

## ALGUES GIVETIENNES DU BORD SUD DU BASSIN DE DINANT ET DES REGIONS LIMITOPHES<sup>1</sup>

par

Bernard MAMET<sup>2</sup> & Alain PREAT<sup>3</sup>

(8 figures)

**RESUME.**- La sédimentation de la plate-forme givétienne du Synclinorium de Dinant est sous le contrôle d'une subsidence modérée et continue qui conduit à l'accumulation de plus de quatre cents mètres de calcaires de très faible bathymétrie. La majorité de ceux-ci sont semi-restreints à restreints et l'équivalent latéral de bioconstructions. La productivité carbonatée est liée à la prolifération algale, surtout dans les lagons. Quarante-six genres ont été reconnus qui peuvent se regrouper en Spongiostromates, Porostromates, Codiaceés, Udotéacées, Phylloïdes?, Dasycladacées, Solénopores et Coccoïdes. Il faut ajouter des *Incertae sedis*, Charophytes, Umbelles et Calcisphères. *Bevocastria* s'avère être le genre de loin le plus prolifique dans les lagons. Les buttes carbonatées sont liées aux Phylloïdes?, Dasycladacées géantes et *Sphaerocodium*. La rareté des Solénopores explique l'abondance des nappes de rudstones.

**ABSTRACT.**- The carbonate sedimentation of the Dinant Synclinorium givetian platform is controlled by moderate but steady subsidence. More than four hundred meters of shallow-water limestones were accumulated. Most of these are semi-restricted to restricted and are the lateral equivalents of bioconstructions. Carbonate production, mainly in the lagoons, is linked to algal proliferation. Forty-six genera are recognized among spongiostromids, porostromids, codiaceans, udoteaceans, phylloids?, dasyclads, solenoporids, coccoïds, charophytes, umbellinids, calcispheres and *incertae sedis*. *Bevocastria* is the most prolific alga. Carbonate build-ups are erected by phylloids?, giant dasyclads and *Sphaerocodium*. The widespread occurrence of rudstone sheets is due to the scarcity of stabilizing solenoporids.

### INTRODUCTION

Nous avons récemment étudié la stratigraphie de la plate-forme carbonatée givétienne du Bassin de Dinant. Notre propos initial était l'examen des séquences qui caractérisent la sédimentation du Groupe de Givet (Formations des Trois-Fontaines, du Mont d'Hairs et de Fromelennes). Ces rythmes avaient été reconnus dans le Groupe à Givet par Errera *et al.* (1972), mais leur extension géographique restait à établir.

La conclusion de notre travail est qu'il est relativement facile de suivre la séquostratigraphie du groupe le long de la bande septentrionale du Bassin de Dinant et qu'en y apportant quelques

modifications, condensations et hiatus, il est également possible d'étendre ces corrélations au bord nord du Bassin de Dinant, ainsi qu'au bord sud du Bassin de Namur (Préat, 1984).

Une seconde conclusion est que la coupe de Givet, support objectif de subdivisions litho- et à postériori chronostratigraphiques, est sans con-

1. Manuscrit reçu le 30 juillet 1985.

2. Département de Géologie, Université de Montréal, B.P. 6128, Montréal, P.Q., Canada H3T 1L5.

3. Laboratoires associés de Géologie-Pétrologie-Géochronologie, Université Libre de Bruxelles, 50, av. F.D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles. Adresse actuelle : PETROFINA, rue de l'Industrie 52, B-1040 Bruxelles (Belgique).

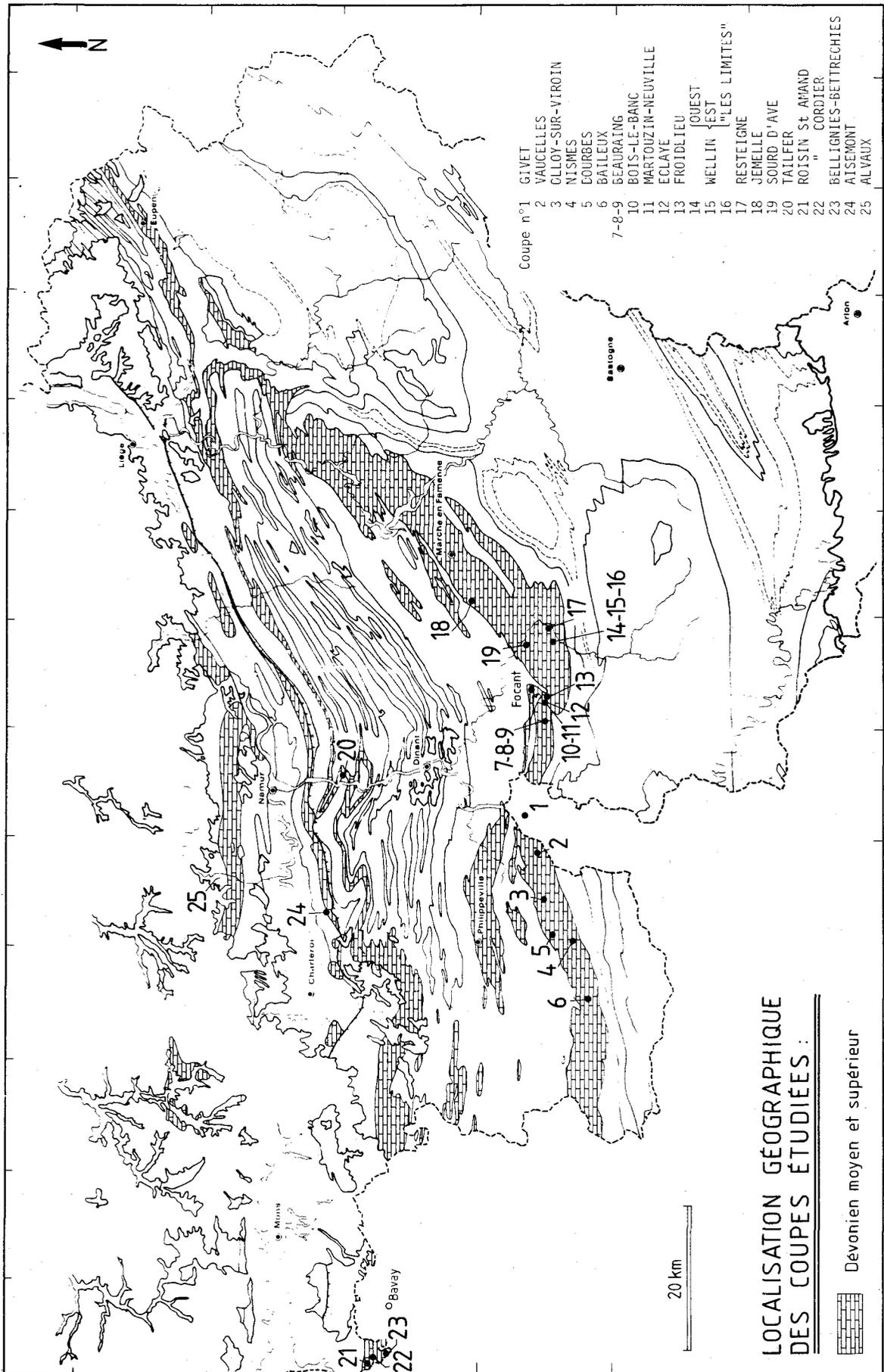


Fig. 1.- Localisation géographique des coupes étudiées (coupes n° 1 à 23, Bassin de Dinant; coupes 24 et 25, Bassin de Namur).

teste la plus complète et la plus représentative de toutes les successions étudiées. La région choisie par Omalius d'Halloy pour représenter un concept stratigraphique abstrait, est sans rivale.

L'analyse sédimentologique montre que l'essentiel de la sédimentation caractérise la partie très superficielle d'une plate-forme en subsidence continue comblée par progradation. La plate-forme est de type asymétrique, à pente faible, sans barrière récifale continue au sens moderne du terme. Les nombreuses buttes carbonatées sont, en dimensions tant horizontales que verticales, de tailles fort modestes. La modicité de ces bioconstructions n'empêche pas le fait que la totalité de la sédimentation a lieu à très faible profondeur, une vingtaine de mètres pour les milieux ouverts les plus profonds, et inférieure à quelques mètres pour les milieux semi-restreints (Préat *et al.*, 1984, Préat, 1984).

L'ensemble de toutes ces conditions (milieux peu profonds, carbonates purs, bioconstructions) sont éminemment favorables à la prolifération des Algues que l'on observe dans tous les niveaux étudiés. Il faut ajouter la rareté des phénomènes de dolomitisation, l'absence de faciès évaporitiques vrais, la modicité de la recristallisation et l'inexistence de stress tectonique. Nos carbonates n'ont donc subi qu'une faible diagenèse, ce qui est particulièrement favorable à la préservation des thalles souvent peu calcifiés. Un total de 25 coupes représentant plus de 2000 mètres de couches a été levé suivant la méthode «banc par banc» et leur localisation géographique s'observe à la figure 1.

Les vingt-cinq coupes étudiées sont les suivantes :

#### Bord sud du Bassin de Dinant

Coupes n° 1 : GIVET (Errera *et al.*, 1972); n° 2 : VAUCELLES (présence de quatre coupes notées V1, V2, V2' et V3 in Préat & Boulvain, 1982); n° 3 : OLLOY-SUR-VIROIN; n° 4 : NISMES; n° 5 : DOORBES; n° 6 : BAILEUX; n° 7 : BEAURAING («Trois-Fontaines»); n° 8 : BEAURAING («Mont d'Haur»); n° 9 : BEAURAING («Fromelennes»); n° 10 : BOIS-LE-BANC; n° 11 : MARTOUZIN-NEUVILLE; n° 12 : ECLAYE; n° 13 : FROIDLIEU; n° 14 et 15 : WELLIN, «Fond des Vaux W et E»; n° 16 : WELLIN «Les Limites»; n° 17 : RESTEIGNE (Mamet & Préat, 1982, 1983; Préat *et al.*, 1983; Préat *et al.*, 1984; Préat & Boulvain, 1985); n° 18 : JEMELLE; n° 19 : SOURD D'AVE (Préat & Herbosch, 1982).

#### Bord nord du Bassin de Dinant

Coupe n° 20 : TAILFER (Préat, 1974); n° 21 : ROISIN «Carrière St Amand»; n° 22 : ROISIN «Carrière Cordier»; n° 23 : BELLIGNIES-BET TRECHIES.

#### Bord sud du Bassin de Namur

Coupe n° 24 : AISEMONT (Préat, 1974).

#### Bord nord du Bassin de Namur

Coupe n° 25 : ALVAUX (Mamet & Préat, 1985b).

L'objet du présent article, n'est nullement d'ordre stratigraphique. Toutefois, l'examen de plusieurs milliers de lames minces ayant révélé l'existence d'une flore algale fort importante, nous traiterons ici de leur rôle dans la sédimentation. La très grande majorité des échantillons étudiés provient des formations de Trois-Fontaines, Mont d'Haur et Fromelennes. La Formation de Nèvremont a également fourni quelques assemblages algaires intéressants. Le passage du Couvinien au Givétien est actuellement à l'étude.

## MICROFLORE ALGAIRE

Sans vouloir présenter une révision taxonomique, nous grouperons ici empiriquement la quarantaine de genres observés en 17 groupes dont la valeur systématique est débattable, mais qui ont au moins la valeur de mettre sur un même pied des taxa dont la morphologie et le comportement sédimentologique sont similaires, même si leur appartenance ultime reste à prouver. Ces 17 groupes sont les suivants :

### A. Spongiostromates

1. *Malacostroma* Gürich 1906; 2. *Spongiostroma* Gürich 1906; 3. *Pycnostroma* Gürich 1906.

### B. Porostromates

4. *Girvanella* Nicholson & Etheridge 1878; 5. *Sphaerocodium* Rothpletz 1890; 6. *Rectangulina* Antropov 1959.

### C. Codiacées nodulaires

7. *Bevocastria* Garwood 1931; 8. *Ortonella* Garwood 1914 *emend.* Mamet & Roux 1981; 9. *Garwoodia* Wood 1941; 10. *Pseudohedstroemia* Mamet & Roux 1978; 11. *Mitcheldeania* Wethered 1886 *emend.* Mamet & Roux 1975.

### D. Codiacées massives

12. *Poncetellina* Mamet & Roux 1984.

### E. Codiacées? Udotécées érigées

13. *Pseudopalaeoporella* Mamet & Préat 1985; 14. *Paralitanaia* Mamet & Préat 1985; 15. *Lancicula* Maslov 1956; 16. gen. nov.

**F. Codiacées? Phylloïdes?**

17. *Resteignella* Mamet & Préat 1983.

**G. Dasycladacées rameuses**

18. *Givetianella* Mamet & Préat 1982; 19. *Vermiporella* Stolley 1893.

**H. Dasycladacées?; Pal ob er eselles et Issinelles**

20. *Palaeoberesella* Mamet & Roux 1974; 21. *Kamaena* Antropov 1967; 22. *Kamaenella* Mamet & Roux 1974; 23. *Triangulinella* Mamet & Préat 1985; 24. *Issinella* Reitlinger *emend.* Mamet & Roux 1981; *non* Brenckle 1985; 25. *Pseudoissinella* Mamet & Rudloff 1972.

**I. Chlorophycophyc es? douteuses**

26. *Aphralysia* Garwood 1914; 27. *Sphaeroporella* Antropov 1967.

**J. Algues rouges - Solénopores**

28. *Solenopora* Dybowski 1877.

**K. Algues rouges?**

29. *Tharama* Wray 1967 et *Frutexitis* Maslov 1960.

**L. Algues douteuses et *incertae sedis***

30. *Renalcis* Vologdin 1932; 31. *Nostocites* Maslov 1929 *emend.* Maslov 1956; 32. *Labyrinthoconus* Langer 1979; 33. *Proninella* Reitlinger *in* Menner & Reitlinger 1971; 34. *Wetheredella* Wood 1948; 35. «Asphaltines» (cf. *Asphaltina* Mamet 1972); 36. *Palaeomicrocodium* Mamet & Roux 1983.

**M. Algues cocco ides (36).****N. Charophytes et Umbelles**

37. *Umbellina* (Loeblich & Tappan 1964) (pro *Umbella* Maslov? *in* Bykova & Polenova 1955); 38. *Protoumbella* Mamet 1970; 39. *Ellenia* Poyarkov 1965; 40. *Trochiliscus* Karpinski 1906.

**O. Calcisph eres**

41. *Calcisphaera* Williamson 1881; 42. *Parathuramina* Suleimanov 1945; 43. «Radio-sph eres» Reitlinger 1957; 44. *Palaeocancellus* Derville 1952; 45. *Vicinesphaera* Antropov 1950.

**P. R ceptaculit es**

46. *Receptaculites* de Blainville 1830.

Nous avons reconnu de plus onze assemblages algaires :

- des nodules simples ou composites,
- des oncolithes,
- des encroûtements simples ou multiples en relation avec les organismes constructeurs ou avec la macrofaune «classique» (Mollusques, Brachiopodes, Serpulid es, Bryozoaires et Crino ides),
- des micritisations, le plus souvent de type exolithique,
- des colonisations ou remplissages de cavit es d'organismes ou de dissolution,
- des buissons millimétriques à pluri-centrim triques,
- des fragments «bioclastiques»,
- des mattes ou des tapis,
- des d mes de type stromatolithique,
- des bindstones,
- des bafflestones.

Ces onze assemblages ne sont pas distribuées au hasard dans les sédiments, mais traduisent des environnements spécifiques. C'est de cette relation que va traiter le chapitre qui suit.

**MICROFLORE ET SEDIMENTATION****A.- LES SPONGIOSTROMATES (fig. 2)**

Les trois «genres» *Malacostroma* (1), *Spongiostroma* (2) et *Pycnostroma* (3) sont le mieux représentées dans la Formation du Mont d'Hauris   Beauraing et peuvent se comparer à ceux qui ont été mis en évidence dans la Grande Brèche (V3a) du Rocher des Grands Malades   Namur (Wolfowicz, 1983) et de la vallée de la Mollign e près de Dinant (Claeys, 1984; Mamet *et al.* 1985).

Ils constituent des croûtes ou «tapis» formés d'un tissu non structuré contenant de très nombreux p lo ides. Ils sont relativement abondants, mais vu les conditions particulières nécessaires à leur conservation (milieux très protégés), il est probable que leur importance quantitative, et par conséquent le rôle qu'ils ont joué dans la sédimentation, est sous-estimé.

Les Spongiostromides caractérisent les milieux confinés où les conditions physico-chimiques ne permettent guère de concurrence de la part des autres organismes. Ils sont communs

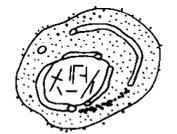
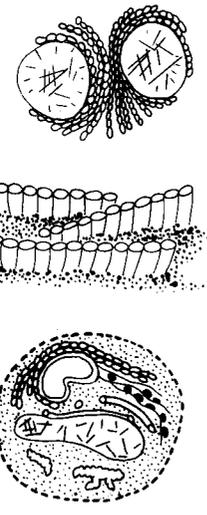
HABITUS DE CROISSANCE	RÔLE DANS LA SÉDIMENTATION	RÉPARTITION ET ABONDANCE	
	A - SPONGIOSTROMATES	Très abondant F. Nèvremont, F. Mont d'Haus Beuraing - Tailfer Aisemont	
	Tissus mous producteurs de péloïdes (bindstones) 1 - <i>Malacostroma</i> 2 - <i>Spongiostroma</i> 3 - <i>Pycnostroma</i>		
	B - POROSTROMATES	Rare surtout base et sommet F. Trois-Fontaines	
	Tapis algaires - platiers formant des pelôtes et lumps		
	Encroûtements multiples Enveloppes micritiques		Rare base F. Trois-Fontaines
 4 - Girvanelles	Oncolithes	Rare sommet Couvinien	
	Trames encroûtantes entre les débris fossilifères (bindstones) Stabilisation des débris	Peu commun base F. Trois-Fontaines, F. Mont d'Haus	
	Palissades filtrantes (bafflestones)	Peu commun - F. Nèvremont F. Trois-Fontaines Resteigne, Alvaux, Bell. - Betr., Tailfer, Aisemont	
	Dans les oncolithes ou dans les nodules, en association avec des Spongiostromates, <i>Bevocastria</i> , Girvanelles, Serpulidés et Wetheredelles	idem + F. Mont d'Haus (Beuraing)	

Fig. 2.- Habitus de croissance, répartition stratigraphique et rôle des Spongiostromates et Porostromates dans la sédimentation carbonatée du Givétien franco-belge.

dans les «Marbres» viséens du Boulonnais décrits par Derville (1931), et constituent l'élément essentiel de niveaux brèchiques épais de plusieurs dizaines de mètres (par exemple, la «Grande Brèche» du Viséen supérieur du Bassin de Namur, décrite par Wolfowicz, 1983 et Claeys, 1984).

Dans le Givétien (principalement Formation du Mont d'Hairs), leur rôle est plus modeste et on les rencontre le plus souvent *in situ* dans les faciès intertidaux et supratidaux proches de l'émersion. Lorsqu'ils sont en place, ils forment un boundstone à *fenestreae*, marqué par un biolitage diffus. Leur trame principale est assurée par l'association *Sphaerocodium*-Spongiostromide-Wéthéredelles - *Bevocastría* - *Aphralysia* (Mamet & Préat, 1985b).

Dans les faciès non brèchiques, les Spongiostromides se présentent sous forme de laminae composées de péloïdes assez comparables à ceux décrits par Solderman & Carozzi (1963) dans le Silurien du Wisconsin. Les lamines présentent un arrangement géométrique caractéristique suivant chaque espèce et sont le résultat d'un microclassement, ou bien de l'alternance de structures lâches et compactes (Gürich, 1906). A l'heure actuelle ce sont les Cyanophycées (Monty, 1967) qui édifient des laminites algaires (Bouroullac *et al.*, 1972). Cette interprétation pourrait s'appliquer aux Spongiostromides si l'on tient évidemment compte de tous les processus diagénétiques qui ont affecté le tissu organique primaire.

Se développant dans des milieux très confinés et proches de l'émersion, les Spongiostromides présentent de nombreuses craquelures irrégulières, remplies de sédiments internes et qui ont été observées par Shinn (1969) et comparées à des fentes de dessiccation. De plus, on observe des pseudomorphoses losangiques, rectangulaires ou carrés et du ciment fibreux jaune de plusieurs générations (croûtes de calcite brune palissadique d'une épaisseur moyenne de 100 µm, ciment drusique en grands cristaux). L'ensemble de ce ciment caractérisant une zone de mélange d'eaux météoriques et marines a été observé par Zankl (1971). Selon cet auteur, les Spongiostromides se développent dans les milieux tout à fait protégés soumis à l'influence des eaux douces.

Les Spongiostromides ont également été signalés dans des faciès «plus profonds» et plus ouverts : faciès d'avant-récif dans le Silurien de la Baie des Chaleurs au Canada (Bourque *et al.*, 1981) constitués d'une trame à Spongiostromates-Rénalcides liant des bioclastes de Cri-noïdes, Stromatoporoides, Coraux et Ostracodes.

## B.- LES POROSTROMATES (fig. 2)

Ils sont surtout représentés par les Girvanelles (4) et *Sphaerocodium* (5).

Pour les Girvanelles nous avons adopté la classification en quatre groupes de Mamet & Roux 1975 basée sur le diamètre interne des tubes. Nous avons ainsi reconnu *Girvanella wetheredii* Chapman 1908 et *G. problematica* Nicholson & Etheridge 1878. *G. staminea* Garwood 1891 est beaucoup plus rare.

Pour *Sphaerocodium*, les deux espèces les plus souvent rencontrées sont *S. magnum* Wray 1967 et *S. gotlandicum* Rothpletz 1908 *emend.* Wood 1948.

Quant aux Rectangulines, nous ne les citons ici que pour mémoire.

Parmi les Porostromates, ce sont bien entendu les Girvanelles qui sont citées par tous les auteurs, probablement parce qu'il s'agit d'une Algue très facile à reconnaître.

Pourtant, il s'agit d'une forme peu abondante dans le Givétien où elle est nettement supplantée par les Codiacees, parmi lesquelles *Bevocastría* qui est omniprésente dans les faciès protégés.

On n'observe que très rarement les Girvanelles *in situ*, car elles constituent des tapis flexueux qui n'offrent aucune résistance mécanique. Ces tapis, broutés par les Gastéropodes, produisent l'essentiel des pellets fécaux que l'on observe aussi bien dans les faciès de mer ouverte que dans les milieux protégés. Ces tapis sont également soumis à l'action des courants, qui même modérés, provoquent la désarticulation des tubes et sont à l'origine d'une partie des lumps de toutes dimensions que l'on observe fréquemment dans le Givétien. Ces péloïdes sont comparables aux «pelotons de Girvanelles» dont la micritisation complète aboutit aux «pellets de micrite» décrits par Poncet (1976) dans les faciès carbonatés d'arrière-récif de l'Eodévonien du Massif Armoricaïn. Les Girvanelles sont donc généralement remaniées, aussi bien dans le cas du Givétien que de l'Eodévonien cité ci-dessus, et les péloïdes qui en résultent traduisent une sédimentation contrôlée par une énergie modérée dans un milieu infratidal.

Les Girvanelles se présentent également sous forme d'encroûtements multiples sur des supports formés par des bioclastes d'organismes constructeurs, de Gastéropodes ou de valves isolées de Brachiopodes. Elles sont parfois associées à *Sphaerocodium*, *Bevocastría* et des Spongiostromates avec lesquels elles participent à l'élaboration d'oncolithes composites. Dans la majorité de ces cas, les Girvanelles ne constituent pas l'élément majeur de l'association (sauf peut-être dans le sommet de Couvinien de la région de Wellin). Elles participent également à des trames qui encroûtent et stabilisent progressivement des buissons formés de thalles d'Algues géantes

(Mamet & Préat, 1982, 1983; et Préat *et al.*, 1984). Elles sont également pr esentes dans les enveloppes micritiques. Nous n'avons cependant jamais observé de manière convaincante de Girvanelles perforantes, formes souvent citées dans la littérature.

Les *Sphaerocodium* (5) : par comparaison à l'abondance des Codiacées et des Pal ob r eselles, *Sphaerocodium* n'est pas très important en ce qui concerne la production de carbonates dans le Givétien; il est toutefois ubiquiste.

Au bord sud du Bassin de Dinant, il est représenté à la base de la Formation de Trois-Fontaines dans le premier complexe récifal de Resteigne (Préat *et al.*, 1984). Ailleurs il n'est que sporadique (Baileux, Jemelles ...)   la base du Givétien. Il est, par contre, mieux représenté au bord nord du Bassin de Dinant et dans l'ensemble du Bassin de Namur, où il peut ériger des buttes métriques de bafflestones   *Sphaerocodium* - *Aphralysia* - *Bevocastria* - Eponges passant latéralement à des wackestones et des packstones   Gastéropodes et P l cypodes correspondant à un milieu de lagon ouvert (Mamet & Préat, 1985b). Ces buttes métriques caractérisent le Givétien Inférieur de la région d'Alvaux (bord nord du Bassin de Namur). Des niveaux comparables, mais ne formant pas de buttes, s'observent également au bord nord du Bassin de Dinant dans les carrières situées à proximité de Bavay où cinq niveaux sont présents. Mentionnons enfin l'existence d'un niveau à *Sphaerocodium* dans le Givétien Inférieur d'Aisemont au bord sud du Bassin de Namur. Dans l'ensemble de ces régions, les *Sphaerocodium* sont localisés à la base du Givétien.

Les *Sphaerocodium* assurent trois rôles :

(i) ils sont présents dans des buissons algaires constitués d'Algues phylloides et de Dasycladacées géantes (Préat *et al.*, 1984) sous forme de palissades continues filtrantes (bafflestones) associées aux *Bevocastria* et aux Girvanelles entre les «feuilles» des Algues géantes;

(ii) ils forment une trame continue (bindstone) qui s'insère entre les bioclastes de macrofaune (Coraux, Stromatopores, ...) et les Eponges. Ils sont alors fréquemment associés aux Serpulidés (dont *Trypanopora*);

(iii) lorsque le milieu devient plus agit , les *Sphaerocodium* participent avec *Bevocastria* - *Wetheredella* et parfois *Girvanella*   des oncolithes complexes de bindstones et de boundstones.

*Sphaerocodium* est également très souvent cité dans la littérature qui souligne son abondance dans tout le Pal ozoique. Il peut, par exemple, former des nodules algaires en association avec

*Spongiostroma* dans les sédiments «intra-récifs» du Silurien du Gotland (Hadding, 1959). Cette association s'observe également dans le Givétien Inférieur d'Alvaux. Les *Sphaerocodium* participent fréquemment à l'élaboration d'oncolithes dans le Silurien et le Dévonien d'Allemagne, du Maroc, d'Australie (Flügel & Wolf, 1969) et du Canada (Mamet *et al.*, 1984). Il est un élément important dans l'édification de récifs de l'Alberta (Machielse, 1972) et du Silurien du nord de l'Europe (Riding, 1981) où il est en association avec *Wetheredella*. Il est également bien connu du Frasnien de la Belgique (Tsien, 1979; Biron *et al.*, 1983).

Les *Rectangulines* (6) : elles ne s'observent qu'exceptionnellement et se présentent sous forme de pelotes ou de petits fragments dans les faciès protégés d'arrière-récif. Leur rôle est insignifiant.

### C.- LES CODIACEES NODULAIRES (fig. 3)

Elles sont très abondantes et relativement diversifiées. Par ordre d'importance décroissante on observe *Bevocastria* (7) et *Ortonella* (8) suivies de *Garwoodia* (9), *Pseudohedstroemia* (10) et *Mitcheldeania* (1).

#### 7 *Bevocastria* :

La microflore givétienne est en fait dominée par les Codiacées parmi lesquelles *Bevocastria*, bien que rarement citée dans la littérature, se révèle omniprésente dans les faciès protégés d'arrière-récifs (Alderson, 1980; Préat & Boulvain, 1982; Mamet *et al.*, 1982; Mamet & Préat, 1982, 1983, 1985a, 1985b; Szalai, 1982; Lorf bvre, 1983; Préat *et al.*, 1984; Préat *et al.*, 1985).

*Bevocastria* se présente sous plusieurs formes :

(i) masses nodulaires composites ou en feutrages successifs en association avec des *Ortonelles*, des Bryozoaires Cténostomates, des Eponges et des birdseyes tubulaires et filiformes;

(ii) oncolithes complexes en association avec des Eponges, des Wéthéredelles, des Spongiostromides, de Serpulides et parfois des *Sphaerocodium*, Bryozoaires encroûtants et Girvanelles;

(iii) galettes ou nodules plats avec Eponges et *Sphaerocodium*. Cette forme est parfois incrustante lorsqu'elle se développe sur un support stable (buisson d'Algues géantes, coquilles de Brachiopodes);

(iv) enveloppes micritiques;

(v) platiers formés de tapis stabilisant le sédiment en association avec les Spongiostromides;

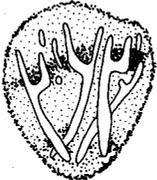
HABITUS DE CROISSANCE	RÔLE DANS LA SÉDIMENTATION	RÉPARTITION ET ABONDANCE
	C - CODIACÉES NODULAIRES	Très abondant
	Nodules dans les lagons En lumps, production de carbonates	
	Encroûtements et oncolithes simples ou complexes avec <i>Sphaerocodium</i> , <i>Ortonella</i> , <i>Mitcheldeania</i> , Eponges, <i>Wetheredelles</i> , <i>Serpulidés</i> , <i>Girvanelles</i> , <i>Spongiostromides</i> En lumps, production de carbonates	
	Trames encroûtantes avec des Eponges (bindstones) + (Cténostomates) En lumps, production de carbonates	Très abondant F. Trois-Fontaines
7 - <i>Bevoastria</i>		Très abondant F. Mont d'Haur et F. Fromelennes Beauraing, Sourd d'Ave
8 - <i>Ortonella</i>	Nodules isolés dans les lagons Oncolithes complexes avec <i>Bevoastria</i>	Peu fréquent
	Nodules isolés dans les lagons	Rare
9 - <i>Garwoodia</i>		
	Encroûtements dans bindstones Palissades filtrantes Oncolithes et nodules	Peu fréquent
10 - <i>Pseudohectstroemia</i>		
	Nodules asymétriques isolés Production de carbonates (lagon)	Peu fréquent F. Trois-Fontaines
11 - <i>Mitcheldeania</i>		

Fig. 3. - Habitus de croissance, répartition stratigraphique et rôle des Codiacées nodulaires dans la sédimentation carbonatée du Givétien franco-belge.

(vi) trame encroûtante formant des boundstones;

(vii) péloïdes algaires à structure microsparitique lâche résultant de la dissolution des Algues et/ou de la préservation des fins birdseyes;

(viii) édifices «stromatolithiques», en association avec *Sphaerocodium* - *Aphralysia* - Eponges.

*Bevocastría* présente donc une écologie assez semblable à celle de *Sphaerocodium* (bindstone, boundstone, oncolithe), mais n'est pas capable, comme ce dernier, de former des palissades érigées (bafflestones). *Bevocastría* est moins ubiquiste que *Sphaerocodium* et caractérise principalement les milieux lagunaires protégés d'arrière-récifs et de faible profondeur.

*Bevocastría* est également bien représentée dans des faciès comparables du Silurien de la Baie des Chaleurs au Canada (Bourque *et al.*, 1981) et de l'île d'Anticosti du Québec (Gauthier & Mamet, 1981), de l'Ordovicien moyen d'Amérique du Nord (Mamet *et al.*, 1984), du Givétien du nord de la France (Le Maître, 1930), du Frasnien de Belgique (Tsien, 1979; Naisse, 1984; Perez, 1984), du Carbonifère inférieur d'Angleterre (Riding, 1983), du Paléozoïque de l'Arctique canadien (Roux, 1979).

#### 8 *Ortonella* :

Nettement moins abondante que *Bevocastría*, cette Algue ne joue pas un rôle important. Les Ortonelles se présentent souvent sous forme de nodules asymétriques constitués de tubes formant des touffes en éventail dans les milieux lagunaires calmes. Lorsque le milieu est un peu plus agité, les Ortonelles sont sous forme de débris isolés (péloïdes, lumps) dans la matrice du sédiment. Accessoirement elles participent à l'élaboration d'oncolithes. La répartition écologique de cette Algue est assez comparable à celle de *Bevocastría*.

#### 9 *Garwoodia* :

Elle présente les mêmes caractéristiques que les Ortonelles, mais est beaucoup plus rare, se présentant sous forme de nodules isolés.

#### 10 *Pseudohedstroemia* :

Peu abondante, elle forme des nodules isolés dans les milieux lagunaires. Elle participe parfois à l'élaboration d'oncolithes complexes avec *Bevocastría* - *Ortonella* - Eponges.

#### 11 *Mitcheldeania* :

Egalement peu représentée, elle s'observe sous forme de nodules asymétriques isolés dans les milieux calmes.

Signalons également que *Mitcheldeania* est abondante, en Belgique, dans les faciès lagunaires

du Frasnien inférieur du bassin de Dinant (Naisse, 1984; Perez, 1984) et relativement abondante dans les mêmes faciès du sommet du Tournaisien et de la base du Viséen de ce même bassin (Cnudde & Mamet, 1983).

Les Codiacées nodulaires, entièrement dominées par *Bevocastría* indiquent des milieux infratidaux de lagons protégés à très protégés. Avec l'augmentation du confinement qui devient plus important vers le sommet du Givétien (Formation du Mont d'Hairs *pro parte* et Formation de Fromelennes), l'association ou la diversité des Codiacées nodulaires se réduit, et seule, *Bevocastría* est présente, le plus souvent en trame continue dans le sédiment (bindstone), ou en encroûtement systématique des Amphipores (encroûtements et oncolithes). La dissolution des Eponges, qui leur sont généralement associées, est à l'origine des très nombreux birdseyes, le plus souvent filiformes, présents dans ces faciès. Dans les zones les plus confinées (dolomies pénécemporaines, sulfates), *Bevocastría* est associée aux Spongiostromides sous forme de platiers constituant des laminites cryptalgaires (Aitken, 1967; Monty, 1976), dont la dessiccation et/ou la dissolution sont à l'origine de la formation *in situ* de très nombreux lumps ou péloïdes.

#### D.- LES CODIACEES MASSIVES (fig. 3)

Celles-ci sont uniquement représentées par les *Poncetellina* Mamet & Roux 1984 (12). Ces très grandes formes sont constituées par une masse solide de tubes à ramifications multiples. Originellement considérées comme des Solénopores (Poncet, 1971) et possédant d'ailleurs une morphologie assez voisine, Mamet et Roux les ont transférées aux Codiacées (1983).

On les observe en assez grand nombre, mais souvent «déracinées», cassées et micritisées dans les couches de transition du Couvinien Supérieur au Givétien Inférieur (région de Wellin, Fonds des Vaux).

#### E. LES CODIACEES-UDOTEACEES ERIGEEES (fig. 4).

Les Codiacées érigées ont récemment fait l'objet d'un important travail collectif (Bassoullet *et al.*, 1983) au terme duquel les Udotéacées sont redéfinies de la façon suivante : «Ce sont des Algues Chlorophycées - Siphonées, à thalle non cloisonné, ramifié ou non, formé de filaments plus ou moins anastomosés, et généralement intriqués au point de constituer de faux tissus, plus ou moins différenciés en zones corticale (cortex) et médullaire (médulla). Chez les formes fossiles, les parties externes sont incrustées de calcaire et les organes de reproduction ne sont généralement

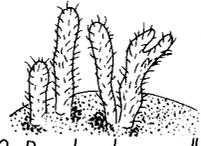
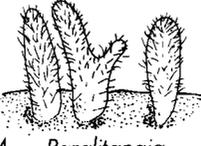
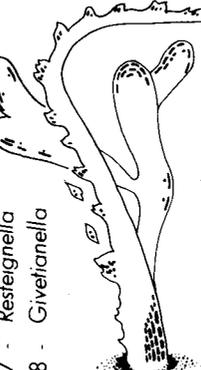
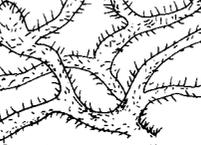
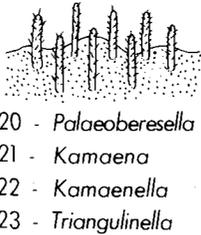
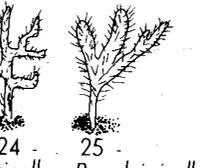
HABITUS DE CROISSANCE	RÔLE DANS LA SÉDIMENTATION	RÉPARTITION ET ABONDANCE
 <p>13 - <i>Pseudopalaeoporella</i></p>	<p>E - CODIACÉES UDOTÉACÉES ÉRIGÉES</p> <p>Prairies ou buttes carbonatées en milieu ouvert péri-récifal Production de grains carbonatés</p>	<p>Bioclastes à la base de la F. Trois-Fontaines et au sommet du Couvinien</p>
 <p>14 - <i>Paralitanaia</i></p>	<p>idem</p>	<p>idem</p>
 <p>15 - <i>Lanicula</i> 16 - genre nouveau</p>	<p>idem ?</p> <p>Grains carbonatés bioclastiques</p>	<p>Sommet du Couvinien</p>
 <p>17 - <i>Resteignella</i> 18 - <i>Givetianella</i></p>	<p>F - " PHYLLOÏDES "</p> <p>Buissons "phylloïdes" Mounds (bafflestones) Cimentation hâtive, formant buissons protecteurs</p>	<p>Base F. Trois-Fontaines En place, uniquement dans le premier complexe récifal (Resteigne)</p>
	<p>G- DASYCLADACÉES RAMEUSES</p> <p>Encroûtements et supports Cimentation hâtive Production de carbonates</p>	<p>Base F. Trois-Fontaines En place dans le premier complexe récifal (Resteigne) et le sommet du Couvinien ? (Wellin) En fragments dans le 2ème complexe récifal (Resteigne)</p>
 <p>19 - <i>Vermiporella</i></p>	<p>Grains bioclastiques</p>	<p>Rare</p>
 <p>20 - <i>Palaeoberesella</i> 21 - <i>Kamaena</i> 22 - <i>Kamaenella</i> 23 - <i>Triangulinella</i></p>	<p>H- PALEOBÉRESÉLLES - ISSINELLES</p> <p>Edification de monticules Bafflestones : pièges à sédiments Production de carbonates</p>	<p>Très abondant à tous les niveaux, surtout lagunaires</p>
 <p>24 - <i>Issinella</i> 25 - <i>Pseudoissinella</i></p>	<p>Dasycladacées ? en manchon</p> <p>idem</p>	<p>idem</p>

Fig. 4.- Habitus de croissance, répartition stratigraphique et rôle des Codiacées-Udotacées, Phylloïdes et «Dasycladacées» dans la sédimentation carbonatée du Givétien franco-belge.

pas connus». Dans la série étudiée, deux nouveaux genres d'Udotéacées ont été créés.

(i) Le genre *Paralitanaia* Mamet & Prétat 1985 (14) dont le type du genre et de l'espèce est *Paralitanaia baileuxensis* n. sp. Mamet & Prétat 1985. Le thalle est composé de segments cylindriques continus, constitués d'une partie centrale avec de gros tubes entremêlés et d'une partie périphérique où les tubes centraux donnent naissance à de fins tubes radiaux subparallèles, à insertion légèrement oblique et qui sont subcylindriques avec un faible accroissement du diamètre vers la périphérie. On trouvera dans Mamet & Prétat (1985a) une comparaison de ce genre avec les trois Udotéacées - Codiacées (*Dimorphosiphon*, *Dimorphosiphonoides* et *Litanaia*) qui s'en rapprochent le plus.

(ii) Le second genre nouvellement créé est le genre *Pseudopalaeporella* Mamet & Prétat 1985 (13) dont le type du genre et de l'espèce est *Palaeporella lummatonensis* (Elliot, 1961). Thalle composé de segments cylindriques continus, avec une zone médullaire et une gaine radiaire importante. Plusieurs tubes centraux desquels s'élèvent sous un angle aigu de nombreux latéraux à double et triple dichotomie simple. Les rameaux s'ouvrent vers l'extérieur par un élargissement en forme de trompette. Notre taxon se rapproche des Paléoporelles ordoviciennes et siluriennes; il s'en différencie par le nombre de tubes centraux, par la forme des tubes latéraux et par l'absence d'une gaine externe de fins rameaux de dichotomie d'ordre quatre (on trouvera plus de détails dans Mamet & Prétat, 1985a).

(iii) Une nouvelle espèce de *Lancicula* et un troisième genre qui reste à nommer sont à ajouter à cette liste (15 et 16).

Les Codiacées érigées sont représentées uniquement à la base du Givétien et s'observent en proportions variables dans le même type d'environnement marquant le passage du Couvinien au Givétien dans une bande continue qui s'étend sur une soixantaine de kilomètres dans le Bassin de Dinant. Elles sont associées aux faciès péri-récifaux (packstones, grainstones, floatstones et rudstones) de moyenne à haute énergie, riches en Coraux, Stromatopores, Bryozoaires et Echinodermes. Aucun boundstone n'a été observé et les thalles ne sont jamais en place (Mamet & Prétat, 1985a). Ces Codiacées s'observent sous forme de grains remaniés, souvent micritisés. Comme les Udotéacées ne sont qu'imparfaitement calcifiées, c'est ce processus de micritisation précoce qui a préservé la morphologie originale.

L'abondance de *Paralitanaia baileuxensis* Mamet & Prétat 1985 et de *Palaeporella lummatonensis* (Elliot, 1961) est très variable, les deux genres formant jusqu'à la moitié des

constituants figurés du sédiment. Ces Algues semblent se répartir suivant une certaine «constance latérale». Cette distribution est trompeuse et elle ne reflète que la très grande continuité sédimentologique de la plate-forme givétienne.

Dans la sédimentation actuelle, Wray (1977) rapporte dans des milieux péri-récifaux de haute énergie comparables à ceux décrits ici, l'association des Codiacées articulées avec de nombreuses Algues rouges. Ces dernières ne sont représentées au Givétien Inférieur que par quelques rares Solénoporacées isolées qui ne jouent aucun rôle dans la sédimentation.

Par analogie avec d'autres Codiacées semblables, *Dimorphosiphon*, *Palaeporella* Bourque et al., 1981), *Dimorphosiphonoides*, *Lowvillia* (Mamet et al., 1984), les Codiacées-Udotéacées du Givétien devaient former des buttes ou des prairies jouant le rôle d'un bon filtre à sédiments (bafflestones).

## F.- CODIACEES ? PHYLLOIDES

Le terme réunit des microflore appartenant à des phylla bien différents (voir Mamet & Prétat, 1983 pour une discussion des *Archaeolithophyllum*, *Eugonophyllum*, *Neoanchicodium*, *Ivanovia*, *Calcifolium*). Il apparaît que le terme de «phylloïde» est une convention utile en géologie, mais qu'il réunit artificiellement des taxons d'origines diverses qui n'ont en commun que la morphologie particulière en buissons foliacés (Pl. 1: 1-5; Pl. 2: 1-6; in Mamet & Prétat, 1983).

La première «phylloïde» connue du Dévonien est le genre *Resteignella* Mamet & Prétat 1983 (type du genre *Resteignella resteignensis* Mamet & Prétat 1983). Le thalle en forme de buisson est composé de grandes plaques calcifiées asymétriques («feuilles»). Chaque plaque présente une base relativement plane ou légèrement ondulante et un sommet irrégulier composé de touffes grossièrement perforées par des pores buissonnants. Ces touffes sont disposées d'une façon soit aléatoire, soit en files donnant une disposition grossièrement quadratique. La calcification du thalle est incomplète. La cimentation des cavités laissées par pourrissement du tissu est pénécemporaine, toujours précoce. La morphologie des cellules de base est très difficile à déterminer. Peut-être s'agit-il de cellules subhexagonales? Dans la plupart des cas, elles sont oblitérées et remplacées par du ciment drusique en palissade. Dans les touffes sommitales, des tubes rayonnants sont mieux préservés. Ils sont d'insertion oblique.

Notre propos est de suggérer ici, qu'en association avec d'autres Algues, on observe dans

le Givétien Inférieur des plaques calcifiées qui se rapportent aux Phylloïdes. De plus, nous pensons que la croissance des Givétianelles encroûtées postérieurement par *Sphaerocodium* - *Girvanella* - *Bevocastria* - *Tharama* - *Frutexitis* est conditionnée par l'existence préalable de ces «feuilles» carbonatées qui ont formé des faciès protégés. Les Givétianelles s'ancrent sur les *Resteignella* dont la cimentation hâtive du thalle forme une charpente d'une grande solidité. C'est cette cimentation précoce qui est responsable de la formation d'un boundstone, un phénomène, qui comme nous venons de le voir, est fréquemment observé dans le Carbonifère et le Permien et que nous reconnaissons ici dans le Dévonien.

Bien que n'ayant encore jamais été reconnues dans la littérature, les Resteignelles semblent cependant s'inscrire dans une évolution séquentielle assez comparable à celle d'autres Algues phylloïdes du Carbonifère (Heckel & Cocke, 1969; Toomey & Babcock, 1983) qui ont colonisé un milieu devenu très peu profond au terme d'une accretion littorale. Ce phénomène pourrait s'étendre au Couvinien où de très nombreuses buttes carbonatées n'ont encore jamais fait l'objet d'études détaillées.

## G.- LES DASYCLADACEES RAMEUSES

(fig. 4)

Les Dasycladacées ne sont guère diversifiées et se réduisent à deux genres.

Les *Vermiporella* (19) sont rares et se présentent en fragments de thalles désarticulés difficilement identifiables. Leur rôle s'est limité à assurer une production carbonatée locale. Les Vermiporelles n'ont certainement pas formé au cours du Givétien des complexes de bafflestones importants, comparables à ceux de l'Ordovicien Moyen d'Amérique (Mamet *et al.*, 1984).

Les *Givetianella* (18) sont des Algues «géantes» abondantes à la base de la Formation de Trois-Fontaines dans la région de Resteigne et de Wellin (Pl. 1 et Pl. 2) *in* Mamet & Préat (1982); Pl. 1 : 4; Pl. 2 : 1-4 *in* Mamet & Préat (1983). Une diagnose du taxon se résume comme suit : Thalle grossièrement cylindrique, rameux, dichotome, de très grande taille. Cavité médullaire très importante, avec un manchon réduit, mal calcifié. Le manchon est criblé de rameaux perpendiculaires à la médulla. Ces rameaux sont constitués par une succession de (deux ? ou) trois corps sphériques qui communiquent par un goulet étroit avec un cylindre court (pastille) vers le milieu externe. On trouvera dans Mamet & Préat (1982) une comparaison avec les Vermiporelles et avec *Epimastopora* «Pia» 1922).

Il faut remarquer que la taille de cette Dasycladacée est remarquable, les fragments centimétriques n'étant pas rares.

C'est surtout dans le premier complexe récifal que les Givétianelles s'observent en abondance. Elles constituent l'élément essentiel de boundstones à *Fenestrae* en association avec des nodules de Spongiaires. Des Réceptaculidés, des *Sphaerocodium* ainsi que de nombreuses épiphytales (*Tharama*, *Frutexitis*?) sont associés à ce microfaciès. Les cavités sont remplies par un wackestone bioturbé à bioclastes de Crinoïdes, d'Ostracodes, de Gastéropodes et de Tabulés. Les *Sphaerocodium* peuvent également constituer un élément important de la trame récifale et développer de véritables bindstones. Toutes ces Algues ont érigé des boundstones à trame ouverte où le réseau des cavités a été rapidement comblé par du sédiment et cimenté.

La présence de ces faciès à Givétianelles dans des biostromes pourrait correspondre à leur stabilisation lors de phases d'arrêt du démantèlement. C'est lors de ces phases d'arrêt que se développent des complexes de bafflestones-bindstones érigés à partir de la protection de buissons de *Resteignella* (Mamet & Préat, 1983). Ces Algues phylloïdes (?) jouent le rôle d'un filtre et servent de support aux thalles de Givétianelles qui vu leurs dimensions exceptionnelles et le fait qu'elles soient érigées, n'auraient pas pu se fixer directement dans la vase. Les Givétianelles forment un réseau fortement anastomosé à l'intérieur de l'espace libre entre les feuilles des Algues Vertes (Préat *et al.*, 1984).

La présence de fragments de Givétianelles dans les faciès lagunaires très protégés associés au second complexe récifal confirme pour l'essentiel les conditions paléocéologiques mises en évidence dans le premier complexe récifal : milieu (temporaire?) d'arrière-récif, agitation faible à modérée, très faible profondeur et salinité normale.

En ce qui concerne les conditions paléoclimatiques qu'elles sont susceptibles de nous suggérer, il faut d'abord faire remarquer, qu'en toute logique, c'est l'espèce et non le groupe ou la «tribu» qui constitue l'unité écologique de base significative d'un environnement particulier. Nos déterminations ne descendent jamais à un niveau taxonomique si bas. Une telle précision dans la détermination ne nous serait d'ailleurs pas d'un grand secours étant donné que toutes les espèces du Givétien sont depuis longtemps éteintes. Il n'empêche que la plupart des espèces actuelles de Dasycladacées vivent dans des milieux similaires à bien des points de vue (Wray, 1977): température le plus souvent tropicale à subtropi-

cale allant jusqu'au tempéré, zone euphotique, salinité souvent normale, bien que certaines espèces en tolèrent de fortes variations, énergie du milieu faible.

#### H. LES DASYCLADACEES?-PALEO-BERESSELLES ET ISSINELLES (fig. 4)

Les Paléobéréselles (*Palaeoberesella* (20), *Kamaena* (21), *Kamaenella* (22), *Triangulinella* (23)) et Issinelles (*Issinella* (24), *Pseudoissinella* (25)) sont, tout comme les Codiacées, très abondantes à tous les niveaux et particulièrement dans les faciès lagunaires (se reporter aux références bibliographiques consacrées aux Codiacées). Elles n'ont jamais été observées dressées *in situ*, mais se présentent le plus souvent basculées, couchées et orientées par les courants. D'une manière générale, les thalles sont entiers dans les milieux protégés. Elles sont au contraire fortement brisées et remaniées dans les bancs algaires, situés plus au large en milieu marin franc, dont elles constituent souvent l'élément principal. Ces bancs algaires sont très semblables à ceux décrits par Mamet (1976) dans le Carbonifère des Cordillères canadiennes («Fore-Front of Banks»; Open-Shelf Environment, op. cit., p. 7).

Dans les faciès lagunaires du Givétien, les Paléobéréselles sont principalement associées aux Calcisphères, aux Codiacées nodulaires (*Bevocastria* principalement), aux *Labyrinthocnus*, aux *Bisphaera - Cribrosphaeroides*, aux Proninelles, aux Mollusques et aux Ostracodes ainsi qu'à certains *incertae sedis* tels *Evlania* et *Vasicekia*. Elles sont également très abondantes dans les loférites.

Les Kamaénidés sont parfois tellement abondantes qu'elles s'entrelacent, s'enchevêtrent en un «boundstone» typique de certains lagons de la Formation de Trois-Fontaines (Préat & Boulvain, 1982; Préat *et al.*, 1985). De tels boundstones ont déjà été reconnus dans du matériel givétien de Tchécoslovaquie (Mamet & Roux, 1974). Les Issinelles, et dans une moindre mesure les Pseudoissinelles, constituent le plus souvent des trames, remaniées en packstones et en grainstones à péloïdes à partir du démantèlement de bafflestones.

En conclusion, les Paléobéréselles, relativement fragiles et donc rapidement désarticulées sont cependant plus rigides que les Girvanelles et que les Codiacées et forment ainsi, aux niveaux où elles abondent, une trame qui filtre et piège les sédiments. Elles jouent un rôle très actif dans la sédimentation carbonatée dont elles constituent une source de production.

Elles sont également très abondantes dans le Carbonifère inférieur du Bassin de Dinant (Cnudde & Mamet, 1983) où elles présentent la même écologie, de même que dans le Paléozoïque d'Amérique du Nord (Mamet & Roux, 1974). Leur association avec les Codiacées (Wilson, 1975; Wray, 1977) et avec les loférites (Mamet, 1972b) a déjà été signalée à de nombreuses reprises. Il est par contre très étonnant qu'elles n'aient jamais été reportées dans le Frasnien de la Belgique.

#### I.- CHLOROPHYCEES (?) DOUTEUSES

- *Les Aphralysia* (26) : Algue peu représentée; elle participe avec *Bevocastria - Sphaerocodium* - Eponges à l'élaboration d'oncolithes complexes. Elle est très rarement associée aux Spongiostromides et présente le même habitus que dans la «Grande Brèche» viséenne de Namur (Wolfovicz, 1983), où elle est un peu plus abondante. *Aphralysia* semble caractériser les milieux protégés proches de l'émersion;

- *Les Sphaeroporelles* (27) : Egalement peu abondantes, elles se présentent en encroûtements multiples sur des supports isolés (le plus souvent coquilles de Mollusques) ou participent de manière modeste à l'élaboration d'oncolithes.

#### J. LES RHODOPHYCOPHYCEES - LES SOLENOPORES (fig. 5)

Les Algues rouges sont très mal représentées par quelques fragments de Solénoporacées et en particulier de *Solenopora* (28). Cette rareté s'explique en partie par le fait qu'il n'y a pas au Givétien de vrais récifs (au sens moderne du terme), ni guère de crêtes récifales où se développent généralement les Algues rouges (Wray, 1967; Flügel, 1982; Mamet *et al.*, 1984). Nous n'avons pas non plus observé ces Algues rouges dans les faciès de mer ouverte du Givétien, faciès particulièrement favorables à leur développement (Ginsburg *et al.*, 1971; Wilson, 1975; Wray, 1977; Flügel, 1982) comme c'est par exemple le cas dans le Silurien d'Amérique du Nord (Mamet *et al.*, 1984) ou le Carbonifère inférieur de la Téthys occidentale (Mamet & Roux, 1977). Dans le Dévonien de même âge, elles sont abondantes dans les faciès carbonatés récifaux et de mer ouverte d'Australie (*Parachaetetes, Solenopora* Wray, 1967) ou du Canada (*Parachaetetes, Keega*, Machielse, 1972). Elles sont également connues du Frasnien de Belgique (Tsien, 1979; Naisse, 1984; Perez, 1984) où elles sont associées aux faciès de mer ouverte.

L'absence de Solénopores dans nos échantillons ne peut s'expliquer pour des raisons de non

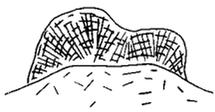
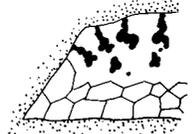
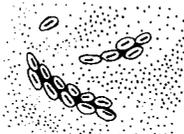
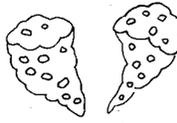
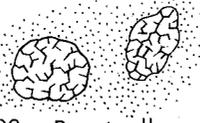
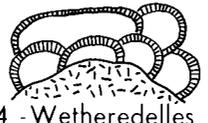
HABITUS DE CROISSANCE	RÔLE DANS LA SÉDIMENTATION	RÉPARTITION ET ABONDANCE
 28 - <i>Solenopora</i> ?	J - ALGUES ROUGES - SOLENOPORES Fragments	Exceptionnel
 29 - <i>Tharama</i> ? - <i>Frutexites</i>	K - ALGUES ROUGES ? ÉPIPHYTES En buissons dans les carbonates cavités ultimes	Peu fréquent F. Trois-Fontaines premier et deuxième complexes récifaux
 30 - <i>Renalcis</i>	L - ALGUES ? INCERTAE SEDIS En buissons d'individus isolés dans matrice micritique Bafflestones	Peu abondant sauf au Couvinien supérieur
 31 - <i>Nostocites</i>	En chaînes palissadiques , généralement désarticulées Lagon et milieux ouverts	Peu abondant
 32 - <i>Labyrinthoonus</i>	Production de carbonates dans les lagons Individus isolés érigés	Localement abondant , surtout dans la F. Trois-Fontaines
 33 - <i>Proninellas</i>	idem	Très commun
 34 - <i>Wetheredelles</i> - <i>Sphaeroporelles</i>	Encroûtements , souvent en associations avec les Codiacées nodulaires et les Spongiostromates	Commun
 35 - <i>Asphaltines</i>	Encroûtements bioclastes Surtout milieux ouverts	Commun

Fig. 5. - Habitus de croissance, répartition stratigraphique et rôle des Algues Rouges et *Incertae Sedis* dans la sédimentation carbonatée du Givétien franco-belge.

fossilisation, car ces Algues sont parmi celles qui se conservent le mieux (Wilson, 1975).

D'autre part, la relative abondance des rudstones dans l'ensemble des biostromes ou des complexes récifaux du Givétien, et surtout dans le premier complexe récifal de la Formation de Trois-Fontaines du bord sud du Bassin de Dinant, peut également s'expliquer par l'absence des Algues rouges qui normalement auraient (bio)-lié entre eux les différents constituants de «récifs» et en auraient ainsi empêché le démantèlement.

#### K.- LES ALGUES ROUGES-EPIPHYTES (Fig. 5)

*Tharama* et *Frutexitis* (29) sont des Algues d'origine douteuse, à rapporter probablement aux Rhodophycophytes. Elles sont peu abondantes, formant des buissons colmatant des cavités ultimes sombres (Préat *et al.*, 1984) dans le premier complexe récifal de Resteigne ou complètement démantelées et sous forme de petits amas dans le second complexe récifal de Resteigne (Préat *et al.*, *op. cit.*) et d'Olloy-sur-Viroin (Préat *et al.*, 1985). Ces épiphytes peuvent jouer le rôle d'un filtre à sédiment.

#### L.- ALGUES? INCERTAE SEDIS (fig. 5)

Notre groupement arbitraire des sept taxa *Renalcis* (30), *Nostocites* (31), *Labyrinthoonus* (32), *Proninella* (33), *Wetheredelles* (324), *Asphaltines* (35) et *Palaeomicrocodium* (36) est à la mesure de notre ignorance. Ces genres n'ont évidemment rien à voir l'un avec l'autre et leur appartenance au domaine botanique reste à prouver. Il n'empêche que ces *incertae sedis* sont ubiquistes, qu'ils jouent des rôles semblables à ceux joués par des Algues certaines, et qu'ils méritent donc notre attention.

##### 30. *Renalcis* :

Localement très abondantes dans le sommet du Couvinien et la base du Givétien de la région de Wellin (fig. 1), les *Renalcis* présentent les mêmes caractéristiques mises en évidence par Mamet & Roux (1983) dans un excellent matériel provenant d'Australie. Une analyse fouillée de l'ensemble des figurations présentes dans la littérature permet à ces deux auteurs de penser que les thalles du type *Renalcis*, *Shuguria*, *Chabakovia* et *Izhella* ne sont en fait que des formes de croissance d'un seul et même organisme, en l'occurrence *Renalcis*.

Peu représentée au Givétien, elle est très abondante au sommet du Couvinien («Co2d») de la région de Wellin où elle se présente sous forme de petits buissons d'individus isolés associés à de petits build-ups dans la matrice micritique avec

différents bioclastes de macrofaune. *Renalcis* pouvait élever des colonies assez rigides et probablement constituer un bon filtre.

L'analyse de la littérature concernant le rôle de *Renalcis* dans la sédimentation carbonatée ainsi que sa signification écologique fait apparaître de nombreuses divergences : certains auteurs (Wray & Playford, 1970; Toomey *et al.*, 1970...) estiment que ces colonies indiquent un milieu récifal de haute énergie. D'autres (Tsien, 1971; Tsien & Dricot, 1977) placent *Renalcis* dans les milieux calmes peu profonds (Machielse, 1972; Tsien, 1977) ou profonds («micrite à *Renalcis*» de zone profonde (Mountjoy & Jull, 1975). Tourneur (1981) les décrit également dans les biohermes frasniens du bord sud du Bassin de Dinant et leur attribue un rôle de «charpente» et de «biocemenstones».

##### 31. *Nostocites*

Peu abondante dans le Givétien, *Nostocites* se présente sous forme de petites chaînes palissadiques constituées de cellules généralement désarticulées ou groupées par deux ou trois. *Nostocites* est associée aux faciès récifaux et lagunaires.

##### 32. *Labyrinthoonus*

Langer décrit en 1979, une série de Microproblematica du Givétien d'Allemagne, auxquels il n'a pas attribué de position systématique. Parmi ceux-ci, on note une nouvelle famille, les Labyrinthoonidae, famille à laquelle ni ordre, ni phylum n'est proposé.

Mamet *et al.* (1982) ont montré que *Labyrinthoonus* est un microfossile commun dans le Givétien de la Belgique, que la constitution de sa muraille est semblable à celle des Stachéines et qu'il ne peut être confondu avec un Foraminifère.

Langer note qu'une affinité avec les Eponges Pharétronnes n'est guère probable vu l'absence de cloaque (spongocoel) et de canaux différenciés. C'est toutefois l'attribution préférée par Termier *et al.* (1977) qui ont créé les «pseudo-Algues». Il ne reste, par élimination, qu'à rapprocher les *Labyrinthoonus* du Dévonien des Stachéines du Carbonifère qui ont une muraille semblable, mais qui se différencient par une morphologie différente des files de cellules. Une origine algaire est donc probable.

*Labyrinthoonus* est assez commun dans le Givétien de Belgique et particulièrement dans la Formation de Trois-Fontaines du bord sud du Bassin de Dinant (Mamet *et al.*, 1982). Sa répartition stratigraphique est, à Resteigne, très semblable à celle des Calcisphères. *Labyrinthoonus* se présente sous forme isolée dans les microfaciès carbonatés d'arrière-récif en milieu



lagunaire calme infra- ou intertidal. Il s'agit généralement de wackestones à terriers, à matrice pelleteïde renfermant de nombreuses Kamaéni-dés, Issinelles et Calcisphères, de wackestones et de packstones bioturbés à Kamaéni-dés, à Ostracodes, Gastéropodes et grands Pélécy-podes. Des nodules de Codiacées (*Bevoacstria*) sont parfois présents.

*Labyrinthoonus* est également présent dans les mêmes milieux du Frasnien du bord nord du Bassin de Dinant (Naisse, 1984; Perez, 1984) où il est associé aux mêmes organismes.

### 33. *Les Proninelles* :

Ces Algues sont très communes dans les faciès protégés d'arrière-récifs, principalement dans la Formation de Trois-Fontaines du Bassin de Dinant. Les Proninelles sont souvent abondantes dans les wackestones «MF9» décrits à Vaucelles par Préat & Boulvain (1982) et à Olloy-sur-Viroin par Préat *et al.* (1985) où elles sont associées aux Calcisphères, Paléobéréselles, Codiacées, *Labyrinthoonidae*, *Bisphaera*, *Cribosphaeroides*, Ostracodes et Pélécy-podes. Mamet (1976) les décrit dans des faciès très semblables du Carbonifère canadien où les Proninelles constituent, tout comme au Givétien, un élément important de la production de carbonates dans le lagon.

### 34. *Wetheredella* :

Elle constitue le plus souvent des trames encroûtantes et participent parfois à l'élaboration d'oncolithes complexes en association avec *Bevoacstria*, *Sphaerocodium*, *Sphaeroporella* et les Spongiostromates. Les Wéthéredelles participent à la bioconstruction des complexes récifaux à côté des Bryozoaires, des Echinodermes, des Stromatopores et des colonies de Tabulés et de Rugueux. Nous n'avons toutefois jamais observé de trames auto-croûtantes (boundstones) comparables à celles du Silurien du Québec (Bourque *et al.*, 1981).

### 35. *Asphaltina* :

Le thalle (?) est encroûtant, constitué de tubes cylindriques larges, étroitement accolés, flexueux et enchevêtrés. La paroi calcaire est double, composée d'une couche externe microcristalline sombre très mince et d'une couche interne hyaline, claire, pseudofibroradiée, épaisse.

Elles sont communes dans l'ensemble du Givétien de Belgique. Elles s'observent le plus souvent en encroûtements simples de valves isolées de Brachiopodes ou de fragments de Mollusques, et sont exceptionnellement associées à des encroûtements multiples constitués de trames de Codiacées (*Bevoacstria*).

Les Asphaltines sont le plus souvent associées aux microfaciès carbonatés infratidaux d'avant-

récif ou de mer ouverte. Il s'agit préférentiellement de wackestones ou de packstones, argileux, bioturbés à fines coquilles (Gastéropodes, Pélécy-podes et Brachiopodes), articles de Crinoïdes, Bryozoaires, fragments de Trilobites et d'Ostracodes. La microflore peut être abondante et est alors dominée par les Codiacées encroûtantes et les Kamaéni-dés.

### 36. *Palaeomicrocodium* (fig. 6) :

Thalle? composé d'un agrégat de rosettes de plaques calcaires radiaires et aplaties. Rappelons que l'origine des Microcodiacées est et reste controversée (Mamet & Roux, 1983; Mamet & Préat 1985b). Ces *incertae sedis* carbonatés se présentent sous forme de cylindres (épis de maïs, *Microcodium*) ou de rosettes (*Palaeomicrocodium*) de cristaux de calcite à faces incurvées. On leur a attribué à peu près tous les modes de formation, depuis l'inorganique diagénétique jusqu'à l'action des Algues de tous types, des Fungi, des Bactéries et l'interaction racine-Fungi. Nous renvoyons aux synthèses de Klappa (1978) et Bodergat (1975) pour l'historique et le développement du problème.

*Palaeomicrocodium* est assez commun. Il est le mieux représenté vers le sommet du Givétien (Formation du Mont d'Hairs et Formation de Fromelennes) dans le Bassin de Dinant et dans le Givétien Inférieur du Bassin de Namur. Cette répartition stratigraphique «oblique» reflète en réalité la migration des faciès d'un bassin à l'autre.

*Palaeomicrocodium* est associé aux microfaciès franchement restreints, supratidaux proches de l'émersion ou même émergés (Mamet & Roux, 1983; Mamet & Préat, 1985b). Il s'agit de packstones et de grainstones à platiers algaires (*Mitcheldeania*-*Bevoacstria*-*Aphralysia*-*Wetheredella*) à galettes de Spongiostromates.

L'ensemble est caractérisé par la présence de nombreuses fissures de retrait ainsi que par le développement d'une cimentation vadose. Les *Paleomicrocodium* sont taraudant et dissolvent les mattes algaires. Ils présentent plusieurs habitus; en amas formant des galeries dans le sédiment jusqu'à de petites formes isolées de la dimension des lumps dans les Spongiostromates et les mattes algaires. Le développement des *Palaeomicrocodium* est pénécotemporain à la formation de ces mattes algaires ou les galets éclatés présentent des *Palaeomicrocodium* tronqués par l'érosion et la cimentation en cristaux en pendeloques les recouvre. Ces processus diagénétiques sont immédiatement post-sédimentaires et ne peuvent être mis sur le compte de contamination *per descensum* suivant des fractures et des microcavités comme certains auteurs (Klappa, 1978; Smit, 1979) l'ont proposé pour les Microcodiacées.

Mamet & Roux (1983) ont décrit des *Palaeomicrocodium* du Frasnien d'Australie très comparables à ceux du Givétien belge et en association avec *Renalcis*, *Girvanella* et *Sphaerocodium*. Le milieu inféré est d'arrière-récif, pratiquement à l'émergence. Mamet & Roux (1982) les rapportent également du Paléozoïque supérieur de l'Arctique canadien dans les mêmes conditions. *Palaeomicrocodium* semble donc constituer un excellent indicateur de paléoenvironnement.

#### M.- ALGUES COCCOIDES (fig. 6)

Algues bleues-vertes (Bactéries?) se présentant sous forme de petits sphérules de 10 à 20  $\mu\text{m}$  de diamètre, soit isolées dans la matrice, soit en encroûtement fixé sur la macrofaune, soit associés à d'autres trames algaires (Cyanophycées et Codiacées).

Elles sont peu représentées dans le Givétien et s'observent soit sous forme de petits amas de la taille des lumps ou en encroûtements sur les éléments de la macrofaune. Elles sont présentes vers le sommet de la Formation de Trois-Fontaines à Resteigne.

#### N.- CHAROPHYTES ET UMBELLES (fig. 6)

L'origine des Umbelles reste peu claire et elles ont été placées parmi les Foraminifères, les *incertae sedis* et les Charophytes.

Les Umbelles présentes dans notre matériel possèdent toutes une muraille double composée d'une paroi interne microcristalline et d'une paroi externe pseudo-fibroradiée. Les principaux genres reconnus sont (37) *Umbellina*, (38) *Ellenia* et (39) *Protoumbella*. Mentionnons également la présence occasionnelle de (40) *Trochiliscus*.

Pour Poyarkov (1966), les Umbelles caractérisent les milieux littoraux à salinité anormale (hypersalé ou désalé) et présentent donc une distribution paléocéologique tout à fait différente de celle des Foraminifères endothyroides qui se développent dans les milieux marins à salinité normale. Mamet (1970) conclut que les Umbelles sont abondantes dans les carbonates de plateforme, lorsqu'elles sont proches de faciès littoraux. C'est effectivement dans ce type de faciès bien représenté dans la Formation de Fromelennes au bord sud du Bassin de Dinant que s'observent parfois les Umbelles en grande abondance.

#### O.- CALCISPHERES (fig. 6)

Les Calcisphères sont très abondantes dans l'ensemble des faciès lagunaires protégés à très protégés des Formations de Trois-Fontaines et du

Mont d'Hairs du bord sud du Bassin de Dinant. Elles sont toujours associées aux Parathuramminidés de sorte que leur écologie est identique. Si les Calcisphères sont bien des kystes algaires, il doit, dès lors, très probablement en être de même pour les Parathuramminidés (Mamet & Armstrong, 1977).

Vu leurs faibles dimensions et surtout leur comportement hydrodynamique très spécifique (seuls les pellets ont un comportement qui s'en rapproche), elles sont facilement entraînées et sont ubiquistes. On peut ainsi les retrouver dans presque tous les milieux jusque dans les prairies à Echinodermes. On les trouve cependant très souvent en place et leur accumulation est telle que la roche est une «calcisphérite» caractérisant toujours un milieu calme, protégé, réducteur et lagunaire de très faible énergie (la moindre agitation suffit à les déplacer), de bathymétrie quasi-nulle et probablement hyposalin (?).

Les Calcisphères ont fréquemment été observées par les géologues qui en donnent pratiquement tous la même interprétation paléocéologique. Wilson (1975) les situe dans les milieux protégés à circulation restreinte, Carozzi (1961) les rapporte dans les faciès lagunaires de très faible profondeur du Mississippien de l'Alberta au Canada, Mamet (1972b), dans un essai de reconstitution paléoclimatique basé sur les microflores algaires du Viséen, souligne leur abondance dans les faciès lagunaires où elles sont le plus souvent associées aux Kamaénidés dans les faciès loféritiques. Cette association est également typique du Givétien (Errera *et al.*, 1972; Préat & Boulvain, 1982; Mamet & Préat, 1982, 1983; Préat *et al.*, 1984, 1985). Wray (1967), Toomey (1972), Machielse (1972), Mamet (1976), Beauchamp (1983) ... en donnent la même interprétation dans divers sédiments paléozoïques.

#### P.- LES RECEPTACULITIDES (fig. 6)

Négligeables, les Réceptaculites ne s'observent que dans le premier complexe récifal de la Formation de Trois-Fontaines du bord sud du Bassin de Dinant (Resteigne et Baileux) où elles jouaient le rôle d'un filtre.

Nous n'en observons que les facettes disposées de façon régulière suivant un arrangement polygonal et dont les côtés ont des dimensions voisines de 300 à 600  $\mu\text{m}$  pour les plus petits et sont millimétriques pour les plus grands.

Notons qu'une nouvelle classification des Réceptaculidés qui les place dans le groupe des Algues Vertes (?) a été proposée par Nitecki (1979) sur base de la morphologie plus ou moins en forme de massue, constituée d'un axe principal et de méromes rayonnants à partir de l'axe. Les facettes

ONCOLITHES :  
TROISIÈME COMPLEXE RÉCIFAL  
(FORMATION DE TROIS-FONTAINES).

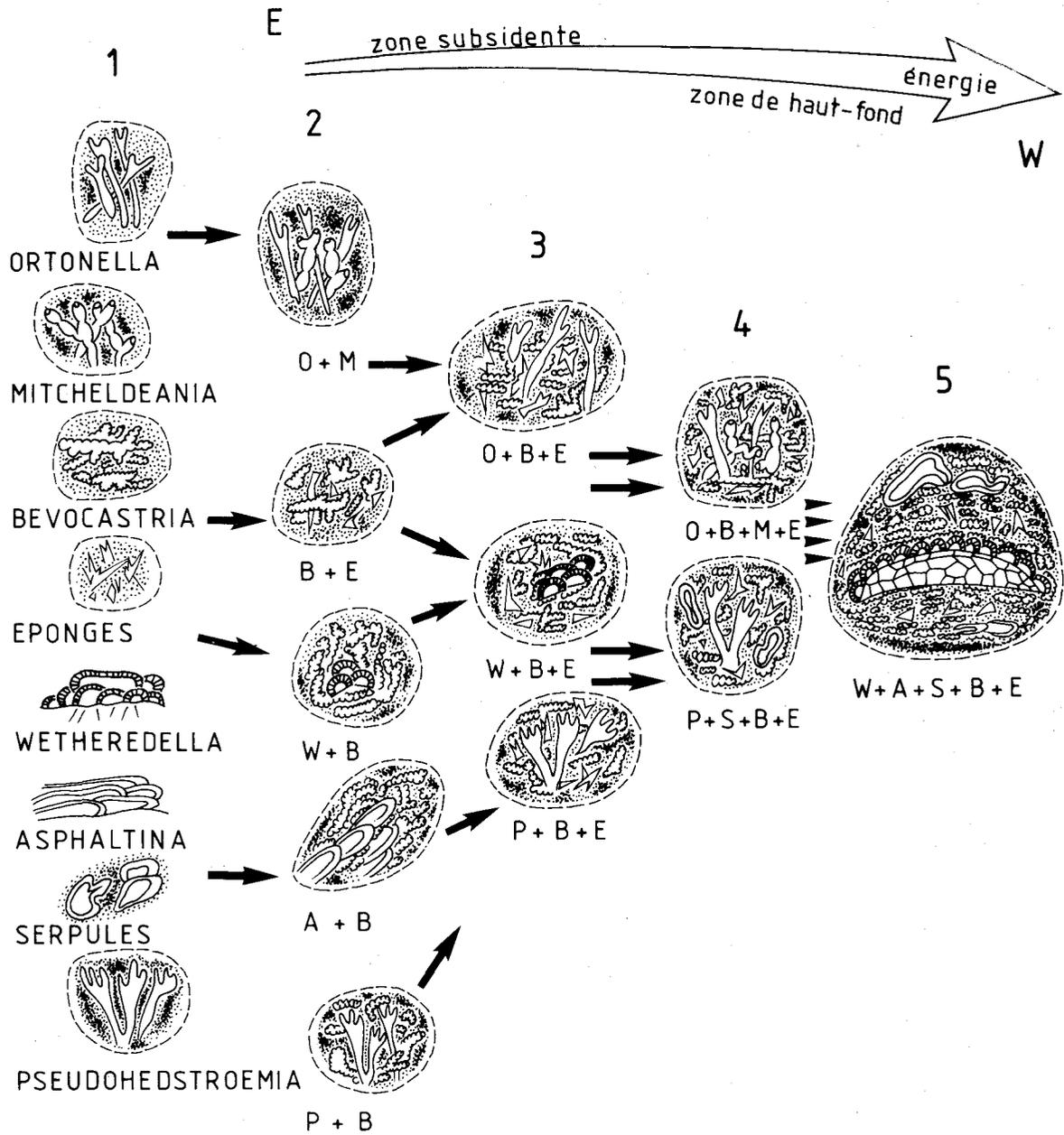


Fig. 7.- Evolution de la distribution des Algues dans les oncolithes associés aux séquences transgressives de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> ordres le long des zones subsidentes et de hauts-fonds au bord sud du Bassin de Dinant.

correspondent à l'extrémité distale élargie de ces méromes. Vu la rareté de ces organismes dans le matériel étudié nous n'avons pu pousser plus avant la détermination générique de nos échantillons.

## LES ONCOLITHES COMPLEXES

Ayant passé en revue la distribution et les rôles joués individuellement par les Algues, il nous faut dire quelques mots sur les associations composites.

Les oncolithes complexes sont formés par l'association de plusieurs Algues qui s'auto-encroûtent. Il s'y ajoute souvent des Bactéries, des Eponges, des Foraminifères sessiles, des Bryozoaires, des Serpules, des Vers et des *incertae sedis*.

Il a fallu longtemps pour cerner la complexité de ces édifices, qui bien que connus dès le XIX<sup>ème</sup> siècle, étaient alors attribués à l'action d'un seul organisme. Par exemple le matériel original de *Girvanella* de Wethered 1893, s'avère être une association complexe de Girvanelles, *Spongiostroma*, *Sphaerocodium* et *Wetheredella* (voyez Wood 1948). Voyez également les associations de Codiacées en buissons auto-encroûtants d'*Hedstroemia-Ortonella-Bevocastria*-Cténostomates et Eponges décrites dans le Silurien Supérieur de la Baie des Chaleurs (Bourque *et al.*, 1981; en particulier les planches 4 et 5).

Dans nos séries givétiennes, ce sont également les Codiacées en buisson qui sont responsables de la majorité de ces constructions.

Ce type de séquences à oncolithes est bien visible au sommet de la Formation des Trois-Fontaines (5<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> phases d'Errera *et al.*, 1972). L'étude du troisième complexe récifal à travers huit coupes régulièrement espacées sur une distance de 16 kilomètres depuis Resteigne jusqu'à Beauraing (Préat *et al.*, 1984; Préat & Tourneur, 1984; Préat, 1984, fig. 39-40) permet de passer d'une aire fortement subsidente jusqu'à une zone de haut-fond. Des zones subsidentes vers les zones plus stables on constate :

- une diminution de l'épaisseur du complexe récifal qui passe de 3-5 mètres jusqu'à 1-2 mètres;

- le passage de sédiments bioturbés (wackestones et packstones) de milieu d'énergie faible et riche en Paléobéréselles, à des sédiments d'énergie plus élevée (packstones et grainstones à intraclastes, oolithes, grains micritisés);

- l'augmentation de l'encroûtement parmi la macrofaune : on observe des associations complexes de Rugueux massifs («*Hexagonaria*»), de Tabulés massifs (*Pachyfavosites*) et branchus (*Thamnopora*), ces derniers érigeant de petits buissons associés aux organismes précédents;

- une augmentation progressive de l'abondance et de la complexité des oncolithes (fig. 7).

Dans la partie subsidente, ils sont formés par un seul genre dominant soit, *Ortonella*, *Mitcheldeania*, *Bevocastria*, *Wetheredella*, *Asphaltina* ou *Pseudohedstroemia*. On observe également des encroûtements fréquents de Serpules (*Trypanopora*).

Avec l'agitation croissante, on voit apparaître des oncolithes doubles dont les associations les plus communes sont *Ortonella+Mitcheldeania*, *Bevocastria+Eponges*, *Wetheredella+Eponges*, *Asphaltina+Bevocastria* et *Pseudohedstroemia+Bevocastria*.

Dans les zones encore plus agitées, s'observent les associations triples (comme *Ortonella+Bevocastria+Eponges*, *Wetheredella+Bevocastria+Eponges* ou *Pseudohedstroemia+Bevocastria+Eponges*) ou quadruples (*Ortonella+Bevocastria+Mitcheldeania+Eponges* ou *Pseudohedstroemia+Bevocastria+Serpules (Trypanopora)+Eponges*).

Enfin les zones de haut-fonds se caractérisent par des constructions multiples telles *Wetheredella-Asphaltina-Sphaerocodium-Bevocastria* associées à des Eponges.

Les associations algaires sont donc ici non seulement différentes suivant les aires de sédimentation, mais encore elles caractérisent le type d'évolution séquentielle.

## CONCLUSIONS

Nous pensons que les Algues constituent d'excellents indicateurs de faciès, et peuvent, au même titre que d'autres paramètres biologiques ou physiques, non seulement caractériser les environnements de dépôts, mais également refléter les évolutions séquentielles de la sédimentation.

Et pourtant, cet outil n'est qu'assez rarement utilisé au Paléozoïque, la plupart des analyses paléocéologiques leur préférant d'autres groupes d'organismes. Les facteurs de préservation sont en effet souvent responsables de la difficulté d'identification des microflores et de cette lacune. Il devient ainsi pratiquement impossible de

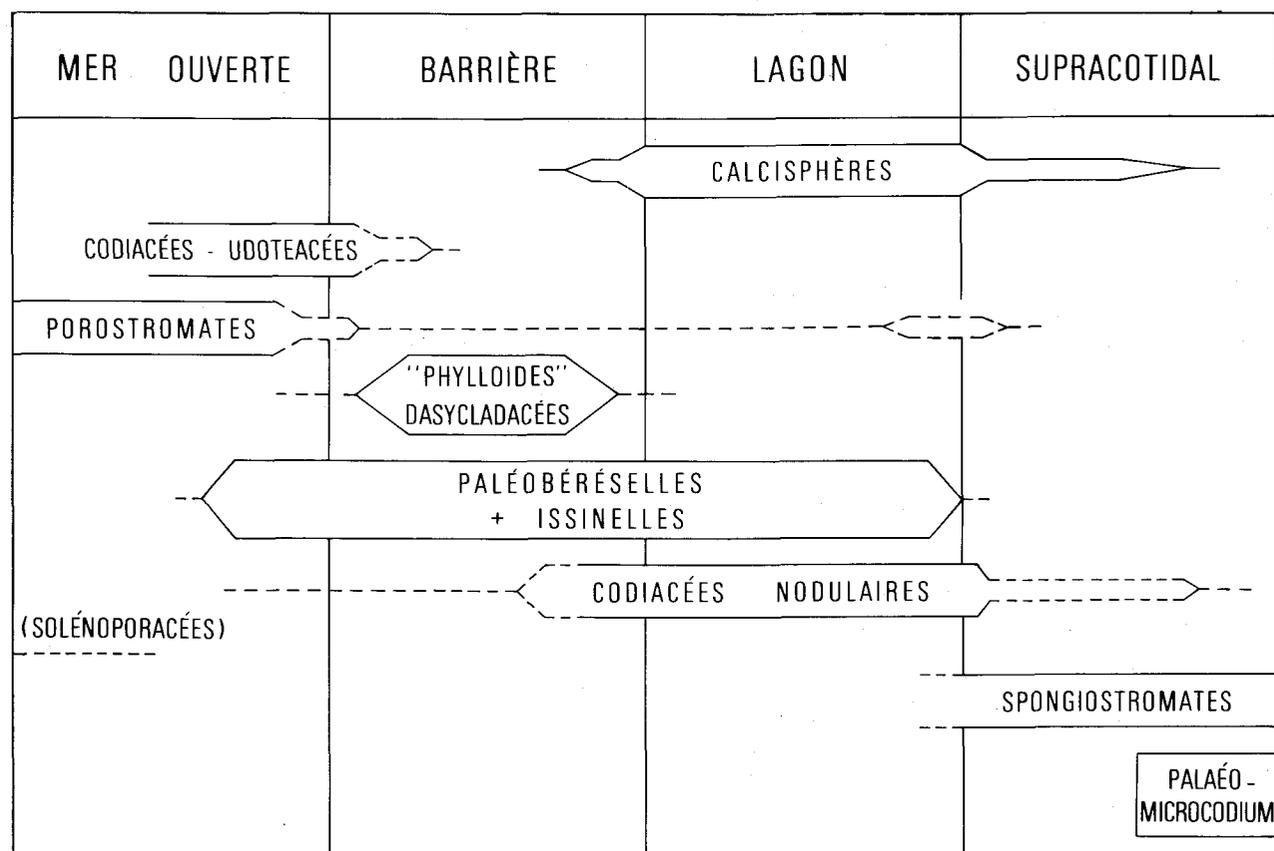


Fig. 8. - Distribution des principaux groupes algaires dans les environnements de mer ouverte, de «barrière», de lagon et supratidaux du Givétien franco-belge.

quantifier leurs abondances absolues, les taphocénoses n'étant que très partiellement conservées, sauf dans les cas exceptionnels de milieux très protégés.

Dans le cas du Givétien, ce sont les Algues les moins abondantes qui sont les mieux fossilisées, alors que celles qui dominent la sédimentation sont également celles qui se dissolvent le plus facilement. Ainsi les Paléobéréselles, constituées de manchons carbonatés se conservant assez facilement, sont bien représentées dans l'ensemble des faciès de mer ouverte et des faciès lagunaires protégés. Elles n'étaient cependant pas plus abondantes que les Codiacées nodulaires formées de tubes préservés par micritisation. La conservation de ces Codiacées est aléatoire et leur représentation est certainement sous-estimée. Il en va de même en ce qui concerne les Codiacées-Udotécées ou Codiacées érigées se présentant sous forme de grains roulés et micritisés. Ces grains, presque toujours associés aux faciès péri-récifaux de moyenne à haute énergie, se confondent facilement avec n'importe quel autre bioclaste de macrofaune.

Ces exemples nous montrent que même l'estimation des proportions relatives des Algues ne peut constituer un élément fiable dans l'interprétation paléocéologique. Ces proportions ne reflètent pas les associations originelles, mais traduisent l'importance des processus de diagenèse.

Ces restrictions étant bien comprises, nous reconnaissons toutefois pour la plate-forme givétienne quatre environnements principaux (fig. 8).

- Le milieu de mer ouverte, bien que mal représenté dans nos séries, se caractérise par l'abondance des Codiacées, Porostromates et Paléobéréselles-Issinelles;

- La barrière est constituée par des associations de Phylloides et Dasycladacées géantes auxquelles viendront se greffer les Epiphytales dans les cavités ultimes;

- Les milieux lagunaires se caractérisent par l'abondance des Calcispères et des Codiacées nodulaires auxquelles viennent s'ajouter des Paléobéréselles et Issinelles;

- Enfin, les milieux proches de l'émersion se caractérisent par les Spongiostromates auxquels s'associent les Calcisphères et les *Palaeomicrocodium*.

Notre inventaire nous a permis de plus de constater les points importants suivants :

- la grande rareté des Algues Rouges (Solénoporacées). Ces Algues sont, au moins depuis le Silurien, associées aux crêtes récifales sur lesquelles elles prolifèrent et derrière lesquelles se développe une importante sédimentation lagunaire;

- l'absence quasi systématique des Rénalcides. Ces organismes ne s'observent qu'au sommet du Couvinien du bord sud du Bassin de Dinant où ils sont abondants, en partie en remplissage de cavités, mais surtout comme filtreurs de boue;

- le rôle exceptionnel joué par *Bevocastria* (Codiaceae nodulaire se présentant sous une dizaine de formes de croissance) dans la production carbonatée. Cette Algue est omniprésente dans l'ensemble des faciès lagunaires du Givétien et a totalement été négligée dans la sédimentation par la plupart des auteurs qui ont toujours insisté sur la présence des Girvanelles. Rappelons que *Bevocastria* est pourtant déjà très abondante dans la sédimentation carbonatée dès le Silurien (Bourque *et al.*, 1981; Mamet *et al.*, 1984). Cette Algue a en fait été souvent confondue avec les Girvanelles.

Notre travail nous a également montré l'importance des processus de bioérosion à la base du Givétien, où s'observent la plupart des rudstones à Stromatopores et Coraux.

Nous avons pu nous rendre compte du rôle joué par les Algues et les Eponges dont les effets s'ajoutent à ceux des agents mécaniques.

L'importance des nappes de rudstones est à mettre en relation avec la rareté des Algues Rouges. Ces dernières qui, plus tard, développeront des incrustations massives dans les édifices récifaux du Mésozoïque-Cénozoïque, en empêchent le démantèlement, car, en plus du rôle de cimentation (bindstones) qu'elles assurent, elles limitent également l'action des organismes perforants.

## BIBLIOGRAPHIE

AITKEN, J.D., 1967. Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites with illustration from the Cambrian and Ordovician of southwestern Alberta. *J. Sediment. Petrol.* 37: 1163-1178, Tulsa.

ALDÉRON, F., 1981. Sédimentologie et géochimie de la Formation de de Fromelennes (Givétien) à Nismes et Dourbes (bord sud du Synclinorium de Dinant). Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 111 p., Bruxelles.

BASSOULLET, J.P., BERNIER, P., DELOFFRE, R., GENOT, P., PONCET, J., & ROUX, A., 1983. Les Algues Udotéacées du Paléozoïque au Cénozoïque. *Bull. Cent. Rech. Expl. Elf-Aquitaine*, 7 (2) : 449-621.

BEAUCHAMP, B., 1983. Microfaciès, biostratigraphie et lithostratigraphie, Groupe de Rundle, Carbonifère Inférieur, NE de la Colombie Britannique. Mém. maîtrise es Sci. géologiques, Univ. Montréal, 227 p.

BIRON, J.P., COEN-AUBERT, M., DREESEN, R., DUCARME, B., GROESSENS, E. & TOURNEUR, F., 1983. Le Trou de Versailles ou Carrière à Roc de Rance. *Bull. Soc. belg. Géol.*, 92 : 317-336.

BODERGAT, A.M., 1975. *Les Microcodium*, milieux et modes de développement, Document des Laboratoires de géologie de la Faculté des sciences de Lyon, 62 : 235 p., Lyon.

BOUROULLEC, P.A., GAUTHIER, J. & DELFAUD, J., 1972. Typologie des structures laminaires dans les faciès supra- à intercotidaux du Jurassique Quercynois (Sud-Ouest, France). In : La Sédimentation du Jurassique W-Européen. *Assoc. Sédim. Fr.*, Publ. Spec. n° 1 : 271-291, Paris.

BOURQUE, P.A., MAMET, B. & ROUX, A., 1981. Algues siluriennes du Synclinorium de la Baie des Chaleurs, Québec, Canada. *Revue Micropal.*, 24 : 83-126, Paris.

CAROZZI, A., 1961. Distorted oolites and pseudoolites. *J. Sediment. Petrol.*, 31 : 262-274, Tulsa.

CLAEYS, P., 1984. Etude sédimentologique de la Grande Brèche viséenne (V3a) de la Vallée de la Molignée (Bassin de Dinant) et des Grands Malades (Bassin de Namur). Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 109 p., Bruxelles.

CNUDE, C. & MAMET, B., 1983. Distribution des Algues dans le bassin de Dinant, au sommet du Tournaisien et à la base du Viséen. *Bull. Soc. géol. Belg.*, 92 : 185-194.

DERVILLE, P., 1931. Les Marbres du Calcaire Carbonifère en Bas-Boullonnais. *Boehm-Strasbourg*, 322 p.

ERRERA, M., MAMET, B. & SARTENAER, P., 1972. Le Calcaire de Givet de Dinant, au sommet du Tournaisien. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.* 48 (1) : 1-59.

FLUGEL, E., 1982. *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer-Verlag Heidelberg, New-York, 633 p.

FLUGEL, E. & WOLF, K.H., 1969. «Sphaerocodien» (Algen) aus dem Devon von Deutschland, Marokko und Australien. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1969 (2) : 88-103, Stuttgart.

GINSBURG, R.N., REZAK, R. & WRAY, J.L., 1971. Geology of calcareous algae (notes for a short course). *Sedimenta I*, 61 -, Comparative Sedimentology Lab. Univ. of Miami.

GURICH, G., 1906. Les Spongiostromides du Viséen de la province de Namur. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. de Belgique*, 3 : 55 p., Bruxelles.

HADDING, A., 1959. Silurian algal limestones of Gotland; indicators of shallow waters and elevation of land; some reflections on their lithological character and origin. *Lund. Univ. Inst., Mineral. Paleont. and Quat. Geol.*, Publ. 70, Arssk. avd., 2 (57) 26 p.

HECKEL, P.H. & COCKE, J.M., 1969. Phylloid Algal-Mound Complexes in Outcropping Upper Pennsylvanian Rocks of Mid-Continent. *Am. Ass. Petrol. Geologists Bull.*, 53 : 1058-1074, Tulsa.

KLAPPA, C.F., 1978. Biolithogenesis of *Microcodium*, elucidation. *Sedimentology*, 25 : 489-522, Amsterdam.

LANGER, W., 1979. Neue karbonatische Mikroproblematika aus dem westdeutschen Devon. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 12 : 723-733, Stuttgart.

LE MAITRE, D., 1930. Observations sur les Algues et les Foraminifères des calcaires dévoniens. *Ann. Soc. géol. du Nord*, 55 : 42-50, Lille.

LORFEBVRE, D., 1983. Etude sédimentologique et géochimique des calcaires de la Formation de Trois-Fontaines à Jemelle. Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 86 p.

MACHIELSE, S., 1972. Devonian algae and their contribution to the western Canadian sedimentary basin. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 20 : 187-237, Calgary.

MAMET, B., 1970. Sur les Umbellaceae. *Can. J. Earth Sci.*, 7 (4) : 1164-1171.

- MAMET, B., 1972a. Quelques aspects de l'analyse séquentielle. *Mém. B.R.G.M.*, 77 : 663-677, Orléans.
- MAMET, B., 1972b. Un essai de reconstitution paléoclimatique basé sur les microflores algaires du Viséen. *24th IGC, Section 7* : 282-291.
- MAMET, B., 1976. An atlas of microfacies in Carboniferous carbonates of the Canadian Cordillera. *Geol. Surv. Canada Bull.*, 255 : 131 p., Ottawa.
- MAMET, B., & ARMSTRONG, A.K., 1977. Carboniferous Microfacies, Microfossils and Corals, Lisburne Group, Arctic Alaska. *Geol. Surv. Prof. Paper* 849 : 144 p., Washington.
- MAMET, B., CLAEYS, P., HERBOSCH, A., PREAT, A. & WOLFOWICZ, P., 1985. A collapse breccia origin for the «Grande Brèche» (Late Visean), Dinant and Namur Basins (Belgium). *6th European Regional Meeting of Sedimentology*, Lleida 85 : 264-265.
- MAMET, B. & PREAT, A., 1982. *Givétianella tsienii*, une Dasycladacée nouvelle du Givétien de la Belgique. *Bull. Soc. géol. Belg.*, 91 : 209-216.
- MAMET, B., PREAT, A. & BOULVAIN, F., 1982. Sur la structure des Labyrinthoconidae (Algues problématiques, Givétien). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 105 : 283-287.
- MAMET, B. & PREAT, A., 1983. *Resteignella resteignensis*, une phylloïde nouvelle du Givétien de la Belgique. *Bull. Soc. géol. Belg.*, 92 : 293-300.
- MAMET, B. & PREAT, A., 1985a. Sur quelques Algues vertes du Givétien de la Belgique. *Revue Micropal.*, 28 (4) : 67-74, Paris.
- MAMET, B. & PREAT, A., 1985b. Sur la présence de *Palaeomicrocodium* (Algue?, *Incertae Sedis?*) dans le Givétien Inférieur de Belgique. *Géobios* 18 (3) : 389-392, Lyon.
- MAMET, B. & ROUX, A., 1975a. Dasycladacées dévoniennes et carbonifères de la Téthys paléozoïque. *Rev. Esp. Micropal.*, 7 : 245-295.
- MAMET, B. & ROUX, A., 1975b. Algues dévoniennes et carbonifères de la Téthys occidentale. *Revue Micropal.*, 17 : 134-156, Paris.
- MAMET, B. & ROUX, A., 1977. Algues rouges dévoniennes et carbonifères de la Téthys occidentale (quatrième partie). *Revue Micropal.*, 19 : 215-266, Paris.
- MAMET, B. & ROUX, A., 1983. Algues dévono-carbonifères de l'Australie. *Revue Micropal.*, 26 : 63-131, Paris.
- MAMET, B., ROUX, A. & SHALABY, H., 1984. Rôle des Algues calcaires dans la sédimentation ordovicienne de la plate-forme du Saint-Laurent. *Géobios*, Mém. spécial n° 6 : 261-269, Paris.
- MONTY, Cl., 1967. Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, Eastern Andros Island, Bahamas. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 90 : 55-100.
- MONTY, Cl., 1976. The origin and development of cryptalgal fabrics. In : Walter, M.R. (ed.), *Stromatolites. Dev. Sed.* 20 : 193-249, Elsevier : Amsterdam, Oxford, New York.
- MOUNTJOY, E.W. & JULL, R.K., 1978. Fore-reef carbonate mud bioherms and associated reef margin, Upper Devonian, Ancient Wall reef complex, Alberta. *Can. J. Earth Sci.*, 15 : 1304-1325.
- NAISSE, F., 1984. Etude sédimentologique des calcaires du Frasnien moyen de la carrière Saint-Antoine de Gourdinne (Province de Namur, Belgique). Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 97 p., Bruxelles.
- NITECKI, M.H., 1979. Nature and classification of Receptaculitids. *Bull. des Centres de Recherches Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, 3-2 : 725-732.
- PEREZ, S., 1984. Etude sédimentologique du Frasnien moyen de la carrière de Tailfer (Province de Namur, Belgique). Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 100 p., Bruxelles.
- PONCET, J., 1976a. Hypothèse relative à la morphogenèse du thalle de *Renalcis* (Algue calcaire, Paléozoïque) et affinités possibles avec les Rivulariacées actuelles. *Géobios*, 9 : 344-351, Lyon.
- PONCET, J., 1976b. Faciès carbonatés d'arrière-récif dans l'Eodévoniien du Nord-Est du Massif Armoricain (Cotentin). *Bull. B.R.G.M.*, sér. 2 (1) : 49-68, Orléans.
- POYARKOV, B.V., 1966. Charophytes dévoniens du Tian-Shan in Charophytes fossiles de l'URSS. *Trudy Institut Géol.*, 143 : 161-200 (en russe, traduit).
- PREAT, A., 1974. Contribution à l'étude du Givétien des régions de Tailfer et d'Aisemont au nord du bassin de Dinant et au sud du bassin de Namur. Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 133 p., Bruxelles.
- PREAT, A., 1984. Etude lithostratigraphique et sédimentologique du Givétien belge (Bassin de Dinant). Thèse, Univ. Libre de Bruxelles, 466 p.
- PREAT, A. & BOULVAIN, F., 1982. Etude sédimentologique des calcaires givétiens à Vauclles (bord sud du Bassin de Dinant). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 105 : 273-282.
- PREAT, A. & BOULVAIN, F., 1987. Laminites de fortes-eaux du Givétien Inférieur belge : approches sédimentologique et paléogéographique. (à paraître).
- PREAT, A., CAUET, S. & HERBOSCH, A., 1983. Caractère Epigénétique Etranger des Gîtes Filoniens Pb-Zn (BA-F) du District du Bord Sud du Synclinorium de Dinant (Belgique). *Mineralium Deposita*, 18 : 349-363, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- PREAT, A., CEULENEER, G. & BOULVAIN, F., 1987. Etude sédimentologique des calcaires du Givétien Inférieur d'Olloy-sur-Viroin (bord sud du Bassin de Dinant). (sous presse).
- PREAT, A., COEN-AUBERT, M., MAMET, B. & TOURNEUR, F., 1984. Sédimentologie et paléoécologie de trois niveaux récifaux du Givétien Inférieur de Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant). *Bull. Soc. géol. Belg.*, 93 : 227-240.
- PREAT, A. & HERBOSCH, A., 1983. Sédimentologie et lithogéochimie : exemple du Givétien du bord sud du Synclinorium de Dinant. *Prof. Paper*, 1983-2 (2), n° 197 : 71-123, Bruxelles.
- PREAT, A. & TOURNEUR, F., 1984 (Abstract). Dynamique sédimentaire de deux complexes récifaux du Givétien Inférieur du bord sud du Bassin de Dinant (Belgique). *5è Congrès Européen de Sédimentologie*, Marseille.
- RIDING, R., 1981. Composition, structure and environmental setting of Silurian bioherms and biostromes in Northern Europe. *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publi.*, 30 : 41-83, Tulsa.
- RIDING, R., 1983. Cyanoliths (Cyanoids) : Oncoids Formed by Calcified Cyanophytes. In : Peryt, T. (ed.), *Coated Grains. Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo : 276-283.
- ROUX, A., 1979. Algues du Paléozoïque Supérieur du bassin de Sverdrup, Archipel Arctique Canadien. Thèse de Doctorat, Univ. Libre de Bruxelles, 296 p., Bruxelles.
- SHINN, E.A., 1968. Practical significance of birdseyes structures in carbonate rocks. *J. Sediment. Petrol.*, 38 : 215-223, Tulsa.
- SMIT, J., 1979. *Microcodium*, its earliest occurrence and other considerations. *Revue Micropal.*, 22 (1) : 44-50.
- SOLDERMAN, J. & CAROZZI, A., 1963. Petrography of algae bioherms in Burnt Bluff Group (Silurian), Wisconsin. *Am. Ass. Petrol. Geologists Bull.*, 47 : 1682-1708, Tulsa.
- SZALAI, J., 1982. Etude sédimentologique des calcaires givétiens (Formation de Trois-Fontaines) de Baileux (bord sud du Bassin de Dinant). Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 88 p., Bruxelles.
- TERMIER, H., TERMIER, G. & VACHARD, D., 1979. On Moravamminida and Aoujgalliida (*Porifera, Ischyrospongia*). Upper Paleozoic «Pseudo-Algae». In : Flügel, E. (ed.), *Fossil Algae. Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg, New York.
- TOOMEY, D.F., 1972. Distribution and paleoecology of Upper Devonian (Frasnian algae and foraminifers from selected areas in western Canada and the northern United States. *24th Intern. Geol. Congr., Paleontology*, sect. 7 : 621-630, Montreal.
- TOOMEY, D.F. & BABCOCK, J.A., 1983. Precambrian and Paleozoic Algal Carbonates, West Texas-Southern New Mexico. *Prof. Contrib.*, Colorado School of Mines, 11 : 345 p.
- TOOMEY, D.F., MOUNTJOY, E.W. & MACKENZIE, W.S., 1970. Upper Devonian (Frasnian) algae and Foraminifera from the Ancient Wall carbonate complex, Jasper National Park, Alberta. *Canadian Journal Earth Sciences*, 7 (3) : 946-981.
- TOURNEUR, F., (1981). Etude comparative de trois biohermes frasnien («F2») du bord sud du synclinorium de Dinant (Givet, Senzeille, Trelon). Travail de fin d'études, Univ. Libre Cath. Louvain, 140 p., Louvain.
- TSIEN, H.H., 1971. The Middle and Upper Devonian Reef Complexes of Belgium. *Petroleum Geology of Taiwan*, 8 : 119-173.

- TSIEN, H.H., 1977. Rugosa massifs du Dévonien de la Belgique. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain.*, XXIX : 197-229, Louvain.
- TSIEN, H.H., 1979. Paleoeecology of algal bearing facies in the Devonian Reef Complexes of Belgium. *Paleogeog., Paleoclimat., Paleoeecology*, 27 : 103-127.
- TSIEN, H.H. & DRICOT, E., 1977. Devonian calcareous Algae from the Dinant and Namur Basins, Belgium. In : Flügel, E. (ed.), Fossil Algae. *Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg, New York, 344-350.
- WILSON, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. *Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg, New York, 471 p.
- WOLFOWICZ, P., 1983. Etude sédimentologique de la Grande Brèche Viséenne (V3a) des Rochers des Grands Malades à Namur (Belgique). Travail de fin d'études, Univ. Libre de Bruxelles, 123 p., Bruxelles.
- WRAY, J.L., 1967. Upper Devonian calcareous algae from the Canning Basin, Western Australia. *Colorado School of Mines, Prof. Contrib.*, 3 : 76 p., Golden.
- WRAY, J.L., 1977. Calcareous Algae. *Dev. Paleont. and Stratigr.*, Elsevier Sci. Publ. Cie, 4 : 185 p., Amsterdam.
- ZANKL, H., 1971. A model of sedimentation and diagenesis in a Triassic reef. In : Bricker, O.P. (ed.), Carbonate Cements. *J. Hopkins, Baltimore, London* : 189-192.