

ENCROUTEMENTS STROMATOLITHIQUES DANS LE GIVETIEN DE FERQUES, BOULONNAIS, FRANCE

Stromatolitic buildups in the Givetian of Ferques area, Boulonnais, France

par Bruno MISTIAEN (*) & Benoît L.M. HUBERT (**)

Résumé. – La série dévonienne de Ferques est particulièrement riche en niveaux construits par différents organismes. Cette note est consacrée à l'étude de petites constructions stromatolithiques associées à des microconchides de cette série dévonienne (Formation de Blacourt, Membre du Griset, Givetien). L'analyse sédimentologique permet de préciser que la mise en place et le développement de ces petites constructions se sont faits en zone intertidale haute.

Abstract. – The Devonian succession in the Ferques area is particularly rich in levels built by various organisms. This paper is devoted to the study of small constructions consisting of stromatolites associated with microconchids in this Devonian series (Blacourt Formation, Griset Member, Givetian). The sedimentological analysis allows to precise that the settlement and development of these small buildings occurred in high intertidal zone.

Mots clés. – Dynamique sédimentaire, stromatolithe, microconchides, Givetien, Boulonnais.
Key words. – Sedimentary dynamic, stromatolite, microconchids, Givetian, Boulonnais.

I. — INTRODUCTION

Dans le Boulonnais, les formations carbonatées (Formation de Blacourt, Givetien, Formation de Ferques, Frasnien) ou les épisodes calcaires de formations plus détritiques (Membre des Noces de la Formation de Beaulieu, Frasnien) de la série dévonienne (Brice *et al.*, 1979) du massif paléozoïque de Ferques (Fig. 1) présentent de nombreux exemples de développements

de constructions récifales et pararéçifales (Brice & Mistiaen, 1988 ; Pelhâte & Poncet, 1988 ; Mansy *et al.*, 2007 ; Mistiaen, 2007). Les organismes qui interviennent dans ces constructions sont abondants et globalement très diversifiés : coraux rugueux (Rohart, *in* Brice *et al.*, 1976, 1977 ; Rohart, 1988), coraux tabulés (Mistiaen, *in* Brice *et al.*, 1976, 1977 ; Mistiaen, 1988b),

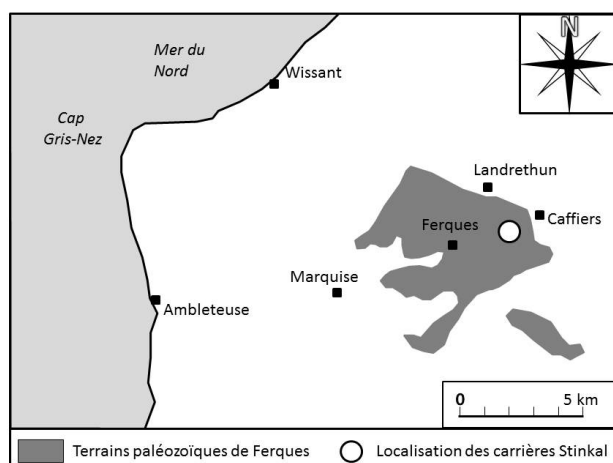


Fig. 1. — Situation du Massif paléozoïque de Ferques, Boulonnais.

Fig. 1. — Location of the Palaeozoic Ferques Massif, Boulonnais.

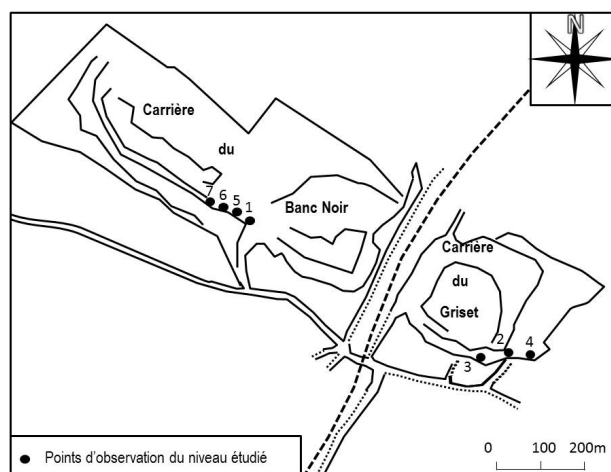


Fig. 2. — Plan des carrières du Banc Noir et du Griset avec localisation des points d'observation du niveau étudié.

Fig. 2. — Map of the Banc Noir and Griset quarries with location of the points where the studied level was observed.

(*) Groupe ISA, 48 Boulevard Vauban, 59046 Lille cedex ; e-mail : bruno.mistiaen@isa-lille.fr

(**) Faculté des Sciences et Technologies, 41 rue du Port. 59016 Lille cedex ; e-mail : benoit.hubert@icl-lille.fr

stromatopores (Mistiaen, *in* Brice *et al.*, 1976, 1977 ; Mistiaen, 1980, 1988a), mais aussi bryozoaires (Bigey, *in* Brice *et al.*, 1976, 1977 ; Bigey, 1988), algues (Poncet, *in* Brice *et al.*, 1977), stromatolithes, lophophorates microconchides (ex-annélides)... Toutefois les constructions dues à des stromatolithes sont généralement oligospécifiques. Certaines d'entre elles ont déjà fait l'objet d'études détaillées (Mistiaen & Poncet 1983a-b, 1989).

Le développement de l'ensemble de ces constructions s'effectue pratiquement toujours selon la même logique : mise en place d'un substrat relativement stable, voire induré, constitué d'une accumulation de particules sédimentaires grossières (fragments de coquilles de brachiopodes, d'articles de crinoïdes, de galets mous ovoïdes micritiques, de galets calcaires remaniés...), formant dans la quasi-totalité des cas observés un léger relief ; sur ce substrat, devenu favorable à leur implantation, des organismes constructeurs viennent se fixer.

II. — HISTORIQUE

Le niveau étudié dans cet article a été repéré par l'un de nous (B.M.), en six endroits des carrières du Griset et du Banc Noir, sur une distance totale d'environ un kilomètre (Fig. 2-3). Il a été observé et échantillonné pour la première fois en 1974, près de l'ancienne entrée sud-est (Fig. 2-3, point 2) et sur la paroi sud (Fig. 2-3, point 3) de la carrière du Griset. Il a été retrouvé en 1978 sur la paroi est de cette même carrière (Fig. 2-3, point 4). Par la suite il a été à nouveau observé, en 1988, en plusieurs endroits le long d'un chemin d'accès creusé à l'époque dans le prolongement occidental de la carrière du Banc Noir (Fig. 2-3, point 5, 6, 7). Un levé antérieur, effectué en 1973, n'avait pas permis de le repérer sur la paroi ouest de la carrière du Banc Noir

(Fig. 2-3, point 1) ; il est possible que le niveau stromatolithique n'existe pas en cet endroit mais il est plus probable que, lors du levé, il soit passé inaperçu. Ce niveau a été signalé et brièvement décrit (Brice & Mistiaen, 1988 ; Mistiaen, 1988c, 2007, = n° 6 ; Mistiaen *et al.*, 2011, 2012 ; Pelhâte & Poncet, 1988, = niveau L). Actuellement les affleurements de ce niveau dans la carrière du Griset ont disparu, ceux de la carrière du Banc Noir, situés à mi-hauteur sur la paroi sud de la carrière, sont inaccessibles.

III. — DESCRIPTION DU NIVEAU ET DE SES CONSTITUANTS

Le niveau stromatolithique étudié se situe vers le milieu du terme f du Membre du Griset de la Formation de Blacourt (Brice & Mistiaen, 1988), à environ 131 m au-dessus de la base visible de cette formation. Il correspond à la partie supérieure d'un petit banc calcaire, épais de 0,35 m (Fig. 4) qui présente en surface de nombreuses et larges ondulations correspondant aux dômes stromatolithiques (Pl. I : 1). La presque totalité de ce banc est constituée d'éléments remaniés irréguliers de calcaire micritique renfermant quelques oolithes. Dans la partie tout à fait supérieure, on observe un conglomérat de galets aplatis, de taille très variable (centimétriques à pluridécimétriques). Ces galets sont essentiellement constitués de calcaire oolithique (oosparite et pelsparite), à stratifications obliques entrecroisées (Pl. I : 3-4), et peuvent aussi contenir quelques petits galets mous, de nature micritique et de taille plurimillimétrique à centimétrique. On note, au sein des galets, des variations dans la taille des oolithes, les plus grosses atteignant le millimètre de diamètre, et une alternance de fins dépôts d'oolithes plus grossières, d'autres plus fines, et de péloïdes. Les oolithes possèdent très majoritairement un large nucléus et une structure périphérique

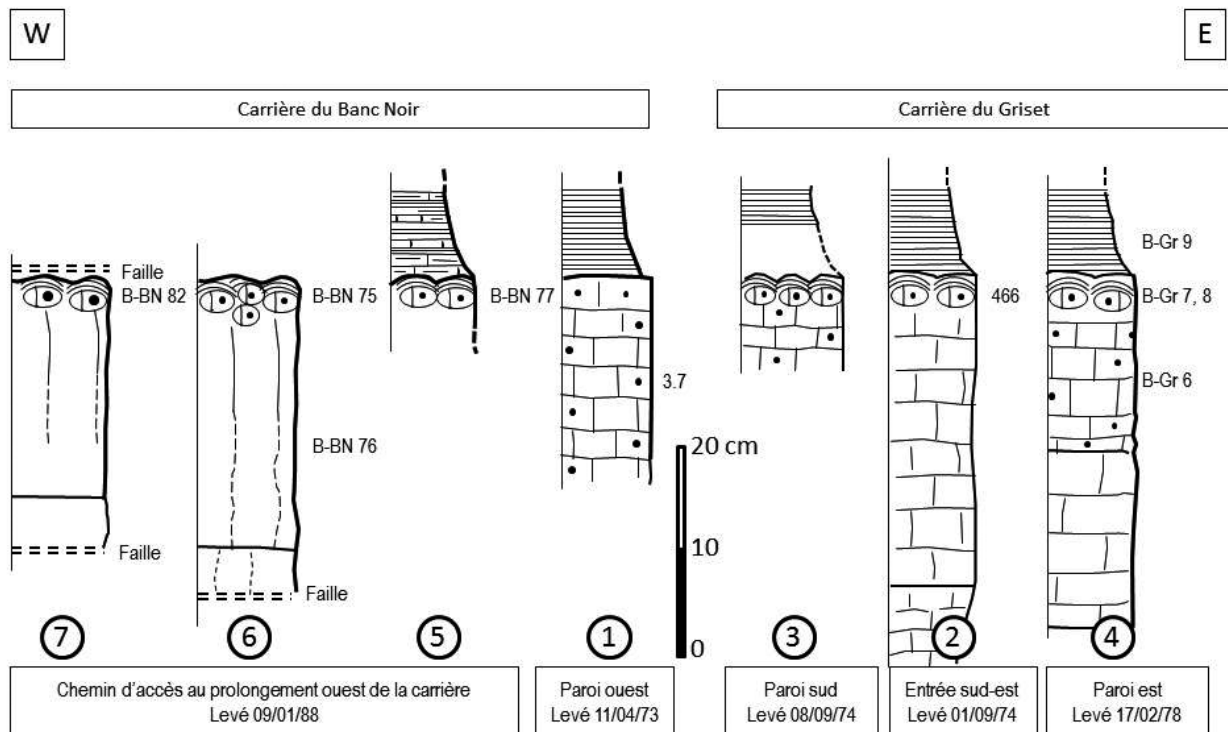


Fig. 3. — Détail de la série aux points d'observation du niveau stromatolithique dans les carrières du Banc Noir (points 5, 6 et 7) et du Griset (points 2, 3 et 4).

Fig. 3. — Detail of the succession in the locations where the stromatolitic level was observed in the Banc Noir (points 5, 6 and 7) and Griset quarries (points 2, 3 and 4).

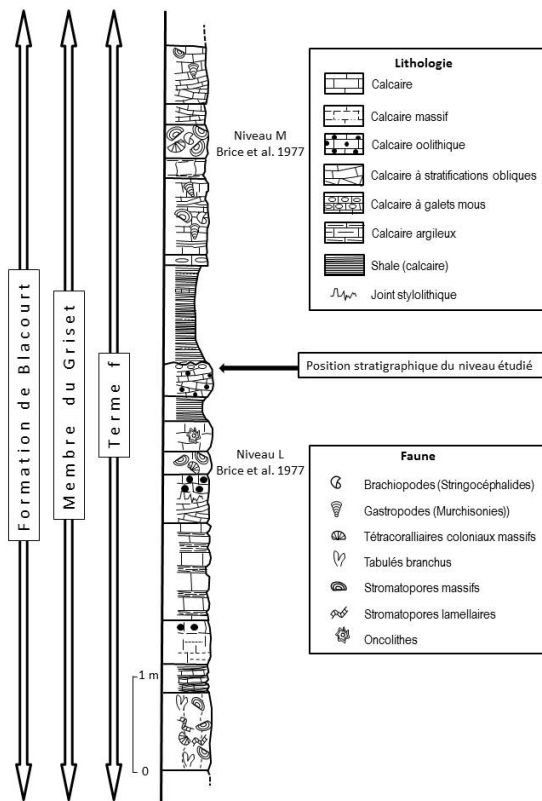


Fig. 4. — Position stratigraphique du niveau stromatolithique.

Fig. 4. — Stratigraphical location of the stromatolitic level.

radiaire et fibreuse. Elles sont auréolées d'un ciment de calcite de type « dogtooth » plus ou moins isopaque (Pl. I : 5). Les espaces restants sont remplis d'un ciment de calcite granulaire.

En lame mince on peut voir que certaines des oolithes, situées sur le pourtour des galets, sont tronquées (Pl. I : 6). On observe aussi une légère micritisation périphérique des galets. Ces galets servent de support au développement d'encroûtements stromatolithiques laminaires dont l'épaisseur totale peut varier

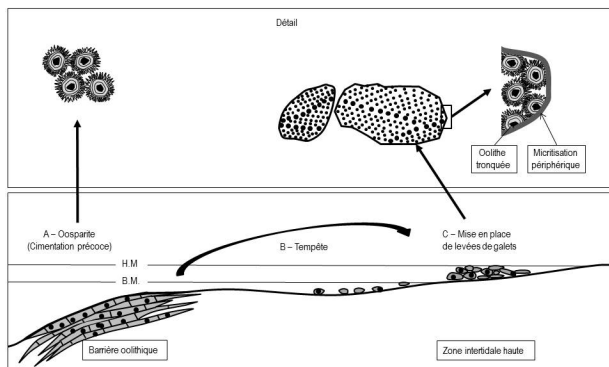


Fig. 5. — Schéma interprétatif de la mise en place de la levée de galets servant de support au développement des stromatolithes.

Fig. 5. — Interpretative scheme for the settlement of a pebble edge acting as a support for the stromatolite development.

de 2,5 à 5 cm. Ces encroûtements se poursuivent parfois sur les côtés des galets, en s'amenuisant, et peuvent les enrober partiellement. Les encroûtements stromatolithiques peuvent être constitués au total d'une trentaine de laminations successives, voire plus, généralement d'aspect plus ou moins hétérogène, claires et plutôt granuleuses dans leur majeure partie et comportant une zone plus compacte et sombre à leur sommet. Cette succession de laminations est parfois interrompue par de petits dépôts micritiques contenant quelques oolithes, localement accompagnées de structures spongiomorphes. Presque toujours associé aux laminations et situé systématiquement à leur base, on observe un alignement de petits cristaux aux contours parfois anguleux mais plus souvent d'allure noduleuse, probablement d'anhydrite épigénisée en calcite (Pl. I : 7). Ces cristaux présentent des sections très irrégulièrement rectangulaires ou carrées, de taille millimétrique et sont parfois anastomosés les uns aux autres latéralement. Localement quelques bioclastes (valves d'ostracodes), quelques oolithes et de rares quartz (sils) sont observés sur les couches stromatolithiques ou se retrouvent dans de petits dépôts lenticulaires micritiques, de taille centimétrique, souvent partiellement dolomitisés, piégés dans les creux des ondulations stromatolithiques.

Préférentiellement fixés sur les parties sommitales des ondulations stromatolithiques, on observe (Pl. I : 8) des organismes spirorbiformes (*Microconchida* Weedon, 1991) longtemps considérés comme des vers (*Spirorbis*) ou encore rapprochés de mollusques gastropodes mais qu'il convient en fait de rattacher à un ordre éteint de probables lophophorates (P.D. Taylor, com. pers. ; Taylor & Vinn, 2006). Ces coquilles sont localement très abondantes (Pl. I : 2), on peut en dénombrer au maximum jusqu'à une douzaine par cm² ; en section elles apparaissent distantes de 1 à 5 mm. Elles présentent un enroulement dextre (horaire). La largeur (diamètre) de ces coquilles observées en lames minces, varie généralement de 2,5 à 3 mm mais peut atteindre 4 mm, et leur hauteur varie de 1 à 1,3 mm. L'épaisseur de la coquille est en moyenne de 60 μ m mais peut varier de 20 à 150 μ m. Sur certaines coquilles on observe de petites expansions latérales qui semblent correspondre à des bourrelets de croissance. Les coquilles de microconchides présentent le plus souvent un remplissage, partiel ou total, de micrite ; on y trouve aussi parfois quelques oolithes. Les niveaux à microconchides sont généralement recouverts de dépôts micritiques assez irrégulièrement répartis, mis en place avant le développement de nouvelles laminations stromatolithiques. Il faut encore noter que si les microconchides sont très majoritairement fixés sur les laminations stromatolithiques, quelques-uns le sont parfois directement sur la surface des galets. Le niveau stromatolithique dans son ensemble est complètement recouvert par un dépôt argilo-silteux rougeâtre.

Les différentes étapes reconnues sont : 1- le développement des laminations stromatolithiques à la base desquelles se développent des alignements de cristaux d'anhydrite postérieurement épigénisés en calcite ; 2- l'incrustation épisodique de la surface des laminations stromatolithiques par des microconchides ; 3- le dépôt de nature micritique (Pl. I : 9).

IV. — EVOLUTION SEDIMENTOLOGIQUE ET INTERPRÉTATION DU MILIEU DE DÉPOT

Les observations précédentes permettent d'interpréter comme suit l'installation et le développement de ce petit niveau construit, de nature essentiellement stromatolithique (Fig. 5). La première étape consiste en la mise en place d'un substrat favorable

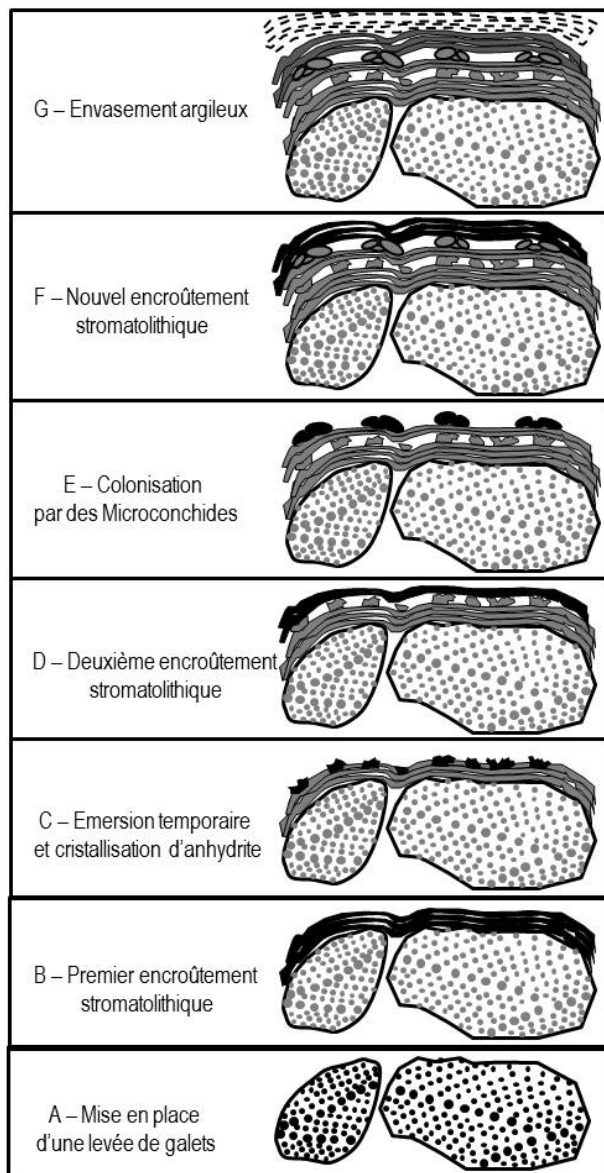


Fig. 6. — Etapes successives du développement des stromatolithes, de niveaux évaporitiques et de la colonisation par les microconchides.

Fig. 6. — Successive steps of stromatolite development, evaporitic levels, and colonization by microconchids.

à son développement (levée de galets de calcaire oolithique) ; elle nécessite la proximité d'une barrière oolithique localisée un peu plus vers le large (dans le cas présent, plus au sud). Une consolidation précoce de ce dépôt oolithique par le ciment de calcite isopaque de type « dogtooth » (Pl.I : 5) est nécessaire, pour permettre ensuite son remaniement en galets (Fig. 6A) ; les oolithes tronquées observées sur le pourtour des galets en témoignent, tout comme la micritisation qui affecte la périphérie des galets. Il semble évident que le dépôt de galets s'est fait en zone intertidale haute permettant alors le développement d'un premier encroûtement stromatolithique (Fig. 6B). Ensuite, lors de phases d'émersions temporaires et répétées, la cristallisation d'évaporites (petits cristaux d'anhydrite, Poncet *in* Brice *et al.*, 1977) a pu s'effectuer au sein de la lamination stromatolithique (Fig. 6C) rapidement recouverte par un nouvel encroûtement stromatolithique (Fig. 6D). Episodiquement, la colonisation des

surfaces stromatolithiques par des microconchides (Fig. 6E) a pu se réaliser, ces derniers étant à leur tour recouverts par de nouveaux encroûtements stromatolithiques (Fig. 6F).

Ces encroûtements qui se prolongent sur les côtés des galets et les enrobent partiellement, témoignent d'une mise en place très rapide des stromatolithes. Par ailleurs, la morphologie des encroûtements stromatolithiques en dômes très aplatis laisse à penser que leur développement s'est effectué sous une très faible tranche d'eau. La présence de microconchides spirorbiformes (Fig. 6E) corrobore cette interprétation ; en effet, ce groupe se rencontre fréquemment dans les environnements marins schizohalins, saumâtres ou d'eau douce (Taylor & Vinn, 2006). Le dépôt argilo-silteux rougeâtre (Fig. 6F) met fin au développement des stromatolithes.

L'empilement des couches stromatolithiques, caractérisées par des bandes claires granuleuses surmontées par un liseré sombre, pourrait correspondre à des rythmes journaliers (diurne – nocturne). Par contre la cristallisation d'anhydrite au sein des zones claires stromatolithiques serait davantage corrélable avec des rythmes tidaux et donc des périodes d'hyper-salinité liées à une tranche d'eau extrêmement faible soumise à l'évaporation lors des marées basses. Par contre, c'est de façon non périodique (indépendante du rythme journalier ou de celui des marées) que les conditions deviennent favorables à l'installation de microconchides. Ces épisodes propices pourraient s'interpréter comme la conséquence de modification de la salinité par arrivée importante d'eau douce (hypo-salinité en zone estuarienne et en période pluvieuse). Plusieurs auteurs (Zaton *et al.*, 2012, 2014b ; Zaton & Peck, 2013) ont signalé des microconchides d'eau douce dont l'installation et le développement s'effectuent très rapidement (Zaton *et al.*, 2012) ce qui est manifestement le cas en ce qui concerne le niveau étudié. Ces données corroborent parfaitement l'interprétation de Poncet & Pelhâte (1988) concernant ces encroûtements stromatolithiques à microconchides (niveau L) qu'ils font correspondre au sommet d'une séquence régressive de troisième ordre. Enfin, il convient de souligner que si le niveau a été observé en six endroits des carrières du Griset et du Banc Noir (Fig. 2), sur une distance totale de l'ordre du kilomètre, il ne présente pas de variation latérale notable. Il est possible de suggérer une orientation parallèle au paléo- trait de côte, à l'époque givétienne, grossièrement orienté ouest-est, indépendamment de toute modification rotationnelle de nature tectonique.

V. — CONCLUSION

Dans ce travail des précisions lithologiques sont apportées sur un petit niveau stromatolithique du Boulonnais (Membre du Griset, Formation de Blacourt) qui avait déjà été signalé à plusieurs reprises mais n'avait pas fait l'objet d'analyse détaillée. Cette analyse montre que le développement des microconchides obéit à une autre logique (variation de salinité) que celle qui régit la croissance des laminations stromatolithiques à la surface desquelles ils sont installés (rythme diurne-nocturne et/ou rythme des marées).

Des microconchides sont aussi présents dans d'autres niveaux des terrains dévonien du Massif de Ferques ; ils ont été précédemment décrits sous le nom de *Spirorbis* (Mistiaen & Poncet, 1983 a, b, 1989 ; Brice & Mistiaen, 1988 ; Mistiaen *et al.*, 2012). S'ils sont parfois associés à d'autres dépôts de nature stromatolithique, ils se présentent aussi fixés en épibiontes sur divers organismes (brachiopodes, coraux) mais dans ce cas, ils sont nettement plus rares. Incontestablement leur abondance dans ce niveau corrobore le fait que ce sont des organismes opportunistes (Zaton *et al.*, 2012). Dans les environnements

marins marginaux ou d'eau douce, peu favorables à l'établissement d'autres organismes, ils peuvent effectivement coloniser les surfaces et s'y développer rapidement. Ce groupe d'organismes, anciennement confondus avec les annélides polychètes (*Spirorbis*), s'est en fait développé de l'Ordovicien au Jurassique moyen (Vinn & Mutvei, 2009).

Remerciements. — Les auteurs tiennent à remercier les personnes qui leur ont apporté des informations lors de la préparation de ce travail, notamment : le Docteur Paul D. Taylor, du Natural History Museum de Londres, pour ses informations sur les microconchides, le Docteur Denise Brice pour son aide

et ses remarques constructives et Monsieur Christian Loones, notamment pour son aide sur le terrain. Les personnes qui ont relu ce travail, le Professeur Frédéric Boulvain de l'Université de Liège et le Docteur Rémy Gourvennec, de l'Université de Bretagne occidentale, ainsi que le Docteur Alain Blicek, de l'Université de Lille 1, Directeur de la Publication SGN, ont notablement enrichi ce travail par leurs remarques constructives, qu'elles en soient vivement remerciées. Nos sincères remerciements s'adressent aussi au Directeur ainsi qu'à l'ensemble du personnel de la société Stinkal, pour leur accueil lors des visites sur le terrain dans les carrières du Gris et du Banc Noir.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGEY F. (1988). — Bryozoaires du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais* (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 297-322.
- BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J. & ROHART J.-C. (1977). — Les organismes constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Associations - Répartition stratigraphique. *Mémoire du B.R.G.M.*, 89 : 136-151.
- BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.-P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.-C. & BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, 96 : 135-155.
- BRICE D., COLBEAUX J.-P., MISTIAEN B. & ROHART J.-C. (1979). — Les Formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, 98 : 307-324.
- BRICE D. & MISTIAEN B. (1988). — Description stratigraphique de la Formation de Blacourt, Givétien de Ferques (Boulonnais - France). In BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais* (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 44-64.
- MANSY J.-L., GUENNOC P., ROBASYNSKI F., AMEDRO F., AUFFRET J.-P., VIDIER J.-P., LAMARCHE J., LEFEVRE D., SOMME J., BRICE D., MISTIAEN B., PRUD'HOMME A., ROHART J.-C. & VACHARD D. (2007). — *Notice explicative - Carte géologique de la France (1/50 000), feuille de Marquise* (seconde édition) (5), B.R.G.M. édit., Orléans : 1-213.
- MISTIAEN B. (1980). — Stromatopores du Givétien de Ferques (Boulonnais, France). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 4^e série, 2, section C (3) : 167-257.
- MISTIAEN B. (1988a). — Stromatopores du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais* (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 163-195.
- MISTIAEN B. (1988b). — Tabulés Auloporida du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais* (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 197-230.
- MISTIAEN B. (1988c). — Développement et dynamique récifale : exemple d'une construction algaire du Givétien de Ferques Boulonnais France. In : 12^e Réunion des Sciences de la Terre (Lille). Société géologique de France édit., Paris : 98.
- MISTIAEN B. (2007). — Givetian coral-stromatoporoid and algal-sponge-worm buildup, Boulonnais, France. In : VENNIN E., ARETZ M., BOULVAIN F. & MUNNECKE A. (eds), *Facies from Palaeozoic reefs and accumulations. Mémoire du Muséum national d'Histoire naturelle*, 195 : 195-197.
- MISTIAEN B., BRICE D., HUBERT B.L.M. & LOONES C. (2011). — Classical Devonian and Carboniferous sites in Ferques area, Boulonnais, Northern France. In: ARETZ M. & POTY E. (eds.), 11th Symposium on Fossil Cnidaria and Sponges (Liège, August 19-29, 2011). *Field Guides. Kölner Forum Geol. Paläont.*, 20 : 51-98.
- MISTIAEN B., BRICE D., ZAPALSKI M.K. & LOONES C. (2012). — Brachiopods and their Aulopod Epibionts in the Devonian of Boulonnais (France): Comparison with other associations globally. In: TALENT J.A. (ed.), *Earth and Life, Global Biodiversity, Extinction Intervals and Biogeographic Perturbations Through Time*. Springer Verlag, Dordrecht : 155-188.
- MISTIAEN B. & PONCET J. (1983a). — Stromatolithes, Serpulidés et *Trypanopora* (Vers ?), associés dans de petits biohermes givétiens du Boulonnais (France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 41 : 125-138.
- MISTIAEN B. & PONCET J. (1983b). — Evolution sédimentologique de petits biohermes à Stromatolithes et Vers dans le Givétien de Ferques, Boulonnais. *Annales de la Société géologique du Nord*, 102 : 205-216.
- MISTIAEN B. & PONCET J. (1989). — Biosedimentological evolution of a stromatolitic buildup in the Formation de Blacourt (Givetian), Boulonnais, northern France. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 8 : 413-423.
- PELHÂTE A. & PONCET J. (1988). — Evolution sédimentaire de la Formation de Blacourt (Givétien de Ferques - Boulonnais). In : BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais* (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 25-35.
- ROHART J.-C. (1988). — Rugueux givétiens et frasnien de Ferques (Boulonnais - France). In : BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais* (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 231-296.
- TAYLOR P.D. & VINN O. (2006). — Convergent morphology in small spiral worm tubes ('*Spirorbis*') and its palaeoenvironmental implications. *Journal of the Geological Society*, 163 : 225-228.
- VINN O. & MUTVEI H. (2009). — Calcareous tubeworms of the Phanerozoic. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58 (4) : 286-296.
- WEEDON M.J. (1991). — Microstructure and affinity of the enigmatic tubular fossil *Trypanopora*. *Lethaia*, 24 : 223-227.
- WILSON M.A., VINN O. & YANCEY T.E. (2011). — A new microconchid tubeworm from the Artinskian (Lower Permian) of central Texas, USA. *Acta Palaeontologica Polonica*, 56 (4) : 785-791.
- ZATON, M., VINN O. & TOMESCU A.M.F. (2012). — Invasion of freshwater and variable marginal marine habitats by microconchid tubeworms — an evolutionary perspective. *Geobios*, 45 : 603-610.

ZATON M. & PECK R.L. (2013). – Morphology and palaeoecology of new, non-marine microconchid tubeworm from Lower Carboniferous (Upper Mississippian) of West Virginia, USA. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **83** : 37-50.

ZATON M., HAGDORN H. & BORSZCZ T. (2014a). – Microconchids of the species *Microconchus valvatus* (Münster in Goldfuss, 1831)

from the Upper Muschelkalk (Middle Triassic) of Germany. *Paleobiology Palaeoenvironment*, **94** : 453-461.

ZATON L., GREY M. & VINN O. (2014b). – Microconchid tubeworms (Class Tentaculita) from the loggins Formation (Pennsylvanian), Nova Scotia, Canada. *Revue canadienne des sciences de la Terre*, **51** (7) : 669-676.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE I

EXPLANATIONS OF PLATE I

1. — Vue d'ensemble du niveau stromatolithique. Echantillon B-BN 82 = GFCL 2251.

1. — Overview of the stromatolite level. Sample B-BN 82 = GFCL 2251.

2. — Surface supérieure d'un dôme stromatolithique. La flèche noire indique les tubes spiralés de microconchides. Echantillon B-Gr8.5 = GFCL 2249.

2. — Stromatolite upper surface. Black arrow indicates spiral tubes of microconchids. Sample B-Gr8.5 = GFCL 2249.

3. — Section polie d'une structure bioconstruite mettant en évidence le recouvrement stromatolithique des galets oolithiques. Echantillon B-Gr8.5 = GFCL 2249.

3. — Polish section of buildups showing the stromatolite layers covering the oolitic pebbles. Sample B-Gr8.5 = GFCL 2249.

4. — Galet oolithique en lame mince ; les flèches blanches indiquent les stratifications obliques. Echantillon 466.1 = GFCL 2247 [barre d'échelle = 1 mm].

4. — Oolitic pebble in thin section; white arrows indicate oblique stratification. Sample 466.1 = GFCL 2247 [scale bar = 1 mm].

5. — Ciment de calcite isopaque de type « dent de chien » développé autour des oolithes. Echantillon B-Gr8.9 = GFCL 2250 [barre d'échelle = 0,25 mm].

5. — Isopaque calcite cement, « dogtooth » type, around the oolites. Sample B-Gr8.9 = GFCL 2250 [scale bar = 0.25 mm].

6. — Oolithe tronquée à la périphérie d'un galet. Echantillon B-Gr7.2 = GFCL 2248 [barre d'échelle = 0,25 mm].

6. — Truncated oolite at the periphery of pebble. Sample B-Gr7.2 = GFCL 2248 [scale bar = 0.25 mm].

7. — Croissance de cristaux d'anhydrite dans les laminations stromatolithiques. Echantillon 466.1 = GFCL 2247 [barre d'échelle = 0,25 mm].

7. — Anhydrite crystals in stratified stromatoliths. Sample 466.1 = GFCL 2247 [scale bar = 0.25 mm].

8. — Encroûtement de microconchides au sein des laminations stromatolithiques. Echantillon 466.1 = GFCL 2247 [barre d'échelle = 1 mm].

8. — Microconchid encrustment in stratified stromatoliths. Sample 466.1 = GFCL 2247 [scale bar = 1 mm].

9. — Stades de croissance de la structure construite sur le galet oolithique (a) montrant l'alternance de couches stromatolithiques (b1 et b2) et d'encroûtements de microconchides (c1 et c2). Echantillon B-Gr8.9 = GFCL 2250 [barre d'échelle = 1 mm].

9. — Growth stages of the buildups on the oolitic pebbles (a) showing alternation of stromatolitic layers (b1 and b2) and coated microconchids (c1 and c2). Sample B-Gr8.9 = GFCL 2250 [scale bar = 1 mm].

