMET,
Alain PREAT et Francis TOURNEUR



**SEDIMENTOLOGIE, PALEOECOLOGIE ET
PALEONTOLOGIE DES CALCAIRES CRINOIDIQUES
AU VOISINAGE DE LA LIMITE
COUVINIEN - GIVETIEN A WELLIN
(BORD SUD DU SYNCLINORIUM DE DINANT, BELGIQUE)**

par

Marie COEN-AUBERT ⁽¹⁾, Bernard MAMET ⁽²⁾,
Alain PREAT ⁽³⁾ et Francis TOURNEUR ⁽⁴⁾

- (1) Département de Paléontologie, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique,
29, Rue Vautier, B-1040, Bruxelles, Belgique.
- (2) Département de Géologie, Université de Montréal, B.P.6128, Montréal, H3C 357,
Canada.
- (3) Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université Libre de
Bruxelles, 50, Avenue Franklin Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique.
- (4) Laboratoire de Paléontologie, Université Catholique de Louvain, 3, Place Louis
Pasteur, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Mém. Expl. Cartes Géologiques et Minières de la Belgique	1991	N° 31	61 P. Blz.	16 pl.
Toelicht. Verhand. Geologische en Mijnkaarten van België				

Rédacteur en chef - Hoofdredacteur - Editor :

Jacques HERMAN

Secrétaire de rédaction - Redactiesecretaris - Associate editor :

Michiel DUSAR

Comité de rédaction - Redactiecomité - Editorial board :

L. HANCE et G. DE GEYTER

E. LAURANT et C. DUPUIS

A. HERBOSCH et N. VANDENBERGHE

Comité international - Internationaal comité - Consulting editors

E. PAPROTH (Kreffeld, Germany),

J. TOURET (Amsterdam, Netherlands) et

J.CL MANSY (Lille, France)

Avertissement aux lecteurs

Suite à des problèmes d'édition, les noms d'auteurs ayant défini des espèces sont en caractères gras en lieu et place de petites capitales normales.

TABLE DES MATIERES

Résumé - Mots-clés	5
Abstract - Key words	5
1. Introduction	7
1.1. Objectifs de l'étude et contexte général	7
1.2. Historique	8
2. Description des coupes	9
2.1. Wellin - Fond des Vaux 1	9
2.2. Wellin - Fond des Vaux 2	11
2.3. Wellin - Fond des Vaux 4	11
2.4. Wellin - "Cimetière de voitures"	12
2.5. Vue d'ensemble de la Formation X	13
2.6. Wellin - Fond des Vaux Est	14
2.6.1. Coupe à l'entrée de la carrière haute	14
2.6.2. Coupe partant du fond de la carrière haute en direction du concasseur	17
2.6.3. Coupe du fond de la carrière en activité	19
2.7. Wellin - Fond des Vaux Ouest	21
2.8. Variations latérales de faciès à la base du Calcaire de Givet	22
3. Définition des microfaciès et analyse séquentielle	24
3.1. Microfaciès	24
Microfaciès 1 ("MF1")	25
Microfaciès 2 ("MF2")	27
Microfaciès 3 ("MF3")	28
Microfaciès 4 ("MF4")	30
Microfaciès 5 ("MF5")	31
Microfaciès 6 ("MF6")	32
Microfaciès 7 ("MF7")	33
Microfaciès 8 ("MF8")	34
3.2. Analyse séquentielle	35
4. Distribution des organismes	38
4.1. Les Rugueux	38
4.2. Les Tabulés	40
4.3. Les Algues	48
5. Comparaison des microfaciès du Couvinien supérieur avec ceux de la base du Givetien: éléments d'interprétation	49
5.1. Situation au Givetien	49
5.2. Situation au Couvinien	49
5.2.1. Milieux marins ouverts	49
5.2.2. Milieux de "barrière"	50
5.2.3. Milieux semi-restreints à restreints	50
5.3. Eléments d'interprétation	50
Conclusion	52
Bibliographie	54
Planches photographiques	62

Résumé

L'analyse sédimentologique des couches de transition

Eifélien-Givetien dans la région de Wellin montre le passage d'un système de rampe mixte siliciclastique et carbonatée à une plate-forme carbonatée de faible pente et sans barrière récifale vraie. L'évolution de la sédimentation est celle d'une mégaséquence d'accrétion littorale au cours de laquelle les corps sédimentaires s'empilent sous forme d'unités progradantes d'épaisseurs décamétriques. L'analyse du contenu de la macrofaune corallienne et de la microflore algale révèle en premier lieu une très grande diversité et abondance des organismes. Plusieurs assemblages sont reconnus et leur extension verticale est précisée. Ces assemblages reflètent souvent les zonations de faciès au sein de la rampe et ne peuvent donc être utilisés à des fins stratigraphiques qu'avec prudence. La comparaison avec d'autres données du Synclinorium de Dinant montre que le domaine sédimentaire était déjà structuré en "blocs" ou panneaux au sommet de l'Eifélien, préfigurant la situation au Givetien inférieur où plusieurs blocs d'extension plurikilométrique sont connus. Dans ce contexte, la mise en évidence d'une nouvelle formation (dénommée provisoirement Formation X) entre les Formations de Jemelle et d'Hanonet, dans la partie supérieure de l'Eifélien, prend toute son importance: cette formation, épaisse d'environ 120 m et constituée de calcaires crinoïdiques et construits, souligne la présence d'un bloc dans la région de Wellin.

Mots-clés

Sédimentologie, paléontologie (Algues, Rugueux et Tabulés), paléoécologie, stratigraphie (Dévonien moyen), Belgique (bord sud du Synclinorium de Dinant).

Abstract

The sedimentology of the Eifelian-Givetian boundary beds in the Wellin area indicates a transition from a siliciclastic-carbonate ramp to a gently sloping carbonate platform lacking a true reefal barrier.

Prograding decametric sedimentary units form a littoral accretion megasequence.

Corallian megafauna and algal microflora are highly diverse and abundant. Several communities are recognized in the ramp but they cannot be used for precise chronostratigraphic correlations.

Comparison with other regions of the Dinant Synclinorium shows that the basin was already partitioned into blocks in Late Eifelian time. In Early Givetian several blocks of plurikilometric extension are identified. In this context, recognition of a new formation, provisionally called "Formation X", between the Jemelle and Hanonet Formations, is significant. This local unit, some 120 meters thick, is composed of crinoidal and reefal limestones and indicates the existence of a sharply subsiding block in the Wellin area.

Key words

Sedimentology, palaeontology (Algae, Rugose and Tabulate Corals), palaeoecology, stratigraphy (Middle Devonian), Belgium (southern margin of the Dinant Synclinorium).



Figure 1 - Carte de localisation des affleurements du Fond des Vaux à Wellin (d'après la carte au 1:10000 n°59/6).

1. INTRODUCTION

1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE ET CONTEXTE GENERAL

La région de Wellin, située vingt-cinq kilomètres à l'Est de Givet, localité-type du Givetien au bord sud du Synclinorium de Dinant, est particulièrement riche en affleurements et carrières dans le Dévonien moyen. De par le nombre et la qualité des couches exposées le long de la nationale N35 reliant la localité de Wellin au lieu-dit le Sourd d'Ave (carte topographique I.G.N. au 1:25000 n°59/5-6 et au 1:10000 n°59/6 - fig.1), cette région se prête parfaitement à une étude sédimentologique et paléoécologique des couches de transition du Couvinien au Givetien. Classiquement, ces dernières correspondent aux Formations de Jemelle et d'Hanonet (Bultynck & Godefroid, 1974; Bultynck *et al.*, 1982) et à la partie inférieure du Calcaire de Givet (Errera *et al.*, 1972) couvrant ainsi l'intervalle "Co2c-Gib". Toutefois, alors qu'à Ponderôme et Resteigne notamment, la Formation de Jemelle est directement surmontée par la Formation d'Hanonet, à Wellin au contraire s'intercalent entre ces deux unités lithostratigraphiques environ cent vingt mètres de calcaires crinoïdiques, souvent riches en Coraux et en Stromatopores; c'est cet ensemble qui est provisoirement dénommé Formation X.

L'ensemble de la série étudiée se compose essentiellement de sédiments carbonatés et argileux, fortement crinoïdiques ainsi que riches en Brachiopodes, Bryozoaires et Mollusques. Ils contiennent de nombreuses bioconstructions de dimensions variées, mais modestes et de forme lenticulaire, tabulaire ou en plus grands amas et monticules érigés à partir d'Algues, de Coraux, de Stromatopores et de Bryozoaires. Leur analyse permet de proposer, tant pour les Algues que pour les Coraux, une zonation à l'intérieur de ces couches de transition. Ces résultats sont confrontés à ceux obtenus précédemment dans le Givetien inférieur de la même région (Préat *et al.*, 1984; Préat, 1984; Coen-Aubert *et al.*, 1986; Préat & Mamet, 1989), ce qui montre comment les épisodes récifaux se différencient au passage de l'étage couvinien à l'étage givétien.

D'un point de vue stratigraphique, il est important de mentionner que Godefroid (1968, p.21) a signalé, au milieu de la Formation X, la présence de *Polygnathus ensensis* Ziegler & Klapper 1976 déterminé à l'époque comme *P. xylus* Stauffer 1940, ainsi que Bultynck (1987, p.151, 161 et communication orale) l'a souligné récemment. Par ailleurs, ce dernier auteur a observé l'apparition d'*Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler 1957 peu au-dessus de la base du Calcaire de Givet à Wellin. Toujours d'après Bultynck (1987), la première occurrence d'*I. obliquimarginatus* coïncide avec celle de *Polygnathus hemiansatus* Bultynck 1987, dans la Zone à *P. ensensis*. Et c'est l'apparition de *P. hemiansatus* qui est actuellement proposée comme base du Givetien à la Sous-Commission Internationale de Stratigraphie du Dévonien (tableau 1).

Etages	Formations	Conodontes	
GIVETIEN	F de TROIS-FONTAINES (base du Calcaire de Givet)	Apparition d' <i>Icriodus</i> <i>obliquimarginatus</i>	Zone à <i>Polygnathus</i> <i>ensensis</i>
EIFELIEN (COUVINIEN)	F d'HANONET	Occurrence de <i>Polygnathus ensensis</i>	
	FORMATION X		
	F de JEMELLE		Zone à <i>Tortodus</i> <i>kockelianus</i>

Tableau 1 - Chronostratigraphie, lithostratigraphie et biostratigraphie par Conodontes au voisinage de la limite Eifelien - Givétien.

1.2. HISTORIQUE

La première mention du Dévonien moyen du Fond des Vaux se trouve dans le mémoire de Kaisin (1927) sur les calcaires de Belgique: cet auteur y figure deux photographies de lumachelles à Stringocéphales, sur base des grandes lames minces confectionnées à l'époque d'E. Dupont et toujours conservées à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Les échantillons provenaient d'une ancienne carrière située à l'emplacement de l'actuelle exploitation du Fond des Vaux Est. On reconnaît aisément sur les illustrations (Kaisin, 1927, pl.VI, fig.1-2), au milieu de coquilles de Stringocéphales et de Gastéropodes, des branches de *Thamnopora* **Steininger** 1831 et d'*Hillaepora spicata* (**Goldfuss** 1829).

En 1937, Dumon & Maillieux donnent une première description détaillée des affleurements mésodévonien au Nord de Wellin, en reprenant en partie des observations anciennes d'E. Dupont; ils présentent pour chaque point une liste de faune sommaire. Ils soulignent déjà l'intérêt des "masses construites, dont la forme rappelle celle des récifs coralligènes bien connus du Frasnien de l'Ardenne"; ces "récifs" sont présents à Wellin dans le Couvinien ("Co2d") et dans le Givetien ("Gib" sous faciès récifal, nommé "GibR").

Par la suite, Lecompte décrira les Tabulés et les Stromatopores de ces gisements. Dans la monographie de 1939 sur les Tabulés, les types des espèces suivantes proviennent de Wellin: *Chaetetes magnus* **Lecompte** 1939, *Coenites medius* **Lecompte** 1939 et *C. subramosus* **Lecompte** 1939, ainsi que les figurés suivants: *Thamnopora dubia* (de **Blainville** 1830) (**Lecompte**, 1939, pl.XVIII, fig.9), *Favosites saginatus* **Lecompte** (1939, pl.XIV, fig.12 - un des syntypes) et *Chaetetes lonsdalei* **Etheridge & Foord** 1884 (**Lecompte**, 1939, pl.XXI, fig.4). Dans les monographies sur les Stromatopores de 1951 et 1952, les types d'*Actinostroma sertiforme* **Lecompte** 1951 et d'*Hermatostroma parksi* **Lecompte** 1952, ainsi qu'un spécimen figuré comme *Clathrodictyon* aff. *cellulosum* **Nicholson & Murie** 1879 (**Lecompte**, 1951, pl.XVII, fig.2) proviennent également de Wellin. Tout récemment, Coen-Aubert (1990a et b) a commencé à étudier les Rugueux coloniaux de la Formation X à Wellin.

En 1968, Godefroid redécrit en détail l'ensemble des affleurements du Fond des Vaux; il donne pour chaque niveau une liste de faune complète, incluant les Conodontes. Ceux-ci sont étudiés par Bultynck (1966; 1970, p.72-73): la carrière abandonnée du Fond des Vaux 3 est la localité type de *Spathognathodus bidentatus transitans* **Bultynck** (1966, p.201-201, pl.I, fig.7-10), élevé au rang d'espèce sous le nom nouveau de *Spathognathodus intermedius* **Bultynck** (1970, p.133-134, pl.XII, fig.2-6), car le nom spécifique *transitans* était préoccupé par *Spathognathodus transitans* **Bischoff & Sanneman** 1958.

A l'occasion du Symposium de Namur 1974 sur la micropaléontologie, le Couvinien du Fond des Vaux est décrit par Bultynck & Godefroid (1974), qui précisent la distribution des espèces de Conodontes, alors que le Givetien est englobé dans l'excursion dirigée par Coen, Bultynck & Pel (1974). Ce dernier auteur décrira brièvement le Givetien de Wellin l'année suivante (Pel, 1975). Une excursion de la Société belge de Géologie a visité le Fond des Vaux en 1985 (Coen-Aubert *et al.*, 1986). Notons enfin que le cadre tectonique global de la région a été esquissé récemment par Delvaux de Fenffe (1990).

2. DESCRIPTION DES COUPES (fig.2-3)

2.1. WELLIN - FOND DES VAUX 1

Ce travail est donc essentiellement consacré à l'étude des calcaires crinoïdiques, souvent massifs et riches en organismes constructeurs, qui sont particulièrement développés à Wellin dans l'intervalle stratigraphique "Co2d-Gib". Cependant, le phénomène carbonaté et récifal est plus ancien encore puisqu'il débute déjà dans la région considérée au sein même des schistes de la Formation de Jemelle. C'est à Godefroid (1968) que l'on doit l'étude de ce premier niveau aux affleurements du Fond des Vaux 1 et 3. Dans le premier notamment, situé au sud des coupes levées, on observe 37 m de calcaires stratifiés, crinoïdiques et dolomitiques, ne contenant que très rarement des Stromatopores massifs, Héliolitides et Tabulés lamellaires.

Après un hiatus de 7,2 m correspondant à un mur sont exposés derrière l'ancien bâtiment de l'usine:

- 3,1 m: schistes souvent nodulaires où s'intercalent plusieurs minces bancs de calcaire crinoïdique;

- 6,0 m: schistes interrompus par plusieurs hiatus surtout dans la partie inférieure; occurrence d'un mince banc calcaire près de la base;

- 0,45 m: calcaire grossièrement crinoïdique, correspondant à une tempestite granoclassée;

- 0,4 m: schistes à lentilles de calcaire crinoïdique.

C'est dans cette partie de la coupe que Godefroid (1968) et Bultynck & Godefroid (1974) ont récolté des Conodontes caractéristiques du "Co2c". Après un hiatus de 1,8 m, l'affleurement, qui était très dégradé, se prolonge aujourd'hui par une belle tranchée dégagée en 1987, lors de la construction du nouveau bâtiment de l'usine; on y observe:

- 8,3 m: schistes contenant des lentilles calcaires ainsi que des Crinoïdes, Brachiopodes, Bryozoaires et Réceptaculitides associés à quelques Gastéropodes, fragments de Rugueux solitaires et de minces Tabulés lamellaires;

- 8,3 m: bancs de calcaire grossièrement crinoïdique, alternant avec des schistes calcaires à Brachiopodes, Crinoïdes et Bryozoaires accompagnés de Trilobites, fragments de Rugueux fasciculés et Rugueux solitaires;

- 8,85 m: schistes calcaires à Brachiopodes, Crinoïdes et Bryozoaires associés à quelques Réceptaculitides et Rugueux solitaires;

- 0,75 m: calcaire crinoïdique, surmonté de schistes contenant une belle colonie de *Thamnophyllum* Penecke 1894 au sommet;

- 3,95 m: schistes à Brachiopodes; quelques lentilles de calcaire crinoïdique dans la partie inférieure.

Cet ensemble surtout schisteux et très fossilifère appartient typiquement au sommet de la Formation de Jemelle.

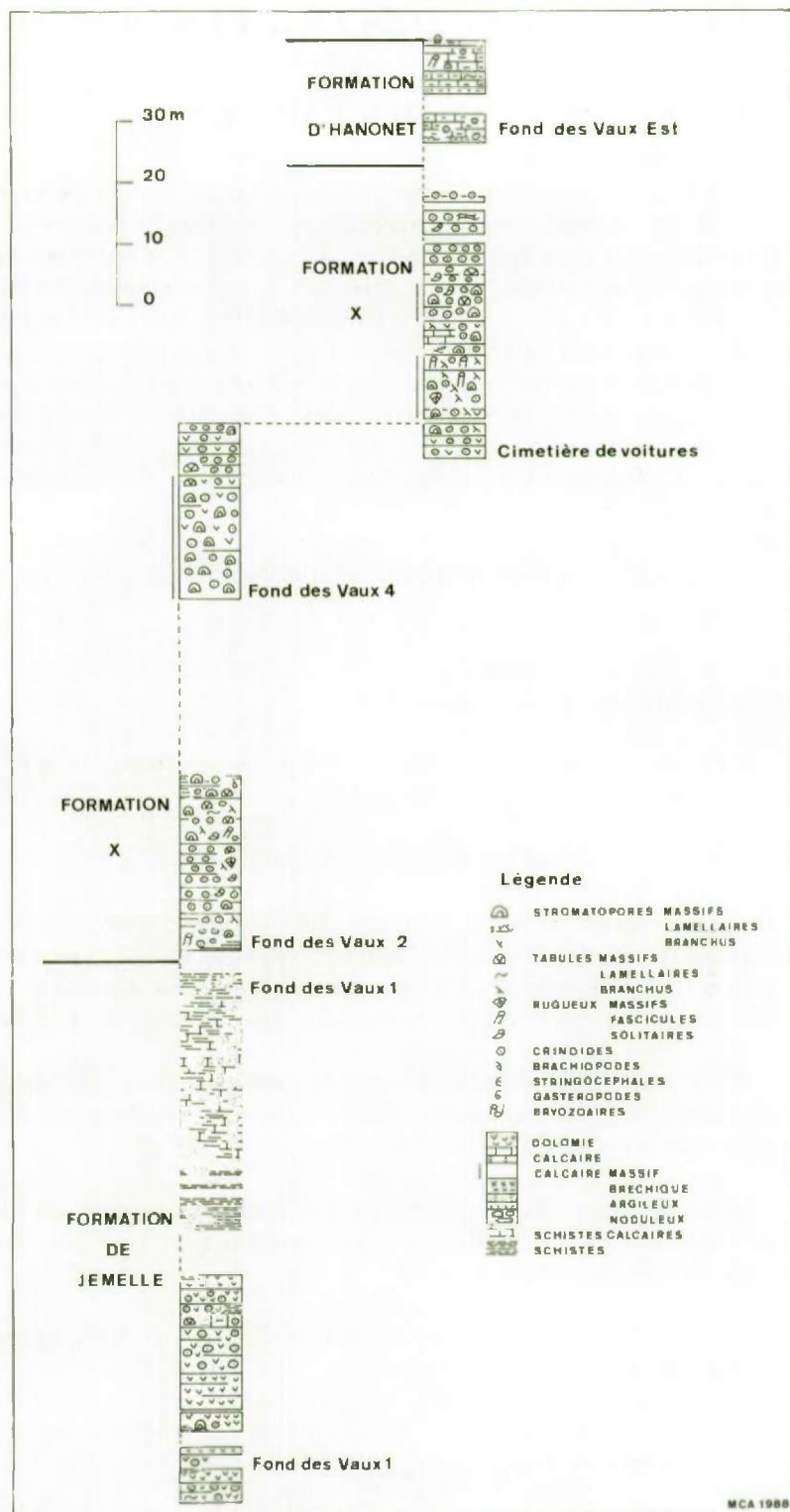


Figure 2 - Colonne lithologique du Couvinien du Fond des Vaux.

2.2. WELLIN - FOND DES VAUX 2

Cet affleurement rafraîchi à la fin des années septante n'est plus séparé actuellement du sommet du précédent que par quelques mètres d'hiatus. Il a été décrit précédemment par Godefroid (1968) et par Bultynck & Godefroid (1974) qui y ont identifié des Conodontes caractéristiques du "Co2d". Il a également fait l'objet d'une brève synthèse dans le compte rendu rédigé par Coen-Aubert *et al.* (1986). Il s'agit d'un talus situé au sud des carrières en activité du Fond des Vaux, en bordure de la route allant de Wellin au Sourd d'Ave. On y observe:

- 2,1 m: schistes alternant avec de minces bancs de calcaire crinoïdique, parfois argileux et renfermant quelques Rugueux fasciculés, Tabulés massifs et branchus;

- 3,7 m: calcaire crinoïdique, parfois argileux et interrompu par quelques lits schisteux, diminuant d'importance vers le sommet; les organismes constructeurs y sont épars sauf localement dans la partie supérieure: il s'agit de Stromatopores massifs, Héliolitides, Chaetétides, Tabulés branchus et Rugueux d'habitus divers;

- 4,3 m: minces bancs de calcaire crinoïdique ou parfois de calcaire argileux où sont dispersés quelques Stromatopores massifs et lamellaires, Tabulés massifs et branchus, Rugueux solitaires et fasciculés ainsi que quelques Brachiopodes;

- 6,9 m: calcaire crinoïdique et stratifié, renfermant quelques Stromatopores massifs, Héliolitides, Tabulés et Rugueux d'habitus divers;

- 7,6 m: bancs de calcaire crinoïdique, parfois argileux, renfermant dans l'ensemble de nombreux Stromatopores massifs, Chaetétides, *Favosites* e.g. *goldfussi* d'Orbigny 1850, *Thamnopora reticulata* (de Blainville 1830) ainsi que quelques Rugueux fasciculés et solitaires;

- 1,9 m: calcaire crinoïdique, interrompu par quelques lits schisteux à la base et au sommet et toujours aussi riche en organismes constructeurs;

- 1,3 m: schistes où s'intercalent vers le haut deux bancs de calcaire crinoïdique; on y retrouve en grande abondance les mêmes organismes que précédemment.

Dans cet affleurement, les premiers bancs de la Formation X sont représentés par des calcaires crinoïdiques et stratifiés, interrompus par des schistes à la base comme au sommet. Les Coraux et Stromatopores massifs, dispersés au départ, deviennent très nombreux dans la partie supérieure de la coupe sans que s'y développe un véritable récif; cette faune très variée persiste jusqu'au sommet malgré la présence de plusieurs récurrences argileuses.

2.3. WELLIN - FOND DES VAUX 4

Il s'agit d'une ancienne carrière ouverte le long de la rive gauche du Ry d'Ave et située à peu près en face de l'affleurement précédent dont elle est séparée par un hiatus d'environ 29 m de puissance. Elle se compose de deux parties dont seule la première était accessible à Godefroid (1968). On y voit:

- 7,8 m: calcaire massif, clair, fin ou crinoïdique, plus ou moins riche en Stromatopores massifs;

- 9,95 m: calcaire massif, dolomitique et crinoïdique, contenant de nombreux Stromatopores massifs, associés à quelques Tabulés branchus et Rugueux solitaires en débris, mais devenant épars dans les trois derniers mètres;

- 2,0 m: dolomie massive, plus ou moins crinoïdique, où sont dispersés des organismes constructeurs, parmi lesquels des Stromatopores massifs et des Favositides. C'est dans cette partie massive et typiquement récifale que Godefroid (1968) a signalé la présence de *Polygnathus ensensis* déterminé à l'époque comme *P. xylus* (communication orale de P. Bultynck).

Plus haut, la seconde partie de la carrière consiste en:

- 8,75 m: calcaire crinoïdique, stratifié en gros bancs et localement dolomitique; on y observe de rares Stromatopores massifs, Tabulés et Rugueux solitaires.

2.4. WELLIN - "CIMETIERE DE VOITURES"

Cet affleurement se trouve immédiatement au sud de la maison construite le long de la route allant de Wellin au Sourd d'Ave, entre la coupe du Fond des Vaux 2 et la carrière en activité du Fond des Vaux Est. Il est subdivisé en trois niveaux exposés le long d'un chemin montant à flanc de coteau.

Au niveau inférieur, on observe:

- 5,6 m: calcaire crinoïdique et stratifié, d'abord dolomitique, puis contenant dans les deux derniers mètres quelques gros Stromatopores massifs et Tabulés branchus.

Ce faciès ressemble à celui qu'on observe au sommet de l'affleurement du Fond des Vaux 4. Un hiatus d'environ 0,8 m sépare le niveau inférieur du niveau moyen où sont exposés:

- 7,65 m: calcaire grossièrement crinoïdique, argilo-dolomitique et bien stratifié dans les premiers 1,3 m. Suivant les bancs, on reconnaît en abondance des Stromatopores massifs ou des Tabulés branchus éventuellement en réseau; la faune connexe est représentée par quelques Héliolitides, *Favosites* e.g. *goldfussi*, *Xystriphyllum pachythemum* (Glinski 1955), *Sociophyllum semiseptatum* (Schlüter 1881), Rugueux solitaires et Brachiopodes;

- 2,65 m: calcaire crinoïdique et dolomitique, riche en *Sociophyllum semiseptatum* et *Thamnopora reticulata* formant de grands buissons en place dans les 0,85 m de base; présence de quelques *Xystriphyllum* Hill 1939;

- 1,6 m: calcaire subnoduleux renfermant quelques Stromatopores massifs et Alvéolitides, ainsi que l'une ou l'autre poche de calcaire crinoïdique dans la partie supérieure;

- 3,65 m: calcaire plus ou moins crinoïdique, d'abord subnoduleux, puis fin et finalement dolomitique; occurrence de quelques Stromatopores massifs à la base, puis de quelques Tabulés branchus.

On passe ensuite au niveau supérieur où l'on voit à peu près en continuité avec ce qui précède:

- 6,1 m: calcaire crinoïdique à Stromatopores massifs et lamellaires, d'abord épars, puis très nombreux et volumineux; la faune connexe est représentée par des Tabulés massifs et branchus, Rugueux fasciculés et solitaires;

- 6,65 m: calcaire crinoïdique et stratifié; occurrence dans la partie inférieure de rares Stromatopores massifs, Tabulés massifs et branchus, Rugueux solitaires et Brachiopodes;

- 1,55 m: hiatus;

- 3,85 m: minces bancs de calcaire crinoïdique, contenant quelques Stromatopores massifs et lamellaires, Alvéolitides et Rugueux solitaires;

- 1,35 m: hiatus;

- 0,9 m: minces bancs de calcaire crinoïdique.

Cet affleurement se compose principalement de calcaires crinoïdiques où s'intercalent deux niveaux massifs, peu développés en épaisseur, mais riches en organismes constructeurs, très variés. Un hiatus d'environ 9 m de puissance sépare le sommet de cette coupe et la base de la carrière en activité du Fond des Vaux Est où est exposée la Formation d'Hanonet.

2.5. VUE D'ENSEMBLE DE LA FORMATION X

Le Couvinien terminal de Wellin (fig.2) est caractérisé par un faciès très différent de celui qu'il a habituellement. En effet, à Pondrôme et à Resteigne, la Formation de Jemelle est directement surmontée par la Formation d'Hanonet tandis qu'à Wellin, la première est séparée de la seconde par la Formation X qui a au moins 121,5 m d'épaisseur et qui se compose de calcaires crinoïdiques, stratifiés ou massifs, parfois argileux ou dolomitiques et souvent riches en Coraux et en Stromatopores. Comme cette unité lithostratigraphique comporte un important hiatus vers le tiers inférieur, correspondant peut-être à des couches plus argileuses et que ses limites inférieure et supérieure ne sont pas observables, nous avons décidé à la suite de Coen-Aubert (1990a), de ne pas la dénommer provisoirement. De plus, il convient de souligner que chacun des niveaux récifaux rencontrés dans la Formation X, de même que celui qui la précède au sommet de la Formation de Jemelle, possède ses caractéristiques propres.

Ainsi, l'épisode carbonaté du Fond des Vaux 1, qui est encadré par les schistes de la Formation de Jemelle, se compose de calcaires stratifiés à la fois crinoïdiques et dolomitiques, mais ne contenant que de rares Stromatopores massifs et Coraux. Par contre, ces organismes abondent au Fond des Vaux 2, dans des calcaires également stratifiés et crinoïdiques, mais argileux. Au Fond des Vaux 4, ce sont des Stromatopores massifs qui constituent l'élément dominant du niveau massif et dolomitisé en partie, qui s'individualise dans la partie inférieure de la coupe. A l'affleurement du "Cimetière de voitures", le phénomène récifal se limite à deux minces intercalations massives, très riches en Stromatopores massifs et Coraux variés. Entre celles-ci, on observe à nouveau des calcaires stratifiés et crinoïdiques, mais à rares organismes constructeurs.

2.6. WELLIN - FOND DES VAUX EST

Dans la carrière en activité du Fond des Vaux située à l'Est de la route menant de Wellin au Sourd d'Ave, trois coupes ont été levées dans les calcaires crinoïdiques, localement construits de la base du Calcaire de Givet. Toutes trois partent de la "dalle" de la carrière haute, ouverte au Sud et en contre-haut de l'actuelle carrière en activité. Cette "dalle" correspond à une belle surface de stratification qui est exposée 0,8 m au-dessus de la base de l'affleurement. La première de ces coupes concerne presque toute la carrière haute en se dirigeant vers son entrée, c'est-à-dire vers l'Ouest. La deuxième part de l'extrémité orientale de la carrière haute pour se poursuivre dans la carrière en activité, jusque sous le concasseur. La troisième se confond avec la précédente jusqu'à l'arrivée dans la carrière en activité pour gagner ensuite progressivement le fond de celle-ci, en allant vers l'Est. Ces trois coupes mettent en évidence de très rapides variations de faciès et parfois d'épaisseur.

2.6.1. COUPE A L'ENTREE DE LA CARRIERE HAUTE

LA FORMATION D'HANONET

Cette coupe est décrite depuis la base de l'affleurement située 0,8 m sous la "dalle":

- 4,55 m: minces bancs de calcaire argileux, plus ou moins crinoïdique; occurrence dans le premier mètre de quelques Tabulés lamellaires ainsi que de Brachiopodes et de débris de Rugueux solitaires;

- 3,35 m: hiatus;

- 6,45 m: minces bancs de calcaire argileux, contenant localement des Stromatopores massifs, Tabulés massifs, lamellaires et branchus, Rugueux solitaires et Crinoïdes; un beau buisson de *Thamnophyllum schouppesi* Scrutton 1968 à 0,65 m du sommet;

- 1,9 m: bancs de calcaire foncé, parfois argileux ou crinoïdique; occurrence de quelques Brachiopodes à la base, d'un banc plus compact près du sommet, renfermant des Stromatopores massifs et Rugueux solitaires épars, de plusieurs lits schisteux vers le haut.

Ces calcaires argileux en bancs minces et pauvres en Coraux sont caractéristiques de la Formation d'Hanonet.

LE CALCAIRE DE GIVET

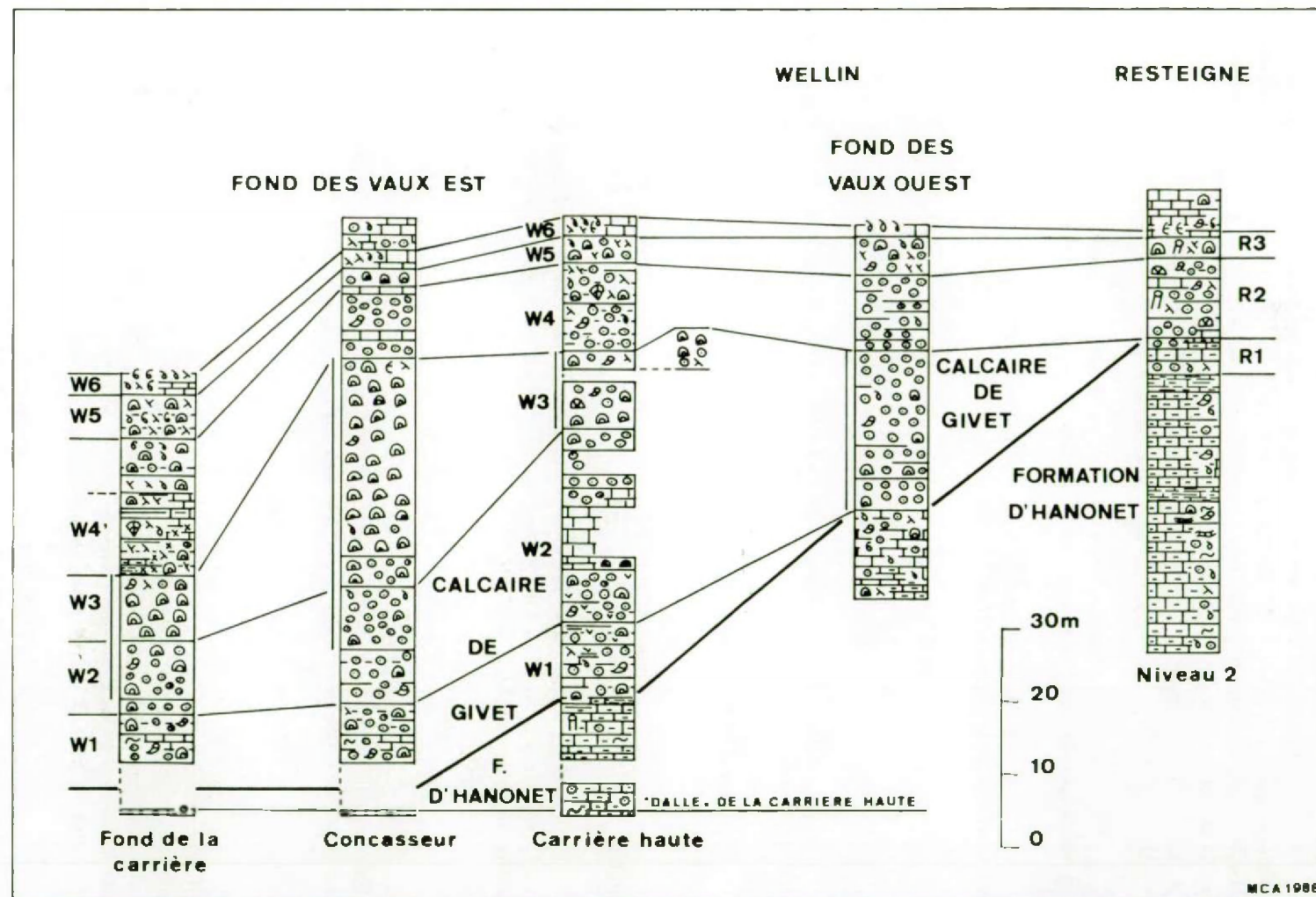
° UNITE W1

- 2,75 m: calcaire bien stratifié, souvent finement ou grossièrement crinoïdique, contenant à l'état épars des Stromatopores massifs et lamellaires, Tabulés lamellaires et branchus ainsi que des Rugueux solitaires; rares joints schisteux;

- 4,75 m: même calcaire bien stratifié, parfois argileux ou dolomitique, mais à organismes constructeurs, plus rares; on y note aussi de grosses Gypidules et deux joints schisteux;

- 3,05 m: minces bancs de calcaire finement crinoïdique à argilo-dolomitique; occurrence de rares Stromatopores massifs et de plusieurs joints schisteux.

Figure 3 - Variations latérales au sommet du Couvinien et à la base du Givetien du Fond des Vaux à Wellin et de Resteigne.



MCA 1988

Cette unité W1 formée de calcaire bien stratifié, parfois argileux et présentant de nombreux joints schisteux, constitue typiquement un faciès de transition entre la Formation d'Hanonet et le Calcaire de Givet. Les Crinoïdes y sont déjà présents, mais les Stromatopores massifs et Coraux encore peu fréquents.

° UNITE W2

- 4,25 m: calcaire crinoïdique, stratifié et parfois dolomitique, avec localement et notamment dans la partie supérieure des Stromatopores massifs et des Rugueux solitaires;

- 2,95 m: calcaire crinoïdique en bancs habituellement métriques, contenant quelques petits Stromatopores massifs; matrice dolomitique au sommet;

- 1,8 m: calcaire fin, renfermant des Stromatopores massifs;

- 6,85 m: calcaire couvert de concrétionnements de calcite;

- 4,3 m: calcaire crinoïdique et stratifié, parfois masqué par de la calcite dans la partie inférieure;

- 3,35 m: calcite et zone altérée avec très localement présence de calcaire crinoïdique, stratifié;

- 2,95 m: calcaire crinoïdique avec quelques Stromatopores massifs dispersés au sommet.

Cette unité W2 se compose de calcaire crinoïdique à Stromatopores massifs et Coraux relativement rares; elle est bien stratifiée dans cette coupe où son épaisseur est anormalement développée.

° UNITE W3

- 6,65 m: calcaire à Stromatopores massifs, très nombreux dans la partie inférieure, plus ou moins dispersés dans une matrice crinoïdique, dans la partie supérieure; on observe en outre des Héliolitides, Chaetétides et quelques Rugueux solitaires;

- 1,6 m: hiatus lié au chemin d'accès à la carrière haute;

- 2,45 m (Est) à 5,55 m (Ouest): calcaire crinoïdique à Stromatopores massifs particulièrement nombreux à l'Ouest, plus dispersés à l'Est; entre ceux-ci existent des Rugueux solitaires et fasciculés, Tabulés massifs et branchus, Brachiopodes et Gastéropodes. Notons la remarquable variation latérale d'épaisseur du banc supérieur passant de 1,5 m à l'Est à 4,6 m à l'Ouest sur une distance de 11,5 m seulement; parallèlement, la densité des Stromatopores massifs augmente considérablement dans cette direction.

Cette unité W3 est également constituée de calcaire crinoïdique, mais est plus massive et contient cette fois de très nombreux Stromatopores massifs.

° UNITE W4

- 6,6 m: calcaire finement ou grossièrement crinoïdique, habituellement stratifié; occurrence au milieu et surtout au sommet de quelques petits *Thamnopora*, Brachiopodes, débris de Rugueux et de Stromatopores massifs;

- 1,15 m: calcaire riche en *Stromatopores* massifs, accompagnés de quelques *Thamnopora* et *Rugueux* massifs;

- 4,45 m: calcaire stratifié, d'abord grossièrement puis finement crinoïdique avec, à l'état épars quelques *Brachiopodes*, *Stromatopores* massifs et branchus, *Tabulés* branchus et débris de *Rugueux* solitaires.

Cette unité W4, constituée de calcaire crinoïdique et stratifié, à organismes constructeurs, peu fréquents, correspond à l'unité 2 définie à Resteigne par Prétat *et al.* (1984) et dénommée R2 dans le présent travail.

° UNITE W5

- 3,6 m: calcaire construit par des *Stromatopores* massifs et branchus ainsi que par des *Tabulés* branchus; la roche est crinoïdique à la base et près du sommet où de plus, elle est parfois dolomitique et contient de nombreux *Brachiopodes*, dont des *Stringocéphales*.

Cette unité W5 est tout à fait comparable au biostrome à *Stromatopores* massifs signalé par Prétat *et al.* (1984), à la base de l'unité 3 de Resteigne dénommée R3 dans le présent travail.

° UNITE W6

- 1,5 m: minces bancs de calcaire fin, devenant coquillier au sommet; occurrence de fossiles rares à dispersés au milieu: *Stromatopores* massifs et branchus, *Tabulés* branchus, fragments de *Rugueux* solitaires et *Stringocéphales*;

- 1,2 m: calcaire fin, riche en *Brachiopodes* surtout au sommet où s'observe une véritable lumachelle.

Cette unité W6 correspond à la lumachelle observée au sommet de l'unité R3 à Resteigne par Prétat *et al.* (1984).

2.6.2. COUPE PARTANT DU FOND DE LA CARRIERE HAUTE EN DIRECTION DU CONCASSEUR

LE CALCAIRE DE GIVET

La Formation d'Hanonet est limitée aux 0,8 m exposés sous la "dalle" de la carrière haute. Après un hiatus de 6,6 m d'épaisseur correspondant au chemin montant dans le bois, le Calcaire de Givet débute par:

° UNITE W1

- 3,95 m: minces bancs de calcaire foncé et crinoïdique, contenant des débris de *Brachiopodes* et quelques organismes constructeurs: *Stromatopores* massifs, fins *Stromatopores* lamellaires, *Tabulés* branchus et lamellaires, fragments de *Favosites* Lamarck 1816 et *Rugueux* solitaires; on atteint ainsi la base de la carrière en activité;

- 4,15 m: calcaire stratifié, fin à finement crinoïdique, à rares *Rugueux* solitaires dans la partie inférieure; toutefois, les mêmes bancs sont exposés à l'extrémité orientale de la carrière haute, avec un faciès identique à celui du terme précédent, c'est à dire avec les mêmes organismes constructeurs, très dispersés et accompagnés en outre d'*Héliolitides*, *Caliopora* (*Mariusilites*) *chaetetoides* Lecompte 1939, *Rugueux* fasciculés et *Gastéropodes*.

Ces deux termes, quoique bien stratifiés, sont absolument dépourvus de joints schisteux. Pour le reste, ils ont le même aspect que l'unité W1 reconnue dans la coupe précédente et sont donc équivalents à celle-ci, mais avec un certain décalage vers le bas. En effet, ils passent latéralement au sommet de la Formation d'Hanonet exposé à l'entrée de la carrière haute. Ils peuvent être assimilés sans problème aux bancs 88 à 101 de Coen *et al.* (1974, E5), car leurs numéros sont toujours visibles sur le terrain. C'est à la base de cet ensemble que ces auteurs ont noté l'apparition d'*Icriodus obliquimarginatus*. Plus bas, ils avaient observé à l'époque encore 3,5 m de Calcaire de Givet avant d'atteindre les calcaires argileux, bien stratifiés de la Formation d'Hanonet.

° UNITE W2

- 7,25 m: gros bancs de calcaire foncé et crinoïdique, renfermant localement, dans la partie inférieure et au milieu, des Stromatopores massifs et des Rugueux solitaires;

- 8,8 m: calcaire massif, foncé à finement crinoïdique, contenant de rares Stromatopores massifs dans la partie inférieure et au milieu ainsi que quelques gros Brachiopodes dans la partie supérieure.

Cette unité W2 à rares organismes constructeurs est déjà franchement massive dans sa partie supérieure.

° UNITE W3

- 4,25 m: calcaire massif, crinoïdique; occurrence de quelques Stromatopores massifs;

- 27,15 m: calcaire massif, construit par de très nombreux Stromatopores massifs, associés à de rares Rugueux solitaires; des fragments de Crinoïdes et de gros Brachiopodes sont reconnaissables près de la base tandis que la matrice devient bioclastique dans la partie supérieure; des Crinoïdes réapparaissent sur la surface de stratification terminale ainsi que des Tabulés massifs et branchus, Rugueux fasciculés et solitaires, Brachiopodes dont des Stringocéphales.

Cette unité W3, typiquement récifale, est particulièrement épaisse dans cette section.

° UNITE W4

On atteint ainsi la coupe située sous le concasseur où l'on voit assez mal sous une épaisse couche de poussière:

- 2,45 m: calcaire foncé, crinoïdique;

- 1,4 m: minces bancs de calcaire foncé, finement bioclastique;

- 5,0 m: calcaire crinoïdique, massif dans la partie inférieure; occurrence de rares *Favosites* et Rugueux solitaires à la base; toutefois lorsque l'on monte au-dessus du concasseur, en direction de la carrière haute, on observe localement dans toute cette passée, quelques Brachiopodes, Stromatopores massifs, Tabulés lamellaires et branchus;

- 1,05 m: calcaire fin à finement bioclastique.

Dans l'ensemble, le faciès de l'unité W4 est comparable à celui de la coupe située à l'entrée de la carrière haute.

° UNITE W5

- 2,35 m: calcaire riche en Stromatopores massifs, devenant bioclastique vers le haut; à nouveau, l'observation devient meilleure lorsque l'on monte en direction de la carrière haute où sont exposés 2,75 m à 3,35 m de calcaire construit par des Stromatopores massifs et branchus, *Thamnopora* et Rugueux solitaires.

Sur le terrain on effectue donc à ce niveau un raccord facile entre la coupe du concasseur et celle étudiée à l'entrée de la carrière haute; en effet, les bancs du sommet de l'unité W4 et le biostrome de l'unité W5 sont situés dans le prolongement l'un de l'autre.

° UNITE W6

La lumachelle de l'unité W6 est difficilement reconnaissable non loin de l'extrémité de la coupe du concasseur, où elle est représentée par 2,95 m de calcaire fin et foncé à rares Tabulés branchus à la base et devenant bioclastique au sommet.

En résumé, à l'exception du développement extraordinaire des calcaires à Stromatopores massifs de l'unité W3, cette coupe est très semblable à la précédente.

2.6.3 COUPE DU FOND DE LA CARRIERE EN ACTIVITE

LE CALCAIRE DE GIVET

On voit au-dessus des 3,95 m de Calcaire de Givet, reconnus au début de la section précédente:

° UNITE W1

- 2,6 m: calcaire foncé, crinoïdique, stratifié en gros bancs et contenant localement de gros Stromatopores massifs, des Stromatopores et Tabulés branchus, Rugueux fasciculés et débris de Rugueux solitaires.

Il s'agit de l'équivalent du sommet de l'unité W1.

° UNITE W2

- 10,0 m: calcaire crinoïdique, devenant rapidement massif; occurrence de Stromatopores massifs, dispersés, mais localement plus nombreux, accompagnés de quelques Brachiopodes, Gastéropodes, Tabulés et fragments de Rugueux solitaires.

L'unité W2 est à la fois plus massive et plus riche en Stromatopores massifs que dans les deux autres sections.

° UNITE W3

- 9,15 m: calcaire massif, très riche en Stromatopores massifs de grande taille et pratiquement jointifs, sauf dans les derniers 0,8 m où ils sont dispersés dans une matrice crinoïdique; occurrence de rares Rugueux solitaires et Tabulés branchus.

L'unité W3 présente le même faciès que dans la coupe précédente, mais avec une puissance nettement réduite.

° UNITE W4

- 1,2 m: calcaire stratifié, débutant par un vague joint schisteux et se terminant par 0,2 m de schistes; à la base, la matrice argileuse et verdâtre a l'aspect d'une cinérite tandis que près du sommet, le calcaire est localement bréchique; les organismes constructeurs, nombreux, mais souvent fragmentaires sont représentés par des *Stromatopores* massifs et branchus, *Tabulés* branchus, *Rugueux* solitaires et fasciculés;

- 3,75 m: calcaire stratifié, construit dans l'ensemble par des *Stromatopores* massifs et branchus, *Tabulés* branchus et *Rugueux* fasciculés; on note en outre des fragments de *Crinoïdes* et de *Brachiopodes*, un lit de calcaire argileux près de la base et plusieurs niveaux de galets et de *loférites* (sédiments remplis de structures fenêtrées planaires et de ciments grenus souvent épais); 0,15 m de schistes verts couronnent cette passée;

- 4,2 m: alternance très serrée de calcaire bioclastique, parfois fin et de calcaire contenant de gros *Brachiopodes* et des organismes constructeurs, plus ou moins abondants: petits *Stromatopores* massifs, *Stromatopores* et *Tabulés* branchus, *Rugueux* massifs et solitaires; à différents niveaux, on observe aussi des matrices dolomitiques ou à aspect de cinérite, des lits bréchiques ainsi que des galets mous et des *loférites* près de la base; occurrence de 0,15 m de schiste brun jaune au sommet;

- 2,1 m: calcaire argileux, puis subnoduleux, passant rapidement à du calcaire fin ou bioclastique, renfermant localement des *Stromatopores* massifs et branchus, *Rugueux* massifs, *Thamnopora*, *Crinoïdes* et *Brachiopodes*; la roche est parfois bréchique au sommet où existe aussi un joint schisteux.

Cette série bien stratifiée peut difficilement être assimilée à l'unité W4 rencontrée dans les autres coupes, principalement à cause de sa relative pauvreté en *Crinoïdes*. Elle s'en distingue en outre par:

- * des organismes constructeurs, plutôt abondants et très variés;
- * la présence de lits bréchiques, de galets mous et de *loférites* ainsi que de matrices et ciments très particuliers;
- * l'occurrence de plusieurs joints schisteux bien marqués.

- 3,45 m: calcaire stratifié en gros bancs, construit par des *Stromatopores* massifs, *Thamnopora*, *Caliopora* (*Mariusilites*) *chaetetoides* et *Rugueux* solitaires, associés à des *Crinoïdes* et surtout à de gros *Brachiopodes* formant une véritable lumachelle au milieu;

- 4,1 m: calcaire massif, contenant toujours de gros *Brachiopodes* et les mêmes organismes constructeurs que dans le terme précédent accompagnés de *Rugueux* massifs; au sommet, occurrence de *Pachyfavosites polymorphus* (Goldfuss 1829) et de grands *Gastéropodes*.

Ces calcaires construits, très particuliers, se distinguent du biostrome de l'unité W5 par leur aspect massif et leur richesse en gros *Brachiopodes*. Un faciès analogue existe sporadiquement sous le biostrome de l'unité R3, au dernier niveau d'exploitation de la carrière de Resteigne. On observe en effet, à la base de la zone de transition de 1,95 m signalée au sommet de l'unité R2 par Préal *et al.* (1984, p.231), du calcaire dolomitique, voire argileux à *Brachiopodes*, dont des *Stringocéphales*, et à fragments de *Stromatopores*.

° UNITE W5

- 1,35 m: bancs calcaires, très riches en grands *Stromatopores* massifs, accompagnés de quelques *Tabulés* branchus et de rares *Brachiopodes*;

- 1,8 m: d'abord lumachelle à grands Gastéropodes associés à quelques Rugueux solitaires, Stromatopores et Tabulés branchus; ensuite, calcaire contenant des galets mous et des Stromatopores massifs, passant vers le haut à des Stromatopores branchus et *Thamnopora*, et finalement à des accumulations de Brachiopodes;

- 2,8 m: calcaire massif, construit par des Stromatopores massifs et branchus, associés à des Crinoïdes et à quelques Tabulés branchus.

C'est l'aspect caractéristique du biostrome de l'unité W5 qui est particulièrement épais dans cette coupe et qui est interrompu en son milieu par une lumachelle de Gastéropodes.

° UNITE W6

- 0,8 m: calcaire riche en coquilles de Brachiopodes et de Gastéropodes associés à des *Thamnopora*, les premiers formant une véritable lumachelle au sommet;

- 0,9 m: minces bancs de calcaire fin, montrant des "birdseyes" au milieu; au sommet, occurrence de calcaire argileux, contenant quelques Brachiopodes et *Thamnopora* ;

- 1,2 m: calcaire coquillier à Brachiopodes formant une lumachelle à la base où ils sont néanmoins subordonnés à des Gastéropodes; quelques *Thamnopora* et Stromatopores branchus au sommet.

Il s'agit typiquement de la lumachelle de l'unité W6.

Au total, cette coupe diffère des deux autres par l'importante réduction de puissance, qui affecte les unités W2 et W3 et par les dépôts très particuliers de l'unité W4.

2.7. WELLIN - FOND DES VAUX OUEST

Comme les faciès sont beaucoup plus homogènes dans cette carrière en activité située en face de la précédente, nous n'y décrivons qu'une seule coupe; celle-ci part de l'extrémité méridionale de l'affleurement où est exposé le sommet de la Formation d'Hanonet.

LA FORMATION D'HANONET

- 2,15 m: minces bancs de calcaire argileux, contenant des Crinoïdes et des Brachiopodes; occurrence locale de quelques Stromatopores massifs et *Thamnopora* ;

- 5,7 m: minces bancs de calcaire foncé, parfois argileux, renfermant des Brachiopodes et Crinoïdes et éventuellement quelques Gastéropodes dans la partie supérieure; la roche devient dolomitique au sommet;

- 4,4 m: minces bancs de calcaire foncé et crinoïdique, contenant quelques Brachiopodes au sommet ainsi que de rares Stromatopores massifs, Tabulés branchus et Rugueux solitaires en fragments.

Dans cette carrière, le sommet de la Formation d'Hanonet est nettement moins argileux que dans la précédente et déjà passablement crinoïdique. Peut-être s'agit-il d'un faciès latéral à l'unité W1 du Calcaire de Givet qui ne s'y individualise plus.

LE CALCAIRE DE GIVET

- 4,25 m: calcaire crinoïdique, devenant rapidement massif; dans la partie inférieure, la roche a parfois un aspect noduleux à matrice dolomitique et contient localement quelques organismes constructeurs dont des Stromatopores massifs;

- 12,85 m: calcaire massif et crinoïdique où l'on observe sporadiquement de gros Stromatopores massifs, *Favosites*, Rugueux solitaires et Brachiopodes;

- 4,8 m: calcaire massif, très crinoïdique.

Il s'agit de l'équivalent des unités W2 et W3 reconnues dans la carrière du Fond des Vaux Est. Quoique le calcaire soit massif, les Stromatopores massifs y sont plutôt rares.

Jadis le sommet de la Formation d'Hanonet et la base du Calcaire de Givet affleuraient dans une ancienne excavation dénommée "Wellin-Fond des Vaux 5" par Bultynck & Godefroid (1974, p.30) et incorporée aujourd'hui à la carrière en activité du Fond des Vaux Ouest. C'est au sommet des calcaires massifs et crinoïdiques de l'unité W3 que ces deux auteurs avaient observé l'apparition d'*Undispirifer givefex* Struve 1981 déterminé à l'époque comme *U. undiferus* (Roemer 1844). 18 m plus bas, soit peu au-dessus de la base du Calcaire de Givet, Bultynck (1987, p.153) a signalé récemment l'occurrence d'*Icriodus obliquimarginatus*.

- 10,3 m: calcaire stratifié, finement à grossièrement crinoïdique, montrant localement des structures lenticulaires et des stratifications obliques; quelques Brachiopodes sont présents au milieu tandis que la roche devient bioclastique au sommet.

C'est incontestablement l'unité W4 dont les organismes constructeurs sont ici totalement absents. C'est à la base de cet ensemble que Bultynck & Godefroid (1974) ont repéré *Eognathodus bipennatus bipennatus* (Bischoff & Ziegler 1957).

- 1,3 m: calcaire finement crinoïdique, renfermant quelques Stromatopores massifs et fragments de Rugueux solitaires;

- 4,05 m: calcaire finement crinoïdique avec des Stromatopores massifs, nombreux dans la partie inférieure, dispersés dans la partie supérieure où ils sont associés à de gros Brachiopodes dont des Stringocéphales; la faune connexe est représentée par des Stromatopores branchus, *Pachyfavosites polymorphus*, *Thamnopora* et Rugueux solitaires.

Il s'agit bien entendu du biostrome de l'unité W5.

Ensuite, la lumachelle de l'unité W6 est représentée par:

- 1,6 m: calcaire fin à gros Brachiopodes formant typiquement deux niveaux de lumachelle; on observe en outre quelques Crinoïdes, Gastéropodes, *Thamnopora* et débris de Rugueux solitaires.

2.8. VARIATIONS LATÉRALES DE FACIES A LA BASE DU CALCAIRE DE GIVET (fig.3)

En partant de la lumachelle de l'unité W6 reconnue à la base du Calcaire de Givet à Wellin, il est facile de comparer les stampes levées dans cette localité à celles de la carrière de Resteigne. On observe en effet de haut en bas:

- * la lumachelle de l'unité W6 à gros Brachiopodes dont des Stringocéphales;
- * le biostrome de l'unité W5 caractérisé par de nombreux et volumineux Stromatopores massifs, associés à d'autres organismes constructeurs. A Resteigne, ce biostrome et la lumachelle sus-jacente constituent l'unité 3 de Préat *et al.* (1984) dénommée R3 dans le présent travail;

- * les calcaires crinoïdiques, bien stratifiés de l'unité W4, présentant localement des structures lenticulaires et des stratifications obliques. A Wellin, les Coraux et Stromatopores y sont plutôt rares sauf dans la coupe levée au fond de la carrière du Fond des Vaux Est où l'on a d'abord des calcaires peu crinoïdiques à organismes constructeurs très variés, puis des calcaires massifs, riches en Stromatopores massifs et gros Brachiopodes. Cette section mise à part, le faciès de l'unité W4 est identique à celui de l'unité 2 définie par Préat *et al.* (1984) à Resteigne et dénommée R2 dans le présent travail. Dans cette dernière carrière, c'est dans cette unité que nous avons noté les variations latérales les plus spectaculaires: en effet, aux anciens niveaux d'exploitation 1 et 3 de cette carrière, l'unité R2 s'épaissit considérablement à cause de l'accumulation d'une grande variété de Coraux et de Stromatopores.

A Resteigne, l'unité 1 de Préat *et al.* (1984), dénommée R1 dans le présent travail constitue directement sous l'unité R2 la transition entre les calcaires grossièrement crinoïdiques de la base du Calcaire de Givet et les calcaires argileux de la Formation d'Hanonet; en fait, il s'avère préférable de ranger l'unité R1 dans cette dernière formation comme l'a suggéré Coen-Aubert (1989, p.6).

A Wellin au contraire, sous l'unité W4, on est encore fort loin de la Formation d'Hanonet puisque l'on a successivement:

- * les calcaires massifs de l'unité W3 à Stromatopores massifs, nombreux et pratiquement jointifs et à faune connexe peu développée;

- * les calcaires crinoïdiques, massifs à stratifiés de l'unité W2 où sont dispersés quelques organismes constructeurs;

- * les calcaires bien stratifiés de l'unité W1, parfois séparés par des joints schisteux, mais contenant déjà des fragments de Crinoïdes ainsi que quelques Coraux et Stromatopores.

Les changements les plus spectaculaires affectent l'unité W3 représentée par une épaisseur considérable de calcaire à Stromatopores massifs dans la coupe du concasseur au Fond des Vaux Est. Tant à l'Est, c'est-à-dire au fond de cette carrière, qu'à l'Ouest, c'est-à-dire à l'entrée de la carrière haute, ces faciès construits diminuent rapidement de puissance si bien que l'appellation de "bioherme" utilisée par Pel (1975, p.85) pour cet ensemble est parfaitement justifiée. A petite échelle, le sommet de ces couches montre d'ailleurs un renflement local que l'on peut suivre de façon continue à l'entrée de la carrière haute. De plus, ces accumulations de Stromatopores n'existent plus dans la carrière du Fond des Vaux Ouest où elles passent à une masse indifférenciée de calcaire crinoïdique, pauvre en organismes constructeurs. Notons également la disparition dans cette carrière de l'unité W1 qui s'indente probablement dans la Formation d'Hanonet.

A plus grande échelle, il est bien évident que les trois unités inférieures W1 à W3 reconnues à Wellin et qui se terminent donc par un bioherme, sont des faciès latéraux à la Formation d'Hanonet telle qu'elle est exposée à Resteigne. Par le fait même, la base du Calcaire de Givet est franchement diachronique dans ces deux localités.

Dans le détail, une subdivision en six unités W1 à W6 à Wellin est parfois assez artificielle vu les importantes variations de faciès et d'épaisseur qu'elles présentent sur de très courtes distances. En effet, seules les unités W5 et W6 sont réellement constantes et identiques à elles-mêmes au sommet de cette énorme masse de calcaire crinoïdique, typiquement récifale à certains niveaux, par laquelle commence le Calcaire de Givet à Wellin.

3. DEFINITION DES MICROFACIES ET ANALYSE SEQUENTIELLE

3.1. MICROFACIES

L'échantillonnage systématique des coupes précédentes (un échantillon pétrographique tous les 30 cm en moyenne) permet de définir huit familles majeures de microfaciès carbonatés. Sous forme condensée, nous donnons successivement pour chaque microfaciès "MF":

- sa dénomination;
- sa description (les organismes étant cités par ordre d'abondance relative décroissante);
- sa teneur moyenne en dolomite et/ou insolubles estimée semi-quantitativement (chartes virtuelles de fréquence comparatives - Bacelle & Bosellini, 1965);
- son interprétation en terme de paléoenvironnement;
- son correspondant éventuel dans la séquence idéalisée des vingt-quatre microfaciès standards définis par Wilson (1975);
- son correspondant éventuel dans la séquence des treize microfaciès établis pour la plate-forme carbonatée du Givetien franco-belge (Préat & Mamet, 1989).

L'ordre de description des microfaciès définit la séquence standard des coupes étudiées et marque le passage d'un milieu marin franc, situé sous les zones d'action des vagues et des tempêtes à un milieu supratidal, de plus en plus restreint et proche de l'émersion.

Nous ne rappellerons pas ici les très nombreuses classifications des roches carbonatées. Nous renvoyons le lecteur à l'excellente synthèse de Bissel & Chilingar (1967) pour l'essentiel des classifications proposées pendant les années soixante. Pour une revue plus récente, on se reportera de préférence aux analyses critiques de Wilson (1975) et de Flügel (1982). Pour notre part, nous avons utilisé la classification de Dunham (1962) complétée par Embry & Klovan (1971). Il s'agit d'une classification largement répandue qui a l'avantage de pouvoir être utilisée dès l'analyse de terrain et qui se prête particulièrement bien à l'analyse des sédiments couviniens. Le tableau 2 présente le classement des microfaciès suivant le degré d'agitation du milieu.

MICROFACIES	CARACTERES MICROSCOPIQUES	PROCESSUS SEDIMENTAIRES	INTENSITE ENERGIE
(MF8) MF2 MF5	MICROBRECHES BIOTURBES	EROSION	TRES FORTE A FORTE
MF3g MF3c MF3i MF4c MF1	GRAINS MICRITISES GRAINS ENCROUTES	TRANSPORT DE SABLE	MODEREE
MF4a MF6a MF7	SEDIMENTS REMUES ET BIOTURBES	TRANSPORT DE BOUE	FAIBLE

Tableau 2 - Classement des microfaciès suivant le degré d'agitation du sédiment.

• MICROFACIES 1 ("MF1")

° Milieu marin ouvert immédiatement sous la zone d'action des vagues.

Ce microfaciès peut être divisé en cinq variétés suivant le contenu des organismes:

"MF 1eb"

Mudstones, wackestones et packstones bioturbés à Echinodermes et Bryozoaires (Fénelles pour l'essentiel - pl.2, fig. 2, 4; pl.3, fig.4), coquilles de Brachiopodes (pl.1, fig.2; pl.3, fig.2; pl.8, fig.2) et de Pélécypodes. On trouve également des valves désarticulées d'Ostracodes, des fragments de Trilobites, quelques *Bisphaera* Birina 1948, Tentaculitides et Serpulides. Présence exceptionnelle de fragments de Stromatopores et de Coraux (Tabulés et Rugueux). La microflore algale, bien représentée, est relativement abondante et diversifiée: les débris de *Sphaerocodium* Rothpletz 1890 sont fréquents et figurent à côté de nombreuses "pelotes" remaniées de Girvanelles. Les Issinelles (*Issinella devonica* Reitlinger 1954), les Codiacées (-Udotéacées) - *Pseudopalaeoporella lummatonensis* (Elliot 1961) - et *Perrierella tourneurii* Mamet & Prétat 1991 et les Calcisphères s'observent sporadiquement. La matrice est une micrite fine à très fine, riche en silt (10% ou plus). Souvent recristallisée sous forme de microspar calcitique de granulométrie moyenne de 5 à 6 µm, elle est fréquemment affectée par les processus de dolomitisation.

Milieu de sédimentation marin franc, situé sous la zone d'action des vagues comme en témoignent à la fois la nature des organismes présents et leur bon état de préservation. Ce dernier, ainsi que la présence de fragments de tapis de Girvanelles constitués de tubes enchevêtrés et non désarticulés rendent compte d'une énergie modérée.

L'ensemble de ces conditions est favorable au développement d'une endofaune dominée par les organismes fouisseurs (Trilobites, Annélides,...), responsables de l'homogénéisation du sédiment et reflète également un taux de sédimentation modéré (Rhoads, 1975). Ce milieu, qui est situé immédiatement sous la zone d'action des vagues et des tempêtes, constitue un réceptacle pour les fragments en provenance des zones de plus forte énergie situées dans la zone d'action des vagues. C'est ce que traduit la présence sporadique de fragments d'organismes constructeurs dont l'abondance dans le microfaciès "MF 1" reflète en premier lieu la proximité des zones de plus forte énergie.

Wilson (1975): "SMF-9 = bioclastic wackestone or bioclastic micrite";

Prétat & Mamet (1989): "MF-1 = wackestones ou packstones argileux bioturbés".

"MF 1g"

Les Gastéropodes dominent dans ce microfaciès. Il s'agit de wackestones et de packstones argileux, fortement bioturbés, à Brachiopodes, Pélécypodes, Echinodermes et Ostracodes. Présence de Trilobites, de Serpulides, de Bryozoaires et de Tentaculitides. Les Issinelles (*Issinella devonica*) s'observent exceptionnellement. La matrice argilo-dolomitique est recristallisée sous forme de microspar moyen à grossier (5 à 15 µm).

Le milieu de sédimentation est semblable au précédent ("MF 1eb"), mais le sédiment est fortement affecté par les Gastéropodes. Ceux-ci exercent à la fois une activité de bioturbation et de broutage: ils sont à l'origine de la disparition des tapis de Girvanelles. De même, par leur activité importante de bioturbation, à laquelle vient s'ajouter celle des Annélides, ils sont à l'origine d'une homogénéisation complète du sédiment. Ce dernier voit ainsi ses propriétés pétrophysiques majeures (porosité, perméabilité) augmenter de façon

sensible (Rhoads, 1967, 1975; Berner, 1980) et sa matrice micritique est alors le siège d'une recristallisation importante sous forme de microspar moyen à grossier (5 à 15 μm).

Wilson (1975): "SMF-9 = bioclastic wackestone or bioclastic micrite";

Préat & Mamet (1989): "MF-1b" = wackestones ou packstones argileux bioturbés".

"MF 1e"

Les Echinodermes dominent nettement (pl.3, fig.1). Il s'agit de wackestones et de packstones, parfois bioturbés, à Echinodermes, Pélécypodes, Ostracodes, avec parfois des Gastéropodes, Brachiopodes, Calcisphères et *Bisphaera*. Présence occasionnelle de fragments de Serpulides et de quelques débris de Codiacées (*Pseudopalaeporella lummatonensis*) et Issinelles (*Issinella devonica*). La matrice argilo-dolomitique est recristallisée en un fin microspar (granulométrie moyenne de 3 à 4 μm). Sa teneur en insolubles est généralement inférieure à 10%.

L'abondance des fragments d'Echinodermes est à mettre en relation avec le démantèlement, pratiquement sur place, de prairies à Crinoïdes dans un milieu ouvert, soumis à une agitation modérée et situé légèrement en-dessous de la zone d'action des vagues (Cain, 1968; Walker & Alberstadt, 1975; Rat & Amiot, 1979; Hurst, 1980).

Wilson (1975): "SMF-9 = bioclastic wackestone or bioclastic micrite";

Préat & Mamet (1989): "MF-1c = wackestones, packstones et grainstones à Echinodermes".

"MF 1dt"

Siltites argilo-micacées, fortement bioturbées (pl.1, fig.1). Les organismes sont peu abondants et constitués de Bryozoaires (pl.II, fig.4), de Brachiopodes, d'Echinodermes, de Pélécypodes, de Gastéropodes, de Trilobites, parfois de Tabulés et de quelques Girvanelles (*Girvanella wetheredii* Chapman 1908) et Issinelles (*Issinella devonica*). La matrice carbonatée est une micrite fine de nature calcitique ou dolomitique.

Ce microfaciès est caractéristique d'un milieu subtidal marin ouvert, situé sous la zone d'action des vagues, à taux de sédimentation et degré d'agitation modérés.

Ce microfaciès n'a pas d'équivalent précis dans la série des microfaciès standards de Wilson (1975);

Préat & Mamet (1989): "MF-1e = wackestones et packstones silteux et dolomitiques".

"MF 1T"

Il s'agit des microfaciès précédents dans lesquels s'individualisent des passées fortement grenues (packstones et grainstones - pl.2, fig.3), d'épaisseur inframillimétrique à pluridécimétrique, riches en coquilles bien préservées: le classement des organismes est variable, souvent excellent: les valves sont emboîtées ou désarticulées et, dans ce cas, souvent imbriquées. Ces passées bioclastiques constituent de petites lumachelles dans les sédiments des microfaciès précédents: elles sont également fréquemment disposées sous forme de stratifications obliques. Les phénomènes de bioturbation sont parfois importants et "homogénéisent" le sédiment. Il n'est alors plus possible de distinguer ce microfaciès "MF 1T" des microfaciès précédents. Tous les stades de transition existent cependant entre ces microfaciès et le "MF 1T" et on observe typiquement une structure pseudonoduleuse ou microlenticulaire lorsque les processus de bioturbation n'ont pas été trop importants. Cette structure est

accentuée par les processus de pression - dissolution qui sont généralement importants dans ce faciès.

Ce microfaciès correspond à la mise en place, dans la zone d'action des tempêtes, de passées bioclastiques dans le milieu subtidal marin ouvert, situé sous la zone d'action des vagues (Rehfeld, 1986).

Ce microfaciès n'a pas d'équivalent précis dans la série des microfaciès standards de Wilson (1975), ni dans celle de Prétat & Mamet (1989).

- MICROFACIES 2 ("MF2")

° Milieu marin ouvert dans ou proche de la zone d'action des vagues.

Packstones et grainstones à Echinodermes et Bryozoaires, ces derniers étant nettement subordonnés aux premiers. On observe une nette augmentation des Issinelles par rapport au premier microfaciès ("MF1"). On peut à nouveau, tout comme pour le premier microfaciès, distinguer ici différentes variétés (au moins 6 variétés) sur base des associations faunistiques et floristiques.

"MF 2e" - "MF 2ea"

Packstones ou grainstones à Echinodermes (= "encrinites" - pl.6, fig.3), Algues, Pélécypodes, Ostracodes, auxquels s'ajoutent parfois des Gastéropodes, des Brachiopodes, quelques débris de Tabulés (pl.6, fig.2; pl.7, fig.4) et de Stromatopores. La microflore est particulièrement riche en *Pseudopalaeporella lummatonensis* (pl.7, fig.1-2) et *Wagonella enigmatica* Mamet & Prétat 1991. Les *Bevocastris* Garwood 1931, *Sphaerocodium*, Girvanelles en pelotes et Issinelles accompagnent généralement les précédentes. La matrice micritique se présente sous forme de microspar grossier et est souvent dolomitisée. Un ciment syntaxial constitue souvent l'élément majeur des grainstones. Le contenu en insolubles est très faible. Les bioclastes présentent des aspects bien caractéristiques, liés à une micritisation importante ou à la présence de nombreuses perforations. Ces agents de la bioérosion affectent surtout les fragments d'Echinodermes, les transformant progressivement jusqu'à les rendre méconnaissables. Les encroûtements algaïres sont également présents et liés au développement des *Bevocastris*. Ces dernières forment des manchons oncoïdiques autour des fragments de Stromatopores. Suivant le degré d'agitation, ces manchons sont soit conservés en tant que tels, ou au contraire, forment toute une série de "péloïdes" de dimensions et de formes quelconques (pl.7, fig.3). Rappelons que ces Codiacées encroûtent fréquemment les Eponges dont on retrouve parfois les spicules.

Ces caractéristiques témoignent d'un milieu marin ouvert où régnait une agitation modérée, intermittente avec un taux de sédimentation relativement faible. Rappelons que c'est dans ce milieu que s'observent la plupart des *Pseudopalaeporella lummatonensis* et *Wagonella enigmatica* qui caractérisent le passage du Couvinien au Givetien.

Wilson (1975): "SMF-12 = coquina, bioclastic grainstone or rudstone, shell hash, encrinites are a special microfacies of SMF-12, requiring winnowing but less strong water movement for their formation";

Prétat & Mamet (1989): "MF-1c = wackestones et grainstones à Echinodermes".

"MF 2eb, MF 2ec, MF 2s et MF2sa"

Packstones et grainstones occasionnellement bioturbés où dominent respectivement:

° les Echinodermes et les Bryozoaires ("MF 2eb") (pl.IV, fig.4; pl.VI, fig.1, 4; pl.VIII, fig.2, 4) ,

° les Echinodermes et les Coraux (Tabulés et Rugueux) ("MF 2ec"),

° les Stromatopores seuls ("MF 2s") ou en association avec les Algues ("MF 2sa").

Ce dernier microfaciès "MF 2sa" s'est révélé fort intéressant de par la richesse de sa microflore. Celle-ci est totalement dominée par les *Pseudopalaeporella lummatonensis* et *Wagonella enigmatica*. A côté de ces formes, on rencontre également des Girvanelles, des *Bevocastris*, quelques *Parathuramina* Souleimanov 1945 et *Bisphaera*.

D'une manière générale, les bioclastes des "MF2" sont micritisés, fortement usés et toujours arrondis. Leur classement est généralement bon. Les encroûtements de Girvanelles sur les Stromatopores sont communs. La matrice micritique est toujours recristallisée en un microspar calcitique grossier (10 à 30 µm). Les grainstones présentent une importante phase de cimentation syntaxiale. Les contenus en dolomite et en insolubles sont très faibles.

Milieu marin franc, situé à proximité ou dans la zone d'action des vagues. L'agitation est quasi permanente comme en témoigne l'état des bioclastes: usés, roulés, micritisés et généralement bien classés. Les débris proviennent du démantèlement de zones voisines; leur mélange important traduit la présence de plusieurs communautés benthiques du domaine marin ouvert. Les milieux d'origine devaient se composer de prairies à Echinodermes associées à de petits buissons ou monticules à Bryozoaires filtrants ("MF1eb" et "MF 2eb"), probablement situés en arrière ou à proximité de tapis à Girvanelles détruits par les Gastéropodes ("MF 1g"). Des prairies à Codiacées (- Udotéacées) ou Codiacées érigées devaient également couvrir le fond marin, et pouvaient en association avec les Issinelles, contribuer à ralentir les courants et créer des milieux de faible à très faible énergie. L'association fréquente de ces organismes avec des fragments de Coraux et de Stromatopores ("MF 2ec", "MF 2s" et "MF 2sa") traduit la proximité des édifices ou complexes récifaux par rapport aux prairies à Echinodermes et Algues; ces prairies pouvant ainsi constituer à la fois le substrat et le flanc des premiers.

Wilson (1975): "SMF-13 = coated bioclasts in sparite, grainstones";

Préat & Mamel (1989): "MF-2b = packstones occasionnellement bioturbés ou parfois grainstones".

· MICROFACIES 3 ("MF3")

° Milieu d'avant-récif peu profond, modérément agité, situé au-dessus de la zone d'action des vagues.

Trois variétés sont discernables:

"MF 3c"

Packstones et grainstones bioturbés à fragments d'organismes parmi lesquels dominent les Tabulés et les Stromatopores. A leurs côtés s'observent quelques Pélécypodes, Gastéropodes, Ostracodes, Trilobites et Echinodermes. Les relations d'encroûtements sont fortement réduites et se limitent à quelques rares encroûtements mutuels de Tabulés et de Stromatopores. Associée à cette macrofaune relativement riche et diversifiée, la microflore algaire se caractérise par sa pauvreté tant quantitative que qualitative. On rencontre sporadiquement quelques *Parathuramina*, *Issinella devonica* et *Kamaena delicata* Antropov 1967. Quelques *Bisphaera* sont également présents. La matrice micritique généralement fortement recristallisée présente plusieurs générations de microspar de granulométrie moyenne comprise

entre quelques micromètres et plusieurs centaines de micromètres. Les contenus en dolomite et insolubles sont très faibles.

Milieu péri-récifal peu profond, à agitation intermittente. Cette dernière est à l'origine des principaux caractères du sédiment: fragments anguleux, non micritisés et mal classés, traduisant l'importance des conditions temporaires de forte énergie. Le remaniement a lieu pratiquement sur place et affecte surtout les organismes coloniaux, formant les édifices récifaux situés à proximité. Tout comme dans les microfaciès précédents "MF 2", il y a mélange de différentes communautés. Les bioclastes algaires sont présents et constituent jusqu'à 60% des grains carbonatés remaniés. Bien que rarement citées dans la littérature, de telles abondances ont déjà été signalées par Mamet & Préat (1985) dans les packstones et grainstones crinoïdiques de la base du Givetien inférieur du bord sud du Synclinorium de Dinant. Il s'agit de *Pseudopalaeporella lummatonensis* et de *Perrierella tourneurii*. Ces Algues sont surtout associées au "MF 3ec" et témoignent à nouveau de la proximité des prairies à Echinodermes et des bancs algaires. Ces deux types d'organismes devaient ainsi assurer un même double rôle dans la sédimentation et un rôle de dissipation de l'énergie avant leur démantèlement (bafflestones).

Notons enfin que les processus de dissolution phréatique et vadose peuvent affecter la texture du sédiment en y développant une porosité vacuolaire ou géodique (Choquette & Pray, 1970). L'importance de ces ciments de dissolution-précipitation va jusqu'à transformer un packstone en un "faux grainstone" dans lequel les cavités de formes irrégulières et de tailles généralement importantes (quelques millimètres à plusieurs centimètres) sont remplies par plusieurs générations de ciment drusique de 100 µm à plusieurs mm d'épaisseur. Dans les grainstones à Echinodermes, ce ciment vient s'ajouter au ciment syntaxial présent autour des Echinodermes, parfois également autour des grains de Codiacées (-Udotéacées) et des fragments d'Issinelles. D'autre part, on observe également un microspar très grossier (30 à 75 µm) de recristallisation de la micrite occupant les cavités des organismes. Il s'agit alors d'une porosité moldique occluse.

"MF 3g"

Peu représenté dans la série étudiée, ce microfaciès est caractérisé par des packstones à Gastéropodes, Pélécypodes et Ostracodes auxquels il convient d'ajouter quelques fragments de Brachiopodes, de Coraux et d'Echinodermes. Notons également la présence de Calcsphères (principalement *Parathuramina*). Les fragments d'organismes sont parfois micritisés et encroûtés. La microflore algale est présente dans les intraclastes millimétriques provenant du démantèlement de wackestones et de packstones à birdseyes, Calcsphères et Kamaénides.

Contenu en insolubles relativement élevé (>10%) et matrice micritique recristallisée en microspar grossier (15-20 µm).

"MF 3i"

Packstones-bafflestones à Issinelles et Kamaénides. Présence d'Echinodermes, de Tabulés, de Rugueux, de Stromatopores lamellaires, de Brachiopodes, d'Ostracodes, de Pélécypodes, de quelques Bryozoaires et Trilobites. L'ensemble des organismes se présente en fragments bien classés, disposés en légère stratification oblique. Certains fragments (Tabulés) montrent des traces importantes de bioérosion, tandis que d'autres (Stromatopores) sont souvent encroûtés par des Bryozoaires. On observe sporadiquement des *Bisphaera* et des spicules d'Eponges. À côté des Issinelles et des Kamaénides qui dominent, citons les Girvanelles, les Wéthéredelles (*Wetheredella silurica* Wood 1948) et de petits débris de Codiacées nodulaires. La matrice est constituée d'un microspar fin à moyen (3 à 6 µm).

Il faut noter également les associations spécifiques suivantes qui permettent de subdiviser ce microfaciès en quatre associations:

- ° Stromatopores lamellaires - Issinelles ("MF3_{si}"),
- ° Echinodermes - Issinelles ("MF3_{ei}"),
- ° Stromatopores lamellaires - Echinodermes ("MF3_{se}"),
- ° Stromatopores lamellaires - Coraux ("MF3_{sc}").

D'une manière générale, le microfaciès "MF3" est assez semblable aux packstones recristallisés à péloïdes, Issinelles et Stromatopores lamellaires décrits dans le Givetien Inférieur de Vaucelles et d'Olloy-sur-Viroin (Préat & Boulvain, 1982; Préat *et al.*, 1987). Ces auteurs en donnent d'ailleurs la même interprétation: "milieu d'avant-récif peu profond et modérément agité".

Wilson (1975): "SMF-12 = coquina, bioclastic grainstones or rudstones";
Préat & Mamet (1989): "MF-3a et MF3b = packstones recristallisés à péloïdes".

· MICROFACIES 4 ("MF4")

° Boundstones récifaux ou bioconstructions

Deux variétés de boundstones sont reconnues:

"MF 4c"

Boundstones, bafflestones (ou floatstones) à Tabulés et/ou Rugueux massifs et Stromatopores lamellaires. La matrice contient des débris de Brachiopodes, de Bryozoaires, d'Echinodermes, d'Ostracodes, de Pélécy-podes, quelques Issinelles et Girvanelles. Le contenu en insolubles est faible et le pourcentage en dolomite parfois important. Parmi les Tabulés, on observe surtout *Thamnopora*, *Favosites*, *Heliolites* Dana 1846 et des Chaetétides. Une caractéristique importante réside dans la nature des processus d'encroûtements qui sont exclusivement le fait de Bryozoaires à rapporter aux Fistuliporides. Ils peuvent se développer en grande abondance et former une trame continue englobant la plupart des organismes présents dont surtout les Stromatopores. Ces organismes encroûtants permettent à l'édifice "bioconstruit" de résister aux courants et de maintenir une structure érigée sur le fond marin. Cette structure est cependant constamment affaiblie par les processus de bioérosion bien visibles sur les fragments de Coraux. Notons également que ces bioconstructions sont toujours de dimensions modestes (pluridécimétriques), n'excédant jamais le mètre.

Bioconstructions "récifales" situées dans un milieu à circulation ouverte, à faible profondeur et d'énergie modérée. Ces buttes qui n'ont pu être mises en évidence dans les sédiments du Givetien du bord sud du Synclinorium de Dinant (Préat, 1984) constituent ainsi une particularité de la série étudiée.

Wilson (1975): "SMF-7 = when delicate, complex, frond-like forms are abundant in a fine matrix, the sediment may be interpreted as trapped by growth of the organisms and the term of bafflestone is applied";

Préat & Mamet (1989): "MF-4b = boundstone-floatstone argileux à Rugueux".

"MF 4a"

Bafflestones et boundstones à Couvinianelles (pl.4, fig.3; pl.9, fig.3-4) et *Renalcis* Vologdin 1932 (pl.5, fig.1-3). Bafflestones à Givétianelles et Resteignelles. Ces

organismes forment des buissons millimétriques à centimétriques en association avec des Bryozoaires encroûtants (bafflestones et bindstones à *Fistuliporides*), des Tabulés lamellaires (bafflestones) et des *Sphaerocodium* (bindstones). La trame ainsi érigée forme une charpente relativement solide, capable de jouer à la fois le rôle d'un filtre à sédiment et de stabilisateur des débris accumulés sur le fond. De nombreuses Eponges, parfois en nodules centimétriques, sont associées aux organismes précédents auxquels s'ajoutent également des Foraminifères siliceux (*Thuramminidae* Brady 1879). Les structures fenestrées sont abondantes et montrent un remplissage géopète.

Milieu semi-restreint, peu profond et d'énergie très faible. La présence systématique de *fenestrae* associés à ce faciès traduit la très faible profondeur du milieu à la limite supérieure de la zone subtidale et dans les zones inter- à supratidales. Il est intéressant de comparer les bafflestones-boundstones à Couvinianelles avec leurs équivalents du Givetien inférieur constitués de Givétianelles et de Resteignelles (Mamet & Préat, 1982, 1983; Préat *et al.*, 1984). On y trouve en effet le même type d'associations biologiques ("organismes constructeurs" et Algues géantes) constituées d'organismes abondants et diversifiés. Bien que les rôles respectifs, joués par ces organismes soient assez semblables, les buttes qui en résultent sont différentes. Elles sont de taille plus modeste dans les sédiments du Couvinien. L'importance des milieux restreints qui les caractérisent, semble également plus grande au Givetien par rapport au Couvinien. Ces différentes communautés exercent ainsi deux types d'influence sur le milieu: influence limitée au Couvinien où les bioconstructions à Couvinianelles sont noyées dans un ensemble crinoïdique, résultant du démantèlement de prairies, et influence plus marquée au Givetien où les Algues (Givétianelles, Resteignelles, *Sphaerocodium*) stabilisent le substrat formé de l'accumulation d'organismes constructeurs.

Wilson (1975): "SMF-7b = encrusting lamellar mats enclosing and constructing cavities and encrusting micrite layers are termed bindstone", et "SMF-7c = bafflestone" (voir ci-dessus "MF4c");

Préat & Mamet (1989): "MF-4c = boundstones (bafflestones-bindstones)".

• MICROFACIES 5 ("MF5")

° Milieu péri-récifal de forte énergie

Rudstones à Tabulés, Rugueux et Stromatopores. A côté de ces bioclastes largement dominants, on observe des fragments de Bryozoaires, de Brachiopodes, d'Echinodermes, de Pélécytopodes, de Gastéropodes et d'Ostracodes. Les Serpulides et fragments de Trilobites sont plus rares. La microflore algale, remaniée, est peu représentée: citons principalement les Girvanelles, quelques Codiacees, Wetheredelles et *Renalcis*, et dans un cas seulement, une relative abondance de *Pseudopalaeoporella* Mamet & Préat, 1985. Parmi les Tabulés, on note des *Aulopora* Goldfuss 1829, *Thamnopora*, *Favosites* et *Alveolites* Lamarck 1801. Les débris de Stromatopores proviennent à la fois d'individus globulaires et lamellaires. La plupart des fragments sont micritisés et témoignent de nombreuses relations d'encroûtements mutuels. Des structures de bioérosion sont également présentes sur les fragments. Le ciment est constitué d'une sparite grossière et de calcite syntaxiale ou drusique. Les contenus en dolomite et en insolubles sont toujours faibles.

Milieu péri-récifal de forte énergie remaniant des éléments bioconstructeurs des milieux précédents ("MF4") ainsi qu'en témoignent à la fois l'état fragmenté, érodé et le mauvais classement des bioclastes. Ces débris forment sur le fond marin un sédiment grossier assez comparable aux "rubblestones" décrits par James (1983) et dont la stabilisation ultérieure par cimentation syntaxique constitue une sole ou une assise pour l'installation plus massive des organismes constructeurs. Ce microfaciès est à rapprocher des rudstones à débris de *Stachyodes* Bargatzky 1881, de Stromatopores, de Coraux, etc. (Préat *et al.*, 1984), caractéri-

sant la partie médiane de la séquence d'accrétion littorale au passage Couvinien-Givétien dans la région de Resteigne.

Wilson (1975): "SMF-6 = reef rudstone, coarse gravel of biogenic pieces derived from top or reef flank organisms with no material";

Préat & Mamet (1989): "MF-5a et MF-5b = rudstone à débris de Stromatopores, de Coraux, etc. et rudstone à débris de *Stachyodes*".

· MICROFACIES 6 ("MF6")

° Milieu péri-récifal d'énergie modérée sous le contrôle de la macrofaune ("MF6c", "MF6sc", "MF6e") ou de la microflore algale ("MF6a").

Quatre variétés sont reconnues:

"MF 6c et "MF6sc"

Floatstones à Tabulés (principalement *Hillaepora* Mironova 1960), Rugueux et débris de Stromatopores. Présence de Pélécypodes et d'Ostracodes dispersés. La matrice micritique contient des Calcisphères et des *Bisphaera*. Elle est souvent recristallisée sous forme de microspar moyen (5 à 6 µm). Le contenu en insolubles est faible, et avec ce faciès, on note pour la première fois de la pyrite en grande abondance, sous forme de petits framboïdes de 5 à 10 µm de diamètre.

Wilson (1975): "SMF-5 = floatstones reef flank facies composed mainly of organic debris from organisms inhabiting reef top or flank";

Préat & Mamet (1989): "MF-4 = floatstones et wackestones à *Amphipora*, *Crassialveolites*, *Thamnopora*, *Trachypora*, etc."

"MF 6ec"

Cette variété de microfaciès traduit l'abondance des Echinodermes qui viennent s'ajouter aux organismes précédents (pl.1, fig.3-4; pl.9, fig.2). On observe également des Gastéropodes, des Trilobites, des Serpulides et parfois quelques fragments de Tentaculitides. Différentes espèces algaires sont également associées: citons les Girvanelles, les Issinelles et surtout les Périérelles, *Lancicula* Maslov 1956 et quelques Wéthéredelles (*Wetheredella silurica*). De nombreux bioclastes sont micritisés et la plupart des Girvanelles encroûtent les Stromatopores. La bioérosion a particulièrement affecté les Tabulés et les Stromatopores.

Ces observations montrent qu'avec les microfaciès "MF6", le milieu devient progressivement plus calme et marque la transition entre les milieux marins ouverts et les milieux semi-restreints. Il faut noter que le microfaciès "MF6ec" reflète encore des influences marquées du milieu ouvert. A nouveau, nous y trouvons un important mélange de faunes et de flores presque entièrement dominées par les Echinodermes.

"MF 6a"

Wackestones et packstones bioturbés à *Bevocastrina* (pl.8, fig.1), Couvinianelles (pl.4, fig.1-2), Eponges, Gastéropodes, Pélécypodes, Calcisphères, Brachiopodes, parfois quelques Issinelles et Kamaénides (*Kamaena* Antropov 1967; pl.2, fig.1). Présence de

fragments de Coraux (Tabulés principalement) et de Stromatopores. Première apparition des *Amphipora* Schulz 1883 sous forme d'individus dendroïdes.

Ce microfaciès se caractérise par l'abondance des *fenestrae* (pl.3, fig.3; pl.9, fig.2-4). Ces structures sont généralement filiformes ou au contraire géométriques (carrées, rectangulaires) et sont à mettre en relation avec la dissolution des Eponges dans le premier cas et des Tabulés dans le second. Ces *fenestrae*, qui s'apparentent à ceux décrits par Tebbut *et al.* (1965) sont assez semblables aux types 1, 2, 6 et 10 reconnus par Préat (1984) dans les sédiments carbonatés du Givetien de la Belgique. Soulignons dans ce cas l'importance des tapis ou des mattes algaires dans la formation des structures fenestrées. Notons également qu'une partie de ces structures semble tout à fait particulière à nos microfaciès: il s'agit de structures allongées et fort épaisses, présentant des ramifications verticales. Ce type de *fenestrae* particulier serait à rattacher à la dissolution d'Algues brunes ou Phéophytes et pourrait se comparer, par analogie, aux *fenestrae* résultant de la dissolution de Dasycladacées géantes (*Givetianella tsienii* Mamet & Préat 1982) du Givetien Inférieur de Restaigne (Préat, 1984). La matrice micritique se présente souvent sous forme de microspar grossier (5-6 μ m) et renferme de nombreux péloïdes. Le contenu en insolubles est assez faible. De grandes concentrations de pyrite sont présentes.

Milieu subtidal à intertidal, peu profond et de faible énergie. C'est le premier milieu semi-restreint à restreint franc que l'on rencontre; la diversité, tant de la macrofaune que celle de la microflore, diminue fortement et les associations deviennent à spécificité basse. Les mattes algaires (Codiacées nodulaires) se développent en association avec les Eponges et stabilisent le sédiment (bindstones). Les Amphipores apparaissent pour la première fois et reflètent les conditions extrêmes de salinité (Klován, 1963; Leavitt, 1968; Read, 1973; Havard & Oldershaw, 1976).

Wilson (1975): "SMF-5 = floatstones reef flank facies composed mainly of organic debris from organisms inhabiting reef top or flank";

Préat & Mamet (1989): "MF-6a et MF6b = floatstones et wackestones à *Amphipora*, *Thamnopora*, *Trachypora*, etc."

• MICROFACIES 7 ("MF7")

° Milieu lagunaire

"MF 7b"

Wackestones et packstones à *Bevocastrina*. Carbonate riche en boue et nodules aplatis de Codiacées nodulaires. La bioturbation est intense et la pyrite abondante.

"MF 7bc"

Wackestones et packstones à *Bevocastrina* et Calcisphères (*Parathurammina* principalement). Nombreuses structures fenestrées (Tebbutt *et al.*, 1965) renfermant des microscières ("type 1" in Préat, 1984). Les Ostracodes sont abondants et de grande taille. Les Gastéropodes sont associés aux Issinelles, Proninelles et Kamaénides. La matrice est très fine, légèrement recristallisée en fin microspar dans les zones bioturbées. Le contenu en insolubles est relativement élevé et compris entre 10 et 15% en moyenne. Les structures fenestrées sont en partie liées à la dissolution de Phéophytes.

Milieu lagunaire, identique au précédent ("MF7b"), peu profond à très peu profond et d'énergie très faible. Taux de sédimentation relativement faible ainsi qu'en

témoigne l'abondance des figures de bioturbation, et conditions écologiques extrêmes (température, salinité, insolation,...) indiquées par la pauvreté et la monospécificité des organismes.

"MF 7i"

Wackestones et packstones à Paléobéréselles et Issinelles. La matrice micritique contient quelques Calcisphères (*Parathuramina*, parfois en abondance), Bisphères, valves disjointes d'Ostracodes et de nombreuses Algues tubulaires. Les structures fenêtrées sont communes. Le contenu en insolubles est relativement élevé (10 à 15%); on note également quelques concentrations de pyrite.

Milieu lagunaire, identique aux précédents, mais correspondant au développement de prairies ou petits monticules à Paléobéréselles. Ces Algues, qui ne sont pratiquement jamais observées en place, jouent le rôle de filtre à sédiment ("bafflestones") et sont à l'origine des milieux très restreints. Nous n'avons jamais pu observer dans ces milieux lagunaires ces associations en place: les moindres courants suffisaient à basculer ces organismes (Mamet & Roux, 1974; Roux, 1985) et la plupart des fragments observés proviennent du démantèlement pratiquement sur place de ces bioconstructions.

Wilson (1975): "SMF-19 = laminated to bioturbated lime mudstone-wackestone, restricted marine shelf lagoons, protected environment";

Préat & Mamet (1989): "MF-9i = bafflestones à Issinelles".

Les microfaciès "MF7" que nous venons de décrire contiennent très peu de péloïdes si on les compare à leurs homologues du Givetien (se reporter aux "MF9" in Préat & Boulvain, 1982; Préat, 1984, Préat *et al.*, 1987). Nous avons cependant maintenu les symboles utilisés dans ces travaux, pour la définition des différentes variétés présentes dans les microfaciès "MF7" du sommet du Couvinien.

· MICROFACIES 8 ("MF8")

° Milieu littoral de forte énergie

Grainstones grossiers à ciments asymétriques. Débris de Stromatopores, de Brachiopodes (nombreux Stringocéphales) et de Mollusques à coquilles épaisses, de Tabulés et Rugueux, d'Issinelles et de Crinoïdes, parfois fragments de Bryozoaires et de Trilobites. Les débris d'organismes constructeurs peuvent atteindre jusqu'à 30 cm. Egalement présence de nombreux intraclastes de taille millimétrique à centimétrique (1 mm à 2 cm), de wackestones à Calcisphères et à Codiacées, et de lumps algaires (Codiacées) de taille millimétrique. Les débris sont fortement micritisés (micritisation endolithique par perforations répétées, ces perforations ont un diamètre moyen de 35 µm et sont profondes de 200 à 300 µm) et parfois même encroûtées par les Codiacées. De nombreuses structures géopètes sont présentes, principalement dans les coquilles et un ciment asymétrique de calcite radiaxiale fibreuse entoure l'ensemble des grains. Ce ciment est épais de 35 µm au-dessus des grains et de 100 à 150 µm sous ces particules. Il s'agit typiquement d'un ciment gravitaire (Taylor & Illing, 1969; Purser, 1969, 1980; Longman, 1980). De nombreux ciments fibreux et en ménisques sont également présents. Signalons la présence d'une mince couche (30 à 35 µm) de calcite lamellaire (prismes de 7 à 10 µm de largeur), développée autour des bioclastes. Ce ciment, qui contient d'abondants petits cristaux de pyrite (5 µm), est à mettre en relation avec la dissolution des Algues perforantes associées aux bioclastes. De nombreuses structures de dissolution comparables à celles de type 1 et 2 décrites par Dodd (1966) sont également communes. D'une manière générale, les débris sont bien classés et leur empilement, légèrement oblique par rapport à la stratification, constitue des niveaux décimétriques de lumachelles

caractéristiques sur le terrain. Notons enfin que les caractéristiques précédentes sont parfois totalement masquées par une importante phase de dolomitisation sélective. Il s'agit de dolomite en cristaux idiotopiques, finement à moyennement grenus, remplaçant d'abord les différents ciments calcitiques.

Milieu intertidal de très faible profondeur, à la limite de l'émersion, dans lequel l'accumulation du matériel en provenance du large se fait à l'intervention de courants de très forte énergie (marée de tempêtes et tempêtes). Il s'agit d'un sédiment de type "beachrock" (Purser, 1980) déposé dans la zone vadose d'un point de vue diagénétique, comme en témoigne notamment la présence des ciments de gravité et de bioclastes déjà cimentés (=lithoclastes?), ou dans la zone strictement intertidale, d'un point de vue sédimentologique ou écologique.

Wilson (1975): "SMF-24 = coarse lithoclastic-bioclastic rudstone or floatstone";

Préat & Mamet (1989): "MF-5b = rudstone à débris de *Stachyodes*, de Brachiopodes et Mollusques, ...".

3.2. ANALYSE SEQUENTIELLE (fig.4)

L'analyse séquentielle de l'ensemble de la section étudiée se caractérise par la relative monotonie de la sédimentation qui a lieu dans le domaine marin ouvert. Cette monotonie tranche d'une manière très nette lorsque l'on compare les courbes lithologiques des différents affleurements couviniens étudiés à Wellin à leurs homologues givetien où de nombreuses polyséquences de troisième et de quatrième ordres, des séquences positives et négatives de premier et deuxième ordres, de troisième et quatrième ordres, de grandes biséquences positives et négatives de cinquième ordre sont présentes (Préat, 1984). Ce contraste apparaît déjà à Wellin lorsque l'on compare entre elles les Formations de Jemelle, X et d'Hanonet (Couviniens supérieurs) à la Formation de Trois-Fontaines (Givétien inférieur) dont le caractère rythmique est beaucoup plus marqué (fig.4).

L'évolution de la sédimentation au Couvinien supérieur se traduit ainsi par la succession de grandes monoséquences, le plus souvent de premier et deuxième ordres et de quelques séquences oscillantes et petites biséquences d'épaisseur plurimétrique et de troisième et quatrième ordres. Les monoséquences, de beaucoup les plus abondantes, sont d'épaisseur métrique et semblent légèrement plus épaisses que leurs homologues du Givétien (Préat, 1984). Leur agencement à petite échelle (infradécimétrique) semble relativement aléatoire et traduit avant tout la variabilité des processus de sédimentation. Ces derniers sont conditionnés par les fluctuations du niveau de base de la zone d'action des vagues et par la position du niveau de base des tempêtes. Ce n'est pratiquement qu'à l'échelle de la formation (pluridécimétrique) que des changements significatifs apparaissent et traduisent des évolutions majeures de la sédimentation. Le passage de la Formation de Jemelle à la Formation X correspond ainsi à un relèvement progressif des niveaux énergétiques de base (zones d'action des vagues et tempêtes). Ce changement s'accompagne de la mise en place des sédiments dans un domaine mieux structuré où s'individualisent des édifices récifaux de taille modeste.

La sédimentation couvinienne ne montre donc une évolution bien nette qu'à grande échelle: cette évolution reste cependant progressive et correspond à la migration des niveaux énergétiques de base. Cette évolution semble également récurrente comme l'indique un retour aux conditions initiales au sommet de la Formation X. Notons cependant qu'à l'extrême sommet du Couvinien (Formation d'Hanonet) et à la base du Givétien (Formation de Trois-Fontaines), un changement important de la sédimentation a lieu. Ce changement est enregistré sous la forme d'une mégaséquence régressive ou d'une accrétion littorale de troisième et quatrième ordres (fig.4) traduisant une forte diminution de la profondeur d'eau. Cette séquence d'accrétion a déjà été rapportée par Préat (1984, 1985) dans l'ensemble du

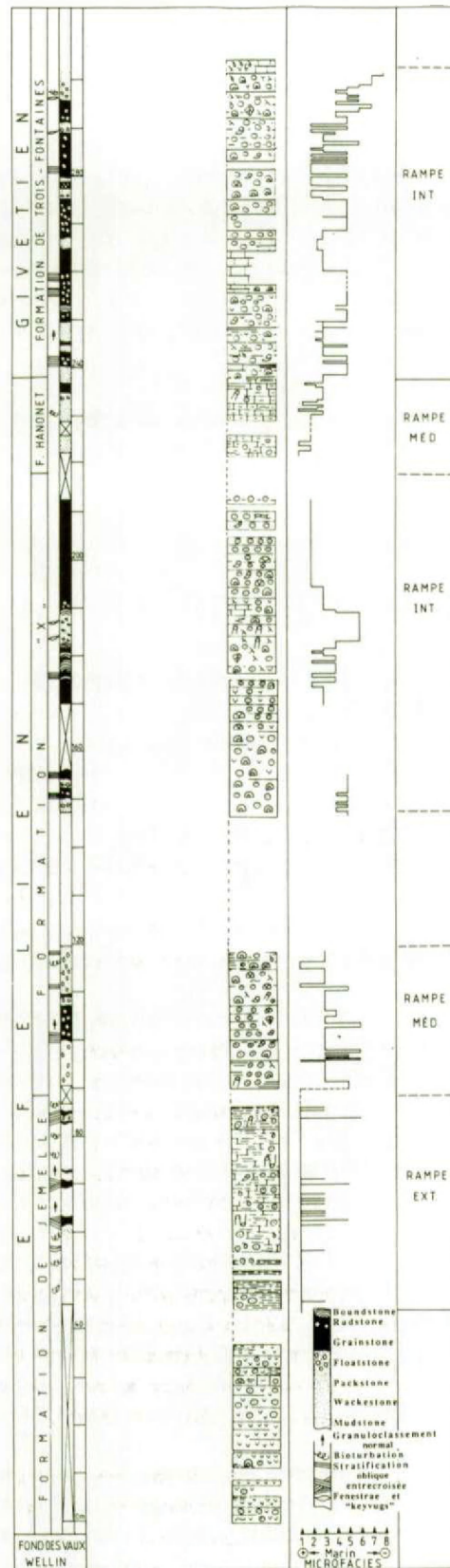


Figure 4 - Coupe lithologique, analyses sédimentologique et séquentielle des couches de transition Couvinien - Givetien à Wellin. La colonne de droite donne la suite des microfaciès classés suivant la séquence standard; les colonnes de gauche présentent les principales figures et textures sédimentaires.

Synclitorium de Dinant, où elle peut se suivre sur plus de cent kilomètres suivant une direction Est-Ouest, depuis Resteigne jusqu'à Roiseux au Nord de Bavay.

La sédimentation couvinienne correspond ainsi à plusieurs processus majeurs. Ces processus sont liés au démantèlement de prairies à Echinodermes, au démantèlement de bancs ou de prairies à Codiacées érigées, de monticules à Issinelles et Paléobéréselles et à l'édification d'édifices à Stromatopores, Coraux, Bryozoaires et Algues diverses (Porostromates, Epiphytes et Algues géantes). Les variations latérales de faciès sont la règle à l'échelle pluridécamétrique et traduisent les changements de la sédimentation dans le domaine marin ouvert. Celui-ci n'était que peu structuré, relativement homogène et situé dans un contexte d'énergie modérée à parfois élevée. De telles évolutions séquentielles ont déjà été reportées dans de nombreuses rampes. Citons par exemple la rampe silurienne de l'Ouest de la Virginie (Smosna & Warshauer, 1983), la rampe de l'Ordovicien moyen de Virginie (Grover & Read, 1978), la rampe du Paléozoïque inférieur du Nord du Groenland (Hurst & Surlyk, 1983), celles de l'Ordovicien de l'Oklahoma (Longman, 1982), du Dévonien supérieur d'Alberta (Cutler, 1983) et du Trenton Limestone d'Indiana (Fara & Keith, 1988). C'est également l'interprétation qu'a donné récemment Prétat (1989) pour le sommet du Couvinien et l'extrême base du Givetien de la carrière "La Couvinoise" (anciennement "Haine" ou "Colard"), au Nord de Couvin.

Dans l'ensemble de ces cas, ce sont en premier lieu les conditions hydrodynamiques qui déterminent le développement des bioconstructions. Des courants faibles à modérés, couplés périodiquement à d'importantes tempêtes, sont à l'origine de l'accumulation, d'abord de substrats boueux, ensuite de substrats sableux, respectivement colonisés par des organismes filtrants (bafflestones) et des organismes formant des charpentes plus rigides (framestones). Par rapport à ces exemples étrangers, il faut souligner ici, dans le Couvinien de Wellin, l'importance de l'activité des Algues qui ont consolidé les sédiments (bindstones). Dans le cas des rampes précédentes, la plupart des bioconstructions étudiées sont de type écologique et non stratigraphique (*sensu* Lowenstam, 1950 et Dunham, 1970). Il semble bien qu'il en soit de même au Couvinien où les phénomènes de progradation et les variations latérales de faciès ne permettent que des corrélations de faciès quelles que soient les échelles d'observation. C'est ce que montre par exemple la distribution des principaux groupes d'organismes analysés ci-dessous (Rugueux, Tabulés et Algues). Dans le détail, ces édifices ne peuvent donc servir à des fins stratigraphiques, contrairement à ceux du Givetien (Prétat & Tournéur, 1984). Ils traduisent avant tout des phénomènes diachroniques et sont, à petite échelle, liés aux variations des apports terrigènes dans un domaine peu structuré. Notons que dans le cas d'une plate-forme de type classique (Purser, 1980; Read, 1985), ces variations de faible amplitude n'affectent que rarement les édifices bioconstruits, les apports détritiques étant piégés bien avant la "barrière" dans un domaine sédimentaire, généralement plus structuré.

4. DISTRIBUTION DES ORGANISMES (fig.5)

4.1. LES RUGUEUX

Dans l'ensemble, les Rugueux du sommet du Couvinien et de la base du Givetien de Wellin sont très particuliers. Ce fait est manifestement lié à la présence de niveaux de calcaires grossièrement crinoïdiques, souvent massifs et plus ou moins construits qui de façon assez exceptionnelle se sont déposés dans la région.

Pour le Couvinien, les genres *Thamnophyllum* **Penecke** 1894, *Acanthophyllum* **Dybowski** 1873, *Mesophyllum* **Schlüter** 1889 et *Cystiphyllodes* **Chapman** 1893 caractéristiques des faciès argileux de la Formation d'Hanonet ne se rencontrent par la force des choses que dans les deux carrières en activité du Fond des Vaux, juste en dessous de la base du Calcaire de Givet. Dans les autres coupes, ils ne sont présents que de façon éparse, étant un peu plus abondants au sommet de l'affleurement du "Cimetière de voitures", dans les calcaires crinoïdiques et stratifiés qui le terminent. On les observe aussi dans les dépôts schisteux du Fond des Vaux 1, au sommet de la Formation de Jemelle.

Pour le reste, notons dans la Formation X de Wellin toute une série de Rugueux coloniaux, propres à ce secteur. Ainsi au Fond des Vaux 2, on rencontre *Xystriphyllum pachythemum* (**Glinski** 1955), *Cyathophyllum multicaudatum* **Coen-Aubert** 1990, *Sociophyllum rolfwerneri* **Birenheide** 1979, *Lyrielsma mutabilis* (**Tsyganko**, 1977) et *Neomphyma delicata* **Coen-Aubert** 1990, ainsi que des représentants de *Dendrostella* **Glinski** 1957; le genre solitaire *Amplexiphyllum* **Stumm** 1949 y est également bien représenté. Au Fond des Vaux 4, les Rugueux sont très subordonnés aux Stromatopores massifs qui dominent dans la partie massive de la coupe. A l'affleurement du "Cimetière de voitures", *Xystriphyllum pachythemum* et *Sociophyllum semiseptatum* (**Schlüter** 1881) abondent dans le premier épisode construit. Dans le second, les formes coloniales disparaissent pratiquement pour faire place à des polypiers de *Stringophyllum wadilinum* **Coen-Aubert** 1990 et d'*Acanthophyllum* qui annoncent les Rugueux solitaires de la fin de la coupe.

Dans toute la partie du Calcaire de Givet étudiée à Wellin, les Rugueux sont beaucoup plus rares que dans les sections voisines de la carrière de Resteigne et de la tranchée du chemin de fer à Pondrôme. Dans les trois premières unités reconnues au Fond des Vaux, ils sont en effet limités à quelques *Amplexiphyllum*, *Cystiphyllodes*, *Acanthophyllum*, *Dendrostella* et *Neomphyma delicata*. Dans l'unité W4, on observe l'une ou l'autre colonie massive de *Columnaria intermedia* **Coen-Aubert** 1990 à côté de *Cystiphyllodes*. Dans les faciès très particuliers, qui affleurent au même niveau, dans le fond de la carrière en activité du Fond des Vaux Est, se rencontrent au contraire des colonies fasciculées de *Centristella fasciculata* **Tsyganko** 1967, *Lyrielsma* sp. A (pl.16, fig.4) et *Dendrostella*, des formes massives à fasciculées de *Beugniesastrea conili* **Coen-Aubert** 1990 et des fragments de *B. kunthi* (**Schlüter** 1880). Outre de nombreux *Columnaria intermedia* et *Beugniesastrea kunthi*, ce sont d'autres taxa coloniaux qui caractérisent le même épisode ou unité R2 à Pondrôme et à Resteigne, à savoir *B. parvistella* (**Schlüter** 1882), *Sociophyllum elongatum* (**Schlüter** 1881) et *S. torosum* (**Schlüter** 1881). A Resteigne enfin, *S. birenheidi* **Coen-Aubert** 1989 prédomine dans le biostrome à Stromatopores massifs sus-jacent de l'unité R3 où il est accompagné notamment de *Lyrielsma* sp. A.

Etant donné l'importance des implications faciétales dans la répartition des Rugueux de Wellin, la valeur stratigraphique de ces derniers n'est pas évidente. Pour le Calcaire de Givet, les seuls éléments communs à Wellin et à Resteigne sont donc *Columnaria intermedia*, *Beugniesastrea kunthi* et *Lyrielsma* sp. A reconnus respectivement dans les unités W4 de la première localité et R2, voire R3 de la seconde. Ces occurrences confirment le

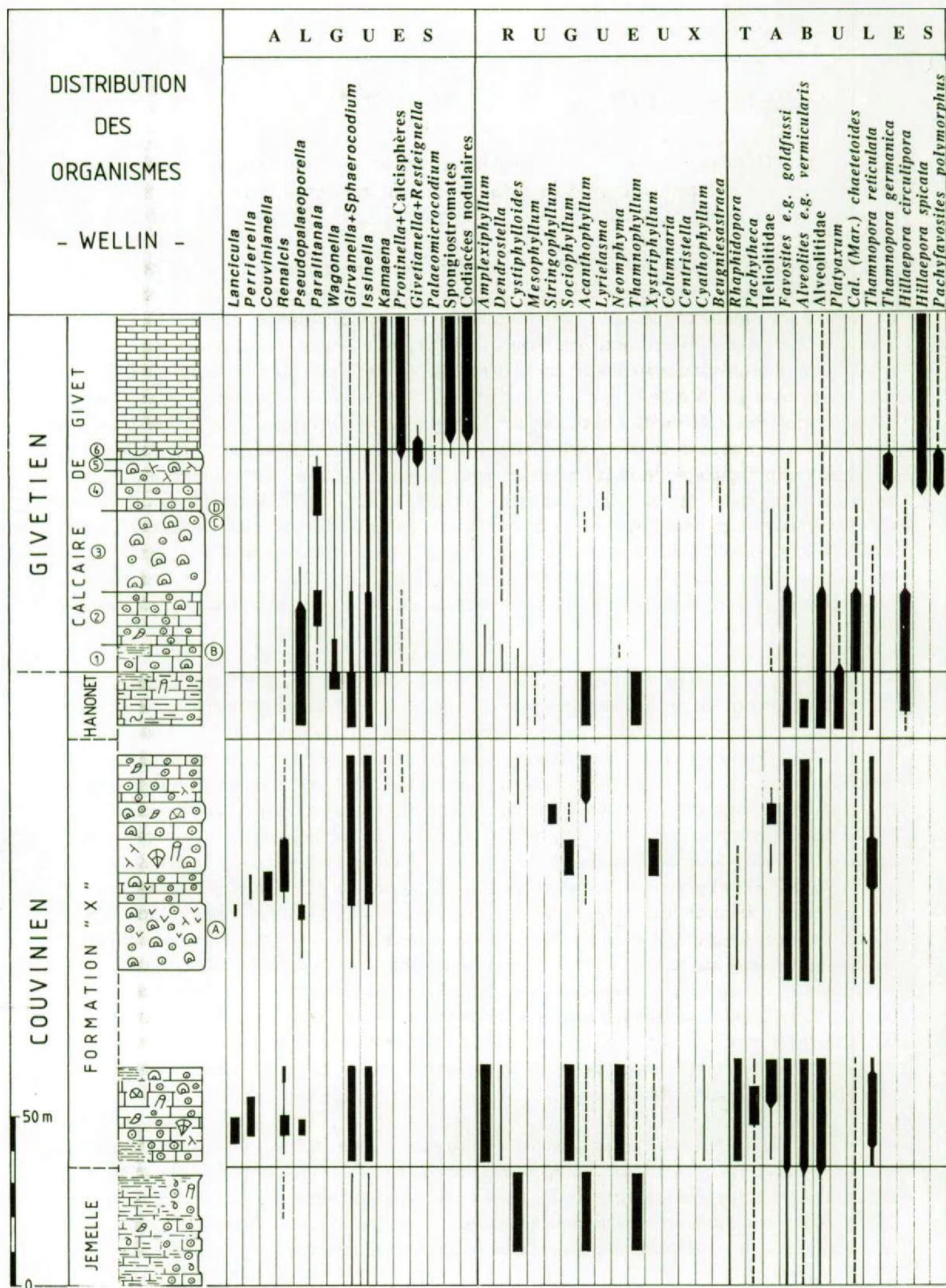


Figure 5 - Distribution stratigraphique des organismes "constructeurs" (Algues, Rugueux et Tabulés) au Fond des Vaux à Wellin.

Lettres cerclées: A = occurrence de *Polygnathus ensensis*; B = apparition d'*Icriodus obliquimarginatus*; C = apparition d'*Undispirifer givex*; D = occurrence d'*Eognathodus bipennatus*; Les chiffres cerclés de 1 à 6 correspondent aux unités W1 à W6.

4.2. LES TABULES

La faune de Tabulés du Couvinien supérieur et du Givetien inférieur de Wellin présente une série de particularités frappantes par rapport aux affleurements contemporains et voisins de Resteigne et de Pondrôme.

Les Favositides (fig.6) sont représentés dans le Dévonien moyen de la région de Wellin dès la base du Couvinien; ils se rencontrent sporadiquement tout au long du Couvinien, en abondance très variable, jusqu'aux dernières occurrences dans la partie inférieure du Calcaire de Givet. Les derniers représentants du genre *Favosites* **Lamarck** 1816 ont été trouvés dans un niveau bioclastique vers la base de la Formation des Terres d'Hairs, où ils sont associés à des Rugueux fasciculés (fig.6D). L'ensemble de ces formes appartient au groupe variable et difficile de *F. goldfussi* **d'Orbigny** 1850. Lecompte (1939) a distingué une série d'espèces sur base de caractères morphologiques tels que l'abondance des épines et le diamètre des polypières, mais la variabilité extrême de ces critères doit inciter à une grande prudence, ainsi que l'ont conseillé récemment Lee & Noble (1988). Tous les spécimens des niveaux inférieurs aux Schistes de Jemelle et plus rarement ceux de cette dernière formation (coll. J. Godefroid, U.C.L.) montrent une association avec des tubules circulaires parasitiques, attribués au genre *Chaetosalpinx* **Sokolov** 1948 (pl.10, fig.1-2); leurs parois très minces et le faible développement des épines (fig.6A) permettent de les rapporter à *F. gilsoni* (**Lecompte** 1939).

Les colonies du Fond des Vaux 2 (à comparer avec le spécimen d'*Halma* illustré pl.10, fig.3) présentent un développement beaucoup plus marqué des épines et un épaississement notable des parois (caractères que l'on retrouve parfois chez des colonies plus jeunes - fig.6B); leur forme de croissance, fréquemment globuleuse, détermine la forte inégalité de taille des polypières. Il s'agit là de l'espèce que Lecompte (1939) a séparée sous le nom de *F. saginatus* **Lecompte** 1939. Toutefois, cet auteur lui-même reconnaît son embarras dans l'interprétation systématique de ce groupe: les variations morphologiques observées sont-elles attribuables à une évolution temporelle, à une adaptation écologique ou à un particularisme géographique? Il indique que les polypiers dans la "région de Rochefort" présentent souvent des parois nettement épaissies, caractère qu'il retrouve aussi chez les colonies du "Co2c" (**Lecompte**, 1939, p.10-11). Peut-on dès lors leur accorder valeur de distinction spécifique? Il semble que non, d'autant que l'on passe insensiblement, dans les couches plus jeunes, à des représentants typiques de *F. goldfussi*, aux parois et appareil septal modérés (fig.6C; pl.10, fig.4-5). Ces derniers atteignent parfois une taille considérable, notamment dans l'affleurement du "Cimetière des voitures", où l'on trouve des colonies de plus de trente centimètres de diamètre. Les occurrences dans la Formation d'Hanonet et à la base du Calcaire de Givet sont plus sporadiques et plus discrètes.

Il est à noter que des recherches en cours sur la microstructure de Favositides siluro-dévonien (menées en collaboration avec feu J. Lafuste) conduiront probablement à un éclatement du genre *Favosites* tel qu'il a été employé jusqu'à présent (Lafuste & Tourneur, 1988). Ces considérations systématiques dépassent toutefois le cadre du présent travail, où le nom *Favosites* est utilisé dans une acceptation large et traditionnelle.

Les représentants du genre *Pachyfavosites* **Sokolov** 1952, tous attribuables à l'espèce *P. polymorphus* (**Goldfuss** 1829), apparaissent dans l'unité W4, sous le biostrome à Stromatopores de la base du Calcaire de Givet; ils sont peu fréquents. On trouve ensuite quelques rares colonies dans les calcaires fins succédant au biostrome.

Cette distribution des Favositides peut être parallélisée dans ses grandes lignes avec celle que l'on reconnaît dans les autres affleurements du bord sud du Synclinorium de Dinant.

Les *Thamnoporides* (fig.7) sont d'abord représentés par de petites branches au manchon périphérique de polypierites rabattus largement développé, dépourvues toutefois d'épaississement notable des parois (fig.7A; pl.11, fig.1); ils appartiennent à *Thamnopora reticulata* (de Blainville 1830) et sont sensiblement différents des formes à manchon périphérique fort épaissi, attribuées à *T. nicholsoni* (Frech 1885), qui dominent la Formation d'Hanonet à Ponderôme (fig.7B). On les rencontre régulièrement dans les affleurements du Fond des Vaux 2 et 4 et du "Cimetière des voitures". Dans ce dernier niveau, ils prennent localement une importance considérable et forment de grands buissons aux très nombreuses branches parallèles ou légèrement divergentes, dont l'extension verticale peut dépasser 50 cm; ces colonies sont manifestement en place. A la base du Calcaire de Givet, l'espèce, généralement peu abondante, forme des réseaux irréguliers (fig.7C), avec des croissances dans des directions différentes, comme nous l'avons observé dans des niveaux équivalents à Resteigne (Préat *et al.*, 1984). Cette espèce est remplacée ensuite par des formes à squamules bien développées (fig.7D-E; pl.11, fig.2), que nous attribuons à *T. germanica* Birenheide 1985; celles-ci vont se retrouver régulièrement dans les niveaux coralliens qui interrompent les calcaires lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines, sus-jacents à l'unité W6.

Le genre *Hillaepora* Mironova 1960 apparaît dans la Formation d'Hanonet, avec l'espèce *H. circulipora* (Kayser 1879). Ces petites branches, toujours enserrées par un mince Stromatopore encroûtant (pl.16, fig.3), deviennent localement abondantes à la base de la Formation de Trois-Fontaines, notamment dans l'unité W2. Elles se raréfient dès que les Stromatopores globuleux dominent la faune. *H. spicata* (Goldfuss 1829) se retrouve en même temps que les premiers *T. germanica*, sous le biostrome à Stromatopores de l'unité W5 (pl.11, fig.2). On observe la même succession des deux espèces, *H. circulipora* / *H. spicata*, à Resteigne et en d'autres gisements du bord sud du Synclinorium de Dinant, et on peut très probablement lui attribuer une signification phylogénétique. *H. spicata* va dominer la faune de Tabulés des passées coralliennes intercalées dans les calcaires fins de la Formation de Trois-Fontaines, avec de plus rares *T. germanica*, et, exceptionnellement, de petits *P. polymorphus* et des *Scolioporides*; cette association très caractéristique se retrouve en de nombreux endroits.

Les Alvéolitides sont représentés dans tout l'affleurement du Fond des Vaux 2 par un assemblage varié, où l'on reconnaît *Alveolites edwardsi* Lecompte 1939 (pl.12, fig.1), des formes proches d'*A. intermixtus* Lecompte 1939 (pl.12, fig.2; pl.13, fig.3), un représentant de l'espèce rarissime *A. megastomus* Steininger 1849 (pl.12, fig.3), connue seulement par quelques spécimens de l'Eifel, et quelques *Squameoalveolites* e.g. *forficatus* (Schlüter 1889). Leur morphologie variable va de minces lamelles à des dômes hémisphériques formés de couches empilées. Ils sont ensuite fréquemment présents dans les autres affleurements jusqu'à la base du Calcaire de Givet, dans l'unité W4, sans toutefois recouvrer cette abondance, ni cette diversité.

Les affleurements du Fond des Vaux 2 et 4, ainsi que celui du "Cimetière des voitures", renferment en quantité des petits rameaux (pl.13, fig.4), de conservation très variable; la plupart de leurs paramètres, dont le diamètre des branches et l'épaississement des parois, présentent une forte variabilité; il est cependant permis d'attribuer l'ensemble au groupe que Lecompte (1939) a nommé *Thamnopora? vermicularis* (McCoy 1850). La question du genre est particulièrement délicate pour ces formes alvéolitides branchues de systématique confuse, mais on peut affirmer dès à présent qu'elles n'ont aucun rapport avec *Thamnopora sensu stricto*. Les Alvéolitides branchus sont représentés ensuite, dans la Formation d'Hanonet et plus sporadiquement à la base du Calcaire de Givet, par quelques rameaux que l'on peut rapporter sans plus de précision aux *Scolioporides*.

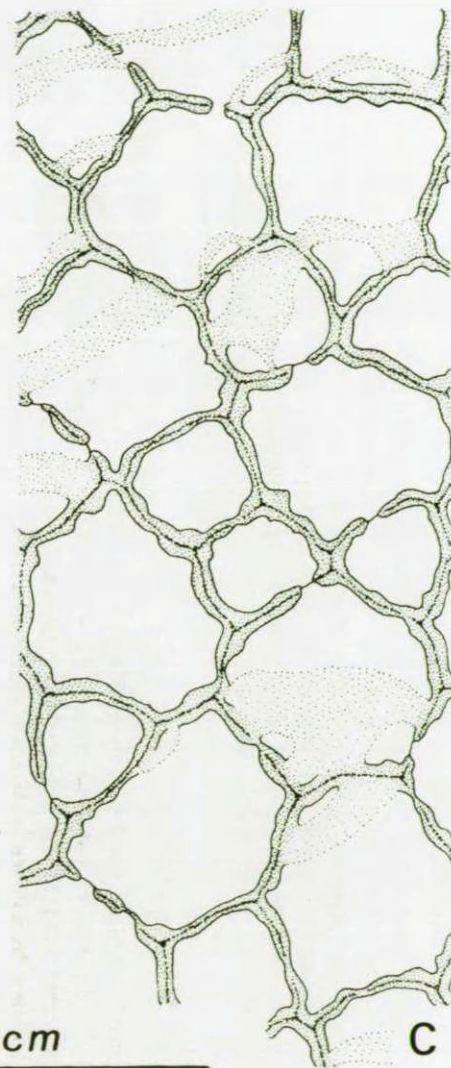
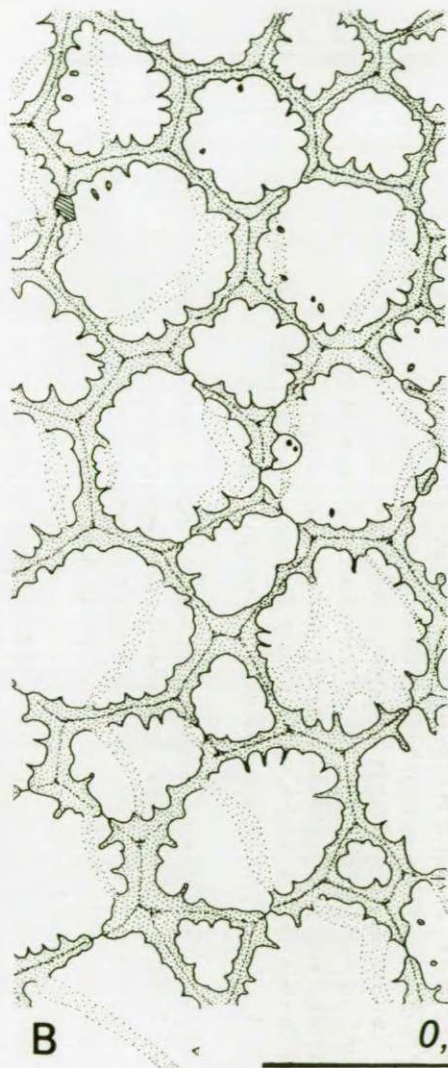
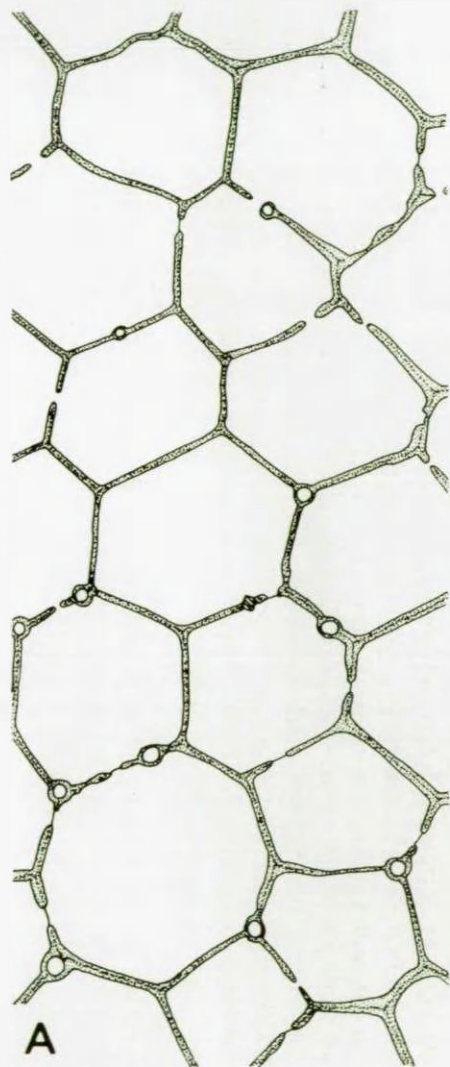


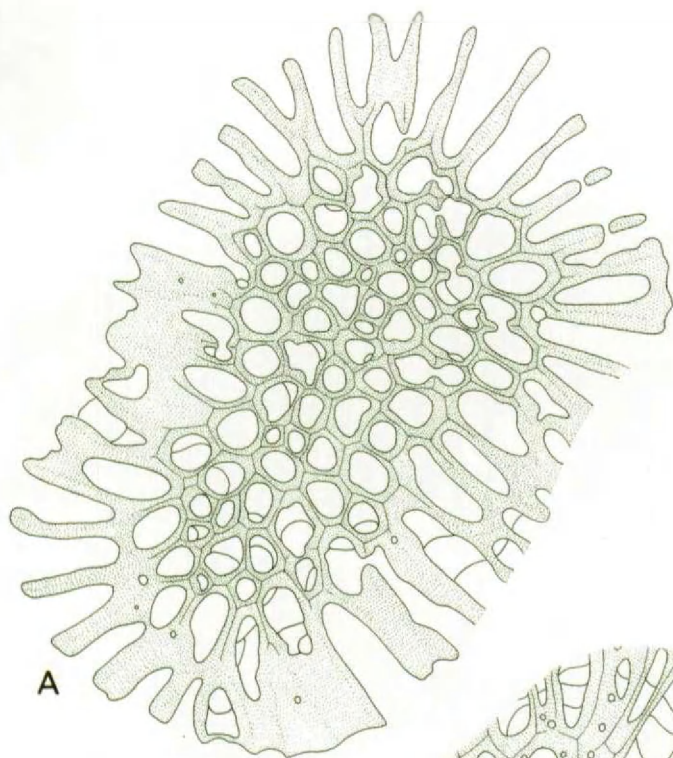
Figure 6 - Détails de sections transversales dans des colonies du groupe de *Favosites goldfussi* d'Orbigny 1850, au même grossissement, pour montrer l'importante variabilité qui affecte tous les caractères morphologiques.

A. *Favosites gilsoni* (Lecompte 1939), avec des parois minces, un appareil septal quasi absent et des pores modérément abondants; on remarque les tubules du commensal *Chaetosalpinx* Sokolov 1949, indifféremment localisés aux angles des polypierites ou sur leurs côtés - Affleurement Halma 3 (Godefroid, 1968, p.12); Formation de l'Eau Noire, Banc 44 (échantillon 8A) de Godefroid (1968, p.12); UCL.1122 (récolte J. Godefroid).

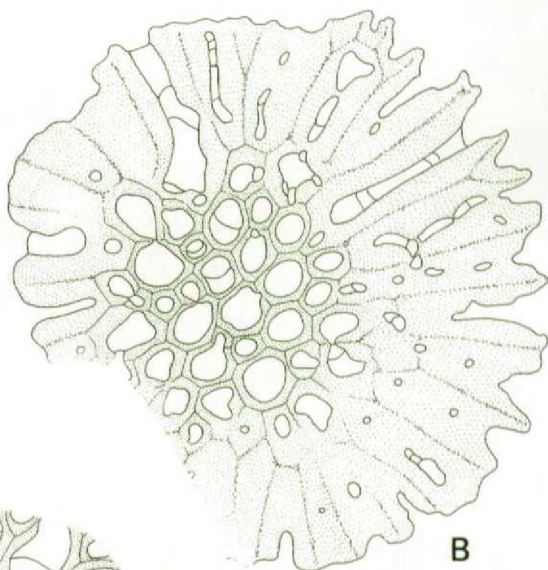
B. "*Favosites saginatus* Lecompte 1939", avec des polypierites fortement inégaux, des parois très épaissies et des épines fortes et nombreuses - Wellin, carrière haute du Fond des Vaux Est; Formation de Trois-Fontaines, unité W2; UCL.18041.

C. *Favosites goldfussi* d'Orbigny 1850, avec des polypierites inégaux et des parois assez fortes, onduleuses, mais dépourvues d'épines - Wellin, Fond des Vaux Est, coupe du concasseur; Formation de Trois-Fontaines, unité W4; UCL.18046.

D. *Favosites goldfussi* d'Orbigny 1850, avec de grands polypierites aux parois très minces et percées de nombreux pores; l'appareil septal est complètement absent; il s'agit des derniers représentants de l'espèce connus en Belgique - Carrière des Limites à Ave-et-Auffe (2 km à l'Est du Fond des Vaux); partie inférieure de la Formation des Terres d'Haus; UCL. 15889.



A

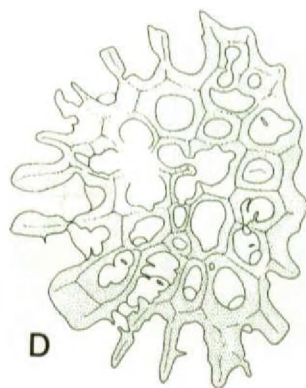


B

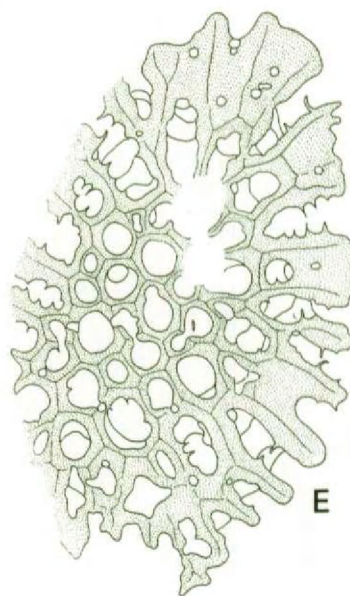
0,5 cm



C



D



E

Figure 7 - Sections transversales (à longitudinale pour C) de *Thamnopora* **Steininger** 1831, figurées au même grossissement pour comparaison des caractères des différentes espèces.

A. *Thamnopora reticulata* (de **Blainville** 1830) avec un large manchon de polypierites rabattus, mais sans épaissement notable des parois - Wellin, affleurement du Cimetière de voitures; Formation X; UCL.15502.

B. *Thamnopora nicholsoni* (**Frech** 1885), pour comparaison avec le précédent; bien que les dimensions des polypierites soient sensiblement équivalentes, le manchon périphérique est encore plus développé ici, mais le rabattement des polypierites est accompagné dans ce cas d'un épaissement très marqué des parois, ce qui donne un aspect compact au manchon - Pondrôme, tranchée de chemin de fer à l'entrée du tunnel; Formation d'Hanonet; UCL.15194.

C. *Thamnopora reticulata* (de **Blainville** 1830); les représentants les plus jeunes de l'espèce diffèrent quelque peu des précédents (figure A): les branches au développement moins régulier atteignent de plus grandes dimensions, ainsi que les polypierites - Wellin, carrière du Fond des Vaux Ouest; partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines; UCL.19749.

D et E. *Thamnopora germanica* **Birenheide** 1985; la taille des polypierites est comparable à celle de *T. reticulata*, mais l'épaississement périphérique est plus marqué ici et l'appareil septal, complètement absent chez *T. reticulata*, est représenté par d'abondantes squamules - Wellin, Fond des Vaux Est, coupe au fond de la carrière en activité; niveau corallien dans la partie médiane de la Formation de Trois-Fontaines; UCL.15503.

On rencontre en particulière abondance dans les calcaires argileux de la Formation d'Hanonet de minces lamelles de Coenitides, rangées par certains auteurs dans le genre *Planocoenites* Sokolov 1952, par d'autres dans *Platyaxum* Davis 1887. Il est intéressant de préciser que l'on rencontre à la fois des formes à calices unilatéraux, du type "*Coenites monostichus* Frech 1886" et d'autres ouvertes des deux côtés de la lamelle. Pel & Lejeune (1975) avaient déjà observé ce fait à Givet, remarquant qu'il indiquait deux modes de vie totalement différents, les premières reposant sur le fond alors que les secondes se dressaient sans doute en un réseau de lamelles verticales anastomosées (voir l'illustration de Birenheide, 1985, p.20, fig.4). D'autres colonies, proches de "*Coenites*" *gradatus* Lecompte 1939 (pl.13, fig.1-2) et de *Roseoporella taenioformis* (Schlüter 1889) (pl.12, fig.4), se trouvent sporadiquement au Fond des Vaux 2 et dans les calcaires crinoïdiques du "Cimetière des voitures".

Les Caliaporides sont représentés par l'unique espèce *Caliapora* (*Mariusilites*) *chaetetoïdes* Lecompte 1939; une seule colonie douteuse, que nous avons précédemment attribuée à l'espèce (Coen-Aubert *et al.*, 1986, p.251), du Fond des Vaux 2, pourrait être un *Squameoalveolites fornicatus*. Les représentants caractéristiques de l'espèce, atteignant parfois de grandes dimensions, sont fréquents et localement abondants à la base du Calcaire de Givet, dans un intervalle strictement limité entre le sommet de la Formation d'Hanonet et l'épisode récifal à Stromatopores globuleux de l'unité W3. Il faut noter que l'espèce, précédemment décrite du Calcaire de Couvin (Lecompte, 1939), n'est à notre connaissance présente à la base du Calcaire de Givet, que dans un seul autre affleurement en Belgique: la carrière Haine à Couvin où *C. (M.) chaetetoïdes* se rencontre sous un habitus et avec une abondance fort comparable à ceux de Wellin, dans la sole crinoïdique du biostrome à la base de la Formation de Trois-Fontaines. Remarquons que les caractères des colonies givétiennes sont légèrement différents de ceux des spécimens plus anciens: ils indiquent une évolution progressive vers l'espèce *Caliapora* (*Caliapora*) *battersbyi* (Milne-Edwards & Haime 1851), dont les représentants typiques n'apparaissent que dans la Formation du Mont d'Haus (Tourneur *et al.*, en préparation).

On peut observer régulièrement, dans quasiment tout le Dévonien moyen de Wellin, la présence de petits tubes cylindriques, soit encroûtants, soit libres. Ces formes sont difficiles, voire impossibles à identifier en l'absence de sections correctement orientées ou de spécimens suffisamment dégagés; certaines peuvent être attribuées aux genres *Aulopora* Goldfuss 1829 et *Remesia* Kettner 1934 (pl.11, fig.3). On ne peut dès lors tirer de conclusions sur leur distribution.

Les Héliolitides de Wellin se rencontrent dans des milieux très divers, depuis les calcaires crinoïdiques, bien stratifiés jusqu'aux niveaux massifs, franchement récifaux. Ils sont particulièrement abondants dans la partie supérieure du Fond des Vaux 2, mais sont déjà présents à la base de cet affleurement. Ils sont également représentés de façon sporadique, dans les calcaires crinoïdiques et dolomitiques du Fond des Vaux 1, dans les deux niveaux construits de l'affleurement du "Cimetière des voitures" et à la base des calcaires crinoïdiques sus-jacents ainsi que dans les unités W1 et W3 du Calcaire de Givet.

Les Chaetétides enfin ne sont connus à Wellin que dans le Couvinien et à l'extrême base du Givétien; la localité est d'ailleurs classique pour ces formes, puisque c'est d'ici que proviennent plusieurs espèces décrites par Lecompte (1939). Nous avons pu distinguer deux genres, *Rhaphidopora* Nicholson & Foord 1886 et *Pachythea* Schlüter 1885. Le premier genre, représenté par plusieurs espèces, se trouve avec régularité dans les calcaires du Fond des Vaux 2, où les colonies sont de taille et de morphologie fort variables (pl.14, fig.1-3). Il est beaucoup plus rare au Fond des Vaux 4 et au "Cimetière des voitures". Quant au second genre, nous n'avons pu trouver qu'une seule colonie de *P. stellimicans* Schlüter 1885 vers le milieu de l'affleurement du Fond des Vaux 2 (pl.15, fig.3), mais la collection J. Godefroid et nos propres récoltes nous ont révélé la présence en grande abondance de cette espèce dans le "récif" du Fond des Vaux 3 (pl.15, fig.1-2) et dans celui d'Halma (au lieu-dit "Croix de

Jeûmont") qui lui est contemporain; elles y forment une alternance maintes fois répétée d'une mince lamelle très étendue de *Pachythea* et d'une couche plus épaisse de sparite.

En conclusion, la distribution des Tabulés dans les différents affleurements du Fond des Vaux semble plutôt relever d'influences faciétales, ce qui expliquerait les divergences avec les localités voisines et contemporaines de Resteigne et de Pondsème. A l'exception de rares espèces, on ne peut en effet donner de signification stratigraphique aux apparitions et disparitions. Seules les successions *Hillaepora circulipora* / *H. spicata* et *Thamnopora reticulata* / *T. germanica*, observées en d'autres localités à des niveaux apparemment équivalents, pourraient être interprétées comme phylogénétiques et avoir par là une certaine valeur stratigraphique. Certains faits demeurent cependant d'explication malaisée. Ainsi, l'abondance de *Callipora* (*Mariusilites*) *chaetoides* dans deux seuls gisements givetien nous apparaît difficile à comprendre, car des récoltes très abondantes effectuées dans d'autres localités (plusieurs centaines de spécimens par exemple à Resteigne) ne nous ont pas permis d'en retrouver une seule colonie. L'espèce est par ailleurs caractéristique des biostromes du Calcaire de Couvin dans les environs de sa localité-type.

Les planches photographiques présentent une sélection des formes caractéristiques et les légendes qui les accompagnent ne constituent pas une étude systématique complète: sont seuls indiqués quelques caractères essentiels et les principales occurrences reconnues jusqu'à présent; les synonymies proposées ne sont bien sûr pas exhaustives.

4.3. LES ALGUES

L'analyse du contenu algaire du Couvinien supérieur au Givetien inférieur montre la richesse de la microflore (Mamet & Prétat, sous presse). Celle-ci est parfois même très abondante à certains niveaux dont elle devient l'élément majeur. Notons que ces niveaux bien préservés sont épisodiques à cause de la mauvaise préservation des thalles: la plupart étant incomplètement calcifiés sont généralement dissous et donc difficiles à reconnaître. De plus, la microflore est relativement peu diversifiée malgré un assez grand nombre de microfaciès rencontrés, récifaux, lagunaires protégés et ouverts, qui laisseraient supposer une plus grande diversité.

Dans le détail, ces couches de transition Couvinien-Givetien montrent la succession de quatre associations différentes de microflore algaire, se relayant progressivement tout au long des changements principaux de microfaciès. La base de la Formation "X" est constituée d'Udotéacées (*Lancicula* Maslov 1956, *Perrierella* Mamet & Prétat 1991, *Pseudopalaeoporella* Mamet & Prétat 1985) associées aux Cyanophycées (Girvanelles et *Renalcis* Vologdin 1932), aux Parasiphonocladales (Issinelles) et aux *Sphaerocodium* Rothpletz 1890. Cette première microflore est relayée par une seconde montrant une diminution importante des Udotéacées et une forte augmentation des grosses Dasycladacées géantes (Couvinianelles) toujours en association aux Girvanelles, *Sphaerocodium*, Pseudopalaeoporelles et Issinelles. D'une manière générale, ces associations s'inscrivent dans le remaniement de flancs de récifs à l'exception de milieux temporairement plus protégés, dominés par les Couvinianelles et les *Renalcis* toujours pratiquement en place. Notons que les *Renalcis* ne s'observent jamais dans les cavités des différents boundstones rencontrés et sont toujours en place dans la boue micritique.

Un nouveau changement se marque avec la Formation d'Hanonet: les Dasycladacées ne s'observent plus du tout, les Udotéacées en calcite disparaissent et les Pseudopalaeoporelles sont présentes en masse aux côtés des ubiquistes précédents (Girvanelles, *Sphaerocodium*, Issinelles). C'est là que se trouvent les premières rares Wéthéredelles. Les Wagonelles apparaissent également à ce niveau auquel elles semblent strictement limitées. Elles seraient donc caractéristiques de la zone de passage du Couvinien au Givetien. La base proprement

dite du Givetien surmonte alors la Formation d'Hanonet: la microflore présente montre immédiatement que la base du Calcaire de Givet ressemble fortement à la Formation d'Hanonet. On y voit ensuite la disparition progressive des Pseudopaléoporelles, la diminution et la disparition rapide des Wagonelles et l'abondance des Wéthéredelles encroûtantes et des Kamaénides. L'ensemble des faciès présents et de la microflore traduit avant tout l'importance des faciès récifaux et péri-récifaux. Le passage des unités W5 et W6 est très caractéristique et se marque par une abondance de Givétianelles auxquelles se mêlent quelques Resteignelles. Le milieu devient restreint lagunaire et la microflore vue précédemment disparaît et est remplacée par une microflore à dominance de kystes algaires (Calcisphères), de Proninelles et de Spongiostromates. Ce changement majeur de microflore correspond à une stabilisation durable des faciès superficiels de la plate-forme vers la base du Givetien où la sédimentation lagunaire va dominer.

En conclusion, on voit que toute cette partie du Couvinien supérieur ou base du Givetien présente dans son ensemble une même microflore indiquant un milieu de sédimentation s'inscrivant dans une paléogéographie générale, identique. Les niveaux spécifiques traduisent de faibles variations par rapport à ce contexte. On peut quand même localement suggérer au moins trois assemblages à valeur locale qui semblent se suivre à l'Ouest, sur quelques dizaines de kilomètres jusqu'à Couvin (Préat, 1989) et Baileux (Mamet & Préat, 1985).

5. COMPARAISON DES MICROFACIES DU COUVINIEN SUPERIEUR AVEC CEUX DE LA BASE DU GIVETIEN: ELEMENTS D'INTERPRETATION

5.1. SITUATION AU GIVETIEN

Ayant décrit l'ensemble des microfaciès observés, nous tenterons une comparaison avec ceux du Givetien récemment décrits par Préat & Mamet (1989). Ces auteurs ont défini une séquence standard de treize microfaciès se regroupant suivant une série à bathymétrie décroissante, allant d'un milieu marin ouvert sous une vingtaine de mètres jusqu'aux sabkhas exondées. L'ensemble de ces faciès caractérise une large plate-forme carbonatée pratiquement sans pente et sans barrière récifale au sens moderne du terme. Au sein de ce domaine sédimentaire, ce sont les faciès semi-restreints à restreints qui sont de beaucoup les mieux représentés: ils constituent plus de 60% de la sédimentation qui a lieu sur un vaste "tidal flat" ou sur une grande plaine maritime soumise à des inondations périodiques. La sédimentation est sous le contrôle de rythmes régressifs élémentaires de premier et de deuxième ordres (1 à 5 m en moyenne) traduisant le passage progressif d'un milieu subtidal aux milieux intertidaux à supracotidaux. Les séquences élémentaires de premier et de deuxième ordres du Givetien traduisent dans tous les cas des évolutions régressives du milieu de sédimentation (Préat & Mamet, 1989). La profondeur moyenne de ces milieux protégés est seulement de quelques décimètres à quelques mètres. Ils sont représentés par toute une série de wackestones algaïres, à Calcisphères et Ostracodes ("MF 9" de ces auteurs) dans lesquels dominent les Codiacées nodulaires, les Spongiostromates et les Paléobéréselles.

5.2. SITUATION AU COUVINIEN

5.2.1. Milieux marins ouverts

L'ensemble des données relatives aux microfaciès couviniens décrits à Wellin dans cet article ou à Couvin par Préat (1989), montre immédiatement des différences importantes par rapport aux microfaciès givetiens. On constate en effet une sur-représentation des faciès de mer ouverte par rapport à ceux des milieux protégés. L'ensemble de la sédimentation couvinienne a dès lors principalement lieu dans le domaine marin ouvert; ce dernier étant sous l'influence d'une importante sédimentation terrigène s'oppose ainsi à ce même domaine au Givetien. Il pourrait cependant se rapprocher des conditions existant à l'extrême base du Givetien où la sédimentation est toujours mixte (terrigenne et carbonatée). C'est ce qu'ont montré Préat *et al.* (1984) pour qui les sédiments de mer ouverte de la base du Givetien se sont déposés dans des conditions turbides par 20 à 30 mètres de fond.

En ce qui concerne la microflore algaire, celle-ci s'est, tout comme dans le Givetien franco-belge (Préat & Mamet, 1989), révélée très riche dans les faciès couviniens de Wellin (Mamet & Préat, sous presse). Cependant, à la différence des faciès givetiens, ces algues se rencontrent principalement dans les faciès de mer ouverte. En ce qui concerne les constituants corpusculaires, la plupart des grainstones déposés à proximité de la zone d'action des vagues contiennent peu de péloïdes et d'oncoïdes si on les compare à leurs homologues givetiens. Rappelons que pour Préat (1984), une grande partie des péloïdes des faciès givetiens est à mettre en relation avec la destruction de mattes à Codiacées nodulaires. Celles-ci, nous l'avons vu, sont quasiment absentes au Couvinien.

5.2.2. Milieux de "barrière"

Les bioconstructions couviniennes mises en évidence à Wellin sont tout à fait différentes de leurs homologues givétiennes. Cette différence apparaît immédiatement dès l'analyse de terrain où les édifices sont généralement de taille modeste et limités spatialement: ils passent latéralement aux packstones et grainstones crinoïdiques. Ces différences se confirment également lors de l'analyse pétrographique. On y observe en effet une association faunistique et floristique fort différente. En ce qui concerne la macrofaune, ce sont les Tabulés branchus et lamellaires qui, en association avec les Bryozoaires encroûtants, forment l'essentiel des trames à l'origine des édifices. Ces trames sont renforcées par la présence de Porostromates (principalement bindstones à *Sphaerocodium*) et de *Renalcis* (bafflestones). Localement, des faciès semi-restreints sont associés aux précédents et correspondent au développement de microflore algaires dominées par les Couvinianelles et les *Renalcis*. Ici, la situation rappelle celle des complexes récifaux du Givetien inférieur (Préat *et al.*, 1984) où de nombreux buissons de Phylloïdes et de Dasycladacées géantes traduisent des arrêts momentanés du démantèlement d'édifices dominés par les Stromatopores et les Rugueux. Il semble cependant que les édifices des milieux semi-restreints du sommet du Couvinien de Wellin soient nettement plus limités que ceux du Givetien.

5.2.3. Milieux semi-restreints à restreints

Ces environnements sont absents du sommet du Couvinien à Wellin. Il s'agit donc ici d'une différence fondamentale avec le Givetien du Synclinorium de Dinant où les faciès lagunaires représentent l'essentiel de la sédimentation (Préat & Mamet, 1989). Quelques rares faciès de type "lofélite" ont pu être observés épisodiquement dans des floatstones ("MF6") témoignant de ralentissements temporaires des processus de démantèlement et de variations probables du taux de subsidence. Dans ces cas, nous n'avons pas observé de microflore algaire aussi importante que dans leurs homologues givétiens: quelques rares Codiacées nodulaires et Kamaénides sont présentes. Nous n'avons jamais observé de Spongiostromates et de Porostromates, Algues à nouveau abondantes dans les milieux lagunaires du Givetien.

5.3. ELEMENTS D' INTERPRETATION

Nous pouvons résumer d'une manière schématique la situation du sommet du Couvinien de Wellin. Par analogie avec les analyses établies dans des niveaux stratigraphiques équivalents à Baileux (Mamet & Préat, 1985), à Couvin (Préat, 1989) et à Resteigne (Casier & Préat, 1990), nous pensons que les résultats présentés ci-dessous offrent un caractère général et s'appliquent à l'ensemble du bord sud du Synclinorium de Dinant. Le Couvinien supérieur se caractérise ainsi par:

- * l'importance des faciès de mer ouverte par rapport à ceux du Givetien;
- * l'importance de la sédimentation terrigène détritique;
- * la modicité des bioconstructions;
- * des biocénoses spécifiques;
- * la quasi absence des milieux franchement restreints;
- * une faible représentation des péloïdes et des oncoïdes;
- * enfin, par la présence d'une rampe et non d'une plate-forme.

L'ensemble de ces points nous permet de choisir par éliminations successives un modèle de base dans la classification des modèles sédimentaires carbonatés présentés dans la littérature. Le modèle d'Irwin (1965) s'accorde le mieux à notre situation, sa géométrie correspondant très exactement à la définition d'une rampe (Ahr, 1973). L'idéalisation théorique de la variation de l'énergie cinétique des vagues selon un profil vertical dans ce modèle à deux dimensions, permet d'individualiser trois zones énergétiques principales. La première zone correspond à un domaine à agitation très faible, situé sous la zone d'action des

vagues. La seconde correspond à un domaine fortement agité et la troisième, également à un domaine fortement agité, mais où l'énergie cinétique des vagues s'amortit progressivement. La distinction claire de ces trois zones ("rampe externe", "rampe médiane" et "rampe interne", fig.4 de cet article et fig. 1 *in* Prétat, 1989) semble la règle au Couvinien supérieur du bord sud du Synclitorium de Dinant et témoigne ainsi d'une rampe à larges ceintures de faciès et faible inclinaison du fond.

CONCLUSION

D'un point de vue strictement lithologique, la région de Wellin est remarquable et très différente des localités voisines de Pondrôme et de Resteigne par l'intercalation des calcaires crinoïdiques et souvent construits de la Formation X entre les Formations de Jemelle et d'Hanonet ainsi que par l'épaisseur tout à fait anormale des calcaires grossièrement crinoïdiques de la base du Calcaire de Givet où existe en outre un petit bioherme.

D'un point de vue sédimentologique, les dépôts couviniens des Formations de Jemelle, X et d'Hanonet se sont élaborés sur une rampe, dans un milieu marin ouvert et sous l'influence d'une importante sédimentation terrigène. Ils s'opposent par là aux dépôts givetien de la Formation de Trois-Fontaines, caractéristiques d'une large plate-forme carbonatée de faible pente et sans barrière récifale vraie au sens moderne du terme, où dominent à très faible profondeur des faciès semi-restreints à restreints. Ces couches de transition Couvinien - Givetien correspondent à une mégaséquence d'accrétion verticale traduisant probablement une stabilisation progressive du niveau marin au sommet du Couvinien. Cette mégaséquence a été reconnue déjà en différentes localités du bord sud du Synclinorium de Dinant (Préat, 1984, 1985, 1989; Casier & Préat, 1990). En ce qui concerne plus précisément le passage du Couvinien au Givetien, la région de Wellin permet l'observation importante suivante: les faciès péri-récifaux et récifaux de rampes médiane et interne y sont nettement plus développés qu'à Couvin et Resteigne, cette dernière localité étant située à proximité immédiate de Wellin. Ces différences traduisent la structuration des rampes au Couvinien supérieur où existaient déjà des compartiments d'au moins deux types: Wellin d'un côté, Couvin (Préat, 1989) et Resteigne de l'autre (Casier & Préat, 1990). Ces compartiments montrent que le domaine sédimentaire était dès ce moment structuré en "blocs" ou panneaux, préfigurant la situation au Givetien inférieur où plusieurs blocs d'extension plurikilométrique sont connus (Boulvain & Préat, sous presse). La présence de ces compartiments est à même d'expliquer l'importance des variations latérales de faciès sur de courtes distances. C'est pour cette raison que certaines formations, dont la Formation X, ne présentent qu'un développement local. Seule l'étude régionale des couches de transition Couvinien - Givetien permettra de reconstituer la géométrie de ces compartiments, de mettre en évidence d'autres régions comparables à celle de Wellin et d'y retrouver sans doute la Formation X.

D'un point de vue stratigraphique, l'étude des Rugueux, des Tabulés et des Algues permet de proposer des corrélations précises au début du Calcaire de Givet, entre les unités W4 à W6 de Wellin d'une part, R2 et R3 de Resteigne d'autre part. En effet, c'est dans ces couches qu'apparaissent dans ces deux localités des colonies de *Columnaria intermedia*, *Beugniesastraea kunthi*, *Lyriellasma* sp. A, *Pachyfavosites polymorphus*, *Thamnopora germanica* et *Hillaepora spicata* ainsi que les Givetianelles et Resteignelles. Il en résulte que les unités W1 à W3 reconnues à la base du Calcaire de Givet à Wellin passent latéralement au sommet de la Formation d'Hanonet tel qu'il est exposé à Resteigne. Par contre, les corrélations entre la partie inférieure de la Formation d'Hanonet, caractérisée par des calcaires argileux, et la Formation X de Wellin sont plus délicates à établir, car les calcaires partiellement récifaux de celle-ci contiennent une macrofaune corallienne et une microflore algale très particulières.

Dépôt des collections

Les lames minces qui ont été confectionnées pour la présente monographie sont conservées dans les institutions suivantes :

- * les lames d'Algues dans la collection B. Mamet au Département de Géologie de l'Université de Montréal;

- * les lames de Rugueux dans la collection M. Coen-Aubert au Département de Paléontologie de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique à Bruxelles (I.R.Sc.N.B.);

- * les lames de Tabulés dans la collection F. Tourneur au Laboratoire de Paléontologie de l'Université Catholique de Louvain à Louvain-la-Neuve (UCL);

- * les lames sédimentologiques dans la collection A. Prétat au Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement de l'Université Libre de Bruxelles (marquées CO, WEC, WECY, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

- Ahr, W.M.**, 1973 - The carbonate ramp : an alternative to the shelf model. - Transactions of the Gulf Coast Association of the Geological Societies, 23, 221-225, 7 fig.; Tulsa.
- Bacelle, L. & Bosellini, A.**, 1965 - Diagrammi per la stima visiva della composizione percentuale nelle rocce sedimentarie. - Annale de l'Universita di Ferrara, n.s., Sezione IX, Scienze Geologiche e Paleontologiche, 1(3), 59-62, 24 pl.; Ferrara.
- Berner, R.A.**, 1980 - Early diagenesis. A theoretical Approach. - 241 p., Princeton University Press, Princeton.
- Birenheide, R.**, 1985 - Chaetetida und tabulate Korallen des Devon. - Leitfossilien, begründet von G. Gürich, 2., völlig neu bearbeitete Auflage, 3, 249 p., 87 fig., 2 tabl., 42 pl.; Gebrüder Borntraeger, Berlin - Stuttgart.
- Bissel, H.J. & Chilingar, G.V.**, 1967 - Classification of sedimentary carbonate rocks. *In* Chilingar, G.V., Bissel, H.J. & Fairbridge, R.W. (eds.), Carbonate rocks. - Developments in Sedimentology, 9A, 87-168, 4 fig., 10 tabl., 16 pl.; Elsevier, Amsterdam.
- Blainville, H. de**, 1830 - Zoophytes. - Dictionnaire des Sciences Naturelles, 60, 546 p.; F.G. Levrault, Strasbourg et Paris & Le Normant, Paris
- Boulvain, F. & Préat, A.**, sous presse - Dynamique sédimentaire du Couvinien supérieur au Frasnien supérieur dans les bassins de Namur et de Dinant (Belgique, France). - Annales de la Société géologique de Belgique; Liège.
- Bultynck, P.**, 1966 - Répartition stratigraphique de quelques conodontes dans le Couvinien. - Annales de la Société géologique de Belgique, 89, 189-206, 4 fig., 2 pl.; Liège.
- Bultynck, P.**, 1970 - Révision stratigraphique et paléontologique de la coupe-type du Couvinien. - Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain, 26, 152 p., 16 fig., 39 pl.; Louvain.
- Bultynck, P.**, 1987 - Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. - Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 57, 149-181, 9 fig., 1 tabl., 9 pl.; Bruxelles.
- Bultynck, P. & Godefroid, J.**, 1974 - Excursion G. *In* Bouckaert, J. & Streel, M. (eds.), Guidebook of the International Symposium on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Viséan, Namur September 1974, 44 p.; Bruxelles.
- Bultynck, P., Godefroid, J. & Sartenaer, P.**, 1982 - Brachiopods and conodonts from beds near the Emsian/Couvinian boundary in the Belgian Ardennes. *In* Sokolov, B.S. & Rjonsnit-skaia, M.A. (eds.), Biostratigraphy of Lower and Middle Devonian boundary deposits, 31-37, 2 fig. (en russe, avec résumé anglais); Leningrad.
- Byra, H.**, 1983 - Revision der von Cl. Schlüter (1880-1889) beschriebenen Chaetetida und Tabulata aus dem Rheinischen Devon. - Courier Forschungsinsitut Senckenberg, 59, 127 p., 1 fig., 1 tabl., 23 pl.; Frankfurt/Main.
- Cain, J.D.B.**, 1968 - Aspects of the depositional environment and palaeoecology of crinoidal limestones. - Scottish Journal of Geology, 4, 191-208, 5 fig., 2 pl.; Edinburgh.

Carpentier, M. & Pel, J., 1977 - Sur deux espèces givétiennes de *Trachypora* (Tabulata) recueillies à Givet et au bord sud du Synclinorium de Dinant. - Mémoires du B.R.G.M., 89, 88-96, 2 fig., 1 pl.; Paris.

Casier, J.G. & Prétat, A., 1990 - Sédimentologie et ostracodes de la limite Eifelien - Givetien à Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). - Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles, Sciences de la Terre, 60, 75-105, 2 fig., 4 pl.; Bruxelles.

Choquette, P.W. & Pray, L.C., 1970 - Geological nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. - Bulletin of the American Association of Petroleum Geology, 54, 207-250, 13 fig.; Tulsa.

Coen, M., Bultynck, P. & Pel, J., 1974 - Excursion E. In Bouckaert, J. & Streel, M. (eds.), Guidebook of the International Symposium on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Viséan, Namur 1974, 20 p.; Bruxelles.

Coen-Aubert, M., 1989 - Représentants des genres *Sociophyllum* Birenheide, 1962 et *Beugniesastraea* n.gen. à la base du Calcaire de Givet de Ponderôme et de Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). - Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 58, 5-31, 2 fig., 6 pl.; Bruxelles.

Coen-Aubert, M., 1990a - Description de quelques Rugueux coloniaux du Couvinien supérieur de Wellin (bord sud Bassin de Dinant, Belgique). - Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 59, 15-35, 3 fig., 4 pl.; Bruxelles.

Coen-Aubert, M., 1990b - Deuxième note sur les Rugueux coloniaux de l'Eifelien supérieur et de la base du Givetien à Wellin (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). - Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 60, 5-28, 3 fig., 6 pl.; Bruxelles.

Coen-Aubert, M., Prétat, A. & Tourneur, F., 1986 - Compte rendu de l'excursion de la Société belge de Géologie du 6 novembre 1985 consacrée à l'étude du sommet du Couvinien et du Givetien au bord sud du Bassin de Dinant, de Resteigne à Beauraing. - Bulletin de la Société belge de Géologie, 95, 247-256, 3 fig.; Bruxelles.

Cutler, W.G., 1983 - Stratigraphy and sedimentology of the Upper Devonian Grosmont Formation, Northern Alberta. - Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 31, 282-325, 28 fig., 8 pl.; Calgary.

Delvaux de Fenffe, D., 1990 - Structures tardi- et post- hercyniennes dans le bord sud du Synclinorium de Dinant, entre Han-sur-Lesse et Beauraing (Belgique). - Annales de la Société géologique de Belgique, 112 (2), 317-325, 5 fig.; Liège.

Dodd, J.R., 1966 - Processes of conversion of aragonite to calcite with examples from the Cretaceous of Texas. - Journal of Sedimentary Petrology, 36, 733-741, 11 fig.; Tulsa.

Dubatulov, V.N., 1952 - Contribution à l'étude de la faune de la Suite de Tachtour dans le Bassin de Minusinsk. Classe des Anthozoa, Sous-classe des Tabulata (en russe). - Paleontologija i Stratigrafiia, 1, 124-134, 6 pl.; Moscou (n.v.)

Dubatulov, V.N., 1959 - Tabulata, Heliolitida et Chaetetida du Silurien et du Dévonien du Bassin du Kuznetsk (en russe). - Trudy Vsesoyuznogo Neftianogo Nauchno-Issled. Geol. Instituta, 139, 472 p., 16 fig., 88 pl.; Leningrad.

Dumon, P. & Maillieux, E., 1937 - Contribution à l'étude du Dévonien moyen de l'Ardenne. I. Le Couvinien et le Givetien au Nord de Wellin. - Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique, XIII(37), 6 p.; Bruxelles.

Dunham, R.J., 1962 - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *In* Ham, W.D. (ed.), Classification of carbonate rocks - a symposium. - American Association of Petroleum Geology, Memoir 1, 108-121, 7 pl.; Tulsa.

Dunham, R.J. 1970- Keystone vugs in carbonate beach deposits. - Bulletin of the American Association of Petroleum Geology, 54, 845; Tulsa.

Embry, A.F. & Klovan, J.E., 1971 - A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, N.W.T. - Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 19 (4), 730-781, 11 fig., 19 pl.; Calgary.

Errera, M., Mamet, B. & Sartenaer, P., 1972 - Le Calcaire de Givet et le Givetien de Givet. - Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 48 (1), 59 p., 6 fig., 1 tabl., 2 pl.; Bruxelles.

Etheridge, R. Jr & Foord, A.H., 1884 - Description of palaeozoic corals in the collections of the British Museum (Natural History). - Annals and Magazine of Natural History, (5), 13, 472-476, pl.17; London.

Fara, D.R. & Keith, B.D., 1988 - Depositional Facies and Diagenetic History of the Trenton Limestone in Northern Indiana. *In* Keith, B.D. (ed.), The Trenton Group (Upper Ordovician Series) of Eastern North America. - Studies of the American Association of Petroleum Geology, 29, 277-298, 15 fig.; Tulsa.

Firtion, F., 1957 - Les éléments paléontologiques dévoniens du Val de Bruche. - Annales Universitatis Saraviensis, Scientia, VI (2/3), 97-184, 23 fig., 10 pl.; Saarbrück.

Flügel, E., 1982 - Microfacies analysis of limestones. - 633 p., 78 fig., 58 tabl., 53 pl.; Springer Verlag, Berlin.

Flügel, E. & Flügel, H., 1979 - Tabulata, Sclerospongia und Stromatopora aus dem Devon von Menorca. - Mitteilungen der Österreich geologische Gesellschaft, 70, 49-73, 1 fig., 6 pl.; Vienne.

Godefroid, J., 1968 - Contribution à l'étude du Couvinien entre Wellin et Jemelle (Bord sud du Bassin de Dinant). - Mémoires in quarto de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 2ème série, 17 (3), 87 p., 15 fig., 11 pl.; Bruxelles.

Goldfuss, G.A., 1826-1833 - Petrefacta Germaniae. Erster Theil. - 252 p., 71 pl.; Düsseldorf.

Grover, G. Jr. & Read, J.F., 1978 - Fenestral and associated vadose diagenetic fabrics of tidal flat carbonates, Middle Ordovician New Market Limestone, Southwestern Virginia. - Journal of Sedimentary Petrology, 48, 453-474, 11 fig.; Tulsa.

Havard, L. & Oldershaw, A.E., 1976 - Early diagenesis in rock back-reef sedimentary cycles, Snipe Lake Reef complex, Alberta. - Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 24, 27-69, 32 fig.; Calgary.

Hurst, J.M., 1980 - Paleogeographic and stratigraphic differentiation of Silurian carbonate buildups and biostromes of North Greenland. - Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 64, 527-548, 19 fig., 1 tabl.; Tulsa.

- Hurst, J.M. & Surlyk, F.**, 1983 - Initiation, Evolution and Destruction of an Early Paleozoic carbonate shelf, Eastern North Greenland. - *Journal of Geology*, 91, 671-691, 6 fig.; Chicago.
- Irwin, M.L.**, 1965 - General theoric of epeiric clear water sedimentation. - *Bulletin of the American Association of Petroleum Geology*, 49, 445-459, 12 fig.; Tulsa.
- Iven, C.**, 1980 - Alveolitiden und Heliolitiden aus dem Mittel- und Oberdevon des Bergischen Landes (Rheinisches Schiefergebirges). - *Palaeontographica*, A, 167 (4-6), 121-179, 29 fig., 4 tabl., 15 pl.; Stuttgart.
- James, N.P.**, 1983 - Reef. In **Scholle, P.A., Bebout, D.G. & Moore, C.H.** (eds.), Carbonate depositional environments. - *The American Association of Petroleum Geology, Memoir 33*, 345-440, 204 fig.; Tulsa.
- Jux, U. & Manze, U.**, 1976 - Milieu-Indikationen aus einem mitteldevonischen biostromalen Riff des Bergischen Landes mittels Kohlenstoffisotopen. - *Decheniana*, 129, 245-262, 7 fig., 2 pl.; Bonn.
- Kaisin, F.**, 1927 - Contribution à l'étude du caractère lithologique et du mode de formation des roches calcaires de Belgique. - *Mémoires in-quarto de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique*, 2ème série, VIII, 118 p., 20 pl.; Bruxelles.
- Kayser, E.**, 1879 - Über einige Versteinerungen aus dem Kalk der Eifel. - *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, 31 (2), 301-307, pl.5; Berlin.
- Klovan, J.E.**, 1964 - Facies analysis of the Redwater Reef complex, Alberta, Canada. - *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 12 (1), 1-100, 9 pl.; Calgary.
- Lafuste, J. & Tourneur, F.**, 1988 - Microstructure du genre *Favosites* **Lamarck** 1816 (Tabulata) et de Favositides du Silurien, avec une révision du Néotype de *Favosites gothlandicus* **Lamarck** 1816. - *Annales de la Société géologique de Belgique*, 110, 189-198, 4 fig., 2 pl.; Liège.
- Leavitt, E.M.**, 1968 - Petrology, paleontology, Carson Creek North Reef complex, Alberta. - *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 16, 298-413; Calgary.
- Lecompte, M.**, 1933 - Le genre *Alveolites* **Lamarck** dans le Dévonien moyen et supérieur de l'Ardenne. - *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 55, 49 p., 4 pl.; Bruxelles.
- Lecompte, M.**, 1936 - Révision des Tabulés dévoniens décrits par Goldfuss. - *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 75, 112 p., 14 pl.; Bruxelles.
- Lecompte, M.**, 1939 - Les Tabulés du Dévonien moyen et supérieur du Bord Sud du Bassin de Dinant. - *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 90, 229 p., 23 pl.; Bruxelles.
- Lecompte, M.**, 1951 - Les Stromatoporoïdes du Dévonien moyen et supérieur du Bassin de Dinant. Première partie. - *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 116, 1-215, pl.1-35; Bruxelles.
- Lecompte, M.**, 1952 - Les Stromatoporoïdes du Dévonien moyen et supérieur du Bassin de Dinant. Deuxième partie. - *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 117, 216-359, pl.36-70; Bruxelles.

- Lee, D.J. & Noble, J.P.A.**, 1988 - Evaluation of corallite size as a criterion for species discrimination in Favositids. - *Journal of Paleontology*, 62 (1), 32-40, 5 tabl., 6 fig.; Tulsa.
- Longman, M.W.**, 1980 - Carbonate diagenetic textures from nearshore diagenetic environments. - *Bulletin of the American association of Petroleum Geologists*, 64, 461-487, 18 fig.; Tulsa.
- Longman, M.W.**, 1982 - Depositional environments. *In* **Sprinkle, J.** (ed.), Echinoderm faunas from the Bromide Formation (Middle Ordovician) of Oklahoma. - The University of Kansas Paleontological Contribution, Monography 1, 369 p.; Lawrence, Kansas.
- Lowenstam, H.A.**, 1950 - Niagaran reefs of the Great Lake Area. - *Journal of Geology*, 58, 430-487, 11 fig., 5 pl.; Chicago.
- Mamet, B. & Préat, A.**, 1982 - *Givetianella tsienii*, une Dasycladac  e nouvelle du Givetien de la Belgique. - *Bulletin de la société belge de Géologie*, 91 (4), 209-216, 3 fig., 2 pl.; Bruxelles.
- Mamet, B. & Préat, A.**, 1983 - *Resteignella resteignensis*, une Phyllo  de nouvelle du Givetien de la Belgique. - *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 92 (4), 293-300, 2 pl.; Bruxelles.
- Mamet, B. & Préat, A.**, 1985 - Sur quelques Algues vertes du Givetien de la Belgique. - *Revue de Micropaléontologie*, 28, 67-74, 1 fig., 3 pl.; Paris.
- Mamet, B. & Préat, A.** (sous presse) - Algues du Dévonien Moyen de Wellin (Synclinorium de Dinant). - *Revue de Micropaléontologie*; Paris.
- Mamet, B. & Roux, A.**, 1974 - Sur quelques Algues tubulaires scalariformes de la Téthys pal  ozo  ique. - *Revue de Micropaléontologie*, 17 (3), 134-156, 8 fig., 7 pl.; Paris.
- McCoy, F.**, 1850 - Descriptions of three new Devonian Zoophytes. - *Annals and Magazine of Natural History*, (2), 6, 377-378; London.
- Orbigny, A. d'.**, 1850 - Prodrôme de Pal  ontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés faisant suite au cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques. Premier volume. - 394 p.; V. Masson, Paris
- Pel, J.**, 1975 - Etude sédimentologique et stratigraphique du Givetien - Synclinorium de Dinant, de Givet    Liège. - Collection des Publications de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège, 53, 60-113, 3 fig., 1 tabl., 8 pl.; Liège.
- Pel, J. & Lejeune, M.**, 1975 - Le Givetien de Givet (coupe du Mont d'Hairs). - *In* **Conil, R., Groessens, E., Lejeune, M., Pel, J. & Tsien, H.-H.** - Livret-guide de l'excursion C (Nord de la France et Belgique), Second Symposium International sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles, Paris septembre 1975, 9 p., 11 fig., 1 pl.; Bruxelles.
- Préat, A.**, 1984 - Etude lithostratigraphique et sédimentologique du Givetien belge (Bassin de Dinant). - Thèse de doctorat inédite de l'Université Libre de Bruxelles, 466 p., 60 fig., 27 tabl., 19 pl.; Bruxelles.
- Préat, A.**, 1985 - Beach-rocks associated with Lower Givetian reefal sequences of the south border of the Dinant Basin (Belgium, France). - Symposium on Modern and Ancient Clastic Tidal Deposits, Utrecht, 106-108, 1 fig.; Utrecht.

- Préat, A.**, 1989 - Sedimentology, facies and depositional environments of the Hanonet (Upper Eifelian) and Trois-Fontaines (Lower Givetian) Formations in Couvin area (Dinant Basin, Belgium). - Bulletin de la Société belge de Géologie, 98 (2), 149-154, 2 fig.; Bruxelles.
- Préat, A. & Boulvain, F.**, 1982 - Etude sédimentologique des calcaires givetien à Vaucelles (bord sud du Bassin de Dinant). - Annales de la Société géologique de Belgique, 105, 273-282, 5 fig.; Liège.
- Préat, A., Ceuleneer, G. & Boulvain, F.**, 1987 - Etude sédimentologique des calcaires du Givetien inférieur d'Olloy-sur-Viroin (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). - Annales de la Société géologique du Nord, 96, 251-265, 4 fig., 2 tabl.; Lille.
- Préat, A., Coen-Aubert, M., Mamet, B. & Tourneur, F.**, 1984 - Sédimentologie et paléocéologie de trois niveaux récifaux du Givetien inférieur de Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant). - Bulletin de la Société belge de Géologie, 93, 227-240, 6 fig.; Bruxelles.
- Préat, A. & Mamet, B.**, 1989 - Sédimentation de la plate-forme carbonatée givétienne franco-belge. - Bulletin des Centres de Recherche, d'Exploration et de Production d'Elf-Aquitaine, 13 (1), 47-86, 8 fig., 6 tabl., 10 pl.; Boussens.
- Préat, A. & Tourneur, F.**, 1984 - Dynamique sédimentaire de deux complexes récifaux du Givetien inférieur au bord sud du Bassin de Dinant, Belgique. - Cinquième Congrès Européen de Sédimentologie, Résumés, 368-369; Marseille.
- Purser, B.H.**, 1969 - Syndimentary marine lithification of Middle Jurassic limestones in the Paris Basin. - Sedimentology, 12, 205-230, 16 fig.; Elsevier, Amsterdam.
- Purser, B.H.**, 1980 - Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. Les éléments de la sédimentation et de la diagenèse. Tome 1 - 366 p., 192 fig.; Technip, Paris.
- Rat, P. & Amiot, M.**, 1979 - Dispositifs sédimentaires crinoïdiques dans le "Calcaire à Entroques" de Bourgogne (Bajocien Moyen). - Symposium sur la Sédimentation Jurassique Ouest-Européenne, Association des Sédimentologistes Français, Publication Spéciale, 1, 85-97, 10 fig.; Paris.
- Read, J.F.**, 1973 - Paleoenvironments and paleogeography in Pillara Formation (Devonian), Western Australia. - Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 21, 344-394, 25 fig.; Calgary.
- Read, J.F.** 1985 - Carbonate platform facies models. - Bulletin of the American Association of Petroleum Geology, 69, 1-21, 10 fig.; Tulsa.
- Rehfeld, U.**, 1986 - Die Tempestitfazies in den Oberen Nohner Schichten (Unteres Mitteldevon) der Eifel (Linksrheinisches schiefergebirge). - Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatsheft 1986 (11), 681-703, 12 fig.; Stuttgart.
- Rhoads, D.C.** 1967 - Biogenic reworking of intertidal and subtidal sediments in Barnstable Harbor and Buzzards Bay, Massachusetts. - Journal of Geology, 75, 461-476, 8 fig., 4 tabl.; Chicago.
- Rhoads, D.C.**, 1975 - The paleoecological and environmental significance of trace fossils. In Frey, R.W. (ed.), The study of trace fossils. A synthesis of principles, problems and procedure in ichnology, 147-160, 8 fig.; Springer Verlag, Berlin.
- Roemer, C.F.**, 1883 - Lethaea Geognostica oder Beschreibung und Abbildung der für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen. I. Theil. Lethaea Palaeozoica. Zweite Lieferung, 324-543, fig. 62-126, Atlas; Stuttgart.

Roux, A., 1985 - Introduction à l'étude des algues fossiles paléozoïques (de la bactérie à la tectonique des plaques). - Bulletin des Centres de Recherche, d'Exploration et de Production d'Elf-Aquitaine, 9 (2), 465-699, 50 fig., 5 tabl., 6 pl.; Pau.

Schlüter, Cl., 1885 - Einige neue Anthozoen aus dem Devon. - Sitzungberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkund in Bonn, 42, 144-151; Bonn.

Schlüter, Cl., 1889 - Anthozoen des rheinischen Mitteldevon. - Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen und Thüringischen Staaten, 8 (4), 259-465, 16 pl.; Berlin.

Smosna, R. & Warshauer, S.M., 1983 - Environment analysis of a Silurian patch reef, Lockport Dolomite of West Virginia. In **Harris, P.M.** (ed.), Carbonate buildups - A Core Workshop of the S.E.P.M., 4, 26-52, 9 fig.; Dallas.

Steininger, J., 1849 - Die Versteinerungen des Übergangsgebirges der Eifel. - Jahresbericht über des Schul-Cursus 1848/49 an dem Gymnasium zu Trier, 34 p.; Trier.

Taylor, J.C.M. & Illing, L.V., 1969 - Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Qatar, Persian Gulf. - Sedimentology, 12, 69-107, 3 fig., 6 pl.; Elsevier, Amsterdam.

Tebbut, G.E., Conley, C.D. & Boyd, D.W., 1965 - Lithogenesis of a carbonate rock fabric. - Contribution to Geology, 4, 1-13, 1 pl.; Laramie.

Termier, G. & Termier, H., 1980 - Stromatopores, Trépostomes et Tabuliatomorphes du Paléozoïque d'Afrique du Nord. Rapport avec les Ischyrosporges. - Annales de Paléontologie (Invertébrés), 66 (1), 1-20, 11 fig., 4 pl.; Paris.

Termier, H. & Termier, G., 1977 - Anatomie et parentèle des Tabulés référables aux Spongiaires Ischyrosporges. - Compte Rendu de l'Académie des Sciences, 284 D, 1159-1161, 1 tabl., 2pl.; Paris.

Tong-Dzuy, T., 1967 - Les Coelentérés du Dévonien au Viet Nam. Partie I: Les coraux tabulatomorphes du Dévonien au Nord Viet Nam. - Acta Scientiarum Vietnamicarum (Biologie, Géographie, Géologie), 3, 304 p., 33 pl.; Hanoi.

Tourneur, F., 1988 - Mise au point sur le genre *Trachypora* **Milne-Edwards & Haime** 1851 (Tabulata, Dévonien). - Annales de la Société géologique de Belgique, 110, 297-308, 10 fig.; Liège.

Tourneur, F., Goodger, K., Iven, C. & Mistiaen, B., en préparation - The genus *Caliapora* **Schlüter** 1889: occurrences in Western Europe and in Afghanistan. - Palaeontographica; Stuttgart.

Walker, K.R. & Alberstadt, L.P., 1975 - Ecological successions as an aspect of structure in fossil communities. - Paleobiology, 1, 238-257, 7 fig., 5 tabl.; Chicago.

Wilson, J.L., 1975 - Carbonate facies in geology history. - 471 p., 183 fig., 30 pl.; Springer Verlag, Berlin.

ANNEXE.

Nous donnons ci-dessous la correspondance entre les numérotations des affleurements du Fond des Vaux à Wellin utilisées par Dumon & Maillieux en 1937 (D.-M.), par Godefroid en 1968 (G.) et dans le présent travail; nous ajoutons, quand il y a lieu, quelques commentaires.

D.-M. 1 (attribué au "Gib") = G. FdV 4; d'après les renseignements aimablement fournis par P. Beguin, marbrier à Wellin, un "récif hémisphérique" a été autrefois exploité à côté du chanoir du Ry d'Ave comme "Marbre Florence", d'abord par les frères Tagnon, ensuite par Defrère jusqu'en 1928; en 1959, les marbreries Focant "ont enlevé ce qui restait".

D.-M. 6256 ("pas de documentation") = Tienne oriental.

D.-M. 6257 (attribué au "Co2d") = Tienne médian; d'après les notes de Dupont (citées par Dumon & Maillieux, 1937, p.2-3), "calcaire à polypiers"; il s'agit de la localité type de l'espèce *Chaetetes magnus* **Lecompte** 1939.

D.-M. 6258 ("calcaire à polypiers", attribué au "Co2d") = Tienne occidental.

D.-M. 6259 (ou 12) = G. FdV 3; d'après Dumon & Maillieux (1937, p.3), il s'agit d'un "récif couvinien Co2d"; les notes de Dupont indiquent du calcaire massif à Stromatopores au lieu-dit "Wellin-Agate", un peu plus à l'Ouest.

D.-M. 6261 ("schistes et calcaire massif", attribués au "Co2d") = G. FdV 1.

D.-M. 6262 ("ancien four à chaux", attribué au "Gid") = carrière abandonnée au Nord de l'exploitation du Fond des Vaux Ouest, non étudiée ici.

D.-M. 6263 ("attribué au "Gib-Gid", avec faciès récifal à Stromatopores appelé "GibR") = ancienne carrière Tagnon, à l'emplacement de l'actuelle exploitation du Fond des Vaux Est.

D.-M. 6264 ("Gid") = pointements dans le chemin montant au Nord de l'exploitation du Fond des Vaux Ouest, non étudiés ici; il s'agit de la localité type des espèces *Coenites medius* **Lecompte** 1939, *Coenites subramosus* **Lecompte** 1939 et *Hermatostroma parksi* **Lecompte** 1952.

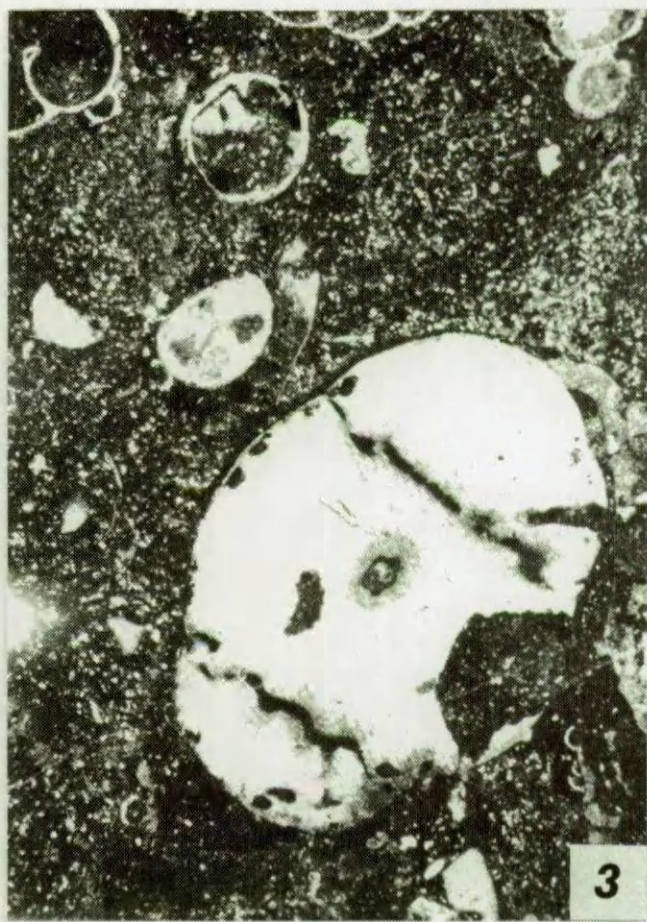
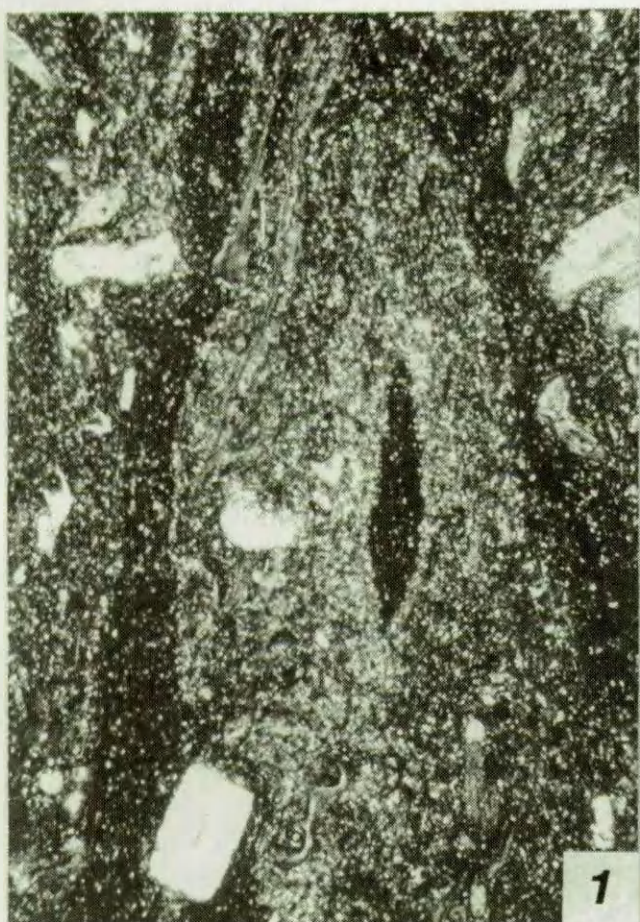


Planche 1.

Fig.1 - Figure de bioturbation dans un wackestone argilo-silteux et micacé, à Echinodermes et petits fragments de Bryozoaires. Microfaciès "MF1dt", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 12, x 15.

Fig.2 - Wackestone silteux à Echinodermes, Bryozoaires et Brachiopodes ponctués en grands fragments parfaitement préservés. Microfaciès "MF1eb", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 2, x 15.

Figs.3-4 - Matrice "wackestone" dans un floatstone (non visible à l'échelle de la photo) silteux à Tabulés, Gastéropodes, Echinodermes, Bryozoaires et Spongiaires. Microperforation des ossicules de Crinoïdes (fig.3) et remplissage géopète des Gastéropodes (fig.4). Nombreuses structures fenestrées et *Renalcis* dans la matrice (voir pl.9, fig.2). Microfaciès "MF6ec", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 228, x 15.

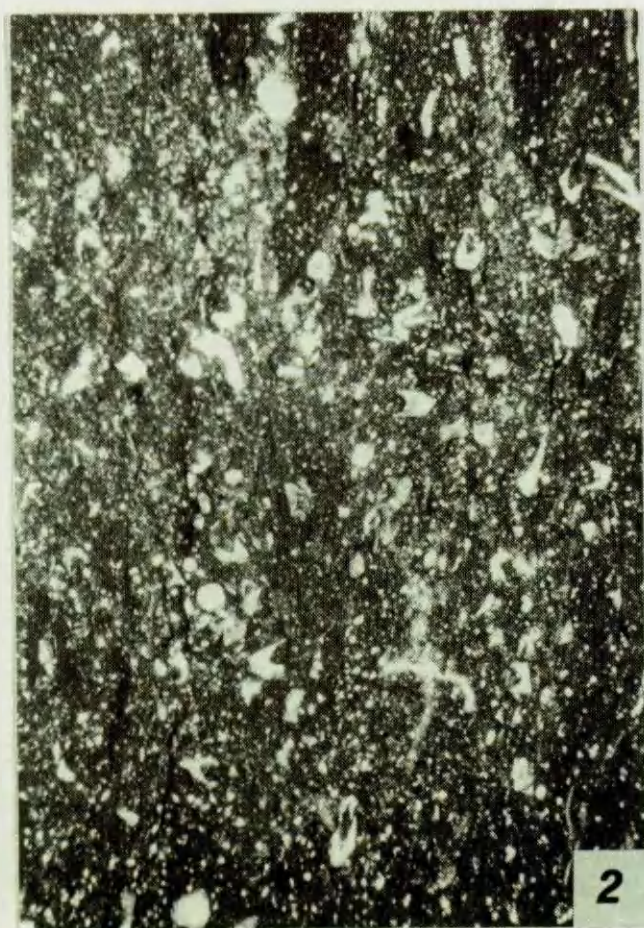


Planche 2.

Fig.1 - Wackestone (- packstone) bioclastique (Mollusques, Bryozoaires, Echinodermes, Tabulés, Ostracodes et Algues variées). Fragment de Fistuliporide (en haut, au centre) encroûté par un Archaeagastéropode. La matrice micritique polyphasée est noire et dense, ou plus claire sous forme d'un très fin microspar. Microfaciès "MF6a", Wellin, Formation X, WECY 10, x 15.

Fig.2 - Wackestone argileux, bioturbé, riche en matière organique, à structure laminaire mal définie. Les lamines sont constituées de fins bioclastes (Echinodermes, Mollusques, Brachiopodes, Ostracodes, parfois Bryozoaires) peu altérés; la bioturbation est à l'origine de l'homogénéisation partielle du sédiment. Les processus de pression dissolution sont importants et se marquent par de nombreux joints irréguliers, riches en opaques. Microfaciès "MF1eb", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 40, x 15.

Fig.3 - Passée granulodécroissante, centimétrique (1,5cm d'épaisseur) de grainstone crinoïdique à Bryozoaires et Brachiopodes ("MF1T") dans un mudstone silteux légèrement bioturbé ("MF1e"). Le ciment est syntaxique et fortement développé autour des Echinodermes. Microfaciès "MF1e-T", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 17, x 15.

Fig.4 - Voir la pl.1, fig.1: Bryozoaires en place, à peine déplacés par les figures de bioturbation. Microfaciès "MF1dt-cb", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 12, x 37,5.

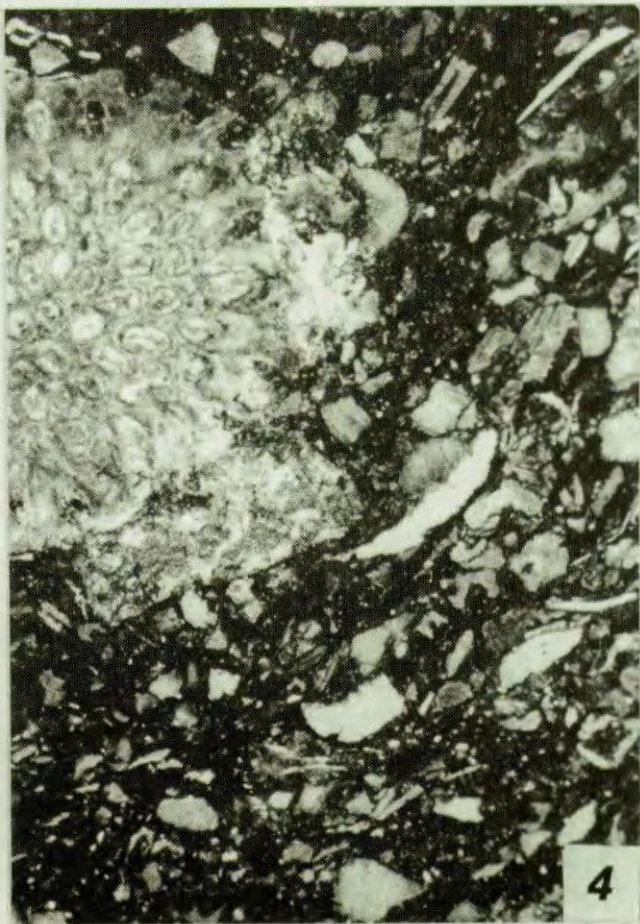


Planche 3.

Fig.1 - Packstone dolomitique à Echinodermes, Mollusques, rares fragments de Stromatopores et de Chaetétides (*Rhaphidopora*). La matrice micritique est silteuse, les contacts entre bioclastes sont souvent stylolithiques et le sédiment prend un aspect noduleux. Microfaciès "MF1e", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 1, x 15.

Fig.2, 4 - Packstone bioturbé à Brachiopodes ponctués (fig.2), branches d' "*Alveolites*" *vermicularis* (fig.4), abondants fragments d'Echinodermes et rares débris altérés de Stromatopores (à gauche, en bas de la fig.2). Microfaciès "MF1eb", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle (fig.2); partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines (fig.4), WEC 21, x 15.

Fig.3 - Wackestone péloïdique à fins Ostracodes, Echinodermes (non visibles ici) et Tabulés (*Hillaepora spicata*) à remplissage micritique géopète. La matrice micritique contient de nombreuses *fenestrae* stratiformes typiques des loférites (voir pl.9, fig.1) et de petits nodules cryptalgaires (id.). Microfaciès "MF6", Wellin CO 245, x 15.

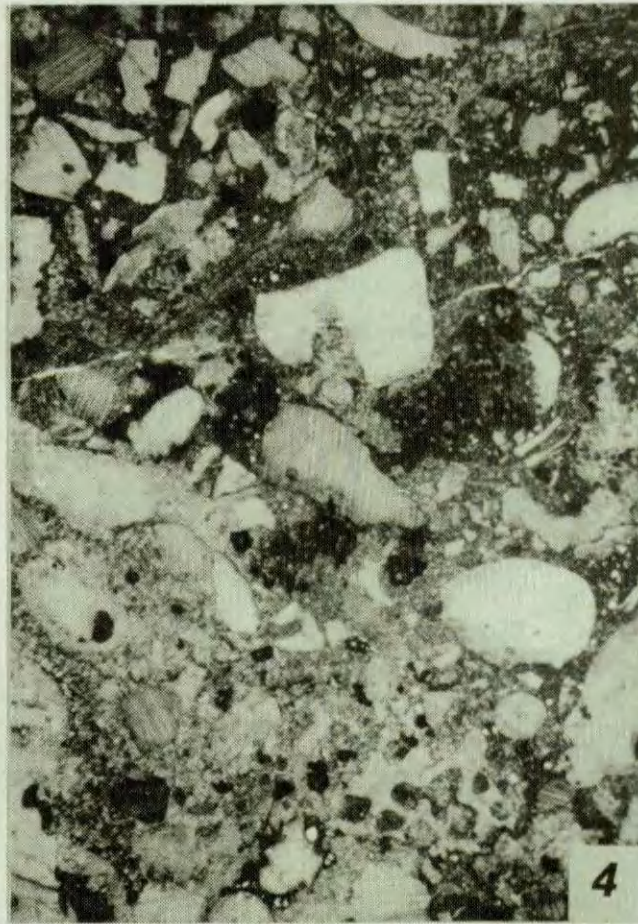
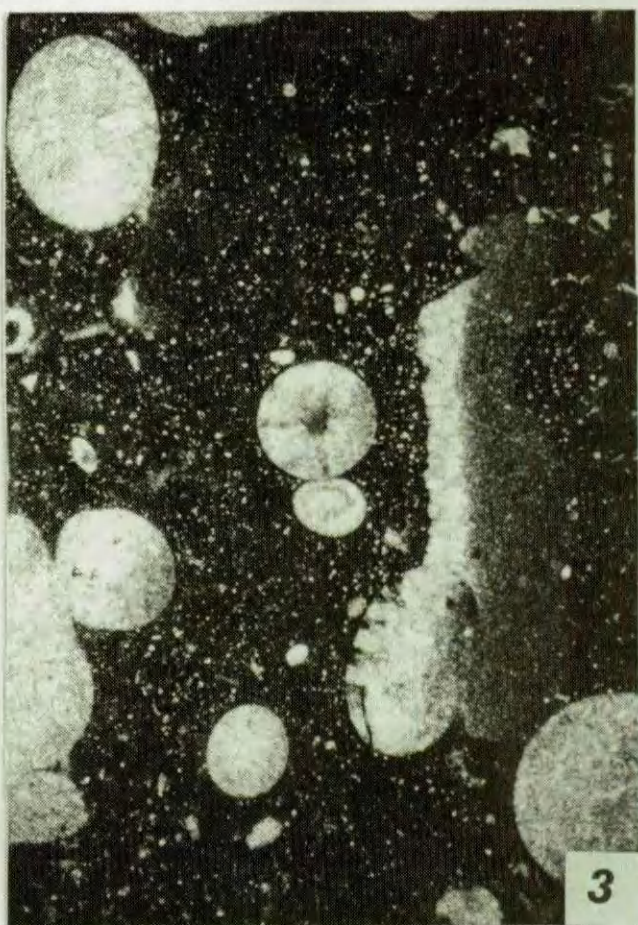
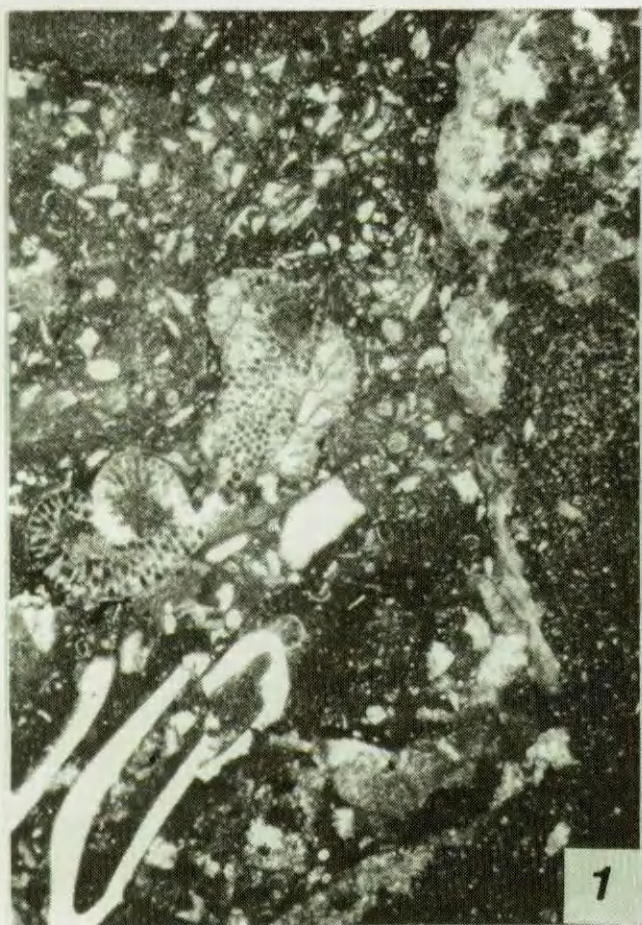


Planche 4.

Fig.1-2 - Packstone à *Couvinianella sartenaerii* Mamet & Préat 1991, Echinodermes, Bryozoaires, Mollusques, Ostracodes et Trilobites. Les Bryozoaires encroûtent les Couvinianelles (fig.2). Microfaciès "MF6a", Wellin, Formation X, WECY 10, x 15 (fig.1), x 37,5 (fig.2).

Fig.3 - Bafflestone    Couvinianelles et fins Bryozoaires. Les Couvinianelles sont pour la plupart dissoutes et forment des *fenestrae*    remplissage géopète: micrite à la base (= sédiment interne) et cimentation calcitique en deux phases au sommet (d'abord radiale fibreuse, puis sparitique x  notopique, voir également pl.9, fig.3-4). Présence de rares petits buissons de *Renalcis* dans la matrice. Microfaciès "MF4a", Wellin, Formation X, WECY 19, x 15.

Fig.4 - Packstone-bafflestone    Echinodermes, Bryozoaires centimétriques (non visibles ici), Rugueux solitaires, Mollusques dissous et Ostracodes. La matrice micritique est dolomitique et renferme de nombreux petits buissons de *Renalcis* (voir la pl.5, fig.4 pour un agrandissement). Microfaciès "MF2eb", Wellin, Formation X, WECY 22, x 15.

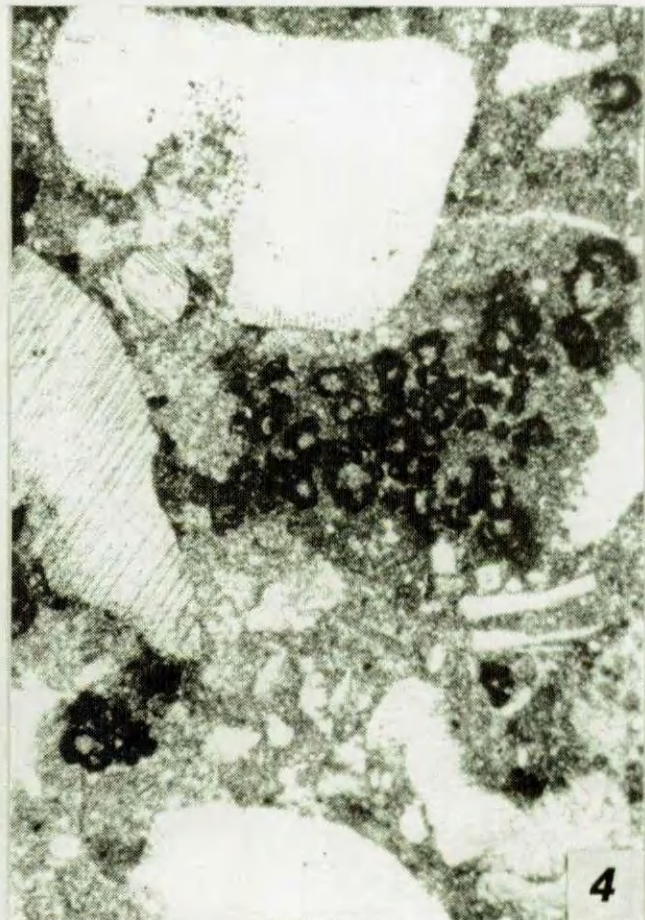
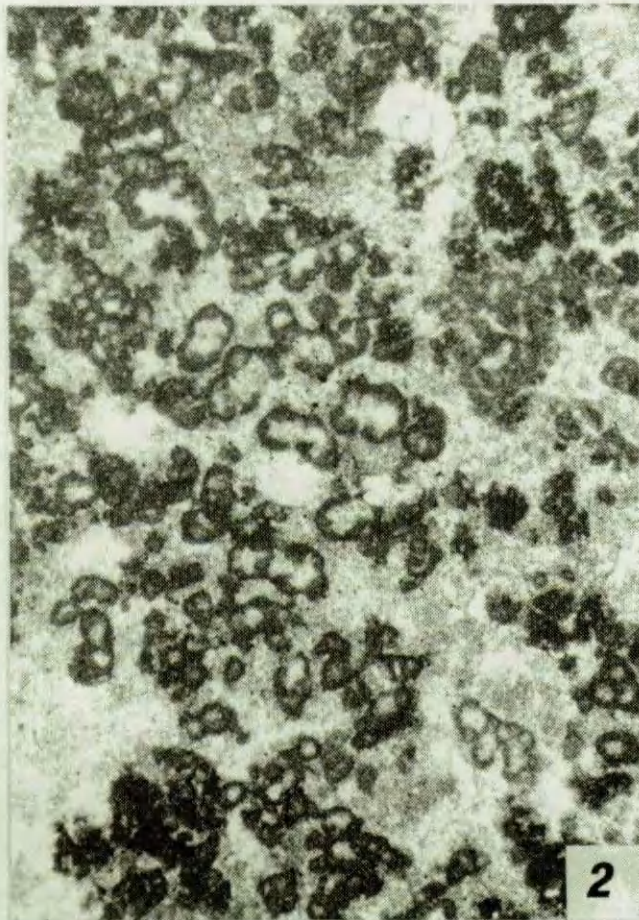
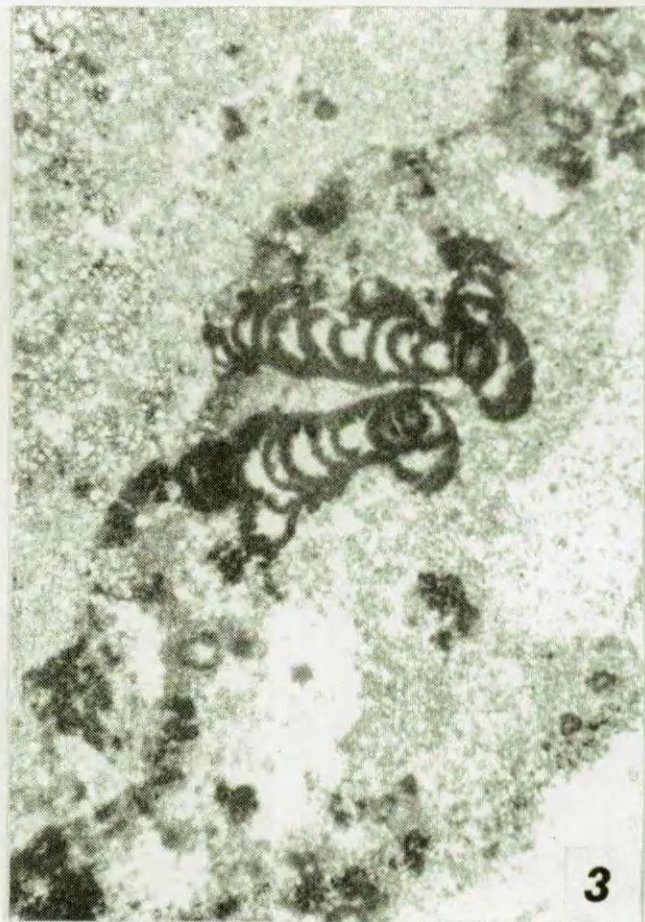
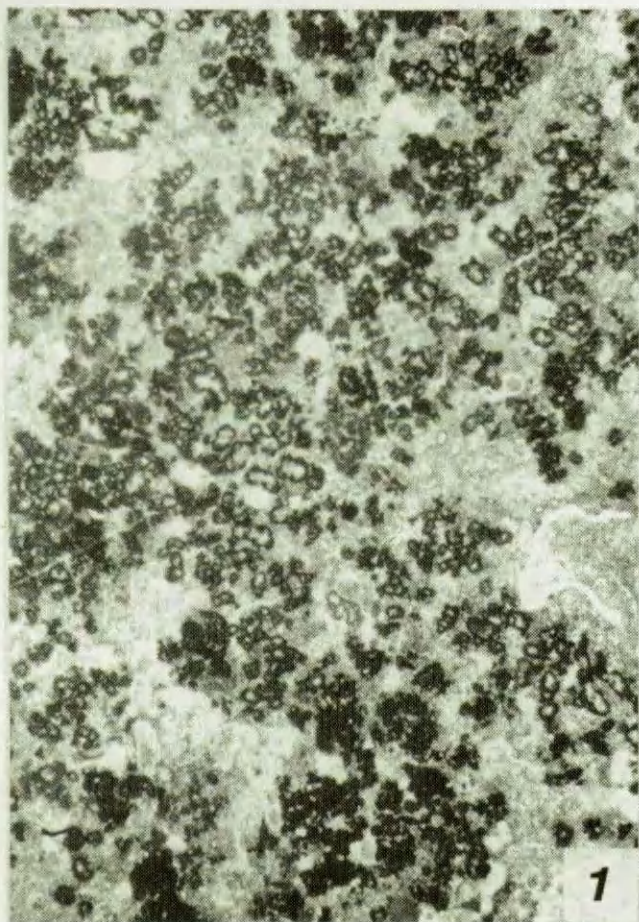


Planche 5.

Fig.1, 2 et 3 -Bafflestone à *Renalcis* en association avec des nodules d'Eponges (non visibles ici) partiellement dissous et rares Tabulés et Ostracodes. Microfaciès "MF4a", Wellin, Formation X, WECY 20, x 15 (fig.1), x 37,5 (fig.2-3).

Fig.4 -Voir pl.4, fig.4. Microfaciès "MF2eb", Wellin, Formation X, WECY 22, x 37,5.

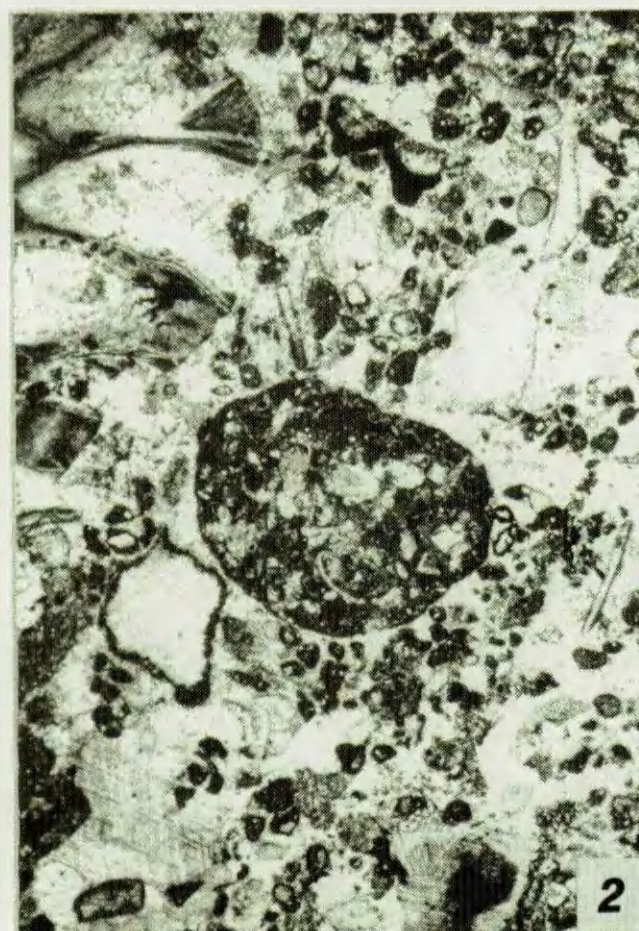
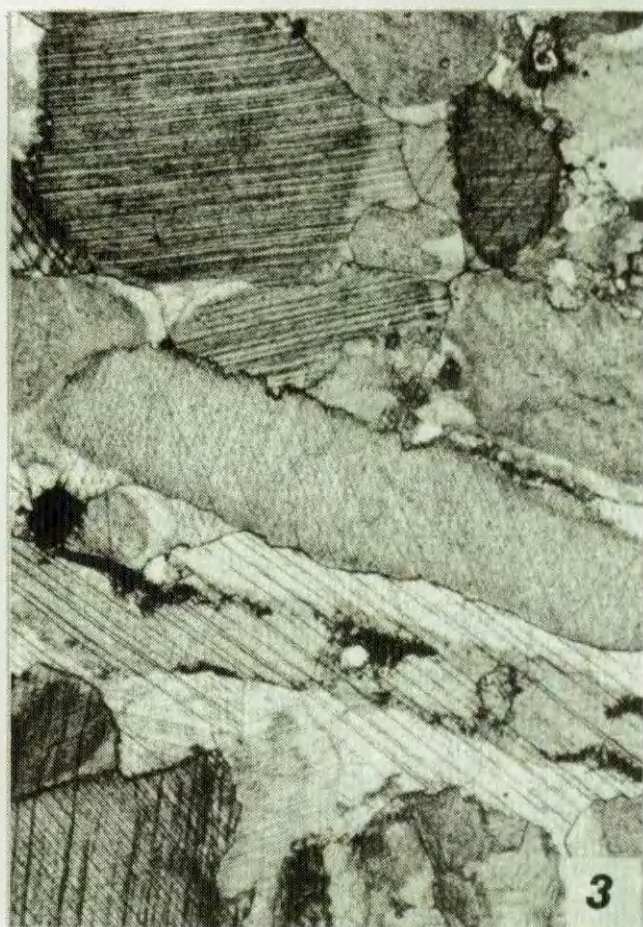


Planche 6.

Fig.1 - Grainstone à péloïdes, grains micritisés, Echinodermes, Bryozoaires, Tabulés et Brachiopodes encroûtés par *Bevocastria*? (au centre de la photo). Grains mal classés et altérés. Cimentation syntaxique bien développée. Microfaciès "MF2eb", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 217, x 15.

Fig.2 - Grainstone-rudstone à Tabulés (*Thamnopora germanica* en haut à gauche) et Echinodermes micritisés, à péloïdes irréguliers (voir pl.7, fig.4) et intraclastes de packstone bioclastique (au centre). Cimentation syntaxique importante. Microfaciès "MF2e", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 234, x 15.

Fig.3 - Encrinite : grainstone exclusivement constitué de fragments bien classés d'Echinodermes peu ou pas micritisés, cimentés par une calcite syntaxique bien développée. Rares fragments de Bryozoaires et de Brachiopodes (non visibles ici). Microfaciès "MF2e", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 234, x 15.

Fig.4 - Grainstone crinoïdique à péloïdes, Bryozoaires et grandes fragments de Lamellibranches (non visibles) encroûtés par *Sphaerocodium*. Les bioclastes sont relativement mal classés et plus micritisés que ceux de la fig.3. Microfaciès "MF2eb", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 218, x 15.

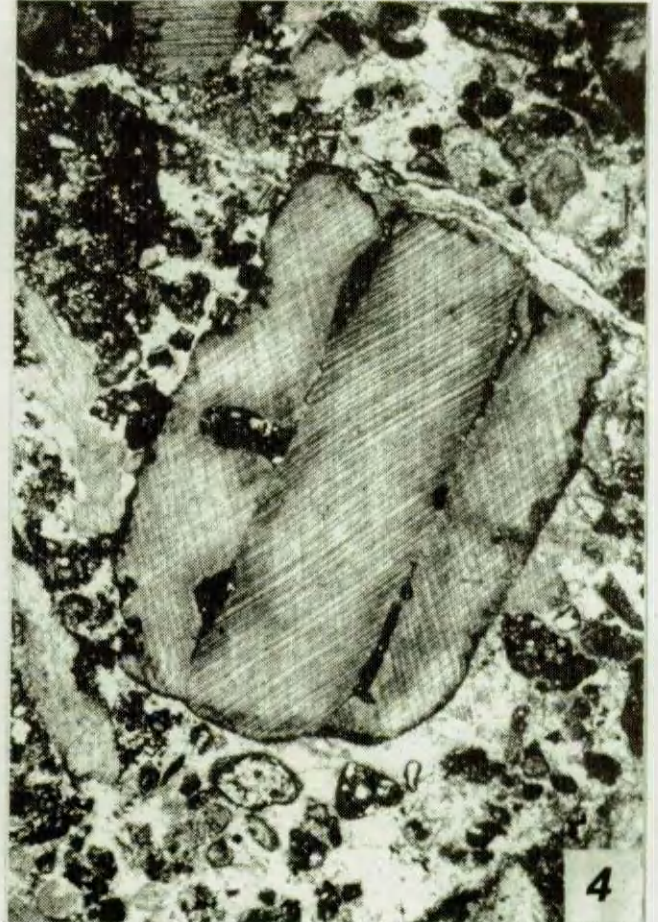
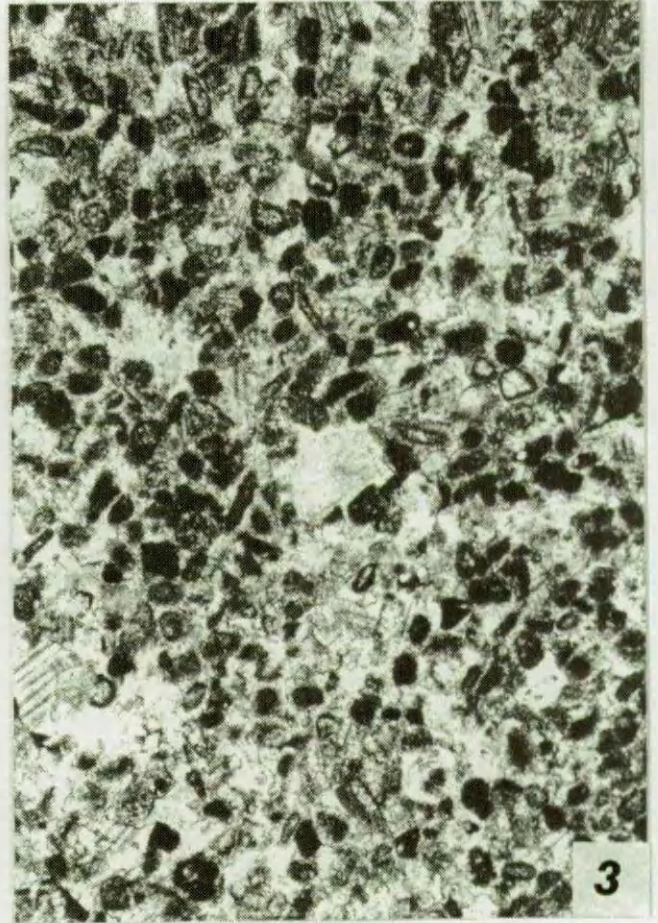
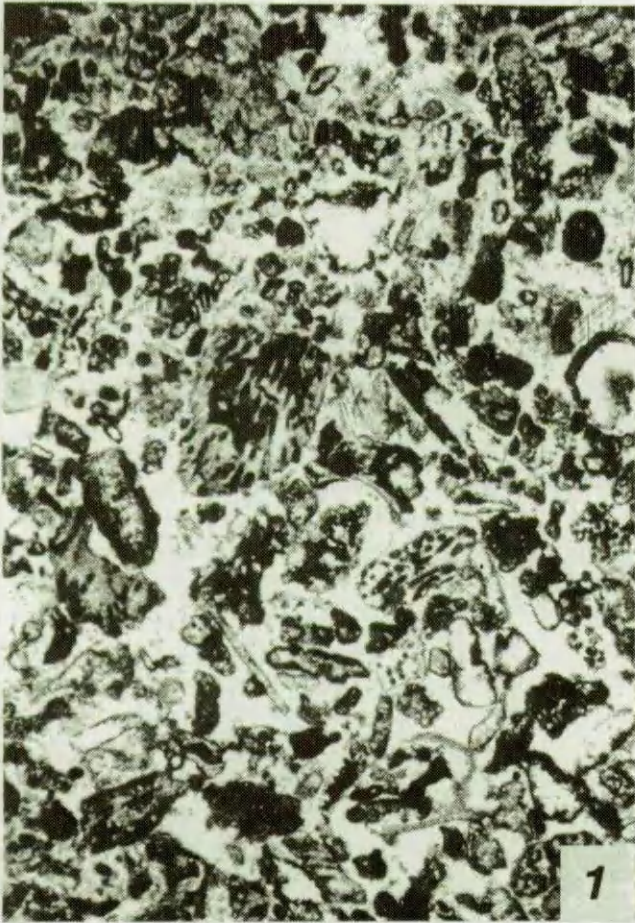


Planche 7.

Figs.1-2 - Grainstone à péloïdes irréguliers, Crinoïdes et fragments de Codiacées en calice (Pseudopaléoporelles, bien visibles à la fig.2). Nombreux grains micritisés de Mollusques et de Brachiopodes. Les bioclastes sont altérés et relativement bien classés. Deux phases de cimentation calcitique sont présentes: première phase de petits cristaux équants en couches isopaques irrégulières (fig.2) et seconde phase de grands cristaux poecilitiques et/ou syntaxiques. Microfaciès "MF2ea", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 207, x 15 (fig.1), x 37,5 (fig.2).

Fig.3 - Fin packstone-grainstone à péloïdes, Echinodermes micritisés et fins bioclastes de Codiacées en calice (Pseudopaléoporelles). Microfaciès "MF2ea", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 209, x 37,5.

Fig.4 - Voir pl.6, fig.2. Microfaciès "MF2e", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 234, x 15.

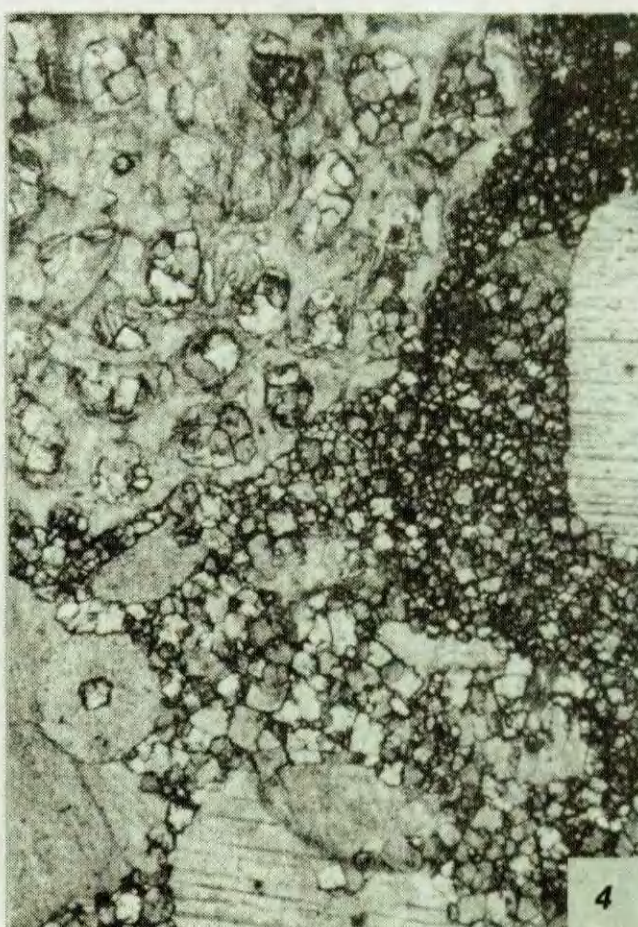
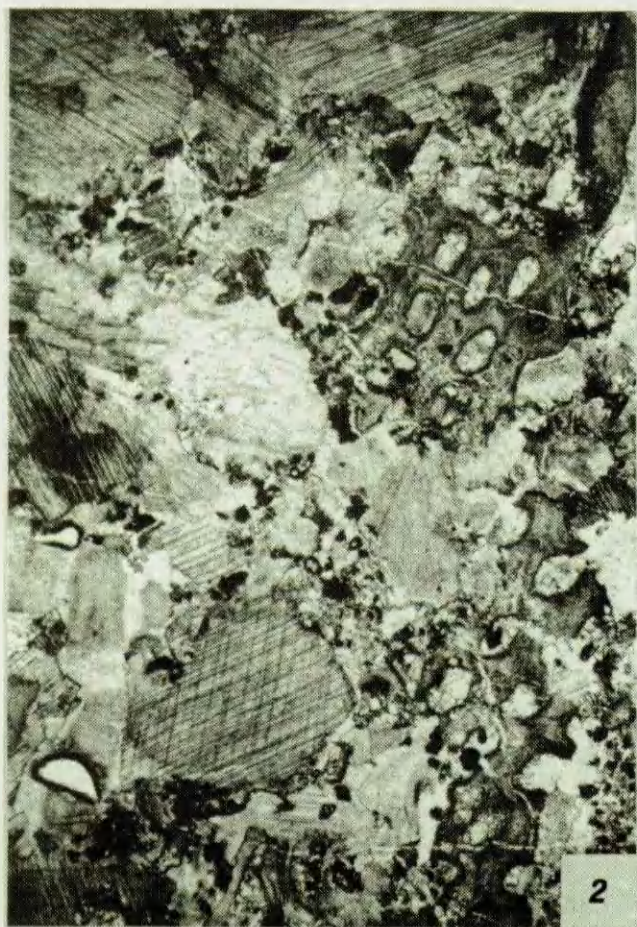
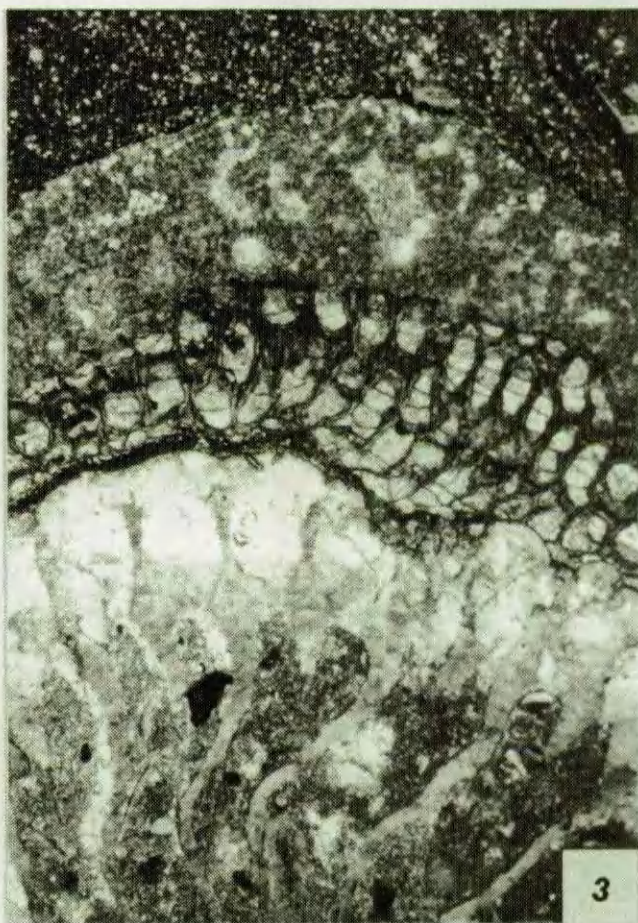
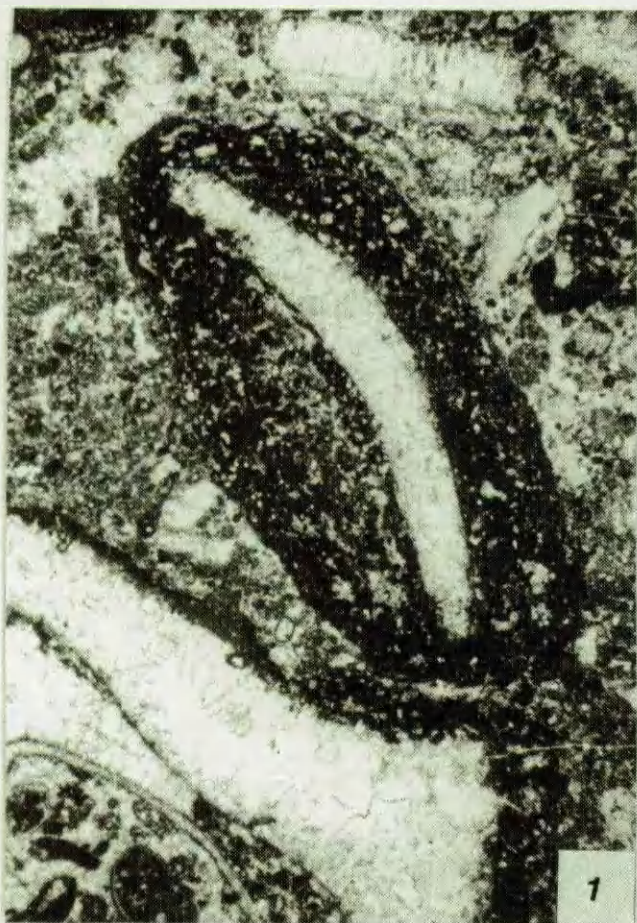


Planche 8.

Fig.1 - Packstone-?bindstone à oncoïdes de *Bevocastra* développés autour de fragments de Stromatopores, de Tabulés et de Mollusques (ce dernier cas est figuré ici). La matrice micritique est péloïdique (d'origine algaire) et faiblement recristallisée en un fin microspar calcitique. Les processus de dissolution sont importants et se marquent notamment par le développement de *fenestrae* filiformes dans les manchons oncoïdiques. Microfaciès "MF6a", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 253, x 15.

Fig.2 - Grainstone-?rudstone à Echinodermes, Bryozoaires, Brachiopodes et péloïdes. Les débris sont relativement mal classés et cimentés par de la calcite syntaxique en grande plage. Microfaciès "MF2eb", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 220, x 15.

Fig.3 - Packstone-?floatstone à Echinodermes, Bryozoaires, Brachiopodes et Trilobites. La figure illustre l'encroûtement successif d'un Rugueux solitaire (en bas de la photo) par un Bryozoaire et un Stromatopore. Microfaciès "MF1eb", Wellin, partie supérieure de la Formation de Jemelle, WEC 4, x 15.

Fig.4 - ?Packstone-?grainstone dolomitique à branches d' "*Alveolites*" *vermicularis* et Echinodermes peu ou pas micritisés. Microfaciès "MF2eb", Wellin, Formation X, WECY 14, x 37,5.

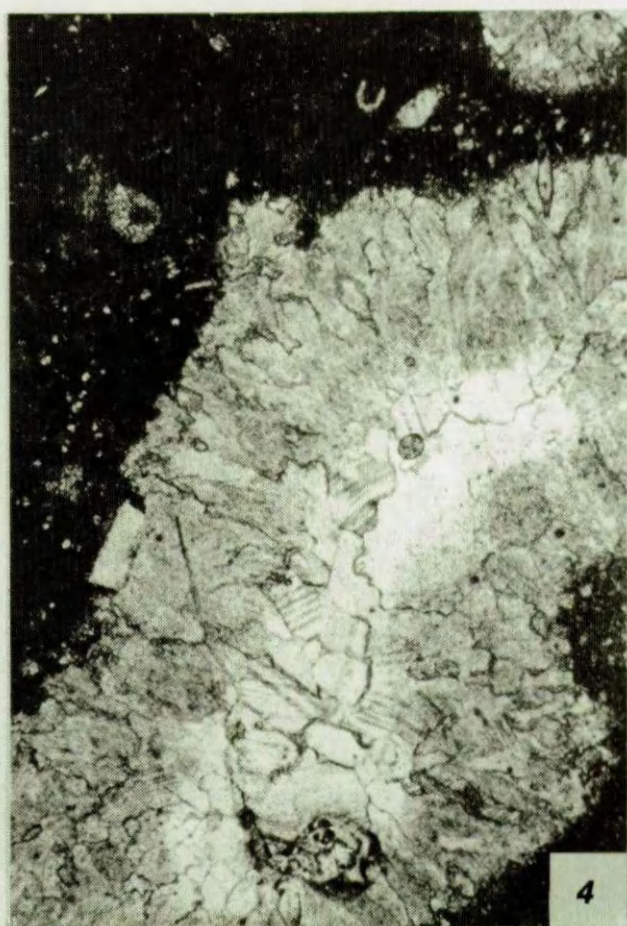
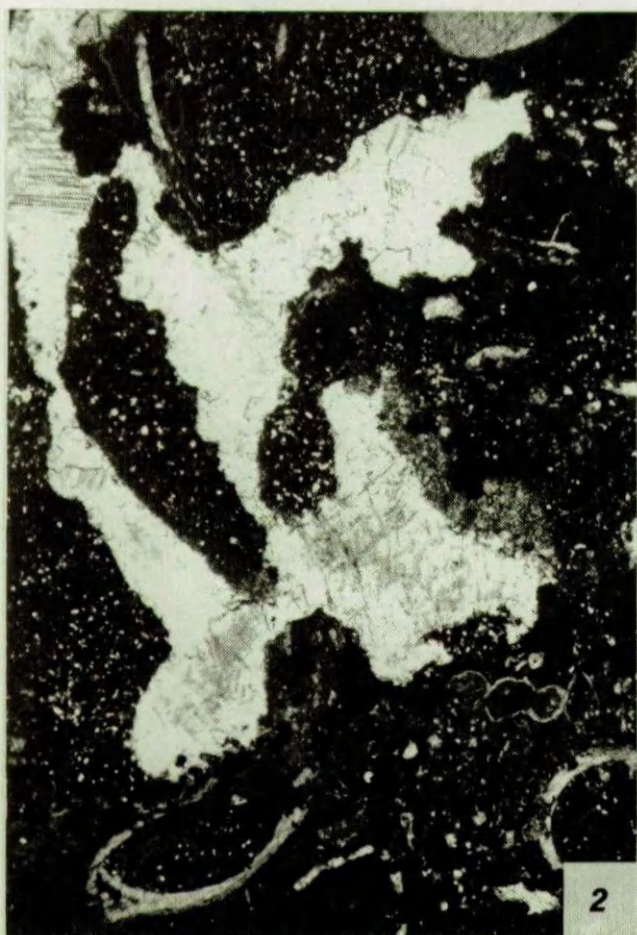
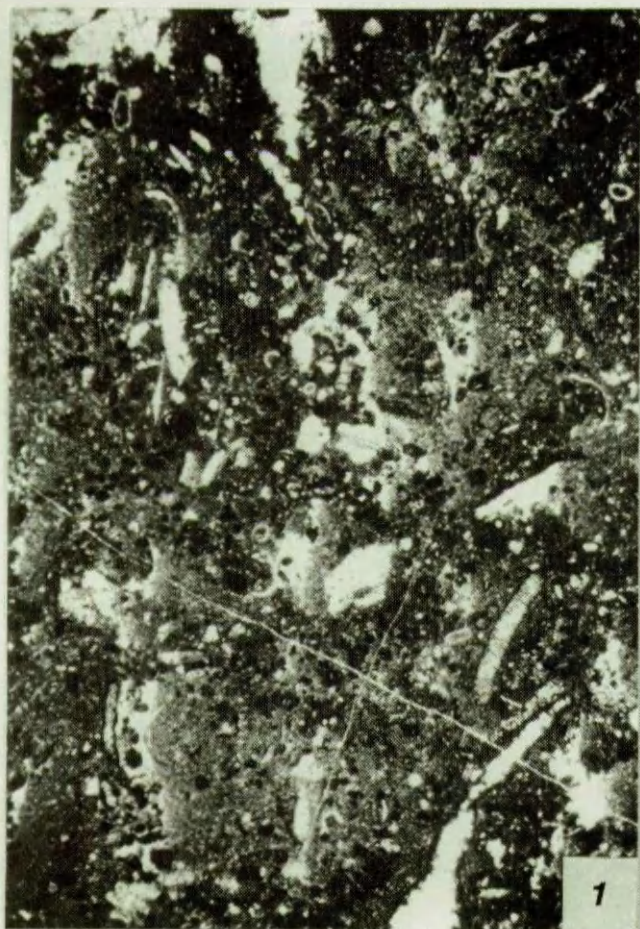


Planche 9.

Fig.1 - Voir pl.3, fig.3. Matrice péloïdique et *fenestrae* d'allure stratiforme (type loférite) dans un wackestone cryptalgair à Tabulés et Mollusques. Microfaciès "MF6a", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 245, x 15.

Fig.2 - Voir pl.1, fig.3-4. Nombreux petits amas de *Renalcis* (taches sombres) sous la cavité (*fenestrae* irrégulière) ou à la base dans le remplissage interne (micrite grisâtre). Matrice micritique péloïdique. Microfaciès "MF6ec", Wellin, partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines, CO 228, x 15.

Figs. 3-4 - Bafflestone à Couvinianelles (voir également pl.4, fig.1-3). Cimentation par de la calcite radiaxiale jaunâtre (qui apparaît grisâtre sur la photo), bien développée suivie par une calcite sparitique, xénotopique, blanche. Microfaciès "MF4a", Wellin, Formation X, WECY 19, x 15 (fig.1), x 37,5 (fig.2).

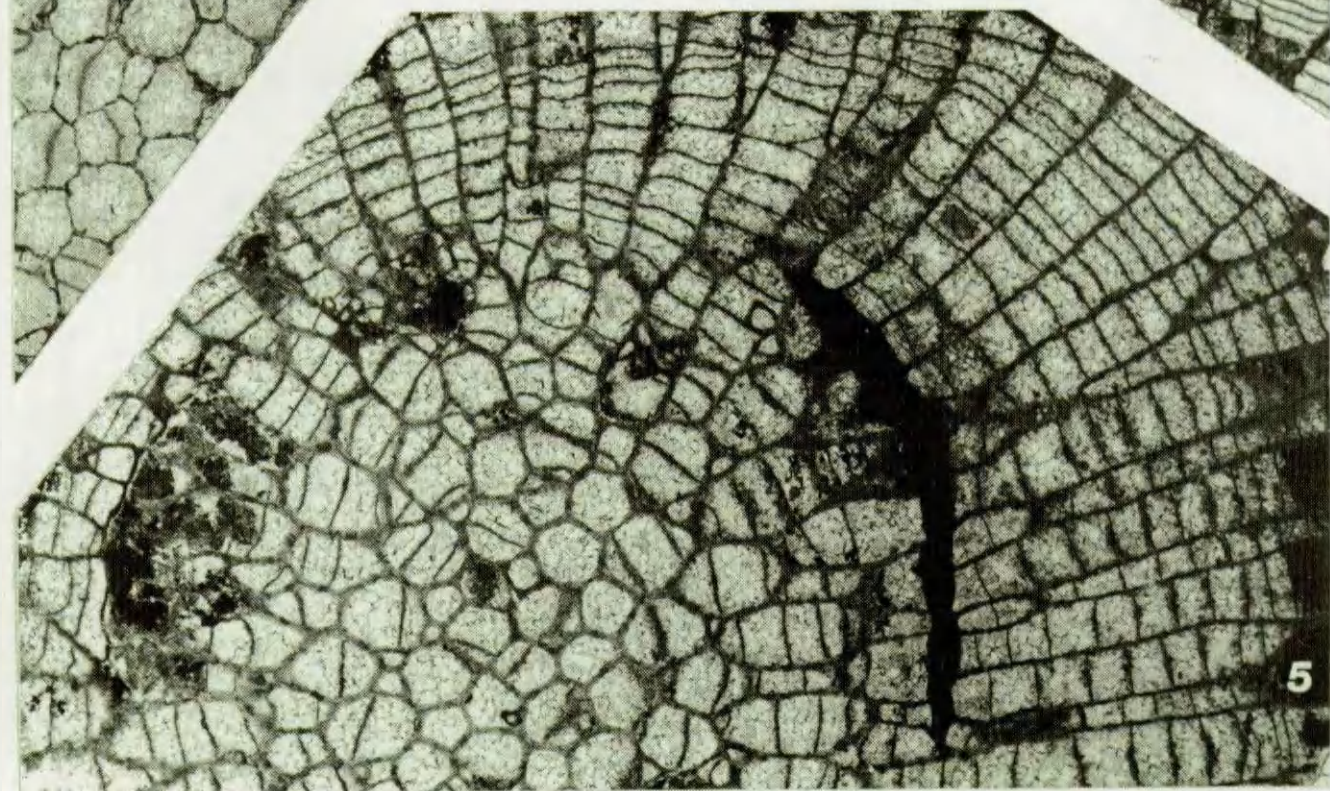
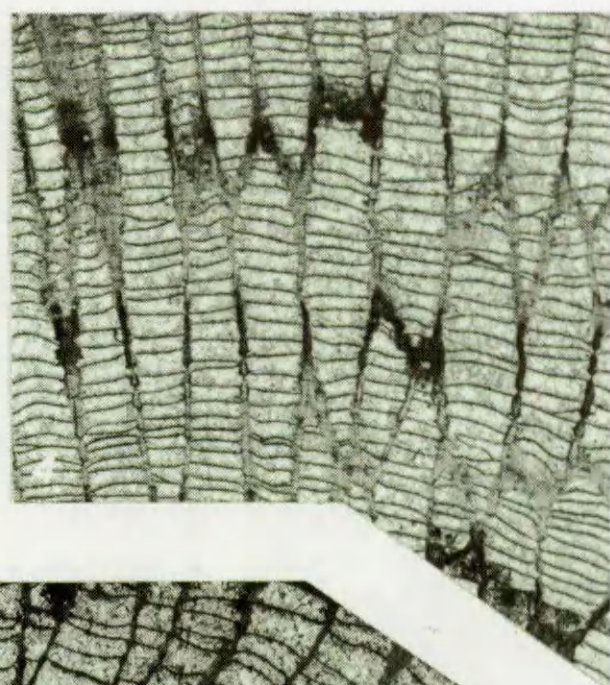
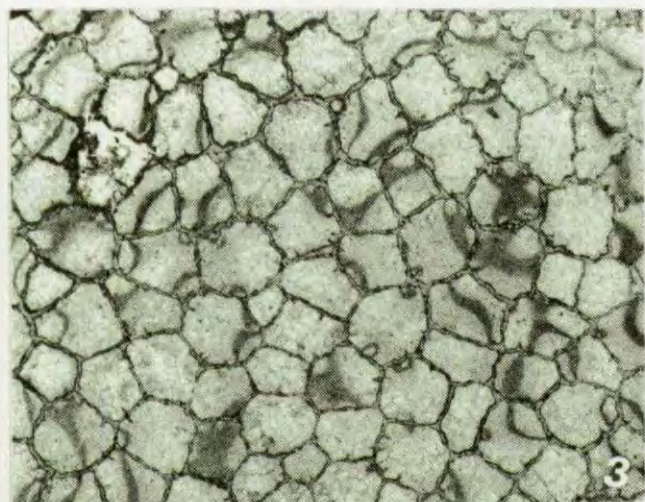
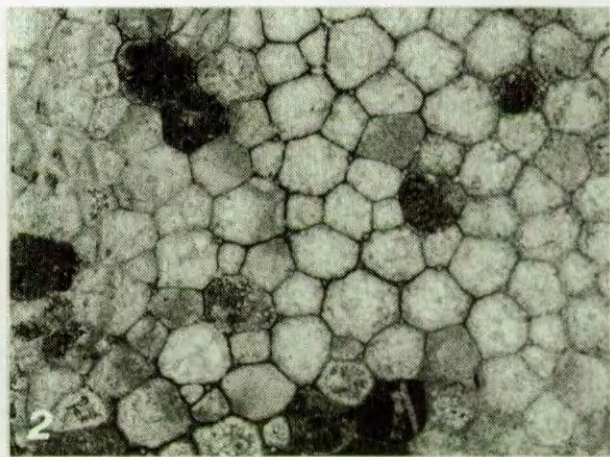
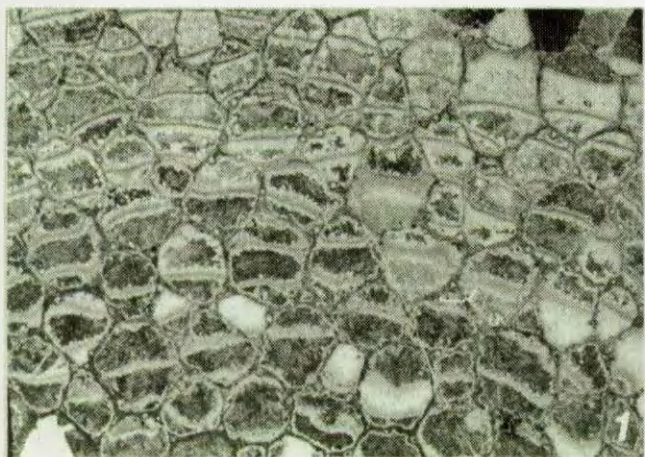


Planche 10. Favositides.

Fig.1-2 - Favosites gilsoni (Lecompte 1939)

- * v. 1939 *Columnopora gilsoni* Salée - Lecompte, p.98-99, pl.XV, fig.2.
- v. 1985 *Favosites gilsoni* (Lecompte 1939) - Birenheide, p.53, pl.11, fig.1.

Fig.1 - Affleurement Halma 7, partie inférieure (Godefroid, 1968, p.13); Schistes de Jemelle - UCL.1124 (récolte J. Godefroid); x 4.

Fig.2 - Affleurement Halma 3 (Godefroid, 1968, p.12); Formation de l'Eau Noire, banc 44 (échantillon 8F) de Godefroid (1968, p.12) - UCL.1122 (récolte J. Godefroid); x 4.

Caractéristiques: diamètre des polypiérites: 1,5-2,2 mm; épaisseur des parois: 0,06-0,12 mm; épines faiblement développées; diamètre des tubes de *Chaetosalpinx* : 0,15-0,20 mm.

Fig.3 - "Favosites saginatus" Lecompte 1939

- * v. 1939 *Favosites saginatus* nov.sp. - Lecompte, p.94-95, pl.XIV, fig.8-13.
- v. 1985 *Favosites saginatus* Lecompte 1939 - Birenheide, p.53, fig.15, pl.9, fig.1, pl.10, fig.1.

Affleurement Halma 9 (Godefroid, 1968, p.15-16); Schistes de Jemelle, banc 219 (échantillon 16) de Godefroid (1968, p.15) - UCL.1137 (récolte J. Godefroid); x 4.

Caractéristiques: diamètre des polypiérites: 1,8-2,5 mm; épaisseur des parois (localement très onduleuses): 0,10-0,16 mm; épines fortes, par endroits abondantes.

L'espèce *F. saginatus* établie par Lecompte (1939) est de validité douteuse, car les caractères utilisés pour la définir paraissent essentiellement phénotypiques. Les spécimens appartiennent au groupe de *F. goldfussi*.

Fig.4-5 - Favosites goldfussi d'Orbigny 1850

- v.e.p.1829 *Calamopora gothlandica* nobis - Goldfuss, p.78, pl.XXVI, fig.3 b-d (non fig.3a).
- * 1850 *Favosites goldfussi* - d'Orbigny, p.107.
- v. 1939 *Favosites goldfussi* d'Orbigny - Lecompte, p.83-90, pl.XIII, fig.1-13, pl.XIV, fig.1-4.
- v. 1985 *Favosites goldfussi* Orbigny 1850 - Birenheide, p.53, pl.8, fig.1.

Fig.4 - Carrière du Fond des Vaux Est, coupe du concasseur; Formation de Trois-Fontaines, unité W4 - UCL.18046; x 4.

Fig.5 - Affleurement du Fond des Vaux 4, à 17 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15190; x 4.

Caractéristiques: diamètre des polypiérites: 1,5-2,7 mm; épaisseur des parois fort variable, de 0,12 à 0,25, voire 0,30 mm; épines sporadiques, parfois fortes; espacement des planchers variable, montrant par endroits une certaine rythmicité.

L'ensemble des caractères est très variable, à l'échelle intra- et intercoloniale; seule une étude statistique portant sur un grand nombre de spécimens permettra peut-être d'établir des distinctions au sein de ce groupe difficile de *F. goldfussi*.

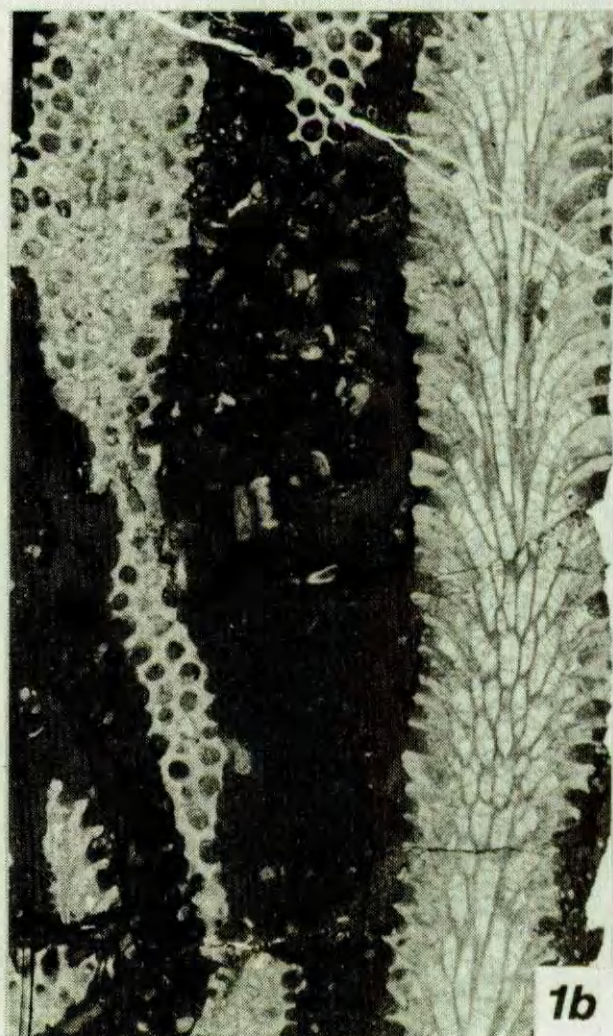
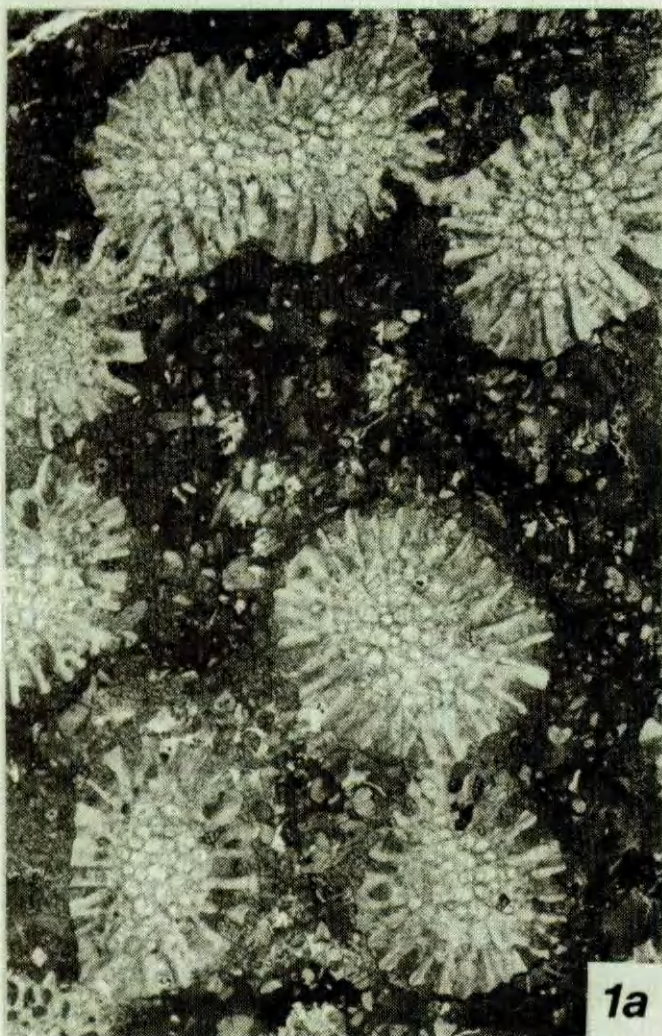


Planche 11.

Fig.1 - *Thamnopora reticulata* (de Blainville 1830)

v.e.p.1829 *Calamopora spongites* nobis, B Var. *ramosa* - Goldfuss, p.80-81, pl.XXVII, fig.2 a-c (non fig.2 d-g).

* 1830 *Alveolites reticulata* - de Blainville, p.369.

v. 1936 *Favosites reticulatus* (de Blainville) - Lecompte, p.45-54, pl.VIII, fig.5, pl.IX, fig.1-2.

v non1939 *Thamnopora reticulata* (de Blainville) - Lecompte, p.111-113, pl.XV, fig.3-6 (fig.3-4 = *Thamnopora nicholsoni* (Frech 1885), fig.5 = *Thamnopora legibilis* \$ Sokolov £ 1952, fig.6 = *Thamnopora micropora* Lecompte 1939).

v.e.p.1985 *Thamnopora reticulata* (Blainville 1830) - Birenheide, p.71, fig.3 c-d, ? pl.19, fig.2.

Affleurement du Cimetière de voitures, à 14,5 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15507; x 4.

a. Section transversale d'un buisson aux branches subparallèles. - b. Sections longitudinale et tangentielle de la même colonie.

L'espèce a été fort diversement interprétée: les trois spécimens originaux de Goldfuss (1829) ont été revus en détail par Lecompte (1936), qui les a nommés types A, B et C. Par la suite, Lecompte (1939) a appliqué le nom de *T. reticulata* à toute une série de formes qui sont à notre avis à exclure de l'espèce. C'est le cas notamment des branches à large manchon périphérique fortement épaissi, communes dans la Formation d'Hanonet à Pondrôme. Nous les avons rapportées précédemment (Coen-Aubert *et al.*, 1986) à *T. beliakovi* \$ Dubatolov £ 1955 mais il s'agit en fait de *T. nicholsoni* (Frech 1885) redéfini par Birenheide (1985, p.74, pl.20, fig.1).

Les colonies du Couvinien supérieur de Wellin se rapprochent davantage des types A et C de Lecompte (1936) par le rabatement périphérique marqué des polypierites sans épaississement notoire des parois. Les branches de la base du Calcaire de Givet sont quant à elles plus proches du type B, par leurs plus grandes dimensions et le développement important d'une zone axiale à polypierites fort inégaux. L'existence de formes de transition entre ces deux groupes nous incite à les réunir sous un même nom spécifique, à l'exemple de Lecompte (1936).

Fig.2 - Dans la partie supérieure, deux sections transversales de *Thamnopora germanica* Birenheide 1985

non 1952 *Thamnopora proba* nov.sp. - Dubatolov, p.130-131, pl.IV, fig.5.

non 1959 *Thamnopora urensis* nov.sp. - Dubatolov, p.96-97, pl.XXX, fig.3-6.

* e.p.1985 *Thamnopora urensis germanica* n.ssp. - Birenheide, p.73, pl.21, fig.1.

v. 1986 *Thamnopora proba* Dubatolov, V.N., 1952 - Coen-Aubert *et al.*, p.249, 252.

L'espèce se rapproche par ses dimensions de *T. reticulata*; elle s'en distingue par la présence d'abondantes squamules. Nous avons précédemment rapporté ces spécimens à *T. proba*, mais ce taxon montre des polypierites de taille supérieure et des parois proportionnellement plus minces.

Dans la partie inférieure, à côté d'un fragment de Stringocéphale, une section transversale d'*Hillaepora spicata* (Goldfuss 1829)

- * v. 1829 *Aulopora spicata* nobis - Goldfuss, p.83, pl.XXIX, fig.3.
- v. 1936 "*Aulopora spicata*" Goldfuss - Lecompte, p.86-90, pl.XIII, fig.3.
- 1967 *Trachypora dubatolovi* sp.nov. - Tong-Dzuy, p.106-107, pl.XXI, fig.1.
- 1975 *Trachypora* cf. *dubatolovi* Tong-Dzui - Pel & Lejeune, p.3,4,5, fig.4.
- 1977 *Trachypora* cf. *dubatolovi* Tong-Dzui - Carpentier & Pel, p.92-93, pl.I, fig.3-7.
- v. 1984 *Trachypora dubatolovi* - Prétat et al., p.229, 236, 238.
- v. 1985 *Roemerolites spicatus* (Goldfuss 1829) - Birenheide, p.119, fig.9.
- v. 1986 *Hillaepora spicata* (Goldfuss, G.A., 1826) - Coen-Aubert et al., p.249, 250, 253.
- v. 1988 *Hillaepora spicata* (Goldfuss 1829) - Tourneur, p.300-301, fig.5.

Nous avons discuté antérieurement de l'attribution générique (Tourneur, 1988). De nombreuses espèces initialement rapportées à *Trachypora* Milne-Edwards & Haime 1851 sont fort proches par leurs paramètres de *H. spicata*; parmi celles-ci, *T. dubatolovi* en est certainement synonyme.

Carrière du Fond des Vaux Est, coupe du fond de la carrière en activité; Formation de Trois-Fontaines, unité W6 - UCL.15646; x 4.

Fig.3 - Fragments de polypierites rapportés au genre *Remesia* Kettner 1934, avec un encroûtement de *Fistuliporidae*.

L'espèce-type du genre *Remesia*, *R. tubulosa* Kettner 1934, probablement synonyme de *Syringopora crispa* Schlüter 1885, a été définie dans le Givetien de Celechovice en Moravie; elle est caractérisée par des polypierites d'un diamètre voisin de 2,5 mm. Le spécimen de Wellin, proche morphologiquement de l'espèce tchèque, présente des dimensions nettement inférieures, puisque ses polypierites atteignent tout au plus 1,0 mm.

Carrière haute du Fond des Vaux Est; base de la Formation de Trois-Fontaines, unité W1 - UCL.16300; x 4.

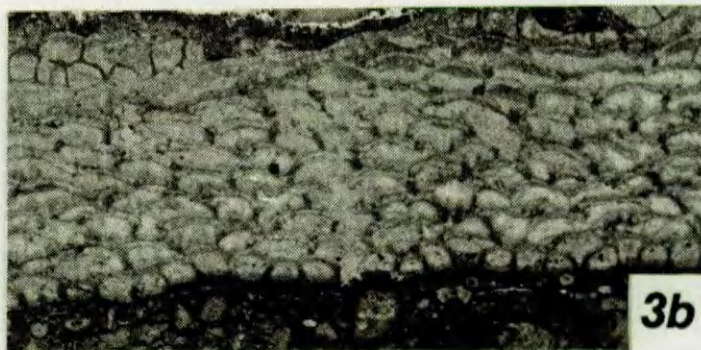
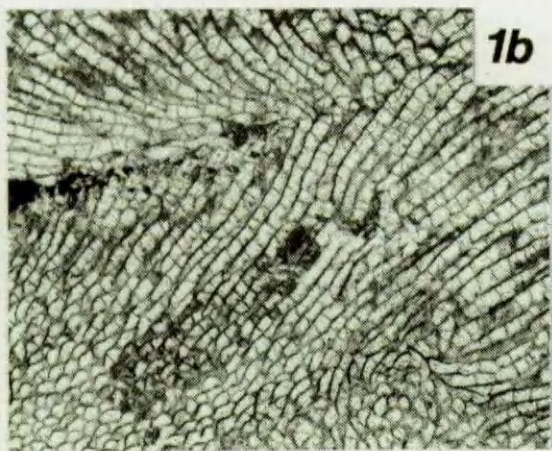
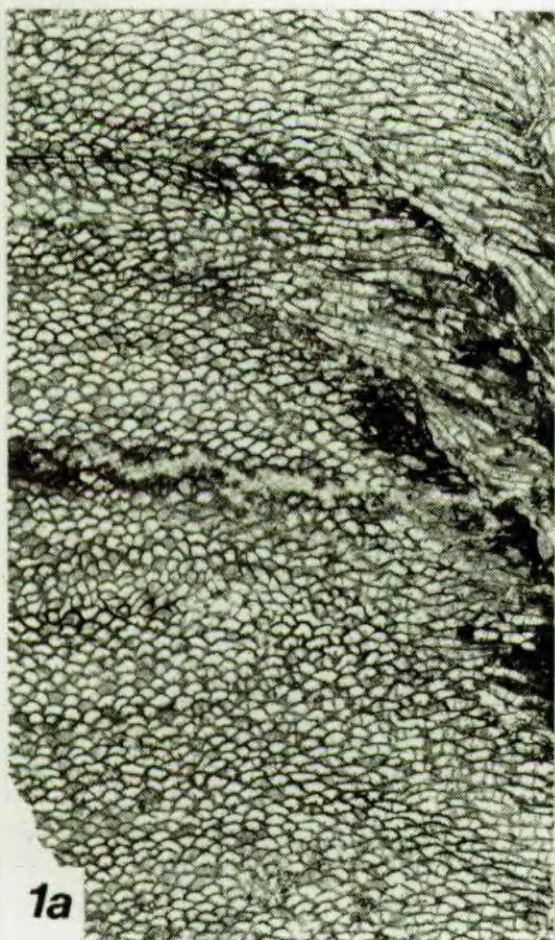


Planche 12.

Alvéolitides.

Fig.1 - *Alveolites edwardsi* **Lecompte** 1939

- * v. 1939 *Alveolites edwardsi* nov.sp. - Lecompte, p.51-53, pl.VII, fig.6-8.
- 1980 *Alveolites edwardsi* **Lecompte**, 1939 - Iven, p.141-142, fig.13, pl.3, fig.7-9, pl.4, fig.1.
- v. 1985 *Alveolites edwardsi* **Lecompte** 1939 - Birenheide, p.81, pl.24, fig.1.

a. Section transversale. - b. Section longitudinale, montrant une nécrose locale, suivie d'une reprise de croissance dans une direction différente.

Caractéristiques: polypierites de profil bombé, hauteur de 0,4 à 0,5 mm pour une largeur de 0,6 à 0,8 mm; parois minces hérissées de nombreuses petites épines pointues.

Affleurement du Fond des Vaux 2, partie inférieure; Formation X - UCL.15509; x 4.

Fig.2 - *Alveolites intermixtus* **Lecompte** 1939

- * v. 1939 *Alveolites intermixtus* nov.sp. - Lecompte, p.50-51, pl.IX, fig.4.
- 1980 *Spongioalveolites intermixtus* (**Lecompte**, 1939) - Iven, p.151.
- v. 1983 *Alveolites intermixtus* **Lecompte** 1939 - Byra, p.35-37, pl.9, fig.20-21.
- v. 1985 *Alveolites intermixtus* **Lecompte** 1939 - Birenheide, p.82-83, pl.27, fig.1-3.

Section longitudinale présentant de grosses perforations irrégulières, remplies de sédiment.

Caractéristiques: polypierites au profil aplati, hauteur de 0,2 à 0,3 mm pour une largeur de 0,8 mm; parois minces à modérément épaissies, garnies de rares épines.

Le genre *Spongioalveolites* **Iven** 1980, créé pour cette espèce, a été mis en synonymie avec *Alveolites* **Lamarck** 1801 par Byra (1983) et Birenheide (1985). Dans l'attente d'une révision globale des Alvéolitides, nous adoptons ici leur opinion, au moins de façon provisoire.

Affleurement du Fond des Vaux 1; Schistes de Jemelle - UCL.15857; x 4.

Fig.3 - *Alveolites megastomus* **Steininger** 1849

- * 1849 *Alveolites megastomus* - Steininger, p.11.
- non 1933 *Alveolites megastomus* **Steininger** - Lecompte, p.30-32, pl.I, fig.7 (= *Alveolites fornicatus major* **Lecompte** 1939).
- v. 1983 *Alveolites megastomus* **Steininger** 1849 - Byra, p.34-35, pl.10, fig.22.
- v. 1985 *Alveolites megastomus* **Steininger** 1849 - Birenheide, p.82, pl.26, fig.2.

a. Section longitudinale dans le plan de la lamelle. - b. Section transversale.

Caractéristiques: polypierites au profil assez étiré, hauteur de 0,8 à 1,0 mm pour une largeur de 1,8 à 2,1 mm; parois épaisses de 0,15 à 0,20 mm; épines rares.

Typique des "Alvéolitides géants", cette espèce n'était connue jusqu'à présent que par de très rares colonies de la Formation de Junkerberg, dans l'Eifélien supérieur de l'Eifel.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 18 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15868; x 4.

Fig.4 - *Roseoporella taenioformis* (Schlüter 1889)

- * 1889 *Alveolites taenioformis* - Schlüter, p.379.
- v. 1939 *Alveolites taenioformis* **Schlüter** - Lecompte, p.55-56, pl.VIII, fig.3-4.
- v. 1983 *Platyaxum (Roseoporella) taenioforme* (**Schlüter** 1889) - Byra, p.44-46, pl.11, fig.23-24, pl.12, fig.25-28.
- v. 1985 *Platyaxum (Roseoporella) taenioforme* (**Schlüter** 1889) - Birenheide, p.88, pl.31, fig.1.

Sections transversale dans la partie supérieure, longitudinale dans la partie inférieure.

Caractéristiques: polypières au profil aplati, hauteur de 0,25 mm pour une largeur de 0,6 à 0,8 mm; parois épaisses de 0,08 mm.

Les Coenitides dévoniens ont été attribués par Byra (1983) et Birenheide (1985) au genre *Platyaxum* **Davis** 1887, subdivisé en plusieurs sous-genres. Nous préférons, dans l'attente d'une révision, employer une subdivision générique et nous attribuons la présente espèce au genre *Roseoporella* **Spriesterbach** 1935.

Affleurement du Cimetière de voitures, à 3 m du sommet de l'affleurement; Formation X - UCL.16160; x 4.

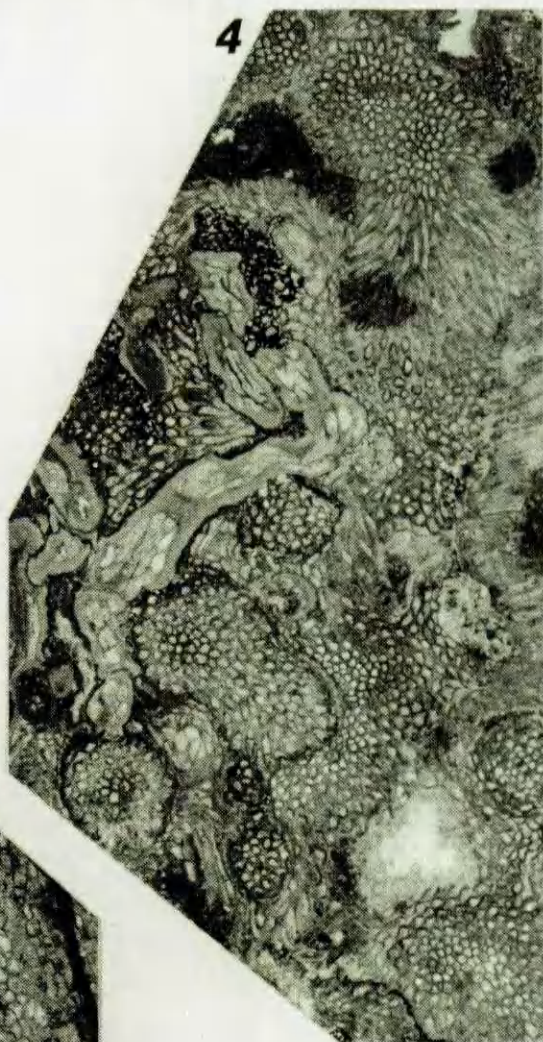
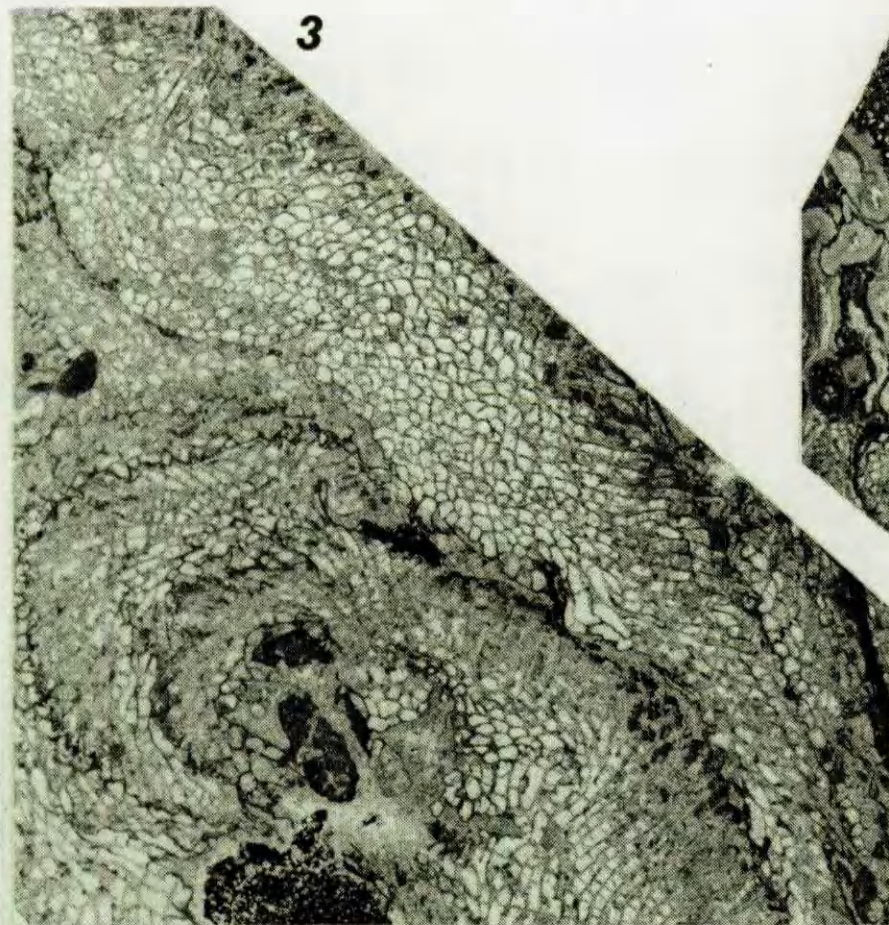
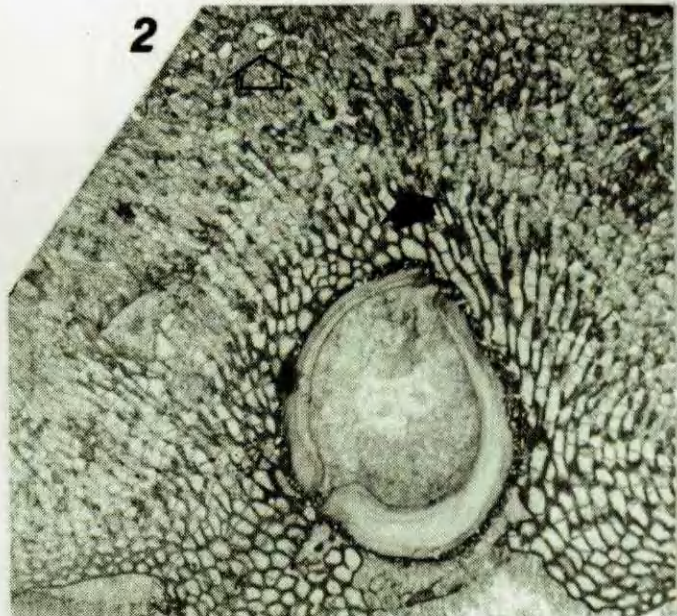
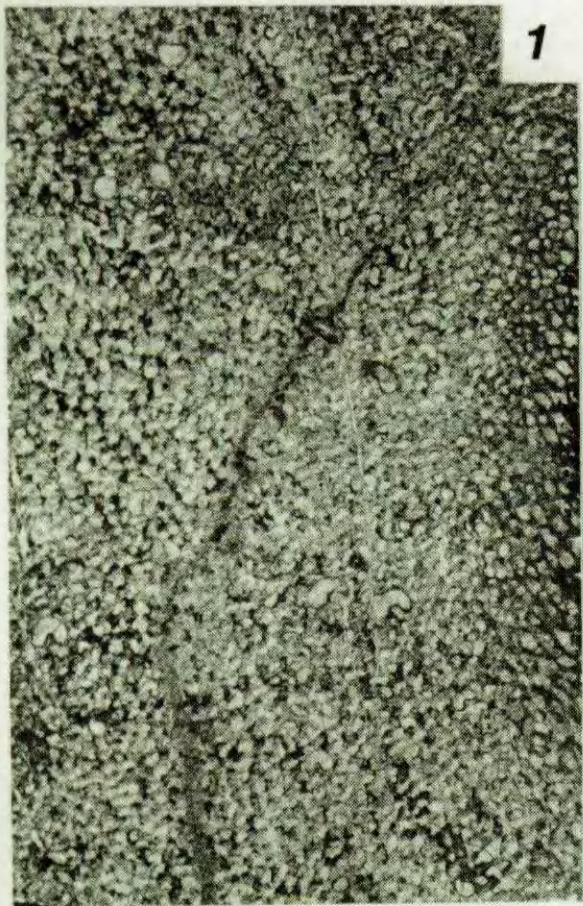


Planche 13. Alvéolitides.

Fig.1-2 - "*Coenites*" *gradatus* **Lecompte** 1939

- * v. 1939 *Coenites gradatus* nov.sp. - Lecompte, p.69-70, pl.IX, fig.11-17.
v. 1985 *Platyaxum* (*Roseoporella*) *gradatum* (**Lecompte** 1939) - Birenheide, p.88-89, pl.30, fig.3.

Fig.1 - Section transversale d'une lamelle épaisse; remarquer la présence de nombreux parasites: on discerne de gros tubes (diamètre de 0,4 à 0,6 mm) en spirales lâches, dépourvus de parois propres et recoupés par de rares planchers, et des tubes beaucoup plus ténus (diamètre de 0,15 mm), en spirales serrées, au point que les tours sont parfois jointifs. Les premiers peuvent être attribués au genre *Phragmosalpinx* **Sokolov** 1948 et les seconds, à *Helicosalpinx* **Oekentorp** 1969.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 16,5 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15730; x 4.

Fig.2 - Section longitudinale d'une colonie qui repose sur un Chaetétide (visible dans le coin inférieur gauche) et qui englobe dans son développement une coquille de Brachiopode (le contact entre les deux organismes est souligné par une concentration de petits cristaux de quartz); on distingue aisément une zone immature aux parois sombres et minces (0,05 à 0,08 mm) d'une zone mature aux parois claires considérablement épaissies (0,15 à 0,25 mm, voire au plus). Ici aussi, la colonie est infestée de parasites: la flèche noire indique la spirale serrée d'un petit *Helicosalpinx*, alors que la flèche claire montre un gros tube plus lâche de *Phragmosalpinx*.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 17,5 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15729; x 4.

L'attribution générique de cette espèce est délicate: le rattachement à *Roseoporella* proposé par Birenheide (1985) ne nous paraît guère convaincant, car la morphologie des deux autres espèces rapportées à ce genre (l'espèce-type *R. rhenana* **Spriesterbach** 1935 et *R. taenioformis*) est très différente de celle de "*Coenites*" *gradatus*. Nous préférons provisoirement le laisser dans *Coenites* **Eichwald** 1829 *sensu lato*.

Fig.3 - *Alveolites intermixtus* **Lecompte** 1939 (voir pl.3, fig.2)

Section transversale d'une colonie constituée de lamelles successives, séparées par des nécroses répétées; la base de chaque lamelle présente une brève zone immature aux parois sombres.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 20 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15874; x 4.

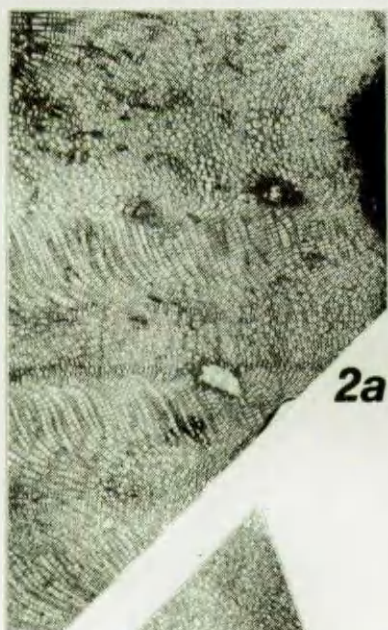
Fig.4 - "*Alveolites*" *vermicularis* **McCoy** 1850

- * 1850 *Alveolites vermicularis* - McCoy, p.377.
v. 1939 *Thamnopora* (?) *vermicularis* (**McCoy**) - Lecompte, p.130-132, pl.XVIII, fig.13-14.

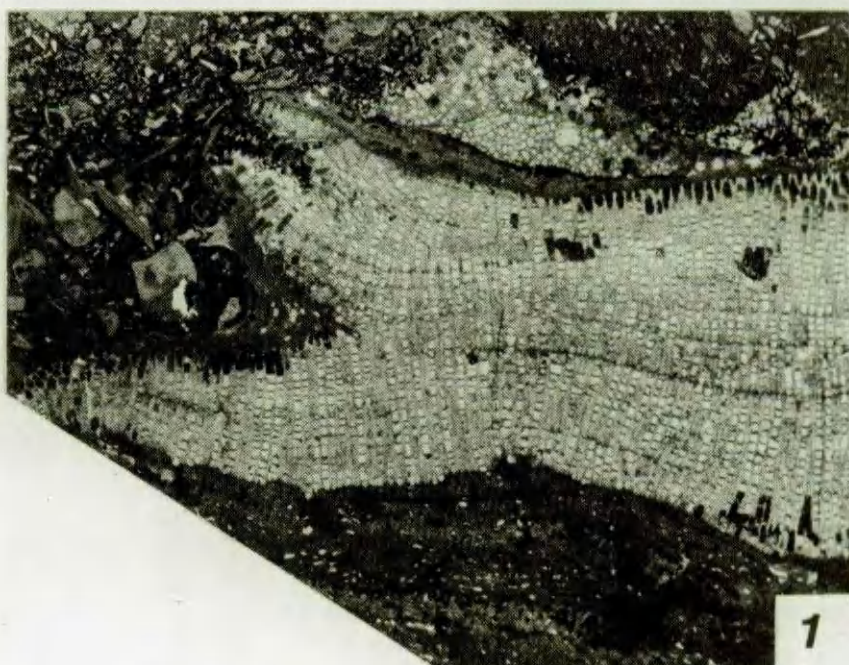
La section montre un réseau anastomosé de branches enveloppées par des expansions lamellaires, d'aspect quelque peu anarchique; en intercroissance étroite avec la colonie de Tabulé, quelques corallites de *Dendrostella* sp. s'insèrent tant bien que mal.

Lecompte (1939) déjà a souligné les problèmes de l'attribution générique. Ce qui est certain, c'est qu'il ne s'agit pas de *Thamnopora* : ni la morphologie, (obliquité marquée des calices, épaissement distal des parois faible ou irrégulier, rareté des planchers), ni la microstructure n'autorisent un tel rapprochement. Tous ces caractères incitent à rapporter l'espèce aux Alvéolitides; elle pourrait être proche du genre *Egosiella* **Dubatolov in Sokolov 1955**, mais nous préférons la laisser pour l'instant dans *Alveolites sensu lato*.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 22 m de la base; Formation X - UCL.15879 II; x4.



2a



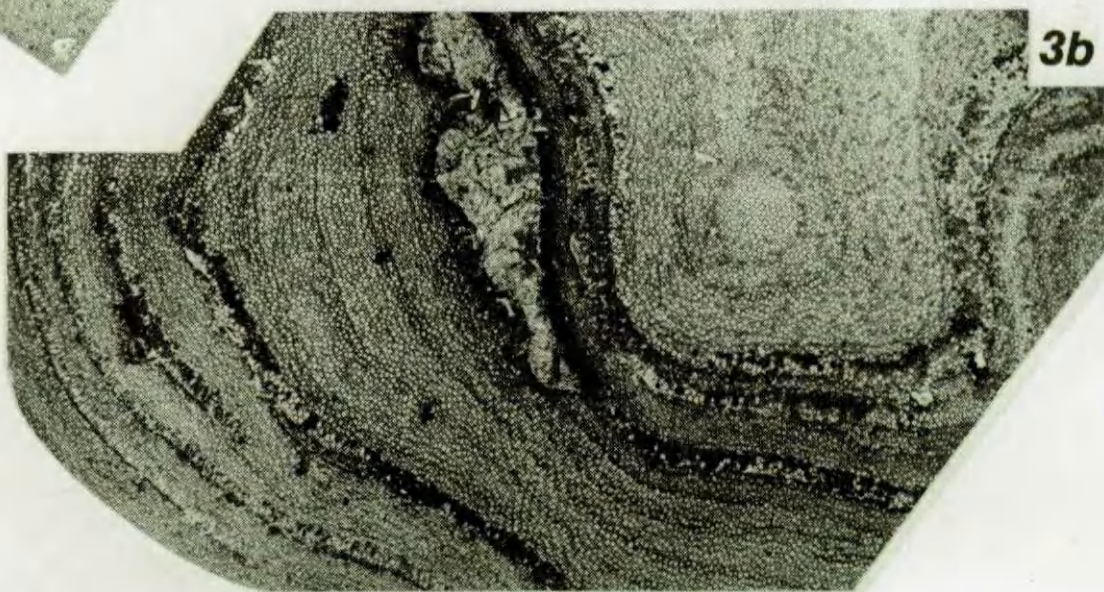
1



2b



3a



3b

Planche 14. Chaetétides.

Fig.1 - *Rhaphidopora stromatoporoides* (C.F. Roemer 1883)

- * 1883 *Chaetetes stromatoporoides* - C.F. Roemer, p.459, fig.111.
- v. 1939 *Chaetetes regularis* nov.sp. - Lecompte, p.160-161, pl.XX, fig.13.
- v. 1983 *Rhaphidopora stromatoporoides* (C.F. Roemer) - Byra, p.19-20, pl.3, fig.7.
- v. 1985 *Rhaphidopora stromatoporoides* (C.F. Roemer) - Birenheide, p.36.

Section longitudinale en périphérie d'une colonie; elle repose sur un Stromatopore et est encroûtée à son tour par plusieurs Stromatopores (formes attribuables à *Stromatopora Goldfuss* 1826 ou *Taleastroma Galloway* 1957 et à *Clathrocoelona Yavorsky* 1931 - toutes les déterminations de Stromatopores sont de B. Mistiaen, que nous remercions). Finalement s'installe un *Heliolites* qui ne se développe guère.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 3 m du sommet de l'affleurement; Formation X - UCL.15582; x 4.

Fig.2 - *Rhaphidopora lonsdalei* (Etheridge & Foord 1884)

- * 1884 *Chaetetes lonsdalei* - Etheridge & Foord, p.474-476, pl.17, fig.2.
- v.non 1939 *Chaetetes lonsdalei* Etheridge et Foord - Lecompte, p.161-162, pl.XXI, fig.1-2 (= *Rhaphidopora piliformis* (Schlüter 1885) d'après Byra, 1983, p.17).
- v. 1939 *Chaetetes magnus* nov.sp. - Lecompte, p.162-163, pl.XXI, fig.4.
- v. 1983 *Rhaphidopora lonsdalei* (Etheridge & Foord 1884) - Byra, p.16-17.
- v. 1985 *Rhaphidopora lonsdalei* (Etheridge & Foord 1884) - Birenheide, p.35.

a. Section longitudinale. - b. Section transversale d'une colonie développée en "colonnes" voisines et fusionnées; chaque "colonne" montre une disposition en jet d'eau des polypierites.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 18 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15869; x 1,5.

Fig.3 - *Rhaphidopora rotunda* (Lecompte 1939)

- * v. 1939 *Chaetetes rotundus* nov.sp. - Lecompte, p.163-164, pl.XXI, fig.2.
- v. 1983 *Rhaphidopora rotunda* (Lecompte 1939) - Byra, p.20, pl.4, fig.8.
- v. 1985 *Rhaphidopora rotunda* (Lecompte 1939) - Birenheide, p.36.

a. Section longitudinale. - b. Section transversale d'une grande colonie dont la croissance est interrompue par plusieurs nécroses successives. A la faveur de celles-ci s'installent de minces Stromatopores ou des encroûtements algaires. Quelques grandes perforations irrégulières traversent le tissu du Chaetétide.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 2,5 m du sommet de l'affleurement; Formation X - UCL.15543; x 1,5.

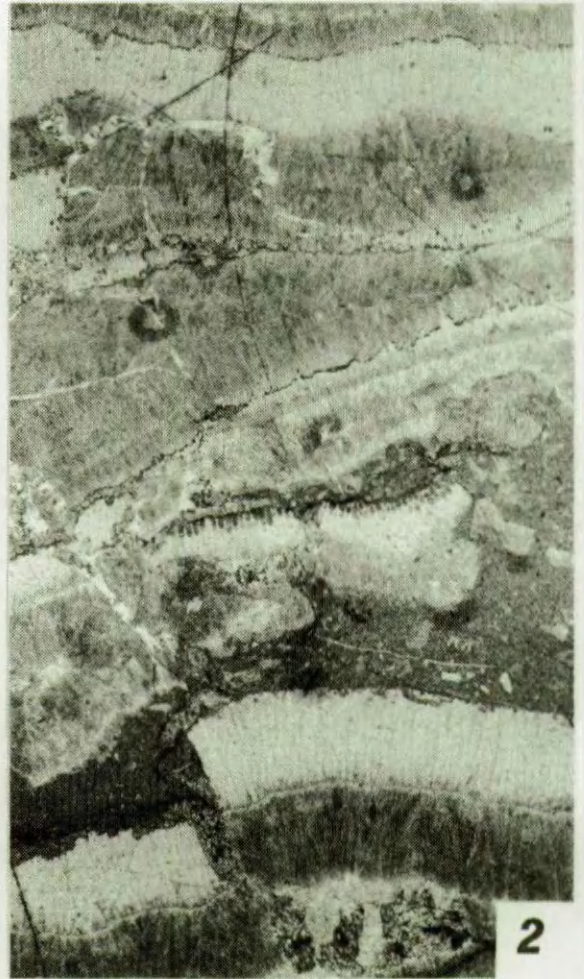
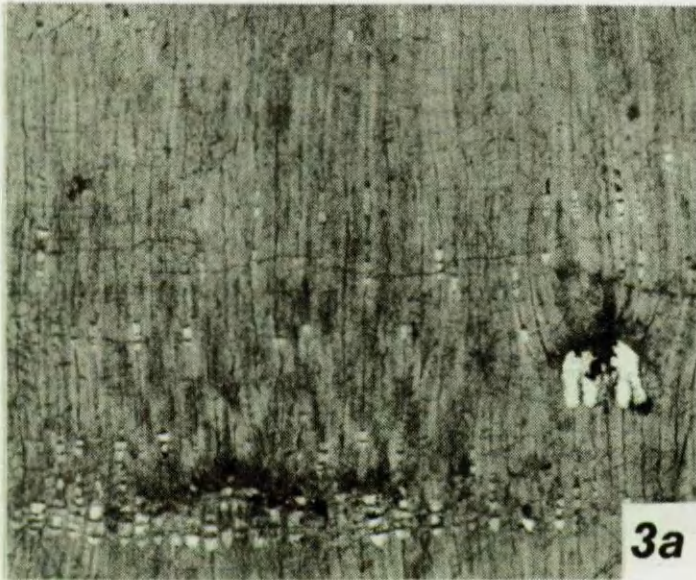
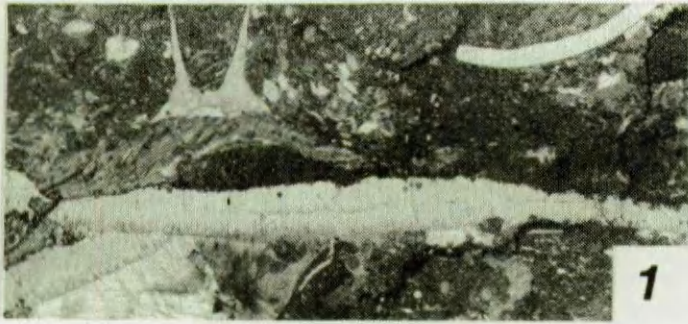


Planche 15.

Pachythea stellimicans Schlüter 1885.

- * 1885 *Pachythea stellimicans* - Schlüter, p.144.
- 1889 *Pachythea stellimicans* - Schlüter, p.390, pl.11, fig.1, pl.12, fig.1-6.
- v. 1957 *Pachythea stellimicans* Schlüter - Firtion, p.149-151, fig.4, pl.VIII,
- fig.1-5.
- v. 1976 *Pachythea stellimicans* Schlüter - Jux & Manze, p.250, pl.I, fig.2.
- 1977 *Pachythea stellimicans* Schl. - Termier & Termier, pl.1, fig.3.
- 1979 *Pachythea stellimicans* SCHLÜTER, 1885 - Flügel & Flügel, p.59-60,
- 1980 *Pachythea stellimicans* Schlüter - Termier & Termier, p.2-3, fig.1, pl.1,
- fig.1-6.
- pl.5, fig.4.
- v. 1983 *Pachythea stellimicans* Schlüter 1885 - Byra, p.22-23, pl.5, fig.10-11.
- v. 1985 *Pachythea stellimicans* Schlüter 1885 - Birenheide, p.34-35, fig.14, pl.1,
- fig.1.
- v. 1986 *Pachythea stellimicans* Schlüter, C., 1885 - Coen-Aubert *et al.*, p.251.

Fig.1 - Section longitudinale d'une lamelle mince, brisée, encroûtée par un Alvéolite, sur lequel s'est développé un polypierite d'Aulopore.

Affleurement du Fond des Vaux 3; lentille biohermale dans les Schistes de Jemelle - UCL.1146 I A (récolte J. Godefroid); x 4.

Fig.2 - Plusieurs lamelles minces en section longitudinale, séparées par des couches épaisses de ciment fibreux; vers le milieu de la figure, on discerne quelques lumens non entièrement bouchés par les épaissements des parois.

Affleurement du Fond des Vaux 3; lentille biohermale dans les Schistes de Jemelle - UCL.1146 IV A (récolte J. Godefroid); x 4.

Fig.3 - a. Section longitudinale d'une lamelle épaisse; on observe localement la présence de planchers et, à droite, une petite nécrose. - b. Section transversale montrant la transition entre les lumens de profil arrondi et les lumens complètement comblés par le stéréoplasme, où l'on ne distingue plus que vaguement le contour polygonal des polypierites. Deux grandes perforations cernées de sombre découpent à l'emporte-pièce le tissu du Chaetétide. On remarque à gauche une interruption de croissance, qui provoque une disposition radiaire des polypierites.

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 6 m du sommet de l'affleurement; Formation X - UCL.15732; x 10.

Le genre *Pachythea*, représenté par l'unique espèce *P. stellimicans* et aisément reconnaissable par l'extrême épaissement des parois (voir les schémas de Firtion, 1957, p.150, fig.5), n'avait été signalé jusqu'à présent qu'en Allemagne (dans l'Eifel - Formation de Lauch à Formation de Junkerberg, Eifelien - et dans le Sauerland - Formations d'Hobräcke et de Mühlenberg, Eifelien), dans les Baléares (Givetien probable) et en France (dans la lentille récifale de Russ dans les Vosges méridionales - niveau attribué au Givetien). Nous avons retrouvé cette espèce en Belgique dans le Couvinien de la région de Wellin et dans le Calcaire de Couvin des environs de Couvin.

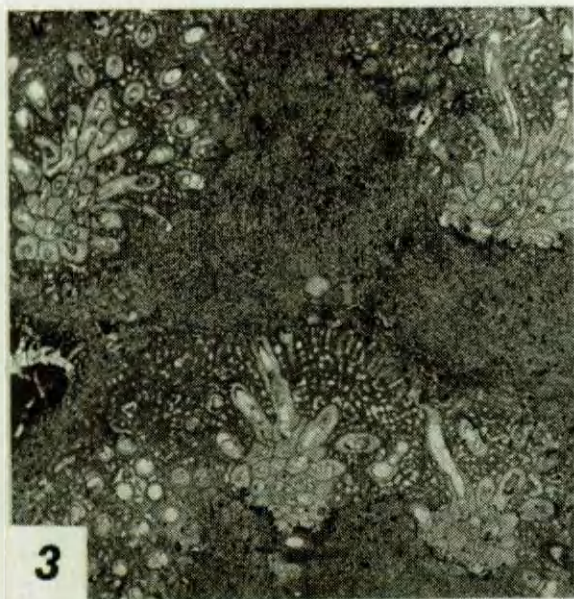
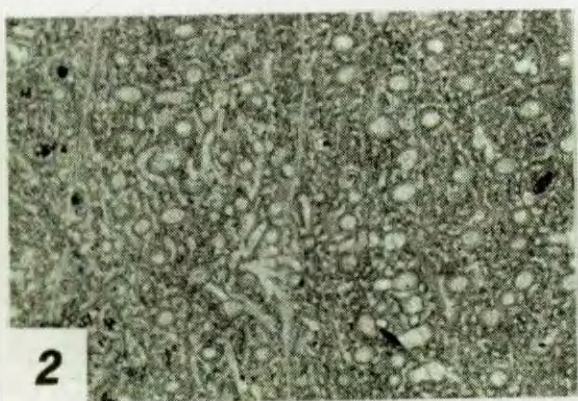
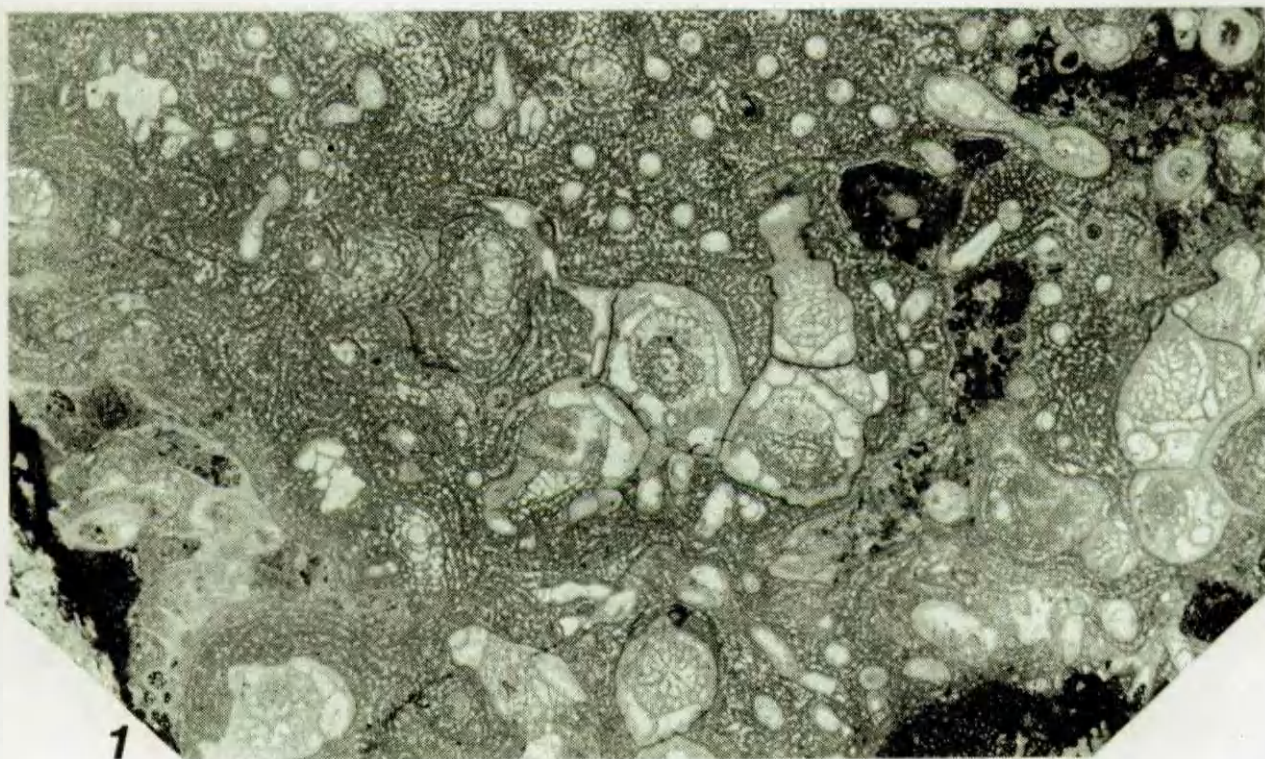


Planche 16.

Associations Coraux - Stromatopores.

Fig.1 - Colonie juvénile de *Sociophyllum* sp. enrobée dans un Stromatopore (sans doute *Gerronostroma* **Yavorsky** 1931), qui inclut lui-même dans son développement des tubes de Syringoporides ("Caunopores"), quelques Auloporides (dans la partie inférieure gauche) et quelques polypiérites de *Remesia* sp. (dans la partie supérieure droite).

Affleurement du Fond des Vaux 2, à 7 m de la base de l'affleurement; Formation X - UCL.15186; x 4.

Fig.2 - Stromatopore (attribuable à *Salairella* **Khalfina** 1960 ou à *Stromatopora* **Goldfuss** 1826) avec de nombreux tubes de Syringoporides ("Caunopores" - diamètre des tubes voisin de 0,6 mm; épaisseur des parois très variable, de 0,05 à 0,15 mm; planchers localement abondants).

Affleurement du Fond des Vaux 2, partie supérieure; Formation X - UCL.15542; x 4.

Fig.3 - Branches d'*Hillaepora circulipora* (**Kayser** 1879) enserrées par des Stromatopores encroûtants (peut-être *Gerronostroma*).

- * 1879 *Trachypora circulipora* n.sp. - Kayser, p.304-305, pl.V, fig.2-4.
- v. 1939 *Trachypora circulipora* **Kayser** - Lecompte, p.148, pl.XIX, fig.8-10.
- 1975 *Trachypora circulipora* **Kayser** - Pel & Lejeune, p.3,4, fig.3.
- 1977 *Trachypora circulipora* **Kayser** - Carpentier & Pel, p.89-92, pl.I, fig.1-2.
- v. 1984 *Trachypora circulipora* - Prétat *et al.*, p.229.
- v. 1985 *Trachypora circulipora* **Kayser** 1879 - Birenheide, p.121-122, fig.77.
- v. 1986 *Hillaepora circulipora* (**Kayser**, E., 1879) - Coen-Aubert *et al.*, p.249.
- v. 1988 *Hillaepora circulipora* (**Kayser** 1879) - Tourneur, p.300, fig.4.

L'espèce, de moindres dimensions qu'*H. spicata* (voir pl.11, fig.2 pour comparaison), est toujours encroûtée par un Stromatopore, qui s'installe à la faveur de l'écartement distal des polypiérites. Les deux organismes devaient sans doute tirer des avantages de l'association: le Tabulé voit son architecture renforcée par le colmatage du Stromatopore et ce dernier reçoit le soutien de la branche de Tabulé pour se développer.

Carrière du Fond des Vaux Est, coupe du fond de la carrière en activité; Formation de Trois-Fontaines, unité W3 - UCL.15413; x 4.

Fig.4 - Colonie de *Lyriellasma* sp. A complètement empâtée dans un *Trupetostroma* **Parks** 1936.

Carrière du Fond des Vaux Est, coupe du concasseur; Formation de Trois-Fontaines, surface de stratification séparant les unités W3 et W4 - I.R.Sc.N.B. N° a907, Wellin MC-1983-9-A448; x 3.

