

CONSTRUCTIONS HEMATITIQUES DE GRIOTTES CARBONIFERES (ASTURIES, ESPAGNE)

par

Bernard MAMET¹ & Frédéric BOULVAIN²

KEY WORDS

Griottes, microstromatolites, ferruginous bacteria.

RESUME

Les Griottes dévono-carbonifères ont une signification sédimentologique contestée qui va d'un environnement pélagique à un milieu proche de l'émersion. L'étude pétrographique d'une Griotte située stratigraphiquement à la limite Tournaisien-Viséen dans la Formation de Genicera montre l'importance des constructions hématitiques. Les morphologies inventoriées sont semblables à celles observées dans les "récifs de marbre rouge" du Frasnien de Belgique et vont de simples films jusqu'à des colonnes microstromatolithiques hématitiques. Une origine microbienne est supposée. Le milieu de sédimentation inféré est marin ouvert, relativement "profond".

ABSTRACT

Devonian and Carboniferous Griottes are controversial; they have been interpreted in the past as pelagic or as very shallow water, near emersion deposits. A late Tournaisian-Viséan Griotte from the Genicera Formation contains various ferruginous constructions. Morphologies range from simple films to microstromatolithic hematitic columns. Morphs are very similar to those previously described from Belgian Frasnian mud-mounds and suggest a microbial origin. Inferred sedimentary environment is "deep" water, open marine.

MOTS CLE

Griottes, microstromatolithes, microorganismes, ferro-oxydants.

1. INTRODUCTION

L'existence de microorganismes ferro-oxydants est connue depuis longtemps (Winogradsky, 1888) et, depuis plus d'une cinquantaine d'années, les géologues ont invoqué leur rôle dans la formation de certains gisements de fer et manganèse sédimentaire (Harder, 1919). Ces microorganismes comprennent les Bactéries ferro-oxydantes ("Iron-bacteria", comme *Galionella* et le groupe *Sphaerotilus-Leptothrix* par exemple - Van Veen *et al.*, 1978), mais aussi d'autres formes de vie comme les Champignons, les Lichens, les Algues et même les Protozoaires (Pringsheim, 1952)

Ces microorganismes sont ubiquistes et se retrouvent dans de nombreux environnements, depuis les bassins océaniques (nodules de manganèse; Monty, 1973 et tapis bactériens des zones hydrothermales; Jannasch & Nelson, 1984; Karl *et al.*, 1988) jusqu'aux déserts (vernis du désert, formé par des Cyanobactéries, des Bactéries et des Champignons; Krumbein et Jens, 1981) en passant par les lacs, marais, tourbières. Signalons leur influence néfaste dans le colmatage des tuyaux de distribution d'eau....

Ces microbes n'apportent donc au géologue aucune indication précise de bathymétrie ou de faciès, à part de suggérer un milieu où le fer et le manganèse sont disponibles sous forme réduite.

Dans les deux cas que nous avons étudié, les microorganismes ferro-oxydants se sont développés dans la pénombre, voire même dans des cavités obscures. Ils sont capables d'ériger des structures zonées, morphologiquement semblables aux microstromatolithes calcaires, bien que la zonation ne puisse être attribuée ici à des variations de la photosynthèse chlorophyllienne.

¹ Département de Géologie, Université de Montréal, BP 6128, Montréal, Canada H3C3J7

² Laboratoire de Pétrologie sédimentaire et de Paléontologie, bâtiment 504, Université de Paris XI, F-91405 Orsay Cedex, France & Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université Libre de Bruxelles, avenue F.D. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles, Belgique.

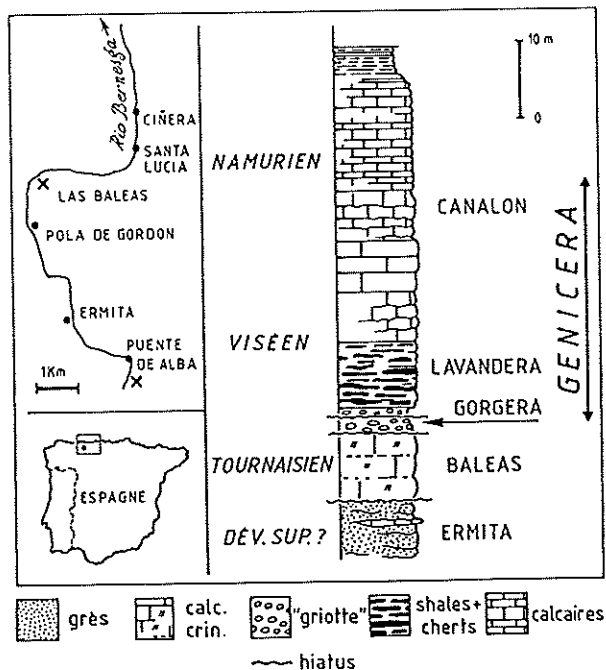


Figure 1. : localisation des affleurements carbonifères étudiés. Coupe idéalisée de la carrière de Las Baleas (d'après Wagner *et al.*, 1983). La flèche situe les prélèvements d'échantillons.

Nous avons récemment décrit (Mamet et Boulvain, 1988) les différents modes de croissance de colonies microbiennes observées dans des cavités de biohermes frasnien de Belgique (notamment celui du Hautmont, à Vodelée, dans le Synclinorium de Dinant). Nous avons également montré que la cimentation radiaxiale pénécotemporaine de ces cavités a été guidée par le réseau de colonies microbiennes.

Plusieurs morphologies de colonies avaient été observées ; des microstromatolithes en colonnes ramifiées en forme d'"Epiphytales", des "cloques" tapissées d'hématite et des "voiles". Les premiers morphes sont liés à l'action microbienne. L'explication des "voiles", formant un réseau, reste partiellement énigmatique.

Nous avons eu récemment l'occasion d'observer des phénomènes similaires dans des Griottes carbonifères espagnoles, dont la description fait l'objet de cette note. La prolifération de constructions ferrugineuses n'est donc pas un phénomène marginal au Paléozoïque, mais semble au contraire être généralisé dans les carbonates d'eaux "stagnantes" et relativement profondes.

2. LOCALISATION ET STRATIGRAPHIE

Lors du Xème Congrès International de Géologie et de Stratigraphie du Carbonifère tenu à Madrid en 1983, une excursion dirigée par R. Wagner, E. Martinez Garcia, C.F. Winkler-Prins et L. Lobato nous a permis de visiter un certain nombre de sections stratigraphiques des Montagnes Cantabriques. Les échantillons étudiés ici proviennent de la carrière de Las Baleas au nord de Pola de Gordon (Léon). Pour la description détaillée, voyez Wagner *et al.*, 1983, p. 16 et leur figure 7, que nous avons résumée dans notre figure 1.

La séquence stratigraphique, très condensée, débute par la Formation d'Ermita (Dévonien Supérieur) constituée de grès calcaires littoraux (Wagner, Winkler-Prins et Riding, 1972), puis elle passe à la Formation tournaissienne de Baleas, constituée de calcaires crinoïdiques remaniés qui contiennent les Zones à *cooperi-communis* et *anchoralis* (Higgins et Wagner-Gentis, 1982). La base de la Formation de Genicera est de faciès griotte, des calcaires nodulaires rouges à Ammonoïdes (Membre Gorgera ; Zone à *anchoralis* et à *typicus*, Higgins et Wagner-Gentis, 1982). C'est de ces Griottes à la limite du Tournaisien et du Viséen que proviennent nos échantillons. Elles sont surmontées par les shales et cherts du Membre Lavandera et les mudstones et shales calcaires du Membre Canalon.

Un second gisement de Griottes de la Formation de Genicera, situé 800 mètres au sud de Puente de Alba, est connu depuis de Verneuil (1850) qui l'associa et le compara aux Griottes des Pyrénées centrales. Barrois (1882) et plus récemment Wagner-Gentis (1960) en ont décrit les Goniaticites. Le microfaciès est semblable à celui du gisement de Las Baleas, mais la recristallisation en microspar et plus accentuée et le matériel illustré est donc restreint au premier affleurement (voyez Wagner *et al.*, 1983, p. 18 et figures 8 et 9 pour les détails stratigraphiques).

Les Griottes étudiées sont des wackestones rubéfiés, contenant une grande quantité de fossiles qui indiquent un milieu marin ouvert, sous la zone d'action des vagues. On reconnaît par ordre d'importance décroissante, des Echinodermes, Bryozoaires, Brachiopodes, spicules d'éponges, Trilobites, Lamellibranches, Goniaticites et Ostracodes. De rares Coelentérés sont associés à des Dasycladacées remaniées. En plus d'une bioturbation et d'une bioérosion importante, on constate des traces de glissement par coulée de boue et surtout la prolifération de microbes ferrugineux. Ce microfaciès est schématisé à la figure 2 que nous interprétons comme un fond durci surmonté d'un wackestone remanié.

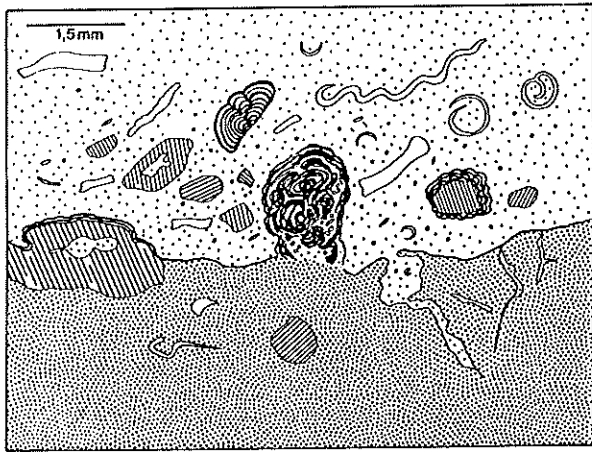


Figure 2. : wackestone rubéfié. La densité des pointillés est proportionnelle à l'intensité du pigment ferrugineux. En hachuré, les Echinodermes ; en noir, les constructions attribuées aux microorganismes ferro-oxydants ; en blanc, Gastéropodes, Trilobites, Brachiopodes. Une coulée de boue surmonte un fond durci souligné par un liseré hématitique. Notez les perforations dans les fossiles et dans le sédiment.

3. MORPHOLOGIE DES CONSTRUCTIONS FERRUGINEUSES

On observe les formes suivantes :

1. La forme la plus simple est un fin liseré d'une seule "génération" d'hématite qui souligne le contour des fossiles et en particulier des Echinodermes (figure 3 et planche I, 1 ; planche I, 8), des Trilobites (planche II, figure 11) voire d'un fond durci (figure 2). Le liseré ne dépasse pas 3 à 5 µm et est d'épaisseur constante. Il s'observe facilement, la couleur rouge tranchant sur le fond microsparitique gris.

2. Ces liserés peuvent s'additionner sur les fossiles et former des bandes multiples. Voyez planche II, 5 pour deux liserés continus, une idéalisation de trois bandes, figure 3:2, planche I, 3 pour une dizaine de liserés et planche II, 4 pour plusieurs dizaines.

3. L'apparition de microstromatolithes colonnaires est progressive. Ceux-ci débutent par des kystes surbaissés (A) qui passent progressivement à des colonnes détachées (B) (planche II, 5 et figure 3:3 et 3:4).

Le passage de (2) à (3A), puis (3B), s'observe sur un même ossicle et la croissance suit l'axe C de la calcite de syntaxie. Par exemple, la planche III, 1 montre des colonnettes individualisées vers le haut de la photo. La base de ces colonnes part d'un liseré kystoïde qui suit l'orientation du réseau. Par contre, vers la gauche, les liserés sont continus. Voyez également la planche I, 2, pour le passage liseré-kyste-colonne.

4. La formation de colonnes ramifiées peut s'effectuer dans des cavités ultérieurement remplies de sédiment (planche III, 3 et agrandissement 4 et planche II, 3).

6. Le développement de "semi-oncolithes" à crénelations. Celles-ci sont assez semblables à celles décrites dans le Frasnien belge. Comparez par exemple les planches I, 8 ou III, 6 et 7 avec Mamet et Boulvain, 1988, planche II, 4 et planche IV, 3 et 4.

Antérieurement (parallèlement ?) au développement des microorganismes ferro-oxydants a eu lieu un taraudage des bioclastes par des Eponges. Celui-ci s'effectue préférentiellement chez les Crinoïdes et les Trilobites (voyez planche III, 2 pour les Echinodermes et planche II, 1 II, 6 II, 10 et II, 11 pour les Trilobites). On l'observe beaucoup plus rarement chez les Bryozoaires (voyez planche II, 7) et les Brachiopodes. Ceci renforce l'hypothèse d'une stricte antériorité de la

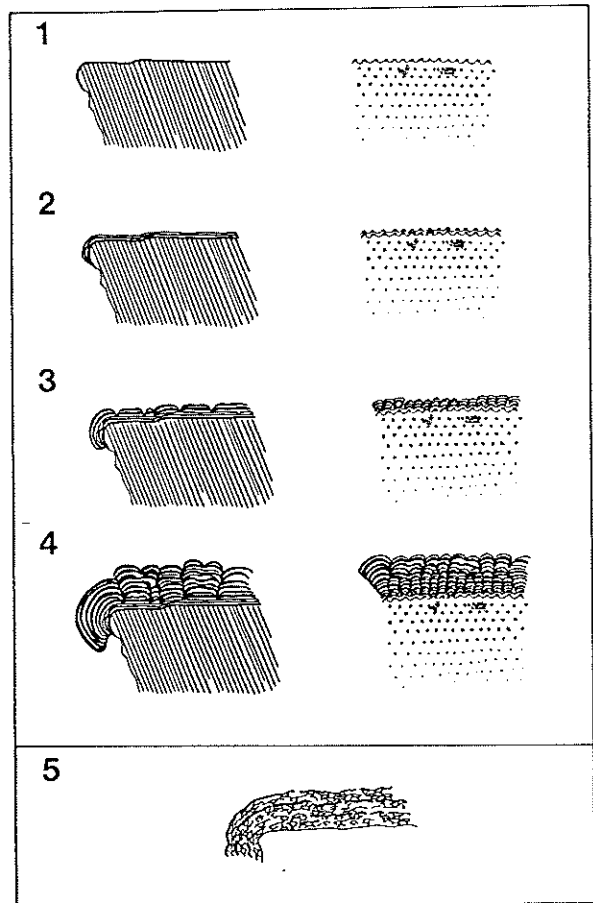


Figure 3. : développement des encroûtements hématitiques sur deux types de substrats, suivant le degré d'altération des plaques d'Echinodermes.

- 1. : fin liseré d'une génération ;
- 2. : bandes multiples ;
- 3. : kystes microstromatolithiques ;
- 4. : microcolonnes ;
- 5. : aspect après diagenèse.

bioérosion par rapport au développement des microbes ferro-oxydants. Les perforations sont souvent complètement hématitisées (planche II, 6, II, 10, II, 11 et figure 4).

7. Dans certaines cavités intraparticulaires se développent des "cloques" microbiennes (planche I, 4 I, 8 I, 9 et I, 10) souvent soulignées par un liseré ferrugineux. Tant par leur forme que par leur taille, ces cloques sont semblables à celles du Frasnien (Mamet et Boulvain, 1988, planche II, 6 et II, 7 et planche III, 6 III, 7 et III, 8).

8. Les "cloques" finissent par se combler complètement par de l'hématite (planche II, 7), ou par du microspar (planche I, 10 figure 4.3).

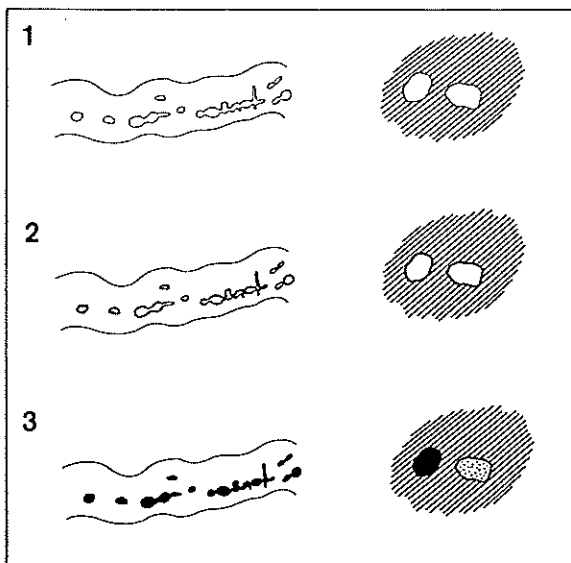


Figure 4. : hématitisation progressive de cavités intraparticulaires. Perforations chez un Trilobite ; cloques chez un Echinoderme.

La diagenèse détruit progressivement les structures fines et la micrite est transformée en microspar. Il est tentant de supposer, comme pour les biohermes frasnien, une origine microbienne au pigment ferrugineux de la Griotte. Dans ces édifices, en effet, des traces de coccoïdes et filaments bactériens (notamment des bactéries ferro-oxydantes du "Groupe" *Sphaerotilus-Leptothrix*) ont été mises en évidence dans le sédiment (Boulvain, 1989, planche I). Ces microbes ont été en grande partie détruits lors de la microsparitisation, qui est responsable de la dispersion du pigment hématitique au sein de la roche et de sa coloration homogène. De tels filaments n'ayant pas été mis en évidence dans la Griotte espagnole, nous sommes obligés de rester, sur ce plan, dans le domaine des hypothèses. Signalons également que divers échantillons de microstromatolithes frasnien et carbonifères ont été examinés au microscope électronique à balayage, sans révéler aucune trace de microorganisme ; l'examen montre simplement que l'hématite est parfaitement recristallisée sous forme de plaquettes hexagonales submicroniques.

En cathodoluminescence, les microstromatolithes possèdent une vive luminescence orangée, traduisant la présence de Mn^{++} dans le carbonate (actuellement de la calcite) et l'absence de Fe^{++} (inhibiteur de la luminescence) (Amieux, 1982). Le fer est donc probablement présent à l'état de granules d'hématite submicroniques et non pas dispersé dans le réseau cristallin des carbonates.

Enfin, on constate que les phénomènes de pression-dissolution concentrent le pigment ferrugineux dans les stylolithes (planche I, 7).

4. COMPARAISON

Le développement des colonies microstromatolithiques ferrugineuses est en bien des points semblable dans les monticules micritiques frasnien et les Griottes carbonifères. Toutefois, tandis que dans les biohermes de Belgique, les microstromatolithes croissent uniquement dans les cavités et servent de support à une cimentation radiale précoce, les microstromatolithes des Griottes sont concentrés dans des microcavités intraparticulaires, ou forment des encroûtements assymétriques sur bioclastes, probablement à la surface du sédiment. Ce qui est commun entre les deux types de constructions microbiennes est qu'elles se sont formées dans la pénombre, voire l'obscurité, en milieu à teneur en oxygène relativement faible, où le fer est disponible sous forme réduite.

5. CONCLUSION

Les Griottes ont été dans le passé interprétées comme faciès "profonds" (présence d'Ammonoïdes) (voyez Mirouse, 1966 pour une revue bibliographique), soit au contraire, comme faciès proche de l'émersion avec lessivage continental apportant le fer et le manganèse (Ovtracht et Fournié, 1956). Nous pensons qu'il s'agit de témoins d'un milieu marin sous la zone d'action des vagues, en milieu déficitaire en oxygène, avec remaniement par des coulées de boue (la faune est complètement marine avec apports pélagiques. Les éléments des zones superficielles, Dasycladacées, sont remaniés). La haute teneur en métaux s'explique par le rôle de microorganismes ferrugineux et/ou manganésifères (Ehrlich, 1972 ; Ghiorse, 1984 ; Jones et Kahle, 1985).

S'il est trop tôt pour généraliser, il semble cependant intéressant de souligner le développement similaire de structures attribuables à des microbes ferro-oxydants dans des Griottes nodulaires à Ammonoïdes carbonifères et des monticules micritiques frasnien.

BIBLIOGRAPHIE

AMIEUX, P., 1982 - La cathodoluminescence : méthode d'étude sédimentologique des carbonates. *Bull. C. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 6/2: 437-483.

- BARROIS, Ch., 1882 - Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie. *Mém. Soc. Géol. France*, 2/1, 630 p.
- BOULVAIN, F., 1989 - Origine microbienne du pigment ferrugineux des monticules micritiques du Frasnien de l'Ardenne. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 112: 79-86.
- EHRlich, H.L., 1972 - The role of microbes in manganese nodule genesis and degradation. In : Horn, D.R. ed., *Ferromanganese deposits on the ocean floor*, Ntl. Sc. Foundation, Washington D.C., 63-70.
- GIIORSE, W.C., 1984 - Biology of iron- and manganese depositing bacteria. *Annual Review Microbiol.*, 38: 515-550.
- HARDER, E.C., 1919 - Iron-depositing bacteria and their geologic relations. *U.S. Geological Survey Prof. Paper*, 113, 89 p.
- HIGGINS, A.C. & WAGNER-GENTIS, C.H.T., 1982 - Conodonts, goniatites and biostratigraphy of the earlier Carboniferous from the Cantabrian Mountains, Spain. *Paleontology*, 25/2: 313-354.
- JANNASCH, H.W. & NELSON, D.C., 1984 - Recent progress in the microbiology of hydrothermal vents. In : Klug, M.J. & meddy, C.A. eds., *Current perspectives in Microbial Ecology* (Proc. 3rd Int. Symp. on Microbial Ecology, Michigan St. Univ.), *Am. S. for Microbiol.*, 171-176.
- JONES, B. & KAHLE, C.F., 1985 - Lichen and algae ; agents of biodiagenesis in karst breccia from Grand Cayman Island. *Bull. Canad. Petrol. Geology*, 33/4: 446-461.
- KARL, D.M., Mc MURTRY, G.M., MALAHOFF, A. & GARCIA, M.O., 1988 - Loihi Seamount, Hawaii : a mid-plate volcano with a distinctive hydrothermal system. *Nature*, 335: 532-535.
- KOBLUK, D., 1981 - The record of cavity-dwelling (coelobiontic) organisms in the Paleozoic. *Can. Jour. Earth Sciences*, 18: 181-190.
- KRUMBEIN, W.E & JENS, K., 1981 - Negev desert (Israël). An ecological study of iron and manganese transformation by Cyanobacteria and Fungi. *Geologica*, 50: 25-38.
- MAMET, B. & BOULVAIN, F., 1988 - Remplissages bactériens de cavités biohermales frasnienues. *Bull. Soc. belge Géol.*, 97: 63-76.
- MIROUSE, R., 1966 - Recherches géologiques dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées. *Mém. Expl. Carte Géol. France*, 451 p., 16 pls.
- MONTY, C.L.V., 1973 - Les nodules de manganèse sont des stromatolithes océaniques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 276, Sér. D: 3285-3288.
- OVTRACHT, A. & FOURNIE, L., 1956 - Signification paléogéographique des Griottes dévoniennes de la France méridionale. *Bull. Soc. géol. France*, 6ème série, 6: 71-80.
- PRINGSHEIM, E.G., 1952 - Organismes ferrugineux. *Endeavour*, 11/44: 208-214.
- VAN VEEN, W.L., MULDER, E.G. & DEINEMA, M.H., 1978 - The *Sphaerotilus-Leptothrix* Group of Bacteria. *Microbiol. Rev.*, 329-356.
- VERNEUIL, E. de, 1850 - Notes sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (Léon). *Bull. Soc. Géol. France*, 2ème Sér.7: 137-186.
- WAGNER, R.H., MARTINEZ-GARCIA, E., WINKLER-PRINS, C.F. & LOBATO, L., 1983 - Field trip. Carboniferous Stratigraphy of the Cantabrian Mountains. 10ème Congr. Intern. Géol. Strat. Carbonifère, Madrid, E.N. *Adaro de Investigaciones Mineras*, 212 p.
- WAGNER, R.H., WINKLER-PRINS, C.F. & RIDING, R., 1972 - The Carboniferous of Northwest Spain. In : Wagner R.H. Ed. *Trabajos Geol. Univ. Oviedo*, 4: 606-663.
- WAGNER-GENTIS, C.H.T., 1960 - On *Nautellepsites hispanicus* (Foord and Crick). *Estudios Geolog.*, 16: 43-51.
- WINOGRADSKY, S., 1888 - Ueber Eisenbakterien. *Botan. Zeit.*, 46: 262-270.

Manuscrit reçu le 12 janvier 1990 et accepté pour publication le 19 mars 1990.

Planche I

Tous les échantillons illustrés proviennent de la carrière de Las Baleas, Membre de Gorgera, Formation de Genicera, limite Tournaisien-Viséen. Les numéros sont ceux du Département de Géologie, Université de Montréal, collection Mamet.

1 : Liseré simple sur ossicle. 655/30 A, ESP 11 I, x 41.

2 : Liseré passant à des kystes stromatolithiques surbaissés. Les perforations de l'ossicle sont remplies par du microspar. 654/0, ESP 11, x 25.

3 : Liserés multiples autour d'un ossicle. Perforations, cloques et tubules remplis de microspar et erratiquement tapissés d'hématite. 655/23A, ESP 11 D, x 25.

4 : Aggrandissement de la figure 3, montrant les cloques et tubules. 655/24, x 62.

5 : Oncolithe autour d'un Echinoderme, détruit par diagenèse (aggradation en pseudospar). 654/30, ESP 12 B, x 62.

6 : Même phénomène que fig. 5. 654/29, ESP 12 B, x 62.

7 : Concentration diagénétique d'argiles hématitiques dans des stylolithes. La roche est un wackestone à Ostracodes, spicules d'Eponges, Echinodermes, Lamellibranches et Brachiopodes. 655/29 A, ESP 11 I, x 25.

8 : Liseré simple orienté sur un ossicle perforé ; présence de cloques. Semi-oncolithe à crénulations. La roche est un wackestone à Ostracodes, Trilobites, spicules d'Eponges. 654/36, ESP 11 A, x 25.

9 : Aggrandissement de la figure 8. Cloques micritisées dans des bioperforations ; cloques hématisées en bordure de la plaque. 654/35, x 62.

10 : Aggrandissement de la figure 9. Cloques micritisées dans les bioperforations ("caries"). 655 0, x 97.

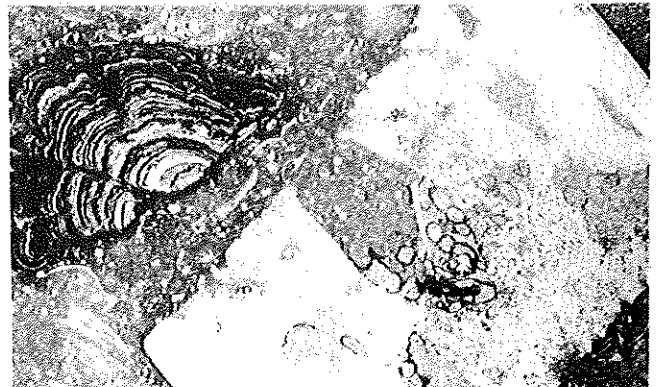
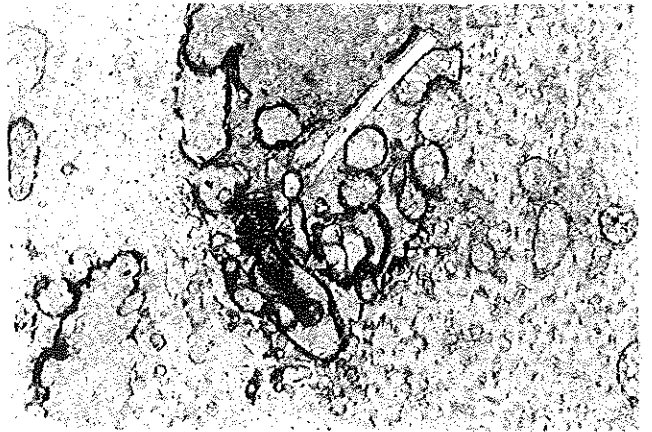
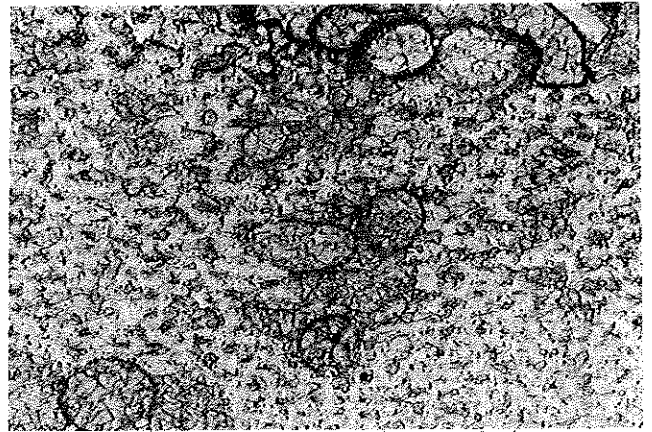
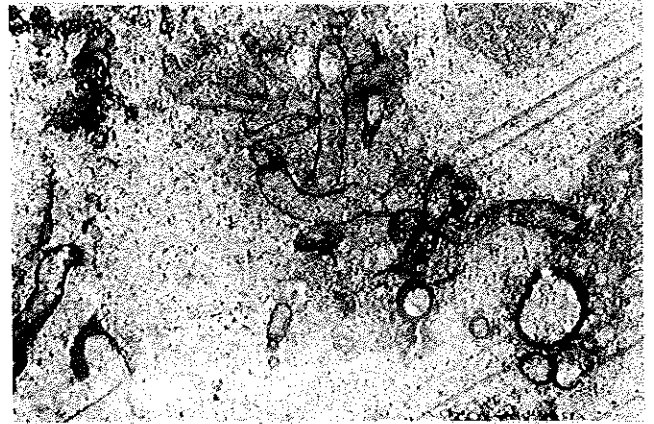
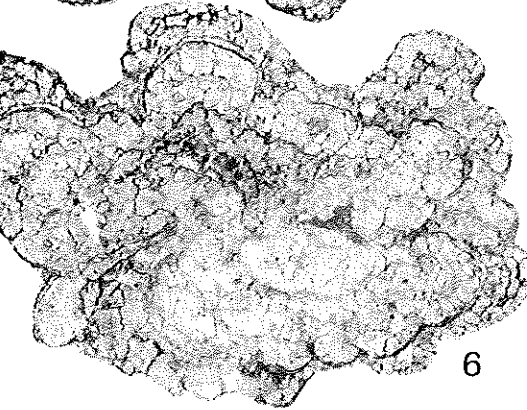
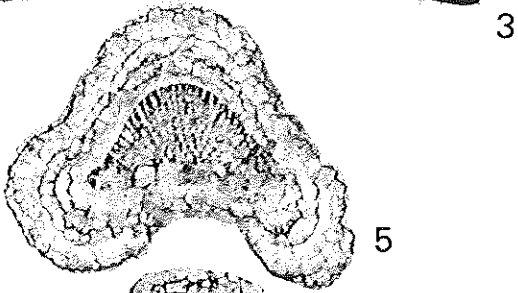
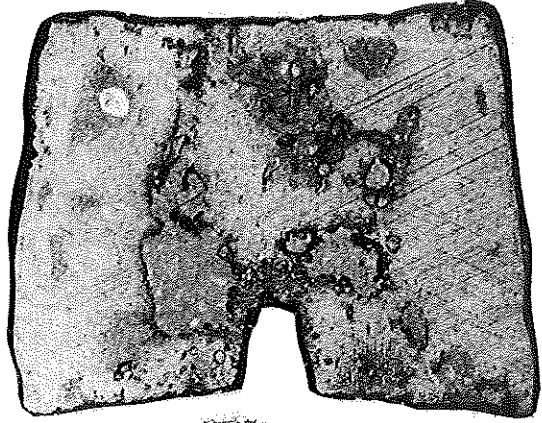
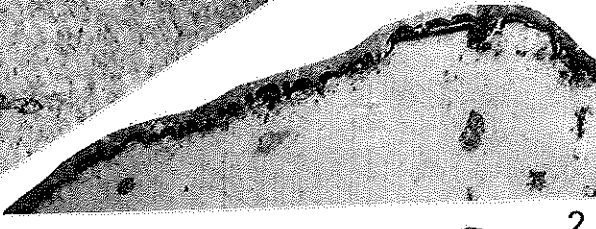
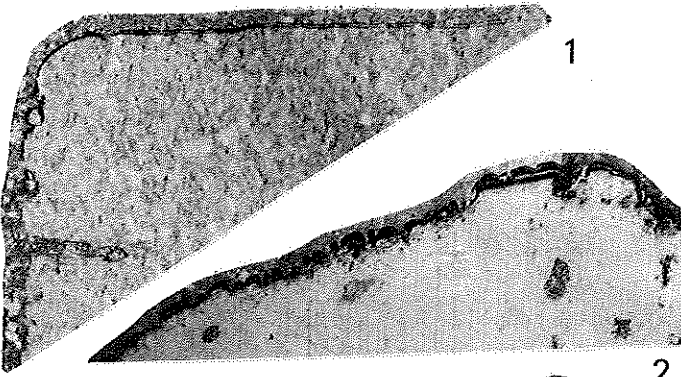


Planche II

- 1 : Trilobites à perforations d'Eponges remplies d'hématite et de microspar. 655/22 A, ESP 11 D, x 41.
- 2 : Oncolithes autour d'un Coelentéré perforé. Colonnes et remplissages hématitiques. 654/15+16, ESP 11, x 25.
- 3 : Développement de colonnes microstromatolithiques orientées à l'intérieur d'une Goniatite dont le contour interne et externe est partiellement recouvert d'un "film" hématitique. 655/21 A, ESP 11 D, x 62.
- 4 : Oncolithes d'encroûtements multiples et kystes surbaissés, autour d'un ossicle à perforations remplies de microspar. 655/34 A, ESP 11 K, x 25.
- 5 : Thalle d'Aciculelle (probablement *Kulikia*) entouré de liserés asymétriques et de kystes. Si cette Dasycladacée était en place, elle indiquerait une bathymétrie très faible. Elle était partiellement dissoute et cimentée avant son transport. 655/15+16, ESP 11, x 62.
- 6 : Trilobite à liserés multiples et perforations d'Eponges complètement hématitisées. 654/32, ESP 12, x 62.
- 7 : Fénestelle à zoécie cimentée ; multiples cloques hématitiques. L'hématitisation semble postérieure à la cimentation. 655/35 A, ESP 11 K, x 62.
- 8 : Trilobites perforés à remplissage partiellement hématitique. 655 11 A, ESP 11 D, x 62.
- 9 : Semi-oncolithe à crénulations. 654/23, ESP 11, x 62.
- 10 : Comme figure 6, même planche. 654/25, ESP 11, x 78.
- 11 : Trilobite à liseré simple et perforations hématitisées. 654/31, ESP 12 B, x 62.
- 12 : Echinoderme à liserés multiples. 655/14 A, ESP 11 H, x 31.

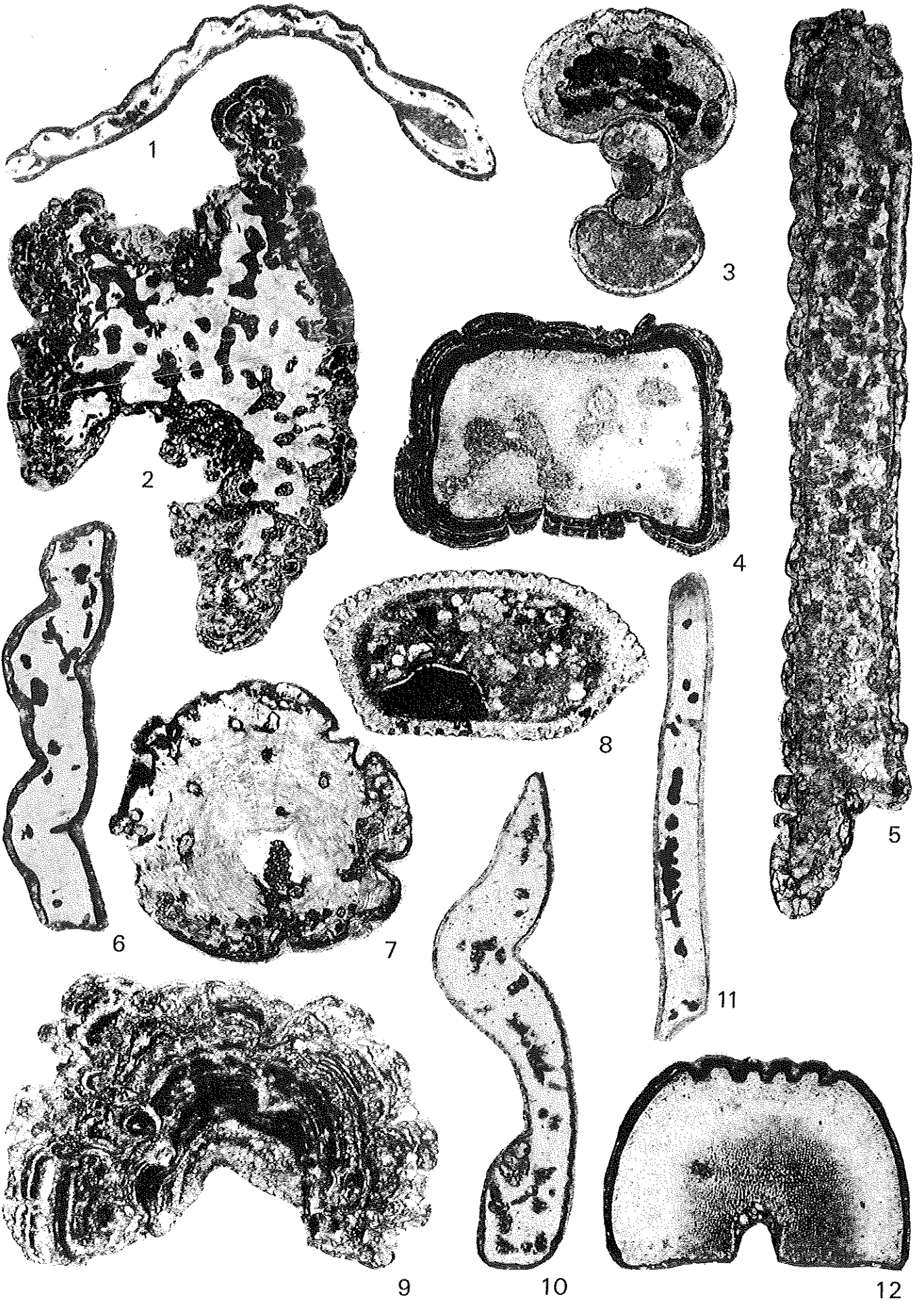
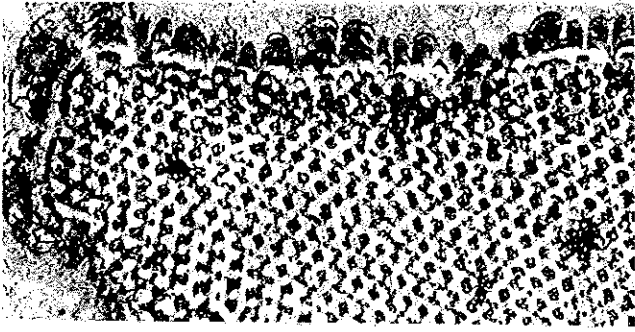
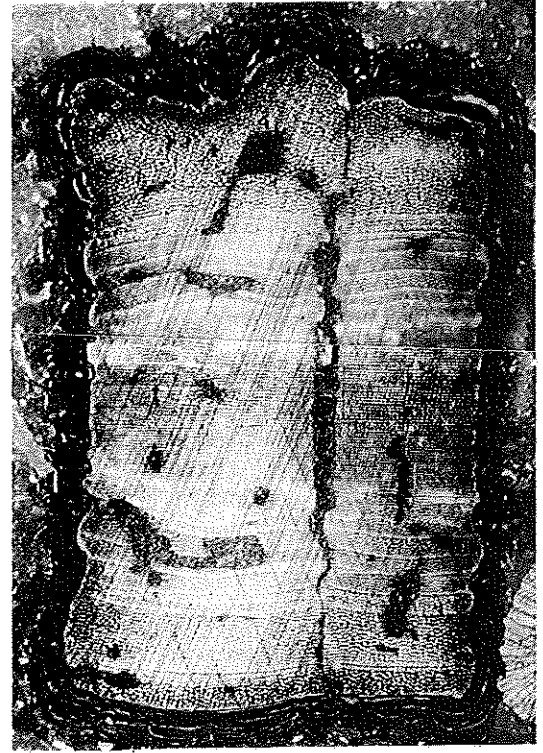


Planche III

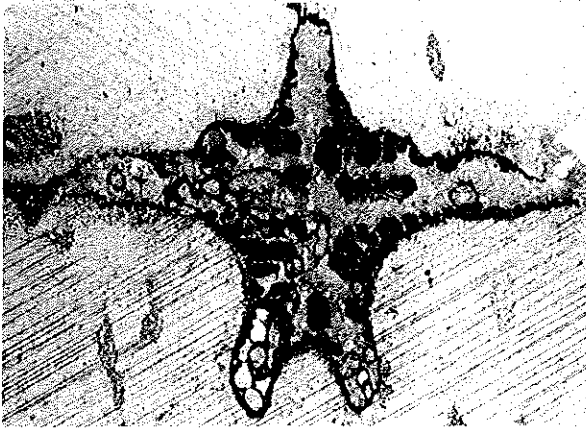
- 1 : Exemple d'orientation des colonnes microstromatolithiques suivant la direction du réseau de l'ossicle. L'hématitisation du réseau est complète. 656/5 A, ESP 11 L, x 62.
- 2 : Oncolithe autour d'un Echinoderme perforé. Liserés multiples et kystes surbaissés. 654/17+18, ESP 11, x 25.
- 3 : Croissance centripète de colonnes microstromatolithiques. Cloques et tubules hématitisés. 655/7, ESP 11, x 25.
- 4 : Comme figure 3, mais agrandissement x 98. 654/21.
- 5 : Deux fins liserés au Sud de l'ossicle et cloques dans des perforations et "caries". 654/34, ESP 11 B, x 62.
- 6 : Semi-oncolithe crénelé asymétrique. 655/27 A, ESP 11 A, x 62.
- 7 : Semi-oncolithe à crénelations. Agrandissement de la planche I, figure 8 au Nord-Ouest. 655/1 A, ESP 11 A, x 62.



1



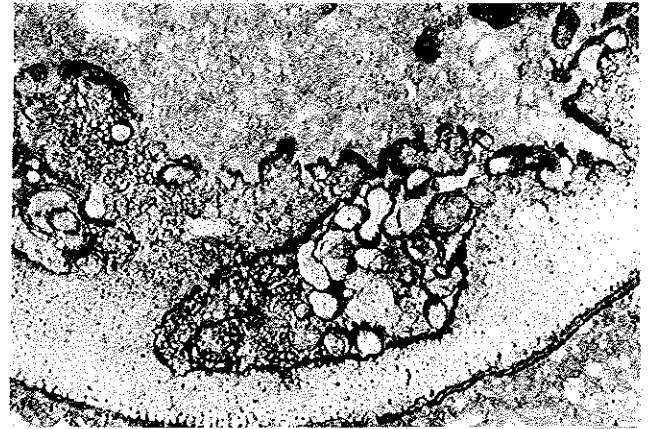
2



3



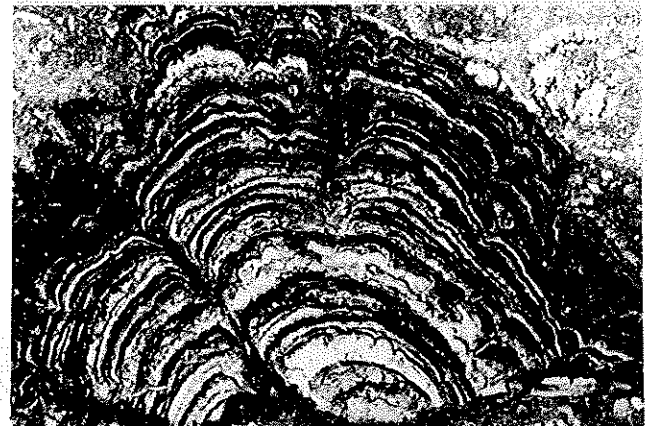
4



5



6



7