

MICROFLORE DES MONTICULES MICRITIQUES FRASNIENS «F2j» DE BELGIQUE

FRASNIAN MUD-MOUND MICROFLORA, "F2j", BELGIUM

par Bernard MAMET* et Frédéric BOULVAIN**

RÉSUMÉ. — Ce travail recense et précise la répartition de 13 genres algaires dans les monticules micritiques «F2j» du Frasnien de l'Ardenne. Trois genres nouveaux sont décrits : *Trelonella*, *Radiosphaeroporella* et *Kleinbergella* dans les monticules, ainsi qu'une nouvelle espèce de *Paralitanaia* qui provient du même niveau stratigraphique, mais au bord nord du Synclinorium de Namur. A chaque lithofaciès des monticules correspond une Algue dominante. La succession verticale des lithofaciès et de la microflore associée traduit une diminution de la profondeur, conduisant à une augmentation de l'éclairement.

ABSTRACT. — Thirteen genera of calcareous algae are reported and described from the Frasnian mud-mounds "F2j" ("Red Marbles" of the Ardenne). Three new genera are erected, *Trelonella*, *Radiosphaeroporella* and *Kleinbergella*. A new species of *Paralitanaia* (*P. aubertensis*) is observed at the same stratigraphic level in the Namur Synclinorium. Each lithofacies of the mud-mounds is characterized by a specific microfloral assemblage. The vertical sequence of lithofacies and associated microflora is characteristic of a regression, with concomitant increase of luminosity.

Mots-clés : Algues calcaires — Monticules micritiques — Frasnien.

Key-words : Calcareous algae — Mud-mounds — Frasnian.

INTRODUCTION

L'étude de la microflore algale du Frasnien de Belgique semble assez superficielle, surtout si on la compare aux nombreux travaux consacrés aux Coelentérés, Stromatoporoides et Brachiopodes. Ceci est d'autant plus curieux que, si tout le monde accepte l'idée d'un rôle important des Algues dans l'élaboration des carbonates depuis les temps précambriens, il ne semble pas qu'il y ait eu beaucoup d'adeptes pour les étudier dans le Dévonien et en particulier dans les monticules micritiques. C'est à Lecompte (1936) que l'on doit la première mention du rôle important des Algues dans l'édification de certaines parties des biohermes «F2j». Les seuls travaux de synthèse sont ceux de Tsien et Dricot (1977) et Tsien (1979) qui font le pont entre sédimentologie et «algologie».

Nous ne nous étendons pas ici sur le rôle des Bactéries dans l'élaboration de matrices micritiques calcaires (Monty *et al.*, 1982 ; Van Laer, 1988).

Tant au microscope optique qu'au microscope électronique à balayage, il ne nous a pas été possible d'identifier des morphologies convaincantes et si des constructions cryptalgaires ont bien été observées dans certains faciès, la forte recristallisation qui les affecte enlève tout espoir d'y déceler des reliques organiques.

Nous avons eu l'occasion, par contre, de montrer l'existence de microbes ferro-oxydants à l'intérieur de micro- et de macrogéodes. Ces micro-organismes forment des cloques et érigent des microstromatolithes zonés (Mamet et Boulvain, 1988) ou se développent sous forme de coques et filaments (Boulvain, 1989). Ces derniers microbes (proches des actuelles Bactéries ferro-oxydantes du groupe *Sphaerotilus-Leptothrix*) sont responsables de la concentration du fer dans le sédiment.

Le travail que nous présentons ici est consacré à l'étude des thalles calcaires tangiblement préservés. Aucune Codiacee nodulaire (*Ortonella*, *Bevoacstraria*, *Garwoodia*), Palaeosiphonocladale (*Issinella*)

* Département de Géologie, Université de Montréal, B.P. 6128, Montréal, Canada H3C3J7.

** Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université Libre de Bruxelles, 50 av. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique. Adresse actuelle : Service Géologique de Belgique, rue Jenner, 1040 Bruxelles.

ou Dasycladale calcifiée (*Vermiporella*) n'a été observée dans les biohermes. L'absence d'Algues rouges est frappante (une seule *Parachaetetes*, aucune *Solenopora*) et il n'y a en tous cas aucune indication de crête récifale formée par des Rhodophytes.

Néanmoins, de nombreux autres taxa s'observent qui seront groupés empiriquement comme suit :

- 1 : Constructeurs d'édifices biosédimentaires : *Renalcis*, *Nuia*.
- 2 : Microcodiacées : *Palaeomicrocodium*.
- 3 : Filaments micritisés : *Girvanella*, *Rectangulina*.
- 4 : Palissades de tubes calcifiés : *Sphaerocodium*.
- 5 : Colonies kystoïdes : *Wetheredella*, *Aphralysia*.
- 6 : Files de plaques encroûtantes : *Kleinbergella*.
- 7 : Dasycladales en raies : *Radiosphaeroporella*.

8 : Udotéacées érigées : *Trelonella*.

9 : Cônes labyrinthiques : *Labyrinthoconus*.

10 : Tubes encroûtants : *Asphaltinella*.

Avant de passer à leur étude, il paraît utile de souligner quelques points saillants de la sédimentologie des « récifs de marbre rouge » frasniens.

APERÇU SÉDIMENTOLOGIQUE

Trois niveaux stratigraphiques de monticules micritiques se succèdent au sein du Frasnien moyen du bord sud du Synclinorium de Dinant. Dans le Massif de Philippeville (anticlinorium secondaire du Synclinorium de Dinant, Fig. 1), les deux premiers niveaux de monticules micritiques sont remplacés par deux niveaux de calcaires biostromaux (voir Lecompte, 1959 par exemple).

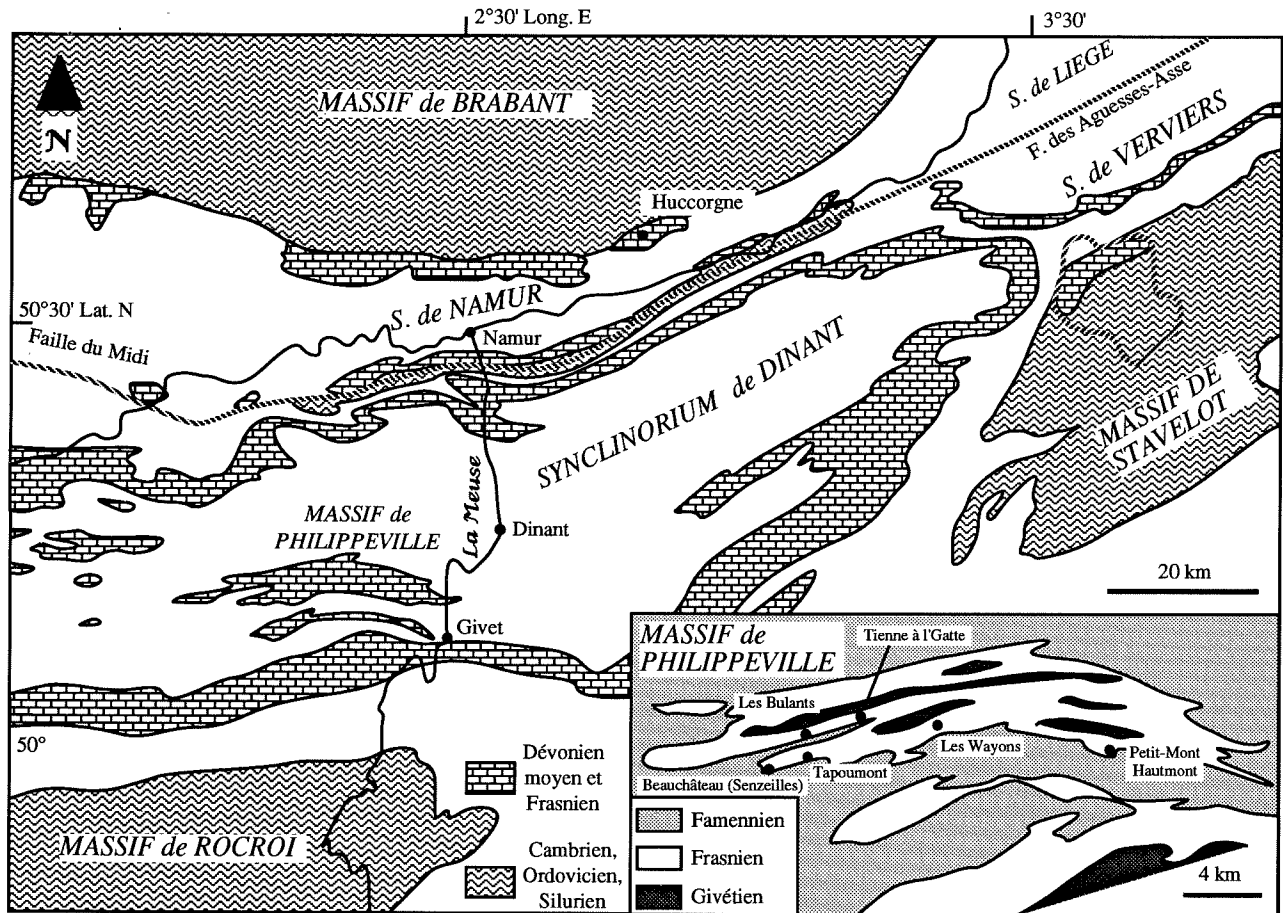


FIG. 1. — Carte géologique sommaire du Sud de la Belgique et localisation de quelques monticules micritiques «F2j». Les coordonnées LAMBERT belges (sur carte IGNB 1/25000) des monticules sont les suivantes : — Schematic geological map of southern Belgium with location of the «F2j» mud-mounds mentioned in the text. Records Lambert coordinates of the mounds on IGNB 1/25000 maps : Senzeille : X : 158,300 Y : 94,300 (IGNB 57/3-4); Les Bulants : X : 159,775 Y : 95,625 (IGNB 57/3-4); Tapoumont : X : 159,600 Y : 94,675 (IGNB 57/3-4); Tienne à l'Gatte : X : 163,650 Y : 96,625 (IGNB 58/1-2); Les Wayons : X : 166,800 Y : 96,250 (IGNB 58/1-2); Petit-Mont : X : 175,625 Y : 95,000 (IGNB 58/1-2).

La présente étude est donc consacrée aux monticules les plus jeunes, classiquement rangés dans le «F2j» (Maillieux et Demanet, 1928). Il s'agit, dans le Massif de Philippeville, de constructions lenticulaires d'une soixantaine de mètres de puissance, isolées au sein d'un encaissant schisteux ou argilo-calcaire.

Ces édifices ont commencé à se développer après une transgression marine (Tsien, 1980). L'un de nous a proposé deux modèles sédimentologiques

pour ces monticules micritiques (Boulvain, 1990) (Fig. 2). On distingue les monticules du type «Les Bulants», encaissés dans des calcaires argileux, fortement indentés, sans pentes périphériques marquées et sans différenciation sédimentologique horizontale, des monticules du type «Les Wayons-Hautmont», encaissés dans des schistes, peu indentés, développant un relief à partir de leur niveau moyen et présentant une différenciation sédimentologique horizontale. Les monticules du type «Les Wayons-

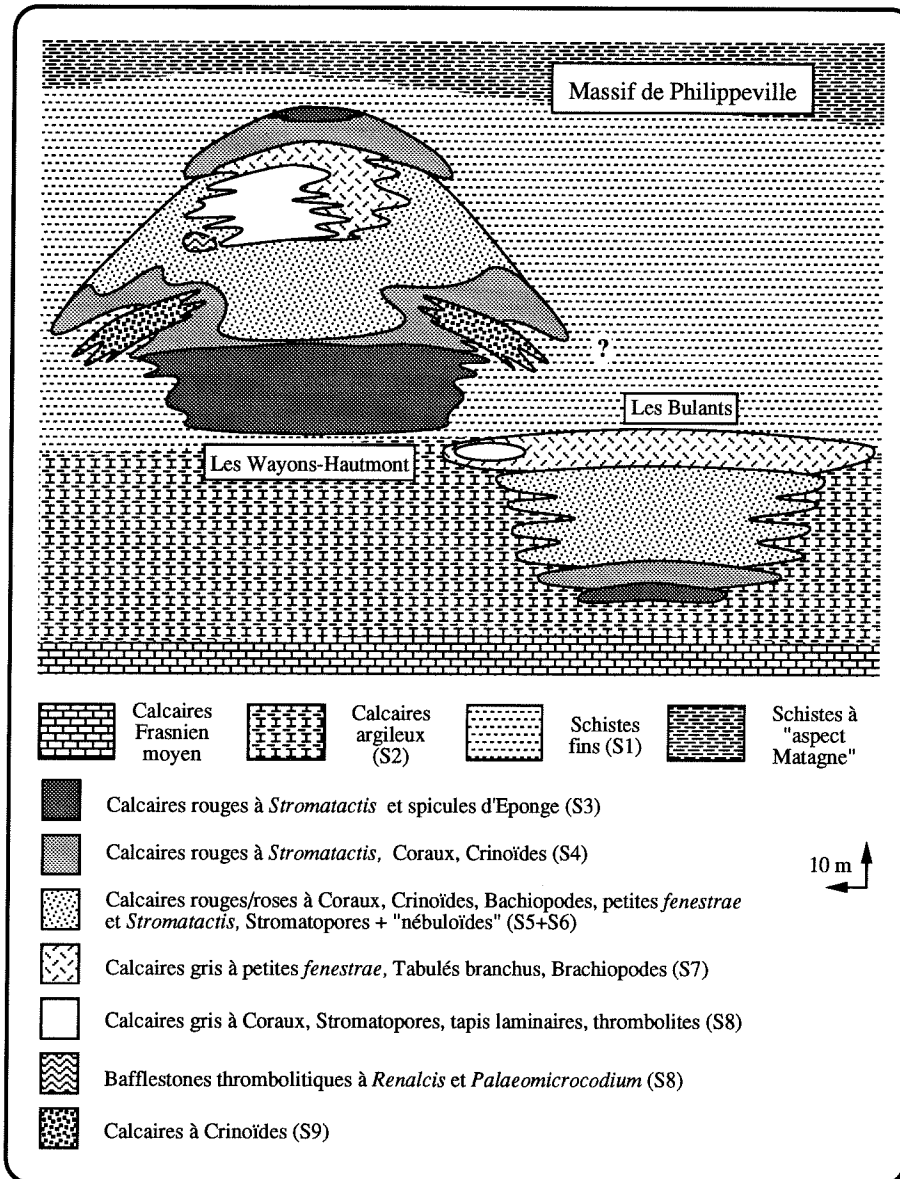


FIG. 2. — Modèles de monticules micritiques «F2j» du Massif de Philippeville (Boulvain, 1990). Répartition des lithofaciés. En bas, à droite, type «les Bulants». En haut, à gauche, type «Hautmont». — Sedimentological model of «F2j» micritic mounds in the Philippeville Massif (Boulvain, 1990). Distribution of the lithofacies. Lower right "Les Bulants" type. Upper left "Hautmont" type.

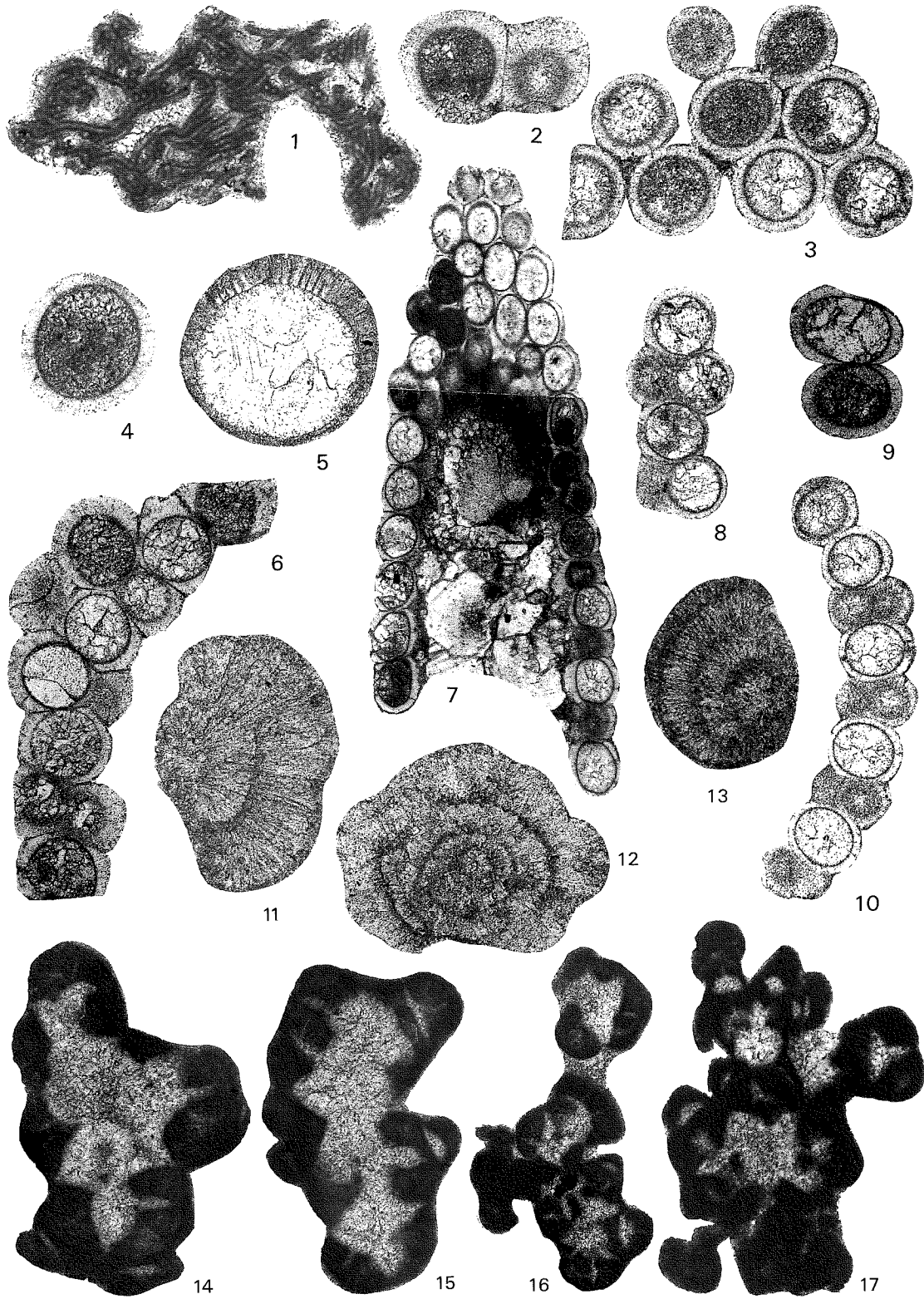
Hautmont» sont postérieurs aux monticules du type «Les Bulants». Ces modèles comprennent dix lithofaciès (S), subdivisés en microfaciès (MF) qui, dans l'ordre de la séquence virtuelle locale et en partant des milieux les plus profonds, consistent en :

- schistes gris-verts ou noirs à faune appauvrie (S1), représentant la sédimentation extra-biohermale durant le développement des monticules du type «Les Wayons-Hautmont»;
- calcaires argileux gris-verts (S2); les microfaciès sont des mudstones et des wackestones à Eponges, bioclastes, Coraux, Brachiopodes; ils caractérisent essentiellement le milieu extra-biohermal des monticules du type «Les Bulants» et le soubassement des deux types de monticules;
- calcaires biohermaux rouges à *Stromatactis* (S3) qui s'enrichissent au fur et à mesure de la croissance des édifices en Coraux et Crinoïdes (S4) (niveau inférieur), ensuite deviennent plus clairs et s'appauvrissent en *Stromatactis* (S5) (niveau moyen); les microfaciès correspondants à ce dernier lithofaciès sont riches en péloïdes algaires;
- calcaires rouges et roses à Brachiopodes cimentés par de la calcite fibreuse (S6); ces faciès sont typiques de la zone moyenne des biohermes;
- calcaires gris à Tabulés branchus (S7); les microfaciès sont des wackestones et packstones à péloïdes, encroûtements algaires et Codiacées-Udotéacées; ils sont caractéristiques de la périphérie du niveau supérieur des édifices du type «Les Wayons-Hautmont» et du niveau supérieur des monticules du type «Les Bulants»;
- calcaires gris à rose à Coraux, Eponges et Stromatopores (S8), typiques du cœur des édifices du type «Les Wayons-Hautmont» au niveau supérieur; les microfaciès correspondants sont des bindstones et coverstones (*sensu* Tsien, 1981) algaires et cryptalgaires à Coraux et Stromatopores;
- calcaires gris à Crinoïdes et bioclastes, mis en place sur les flancs des édifices du type «Les Wayons-Hautmont», sous forme de coulées sableuses interstratifiées dans la sédimentation argileuse péri-biohermale (S9);
- remplissages de cavité (S10).

PLANCHE 1

Tous les spécimens illustrés proviennent du sommet du Frasnien moyen («F2j») et ses équivalents. Nous indiquons dans l'ordre, le numéro de collection de l'Université de Montréal, le grossissement, le numéro gravé sur la lame mince, la localité et la position stratigraphique.

1. *Girvanella problematica* NICHOLSON et ETHERIDGE, 1878, emend. Wood, 1957.
U. de M. 645/15, × 68. éch. TP 15 E', Tapoumont, cote 36,5 m de la coupe fig. 3, p. 228. — level 36.5 m of section fig. 3, p. 228 (Boulvain et al., 1988).
- 2-4, 6-10. *Radiosphaeroporella radiosphaera* n. gen., n. sp.
2 : U. de M. 644/11, × 54, TP 15 E, Tapoumont, loc. comme- as fig. 1.
3 : U. de M. 644/27, × 68, TP 64 B, Tapoumont, cote 14 m de la coupe fig. 3, p. 288 — level 14 m of section fig. 3, p. 228 (Boulvain et al., 1988).
4 : U. de M. 644/10, × 85, TP 15 C, Tapoumont, loc. comme- as fig. 1.
6 : U. de M. 644/13, × 54, TP 15 G, Tapoumont, loc. comme-as fig. 1.
7 : U. de M. 643/31-32, × 26, TP 15 E, Tapoumont, loc. comme- as fig. 1; type du genre et de l'espèce. — type of genus and of species.
8 : U. de M. 644/6, × 54, TP 15, Tapoumont, loc. comme-as fig. 1.
9 : U. de M. 644/5, × 85, TP 15, Tapoumont, loc. comme-as fig. 1.
10 : U. de M. 657/28, × 54, HC 20, Huccorgne, milieu de l'unité de 13,5 m de «calcaires foncés» de la Formation d'Aisemont — center of th 13.5 m unit of "dark limestones" of the Aisemont Formation (Coen-Aubert et Lacroix, 1985, p. 122).
5. *Sphaerocodium munthei* ROTHPLETZ, 1913.
U. de M. 645/23, × 54. éch. TP 63 C', Tapoumont, cote 15 m de la coupe fig. 3, p. 228. — level 15 m of section fig. 3, p. 228 (Boulvain et al., 1988).
- 11-13. *Nuia sibirica* MASLOV, 1954.
11 : U. de M. 645/25, × 85, TP 64 A', Tapoumont, loc. comme- as fig. 3.
12 : U. de M. 645/26, × 85, TP 64 B', Tapoumont, loc. comme- as fig. 3.
13 : U. de M. 644/35, × 85, TP 64 C, Tapoumont, loc. comme- as fig. 3.
- 14-17. *Renalcis granosus* VOLOGDIN, 1932.
14 : U. de M. 644/32, × 54, TP 64 C, Tapoumont, comme- as *Izhella*. Loc. comme- as fig. 3.
15 : U. de M. 644/34, × 85, TP 64 C, Tapoumont, comme- as *Izhella*. Loc. comme- as fig. 3.
16 : U. de M. 645/24, × 54, TP 64 A, Tapoumont, comme *Izhella*. et *Renalcis* enchevêtrés-as intertwined *Izhella* and *Renalcis*. Loc. comme- as fig. 3.
17 : U. de M. 644/28, × 68, TP 64 B, Tapoumont, comme *Izhella*. et *Renalcis* enchevêtrés-as intertwined *Izhella* and *Renalcis*. Loc. comme- as fig. 3.



Cette séquence locale, répétée dans les deux types de monticules, succède dans chaque cas à une pulsation transgressive. Elle témoigne d'une diminution de profondeur, due d'abord à l'accrétion biohermale (S2, 3, 4, 5, 6), ensuite, dans le cas des monticules du type «Les Wayons-Hautmont», à une régression marine à l'échelle du bassin (S7, 8), enregistrée également dans les zones les plus internes de la plate-forme (Boulvain et Coen-Aubert, 1989). Les monticules micritiques du type «Les Wayons-Hautmont» montrent à leur sommet une récurrence des faciès rouges avant leur envasement par les schistes à faune appauvrie (faciès «Matagne»), qui correspondent à une nouvelle transgression (Boulvain, 1990).

DESCRIPTION DE LA MICROFLORE

ÉDIFICES BIOSÉDIMENTAIRES : *Nuia* et *Renalcis*

Nuia (*Nuia sibirica* MASLOV, 1954) est une algue *incertae sedis* mondialement abondante dans les monticules micritiques du Cambrien-Ordovicien. La morphologie la plus simple est un axe central micritisé à partir duquel se développe une gaine de calcite grossièrement prismatique probablement

secrétée autour de Rivulariacées. Ces couches de calcite peuvent s'additionner par accollement, embrassement ou bourgeonnement. Dans les cas les plus complexes, *Nuia* forme une masse irrégulière de plusieurs générations de plaques emboîtées (Mamet et Roux, 1982). Vachard et Tellez-Giron (1986) ont suggéré que ces morphologies de plus en plus complexes traduiraient l'agitation décroissante du milieu. Si tel est bien le cas, les *Nuia* observées dans les biohermes de marbre rouge sont toutes de milieu calme.

On les rencontre dans les calcaires gris à Coraux, Stromatopores, thrombolites et tapis laminaires (S8), typiques du cœur des édifices et dans les calcaires gris à *fenestrae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7) plus périphériques.

La littérature signale des *Nuia* dans le Dévonien, mais aucun des spécimens illustrés jusqu'à présent (*Nuia devonica* de Shuisky, 1973 ; *Nuia sibirica* MASLOV *sensu* Chuvashov *et al.*, 1985) n'est convaincant. Le matériel étudié confirme donc la présence du genre dans le Dévonien.

Associé à *Nuia*, on observe fréquemment *Renalcis* (voyez Pl. 2, fig. 15 et 16). Ce dernier est d'origine controversée et le seul fait d'observation évident est qu'il ne possède pas de muraille secrétée et que la

PLANCHE 2

1-2. *Renalcis granosus* VOLOGDIN, 1932.

- 1 : U. de M. 659/15, × 54, TP 33 (5), Tienne à l'Gatte, 19 m au-dessus de la base du bioherme – 19 m above the base of the bioherm (Boulvain, 1990, fig. IV.18, p. 89), comme *Renalcis-Shuguria* et *Izhella* entrelacés. – as intertwined *Izhella* and *Renalcis-Shuguria*.
2 : U. de M. 645/28, × 54, TP 64 C', Tapoumont, comme *Renalcis-Shuguria* et *Chabakovia* entrelacés. – as intertwined *Chabakovia* and *Renalcis-Shuguria*. Loc. comme- as Pl. 1, fig. 3.

3-10. *Radiosphaeroporella radiosphaera* n. gen., n. sp.

- 3 : U. de M. 657/26, × 26, HC 20 B, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
4 : U. de M. 657/29, × 36, HC 20 original, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
5 : U. de M. 657/26, × 54, HC 20 original, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
6 : U. de M. 657/24, × 54, HC 20 original, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
7 : U. de M. 657/35, × 54, HC 20 B, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
8 : U. de M. 657/27, × 54, HC 20 original, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
9 : U. de M. 657/32, × 54, HC 20 C, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.
10 : U. de M. 657/31, × 54, HC 20 B, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 1, fig. 10.

11-12. *Rectangulina tortuosa* (ANTROPOV, 1950).

- 11 : U. de M. 659/12, × 106, TG 33 (4), Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.
12 : U. de M. 656/22, × 85, BL 38 (B), Les Bulants, loc. 7,5 m au-dessus de la base du bioherme – 7.5 m above the base of the bioherm (Boulvain, 1990, fig. IV.16, p. 85).

13. *Sphaerocodium munthei* ROTHPLETZ, 1913.

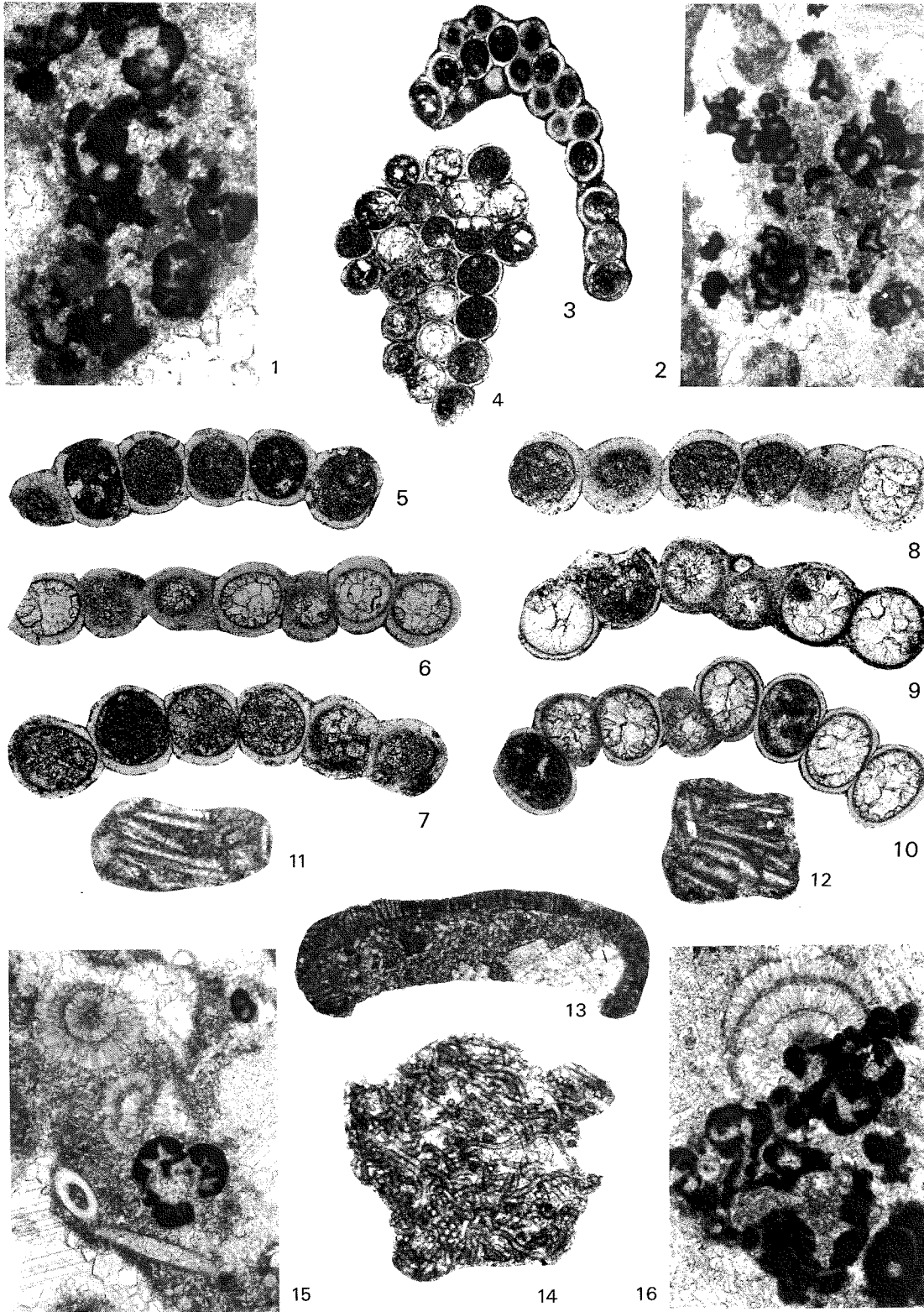
- U. de M. 644/37, × 36, TP 61 B, Tapoumont, cote 16 m de la coupe fig. 3, p. 228 – level 16 m of section fig. 3, p. 228 (Boulvain *et al.*, 1988).

14. *Girvanella wetheredii* CHAPMAN, 1908.

- U. de M. 657/14, × 85, HC 12 original, Huccorgne, sommet de l'unité de 13,5 m de «calcaires foncés» de la Formation d'Aisemont – top of the 13.5 m unit of "dark limestone" of the Aisemont Formation (Coen-Aubert et Lacroix, 1985, p. 122).

15-16. Packstone à *Nuia sibirica* MASLOV, 1954 et *Renalcis granosus* VOLOGDIN, 1932 (sous forme d'*Izhella*). – packstone with *Nuia sibirica* MASLOV, 1954 and *Renalcis granosus* VOLOGDIN, 1932 (as *Izhella*).

- 15 : U. de M. 644/24, × 26, TP 63 A, Tapoumont, loc. comme- as Pl. 1, fig. 5.
16 : U. de M. 659/9, × 54, TP 33/3, Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.



structure observée résulte bien d'un processus de micritisation. L'hypothèse de colonies de *Chroococcales* ou de *Rivulariacées* semble probable (Hofmann, 1975 ; Poncet, 1976).

Comme pour tous les autres *Renalcis* (Cambrien à Carbonifère), quatre genres morphologiques artificiellement créés sont associés dans une même construction ; *Izhella* a des coins de ciment dans la masse micritique ; *Chabakovia* est colonnaire ; *Shuguria* est composé d'un éventail de cloques surbaissées. Nous pensons (Mamet et Roux, 1983) qu'il s'agit de formes de croissance et que seul *Renalcis*, qui a priorité, doit être employé pour décrire les morphes.

Cette façon de voir n'est certes pas partagée par la plupart des algologues qui continuent à séparer les quatre taxa. Par exemple Mu et Zhang (1988) reconnaissent *Renalcis granosus*, *Izhella nubiformis*, *Chabakovia ramosa* et *Shuguria flabelliformis* dans du matériel chinois provenant des couches de transition dévono-carbonifères. Il faut signaler que là encore, un seul et même édifice est décrit sous plusieurs taxa.

Le rôle de *Renalcis* dans la sédimentologie et dans l'érection de monticules micritiques est, comme la taxonomie, fort discuté (Tsien, 1979 ; Pratt, 1984 ; Riding, 1991). Contrairement à une opinion cou-

ramment répandue, les *Renalcis* frasniens ne sont pas localisés dans des géodes, mais bien dans la masse micritique, essentiellement dans les niveaux moyen et supérieur des biohermes. Ils sont spécialement abondants dans les bindstones cryptalgaires (S8), dans le cœur des monticules micritiques du type « Les Wayons-Hautmont » et sa périphérie immédiate.

MICROCODIACÉES : *Palaeomicrocodium*.

Les Microcodiacées se développent au détriment de grains ou de matrice qu'elles semblent dissoudre et « assimiler ». C'est le seul caractère que l'on puisse reconnaître avec les auteurs. Il est impossible de souscrire ici à l'hypothèse de relations racines-*Fungi* (voir Klappa, 1978 pour discussion) et encore moins à l'indication de paléosols ou d'infiltration *per descensum*.

Dans le Givétien de Belgique, les *Palaeomicrocodium* sont souvent observés dans des faciès proches de l'émersion ou même émergés (Mamet et Préal, 1987). Dans les monticules micritiques, leur répartition est très spécifique, en association avec *Renalcis* dans de petits édifices cryptalgaires métriques en périphérie immédiate du cœur (bafflestones à *Renalcis*, péloïdes, *Palaeomicrocodium*, S8). Il n'y a ici aucun indice d'émersion.

PLANCHE 3

1, 4-8. *Sphaerocodium gothlandicum* ROTHPLETZ, 1908 emend. Wood, 1948.

1 : U. de M. 660/4, × 54, TG 33, Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.

4 : U. de M. 659/30, × 54, TG 33, Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.

5 : U. de M. 659/32, × 54, TG 33 (2), Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.

6 : U. de M. 659/21, × 54, TG 33 (1), Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.

7 : U. de M. 656/30, × 22, SZ 218 E, Beauchâteau, 6,5 m au-dessus de la base de la coupe C- 6.5 m above the base of the "C" section (Boulvain, 1990, fig. IV.10, p. 77).

8 : U. de M. 657/7, × 54, SC 62 B, Les Wayons, 21,5 m au-dessus de la base du bioherme- 21.5 m above the base of the bioherm (Boulvain, 1990, fig. IV.20, p. 91).

2-3. *Sphaerocodium munthei* ROTHPLETZ, 1913.

2 : U. de M. 656/26, × 36, SZ 218 C, Beauchâteau, loc. comme- as Pl. 3, fig. 7.

3 : U. de M. 659/17, × 54, TG 33 (6), Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.

9-20. *Kleinbergella filosa* n. gen., n. sp.

9 : U. de M. 656/18, × 85, BL 38, Les Bulants, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

10 : U. de M. 656/11, × 85, BL 38, Les Bulants, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

11 : U. de M. 643/26, × 54, PM 75 original, Petit-Mont, 15 m au-dessus de la base du bioherme- 15 m above the base of the bioherm (Boulvain, 1990, fig. IV.28, p. 107).

12 : U. de M. 656/17, × 68, BL 38, Les Bulants, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

13 : U. de M. 657/2, × 68, SC 62 B, Les Wayons, loc. comme- as Pl. 3, fig. 8.

14 : U. de M. 656/35, × 54, SC 62 original, Les Wayons, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

15 : U. de M. 657/10 + 11, × 85, SC 62 E, Les Wayons, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

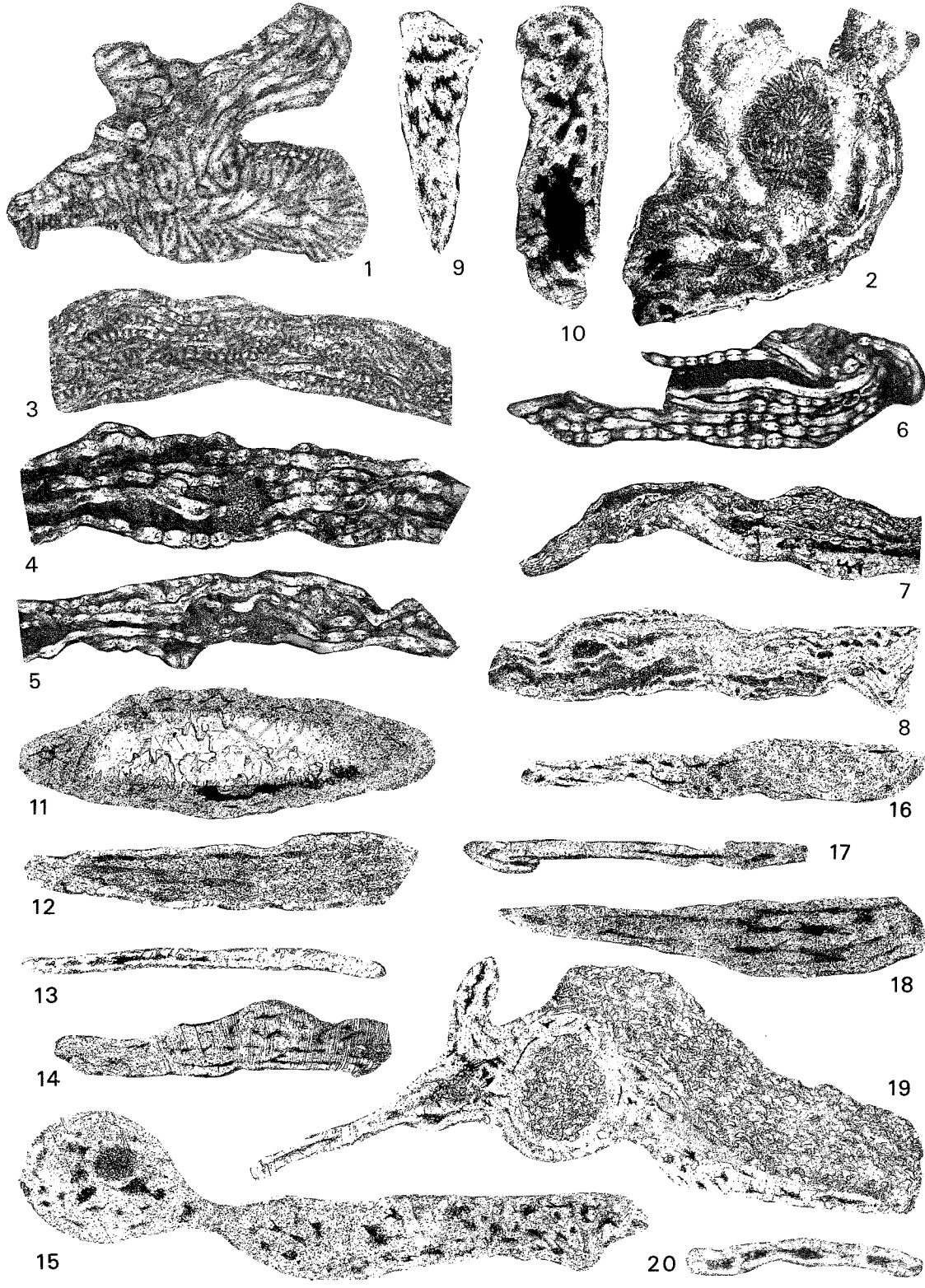
16 : U. de M. 656/32, × 54, TG 66, Tienne à l'Gatte, 2,5 m au-dessus de la base du bioherme- 2.5 m above the base of the bioherm (Boulvain, 1990, fig. IV.18, p. 89).

17 : U. de M. 656/24, × 68, BL 38 C, Les Bulants, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

18 : U. de M. 656/16, × 85, BL 38, Les Bulants, loc. comme- as Pl. 2, fig. 12.

19 : U. de M. 657/4 + 5, × 54, SC 62 C', Les Wayons, type du genre et de l'espèce- type of the species and the genus. Encroûté par- encrusted by *Aphralysia mathewsi* MAMET et ROUX, 1975. Loc. comme- as Pl. 3, fig. 8.

20 : U. de M. 643/30, × 85, PM 76, Petit-Mont, loc. comme- as Pl. 3, fig. 11.



Signalons que c'est Francis Tourneur qui nous a montré pour la première fois, en 1984, des Microcodiacées dans les « récifs rouges F2j ».

FILAMENTS MICRITISÉS : *Girvanella*, *Rectangulina*

Girvanella est ubiquiste et abondant du Précambrien au Mésozoïque dans tous les faciès peu profonds. Dans les monticules micritiques, ces tubes ne dominant pas. Ils sont souvent associés aux *Sphaerocodium* et à de très rares clastes de *Rectangulina*. Leur abondance est maximale, en encroûtements de bioclastes, dans les calcaires gris à *fenestrae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7), dans le niveau supérieur des monticules.

PALISSADES DE TUBES CALCIFIÉS : *Sphaerocodium*

Les palissades de tubes dichotomiques sont relativement communes. On les rencontre *in situ* sous deux formes principales : une palissade unique encroûtant régulièrement un débris de macrofaune (de nombreux mégascclères d'Eponges sont ainsi soulignés par un liseré) ou des amas complexes de plusieurs générations de tubes entrecroisés, souvent associés à des Coelentérés dans des bindstones.

Sphaerocodium est parfois dissous et devient très difficilement reconnaissable. La muraille micritique

est remplacée par du ciment clair alors que la lumière des tubes est micritisée et semble noire (voir Pl. 3, fig. 8), donnant naissance à des *Sphaerocodium* « inversés ».

Les *Girvanella*, *Sphaerocodium* et *Rectangulina* sont caractéristiques des niveaux moyen et supérieur des monticules micritiques. Contrairement à *Sphaerocodium*, *Girvanella* ne devient abondant que dans les calcaires gris à *fenestrae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7) du niveau supérieur. Les encroûtements formés par ces deux dernières Algues sont asymétriques et minces dans le niveau moyen des biohermes et symétriques et épais dans le niveau supérieur. C'est principalement dans le cœur des édifices du type « Les Wayons-Hautmont » et à sa périphérie immédiate que *Girvanella*, et surtout *Sphaerocodium* forment des bindstones, en association avec des tapis cryptalgaires, des Coraux et des Stromatopores.

COLONIES KYSTOÏDES : *Wetheredella*, *Aphralysia*

Ces deux Algues sont souvent très abondantes dans les récifs du Paléozoïque moyen. Dans les monticules micritiques, elles ne jouent au contraire qu'un rôle très limité, en encroûtement de méga-faune ou d'autres Algues (voir Pl. 3, fig. 19 et Pl. 4, fig. 3).

PLANCHE 4

1-2. *Trelonella trelonensis* (PONCET, 1983).

1 : U. de M. 659/1 + 2, × 22, TG 23 (1) original, Tienne à l'Gatte, 22,5 m au-dessus de la base du bioherme 22.5 m above the base of the bioherm (Boulvain, 1990, fig. IV.18, p. 89). Coupe longitudinale- *longitudinal section*.

2 : U. de M. 659/5, × 26, TG 23 (2), Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 4, fig. 1. Coupe équatoriale- *equatorial section*.

3. *Wetheredella silurica* WOOD, 1948.

U. de M. 659/14, × 22, TG 33 (5), Tienne à l'Gatte, loc. comme- as Pl. 2, fig. 1.

4. *Asphaltina* sp.

U. de M. 656/27, × 26, SZ 218 C, Beauchâteau, loc. comme- as Pl. 3, fig. 7.

5-10. *Paralitanaia aubertensis* n. sp.

5 : U. de M. 657/22, × 26, HC 12 D, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 2, fig. 14. Coupe épidermique- *epidermic section*.

6 : U. de M. 657/13, × 26, HC 12 original, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 2, fig. 14. Coupe axiale oblique- *oblique axial section*.

7 : U. de M. 657/19, × 54, HC 12 D, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 2, fig. 14. Départ des tubes latéraux- *insertion of lateral tubes*.

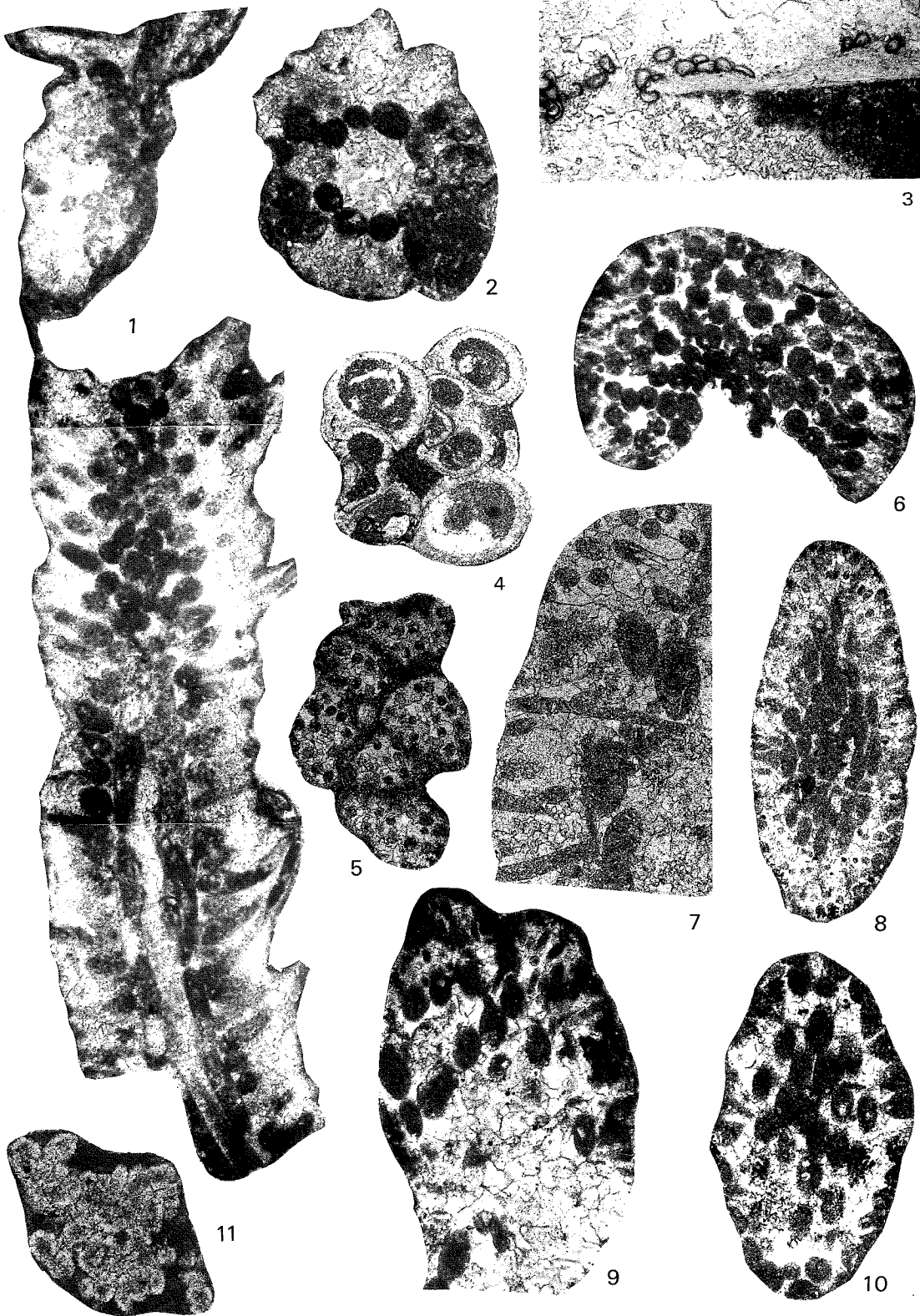
8 : U. de M. 657/23, × 22, HC 12 C, Huccorgne, type de l'espèce- *type of the species*. Loc. comme- as Pl. 2, fig. 14. Coupe longitudinale oblique- *oblique longitudinal section*.

9 : U. de M. 657/15, × 26, HC 12 original, Huccorgne, loc. comme- as Pl. 2, fig. 14. Coupe dans les tubes axiaux- *section in axial tubes*.

10 : U. de M. 657/36, × 36, HC 26 original, Huccorgne, base de l'unité de 13,5 m de « calcaires foncés » de la Formation d'Aisemont- *base of the 13.5 m unit of "dark limestones" of the Aisemont Formation* (Coen-Aubert et Lacroix, 1985, p. 122). Coupe dans les tubes axiaux- *section in axial tubes*.

11. *Palaeomicrocodium* sp.

U. de M. 595/8, × 85, Beauchâteau.



FILES DE PLAQUES ENCROÛTANTES :

Kleinbergella

Une Algue énigmatique qui ne semble pas avoir été décrite antérieurement, est fréquemment observée en tant que plaques isolées ou en tant qu'encroûtement *in situ*. D'une façon similaire à *Sphaerocodium*, les files de plaques calcifiées, que nous nommons *Kleinbergella*, recouvrent les spicules d'Eponges. Une coupe perpendiculaire à l'allongement ressemble alors à *Morovamma* (comparer Pl. 3, fig. 19 avec Poncet, 1988, pl. V, fig. 4 et 5) ou aux *Kettneramma* de Vachard, 1988 (pl. 8, fig. 10).

Tout comme *Sphaerocodium*, *Kleinbergella* est souvent micritisée. Les lumières sont élargies au détriment des plaques. Il en résulte que des coupes obliques de *Kleinbergella* ressemblent à celles d'un cône de *Labyrinthoonus* (comparer Pl. 3 à fig. 9 et 10 avec Mamet *et al.*, 1982, pl. 1, fig. 1-13). Nous avons nous-même été dans l'erreur pendant longtemps.

La répartition des *Kleinbergella* au sein des monticules micritiques est intéressante : Ces Algues apparaissent dès le niveau inférieur des édifices, en général en encroûtement sur des mégascèles, dans les calcaires rouges à *Stromatactis*, Coraux, Crinoïdes (S4). Elles restent présentes ensuite, quoiqu'en moindre abondance, avec d'autres Algues dans le niveau moyen et le cœur des biohermes. Enfin, elles disparaissent au niveau des calcaires gris à *fenestreae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7).

DASYCLADALES EN RAIES : *Radiosphaeroporella*

Aucun thalle calcifié de Dasycladales n'a été reconnu. Par contre, ce que l'on peut interpréter comme des raies de kystes de Calcisphères sont localement abondantes dans les calcaires gris à *fenestreae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7).

trae, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7), dans le niveau supérieur des monticules micritiques. Une seule section complète sert de type au genre (Pl. 1, fig. 7), mais des grappes, des fragments linéaires, des doublets ou encore des kystes isolés sont plus fréquents, surtout dans les calcaires gris à Crinoïdes sur les flancs des biohermes. Ces fragments de raies s'observent souvent chez les Calcisphères (voir par exemple Stanton, 1963, fig. 11).

Comme l'ensemble du thalle n'est pas calcifié, il faut des conditions exceptionnelles de calme pour éviter la fragmentation des raies (Pl. 1, fig. 6 et 10).

UDOTÉACÉES ÉRIGÉES : *Trelonella*

Des thalles entiers d'Udotéacées sont présents en périphérie du cœur des monticules micritiques, dans les calcaires gris à *fenestreae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7), là où un minimum de lumière permet la photosynthèse. Ce sont de véritables géants, dix à cent fois plus grands que le reste de la microflore. Tout comme pour les Dasycladacées, ces thalles indiquent un milieu calme, car la calcification n'est qu'incomplète.

CÔNES LABYRINTHIQUES : *Labyrinthoonus*

Ces ancêtres probables des Stachéiines sont épisodiques. Ce sont les seuls représentants possibles des Algues rouges, avec un exemplaire unique d'un fragment micritisé de *Parachaetetes*.

TUBES ENCROÛTANTS : *Asphaltinella*

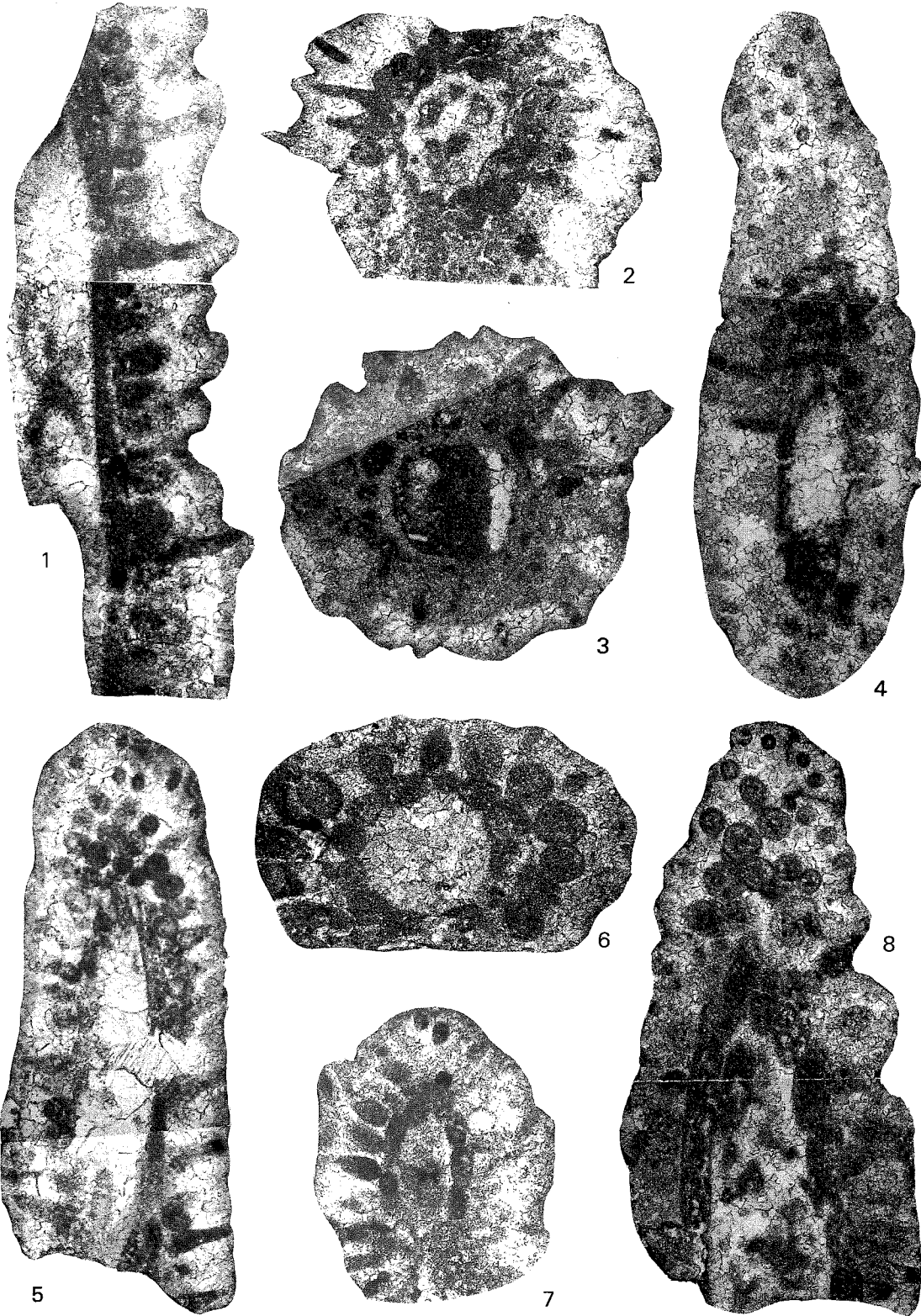
Un seul représentant des Asphaltinelles a été rencontré. Au Givétien, elles sont surtout infratidales, tandis qu'au Carbonifère, elles témoignent de milieux de haute énergie.

PLANCHE 5

1-8. *Trelonella trelonensis* (PONCET, 1983).

- 1 : U. de M. 645/18 + 19, × 26, TG G 2 B', Tapoumont, cote 30 m de la coupe fig. 3, p. 228 - level 30 m of section fig. 3, p. 228 (Boulvain *et al.*, 1988). Coupe longitudinale- longitudinal section.
- 2 : U. de M. 644/25, × 22, TP G 3 A, Tapoumont, loc. comme- as Pl. 5, fig. 1. Coupe axiale- axial section.
- 3 : U. de M. 647/16 + 17, × 22, TP 62 A, Tapoumont, loc. comme- as Pl. 1, fig. 5. Coupe axiale oblique- oblique axial section.
- 4 : U. de M. 644/18 + 19, × 22, TP 62 A, Tapoumont, loc. comme- as Pl. 1, fig. 5. Coupe longitudinale oblique- oblique longitudinal section.

- 5 : U. de M. 645/16 + 17, × 22, TP 62 A', Tapoumont, loc. comme- as Pl. 1, fig. 5. Coupe axiale- axial section.
- 6 : U. de M. 646/10, × 26, TP 63 C', Tapoumont, loc. comme- as Pl. 1, fig. 5. Coupe longitudinale- longitudinal section.
- 7 : U. de M. 644/20, × 22, TP 62 B, Tapoumont, loc. comme- as Pl. 1, fig. 5. Coupe axiale oblique- oblique axial section.
- 8 : U. de M. 644/14 + 15, × 22, TP 62 A, Tapoumont, loc. comme- as Pl. 5, fig. 5. Coupe longitudinale- longitudinal section.



TAXONOMIE

Après ce survol de la microflore, seront décrits dans ce chapitre quatre taxa nouveaux, les genres *Trelonella*, *Radiosphaeroporella* et *Kleinbergella* ainsi qu'une nouvelle espèce de *Paralitanaia* qui provient du même niveau stratigraphique, mais au bord nord du Synclinorium de Namur.

Famille UDOTACEA (ENDLICHER) AGARDH 1888
sensu FELDMANN, 1954
***Trelonella* n. gen.**

Discussion : Poncet (1981) a décrit comme une nouvelle Dasycladale, *Epimastoporella trelonensis* du Frasnien du Synclinorium de Dinant (Trélon, Nord de la France). Toutefois, *Epimastoporella* telle que redéfinie par Roux, 1979 est une Mastoporeae PIA, 1920 *emend.* Deloffre, 1988 caractérisée par une gaine perforée par des branches ovoïdes perpendiculaires à la paroi. En sections équatoriales, ces branches sont subpolygonales et le genre n'est connu qu'à partir du Carbonifère Moyen. Il ne comprend certainement pas les formes observées ici, avec des branches en forme de spatule et à insertion oblique. De plus, une série de tubes longitudinaux, accolés à l'axe central, indique une Udotéacée que nous nommons ici *Trelonella*, de l'origine du matériel de Poncet.

Type du genre : *Epimastoporella trelonensis* tel qu'illustré par Poncet, 1981.

Origine du nom : De Trélon, d'où provient le matériel originel.

Diagnose : Udotéacée érigée, de forme en obus à surface épineuse. Axe central tapissé par 10-12 tubes disposés à la périphérie. Ceux-ci sont continus avec de légères constriction. Tubes latéraux issus des tubes centraux : Ils sont en forme de spatule, légèrement inclinés vers le haut (Fig. 3).

Comparaison : Se distingue de toutes les autres Udotéacées du Paléozoïque par la répartition des tubes axiaux.

Parabacella SHUISKY et SHIRSHOVA, 1988 (*P. subrina* gen. et sp. n.), une Dimorphosiphonacée du Givétien de l'Oural, a des tubes latéraux proches de *Trelonella*, mais n'en a pas la disposition caractéristique des tubes axiaux (Fig. 4).

La disposition des branches et la forme du départ de *Pilounella* SHUISKY et SHIRSHOVA, 1988 (voir leur dessin fig 5), rappelle un peu *Trelonella*. Mais *Pilounella* est une Dasycladale, attribuée aux Salpingoporelles et ne possède pas de tubes axiaux.

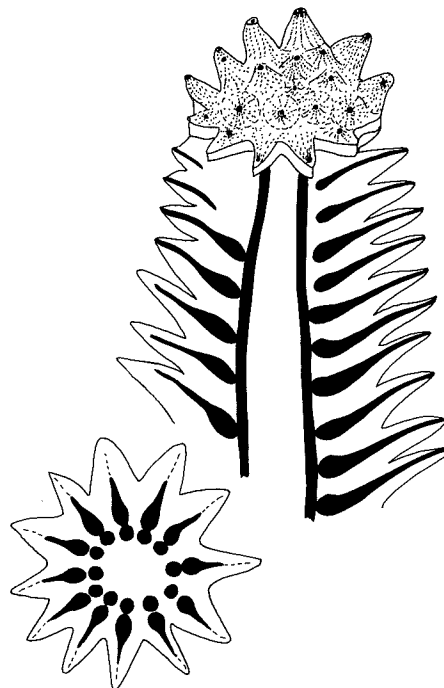


FIG. 3. - Reconstitution schématique en trois dimensions avec coupes équatoriales et longitudinales de *Trelonella* n. gen. - Schematic reconstruction in three dimensions, with equatorial and longitudinal sections of *Trelonella* n. gen.

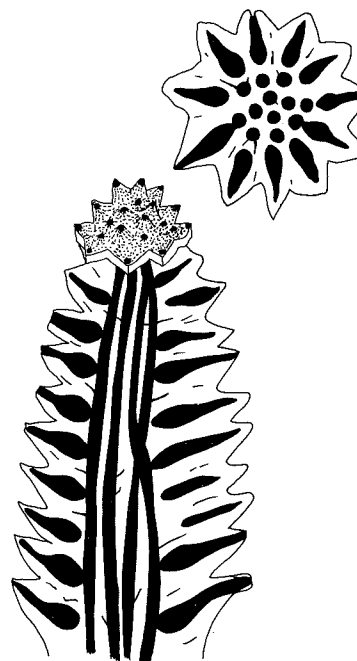


FIG. 4. - Comparaison avec un thalle de *Parabacella* SHUISKY et SHIRSHOVA, 1988 reconstitué d'une façon identique. - Comparison with a thallus of *Parabacella* SHUISKY and SHIRSHOVA, 1988, similarly reconstructed. Ordre de grandeur pour *Trelonella* - Order of magnitude for *Trelonella* : diamètre - diameter : 2-4 mm. Pour - for *Parabacella* : 1-3 mm.

Trelonella trelonensis (PONCET, 1981)

(Pl. 4, fig. 1, 2 ; Pl. 5, fig. 1-8)

1981. - *Epimastoporella trelonensis*. Poncet, p. 99-103, pl. 1, fig. 1-7.

Description : Thalle important de plus d'un centimètre de longueur pour 2 à 4 millimètres de diamètre. Axe central de 1 000 à 1 800 μm de diamètre. Ces tubes (actuellement micritisés) sont continus avec de légers pincements. Chacun de ces tubes axiaux donne naissance à intervalle régulier à un tube latéral. Celui-ci a une forme de spatule à manche effilé, avec une insertion légèrement oblique vers le haut. Le diamètre maximum des tubes latéraux est du même ordre de grandeur que celui des tubes-mères, soit 250-300 μm . Leur extrémité effilée est de 50 à 60 μm .

Remarque : Le matériel de Poncet est assez mal conservé, ce qui l'a induit à interpréter les tubes centraux en coupes perpendiculaires comme des départs sphériques de branches.

Distribution stratigraphique : Décrit originellement du Frasnien Moyen de Trélon. Présent à Tienne à l'Gatte (Villers-le-Gambon), Petit-Mont (Vodelée), Les Bulants (Neuville), Beauchâteau (Senzeille) et Tapoumont (Neuville).

Pour des raisons de commodité, une nouvelle espèce d'Udotécée, non observée dans les monticules micritiques mais présente dans des niveaux stratigraphiquement équivalents des *Synclinorium* de Namur et de Dinant (coupes de Huccorgne et Lustin) est décrite ci-dessous.

Paralitanaia aubertensis n. sp.

(Pl. 4, fig. 5-10)

1977. - *Litanaia* sp. - Tsien et Dricot, pl. 1, fig. 4.**Type de l'espèce** : Pl. 4, fig. 8, désigné ici.

Discussion : Pour la diagnose du genre et pour les relations entre *Litanaia* et *Paralitanaia*, voyez Mamet et Préat, 1985, ainsi que la figure 5 pour une reconstitution du thalle. La nouvelle espèce présente dans le matériel frasnien est décrite comme suit.

Description : Thalle allongé, important, millimétrique à centimétrique, d'un diamètre allant de 1 000 à 2 000 μm . Axe central composé d'un très grand nombre de tubes continus (une trentaine et plus) de 120 à 180 μm de diamètre. Ils donnent naissance à des tubes cylindriques latéraux, eux aussi fort nombreux et qui sont plus ou moins obliques par rapport au tube-mère. Avec un léger accroissement, ils varient de 35 à 55 μm de diamètre.

Comparaison : Ce taxon est assez différent du type du genre *Litanaia*, *Litanaia mira* MASLOV,

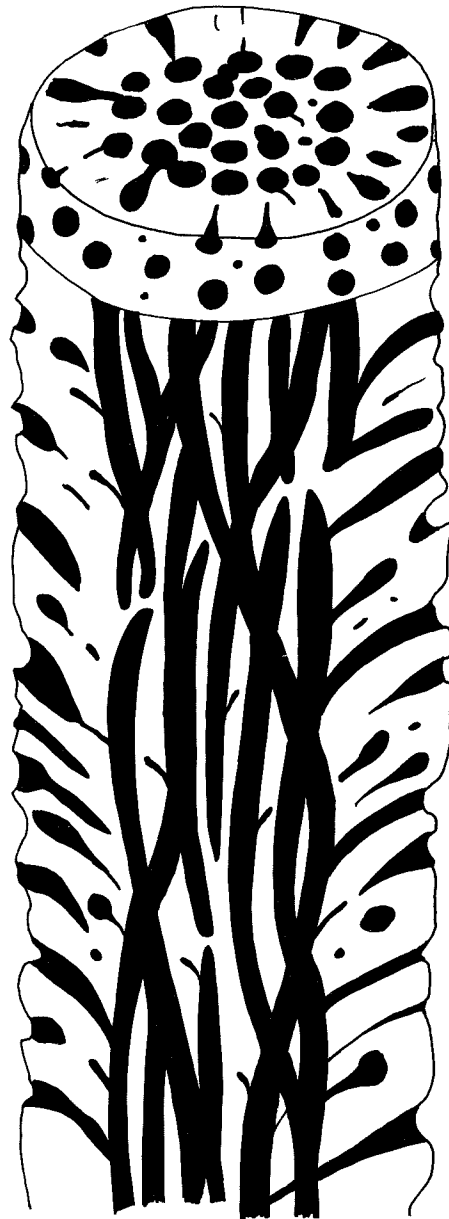


FIG. 5. - Reconstitution du thalle de *Paralitanaia* MAMET et PRÉAT, 1985 avec coupe longitudinale, coupe équatoriale et surface extérieure. - Reconstruction of the thallus of *Paralitanaia* MAMET and PRÉAT, 1985 with longitudinal and equatorial sections plus outer surface. Ordre de grandeur - Order of magnitude : diamètre - diameter : 1-2 mm.

1956, dont le contour externe est plus irrégulier. Il ressemble beaucoup plus à *Paralitanaia perissea* (Wray, 1967) du Frasnien du Bassin de Canning (Australie). Il s'en distingue toutefois par un nombre beaucoup plus élevé de tubes tant centraux que latéraux. Une nouvelle espèce de la tribu des *Litanaia* SHUYSKY, 1987 a récemment été décrite par

Hubmann (1990) de l'Eifélien de l'Autriche (*L. graecensis*). Les rameaux secondaires sont à insertion variant de 30 à 40° et sont anormalement dichotomes (deuxième et troisième ordre). Certains se terminent par des rameaux ampuliformes, ce qui suggère fortement un nouveau genre. Ils n'apparaissent pas dans la figure schématique de Hubmann (text-fig. 4), mais sont visibles à la planche 35, fig. 3, en haut, à droite.

De par son très grand nombre de filaments médullaires, notre nouvelle espèce rappelle «*Litanaia*» *multitubula* FENNINGER, 1983, du Dévonien inférieur de Turquie, mais l'angle d'insertion et la morphologie des rameaux secondaires sont différents.

Origine du nom : L'espèce est dédiée à Marie Coen-Aubert qui a décrit la coupe de Huccorgne.

Distribution stratigraphique : Bord nord des Synclinorium de Dinant et de Namur, Frasnien.

Dasycladales à thalle non calcifié

Toutes les Dasycladales ne sont pas calcifiées et on connaît par exemple au Carbonifère *Dasycladophycus* (*D. ensomi* ELLIOTT, 1982) dont seule une contre-empreinte est conservée. Il faut évidemment des conditions exceptionnelles pour identifier ces microfossiles.

Par ailleurs, Cayeux (1929) avait suggéré que les Calcisphères étaient liées aux Siphonées, mais il ne semble guère avoir été suivi. L'un de nous a montré que les *Calcisphaera* du Carbonifère forment des couronnes régulières autour d'un axe central non calcifié (Mamet, 1973) et que les Radiosphères formaient des grappes.

Le matériel dévonien est encore plus démonstratif, puisqu'il montre des raies de kystes qui seront décrites comme suit.

Radiosphaeroporella n. gen.

Type du genre : *Radiosphaeroporella radiosphaera* désigné ici.

Origine du nom : De la ressemblance avec les Sphaeroporelles.

Diagnose : Dasycladale à manchon non calcifié. Seule la partie fertile est composée d'une douzaine de raies de kystes qui s'accolent pour former un obus (Fig. 6).

Comparaison : Une raie isolée de *Radiosphaeroporella* n'est pas sans rappeler *Culmiella sphaerica*, un genre et espèce nouveaux créés par Shuisky du Praguén de la Nouvelle-Zemble (1988). D'après l'auteur, il s'agit d'une Catenaelleae, ce qui exclut évidemment la possibilité de calcification de kystes.

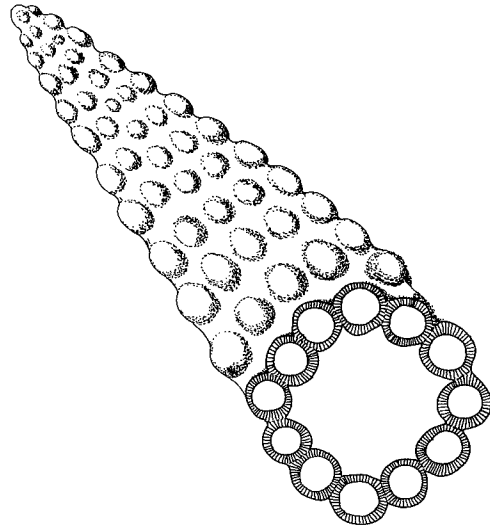


FIG. 6. — Projection cavalière d'une reconstitution de *Radiosphaeroporella* n. gen. — *Perspective of a reconstruction of Radiosphaeroporella* n. gen. Ordre de grandeur - Order of magnitude : diamètre - diameter : 1,5-2 mm.

Les kystes individuels de *Radiosphaera auctores* ou *Radiosphaeres auctores* sont morphologiquement très semblables, mais le thalle non calcifié a de nombreuses constriction (Mamet et Rudloff, 1972, pl. 10, fig. 14).

Radiosphaeroporella radiosphaera n. sp. (Pl. 1, fig. 2-4, 6-10 ; Pl. 2, fig. 3-10)

1971. — ?*Radiosphaera*. — Menner et Reitlinger, sans description, pl. 4 (= 10), fig. 4 b.

1972. — *Sphaeroporella* cf. *S. conchatiformis*. — Chuvashov-Toomey, sans description, pl. 1, fig. 8.

Type de l'espèce : Pl. 1, fig. 7, désigné ici.

Origine du nom : De la ressemblance avec les Radiosphères.

Description : Douze raies de kystes calcifiés sont accolées en un assemblage en forme d'obus. Celui-ci a plus de 4 mm de longueur pour un diamètre d'environ 1 700 µm. On compte plus de 15 kystes par raie. Ces kystes sont grossièrement sphériques avec des surfaces d'accolement. Leur diamètre est assez constant et oscille entre 240 et 280 µm. La muraille est double, avec un feuillet micritique interne fin et constant (environ 6-8 µm) et un feuillet de calcite prismatique d'épaisseur plus variable (20 à 30 µm). Les raies sont souvent fragmentées et les kystes observés en tant qu'individus isolés (Pl. 1, fig. 4). Il y a en général cimentation périphérique et les surfaces d'accolement tendent à disparaître.

Répartition stratigraphique : Le meilleur matériel provient de Tapoumont (Neuville), mais on observe des fragments de raie dans tous les affleurement étudiés, principalement dans le niveau supérieur, en périphérie des monticules du type «Les Wayons-Hautmont» et également dans les calcaires stratifiés de la Formation d'Aisemont, à Huccorgne, en association avec *Litanaia* et *Paralitanaia*.

ALGUE, INCERTAE SEDIS

Kleinbergella n. gen.

Type du genre : *Kleinbergella filosa*, n. gen, n. sp.

Origine du nom : De Petit-Mont.

Diagnose : Thalle encroûtant, composé de filaments continus, dichotomes et fortement calcifiés en plaques continues. Chacune de ces plaques cimentées est uniforme et beaucoup plus importante que l'axe central. Le thalle épouse la morphologie du support. Il est généralement composé de deux à cinq séries de plaques (Fig. 7).

Note : Il est difficile de savoir s'il existe une division cellulaire. Les filaments sont souvent dissous et élargis, formant une succession d'ovoïdes allongés. Cette morphologie est probablement diagénétique ou due à une carie bactérienne.

Comparaison : L'emboîtement des plaques n'est pas sans rappeler «*Shartymophycus*» - *Fasciella* du Carbonifère. Tout comme pour ce genre, l'appartenance à une famille bien déterminée reste douteuse.

Distribution stratigraphique : Principalement dans le niveau inférieur des monticules micritiques «F2j».

Kleinbergella filosa n. sp.

(Pl. 3, fig. 11-20)

Type de l'espèce : Pl. 3, fig. 19, désigné ici.

Origine du nom : De la forme des cellules.

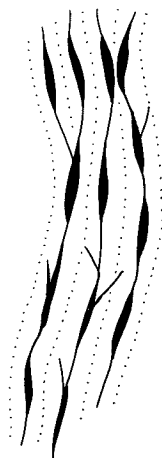


FIG. 7. - Arrangement des cellules dans les plaques calcifiées de *Kleinbergella* n. gen. Présence de filaments croiseurs obliques. - Cell arrangement in the calcified plates of *Kleinbergella* n. gen. Presence of oblique threads.

Description : Thalle multiforme dont la morphologie dépend du support. Quand celui-ci est un spicule d'Eponge, ce qui est souvent le cas, la forme générale est cylindrique. L'encroûtement est constitué de plusieurs générations de plaques semi-rectilignes. Elles moulent symétriquement un axe central filamenteux micritique d'épaisseur constante, de 5 à 6 μm . Ces plaques ont environ 40-55 μm d'épaisseur. La dichotomie est d'environ 30° par rapport au filament-mère.

Distribution stratigraphique : Connue actuellement du Frasnien moyen.

RÉPARTITION DES ALGUES DANS UN MONTICULE IDÉALISÉ

La figure 8, dérivée de la figure 2 à laquelle nous référons le lecteur, résume la répartition des différents taxa par rapport au modèle de monticule micritique du type «Les Wayons-Hautmont».

A la base des constructions, les Algues calcifiées sont inexistantes dans les calcaires rouges à *Stromatactis* et spicules d'Eponges (S3). Un peu plus haut, en même temps que les Coraux et les Crinoïdes (S4), apparaissent les *Kleinbergella*, souvent en encroûtements sur des spicules d'Eponges. Il existe également des encroûtements doubles, *Kleinbergella* + *Aphralysia* et *Kleinbergella* + *Sphaerocodium* (rare).

Avec la disparition des grands *Stromatactis* dans les calcaires roses à Coraux, Crinoïdes, petites *fenestrae*, Stromatopores (S5) du niveau moyen, apparaissent *Sphaerocodium*, *Girvanella*, *Renalcis* et *Nuia*. Ces deux premières Algues forment des encroûtements sur les éléments figurés, avec *Sphaerocodium* nettement plus abondant que *Girvanella*.

Plus haut, dans le niveau supérieur des monticules du type «Les Wayons-Hautmont», se marque une nette différenciation horizontale entre zone centrale et zone périphérique. Dans les faciès centraux, les calcaires gris à Coraux, Stromatopores, thrombolites, tapis laminaires (S8) sont très riches en *Renalcis*; les calcaires gris à petites *fenestrae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7), contiennent des *Trelonella*, associées à des *Girvanella*, quelques *Sphaerocodium* et des *Radiosphaeroporella*. En bordure de la zone centrale, on remarque l'existence de petits édifices cryptalgaires métriques à *Renalcis* et *Palaeomicrocodium*. Latéralement réapparaissent les calcaires roses à Coraux, Crinoïdes, petites *fenestrae* (S5) riches en *Sphaerocodium*. Le niveau supérieur des monticules du type «les Bulants» est caractérisé par des calcaires gris à petites *fenestrae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7).

Enfin, les calcaires rouges sommitaux des monticules du type «Les Wayons-Hautmont», semblables aux calcaires du niveau inférieur, ne contiennent que quelques *Kleinbergella* et *Sphaerocodium*.

Les schistes fins (S1) périphériques des monticules du type «Les Wayons-Hautmont» ne contiennent pas d'Algues, contrairement aux schistes noduleux et calcaires argileux (S2) latéraux aux monticules du type «Les Bulants», où l'on observe quelques très rares *Kleinbergella* et *Sphaerocodium*.

COMPARAISON AVEC LA FLORE DU GIVÉTIEN BELGE

Une cinquantaine de genres d'Algues sont reconnus au Givétien (Mamet et Préat, 1987), mais cette diversité assez élevée traduit la variété des milieux de dépôt (lagunes, constructions «récifales», milieu marin ouvert). La flore des monticules micritiques frasniens est beaucoup moins diverse et se réduit à un peu plus d'une douzaine de genres : *Aphralysia*, *Asphaltina*, *Girvanella*, *Kleinbergella*, *Labyrinthococcus*, *Nuia*, *Radiosphaeroporella*, *Renalcis*, *Sphaerocodium*, *Trelonella*, *Wetheredella*. La très grande

majorité des taxa est ubiquiste au Dévonien et seul *Trelonella* et *Kleinbergella* sont peut-être cantonnés dans les monticules micritiques.

Une caractéristique évidente est la simplicité des constructions biosédimentaires. Un seul type d'Algue domine partout, mais on trouve assez régulièrement une association de deux taxa : par exemple *Aphralysia* - *Kleinbergella*, *Kleinbergella* - *Sphaerocodium* ou *Girvanella* - *Sphaerocodium*. On est bien loin des faciès lagunaires à oncolithes multiples où s'observent deux, trois, quatre voire cinq organismes encroûtés (par exemple *Wetheredella* - *Asphaltina* - *Bevoastria* - Serpules - Eponges).

CONCLUSIONS

Ce travail a permis de décrire trois taxa nouveaux des monticules micritiques : les genres *Trelonella*, *Radiosphaeroporella* et *Kleinbergella* ainsi qu'une nouvelle espèce de *Paralitanaia* qui provient du même niveau stratigraphique.

L'étude de la microflore montre qu'à chaque lithofaciès des monticules micritiques correspond une Algue dominante (Fig. 8) : Les calcaires rouges

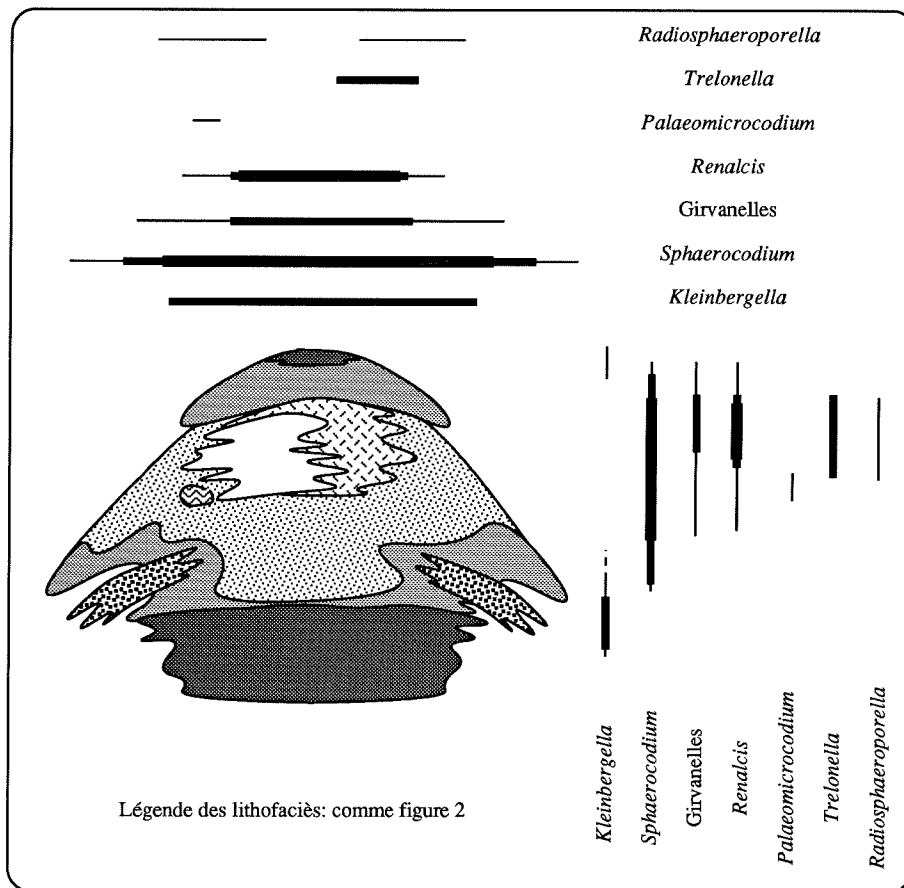


FIG. 8. - Répartition horizontale et verticale des genres algaires dans un monticule du type «Hautmont». - Horizontal and vertical distribution of algal genera in a "Hautmont" mudmound.

à *Stromatactis*, Coraux et Crinoïdes (S4) contiennent quelques *Kleinbergella*; ensuite, *Sphaerocodium* domine dans les calcaires roses à Coraux, Crinoïdes, petits *Stromatactis*, Stromatopores (S5) du niveau moyen; les calcaires gris à Coraux, Stromatopores, thrombolites et tapis laminaires (S8) du cœur des édifices sont caractérisés par d'abondants *Renalcis* et enfin, les calcaires gris à petites *fenestrae*, Tabulés branchus et Brachiopodes (S7) de la périphérie du niveau supérieur sont riches en *Tretonella*.

Essayons maintenant de dégager ce que la flore peut apporter à la connaissance de l'écologie des monticules micritiques «F2j» :

- un milieu général de sédimentation calme. La plupart des formes sont très fragiles et ne sont connues normalement qu'en débris désarticulés. Le milieu est donc «protégé», peu soumis à l'action des vagues et des courants (par exemple Dasycladales en raies exceptionnellement préservées);
- à partir du niveau moyen des monticules, un minimum de lumière permet le développement de trames de *Sphaerocodium*. Les sommets de ces biohermes sont caractérisés par la prolifération des Udotécées.

Si l'on compare la distribution de la flore au modèle très général de Wray (fig. 1, 1979), on remarquera que seul *Sphaerocodium* et *Renalcis* sont considérés comme des formes «récifales»; *Girvanella* apparaît plutôt dans des faciès d'arrière-récif, de même que les Udotécées. La succession verticale des lithofaciès et des flores associées traduit une diminution de la profondeur, responsable d'une augmentation de l'éclairement (Wray, 1979, p. 133-134; Flügel, 1982, p. 331-334).

Revenons encore à l'absence – apparemment étonnante – d'Algues rouges dans les monticules étudiés. Un élément de réponse pourrait être le contexte de relative turbidité dans lequel s'est effectué l'essentiel de la croissance des édifices. Adey et Burke (1977, p. 72) et Hayward (1982, p. 111) ont montré, respectivement pour des récifs coralliens holocènes et actuels que les Algues rouges ne tolèrent pas la turbidité, car elles ne possèdent pas, au contraire des Coraux, de possibilité d'autonettoyage. Elles colonisent donc les zones turbulentes, formant la crête récifale. De tels environnements n'existaient pas dans les monticules frasnien.

BIBLIOGRAPHIE

ADEY W.H. et BURKE R. (1977) : Holocene bioherms of Lesser Antilles – Geologic control of development. In S.H. Frost, M.P. Weiss and J.B. Saunders (éds.) : Reefs and related carbonates. Ecology and Sedimentology. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Studies in Geology*, n° 4, Tulsa, p. 67-81.

BOULVAIN F. (1989) : Origine microbienne du pigment ferrugineux des monticules micritiques du Frasnien de l'Ardenne. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liège, t. 112 (1), p. 79-86.

BOULVAIN F. (1990) : Sédimentologie et diagenèse des monticules micritiques frasnien «F2j» de Belgique. *Thèse Doct.*, Univ. Libre de Bruxelles, 535 p. (non publié).

BOULVAIN F. et COEN-AUBERT M. (1989) : Modèle sédimentologique des monticules micritiques de la partie supérieure du Frasnien du Massif de Philippeville et corrélations séquentielles avec le bord nord du Synclinorium de Dinant (Belgique). *C. R. Acad. Sci. Paris*, vol. 309, II, p. 81-87.

BOULVAIN F., COEN-AUBERT M. et TOURNEUR F. (1988) : Sédimentologie et Coraux du bioherme de marbre rouge frasnien («F2j») de Tapoumont (Massif de Philippeville, Belgique). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liège, t. 110, p. 225-240.

CAYEUX L. (1929) : Les Calcisphères typiques sont des Algues siphonées. *C. R. Acad. Sci. Paris*, vol. 188, p. 594-597.

CHUVASHOV B.I., YUFEREV O.V. et LUCHININA V.A. (1985) : Algues du Dévonien Moyen et Supérieur de la Sibérie occidentale et de l'Oural (en russe). *Akad. Nauk S.S.S.R., Sibirsk. Otd., Trudy Inst. Geol. i Geof.*, vypush 619, Novosibirsk, p. 72-98.

COEN-AUBERT M. et LACROIX D. (1985) : Le Frasnien dans la partie orientale du bord nord du Synclinorium de Namur. *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, vol. 94 (2), p. 117-128.

ELLIOTT G. (1971) : The nature of *Aciculella* PIA (Calcareaous algae). *Palaeontology*, London, vol. 14 (4), p. 629-636.

ELLIOTT G. (1982) : A possible non-calcified dasycladacean alga from the Carboniferous of England. *Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, London, vol. 36, n° 2, p. 105-107.

FENNINGER A. (1983) : Codiaceen aus dem Unterkarbon von Karaburum (Türkei) und Chios (Griechenland). *Mitt. österr. Geol. Ges.*, Wien, vol. 76, p. 273-288.

FLÜGEL E. (1990) : Microfacies analysis of limestones. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 633 p.

HAYWARD A.B. (1982) : Coral reefs in a clastic sedimentary environment : fossil (Miocene, SW Turkey) and modern (Recent, Red Sea) analogues. *Coral Reefs*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, vol. 1, p. 109-114.

HOFMANN H. (1975) : Stratiform Precambrian stromatolites, Belcher Island, Canada : relations between silicified microfossils and microstructure. *Am. Journ. Sci.*, New Haven, vol. 275, p. 1121-1132.

HUBMANN B. (1990) : Udoteaceen (Grünalgen) aus dem Grazer Paläozoikum (Österreich, Barrandeikalke, Eifelium). *Facies*, Erlangen, vol. 22, p. 147-158.

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

LECOMPTE M. (1936) : Contribution à la connaissance des «récifs» du Frasnien de l'Ardenne. *Mém. Inst. géol. UCL*, Louvain, vol. X, p. 30-113.

LECOMPTE M. (1959) : Compte rendu de la session extraordinaire de la Soc. géol. de Belgique et de la Soc. belge de Géol. consacrée à l'étude du phénomène récifal dévonien dans la partie occidentale du Bassin de Dinant et du Bassin de Namur. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liège, vol. LXXXIII, p. 134-153.

MAILLIEUX E. et DEMANET F. (1928) : L'échelle stratigraphique des terrains primaires de la Belgique. *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydrol.*, Bruxelles, vol. 38, p. 124-131.

MAMET B. (1973) : Microfaciès viséens du Boulonnais (Nord, France). *Rev. Micropaléont.*, Paris, vol. 16 (2), p. 101-124.

MAMET B. et BOULVAIN F. (1988) : Remplissages bactériens de cavités biohermales frasnien. *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, vol. 97 (1), p. 63-76.

- MAMET B. et PREAT A. (1985) : Sur la présence de *Palaeomicrocrocodium* (Algue ? *incertae sedis*) dans le Givétien Inférieur de Belgique. *Geobios*, Lyon, vol. 18 (3), p. 389-392.
- MAMET B. et PREAT A. (1985) : Sur quelques algues nouvelles du Givétien de la Belgique. *Rev. Micropaléont.*, vol. 28, n° 1, p. 67-74.
- MAMET B. et PREAT A. (1987) : Algues givéliennes du bord sud du Bassin de Dinant et des régions limitrophes. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liège, t. 109, p. 431-454.
- MAMET B., PREAT A. et BOULVAIN F. (1982) : Sur la structure des Labyrinthoconidae (Algues problématiques, Givétien). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liège, t. 105, p. 283-287.
- MAMET B. et ROUX A. (1982) : Sur le mode de croissance de *Nuia*, algue *incertae sedis*. *Geobios*, Lyon, vol. 16 (6), p. 959-965.
- MAMET B. et ROUX A. (1983) : Algues dévono-carbonifères de l'Australie. *Rev. Micropaléont.*, Paris, vol. 26 (2), p. 63-131.
- MAMET B. et RUDLOFF B. (1972) : Algues carbonifères de la partie septentrionale de l'Amérique du Nord. *Rev. Micropaléont.*, Paris, vol. 15 (2), p. 75-114.
- MENNER VI. et REITLINGER E.A. (1971) : Provincialism of Middle and Late Devonian foraminifers of the northern part of the Siberian platform (en russe). *Voprosy Mikropal.*, Moscou, vol. 14, p. 25-38.
- MONTY C.L.V., BERNET-ROLLANDE M.C. et MAURIN A.F. (1982) : Re-interpretation of the Frasnian classical "reefs" of the southern Ardennes, Belgium (Extended abstract). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liège, t. 105, p. 339-341.
- MU X. et ZHANG Y. (1988) : Calcareous algae and microproblematica. In Yu (éd.) : Devonian-Carboniferous boundary at Nanbiancun, Guilin, China. *Science Press Beijing*, p. 149-158.
- PONCET J. (1976) : Hypothèse relative à la morphogenèse du thalle de *Renalcis* (Algue calcaire, Paléozoïque) et affinités possibles avec les Rivulariacées actuelles. *Geobios*, Lyon, vol. 9 (3), p. 345-351.
- PONCET J. (1981) : *Epimastoporella trelonensis* n. s. p. Dasycladale (Algue calcaire) du Dévonien Supérieur de l'Ardenne. *Geobios*, Lyon, vol. 14 (1), p. 99-103.
- PONCET J. (1988) : Algues calcaires du Givétien de Ferques (Boulonnais, France). In Le Dévonien de Ferques, D. Brice (éd.) : Biostratigraphie du Paléozoïque, Brest, n° 7, p. 79-87.
- PRATT J. (1984) : *Epiphyton* and *Renalcis* - Diagenetic microfossils from calcification of coccooid blue-green algae. *Journ. Sedim. Petrol.*, Tulsa, vol. 54 (3), p. 948-971.
- RIDING R. (1991) : Cambrian calcareous cyanobacteria and algae. In Riding R. (ed.) *Calcareous Algae and Stromatolites*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 305-334.
- ROUX A. (1979) : Revision du genre *Epimastopora* « PIA 1922 » (Dasycladaceae). *Bull. Cent. Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, vol. 3, n° 2, p. 803-810.
- SHUISKY V.P. (1973) : Sur la découverte de « *Nuia* » dans le Dévonien inférieur de l'Oural (en russe). *Sverdlovskii Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Gornii Institut V.V. Vakhrisheva*, Sverdlovsk-Ekatinenburg, Biull. 93, p. 65-68.
- SHUISKY V.P. (1987) : In V.N. Dubatolov (éd.) : Fossil calcareous algae. Morphology, systematics and study methods (en russe). *Akad. Nauk. S.S.S.R., Sibir. Otd., Trudy Inst. Geol. i Geof.*, Novosibirsk, vypusk, 674, p. 38-109.
- SHUISKY V.P. et SHIRSHOVA D.I. (1988) : Nouvelles algues et organismes *incertae sedis* du Paléozoïque de l'Oural et de la Nouvelle-Zemble (en russe). In V.N. Dubatolov et T.A. Moskalenko (éd.) / Algues fossiles et stromatolithes. Systématique, biostratigraphie et analyse de faciès. *Akad. Nauk. S.S.S.R., Sibirs. Otd., Trudy Inst. Geol. i Geof.*, Novosibirsk, p. 25-43.
- STANTON R.J. (1963) : Upper Devonian Calcspheres from Redwater and South Sturgeon Lake reefs, Alberta, Canada. *Can. Petrol. Geol. Bull.*, Calgary, vol. 11 (4), p. 410-418.
- TOOMEY D.F. (1972) : Distribution and palaeoecology of Upper Devonian (Frasnian) algae and foraminifers from selected areas in Western Canada and the Northern United States. *24th Int. Geol. Congress*, Montréal, sect. 7, p. 621-630.
- TSIEN H.H. (1979) : Paleoecology of algal-bearing facies in the Devonian (Couvinian to Frasnian) reef complexes of Belgium. In E. Flügel (éd.) : Fossil algae. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 344-350.
- TSIEN H.H. (1980) : Les régimes récifaux dévoniens en Ardenne. *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, vol. 89 (2), p. 71-102.
- TSIEN H.H. (1981) : Ancient reefs and reef carbonates. *Proc. 4th Int. Coral Reef Symp.*, Manila, vol. 1, p. 601-609.
- TSIEN H.H. et DRICOT E. (1977) : Devonian Calcareous Algae from the Dinant and Namur Basins, Belgium. In E. Flügel (éd.) : Fossil Algae, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 344-350.
- VACHARD D. (1988) : Foraminifères et Moravaminidés du Givétien et du Frasnien du Boulonnais (France). In : Le Dévonien de Ferques, D. Brice (éd.) : Biostratigraphie du Paléozoïque, n° 7, Brest, p. 87-101.
- VACHARD D. et TELLEZ GIRON C. (1986) : El alga *Nuia* en el Ordovícico de Mexico. Hipotesis diversas. *Rev. Inst. Mexicano Petrol.*, Mexico, vol. 18 (3), p. 12-25.
- VALET G. et SECONZAC G. (1969) : Les genres *Chalmasia* et *Halicoryne* (Algues Acetabulariacées). *Bull. Soc. géol. France*, Paris, vol. 7, II, p. 124-127.
- VAN LAER P. (1988) : Nature et origine des mud mounds précénozoïques, avec exemples du Frasnien belge et canadien, du Waulsortien d'Irlande, du Jurassique d'Espagne et du Crétacé du SE de la France. *Thèse Doct. Sci.*, Univ. Liège, 547 p., non publié.
- WRAY J.L. (1979) : Paleoenvironmental reconstructions using benthic calcareous algae. *Bull. Cent. Rech. Explor., Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, vol. 3 (2), p. 873-879.