

UN AFFLEUREMENT TEMPORAIRE EXPOSANT LE CONTACT ENTRE LES FORMATIONS DE BEAULIEU ET DE FERQUES (FRASNIEN, BOULONNAIS)

A temporary outcrop showing the contact between the Beaulieu and Ferques formations (Frasnian, Boulonnais)

par Bruno MISTIAEN (*), Denise BRICE (**), Christian LOONES (***) & Anthony DE SOUSA (****)

(Planche V)

Résumé. — Le sommet du Membre des Pâtures (membre supérieur de la Formation de Beaulieu) et une bonne partie du Membre de Fiennes (membre inférieur de la Formation de Ferques) appartenant tous deux au Frasnien moyen et à la zone à conodontes moyenne à *asymmetricus* (= zone à *punctata*) ont été observés de façon momentanée lors du creusement d'une tranchée pour l'installation de nouveaux équipements sur le site des Carrières de Stinkal, à Ferques (Boulonnais, France). Un niveau, riche en brachiopodes décalcifiés, a été échantillonné au sommet du Membre des Pâtures, qui n'avait jusqu'ici jamais fourni de faunes. Il a livré, par ordre d'abondance, les espèces *Cyrtospirifer syringothyrisformis*, *Rigauxia acutosina*, *Comiotoechia barroisi* et *Spinatrypa* ? sp. qui sont brièvement discutées. L'intérêt de l'étude de tels affleurements temporaires est ainsi mis en évidence.

Abstract. — The top of the Pâtures Member (upper member of the Beaulieu Formation), and a large part of the Fiennes Member (lower member of the Ferques Formation), both Mid Frasnian and belonging to the middle asymmetricus conodont Zone (= punctate Zone) were momentarily observed, during the digging of a trench for the installation of new equipments on the site of the Stinkal Quarries, in Ferques (Pas-de-Calais). A level, rich in decalcified brachiopods, has been sampled near the top of the Pâtures Member, which is generally considered without fossils; it has yielded, in order of abundance, the species *Cyrtospirifer syringothyrisformis*, *Rigauxia acutosina*, *Comiotoechia barroisi* and *Spinatrypa* ? sp. which are briefly discussed. The interest of the study of such temporary outcrops is emphasized.

Mots clés : Dévonien supérieur, brachiopodes, patrimoine géologique, nord de la France.

Keywords : Upper Devonian, brachiopods, geological heritage, northern France.

I. — INTRODUCTION

Dans une région entièrement couverte de végétation et caractérisée par un faible relief topographique comme le Boulonnais, la reconnaissance des séries géologiques et leur étude sont étroitement liées à trois types d'activités.

— L'exploitation des carrières qui sont classiquement des lieux privilégiés d'observation en continu. Elles permettent en effet des observations à la fois temporaires et progressives, au gré de leur extension. Le suivi de ce développement est fonction de la bonne entente entre les carriers et les géologues.

Il faut toutefois souligner que, si au cours des siècles précédents les carrières étaient nombreuses et exploitées de façon artisanale, ce qui permettait des études régulières, la concentration en quelques grandes exploitations évoluant très

rapidement ne facilite pas cette continuité des observations. En outre, ces carrières sont amenées à disparaître en fin d'activité, puisque les propriétaires ont l'obligation de les combler par des stériles et de re-végétaliser, masquant ainsi tout affleurement et provoquant la perte de pans entiers du patrimoine géologique.

— La mise en œuvre d'importants travaux d'aménagement, donnant lieu à des affleurements et des opportunités d'observation exceptionnelles. Ainsi les écrits détaillés de Rigaux (1865, 1873, 1892, 1908) sont à mettre directement en relation avec l'installation de la voie ferrée Calais-Boulogne (1862 – 1865). De même, à partir de 1975, les travaux de creusement de la voie ferrée Caffiers-Ferques, traversant l'ensemble du Dévonien, ont permis de nouvelles découvertes et révisions donnant lieu à de nombreuses publications (Brice, 1988 ; Brice et al., 1976, 1977, 1979).

(*) Faculté Libre des Sciences et Technologies & Groupe ISA, Université catholique de Lille, UMR 8217 Géosystèmes du CNRS, 41 rue du Port F 59046 Lille Cedex; b.mistiaen@isa-lille.fr

(**) Faculté Libre des Sciences et Technologies & Groupe ISA, Université catholique de Lille, 41 rue du Port F 59046 Lille Cedex; d.brice@isa-lille.fr

(***) 10 rue Gustave Courbet F 59120 Loos ; loones_christian@hotmail.com

(****) Carrières de Stinkal, 62250 Ferques.

— Enfin, les petits aménagements locaux, trop souvent négligés, constituent une source non négligeable d'observations. Ainsi, les publications de Becker (2002), Brice & Loones (2002), Mistiaen (2002), Mistiaen *et al.* (2002) et Rohart (2002), sont directement liées à l'affleurement momentané d'une partie du Membre des Pâtures, grâce au creusement par les carrières de Stinkal d'une petite tranchée pour la pose d'une canalisation. De même, le creusement de fondations pour l'installation d'un château d'eau sur le territoire de Ferques, au début des années 1970, a permis d'observer en détail le Membre des Noces de la Formation de Beaulieu.

C'est à cette dernière catégorie qu'appartient l'affleurement qui fait l'objet de cette note. Il fut observé en 2011 grâce au creusement d'une tranchée temporaire (Fig. 1) pour l'aménagement d'installations de concassage des Carrières de Stinkal (Ferques).

Notre objectif est double :

- d'une part, apporter des données stratigraphiques et paléontologiques complémentaires sur une partie de la série frasnienne de Ferques rarement observée dans le passé (Brice *et al.*, 1979, p. 316), à savoir le sommet de la Formation de Beaulieu et la base de la Formation de Ferques et,
- d'autre part attirer l'attention sur l'intérêt de certains affleurements temporaires.

II. — HISTORIQUE SUR L'ETAT DE NOS CONNAISSANCES DES FORMATIONS DE BEAULIEU ET DE FERQUES.

Les terrains dévoniens du Massif de Ferques (Boulonnais) et plus particulièrement ceux du Frasnien sont connus depuis le milieu du dix-neuvième siècle. Ils ont fait l'objet de très nombreux travaux (Fig. 1).

Il est possible d'identifier formellement, dans la description de De Verneuil (1838), la quasi-totalité des formations de la série dévonienne de Ferques (Fig. 2), et notamment les Formations de Beaulieu et de Ferques [alors qu'à l'époque le terme « Dévonien » n'existe pas encore ; il sera créé l'année suivante par Sedgwick et Murchison (1839)].

1) Formation de Beaulieu

La dénomination « *Schistes de Beaulieu* » apparaît pour la première fois dans Rigaux (1865) ; dans des travaux antérieurs (De Verneuil, 1938), apparemment seule la dolomie de Beaulieu semble avoir été repérée au sein de cette formation. Rigaux (1873) publie une première description détaillée des Schistes de Beaulieu ; il y reconnaît différents niveaux dont il donne le contenu faunistique. Rigaux (1892, p. 9) précise la lithologie de ces schistes dans lesquels il distingue neuf niveaux. Le dernier niveau (h) correspond à 40 m de « *Schistes rouges et jaunâtres jusqu'au calcaire de Ferques* » ; Rigaux (*ibid.*, p. 12) conclut : « *Cette couche dans laquelle on a rarement l'occasion de voir des excavations ne paraît pas contenir de fossiles* ». Le même auteur (Rigaux, 1908) apporte, à propos de ce dernier niveau, l'information suivante : les « *schistes lie de vin, rarement exposés, sont très pauvres (en fossiles), on n'y a trouvé que le Chonetes Maillieuxi* ».

Depuis, le Dévonien de Ferques - dont la Formation de Beaulieu - a fait l'objet de nombreux travaux (Mistiaen *et al.*, 2001 ; Brice *et al.*, 2002). Toutefois, rien ou presque n'a été publié sur la partie sommitale de cette formation car elle n'affleurerait guère.

Robinson (1920) donne une description des Schistes de Beaulieu (auxquels il associe la dolomie de « Beaulieu », actuel Membre de Fiennes de la Formation de Ferques) : il signale l'existence de petits affleurements dans des fossés mais ne mentionne pas de faune. Magne (1964) effectue une quinzaine de prélèvements régulièrement espacés, à la tarière, et donne la liste de la macro- et microfaune reconnues. Le sommet des Schistes de Beaulieu apparaît particulièrement pauvre en microfaune et fragments de faune ; aucun brachiopode n'est signalé. Ager & Wallace (1967 *a, b*) et Wallace (1969) décrivent et proposent une interprétation du milieu de sédimentation des « Schistes de Beaulieu » mais leurs analyses portent uniquement sur les parties inférieure et moyenne de cette formation. Bonte *et al.* (1971) attribuent une épaisseur de 90 m aux Schistes de Beaulieu mais ne donnent guère de détails sur leur partie supérieure. Brice *et al.* (1976), à la suite du creusement d'une nouvelle tranchée de voie ferrée entre Caffiers et Ferques (Fig. 1), décrivent en détail les Schistes de Beaulieu avec neuf niveaux successifs (numérotés de K à S), la partie terminale (S) étant constituée d'une cinquantaine de mètres de shales mal exposés car cette portion de la tranchée correspond à une ancienne exploitation. Brice *et al.* (1979) reconnaissent et définissent formellement, dans le Dévonien de Ferques, six formations. Ils subdivisent la Formation de Beaulieu en trois membres, de bas en haut : Membres de Cambresèque, des Noces et des Pâtures (Fig. 3). Ce dernier est lui-même subdivisé en quatre termes (a, b, c et d). Il est à noter que, dans la publication originelle, Brice *et al.* (1979), indiquent, par erreur, que « *le Membre des Pâtures... épaisse série argileuse gris verdâtre à violacée... d'une centaine de mètres comprend trois termes (a, b et c)* ». En réalité, il comporte quatre termes qui sont de bas en haut : 4 à 5 m d'*argilites gris verdâtre (a)*, 30 m environ d'*argilites rouges (b)*, 20 m d'*une série plus calcaire (c)* et 40 m environ de *pélites (d) affleurant très mal et correspondant au niveau h de Rigaux (1892)*.

Lefrançois *et al.* (1993) précisent les caractéristiques sédimentologiques et minéralogiques des Formations argileuses de Beaulieu et d'Hydrequent, mais sans aborder le Membre des Pâtures, faute d'affleurements. Mistiaen *et al.* (2002) apportent des données complémentaires sur la partie supérieure (sommet excepté) du Membre des Pâtures par l'étude de nouveaux affleurements mis à jour au nord de la carrière de la Parisienne (Fig. 1). Enfin, dans la notice de la carte géologique de Marquise, seconde édition, Mansy *et al.*, (2007), attribuent une épaisseur de 40 à 50 m à la partie supérieure du Membre des Pâtures, constituée « *d'argilites finement litées gris verdâtre ou violacées, pratiquement azoïques* ».

2) Formation de Ferques

La dénomination « *Calcaire de Ferques* » pouvant correspondre à la Formation de Ferques apparaît pour la première fois dans De Bonnard (1833). Elle est reprise par Murchison (1840, Fig. 4) sous la dénomination « *Calcaire de Ferques et de Fiennes* » puis par de nombreux auteurs par la suite. Brice *et al.* (1979) définissent formellement la Formation de Ferques, en y incluant le Membre de Fiennes,

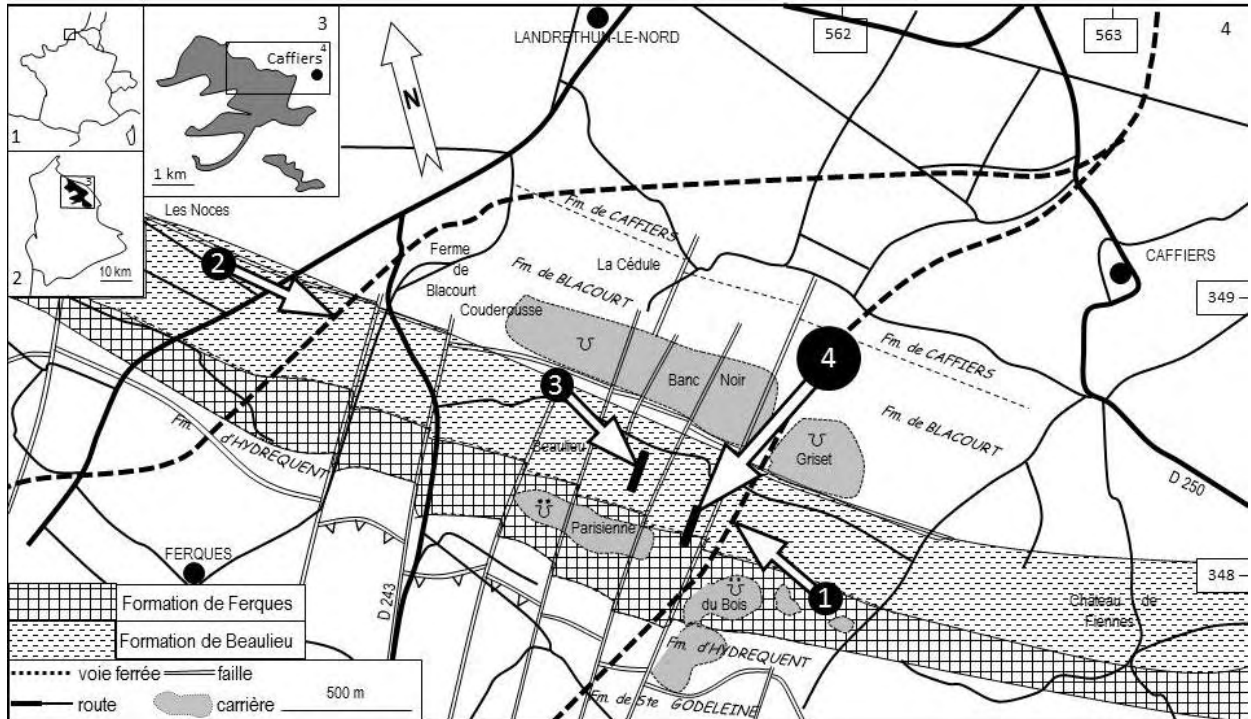


Fig. 1. — Carte de situation des affleurements des formations de Beaulieu et de Ferques. (1) voie ferrée Calais-Boulogne ; (2) voie ferrée Caffiers-Ferques ; (3) petite tranchée (Mistiaen *et al.*, 2002) ; (4) présent travail.

Fig 1. — Location map of the outcrops in the Beaulieu and Ferques formations. (1) Railway cut Calais-Boulogne; (2) railway cut Caffiers-Ferques; (3) small trench (Mistiaen *et al.*, 2002); (4) present work.

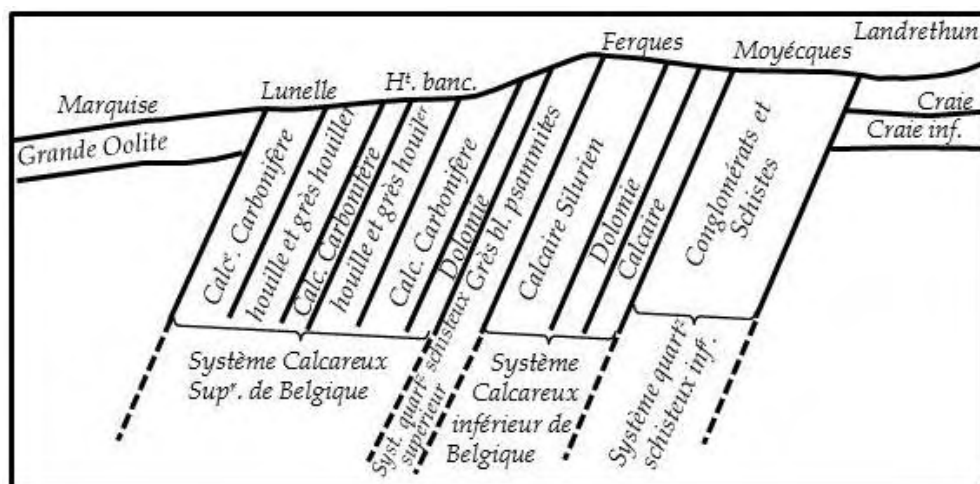


Fig 2. — “Coupe des Terrains du Bas-Boulonnais entre Marquise et Landrethun” in De Verneuil (1838, fig. 14). On retrouve dans ce qu’il décrit sous la dénomination de “Système Calcaireux inférieur de Belgique” les formations de Blacourt, Beaulieu et Ferques (Brice *et al.*, 1979) : “Calcaire” = Formation de Blacourt ; “Dolomie” = Formation de Beaulieu ; “Calcaire Silurien” = Formation de Ferques. [Le Dévonien n’existait pas encore, il sera défini, par Sedgwick & Murchison (1839)].

Fig. 2. — Section of the Bas-Boulonnais beds between Marquise and Landrethun in De Verneuil (1838, fig. 14). The succession of beds named “Système Calcaireux inférieur de Belgique” corresponds to the Blacourt, Beaulieu and Ferques formations (Brice *et al.*, 1979): “Calcaire” = Blacourt Formation; “Dolomie” = Beaulieu Formation; “Calcaire Silurien” = Ferques Formation. [At that time the Devonian was not yet recognized, it was defined by Sedgwick & Murchison (1839)].



Fig. 5. — Vue d'ensemble de la nouvelle tranchée en direction du nord.

Fig. 5. — Northward general view of the new section.



Fig. 6. — Vue générale du contact lithologique entre les formations de Beaulieu (Membre des Pâtures) et de Ferques (Membre de Fiennes) dans la nouvelle tranchée.

Fig. 6. — General view of the lithological contact between the Beaulieu (Pâtures Member) and Ferques (Fiennes Member) formations in the new trench.

de nature essentiellement dolomitique et parfois rattaché par certains auteurs (Pruvost *et al.*, 1928 ; Magne, 1964 ; Ager & Wallace, 1967 a, b ; Bonte, 1969 ; Wallace, 1969 ; Bonte *et al.*, 1971 ; Brice *et al.*, 1977) à la Formation sous-jacente de Beaulieu.

La Formation de Ferques, son membre de base excepté, a fait l'objet de très nombreuses exploitations artisanales, dont la plus importante est la carrière de la Parisienne (Fig. 1). Ces carrières sont aujourd'hui pratiquement toutes comblées ou envahies par la végétation. A la fin du siècle dernier, la base de la Formation de Ferques (Membre de Fiennes) était localement observable, en plusieurs points, et en particulier : au voisinage du Château de Fiennes, dans un vallon situé juste au nord de la carrière du Bois, ainsi qu'au pied d'une butte en bordure orientale de la carrière de la Parisienne (Fig. 1). Ces affleurements ont aujourd'hui tous quasiment disparu.

III. — OBSERVATIONS RELATIVES AU NOUVEL AFFLEUREMENT DES FORMATIONS DE BEAULIEU ET FERQUES.

Etablie sur deux niveaux, la tranchée étudiée se situe à l'est de la carrière de la Parisienne (50°49'48'' N ; 1°47'22'' E). Large au total de 25 à 30 m et profonde d'une dizaine de mètres environ (Fig. 1 point 4 ; Fig. 5), elle expose le sommet du Membre des Pâtures, membre supérieur de la Formation de Beaulieu, comprenant un niveau fossilifère, et une bonne partie du Membre de Fiennes, membre inférieur de la Formation de Ferques (Brice *et al.* 1979) ; la série monoclinale, de direction N 120° E et de pendage 30° S, appartient au parautochtone de Ferques (Mansy *et al.*, 2007). Plusieurs points sont à souligner.

1) Le contact entre les argilites verdâtres du sommet du Membre des Pâtures (Formation de Beaulieu) et les calcaires dolomitiques gris rosé de la base du Membre de Fiennes (Formation de Ferques) est particulièrement net, marqué par un changement de lithologie et de couleur (Fig. 6) ; aucun accident tectonique ne semble s'y localiser alors que de tels accidents sont habituels, dans la série dévonienne de Ferques, au contact de formations de compétences différentes.

2) Observations au sommet du Membre des Pâtures.

A 1,80 m sous la limite entre les formations de Beaulieu et de Ferques, un banc d'argilite faiblement carbonaté a livré d'abondantes coquilles désarticulées, en partie brisées. Il s'agit d'une taphocœnose (tempestite ?), composée presque uniquement de valves de brachiopodes complètement décalcifiées associées à des entroques. Ces valves n'ont pu être dégagées en raison de leur très grande fragilité. Toutefois l'observation des valves désarticulées, dont certaines presque complètes a permis d'identifier avec réserve, presque exclusivement à partir des caractères externes, des espèces dans des niveaux considérés jusqu'ici comme dépourvus de faune, et de préciser l'extension stratigraphique de certaines d'entre elles. Ces espèces sont brièvement discutées au paragraphe IV.

3) Observations du Membre de Fiennes.

Lors des travaux de creusement, les trois principaux termes du Membre de Fiennes (a, b, c, Fig. 4) ont été observés, avec de bas en haut :

- des calcaires dolomitiques gris rosé (Fig. 7), constituant un biostrome particulièrement riche en constructeurs diversifiés tels que des stromatopores lamellaires et tabulaires, des tabulés (abundants alvéolitides, rares thamnoporides et auloporides), et des rugueux solitaires et coloniaux (*Hexagonaria*), sur environ 3 mètres d'épaisseur ;
- des dolomies gris-jaunâtre, non stratifiées et très friables, présentant de nombreuses traces de constructeurs non identifiables, sur une épaisseur d'au moins 7 à 10 mètres, au niveau de l'affleurement ;
- enfin une dolomie noire (Fig. 8), très riche en « fantômes » d'organismes constructeurs généralement branchus, blanchâtres et très dolomitisés, vraisemblablement des branches de *Stachyodes*, mais certains niveaux renferment essentiellement des formes lamellaires (stromatopores ?). Seuls 4 à 5 mètres de cette dolomie sont visibles.



Fig. 7. — Calcaire construit dolomitique gris rosé ; terme (a), Membre de Fiennes, Formation de Ferques.

Fig. 7. — Reefal, pinkish grey limestone; term (a), Fiennes Member, Ferques Formation.



Fig. 8. — Dolomie noire à cf. *Stachyodes* ; terme (c), Membre de Fiennes, Formation de Ferques.

Fig. 8. — Black dolomite with cf. *Stachyodes*; term (c), Fiennes Member, Ferques Formation.

Ces observations confirment les données antérieures (Mansy *et al.*, 2007).

IV. — PALEONTOLOGIE

Les attributions génériques et spécifiques des brachiopodes collectés au sommet du Membre des Pâtures sont brièvement discutées ci-dessous où ils sont classés en fonction de leur abondance. Le matériel est conservé dans les Collections de la Faculté libre des Sciences, les figurés y sont numérotés en GFCL.

Cyrtospirifer syringothyriiformis (Paeckelmann, 1942)

(Pl. V, Fig. 1-3)

Matériel : Une vingtaine de valves désarticulées, rarement complètes et des débris.

Discussion : Ce cyrtospiriferide se reconnaît par sa coquille de grande taille, très transverse (Pl. V, Fig. 1), son sinus large, nettement délimité, à fond faiblement concave parfois aplati (Pl. I, Fig. 2) auquel correspond un bourrelet dorsal bien délimité à sommet souvent plat (Pl. I, Fig. 3) et ses flancs ventraux faiblement concaves à proximité du sinus [voir Brice (1988, p. 367) pour plus de détails]. La valve ventrale (Pl. V, Fig. 1) correspond à l'une des formes les plus fréquentes caractérisée par un crochet ventral peu courbé, surplombant la haute interarea, cette valve montre également la trace d'une lame dentale nettement extrasiniale suivant le deuxième sillon latéral.

Rigauxia acutosina (Rigaux, 1908)

(Pl. V, Fig. 4-5)

Matériel : Une dizaine de valves désarticulées, toutes incomplètes.

Discussion : Cet échinospiriferide, surtout représenté par quelques valves ventrales dépourvues de micro-ornementation, se reconnaît (Pl. V, Fig. 4, 5) par sa petite taille, sa forme peu transverse, son sinus étroit orné de 3 à 7 côtes et ses flancs où l'on en dénombre 10 à 14 [voir Brice (1988, p. 372) pour plus de détails].

Comiotoechia barroisi (Rigaux, 1908)

(Pl. V, Fig. 6-7)

Matériel : Sept valves désarticulées, incomplètes et des débris.

Discussion : L'espèce se caractérise par sa valve ventrale (Pl. V, Fig. 6) presque plane, ornée de nombreuses côtes fines sensiblement égales et sa valve dorsale (Pl. V, Fig. 7) moyennement convexe, possédant un bourrelet à peine marqué. Ce rhynchonellide (*Ladogiidae*) a été attribué par Brice (2003) au genre *Comiotoechia* Ljaschenko, 1973. Ce transfert générique se justifie par la similitude des caractères externes et internes de cette espèce notamment par sa forme plus large que longue, sa taille relativement petite, la faible convexité des valves, ses sinus et bourrelet faiblement développés antérieurement. Cette espèce, dont c'est la première mention au sommet de la Formation de Beaulieu, était surtout connue dans la partie inférieure de cette unité lithostratigraphique (Zone à *Eodmitria boloniensis* Brice, 1982) où elle est très abondante et considérée comme rare en montant dans la série (Brice & Meats, 1972 ; voir ces auteurs pour plus d'information).

Spinatrypa ? sp.

(Pl. V, Fig. 8)

Matériel : Une seule valve incomplète.

Discussion : La valve, incomplètement dégagée est ornée de grosses côtes arrondies (Pl. V, Fig. 8) qui évoquent l'ornementation caractéristique du genre *Spinatrypa* Stainbrook, 1951 (*Atrypida*), mais sa préservation déficiente ne permet pas une identification certaine. Ce genre est surtout connu au sein des formations de Blacourt et de Ferques d'après Godefroid (1988). Cependant, quelques spécimens mal conservés, collectés au sommet du terme (c) du Membre des Pâtures (Formation de Beaulieu), ont été rapportés par cet auteur à l'espèce *Spinatrypa silvae* Godefroid, 1988. La largeur des côtes de la valve incomplète figurée semble plus importante que celles de *S. silvae* figuré Godefroid, 1988 (Pl. 49, fig. 9-11.).

V. — CONCLUSION

Dans une période où les affleurements deviennent très rares, il convient de souligner l'intérêt des observations

ponctuelles et sporadiques mais surtout d'insister sur la nécessité de les inventorier et de les analyser en détail. Comme Mansy *et al* (2007, p. 162) l'ont récemment mis en évidence, « *Les points d'observation libres d'accès dans les différentes formations du Paléozoïque de Ferques sont rares ou en très mauvais état.* ». En 2012, seuls deux points restent accessibles : parking de la maison du marbre et mur d'escalade à Rinxent.

Nos observations, réalisées dans une tranchée ouverte au sein de la carrière de Stinkal et vouée à disparaître, ont permis d'étudier une coupe continue exposant le contact entre les formations de Beaulieu et de Ferques. De plus, la distribution des brachiopodes *Comiothechia barroisi*, *Cyrtospirifer*

syringothyridiformis et *Rigauxia acutosina* a été précisée : ces espèces s'étendent jusqu'au sommet du Membre des Pâtures (membre supérieur de la Formation de Beaulieu), considéré jusqu'ici comme dépourvu de fossiles.

Remerciements. — Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement Monsieur Eric Singer, Directeur des Carrières de Stinkal, qui leur a toujours accordé les autorisations nécessaires pour accéder aux affleurements et les étudier en détail, ainsi que l'ensemble du personnel des carrières pour leur accueil. Les remerciements des auteurs s'adressent aussi à Messieurs Alain Blicq, Pierre Bultynck, Bernard Mottequin et Jean-Pierre De Baere, pour leurs relectures détaillées ainsi que leurs remarques et suggestions très positives.

BIBLIOGRAPHIE

- AGER D.V. & WALLACE P. (1967a). — The Environmental History of the Boulonnais, France. *Proceedings of the Geologists' Association*, 77 (4) : 385-417.
- AGER D.V. & WALLACE P. (1967b). — The Environmental History of the Boulonnais, France. *Proceedings of the Geologists' Association*, 77 (4) : 419-435.
- BECKER R.T. (2002). — Frasnian goniatites from the Boulonnais (France) as indicators of regional sealevel changes. *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 129-140.
- BONNARD DE (1833). — Observations sur la disposition du terrain houiller dans le Bas-Boulonnais. *Bulletin de la Société géologique de France*, (1^{ère} série) (3) : 150-151.
- BONTE A., BROQUET P., HOYEZ B., HATRIVAL J.-N., LEROUX B., RESENDE S., SAVARY M., THIBAUT P.M., DESTOMBES J.P., SOMME J., GOULLIART M., (1971). — Carte géologique à 1/50 000. Feuille de Marquise – 1^{ère} édition.
- BRICE D. (1982). — *Eodmitria* genre nouveau de brachiopode Cyrtospiriferidae du Frasnien inférieur et moyen. *Geobios*, 15 (4) : 575-581.
- BRICE D. (ed.) (1988). — Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie - Sédimentologie - Stratigraphie - Tectonique. *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 521 p.
- 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 Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 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 : 135-165.
- 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*, 100 : 307-324.
- BRICE D. & LOONES C. (2002). — Nouvelles données sur des Brachiopodes Cyrtospiriferidae, Reticularidae, Uncitidae et Stringocephalidae du Dévonien de Ferques (Boulonnais – France). *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 91-109.
- BRICE D. & MEATS P. (1972). — Le genre *Ripidiorhynchus* (Rhynchonellida - Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais). *Annales de la Société géologique du Nord*, 91 : 215-228.
- BRICE D., MISTIAEN B. & ROHART J.-C. (2002). — Progrès dans la connaissance des flores et des faunes dévoniennes du Boulonnais (1971-2001). *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 61-74.
- GODEFROID J. (1988). — Brachiopodes Atrypida du Dévonien de Ferques (France). In : BRICE D. (ed.), Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7 : 403-432.
- LEFRANÇOIS A., DECONINCK J.-F., MANSY J.-L. & PROUST J.-N. (1993). — Structure, sédimentation et minéralogie des argiles des Formations de Beaulieu et d'Hydrequent (Dévonien supérieur du Bas-Boulonnais). *Annales de la Société géologique du Nord*, (2) (2^{ème} série) (3) : 123-134.
- MAGNE F. (1964). — *Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique)*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Paris. T. 1, 172 p. ; T 2. [non publié].
- MANSY J.-L., GUENNOC P., ROBASZYNSKI 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 (2007). — Notice explicative. Carte géologique de France 1/50 000, feuille de Marquise (seconde édition) (5). BRGM Orléans : 1-213.
- MISTIAEN B. (2002). — Stromatopores et coraux Tabulés du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques, Boulonnais). *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 85 – 89.
- MISTIAEN B., BECKER T., BRICE D., DEGARDIN J.-M., DERYCKE C., LOONES C. & ROHART J.-C. (2002). — Données nouvelles sur la partie supérieure de la Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques, Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 75-84.
- MISTIAEN B., BRICE D. & ROHART J.-C. (2001). — Trente années de recherche sur le Dévonien de Ferques (Boulonnais) : données acquises en litho- et biostratigraphie. *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 5-12.
- MISTIAEN B., BRICE D., ZAPALSKI M.K. & LOONES CH. (2012). — Brachiopods and their auloporid epibionts in the Devonian of Boulonnais (France): Comparison with others associations Globally. In J.A. Talent ed. Global Biodiversity, Extinction Intervals and Biogeographic Perturbations Through Time, Earth and Life, Springer Ed. : 159-188, 22 fig., app.
- MURCHISON R.I. (1840). — Sur les roches dévoniennes du Boulonnais et des pays limitrophes. *Bulletin Société Géologique de France*, (1^{ère} série) (11) : 229-257.

- PAECKELMANN W. (1942). — Beiträge zur Kenntnis devonischer Spiriferen. *Abhandlungen der Reichstelle für Bodenforschung*, Berlin, N. F. 197: 1-188.
- PRUVOST P., DUBOIS G. & MERLE. A. (1928). — Carte géologique de la France à 1/80.000, feuille de Boulogne 3^e édition.
- RIGAUX E. (1865). — Notice stratigraphique sur le Bas-Boulonnais. *Mémoire de la Société académique de Boulogne*, (4) : 95-123.
- RIGAUX E. (1873). — Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mémoire de la Société académique de Boulogne*, (5) : 11-16.
- RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. Deligny ed. : 1-109.
- RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Boulogne-sur-Mer, imp. G. Hamain : 1-33.
- ROBINSON J.W.D. (1920). — The Devonian of Ferques (Lower Boulonnais). *The Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 76 : 228-237.
- ROHART J.-C. (2002). — Coraux Rugueux du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques, Boulonnais). *Annales de la Société géologique du Nord*, 9 (2^{ème} série) (2) : 111 – 127.
- SEDGWICK A. & MURCHISON R.I. (1939). — Classification of the older stratified rocks of Devonshire and Cornwall. *Philosophical Magazine Journal of Sciences*, 3 (14) : 241-260.
- VERNEUIL E. DE (1838). — Note sur les terrains anciens du Bas-Boulonnais. *Bulletin de la Société géologique de France*, (1^{ère} série) (9) : 388-396.
- WALLACE P. (1969). — The sedimentology and palaeoecology of the Devonian of the Ferques inlier, northern France. *The Quarterly journal of the Geological Society of London*, 125 : 83-124.
-

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE V

EXPLANATIONS OF PLATE V

- Fig. 1. — Vue interne d'une valve ventrale de *Cyrtospirifer syringothyriiformis* (GFCL 2984).
- Fig. 1. — *Internal view of a ventral valve of Cyrtospirifer syringothyriiformis (GFCL 2984).*
- Fig. 2. — Valve ventrale incomplète de *Cyrtospirifer syringothyriiformis* (GFCL 2985).
- Fig. 2. — *One incomplete ventral valve of Cyrtospirifer syringothyriiformis. (GFCL 2985).*
- Fig. 3. — Valve dorsale incomplète de *Cyrtospirifer syringothyriiformis* (GFCL 2986).
- Fig. 3. — *One incomplete dorsal valve of Cyrtospirifer syringothyriiformis (GFCL 2986).*
- Fig. 4. — Valve ventrale incomplète de *Rigauxia acutosina* (GFCL 2988).
- Fig. 4. — *One incomplete ventral valve of Rigauxia acutosina (GFCL 2988).*
- Fig. 5. — Valve ventrale incomplète d'un autre *Rigauxia acutosina* (GFCL 2989).
- Fig. 5. — *One incomplete ventral valve of another Rigauxia acutosina (GFCL 2989).*
- Fig. 6. — Valve ventrale de *Comiotoechia barroisi* (GFCL 2990).
- Fig. 6. — *One ventral valve of Comiotoechia barroisi (GFCL 2990).*
- Fig. 7. — Valve dorsale de *Comiotoechia barroisi* (GFCL 2991).
- Fig. 7. — *One dorsal valve of Comiotoechia barroisi (GFCL 2991).*
- Fig. 8. — Valve dorsale incomplète de *Spinatrypa ? sp.* (GFCL 2987).
- Fig. 8. — *One incomplete dorsal valve of Spinatrypa? sp. (GFCL 2987).*

