

## DECOUVERTE DE MICROSTROMATOLITHES FERRO-OXYDANTS DANS LE SONDAGE N° 3 DE YVES-GOMEZEE (BASSIN DE DINANT, BELGIQUE)<sup>1</sup>

par

Thierry DE PUTTER<sup>2</sup> & Frédéric BOULVAIN<sup>3</sup>

(1 figure et 1 planche)

**RESUME.**- L'étude de lames minces taillées dans les calcaires liviens («V2b-V3a») du sondage n°3 de Yves-Gomezée (Bassin de Dinant, Belgique) a révélé la présence de microstromatolithes ferro-oxydants (d'affinité phylogénétique hypothétique) qui sont décrits et figurés et sont par ailleurs comparables à ceux décrits dans les monticules micritiques du Frasnien («F2j») belge. Ces micro-organismes sont vraisemblablement à l'origine du pigment rouge qui affecte localement la «Grande Brèche» calcaire viséenne des Bassins de Namur et Dinant.

**ABSTRACT.**- Study of thin sections in the Livian («V2b-V3a», Holkerian) limestones of the Yves-Gomezée S3 borehole (Dinant Basin, Belgium) has revealed the presence of iron-oxdating microstromatolites (of hypothetical phylogeny). These microorganisms are found to be similar to those described in the Belgian Frasnian («F2j») mud mounds. They have probably originated the red color that locally characterizes the Viséan «Grande Brèche» limestone breccia of the Namur and Dinant Basins.

### INTRODUCTION

Le sondage n°3 de Yves-Gomezée (réf. 173E581 du Service Géologique de Belgique) a été foré en 1984 dans la carrière des Petons (Fourdin), sur le territoire de la commune de Yves-Gomezée, à 25 km à l'Ouest de Dinant (fig. 1). La cote à l'orifice du sondage est de +217,54 m; la profondeur atteinte est de -30 m.

Géologiquement parlant, le sondage a été implanté dans la partie occidentale du Bassin de Dinant et a recoupé des roches carbonatées sur toute sa hauteur. Les 22 premiers mètres (0 à -22 m) ont été datés du Livien inférieur, le passage au Moliniacien s'observant dans les 8 derniers mètres forés (-22 à -30 m) (Rouchy *et al.*, 1986).

### DESCRIPTION DU NIVEAU ETUDIE

De 0 à 3 m, on observe un calcaire bleu foncé à noir, finement organoclastique, traversé de minces veinules de calcite (rapport de forage du Service Géologique de Belgique); l'observation microscopique du niveau -2,5 m révèle un

microfaciès de type wackestone à bioclastes recristallisés, comparable au SMF9 (Wilson, 1975). Parmi les bioclastes observés, se trouvent des fragments d'échinodermes, de brachiopodes, de gastéropodes, de calcisphères et d'ostracodes. Le sédiment est recoupé, comme signalé dans le rapport du S.G.B., par de fines veinules (100 à 600 microns) cimentées par de la sparite équigranulaire. Ce même ciment occupe également les cavités de dissolution des bioclastes.

### DESCRIPTION DES MICROSTROMATOLITHES

Diverses formes de microstromatolithes hématitisés, dont l'attribution phylogénétique n'a pu

1. Manuscrit reçu en novembre 1989.

2. Boursier IRSIA. Université Libre de Bruxelles, Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, 50, av. F. Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique.

3. Boursier CEE. Laboratoire de Pétrologie sédimentaire, Bât. 504, Université de Paris-XI, F-91405 Orsay cedex, France et Université Libre de Bruxelles, Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, 50, av. F. Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique.

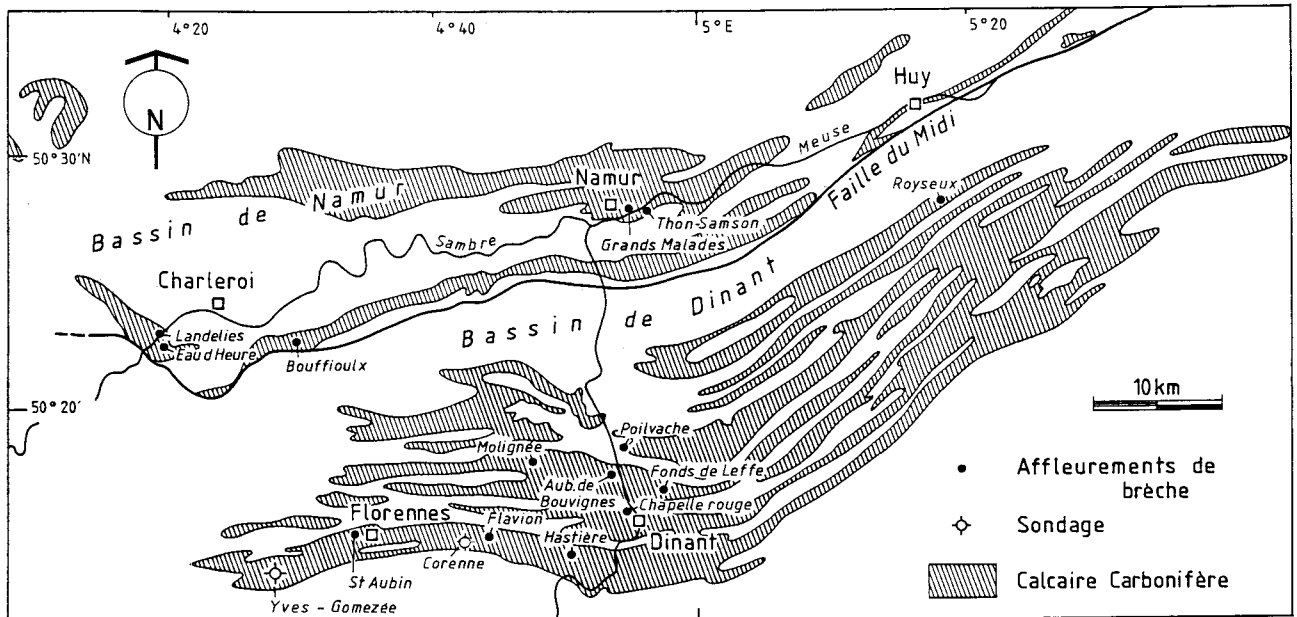


Fig. 1.- Localisation de Yves-Gomezée, dans la partie sud-occidentale du Bassin de Dinant (Belgique).

encore être définie, sont observées le long des veinules mentionnées ci-dessus (cote -2,5 m)(Pl. I : A).

1.- Des **encroûtement pariétaux mamelonés** (Pl. I : B) sur quelques centaines de microns de longueur. L'épaisseur des encroûtements est généralement de l'ordre de 15 à 30 microns; ceux-ci présentent, à l'échelle micrométrique, une alternance de doublets de *microlaminae* carbonatées et hématitisées, ces dernières traduisant la prédominance temporaire de conditions favorisant le développement des micro-organismes ferro-oxydants (Dahanayake & Krumbein, 1986).

2.- Des **formes colonnaires** (Pl. I : C) présentant la même alternance de doublets de *microlaminae* carbonatées et hématitisées que les encroûtements ci-dessus. Leurs dimensions atteignent une trentaine de microns de hauteur pour une section d'une quinzaine de microns.

3.- Des **cloques et amas de cloques subsphériques** (Pl. I : D) hématitisés; les cloques isolées ont généralement 10 à 15 microns de diamètre, les amas jusqu'à 120 ou 150 microns de long; une structure à *microlaminae* concentriques est parfois observable dans les cloques isolées.

Plusieurs de ces formes ont déjà été recensées en Belgique: il s'agit des cloques et amas de cloques ainsi que des formes colonnaires, décrites récemment dans le remplissage de cavités biohermales du Frasnien («F2j») (Mamet & Boulvain, 1988).

D'autre part, il est raisonnable de penser que les «rubans» hématitiques (de 20 à 30 microns de

large et de plusieurs millimètres de longueur) qui s'observent fréquemment au sein de la micrite doivent être considérés comme le reliquat de micro-organismes ferro-oxydants semblables à ceux décrits ci-dessus, fortement dégradés par les transformations diagenétiques (néomorphisme) ayant affecté la micrite. Il est extrêmement difficile d'y reconnaître une structure autre que celle d'un amas informe de microsphérules d'hématite mais il est parfois possible d'observer un lien avec les processus de pression/dissolution (stylolithes); ceux-ci semblent alors avoir contribué à leur accumulation.

## DISCUSSION ET ENVIRONNEMENT

On a dit que la position phylogénétique des micro-organismes décrits ci-dessus n'était pas encore définie. La fixation biologique du fer peut être réalisée notamment par des bactéries, des cyanobactéries et des champignons; cependant, il semble que les mécanismes de piégeage et d'oxydation du fer par ces micro-organismes soient encore largement hypothétiques (Krumbein, 1983). Seule, l'influence de facteurs tels que la température, le pH, l'oxygénation du milieu et la présence d'anions a pu être déduite des équations thermodynamiques théoriques (1) qui, en tant que

(1)  $d(\text{Fe}^{++})/dt = k \cdot (\text{Fe}^{++}) \cdot (\text{OH}^-)^2 \cdot p\text{O}_2$  avec  $k = 8,0 \pm 2,5 \cdot 10^{13} \text{ min}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1} \cdot \text{mole}^{-2}$  à 20°C, cette constante étant favorablement influencée par une augmentation de la température et défavorablement influencée par la présence d'anions tels que  $\text{SO}_4^{--}$ , par exemple, (Krumbein, 1983).

modélisation d'un processus chimique, ne permettent pas de rendre compte de la complexité d'une précipitation biochimique.

Signalons cependant que des cultures de souches actuelles de bactéries ferro-oxydantes du groupe *Sphaerotilus-Leptothrix*, entreprises dans un but de comparaison par Z. Moureau, du département de Microbiologie de l'Institut Royal des Sciences Naturelles et F. Boulvain, se sont révélées capables de réaliser des encroûtements pariétaux et des constructions érigées de quelques millimètres de hauteur. La structure interne de ces constructions n'a pas encore été établie.

Il apparaît à l'observation microscopique que les microstromatolithes décrits ci-dessus se sont développés dans un sédiment lithifié puis fracturé; on ne peut donc exclure la possibilité d'un développement en l'absence de lumière, ainsi que déjà suggéré dans le remplissage de cavités biohermales au «F2j» (Mamet & Boulvain, 1988). Il ressort également de l'observation que l'hématitisation et la carbonatation des colonies ont permis leur préservation tout au long de l'histoire diagénétique ultérieure.

Il faut envisager une séquence à trois types d'environnement pour restituer une évolution sédimentologique et diagénétique cohérente:

- l'environnement marin ouvert de dépôt du sédiment. Les accumulations de microsphérules d'hématite et la dispersion des oxydes de fer au sein du microspar, observées en lame mince, attestent peut-être du développement précoce de micro-organismes ferro-oxydants au sein du sédiment, dégradés par la diagenèse ultérieure. Le sédiment est ensuite lithifié et fissuré.

- Diverses formes de microstromatolithes ferro-oxydants se développent à l'intérieur des fissures, dans des conditions que les observations permettent de supposer aphotiques et que la thermodynamique circonscrit en définissant les facteurs favorables (température, basicité du milieu, oxygénation) et défavorables (présence d'anions tels que  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{Cl}^-$  . . .) à un tel développement. La présence des anions caractéristiques de fluides marins est thermodynamiquement défavorable au développement des organismes ferro-oxydants. Cependant, on ne dispose pas d'assez d'éléments pour caractériser de façon précise l'environnement dans lequel se sont développés ces micro-organismes au sein des fissures ni même pour déterminer si les fluides impliqués étaient de nature marine ou météorique.

- l'environnement météorique de cimentation des fractures est ensuite attesté par la nature équigranulaire du ciment calcitique.

Il est permis de penser que les observations faites ci-dessus et qui ont été rendues possibles par des conditions de préservation exceptionnelles puissent témoigner de processus beaucoup plus fréquents qu'il n'y paraît à première vue. En effet, l'évolution diagénétique (et plus spécialement le néomorphisme de la micrite) a dû le plus souvent oblitérer les structures originelles, ne laissant en général subsister que les amas de sphérules d'hématite ou le pigment à l'état dispersé dans la matrice. Ceux-ci s'observent fréquemment dans les faciès rouges de la «Grande Brèche» («V3a»), par exemple à Landelies ou dans la région de Waulsort. Le problème de l'origine de ce pigment pourrait trouver dans ce contexte une solution qui a été proposée par Monty *et al.* (1982) et démontrée par Boulvain (1989) dans le cas des «marbres rouges» frasniens.

## CONCLUSIONS

Un échantillonnage heureux a permis la description de microstromatolithes ferro-oxydants préservés dans des carbonates d'âge livien, dans le matériel du sondage n° 3 de Yves-Gomezée (Bassin de Dinant); leur observation a permis de les rapprocher de ceux observés et décrits dans les remplissages de cavités biohermales frasniennes (Mamet & Boulvain, 1988).

Il n'est pas impossible que ces micro-organismes soient à l'origine de la pigmentation rouge de la «Grande Brèche» quiaffleure par exemple à Landelies, comme cela a été démontré récemment dans le cas de monticules micritiques du Frasnie (Boulvain, 1989). Le manque d'observations dans la brèche aussi bien que de données théoriques concernant les processus de piégeage et d'oxydation du fer par ces microstromatolithes ne permet cependant pas encore d'obtenir de certitudes à ce sujet...

## REMERCIEMENTS

Nos recherches ont été rendues possibles grâce à une bourse sectorielle C.E.E. pour l'un d'entre nous (F.B.) et à une bourse IRSIA d'autre part (T.D.P.). Nos remerciements s'adressent au Professeur R. Conil (U.C.L.) et à M. Ph. Claeys, qui

nous ont transmis le matériel des sondages de Yves-Gomezée. Merci également à Mme Z. Moureau (I. r. Sc. nat. B.) pour ses conseils précieux et son aide dans la préparation et l'identification des cultures bactériennes actuelles et au Professeur A. Herbosch (U.L.B.) pour les améliorations substantielles apportées au manuscrit.

## BIBLIOGRAPHIE

BOULVAIN, F., 1989. Origine microbienne du pigment ferrugineux des monticules micritiques du Frasnien de l'Ardenne. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 112 (1): 79-85.

BOURGUIGNON, P., 1951. Etude géologique et sédimentologique des brèches calcaires viséennes de Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 74: M105-M200.

DAHANAYAKE, K. & KRUMBEIN, W.E., 1986. Microbial structures in oolitic iron formations. *Mineral. deposita*, 21 (2): 85-94

KRUMBEIN, W.E. (ed.), 1983. Microbial geochemistry. Blackwell Scient Publ., 330 p.

MAMET, B., & BOULVAIN, F., 1988. Remplissage bactériens de cavités biohermales frasnienne. *Bull. Soc. belge Géol.*, 97 (1): 63-76.

MONTY, C.L.V., BERNET-ROLLANDE, M.C. & MAURIN, A.F., 1982. Reinterpretation of the Frasnian classical «reefs» of the southern Ardennes, Belgium (extended abstract). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 105: 339-341.

ROUCHY, J.M., GROESSENS, E. & CONIL, R., 1986. Signification des pseudomorphoses d'évaporites associées aux brèches viséennes dans les sondages de Yves-Gomezée (Synclitorium de Dinant, Belgique). *Bull. Soc. belge Géol.*, 95 (2-3): 167-175.

WILSON, J.L., 1975. Carbonate facies in geologic history. Springer Verlag, 471 p.

## PLANCHE 1

- A. Vue à faible grossissement d'une partie de la fissure contenant les microstromatolithes ferro-oxydants: les formes colonnaires agrandies à la fig. C s'observent au centre de la photo (barre-échelle = 75 microns).
- B. Encroûtement pariétal mamelonné (au centre de la photo); on observe l'alternance de *microlaminae* hématitisées et carbonatées (barre-échelle = 75 microns).
- C. Détail agrandi de la fig. A : formes colonnaires; on y observe également l'alternance de doublets de *microlaminae* hématitisées et carbonatées (barre-échelle = 30 microns).
- D. Cloques et amas de cloques hématitisées; dans l'amas de gauche s'observent les mêmes *microlaminae* qu'en fig. B et C (barre-échelle = 30 microns).

