

Société
Géologique du
Nord

ANNALES

Tome 15 (2^{ème} série)
parution 2008

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

Article 2

- Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.
- La Société se réunit plusieurs fois dans l'année.
- La Société publie des Annales mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel.

Articles 5

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une des séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement Intérieur

- § 7. - Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.
- § 13. - Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisations et abonnements de l'année peuvent publier dans les Annales. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un auteur, ne peut dépasser le total de 8 pages, 1 planche simili étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. - Les notes originales (texte et illustration) communiquées à la Société et destinées aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. - Les Mémoires sont publiés par fascicule après décision du Conseil.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse du bon à tirer.

Cotisations et Abonnements (à la date du 1/1/2008)

	QUALITÉ	COTISATION	ABONNEMENT aux Annales	TOTAL
France et C. E. E.	Personnes physiques (1)	10 €	25 € T.T.C.	35 €
AUTRES PAYS	Personnes physiques	10 €	30 € T.T.C.	40 €

Abonnement des non-membres : FRANCE et C.E.E. : 50 € H.T. — ETRANGER : 50 € H.T.

Sont en vente au Siège de la Société :

FASCICULES SPÉCIAUX

Ecorché géologique infra mésozoïque (extrait de " Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France ", présentée par C.F.P. (M), COPESEP et S.N.P.A.).

- " Géologie du Nord de la France " (T. LXXXIX, fasc. 1).
- " Rupture des roches et massifs rocheux " (T. XCV, fasc. 3).
- " Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale " (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII, fasc. 1).
- " Apports récents à la Géologie du Gondwana " (T. XCVII, fasc. 4).
- " Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens " (T. XCIX, fasc. 1).
- " Géologie appliquée aux problèmes d'énergie et de matières premières " (T. CII, fasc. 2).
- " Tectonique cassante en distension et coulissement " (T. CIII, fasc. 2-3).
- " Aspect de la Géologie de l'Ardenne, hommage au Professeur Beugnies " (T. CV, fasc. 2).
- " Paléozoïque supérieur continental " (T. CVI, fasc. 2).
- " Actualisation de quelques thèmes géologiques " (T. CVI, fasc. 4).
- " Géologie et aménagement régional " (T. CIX, fasc. 2).
- " Le Nord et son environnement géologique " (T. 2, 2ème série, fasc. 1).

MÉMOIRES (*)

Tome I	n° 1. — Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p. ...	30,00 €
	n° 2. — P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pennsylvanie</i> , 1882, 178 p.	25,00 €
	n° 3. — R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	2,50 €
Tome IV	n° 1. — J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Vermeuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	12,00 €
Tome VI	n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> , B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	7,00 €
	n° 2. — J. GOSSELET et al., <i>Faune silurodévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. Fasc. 2.	30,00 €
	n° 3. — V.COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	17,00 €
Tome VII	n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> , Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	10,00 €
Tome VIII	n° 2. — Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	10,00 €
Tome IX	n° 1. — G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	30,00 €
	n° 2. — G. FOURNIER et al., <i>Poissons élasmodontes de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	7,50 €

Pour toute commande, s'adresser au Secrétariat de la SGN ; Cité Scientifique, UFR des Sciences de la Terre, Bat. SN5 ; 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.

(1) Les membres de l'APBG peuvent bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (18,30 €), soit un total de 25,95 €.

(*) Tous les prix sont indiqués hors taxe,
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

Société
Géologique du
Nord

ANNALES

Tome 15 (2^{ème} série)
parution 2008

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 2008-2010 —

<i>Président</i>	M. F. AMÉDRO
<i>Premier Vice-Président</i>	M. A. BLIECK
<i>Seconds Vice-Présidents</i>	M ^{lle} D. BRICE M. B. MISTIAEN
<i>Conseillers</i>	M. O. AVERBUCH M ^{me} S. BECKARY M ^{me} C. DERYCKE M. F. ROBASYNSKI M. A. TRENTESAUX
<i>Secrétaires</i>	M. J. LEPLAT M. J.-C. LEMORT
<i>Trésoriers</i>	M. J.-M. DÉGARDIN M. B. QUESNEL
<i>Délégué aux Publications</i>	M. J.-P. DE BAERE
<i>Bibliothécaire</i>	M. C. LOONES
<i>Site Web</i>	M. D. DEMARQUE

CONSEIL SCIENTIFIQUE

— 2008-2010 —

MM. A. DELMER (Bruxelles), W. KUNHT (Kiel),
B. PEYBERNES (Toulouse), M. PRICE (Reading) et H. ZIJLSTRA (Utrecht).

CONSEIL ÉDITORIAL

— 2008-2010 —

MM. F. AMÉDRO, A. BLIECK, B. MISTIAEN, F. ROBASYNSKI,
N. TRIBOVILLARD et M^{lle} D. BRICE

DECOUVERTE DE NOUVEAUX BRACHIOPODES DANS LE GIVETIEN (DEVONIEN) DU BOULONNAIS (N. FRANCE)

Discovery of new Givetian (Devonian) brachiopods from Boulonnais (N France)

par Denise BRICE (*), Bernard MOTTEQUIN (**) et Christian LOONES (***)

(Planches I et II)

Résumé. — Quatre espèces de brachiopodes sont décrites, provenant du Givétien supérieur de Ferques, dont deux sont nouvelles : *Cupularostrum minimum* n. sp. (Rhynchonellida) et *Cleiothyridina blacourti* n. sp. (Athyridida). La troisième, attribuée à *Stringocephalus* aff. *fontanus* Veevers, 1959, correspond après révision à *S.* sp. (in Brice & Loones 2002) *pro parte* et à laquelle s'ajoute *Stringodiscus giganteus* (Sowerby, 1840) qui est reconnu pour la première fois en France. Le matériel provient essentiellement du Membre de Couderousse (Formation de Blacourt), daté par conodontes de la Zone à *varcus* moyenne à supérieure, mais exclusivement pour *S.* aff. *fontanus* et *St.* *giganteus*. De rares spécimens de *C. minimum* et *Cl. blacourti* proviennent de la partie inférieure du Membre Bastien (partie supérieure de la Formation de Blacourt). Le genre *Cleiothyridina*, abondamment représenté par *Cl. blacourti*, apparaît dès le Givétien supérieur comme en Espagne et non au Famennien comme il est mentionné dans le « Treatise revised » (Alvarez & Rong, 2002).

Abstract. — *Four brachiopod species from the upper Givetian of Ferques are described of which two are new: Cupularostrum minimum n. sp. (Rhynchonellida) and Cleiothyridina blacourti n. sp. (Athyridida). The third, which is assigned to Stringocephalus aff. fontanus Veevers, 1959, corresponds after revision to S. sp. (in Brice & Loones 2002) pro parte. The fourth is Stringodiscus giganteus (Sowerby, 1840) which is recorded for the first time in France. Material originates mainly from the Couderousse Member of the Blacourt Formation, dated by conodonts from the "Middle-Upper varcus Zone", but exclusively for S. aff. fontanus and St. giganteus. Some rare specimens of C. minimum and Cl. blacourti have been collected in the lower part of the Bastien Member, upper part of the Blacourt Formation. Cl. blacourti is very common in the upper Givetian of Ferques, so the genus Cleiothyridina appears as soon as the upper Givetian as in Spain and not in the Famennian as it is reported in the "Treatise revised" (Alvarez & Rong, 2002).*

Mots clés : Rhynchonellida, Athyridida, Terebatulida, Dévonien, Givétien, Boulonnais

Key words : Rhynchonellida, Athyridida, Terebatulida, Devonian, Givetian, Boulonnais

I. — INTRODUCTION

Depuis la publication des travaux de Brice (1988b) et Godefroid (1988), de larges affleurements de la partie supérieure de la Formation de Blacourt (Brice *et al.* 1979a-b ; Brice 1988a) ont été mis à jour dans la carrière du Banc Noir (Carrières de Stinkal) à Ferques. De nouvelles et importantes récoltes de faunes de brachiopodes ont pu ainsi être effectuées au fur et à mesure de l'exploitation au sein des Membres de Couderousse et Bastien. Leur étude a permis de découvrir de nouvelles espèces et de réviser certaines de nos précédentes déterminations, à savoir *Athyris davidsoni* (in Brice 1988b), et *Stringocephalus* sp. (in Brice & Loones 2002), qui se basaient sur un matériel trop fragmentaire ou ne comprenant qu'un trop petit nombre de spécimens en provenance de ces niveaux.

L'objet de cette note consiste donc en la description de quatre espèces nouvellement découvertes provenant

essentiellement du Membre de Couderousse (Formation de Blacourt), qui est daté par conodontes de la Zone à *varcus* moyenne à supérieure. Parmi ces quatre taxons, deux appartiennent aux Stringocephalidae : *Stringocephalus* aff. *fontanus* Veevers, 1959 et *Stringodiscus giganteus* (Sowerby, 1840). Ils s'ajoutent aux deux espèces précédemment décrites par Brice & Loones (2002) : *Stringocephalus burtini* et *Parastringocephalus dorsalis* aff. *leidholdi* récoltés dans la partie inférieure de la Formation de Blacourt, respectivement dans les termes b et f du Membre du Griset datés par conodontes de la Zone à *varcus* inférieure, tandis que *Stringocephalus* aff. *fontanus* et *St. giganteus* n'ont été collectés qu'au sein du Membre de Couderousse. Les deux autres taxons : *Cupularostrum minimum* n. sp. (Rhynchonellida) et *Cleiothyridina blacourti* n. sp. (Athyridida), proviennent surtout du Membre de Couderousse mais sont encore représentés par de rares spécimens dans la partie inférieure du Membre Bastien (unité supérieure de la Formation de Blacourt) (fig. 1).

(*) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique, Faculté Libre des Sciences et Institut Supérieur d'Agriculture 41 rue du Port et 48 boulevard Vauban, 59046 Lille Cédex, France.

(**) Trinity College, Department of Geology, Dublin 2, Irlande.

(***) 10 rue du Général Courbet 59120 Loos, France.

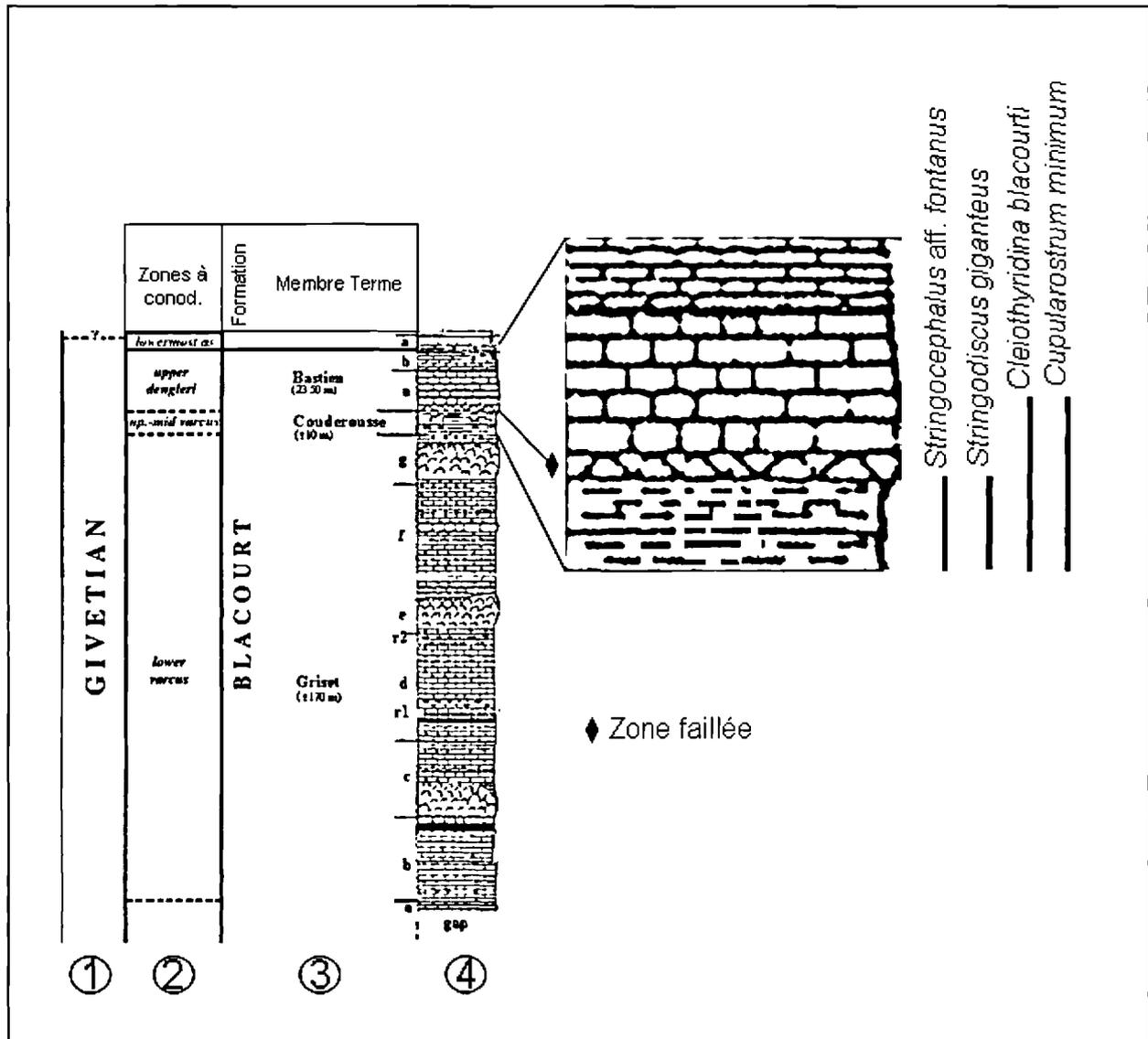


Fig. 1. — Distribution stratigraphique des espèces décrites dans la Formation de Blacourt (Membre de Couderousse et Bastien).

Fig. 1. — Distribution of the described species in the Blacourt Formation (Couderousse and Bastien members).

L'ensemble du matériel est conservé à la Faculté Libre des Sciences (GFCL), 41 rue du Port, 59046 Lille Cedex, France.

Espèce-type : *Cupularostrum recticostatum* Sartenaer, 1961

Cupularostrum minimum n. sp.

Pl. I, fig. 1-7

II. — SYSTEMATIQUE

Ordre RHYNCHONELLIDA Kuhn, 1949

Superfamille RHYNCHOTREMATOIDEA Schuchert, 1913

Famille TRIGONIRHYNCHIIDAE Schmidt, 1965

Sous-Famille TRIGONIRHYNCHIINAE Schmidt, 1965

Genre *Cupularostrum* Sartenaer, 1961

p. p. 2003 – Trigonirhynchiidae. Brice, p. 408, tableau 3 [assemblage 3 : 15 exemplaires de *Cupularostrum minimum* plus ou moins complets et un spécimen attribué à cf. *Ripidiorhynchus* sp. in Brice (1988b, p. 347, pl. 42, fig. 8)].

Derivatio nominis : allusion à la taille réduite de l'espèce.

Locus typicus : Carrières de Stinkal, 62250 Beaulieu-Ferques, carrière du Banc Noir, Bas-Boulois.

Stratum typicum : Unité moyenne de la Formation de Blacourt, Membre de Couderousse.

Holotype : Localité type et stratotype GFCL 1681, Pl. I fig. 1a-e.

Paratypes : Localité type et stratotype GFCL 1678-1680, 1682-1685.

Matériel : 25 spécimens articulés, dont 11 fragmentaires, et 3 valves isolées récoltés dans la partie supérieure de l'unité moyenne de la Formation de Blacourt [Membre de Couderousse (19 spécimens articulés, dont 10 fragments)] et dans la partie inférieure du terme (a) de l'unité supérieure [Membre Bastien (6 spécimens articulés, dont 1 fragmentaire, 1 valve ventrale et 2 valves dorsales)] à Ferques : tranchée de la voie ferrée Caffiers-Ferques (stratotype des Membres de Couderousse et Bastien) et carrière du Banc Noir (Carrières de Stinkal).

Diagnose : Une espèce de *Cupularostrum* de petite taille (largeur maximale : 11.55 mm), subtriangulaire ou subpentagonale, équi-biconvexe ou faiblement dorsi-biconvexe, presque aussi longue que large (largeur/longueur : 1.02 à 1.29). Sinus peu profond à fond plat avec 3 à 4 plis médians ; bourrelet peu élevé, à sommet situé à faible distance du front, avec 4 à 5 plis médians. Rares plis pariétaux (0-1/0-1 à 2); 6 à 9 plis latéraux à chaque valve.

Description (Tabl. 1)

Caractères externes. Petite coquille subtriangulaire ou subpentagonale, équi-biconvexe ou faiblement dorsi-biconvexe, légèrement plus large que longue ; largeur maximale située un peu au-delà de la mi-longueur. Commissures fortement indentées (Pl. I, fig. 3c), anguleuses notamment chez les formes juvéniles, exceptionnellement situées sur un court méplat chez certains spécimens plus enflés où les valves se courbent l'une vers l'autre à proximité des commissures latérales et frontale, cette dernière uniplissée. Sinus et bourrelet peu développés sur la moitié antérieure des valves.

Valve ventrale moyennement convexe, enflée au niveau de l'umbo ; crochet saillant, faiblement courbé, foramen permésothyride, plaques deltidiales uniquement observées sur un spécimen ; interarea bien définie ; angle apical un peu supérieur à 90° ; sinus à fond plat ou faiblement concave, s'étendant sur 52 à 60% de la largeur de la coquille et se prolongeant dans une languette basse, légèrement courbée en direction dorsale.

Valve dorsale régulièrement convexe, dont le sommet est situé à faible distance du bord antérieur ; bourrelet peu élevé à sommet aplati, débutant vers la mi-longueur et recourbé faiblement en direction ventrale près du front.

Ornementation. Les valves sont couvertes de plis radiaires simples et réguliers débutant aux crochets, leur sommet est anguleux voire sub-anguleux près du front ; les plis médians ou pariétaux sont parfois difficiles à séparer des latéraux. La formule des plis est la suivante :

plis médians : 4-5/3-4, plis pariétaux : 0-1/0-1 ou 2, plis latéraux : 6-9/6-9 exceptionnellement 13/14.

Caractères internes (Pl. I, fig. 6-7). Structures internes robustes. Lames dentales courtes disparaissant partiellement avant l'articulation et faiblement divergentes vers le fond de la valve. Cavités umbonales latérales ouvertes, nettement plus petites que la cavité centrale très spacieuse.

Plateau cardinal subhorizontal divisé par un septalium cupuliforme. Cavité umbonale divisée par le septum médian qui supporte sur une courte longueur un septalium ouvert postérieurement, mais fermé antérieurement par un épais connectivum présentant une crête médiane. Connectivum se poursuivant au-delà de l'articulation. Spacieuses cavités dentales s'ouvrant latéralement.

GFCL	1678	1679	1680	1681	1682	1683	1684	1685
L (mm)	8.9	9.1	9.7	9	8.15	9+	9.15	6.2
l (mm)	8.7	10.1	11	10.4	8.65	10.7	11.55	8
e (mm)	6	7	6	5.8	5.2	7.1	6.45	3.5
ls (mm)	4.6	5.6	6.2	5.75	-	6.3	7.05	4.5
l/L	0.98	1.11	1.13	1.16	1.06	1.19 ?	1.25	1.29
pm	5/4	5/4	4/3	4/3	5/4 ?	4/3	5/4	4/3
pl	6/7	8/9/	?/9	8/9	7 ?	7/6	13/14	9/6 ?
Aa°	91	95	95	102	97	90	98	99

Tabl. 1. — Mesurations des types de *Cupularostrum minimum*.
Abréviations : L = longueur ; Lvv = longueur médiane ventrale ; Lvd = Longueur médiane dorsale ; l = largeur ; lc = longueur de la ligne cardinale ; e = épaisseur ; ls = largeur du sinus ; Aa° = angle apical en degrés ; pm = plis médians ; pp = plis pariétaux ; pl = plis latéraux.

Remarque : GFCL 1685 provient du Membre Bastien qui a livré des faunes de petite taille comprenant de nombreux spiriférides (Ambocoelidae), entroques, gastéropodes et tentaculites. En ce qui concerne les rhynchonelles, il s'agit pour la plupart de spécimens juvéniles.

Discussion

Cette espèce appartient au genre *Cupularostrum* par l'ensemble de ses caractères externes et internes. Elle diffère de l'espèce-type du genre par sa petite taille, sa forme peu enflée équivalve ou faiblement dorsi-biconvexe et par la formule de ses plis. L'espèce de Ferques se rapproche extérieurement de « *Camarotoechia* » *osculum* Schmidt, 1941 du Givétien de l'Eifel, notamment par son contour et sa taille. Toutefois, elle en diffère par des sinus et bourrelet moins bien définis, des plis moins nombreux et sa valve ventrale plus convexe dont les bords ont tendance à s'infléchir en direction dorsale au lieu de se redresser comme chez l'espèce allemande. *C. minimum* diffère de *Comiotoechia barroisi* (Rigaux, 1908), qui est très abondante à l'extrême base de la Formation de Beaulieu (niveau de la Cédule), par sa taille inférieure, ses rapports largeur sur longueur compris entre 1.02 et 1.29 contre 1.13 et 1.40 pour *C. barroisi*, ses commissures non tranchantes et son nombre de plis moins élevé.

Répartition géographique et stratigraphique

L'espèce n'est connue pour le moment que dans le Givétien de Ferques, tranchée de la voie ferrée Caffiers-Ferques et carrière du Banc Noir (Carrières de Stinkal), dans les deux unités supérieures (Membres de Couderousse et Bastien) de la Formation de Blacourt. Elle est peu commune dans le Membre de Couderousse, rare et de petite taille, dans la partie inférieure du terme (a) du Membre Bastien.

Ordre ATHYRIDIDA Boucot, Johnson & Staton, 1964
Sous-ordre ATHYRIDIDINA Boucot, Johnson & Staton, 1964

Superfamille ATHYRIDOIDEA Davidson, 1881
Famille ATHYRIDIDAE Davidson, 1881
Sous-famille CLEIOTHYRIDININAE Alvarez, Rong &
Boucot, 1998

Genre *Cleiothyridina* Buckman, 1906

Espèce-type : *Atrypa pectinifera* Sowerby, 1840 in 1840-1846

Cleiothyridina blacourti n. sp.
Pl. I, fig. 8-14, fig.- texte 2

p. p. 1988b – *Athyris davidsoni* (RIGAUD, 1873) émend. Brice, p. 352-353 [spécimens provenant de la Formation de Blacourt, Membres de Couderousse et Bastien exclusivement].

2003 – *Athyris* sp. Brice, p. 408 [assemblage 3 : 64 spécimens plus ou moins complets].

Derivatio nominis : du nom de la Formation de Blacourt qui a livré l'espèce.

Locus typicus : Carrières de Stinkal, 62250 Beaulieu-Ferques, carrière du Banc Noir, Bas-Boulonnais.

Stratum typicum : Formation de Blacourt, Membre de Couderousse, unité moyenne de la Formation de Blacourt, et partie inférieure du terme (a) du Membre Bastien, unité supérieure de la Formation de Blacourt, dans la carrière du Banc Noir (Carrières de Stinkal).

Holotype : localité type et stratotype GFCL 2275 (Pl. I, fig. 8a-e).

Paratypes : localité type et stratotype GFCL 2269-2274, 2276-2279, 4407-4408.

Matériel : Une centaine de spécimens mesurés et de nombreuses coquilles fragmentaires ou encroûtées provenant du Membre de Couderousse, unité moyenne de la Formation de Blacourt, et de la partie inférieure de l'unité supérieure de cette formation, terme (a), du Membre Bastien, exposés dans la carrière du Banc Noir (Carrières de Stinkal). Quelques spécimens ont été récoltés au sein de la tranchée de la voie ferrée Caffiers-Ferques (stratotype des Membres de Couderousse et Bastien de la Formation de Blacourt).

Diagnose : Une espèce de *Cleiothyridina* de taille moyenne à grande (largeur maximale : 30.5 mm), équi- ou dorsi-biconvexe, elliptique transversalement (largeur/longueur : 1 à 1.48), possédant des sinus et bourrelet étroits débutant imperceptiblement dans la région umbonale mais bien différenciés et parfois très marqués dans la moitié antérieure des valves. Commissure antérieure uniplissée ou parasulcatée en fonction du développement plus ou moins important des sillons limitant le bourrelet à proximité du front. Longues épines plates bordant des lamelles de croissance épaissies, régulièrement espacées, pouvant déterminer une sorte de collerette au niveau de chaque lamelle.

Description (Tabl. 2)

Caractères externes. Coquille de taille moyenne à grande, à contour elliptique transversalement ou subpentagonale arrondie, très généralement plus large que longue (largeur/longueur : 1 à 1.48), équi-biconvexe ou faiblement dorsi-biconvexe. Commissures latérales et antérieure saillantes, l'angle formé par les premières est fonction de la convexité des valves, chez les spécimens très enflés, elles sont faiblement déviées en direction ventrale. Commissure antérieure uniplissée à parasulcatée chez les spécimens à bourrelet limité par des sillons bien marqués à proximité du front (Pl. I, fig. 10c).

Valve ventrale enflée au niveau et au voisinage du crochet, ce dernier courbé et tronqué par un large foramen permésothyride. Palintropes finement striés, chaque strie

correspondant au prolongement d'une lamelle de croissance. Sinus étroit, débutant dans la région umbonale où il est peu profond et mal délimité, mais il s'approfondit nettement à partir de la mi-longueur. Languette sub-rectangulaire, à fond plat, pouvant prolonger l'inclinaison du sinus ou s'infléchir très fortement en direction dorsale jusqu'à devenir perpendiculaire au plan de commissure.

Valve dorsale régulièrement convexe dans la moitié postérieure où le bourrelet s'individualise très progressivement mais ne devient distinct qu'à partir de la mi-longueur. Il s'infléchit faiblement en direction ventrale à proximité du front et est délimité antérieurement par une paire de sillons.

Ornementation. Les lamelles de croissance sont régulièrement espacées et distantes de 0.5 à 1 millimètre ; elles sont plus resserrées à proximité des commissures. Certains épaississements résultent de la superposition de plusieurs d'entre elles. Les lamelles se prolongent antérieurement et antéro-latéralement dans des épines plates dont la longueur peut excéder 2 mm (Pl. I, fig. 8c, 12c). Ces dernières sont très fragiles et généralement masquées par une matrice argilo-calcaire et donc très difficiles à dégager. Elles sont analogues à celles qui ont été mises en évidence sur des spécimens silicifiés de *Cleiothyridina fimbriata* (Phillips, 1836) par Brunton (1984, p. 55, figs 59, 61-62) et Alvarez & Brunton (2001, p. 115, fig. 12.7). Ces projections épineuses créent une sorte de collerette qui est souvent arrachée ou brisée au moment de la récolte. L'ensemble des collerettes donne un aspect très curieux à la coquille (Pl. I, fig. 10a) qui apparaît tout autre lorsqu'elles ont été arrachées au cours de son dégagement. Dans certains cas, ces collerettes peuvent mimer l'existence d'un ou deux plis latéraux sur les flancs ventraux (Pl. I, fig. 10a).

Variations des mensurations pour 100 spécimens (fig. 2, cf. diagrammes de fréquence de e/L, l/L, ls/l).

Angle apical : chez 60% il varie de 110 à 137° et, pour 35%, entre 100 et 110° (en majorité chez de jeunes spécimens) ; chez les 5% restants, l'angle de 3 spécimens n'a pu être mesuré et il égale 95° et 99° chez les deux derniers.

Les spécimens juvéniles, généralement équivalves et peu enflés, ont des commissures latérales et antérieure saillantes dessinant un angle aigu. Les sinus et bourrelet sont à peine marqués et étroits ; la languette, qui est inexistante chez les plus petites coquilles, reste dans le prolongement du sinus.

Caractères internes (Pl. I, fig. 14). Test épais. Lames dentales bien développées, divergentes vers le fond de la valve près du crochet, mais devenant presque parallèles antérieurement ; elles disparaissent au-delà de l'articulation. Dents robustes et cyrtomatodontes. Cavités umbonales faiblement colmatées à proximité du crochet et nettement plus petites que la cavité centrale.

Le plateau cardinal, divisé apicalement par le foramen, comprend deux parties épaisses légèrement inclinées vers le plan de symétrie et réunies antérieurement par une plaque centrale épaisse possédant une crête médiane. Cavités dentales largement ouvertes et profondes. Myophragme développé dans la moitié postérieure de la valve, pouvant parfois s'étendre un peu au-delà de la mi-longueur de la valve.

GFCL	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	4407	4408
L (mm)	19.8	23.4	24.7	20	19	17.65	20.2	17.8	15.4	20.9	15.1	15.7	15.9
l (mm)	24.2	28.6	25.1	25.6	22.65	22.75	24.3	22	18.7	23	22.75	19.2	20.4
e (mm)	17.6	16.5	15.7	11.3	11.3	11.6	13.2	11.1	10.2	14	12.4	11.6	12.1
ls (mm)	9.1	13.4	11	11.25	-	10.65	10.5	8.9	9.6	8.9	8.4	8	6.4?
l/L	1.22	1.22	1.02	1.28	1.19	1.29	1.20	1.24	1.21	1.1	1.51	1.22	1.28
ls/l	0.38	0.43	0.44	0.44	-	0.47	0.43	0.40	0.51	0.39	0.37	0.42	0.31?
e/L	0.88	0.70	0.64	0.56	0.59	0.66	0.65	0.62	0.66	0.67	0.82	0.74	0.76
Aa°	110	117	114	118	131	112	113	115	105	110	11.5	109	108

Tabl. 2. — Mensurations des types de *Cleiothyridina blacourti* (voir Tabl. 1 pour les abréviations).

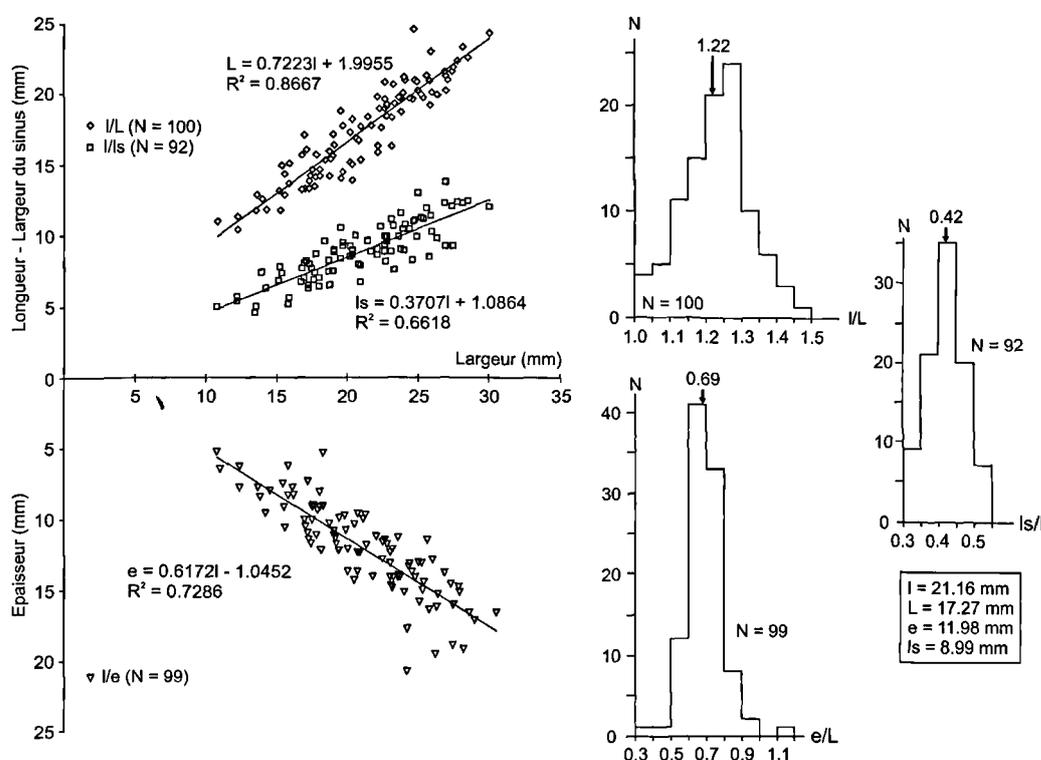


Fig. 2. — *Cleiothyridina blacourti* n. sp. Diagrammes de dispersion largeur (l)/longueur (L), largeur/largeur du sinus (ls) et largeur/épaisseur (e); histogramme de fréquence des rapports suivants : l/L, e/L et ls/l.

Fig. 2. — *Cleiothyridina blacourti* n. sp. Scatter diagrams of shell width to shell length, shell width to sulcus width and shell width to shell thickness; frequency diagrams of the following ratios: shell width/shell length, shell thickness/shell length, and sulcus width/shell width.

Discussion

Brice (1988b) avait attribué à *Athyris davidsoni* (Rigaux, 1873) les quelques spécimens à sa disposition provenant de la localité type de la nouvelle espèce en se basant sur des ressemblances externes (malgré des différences de taille et de forme) et sur le développement parfois important de la microornementation ainsi que celui des sinus et bourrelet. Les abondantes récoltes réalisées depuis lors nous conduisent à

définir une nouvelle espèce et à l'attribuer au genre *Cleiothyridina* en raison de la présence d'une microornementation épineuse. Les topotypes peu nombreux d'*A. davidsoni* (Rigaux, 1873), collectés au sein du Membre des Noces (Formation de Beaulieu) daté par conodontes [Bultynck (in Brice et al. 1979b); Brice 2003] de la Zone à *punctata* (partie moyenne du Frasien inférieur), sont assignés au genre *Cleiothyridina* (Mottequin 2008a-b) en raison de la présence de projections épineuses. Ils diffèrent

nettement de *C. blacourti* par leur petite taille, leur convexité moins prononcée et leur commissure antérieure nettement parasulcatée, ils sont très proches du type figuré par Rigaux (1873, fig. 10). Par contre, suite à notre révision, nous éliminons de *C. davidsoni* les spécimens de grande taille, à sinus et bourrelet très développés, dépourvus de micro-ornementation épineuse, provenant de la partie supérieure de la Formation de Ferques, que nous considérons désormais comme des morphotypes d'*Athyris purchisoni* (Brice, 1988b).

Répartition géographique et stratigraphique

Cleiothyridina blacourti est, pour le moment, uniquement connue dans le Givétien de Ferques (Bas-Boullonnais) et, plus précisément, dans les deux membres supérieurs de la Formation de Blacourt : Couderousse et Bastien. Elle est abondante dans le Membre de Couderousse, riche en faunes, daté par conodontes de la Zone à *varcus* moyenne à supérieure, associée à d'autres brachiopodes (*Spiriferida*, *Atrypida*, *Terebratulida*) ainsi qu'à des bryozoaires et des mollusques. Elle se maintient dans la partie inférieure du terme (a) du Membre Bastien où elle moins fréquente. D'après Alvarez & Rong (2002, p. 1510), le genre *Cleiothyridina* apparaîtrait au Famennien bien qu'Alvarez (1990, p. 74-75) mentionne *C. sp.* au sein de la Formation de Portilla d'âge givétien supérieur à frasnien inférieur en Espagne. Il est également présent dans le Frasnien de Ferques (partie moyenne du Frasnien inférieur). Ajoutons que Mottequin (2008a) signale *C. davidsoni* dans le Frasnien supérieur et à la base du Famennien dans le Sud de la Belgique (Synclinorium de Dinant). De plus, une seconde espèce (*C. sp. A*) provenant de la Zone à *rhenana* supérieure (Frasnien supérieur du Synclinorium de Dinant) a été décrite par Mottequin (2008b).

Ordre TEREBRATULIDA Waagen, 1883
Sous-Ordre TEREBRATULIDINA Waagen, 1883

Superfamille STRINGOCEPHALOIDEA King, 1850
Famille STRINGOCEPHALIDAE King, 1850
Sous-Famille STRINGOCEPHALINAE King, 1850

Genre *Stringocephalus* DeFrance in De Blainville, 1825

Espèce-type : *Terebratula Burtini* DeFrance in De Blainville, 1825

Stringocephalus aff. *fontanus* Veevers, 1959
Pl. II, fig. 2-6

aff. 1959 *Stringocephalus fontanus* n. sp. Veevers p. 148-150, pl. 17, figs 1-6, pl. 18, figs 1-4, text-figs 101-102.
e. p. 2002 – *Stringocephalus* sp. Brice & Loones, p. 102, pl. 4, figs 7-8 [fig. 6 = *Stringodiscus giganteus* (SOWERBY, 1840)].

Matériel : Quinze spécimens incomplets, voire fragmentaires ou déformés dont 8 articulés, 5 valves ventrales et 2 dorsales provenant de la carrière du Banc Noir (Carrières Stinkal) à Ferques et de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, Formation de Blacourt (Membre de Couderousse).

Description (Tabl. 3)

Caractères externes. Coquille de taille moyenne, elliptique, plus large que longue, faiblement ventri-biconvexe, sans sinus ni bourrelet. Commissures anguleuses, la frontale rectimarginée (uniquement observée sur 2 spécimens). Ligne cardinale un peu courbe, plus courte que la largeur de la coquille.

Valve ventrale ayant son maximum de convexité dans la région médiane, devenant faiblement concave à proximité des extrémités postéro-latérales et présentant un léger aplatissement antérieur. Crochet ventral érigé, à peine courbé à son extrémité. Angle apical variant de 103 à 116° chez l'adulte, nettement inférieur chez le spécimen juvénile. Interarea triangulaire relativement élevée, faiblement concave (plane et presque catacline chez le spécimen juvénile ou à proximité de la ligne cardinale), striée horizontalement et limitée latéralement par des arêtes vives. Delthyrium obturé par un henidium (Cloud 1942) faiblement concave (partiellement préservé), un peu surélevé par rapport à l'interarea et tronqué à son sommet par un large foramen hypothyrde.

Valve dorsale elliptique, un peu plus enflée dans la moitié postérieure. Crochet insignifiant.

Ornementation. La coquille est lisse, hormis quelques lignes de croissance sur la partie médiane ou antérieure des valves, et dépourvue de micro-ornementation.

Caractères internes (Pl. II, fig. 4-5). Test relativement épais et ponctué. Processus cardinal (Pl. II, fig. 5a-b) comparable à celui de l'espèce-type du genre. Septum médian aux deux valves, très haut et s'étendant sur presque toute la longueur de la coquille (Pl. II, fig. 4 a-b).

Discussion

Ces spécimens appartiennent au genre *Stringocephalus* par l'ensemble de leurs caractères, notamment l'absence de sinus, de bourrelet et de micro-ornementation mais aussi la présence d'un septum à chaque valve. Ils diffèrent de *S. burtini* (DEFrance in DE BLAINVILLE, 1825), l'espèce type, par leur coquille plus transverse et plus enflée dans la région médiane, leur crochet ventral nettement moins courbé et leur interarea ventrale moins concave. Extérieurement, ils se rapprochent le plus de *S. fontanus* VEEVERS, 1959 mais ils en diffèrent par l'allure de leur valve ventrale dont le crochet surplombe à peine l'interarea qui est d'ailleurs moins concave. De plus, leur angle apical est d'ouverture plus variable et aucun d'entre eux ne présente de sinus dorsal. Gobbett (1966) décrit une nouvelle espèce de Malaisie qu'il compare à *S. fontanus* mais elle diffère sensiblement de l'espèce australienne par son contour plus long que large et la présence d'un faible sinus sur chaque valve. *S. glinskii* STRUVE, 1992, figuré par Thormann & Weddige (2001, pl. 7, fig. 50), a quelques ressemblances avec l'espèce de Ferques, mais l'espèce allemande reste encore peu connue à cause d'une figuration défailante.

La plupart des coquilles sont encroûtées par des tabulés auloporides et des tubes de vers calcaires spirorbiformes.

GFCL	5800	5801	2265	2266	2267	2268
L (mm)	(55)	-	53.2	72.7	52	36.5
l (mm)	77	40	(69)	-	(80)	(46)
lc (mm)	44	23.6	(48)	-	-	33
Lvv (mm)	(75)	36	(65)	81	-	50
Lvd (mm)	73	28	70	-	80	-
Aa°	-	103	112	104	116	78

Tabl. 3. — Mesurations de *Stringocephalus* aff. *fontanus* (voir tableau 1 pour les abréviations). Les valeurs placées entre parenthèses sont estimées.

Répartition géographique et stratigraphique

Stringocephalus aff. *fontanus* est, pour le moment, uniquement connue dans le Givétien de Ferques (Bas-Boulonnais) et, plus précisément dans le Membre de Couderousse (Formation de Blacourt) daté par conodontes de la Zone à *varcus* moyenne à supérieure. *S. fontanus* est reconnu dans le Givétien du bassin de Fitzroy (Australie) où il définit une zone sous la Zone à *Amphipora ramosa* à la « Base of Pillara Formation, Home Range » avec *Aulopora* cf. *foordi*, *Spongophyllum?* et *Disphyllum depressum* ou *Temnophyllum* sp. collectés dans des niveaux équivalents.

Genre *Stringodiscus* Struve, 1982

Espèce-type : *Stringocephalus giganteus* Sowerby, 1840

Stringodiscus giganteus (Sowerby, 1840)
Pl. II, fig. 1, 7-9

- 1840 – *Stringocephalus giganteus* Sowerby, pl. 56, fig. 10-11.
1841 – *Stringocephalus giganteus* Sowerby, Phillips, p. 80, fig. 142.
e.p. 1864 – *Stringocephalus Burtini* DeFrance = *St. giganteus* Sowerby, Davidson, p. 11, pl. 1, fig. 22 (non fig. 21), pl. 2, figs 7-8.
1934 – *Stringocephalus giganteus* Sowerby, Torley, p. 101, pl. 6, fig. 14, Grupp C, fig. 32-33.
1982 – *Stringocephalus (Stringodiscus) giganteus* Sowerby, Struve, p. 222.
e.p. 2002 – *Stringocephalus* sp. Brice & Loones, p. 102, pl. 4, fig. 6 (non fig. 7-8 = *Stringocephalus* aff. *fontanus* Veevers, 1959).

Matériel : Cinq spécimens tous incomplets dont 3 articulés et 2 valves dorsales provenant de la Carrière du Banc noir (Carrières Stinkal) à Ferques et de la tranchée de la voie ferrée Caffiers-Ferques, Formation de Blacourt, Membre de Couderousse.

Description (Tabl. 4)

Caractères externes. Coquille de grande taille, elliptique transversalement, faiblement ventri-biconvexe, dépourvue de sinus et de bourrelet. Ligne cardinale de largeur inférieure à celle de la coquille, dessinant une ligne courbe à angle très ouvert. Commissures latérales anguleuses ; commissure antérieure rectimarginée.

Valve ventrale présentant un minuscule crochet, comparativement à l'importance des valves, faiblement courbé, surplombant à peine l'interarea. Interarea triangulaire, basse, apsacline, légèrement concave et limitée latéralement par des arêtes faiblement émoussées. Foramen situé sous le crochet, deltidium pauvrement préservé.

Ornementation. Seules quelques lignes de croissance épaissies ont été observées ; les valves sont dépourvues de micro-ornementation.

Caractères internes (Pl. II, fig. 7). Test ponctué, très mince, s'exfoliant facilement. Septum médian présent à chaque valve, le dorsal s'étendant un peu au-delà de mi-longueur de la valve, il est peu élevé et s'abaisse vers l'avant. Le processus cardinal proéminent est brisé à son extrémité ventrale, sa forme radulaire est comparable à celle de *Stringocephalus*. Une dent est conservée dans une des cavités dentaires. De l'appareil brachial, il ne subsiste que la partie postérieure des deux branches accolée de part et d'autre au processus cardinal.

Discussion

Ces spécimens sont rapportés à *Stringodiscus*, proposé à l'origine comme un sous-genre de *Stringocephalus* par Struve (1982) et promu à un statut générique par Thormann & Weddige (2002, fig. 70, pl. 9) pour désigner *Stringodiscus ? birenheidei* Struve, 1992. Ils sont attribués à son espèce-type en raison des caractères suivants : très grande taille, forme elliptique transversalement, petit crochet ventral, absence de sinus ventral et de bourrelet dorsal, ornementation réduite à de rares stries de croissance sur la partie antérieure des valves, septum médian aux deux valves et processus cardinal identique à celui de *Stringocephalus*. Le petit spécimen (GFCL 4799) ventri-biconvexe que nous attribuons à *S. giganteus* (Brice & Loones 2002, pl. 4, fig. 6) est peu enflé et possède un crochet ventral non courbé ainsi qu'une interarea triangulaire plane limitée par des arêtes vives. Les spécimens de Ferques diffèrent sensiblement de *Stringodiscus ? birenheidei* de plus petite taille et presque aussi long que large. Ils diffèrent de même de l'espèce canadienne *Stringodiscus ciconia* (Crickmay 1968), de grande taille, presque biconvexe ou faiblement ventri-biconvexe mais nettement moins enflée que l'espèce de Ferques.

GFCL	2262	2263	2264 vd	4799
L (mm)	-	52	(67)	55
l (mm)	120	80	(105)	77
lc (mm)	61	-	50	44
Lvv (mm)	-	(65)	-	77
Lvd (mm)	-	-	(100)	-
Aa°	113	106	105	83

Tabl. 4. — Mesurations de *Stringodiscus giganteus* (voir tableaux 1 et 3 pour les abréviations). Les valeurs placées entre parenthèses sont estimées.

Répartition géographique et stratigraphique

Stringodiscus giganteus était connu jusqu'ici dans le Givétien de Grande-Bretagne et d'Allemagne (Struve 1982). Ce taxon est reconnu pour la première fois en France dans le Givétien de Ferques (Bas-Boulonnais), au sein du Membre de Couderousse (Formation de Blacourt) qui est daté par conodontes de la Zone à *varcus* moyenne à supérieure.

III. — DISCUSSION

La phylogénie des Stringocephalidae a été discutée par Boucot *et al.* (1966) et plus récemment par Sun & Boucot (1999). La première apparition du genre cosmopolite *Stringocephalus* est reconnue en Chine (Guangxi) au sommet de l'Eifelien (Zone à *ensensis*) (Sun & Bai 1995). Au bord sud du Synclinorium de Dinant, c'est-à-dire l'unité structurale à laquelle se rattache la région type historique de l'étage Givétien, les premiers stringocéphalidés n'apparaissent qu'au sein de la Formation de Trois-Fontaines (Zone à *hemiansatus*) (Préat *et al.* 2006). Cette formation était précédemment désignée Gib par Maillieux & Demanet (1929) et correspond à la partie inférieure de la Formation des Trois-Fontaines *sensu* Errera *et al.* (1972) ou de la Formation de Charlemont (Pel 1975).

Dans le Boulonnais, quatre espèces de Stringocephalinae sont reconnues jusqu'à présent (Brice & Loones 2002 ; ce travail) au sein de la Formation de Blacourt (Membres du Griset et de Couderousse) : *Stringocephalus burtini*, *S. aff. fontanus*, *Parastringocephalus dorsalis* aff. *leidholdi* et *Stringodiscus giganteus*. *Stringocephalus burtini* apparaît au sommet du terme b du Membre du Griset (partie inférieure de la Formation de Blacourt) daté par conodontes de la Zone à *varcus* inférieure, dans les paléomilieux 3 de la Formation de Blacourt qui peuvent être interprétés comme une séquence transgressive d'après Pelhate & Poncet (1988, p. 8-30) et Brice & Mistiaen (1988). Il se maintient jusque dans le Membre de Couderousse (Zone à *varcus* moyenne à supérieure) où il est rare; *Parastringocephalus dorsalis* aff. *leidholdi* provient de la partie supérieure du Membre du Griset (terme f). Quant aux deux autres espèces décrites dans cette note, elles semblent cantonnées dans le membre moyen de la formation (Membre de Couderousse). La partie supérieure de la Formation de Blacourt, c'est-à-dire le Membre Bastien, n'a pas livré de représentants de cette famille, du moins jusqu'à présent, mais les brachiopodes y sont plutôt rares (Brice 1982). *S. burtini* a été mentionné dans plusieurs régions de France, notamment dans les Vosges (Firtion 1957), dans les Deux-Sèvres à la Villé-de-d'Ardin (Mathieu 1936) et en Montagne Noire (Rouville & Delage 1894) mais ces derniers spécimens du Pic de Bissous, non

illustrés, seraient perdus (communication de Jeannine Drot, 1966). Dans le bassin de Namur-Dinant (Belgique), qui comprend les synclinoria de Namur et de Dinant ainsi que la région de la Vesdre, la diversité des Stringocephalinae est encore méconnue malgré les nombreuses citations de *S. burtini* dans la littérature. C'est aussi le cas pour le reste des communautés à brachiopodes du Givétien de ce bassin puisque les dernières listes d'espèces remontent à Maillieux (1940, 1941a-b, 1942), hormis quelques travaux ponctuels plus récents (Vandercammen 1956, 1963 ; Godefroid & Jacobs 1986 ; Godefroid & Mottequin 2005). Parmi les Stringocephalinae, Maillieux (1940, 1941b) ne signale que *S. burtini* et *P. dorsalis* auxquels s'ajoutent des Rensselandiinae et des Bornhardtinae. Godefroid & Mottequin (2005) ont rapporté la présence de *S. cf. glinskii* Struve, 1992 ainsi que des représentants de la sous-famille Bornhardtinae au sein de la Formation de Trois-Fontaines (Zone à *hemiansatus*), au bord sud-est du Synclinorium de Dinant. De plus, de nombreuses coquilles lisses et généralement de grande taille, qui abondent dans les niveaux lumachelliques du Givétien de Belgique, ont vraisemblablement été identifiées par erreur comme *S. burtini*. Aux bords sud et sud-est du Synclinorium de Dinant, les stringocéphalidés persistent jusqu'à la base du Membre du Moulin Boreux (Formation de Fromelennes) d'après Coen & Coen-Aubert (1971) et Coen-Aubert (2004), alors que Lecompte (1960) les signalait comme rares au sein du Membre de Flohimont (base de la Formation de Fromelennes) daté par conodontes de la Zone à *varcus* inférieure à moyenne [voir discussion de l'âge du Moulin Boreux *in* Coen-Aubert (*in* Bultynck *et al.* 1991) et Bultynck & Dejonghe (2002)]. Signalons que La Formation de Fromelennes, à l'exception de son extrême base, a été corrélée avec les Membres de Couderousse et Bastien (Formation de Blacourt) par Bultynck (*in* Brice *et al.* 1979b). La disparition des Stringocephalidae au sommet du Givétien moyen, après une radiation adaptative de grande ampleur (Sun & Boucot 1999), est vraisemblablement liée à l'événement Taghanic (House 1985, 2002) selon Garcia-Alcalde (*in* Brice *et al.* 2000). Dans le bassin de Namur-Dinant, il est probable que cet événement singulier soit reconnu juste au-dessus du dernier niveau à stringocéphales repéré au sein du Membre du Moulin Boreux (Coen-Aubert 2004), mais il conviendrait d'en étudier la faune de brachiopodes de manière détaillée.

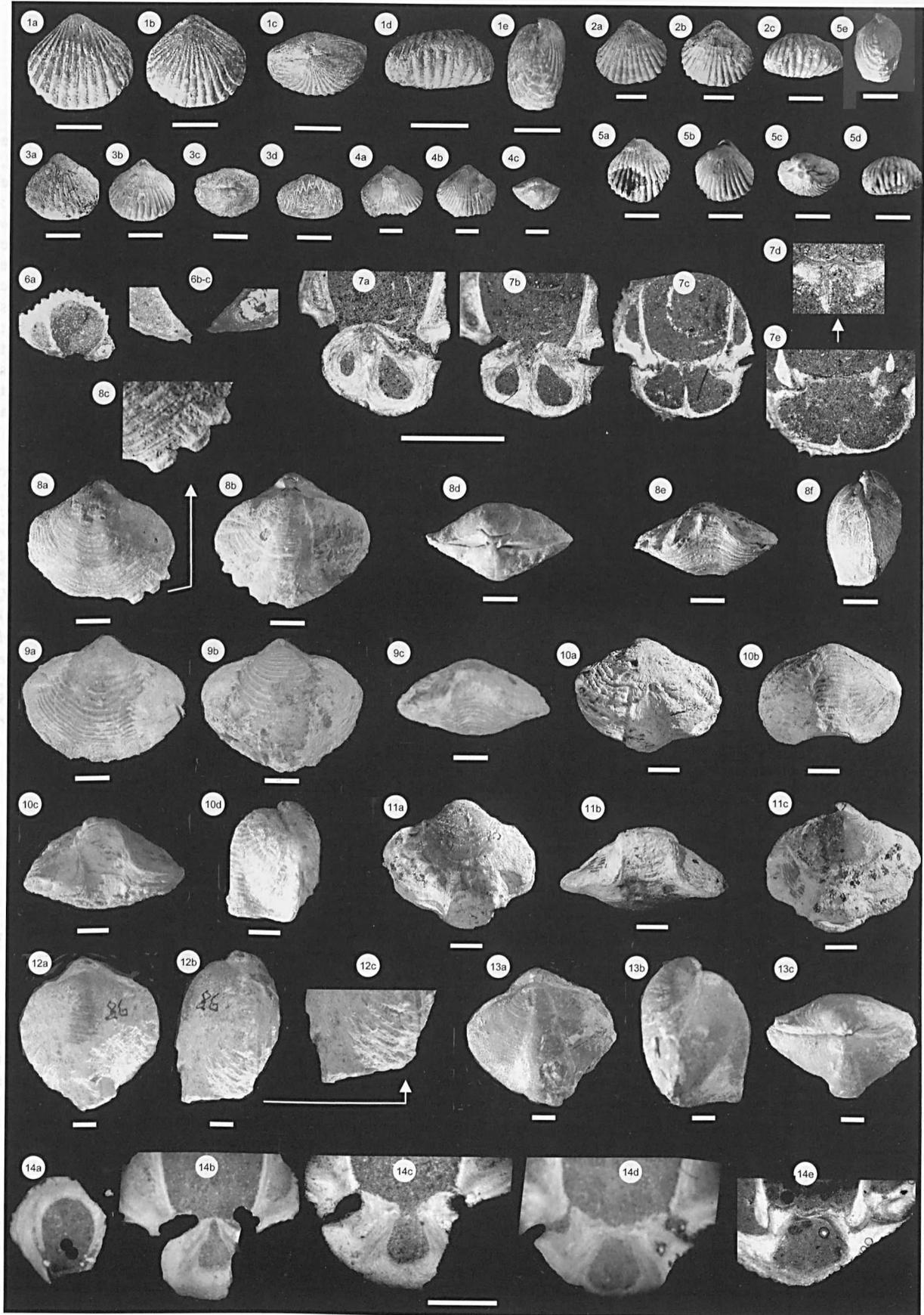
Remerciements. — Les auteurs expriment leurs remerciements à Jenaro Garcia-Alcalde qui a bien voulu relire et commenter ce manuscrit. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre vive gratitude pour ses remarques très positives. Nous remercions André Dhont, pour le prêt d'un spécimen de sa collection, représenté Pl. II, fig. 6, dont nous avons gardé un moulage, et Pascal Deville, technicien du Laboratoire, pour son aide dans la préparation des planches.

BIBLIOGRAPHIE

- ALVAREZ F. (1990). — Devonian athyrid brachiopods from the Cantabrian Zone (NW Spain). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 11: 1-311.
- ALVAREZ F. & BRUNTON C. H. C. (2001). — Fundamental differences in external spine growth in brachiopods. *In*
- BRUNTON C. H. C., COCKS L. C. M., LONG S. L. (Eds), *Brachiopods past and present*, chapter 12: 108-118.
- ALVAREZ F. & RONG J. (2002). — Athyridida *In*: KAESLER R.L. (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H Brachiopod (revised) 4* :1475-1601. The Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence.

- ALVAREZ F., RONG J. Y. & BOUCOT A. J. (1998). — The classification of athyridid. *Journal of Paleontology*, 72: 827- 853.
- BOUCOT A. J., JOHNSON J. G. & STATON R. D. (1964). — On some atrypoid, retzioid, and athyridoid Brachiopoda. *Journal of Paleontology*, 38: 805-822.
- BOUCOT A. J., JOHNSON J. G. & STRUVE W. (1966). — *Stringocephalus*, ontogeny and distribution. *Journal of Paleontology*, 40: 1349-1364.
- BRICE D. (1982). — Comments on the distribution of some selected brachiopods for the latest Givetian and early Frasnian periods in the Boulonnais (Ferques) and the Massif Armoricaïn (Rade de Brest). In Sartenac P. (Ed.), Papers on the Frasnian-Givetian boundary. *Commission nationale belge de stratigraphie, SDS, Bruxelles*, 5-16.
- BRICE D. (1988a). — Le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Historique. Synthèse des données nouvelles en stratigraphie, sédimentologie, paléontologie et tectonique. Conclusions. In BRICE D., (Ed.), Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7 : 7-24.
- BRICE D. (1988b). — Brachiopodes du Dévonien de Ferques (Boulonnais-France). In BRICE D., (Ed.), Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7 : 323-395.
- BRICE D. (2003). — Brachiopods assemblages in the Devonian of Ferques (Boulonnais, France). Relations to palaeo-environments and global curves. *Bulletin of Geosciences. Czech geological survey* 78 (4) : 405-417.
- BRICE D., COLBEAUX J.P., MISTIAEN B. & ROHART J.C. (1979a). — Les Formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, Lille, 98 : 307-324.
- BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. & STREEL M. (1979b). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais. France). *Annales de la Société géologique du Nord*, Lille: 98 : 325-344.
- BRICE D. & LOONES CH. (2002). — Nouvelles données sur des brachiopodes Cyrtospiriferidae, Reticulariidae, Uncitidae et Stringocephalidae du Dévonien de Ferques (Boulonnais-France). *Annales de la Société géologique du Nord*, Lille. 9 (2^{ème} série) : 91-110.
- BRICE D. & MISTIAEN B. (1988). — Description stratigraphique de la Formation de Blacourt (Boulonnais-France). In BRICE D., (Ed.), Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, Brest, 7 : 43-64.
- BRICE D., CARLS P., COCKS L. R. M., COPPER P., GARCIA-ALCALDE J. L., GODEFROID J. & RACHEBOEUF, P. R. (2000). — Brachiopoda. In BULTYNCK, P. (Ed.), Subcommission on Devonian Stratigraphy. Fossil groups important for boundary definition. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 220: 65-86.
- BRUNTON C.H. C. (1984). — Silicified brachiopods from the Viséan of County Fermanagh (III). Rhynchonellids, Spiriferids and Terebratulids. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, *Geology*, 38: 27-130.
- BUCKMAN S. S. (1906). — Brachiopod nomenclature: *Epithyris*, *Hypothyris*, *Cleiothyris* Phillips, 1841. *Annals and Magazine of Natural History* (series 7), 18(107): 321-327.
- BULTYNCK P & DEJONGHE L. (2002). — Devonian lithostratigraphic units (Belgium). *Geologica Belgica*, 4: 39-69.
- BULTYNCK P., COEN-AUBERT M., DEJONGHE L., GODEFROID J., HANCE L., LACROIX D., PRÉAT A., STAINIER P., STEEMANS P., STREEL M. & TOURNEUR F. (1991). — Les formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoires pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, 30 : 1-105.
- CLOUD P. E. Jr. (1942). — Terebratuloid Brachiopoda of the Silurian and Devonian. *Geological Society America, Special Paper* 38: 182 p.
- COEN M. & COEN-AUBERT M. (1971). — L'assise de Fromelennes aux bords sud et est du Bassin de Dinant et dans le Massif de la Vesdre. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 94: 5-20.
- COEN-AUBERT M. (2004). — Two new species of temnophyllids (Rugosa) from the Upper Givetian of Belgium. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 74: 19-34.
- CRICKMAY C. H. (1968). — Discoveries in the Devonian of Western Canada. Calgary/Alberta (Evelyne de Mille), 1-III: 1-13.
- DAVIDSON T. (1864-1865). — A monograph of the British fossil Brachiopoda. Devonian, *Palaeontographical Society, Monograph* 3(1): 1-258.
- DAVIDSON T. (1881). — On genera and species of spiral-bearing Brachiopoda from specimens developed by Rev. Norman Glass: with notes on the results obtained by Mr George Maw from extensive washing of the Wenlock and Ludlow shales of Shropshire.
- DEFRANCE M. J. L. in H. M. DE BLAINVILLE (1825). — Manuel de malacologie et de conchiologie, *Levrault*, Paris : 647 p.
- ERRERA M., SARTENAER P. & MAMET B. (1972). — Le calcaire de Givet et le Givétien à Givet, *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, Bruxelles*, 48 (1) : 1-59.
- FIRTION F. (1957). — Les éléments paléontologiques dévoniens du Val de Bruche. *Annales Universitatis Saraviensis Scientia*, 4-2 : 101-184.
- GOBBETT D. J. (1966). — The brachiopod genus *Stringocephalus* from Malaya, *Journal of Paleontology*, 40: 1345-1348.
- GODEFROID J. (1988). — Brachiopodes Atrypida du Dévonien de Ferques (Boulonnais-France). In BRICE D. (Ed.), Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie – Sédimentologie – Stratigraphie – Tectonique. *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7: 403-434.
- GODEFROID J. & JACOBS L. (1986). — Atrypidae (Brachiopoda) de la Formation de Fromelennes (fin du Givétien) et de la partie inférieure de la Formation de Nismes (début du Frasnien) aux bords sud et sud-est du Synclinorium de Dinant. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 56: 67-136.
- GODEFROID J. & MOTTEQUIN B. (2005). — Givetian brachiopods from the Trois-Fontaines Formation at Marenne (Belgium, Dinant Synclinorium). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 75: 5-23.
- HOUSE M. (1985). — Correlation of mid-Palaeozoic ammonoid evolutionary events with global sedimentary perturbations. *Nature*, 313: 17-22.
- HOUSE M. (2002). — Strength, timing, setting and cause of mid-Palaeozoic extinctions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 181: 5-25.

- KING W. (1850). — A monograph of the Permian fossils of England. *Palaeontographical Society*, 3, part 6.
- KUHN, O. (1949). — Lehrbuch der Paläozoologie. E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, 326 p.
- LECOMPTE M. (1960). — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique et de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie du 25 au 28 septembre 1959. *Annales de la Société géologique de Belgique, Mémoires*, 83 : 1-134.
- MAILLIEUX E. (1940). — Documents pour servir à l'étude du Givétien de l'Ardenne. *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, 16 (7) : 1-13.
- MAILLIEUX E. (1941a). — Répartition des Spiriferidae et des Spiriferinidae dans le Dévonien de l'Ardenne. *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, 17 (13) : 1-6.
- MAILLIEUX E. (1941b). — Répartition des Brachiopodes dans le Dévonien de l'Ardenne. *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, 17 (30) : 1-14.
- MAILLIEUX E. & DEMANET F. (1929). — L'échelle stratigraphique des terrains primaires de la Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 38: 124-131.
- MATHIEU G. (1936). — Sur l'âge givétien des marbres de la Villé-de-d'Ardin (Deux-Sèvres). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, 202 (série D) : 1523.
- MOTTEQUIN B. (2008a). — Late middle Frasnian to early Famennian (Late Devonian) strophomenid, orthotetid, and athyridid brachiopods from southern Belgium. *Journal of Paleontology*, 82(6): 1052-1073.
- MOTTEQUIN B. (2008b). — New observations on Upper Devonian brachiopods from the Namur-Dinant Basin (Belgium). *Geodiversitas*, 30: 455-537.
- PEL J. (1975). — Étude sédimentologique et stratigraphique du Givétien. *Synclinorium de Dinant, de Givet*. Université de Liège, Faculté des Sciences appliquées. *Collection des Publications*, 53 : 61-97.
- PELHATE 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*, Brest. 7 : 25-35.
- PHILLIPS J. (1836). — Illustrations of the geology of Yorkshire. Part II. The Mountain Limestone district. *John Murray*, London; 253 p.
- PHILLIPS J. (1841). — Figures and descriptions of the Paleozoic fossils of Cornwall, Devon, and West Somerset. *Geological Survey of Great Britain, Memoirs*, 1: 1-231.
- PREAT A. & BULTYNCK P. coll. BRICE D. (2006). — Givetian. In DEJONGHE L. (Ed.), *Current status of chronostratigraphic units named from Belgium and adjacent areas. Geologica Belgica*, 9: 9-18.
- RIGAUX E. (1873). — Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mémoires de la Société Académique de l'Arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, 5 : 1-16.
- RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses brachiopodes. *Deligny*, Boulogne-sur-Mer, 33 p.
- ROUVILLE P. de & DELAGE. A. (1894). — Sur le Paléozoïque central de l' Hérault. *Académie Sciences et Lettres, Montpellier, Section Sciences* : 3 p.
- SARTENAER P. (1961). — Etude nouvelle en deux parties du genre *Camatotoechia* HALL & CLARKE, 1893, 2^{ème} partie *Cupularostrum recticostatum* n. gen., n. sp., *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 37 (5): 15 p.
- SCHMIDT H. (1941). — Die Mitteldevonischen Rhynchonelliden des Eifel. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 459: 1-79.
- SCHMIDT H. (1965). — Neue Befunde an Paläozoischen Rhynchonellacea (Brachiopoda). *Senckenbergiana lethaea*, 46: 1-25.
- SCHUCHERT CH; (1913). — Class 2. Brachiopoda. In K. A. von Zittel, *Text-book of Palaeontology*, vol. 1, part. 1, 2nd ed. translated and edited by Ch. R. Eastmann. *MacMillan and Co., Ltd*, London: 355-420.
- SOWERBY J. DE C. (1840-1846). — The Mineral Conchology of Great Britain, 7, published by the author, Londres, 80 p.
- STRUVE W.(1982). — Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 23: Schaltier-Faunen aus dem Devon des Swarzbach-Tales bei Ratingen, Rheinland. *Senckenbergiana lethaea*, 63(1/4): 183-283.
- STRUVE W. (1992). — Neues zur Stratigraphie und Fauna des rhenotypen Mittel-Devon. *Senckenbergiana lethaea*, 71(5/6): 503-624.
- SUN Y. L. & BAI S. L. (1995). — Lower range of *Stringocephalus*. *Newsletter on Stratigraphy*, 32: 73-77.
- SUN Y. L. & BOUCOT A. J. (1999). — Ontogeny of *Stringocephalus gubiensis* and the origin of *Stringocephalus*. *Journal of Paleontology*, 73: 860-871.
- THORMANN F. & WEDDIGE K. (2001). — Addendum zu Struve W. (1992). *Senckenbergiana lethaea*, 81(2): 307-327.
- TORLEY K. (1934). — Die Brachiopoden des Massenkalkes der Oberen Givet-Stufe von Bilveringsen bei Iserlohn. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 43 (3): 67-148.
- VANDERCAMMEN A. (1956). — Révision des Ambocoeliinae du Dévonien de la Belgique. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 32 (43): 1-51.
- VANDERCAMMEN A. (1963). — Spiriferidae du Dévonien de la Belgique. *Mémoires de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 150: 1-179.
- VEEVERS J. J. (1959). — Devonian Brachiopods from the Fitzroy Basin, Western Australia. *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Bulletin*, 45: 220 p.
- WAAGEN W. (1883). — Salt Range Fossils. I. Productus-Limestone Fossils. *Geological Survey of India, Memoirs, Palaeontologia Indica*, (series 13) 4(2): 391-456.



EXPLICATIONS DES PLANCHES

PLANCHE I

Barres d'échelle = 5 mm. Scale bars = 5 mm

Fig. 1-7. — *Cupularostrum minimum* n. sp. 1 a-b : Holotype GFCL 1681, vues ventrale, dorsale, postérieure, antérieure, latérale ; 2 a-c : Paratype GFCL 1680, vues ventrale, dorsale, antérieure ; 3 a-d : Paratype GFCL 1879, vues ventrale, dorsale, antérieure et postérieure ; 4 a-c : Paratype GFCL 1684, spécimen portant de nombreux plis, vues ventrale, dorsale, postérieure ; 5 a-e : Paratype GFCL 1678, spécimen un peu plus long que large, en partie épigénisé en pyrite, vues ventrale, dorsale, postérieure, antérieure, latérale ; 6a-c : Paratype GFCL 1682, section sériée transverse (peel) à 1.2 mm mesurés depuis l'extrémité postérieure de la coquille et agrandissement partiel ; 7a-e : Paratype GFCL 1683, sections sériées transverses (peels) à 2 mm, 2.7 mm, 3.1 mm et 3.4 mm mesurés depuis l'extrémité postérieure de la coquille.

Figs 1-7. — *Cupularostrum minimum* n. sp. 1 a-b: Holotype GFCL 1681 in ventral, dorsal, posterior, anterior and lateral views; 2 a-c: Paratype GFCL 1680 in ventral, dorsal and anterior views; 3 a-d: Paratype GFCL 1879 in ventral, dorsal, anterior and posterior views; 4 a-c: Paratype GFCL 1684 displaying numerous ribs in ventral, dorsal and posterior views; 5 a-e: Paratype GFCL 1678, slightly longer than wide and partly pyritic, in ventral, dorsal, posterior, anterior and lateral views; 6 a-c: Paratype GFCL 1682, transverse serial section (peel) at 1.2 mm from the posterior end of the shell and partial enlargement; 7a-e: Paratype GFCL 1683, transverse serial sections (peels) at 2 mm, 2.7 mm, 3.1 mm and 3.4 mm from the posterior end of the shell, respectively.

Figs 8-14. — *Cleiothyridina blacourti* n. sp. 8a-e : Holotype GFCL 2274, vues ventrale [partiellement agrandie (8b)], dorsale, postérieure, antérieure et latérale ; 9 a-c : Paratype GFCL 2277, vues ventrale, dorsale et antérieure ; 10 a-d : Paratype GFCL 2279, vues ventrale (avec « collerettes » et ébauches de plis latéraux), dorsale, antérieure (commisure parasulcatée) et latérale ; 11 a-c : Paratype GFCL 2272, vues ventrale, antérieure et dorsale (avec cristaux de pyrite) ; 12 a-c : Paratype GFCL 2271, vues dorsale et latérale [partiellement agrandie (12 c)] ; 13 a-c : Paratype GFCL 2276, vues dorsale, latérale et postérieure ; 14a-e : GFCL 2258, sections sériées transverses (peels) à 0.15 mm, 1 mm, 1.25 mm, 1.4 mm et 1.65 mm mesurés depuis l'extrémité postérieure de la coquille.

Figs 8-14. — *Cleiothyridina blacourti* n. sp. 8a-e: Holotype GFCL 2274 in ventral [with partial enlargement (8b)], dorsal, posterior, anterior and lateral views; 9 a-c: Paratype GFCL 2277 in ventral, dorsal and anterior views; 10 a-d: Paratype GFCL 2279 in ventral (showing 'frills' and lateral 'ribs'), dorsal, anterior (parasulcate commissure) and lateral views; 11 a-c: Paratype GFCL 2272 in ventral, anterior and dorsal (with pyrite crystals) views; 12 a-c: Paratype GFCL 2271 in dorsal and lateral [with partial enlargement (12c)] views; 13 a-c: Paratype GFCL 2276 in dorsal, lateral and posterior views; 14a-e, GFCL 2258, transverse serial sections (peels) at 0.15 mm, 1 mm, 1.25 mm, 1.4 and 1.65 mm from the posterior end of the shell, respectively.

PLANCHE II

Barres d'échelle = 5 mm. Scale bars = 5 mm

Fig. 2-6. — *Stringocephalus* aff. *fontanus* VEEVERS,

2 : GFCL 2267, vue dorsale d'un spécimen presque complet ; 3 : GFCL 5800, vue postérieure d'un spécimen déformé ; 4 a-b: GFCL 2259, vue du haut septum dorsal d'un spécimen brisé au niveau du plan de symétrie et vue de l'intérieur de la demi-valve, processus cardinal et septum ; 5 a-b : GFCL 2260, détails du processus cardinal et du septum d'une petite valve dorsale ; 6 : GFCL 2265, vue ventrale d'un spécimen exfolié montrant le septum médian.

Fig. 2-6. — *Stringocephalus* aff. *fontanus* VEEVERS, 1959

2: GFCL 2267, dorsal view of an almost complete specimen; 3: GFCL 5800, posterior view of a distorted specimen; 4 a-b: GFCL 2259, view of the high dorsal septum of a specimen broken along the plane of symmetry and partial dorsal interior showing the cardinal process and the septum; 5 a-b: GFCL 2260, details of the cardinal process and septum of a small dorsal valve;

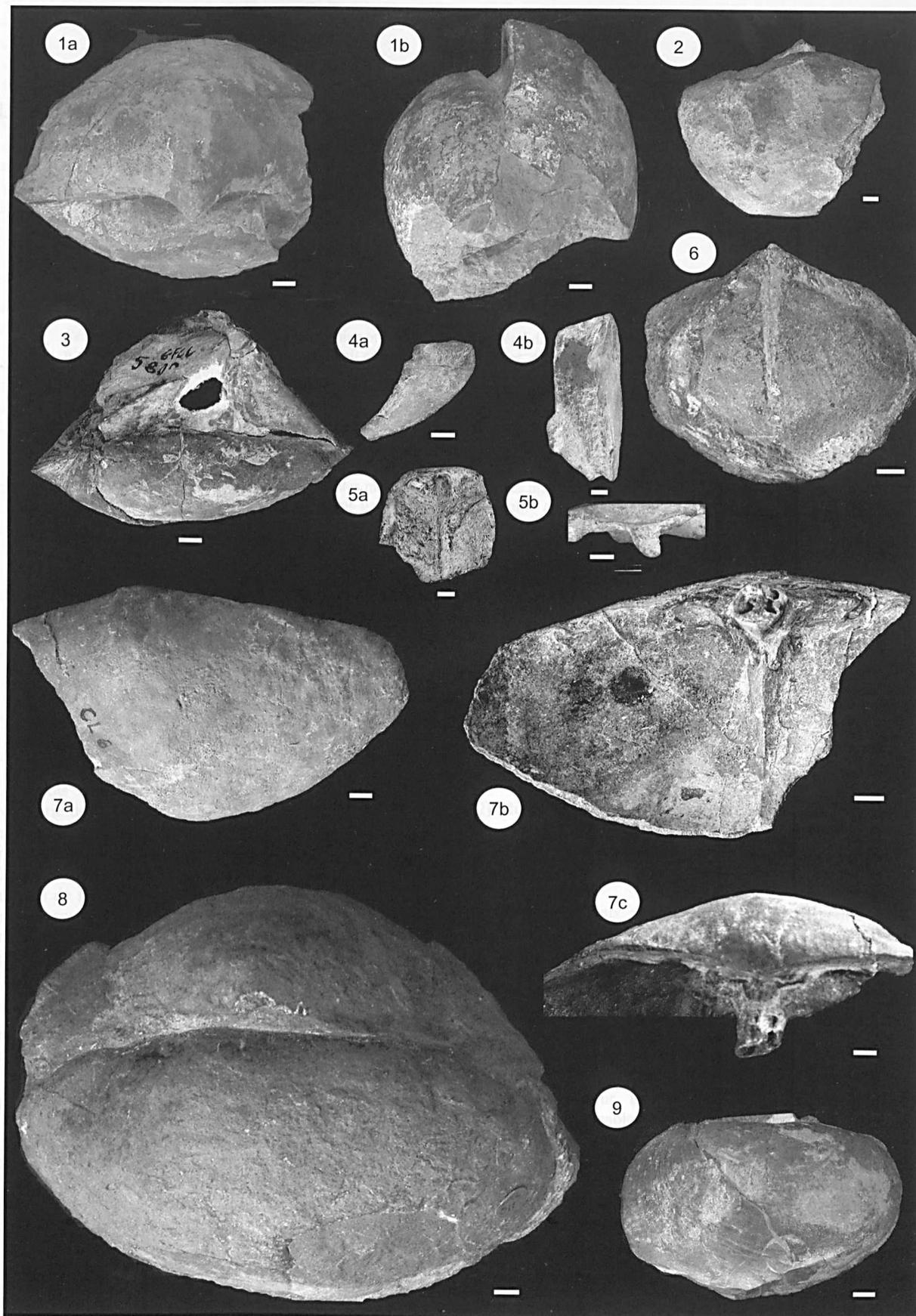
6: GFCL 2265, ventral view of an exfoliated specimen showing the median septum.

Fig. 1, 7-9. — *Stringodiscus giganteus* (SOWERBY, 1840)

1 a-b : GFCL 2263, vues postérieure et latérale d'un spécimen incomplet ; 7 a-c : GFCL 2262, extérieur et intérieur d'une valve dorsale incomplète et vue postérieure ; 8 : GFCL 2264, vue postérieure d'un spécimen presque complet de grande taille ; 9 : GFCL 2261, vue extérieure d'une valve dorsale de petite taille.

Fig. 1, 7-9. — *Stringodiscus giganteus* (SOWERBY, 1840)

1 a-b: GFCL 2263, posterior and lateral views of an incomplete specimen; 7 a-c: GFCL 2262, exterior and interior of an incomplete dorsal valve and posterior view; 8: GFCL 2264, posterior view of an almost complete large-sized specimen; 9: GFCL 2261, exterior of a small dorsal valve.



LES CARRIERES, PIERRES DE TAILLE ET MARBRES DE GIVET (FRANCE) ET DU GIVETIEN.

Quarries and marbles from Givet and the Givetian

par Eric GROESSENS (*)

Résumé. — L'exploitation du calcaire givétien et de la pierre en général dans le Bavais remonte à l'occupation romaine. Il n'est pas déraisonnable de penser qu'il devait en être de même à Givet, d'autant que cette ville bénéficie de l'avantage d'un accès au transport fluvial.

Les pierres et marbres du Nord et du département de la Meuse étaient d'usage généralement local et essentiellement utilisées comme pierre de taille. A leur dispersion s'ajoutait le caractère argileux, voire « terrasseux » de certains niveaux ce qui donnait à la pierre de Givet une réputation de gélivité. On sait, par contre, que les marbres de Givet avaient une renommée suffisante pour être en usage dans la décoration du château de Versailles. Les textes anciens citent généralement les marbres rouges et le noir à veines blanches de Givet (parfois dénommé brèche) et le(s) marbre(s) de Charlemont. Ce dernier pourrait être une autre appellation des marbres de Givet ou des marbres provenant de Gochenée, Heer, Agimont ou Fromelennes. Toutes ces localités faisaient partie d'une grande entité appelée autrefois « Charlemont ». La visite des édifices religieux locaux montre également l'usage d'une variété de « Florence » et de « Sainte-Anne » provenant d'anciennes exploitations de Rancennes.

Abstract. — *The origin of the stone industry in Northern France goes back as far as the Roman occupation. Mainly used as local buildingstone, some layers have been polished for marble in the past and even used at the Versailles castle. These are red marbles from the Frasnian and black with white veins marble of givetian age. A grey marble with corals and stromatoporoids was called « Florence » and another grey marble full of the diagnostic brachiopod named Stringocephalus called « Sainte-Anne ». Those were quarried at Rancennes, in the suburbs of the city.*

I. — INTRODUCTION

A la fin du XVIII^e siècle, Rance, Barbençon, Cousolre et l'Avesnois en général, formaient une région dans laquelle l'industrie de la pierre et de la marbrerie était importante. J'ai traité ailleurs, l'histoire de l'industrie marbrière et ses apports, entre autre, à l'agrandissement du Château de Versailles (Groessens, 1992, 2003 ; Groessens & Tourneur, 2007). Les marbres de la région de Givet, restent pour moi une énigme. Ils sont souvent cités [et les citations (mal) recopiées] avec une description souvent sommaire et une localisation, nulle, peu précise voire fantaisiste, de la provenance du matériau. Une autre difficulté tient à l'absence de traces d'exploitation.

Pour introduire le sujet, nous reprendrons une des descriptions les plus anciennes et des plus précises dues à Brard (1808).

1) Marbre rouge de Givet.

Il est d'un rouge foncé, nuancé dans certains endroits de veines ou de taches plus claires, et contient des fragments d'entroques, chargées en matière blanche, ce qui le fait rentrer dans la classe des marbres madréporiques établie, avec beaucoup de raison, par Faujas.

On en voit deux petites colonnes au Conseil des Mines. Il y a encore un autre marbre, qui est connu dans le commerce

sous le nom de marbre de Givet, qui est noir, veiné de blanc, et qui, par conséquent, n'a aucun rapport avec le premier.

2) Marbre rouge de Charlemont.

Il est veiné de blanc et de rouge, et ses taches blanches sont dues à des madrépores.

Outre ces deux marbres, qui sont assez connus dans le commerce, le département des Ardennes en fournit encore plusieurs autres assez estimés, tel que le Charleville, de Franchimont, de Cerfontaine, ..., « mais en général, ils sont moins brillants en couleurs, et reçoivent un poli qui a quelque chose de terne. »

On a donc exploité à Givet deux sortes de marbres bien différents, l'un noir, d'âge givétien et l'autre, rouge du Frasnien supérieur. Les carrières des Trois-Fontaines, d'où provenait, probablement, le marbre noir, se sont considérablement étendues et ne laissent plus apparaître de témoins de l'activité marbrière ancienne. Quant aux marbres rouges du Frasnien, on peut se demander s'il ne s'agit pas d'une seconde appellation commerciale pour un même matériau. Enfin, y eut-il à « Charlemont » et plus précisément au Fort Condé, situé sur un mud-mound rouge, une exploitation, en dehors des galeries creusées par les militaires ?

(*) Service géologique de Belgique, Rue Jenner, 13 B – 1000 Bruxelles, eric@groessens.be

Commençons par préciser le vocable « Charlemont »

La construction du Fort fut décidée par Charles Quint en 1555, réintroduisant dans l'agglomération givetoise une composante militaire perdue depuis le milieu du XIII^e siècle au profit du château d'Agimont.

En 1680, le traité de Nimègue en reconnaissait la possession à Louis XIV, confirmée en 1697, par la paix de Rijswijk, puis, le traité de Lille en 1699.

Les destructions perpétrées par les Français en 1675 permirent à Vauban d'établir la physionomie finale de Charlemont avec les bâtiments de logistique de la place, à partir de 1680 et surtout, après 1697, date à laquelle il présenta un ambitieux projet urbain (Bertrand). Le Fort Condé (1699-1726) était un ouvrage avancé sur le flanc nord de Charlemont avec un curieux réduit, taillé dans le rocher. La place forte fut déclassée en 1891, mais aujourd'hui, Charlemont a retrouvé sa vocation militaire avec le centre d'entraînement Commando du 9^e Zouave.

Le territoire, désigné dans les traités susmentionnés, sous le vocable « Charlemont », était très étendu. Il englobait au nord, les villages de Heer, Agimont, Gochenée, Hermeton-sur-Meuse, Hastière, Waulsort et Javingue, dans l'actuelle entité de Beauraing. Au sud, sur la rive droite de la Meuse, il comprenait Vireux-Molhain, Fépin, Willerzie et même Vonèche. Fromelennes et Rancennes étaient également inclus. La dénomination « *marbre de Charlemont* » a donc pu s'appliquer à autre chose qu'aux produits du sous-sol des fortifications actuelles. Le traité des Limites, de 1772, rétrocéda un certain nombre de ces villages, au Prince-évêque de Liège.

Pour l'anecdote, signalons que la revue « Les Cahiers de Sciences et Vie » n° 74, avril 2003, consacrait un numéro spécial intitulé « Sciences et techniques des bâtisseurs de Versailles » où les mentions relatives aux marbres d'origines belges étaient réduites au minimum. On découvre ainsi que : « Las, si productives, soient-elles, les carrières hexagonales ne suffisent pas à rassasier Versailles. Force est de se tourner vers l'étranger, quitte à écorner l'orgueil national. Les carrières *anglaises* de Charlemont sont ponctuées, mais uniquement à doses homéopathiques. Au contraire, celles de Carrare, en Italie, qui sont réputées pour leur marbre blanc sans égal, cruellement déficitaire de notre côté des Alpes, reçoivent commande sur commande ». Voilà qui étend considérablement les limites du territoire de Charlemont.

II. — REFERENCES HISTORIQUES CONCERNANT L'EXPLOITATION DE MARBRES A GIVET

Au XVII^e siècle, Guicciardin précisait qu'on trouvait en Hainaut « de très belles carrières de pierres très propres à bastir et à mettre en besogne et toute sorte d'ouvrage : voire y trouve t-on jusqu'à la *Pierre de touche* et de *paragon* que les anciens ont nommé *Index* ». En effet, les marbres de nos régions jouissaient déjà d'une réputation flatteuse. Ainsi, Szmydki (1999), a découvert dans les « Archives générales du Royaume » des documents montrant que nos marbres étaient expédiés aux confins de notre continent. En 1591, le roi Christian IV de Danemark, demande un passeport pour son héraut, Joan de Mariembourg afin de lui permettre de

ramener pour les sépultures royales de Roskilde, des *marbres rouges de Ransst* (Rance) et de *Charlemont*, du *marbre noir de Dinant* (Dinant), quatre cents mille escaglies (ardoises) et « 100 piets de *Pierre de Namur* ». On remarque que le roi commanda 30 fois plus de marbre noir de Dinant que de marbre de Namur, de moindre qualité. Notre chercheur a aussi découvert que le roi Sigismund III avait commandé en 1619, par l'intermédiaire de son maçon Willem Martens, les mêmes marbres pour la construction du Château royal de Varsovie. Les quantités étaient évidemment plus importantes puisqu'il s'agissait de cinq mille pieds de *Pierre bleue de Namur*. Givet était donc un centre marbrier bien connu et apprécié à la fin du XVI^e siècle.

Voyons maintenant ce qu'en disent les livres anciens.

Félibien (1690) écrit : « qu'à Charlemont, à trois lieues de Dinant, il y a aussi des carrières de marbre blanc et rouge et blanc et noir ».

L'architecte Daviler (1691) recense une série de marbres noirs/rouges, dont le *Rance* et le *Gochenée* ; noirs et blancs tels que le *Barbençon* et le *Leffe*. Il ne cite pas Givet, mais il en a oublié beaucoup, comme le signale Dumon (1982).

D'Aviler (1755) cite le « *Marbre de Givet*, près de Charlemont, frontière de Luxembourg. Ce marbre est noir, veiné de blanc, et moins brouillé que le *Barbençon*. Les marches du baldaquin du Val-de-Grâce sont de ce marbre ». J'ai eu l'opportunité d'aller voir cet escalier récemment, et j'ai été surpris de constater l'importance du veinage qui en fait un marbre gris plutôt que noir à veines blanches.

Dezailleur d'Argenville écrivait, en 1755, que le *marbre de Charlemont* est rouge et blanc.

Les membres des sociétés royales des Sciences de Londres et de Montpellier dans une oryctologie de 1755, citèrent comme centre de production parmi les marbres de Flandre : Dinant, Namur, Charlemont, Charleville, ... (Dumon, 1950).

L'Encyclopédie de De Felice (1773) nous livre une liste des marbres exploités à cette époque ; pour la « Flandre » : les marbres noir de *Dinant* et *Namur*, les rouges de *Charlemont*, de *Rance*, *Gochenet* (=Gochenée), le *Givet*, le *Brabançon* (=Barbençon), le *Groschou* (?), le *Gravelle* (il existe des lieuxdits Gravelle(s) dans le Département du Nord) et « celui que l'on nomme *Caisle* » (?), mais également le *Florence* « en Hainaut » (?), *Loff* (=Leffe), *Solre-Saint-Géry*, ou *Pacagne*, *Renlies*, *Clermont*, *Strée*, *Franchimont*, *S.Remy* (=Rochefort), de *Dourlens* (=Dourlers), de *Liessies*, de *Trefon* (=Trélon) de *Fontaine-l'Evêque*, de *Cerfontaine*, de *Graudrieux* (=Grandrieux), de *Fil-Baudouin* (Thy-le-Bauduin) et *d'Ogimont* (=Agimont).

Malheureusement, la carte de Ferraris (1771-1778), si précieuse pour permettre les localisations ne dépasse pas la frontière des « Provinces belgiques » bien qu'elle indique Hestrud, Renlies et Gochenée qui étaient situés en France.

En 1782, Le Camus de Mézières nous informe que « Le marbre commun venant de Flandres, tel que *Cerfontaine*, *Gauchenet* (= Gochenée), *Givet*, *Griotte*, *Malplauquet*, *Mirlemont* (=Merlemont), *Montbard*, *Rance-Royal*, *Saint-Remi*, vaut depuis 12 jusqu'à 18 et 20 livres. ». Ce qui en faisait un matériau bon marché car « le pied cube de marbre

fin coûte 70 et jusqu'à 90 livres suivant la qualité et la rareté ».

En 1785, le célèbre Buffon, ne cite que quelques variétés de marbres (*Rance*, *Barbençon*, *Boulogne*), mais il mentionne l'un de ceux qui nous intéresse : «Celui de *Givet*, que l'on tire près de Charlemont sur les frontières du Luxembourg, est noir veiné de blanc, comme celui de *Barbençon* ; mais il est plus net et plus agréable à l'œil. »

Bullet, architecte du Roi (1792), cite aussi *Givet* parmi les marbres communs à Paris et de bonne durée... « Les Marbres de Flandres font tous de 20 à 21 liv. & quelquefois meilleurs marché, fuivant la difette ou l'abondance » (en comparaison, « le *marbre d'Antin* vaut depuis 60 jusqu'à 80 liv, le pied, et même « n'a pas de prix fuivan fon choix », « Le *Portor* et *Vert Campan*, valent 80 liv. le pied. »)

Cette réputation de marbre bon marché, a longtemps desservi nos matériaux, mais leur prix était indépendant de leur qualité. Il s'expliquait par la proximité relative de nos gisements et le faible coût de production.

En 1793, le Hainaut avait été intégré à la France et les barrières douanières abolies avec la Révolution. A la chute de l'Empire, des cantons entiers changèrent régulièrement de nationalité. *Rance*, par exemple, rattaché à la France lors du premier traité de Paris (1814), fut récupéré par le Royaume des Pays-Bas après les Cents-Jours. Les limites définitives ne furent fixées que le 28 mars 1820 par le Traité de Courtrai. Après ce détour par la grande Histoire, revenons-en aux conséquences sur l'industrie marbrière déjà mise à mal par la Révolution et l'Empire. Les frontières étant rétablies, les douanes françaises imposèrent des droits d'entrée de respectivement 3 fr./100 Kg de marbres bruts en blocs; de 5 fr. pour les marbres sciés et de 44 fr. pour 100 Kg de marbres ouvrés. Cette différence de 41 fr./Kg entre la matière brute et la matière ouvrée entraînait la fermeture de la frontière française à la marbrerie belge travaillée. La doctrine du directeur de la douane était « d'acheter aux autres le moins possible et de leur vendre le plus possible ». Il faut ajouter que le commerce du marbre se faisait à cette époque, à partir de Paris. C'est suite à ces conditions que la plupart des marbriers de la frontière belge vinrent s'établir en Avesnois et que redémarra l'exploitation de la pierre dans le Bavaisis. On peut cependant s'interroger sur l'absence de *Givet* dans tout ce mouvement.

Que trouve-t-on comme marbre dans la région au début du XIXème siècle ?

Le traité de l'Art de bâtir de Rondelet (1802-1807), reprend la double confusion entre Charleville et Charlemont (n°272) et le « Marbre blanc et noir d'Avesnes auprès de Charlemont » (n°258) et de citer le marbre noir et blanc de Charlemont (n°56) (fiches de Dumon, Musée du Marbre de *Rance*)

Brard (1808) que nous avons déjà mentionné plus haut, traite pour le département du Nord : les *Marbres de Rance* (rouge-brun), *Barbançon* (noir veiné de blanc), *Clermont* (gris cendré-clair, joint à une légère nuance de violet et mêlé de taches noires, de veines blanches et aurores), de *Trélon* (rouge et jaunâtre), *Grandrieux* (gris, noir, et présente des veines blanches), et les marbres brèches de *Dourlers* et *d'Etroeungt-la-Rouillie* (morceaux de marbre verdâtres et cendrés). Sous la dernière rubrique, il ajoute qu'il s'en trouve

encore beaucoup d'autres dans le département du Nord (tels que celui d'*Estrées*, qui ressemble beaucoup à celui de *Clermont* et un autre à *Liessies* qui ressemble un peu au *marbre de Rance*). Dans son édition de 1821, il ajoute bizarrement que le Marbre de *Rance* « est connu dans le pays sous le nom de *pierre d'Avesnes*. » et il orthographie « *Trolong* » [note : la célèbre Pierre d'Avesnes (-le-Sec) est une craie dure, blanc grisâtre, d'âge Turonien, et exploitée depuis des siècles dans le Cambrais].

Nous avons vu dans l'introduction, que pour le département des Ardennes, il cite le marbre noir, veiné de blanc de *Givet* et deux marbres rouges (*Givet* et *Charlemont*).

Héricart de Thury (1823) dans son rapport sur l'état actuel des carrières de marbre de France, donne une liste de 12 variétés de marbres dans le département du Nord. Outre l'assimilation de la *Pierre d'Avesnes* avec le *marbre de Rance*, la moitié des marbres repris dans sa liste proviennent de carrières situées dans le Royaume des Pays-Bas (version 1815-1830). Ainsi, outre *Rance*, nous trouvons *Barbançon*, *Clermont* (La Pacagne), *Grandrieux* (2X), et Fontaine-l'Evêque (*Rouge de Fontaine*). Parmi ceux localisés dans le département du Nord *Trélong*, les *brèches de Dourlers* et *d'Etroeungt*, et le *Sainte-Anne* (Hon-Hergie, Ferrière-la-Petite et Maubeuge)

Il en est de même avec le département des Ardennes pour lequel Héricart cite *Brard*, en laissant de côté *Franchimont* et *Cerfontaine* devenus belges. Quant au marbre noir *Charleville* (voir Groessens, 2003), il est de nouveau considéré comme marbre rouge ! Il cite encore un « marbre gris-bleu, blanc Sainte-Anne de La Folie Cassan à Notre – Dame des Bois près de Mézières » dont j'ignore tout.

Pour *Givet*, il considère le *Marbre rouge foncé*, avec tâches blanches, entroques et madrépores, et le Noir veiné de blanc. A *Charlemont*, on aurait un marbre rouge veiné de blanc, avec madrépores.

Drapiez (1821) cite à *Givet*, le rouge veiné de blanc.

Du 1er au 10 septembre 1835, la Société géologique de France organisa pour ses membres une réunion extraordinaire à Mézières. Elle visita près de *Givet*, les carrières de marbres bleus exploités dans le calcaire inférieur ; on y avait remarqué des cristaux de chaux fluatée violette, *Spirifer attenuatus*, *Terebratulla explanata*, plusieurs autres *Terebratula*, des entroques, ... Près du village de Heer, la Société s'arrêta auprès d'un dépôt de calcaire rouge et gris, veiné, subordonné aux schistes supérieurs et exploité comme marbre. Il est en grande partie composé de polypiers peu distincts, on y voit quelques encrines, le *Spirifer attenuatus*, ... Ces fossiles engagés dans une pâte rouge donnent les parties grises et blanches du marbre.

Cette même société revint à *Givet* en 1863 et en 1883.

En 1887, Demaret, écrit « Un genre de marbre analogue à ceux (du Bavaisis), s'extrait dans les environs de Couvin, et à Vierves, ainsi qu'à *Givet*, sur le territoire français. On y exploite un calcaire noir, moucheté et pointé de blanc, qui appartient au même niveau stratigraphique (le Givétien).

En 1858, Le Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle, appliquée aux Arts (tome XIX), dans sa rubrique *Marbre*, au paragraphe « Ardennes » décrit trois marbres : le *Marbre*

rouge de Givet, la brèche de Givet (marbre noir veiné de blanc) et le marbre rouge de Charlemont.

En 1890, la Société belge de Géologie consacra sa session extraordinaire à la région de Givet. Elle visita à Fromelennes, « une belle carrière de marbre rouge » qui est exploitée par un marbrier de Maubeuge. Les fossiles y sont rares, mais on y trouve de très beaux exemplaires des organismes problématiques que Dupont a désigné sous le nom de *Stromatactis*. Ils se font remarquer par leur couleur blanche, qui forme marbrure sur le fond rouge de la roche. La carrière montre très nettement la forme amygdaloïde du massif de marbre qui n'a pas plus d'un demi hectare de superficie.

Dans le « Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1899 » (Durand-Claye, 1890) on trouve pour le canton de Givet, des carrières dans les communes de Chooz et de Givet (Carrières des Trois Fontaines) et les carrières de Rancennes. Pour les carrières des Trois-Fontaines, on peut lire le nom de trois exploitants (Lurot, Tassaux, Antoine). Il s'agit probablement de trois exploitations distinctes qui entament les nombreux bancs de 0,40m à 1m40 de « calcaire compacte, noir ou gris-brun, moucheté ou veiné de blanc, à grain fin. » et dénommés Pierre des Trois Fontaines. Certaines qualités de cette pierre sont désignées aussi sous le nom de *marbre de Givet* et de *marbre Charlemagne*. L'auteur cite comme emploi remarquable, le monument du colonel Flatters dans le parc de Monsouris, à Paris.

Dans les notes inédites de Dumon, on retrouve une lettre concernant la création, en 1924, d'une marbrerie, la S.A. Daffe, à Givet par Henri et Oscar Daffe et leur beau-frère Jules Massaux. Ils achetèrent les terrains, construisirent des bâtiments et installèrent six châssis et du matériel pour polissage et façonnage de marbre. Le but était l'écoulement en France des marbres belges après sciage des blocs de marbres rouges provenant des carrières belges toutes proches (région de Philippeville, Vodelée, Soulme, Gochenée). La firme eut de bons débouchés en tranches brutes et polies dans le sud-ouest de la France et pour ses cheminées et dessus de meubles dans la région parisienne et l'est de la France. La société arrêta ses activités en 1969 et les bâtiments furent repris par une fonderie de bronze voisine.

Actuellement, on peut encore voir à Givet, outre les marbres de Rancennes, dont nous parlons ci-dessous, le marbre noir veiné de blanc dans les bases des colonnes supportant le jubé de l'église Notre-Dame (XIIIe-XVIIIe siècle). Les colonnes sont en *marbre rouge griotte* et le soubassement en *rouge royal*. La belle façade est une vitrine des différentes variétés de pierres de taille givétoises. De nombreuses pierres tombales des XVIIe et XVIIIe siècles, en marbre noir veiné de blanc sont encastrées dans le pavement de l'église Saint Hilaire

III. — LES MARBRES GIVETIENS DE RANCENNES, FROMELENNES ...

A Rancennes, à quelques kilomètres au sud de Givet, on a exploité du calcaire coquiller à *Stringocephalus burtini* sous le nom de « *marbre Sainte-Anne* » et un autre, riche en coraux divers et stromatopores, sous le nom de « *Florence* ». Ces deux marbres d'un gris clair, sont bien visibles dans le chœur

de l'église Saint Hilaire de Givet, œuvre de Vauban, datée de 1682.

Dans la carrière de marbre de Rancennes, située à deux kilomètres au S.-E., on exploite, sous le nom de *Florence*, un banc pétri de *Favosites reticulata* et, sous celui de *Sainte-Anne*, une véritable lumachelle de Stringocéphales (Gosselet, 1875). Gosselet reprend les mêmes renseignements dans « L'Ardenne » en 1888.

Mourlon (1880) écrit « Le calcaire de Givet est exploité comme marbre dans la localité qui lui a donné son nom, notamment dans les nombreuses carrières de Trois-Fontaines. Dans la carrière de marbre de Rancennes on exploite sous le nom de *Florence*, un marbre pétri de *Favosites reticulata* et sous celui de *Sainte-Anne*, une véritable lumachelle de stringocéphales. Aux environs de Couvin, on exploite comme marbre, depuis Vierves jusqu'à la frontière du département des Ardennes, un calcaire compact, noir, moucheté de blanc... »

Demaret (1887) écrit qu'en France, on exploite également un banc de *Florence* à Rancenne, près de Givet.

Dans le compte rendu de l'excursion du 7 septembre (1883), Gosselet nous raconte que venant de la plaine d'Asfeld « la Société revient vers Charlemont et, guidée par M. Dupont, descend dans les fossés de la fortification pour voir un banc de calcaire rempli de stringocéphales. Ce banc est surmonté d'une couche schisteuse ; puis viennent des calcaires avec *Stromatopora* et *Favosites*. C'est le marbre *Florence* des marbriers du pays. M. Dupont le range dans l'étage de Frasnes, et considère le vrai calcaire de Givet comme s'arrêtant au banc à stringocéphales. »

A Fromelennes, on a également exploité un marbre coquiller givétien sous le nom de « *Marbre Charlemagne* ». Il est localisé à Givet par Anus (1938). Cet auteur localise au même endroit « *Malplaquet* » et « *Trélon* ».

Ces marbres proviennent probablement du biostrome formé de bancs décimétriques, massif, que l'on rencontre vers la base de la formation de Trois-Fontaines. Ces mêmes calcaires pourraient également avoir été exploités comme marbre à Dion. Le *marbre de Salles*, exploité au N.-E. du village est aussi pétri de stringocéphales et de murchisonies. (Gosselet, 1875). Le même auteur écrit que « Depuis Vierves jusqu'à la frontière du département des Ardennes, on exploite pour marbre un calcaire compact noir avec petites mouchetures blanches en forme de larmes. A Vaucelles, il contient des traces de stringocéphales et de gastéropodes. » Plus généralement, bon nombre de calcaires noirs à coquilles ont été exploités dans l'Avesnois, sous le nom de « *Sainte-Anne* » (Groessens, 2003).

Dans le répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889 (Durand-Claye, 1890) on peut lire que dans le Canton de Givet, les carrières de Rancennes sont exploitées par Antoine et Anciaux, mais il n'est pas précisé s'il s'agit d'associés ou de maîtres de carrières différentes. On y exploite la *Pierre de Notre-Dame de la Halle* qui est décrite comme semblable à la *Pierre des Trois-Fontaines* de Givet, et dont certaines qualités sont désignées sous le nom de *marbre de Rancennes*.

IV. — LES MARBRES GIVETIENS DU BAVAISIS

L'industrie de la pierre dans l'Avesnois et dans le Bavais en particulier, remonte à l'occupation romaine, alors que le démarrage de la marbrerie et de bimbelerie est lié au tracé définitif des frontières entre la France et la Belgique et à l'instauration de politiques protectionnistes. Au Moyen-âge, Salamagne (1992) localise, outre les carrières locales situées autour des différentes villes, deux centres producteurs de pierre, celui de l'*Ostrevant* (pierre blanche et grès de la base du Tertiaire), et celui de l'Avesnois respectivement pour le sud et l'est du comté de Hainaut (pierre bleue).

Ce sont surtout les applications qui nous permettent de connaître l'ancienneté de certaines exploitations. A Bellignies, l'ancien presbytère, de style Renaissance, porte une pierre décorée d'un ciboire, datée de 1559, mais ce sont surtout les fours à chaux qu'il fallait alors approvisionner. Les registres communaux de Bellignies de l'époque révolutionnaire, mentionnent des « chauffouriers ». Il faut attendre 1823, pour voir apparaître la profession de « marbrier ». De même, sous la Révolution, les registres de l'Avesnois font état de 34 carrières de pierre de taille (Hon-Hergies, Gussignies, Houdain etc) et de 82 carrières de moellons. Progressivement de 1815 à 1848 l'industrie marbrière va s'implanter dans la vallée de l'Hogneau. Ce sera d'abord de petites scieries à bras ou avec des châssis à 4 lames, elles s'installent souvent à l'emplacement des moulins et plus tard de forges abandonnées. Bellignies va bénéficier du développement de l'industrie et dès 1835, les actes d'état-civil indiquent de plus en plus de professions se rattachant au travail du marbre : scieur, marbrier, polisseur... Ils sont en général nés en Belgique. Les femmes, les enfants polissent à la main ce qui demande beaucoup de temps, de patience, d'esprit d'initiative et d'observation (Duronsoy, 1979).

En 1836, on compte à Hon-Hergies, 7 carrières de pierre bleue, 5 carrières de marbre, 5 fours à chaux et une scierie. A partir de l'arrivée de la voie ferrée dans le 3^{ème} quart du XIX^e siècle, les variétés de marbres aux teintes plus chaudes vont découpler et la production sera écoulée plus aisément, mais toujours en direction de Paris. Ici, aussi l'industrie connut sa période faste sous la III^e République. Au tournant du siècle, toutes les communes de la région ne travaillaient plus que pour le marbre. En consultant les registres d'état-civil, il apparaît nettement que la profession, avec ses scieurs, marbriers, polisseurs, ciseleurs, graveurs, sculpteurs, formait plus des 9/10^{èmes} de la population. Après la Grande-Guerre, ce secteur d'activité va décroître rapidement pour disparaître au profit des carrières pour concassés.

Quant aux variétés de marbres ou pierres de taille exploitées, la description détaillée des « *Affleurements des terrains dévoniens dans les environs de Bavai* » par Ladrière (1905) est un outil incontournable. On peut en extraire les informations concernant les bancs marbriers : au dessus des schistes, grès et poudingues de Burnot qui sont datés de l'Emsien (+/- 400 millions d'années) on trouve des grauwackes et des schistes à *Calcéoles*, qui sont datés du Couvinién (Eifélien). La pierre calcaire apparaît au Givétien (390 M.A.). On y rencontre de bas en haut :

1) Couches de Hon-Hergies

A la base le *Sainte Anne*, qui est un calcaire gris à stromatopores et coraux, et au sommet, le *Banc-Blanc* qui est siliceux.

2) Couches d'Hergies

A la base le *Saint Vincent* qui contient de nombreux polypiers, une litée de 10 pieds et le *Cliquant* (beau marbre noir, appelé *Grand Antique* à Bellignies car traversé par des grosses veines de calcite).

Ensuite, le *Banc à Amandes*, qui contient des lucines (coquillages) et était très recherché (on peut en voir dans la chapelle du château de Versailles et au mausolée du Grand Condé à Chantilly). Suivent le *Fleuri (ou Blondeau)* à Murchisonies (gastéropodes) et les *Litées de 8 pieds, de 4 pieds etc.*

3) Couches d'Autreppe

On y rencontre le banc nommé *Gros dur*, car siliceux et au-dessus, les bancs de 4 pieds à polypiers, de 3 pieds à *Stringocéphales* (gros coquillage), à *Amandes*, à *Fontaines* car contenant des noyaux de sulfure de fer (pyrite) et enfin le bien-nommé *Boules de neige*, contenant des géodes de calcite blanche.

4) Couches de Gussignies

Ces couches sont séparées du 3^o par des schistes et calcaires argileux (épais).

Au-dessus on trouve des couches remarquables : un banc bleuâtre à *Stringocéphales* (= *Poil d'herbe*). Un *banc à C* (noir à coupes de coquilles). Un marbre noir à gastéropodes dénommés *Bellerophons* (= *Coquiller de Gussignies*) et enfin un marbre noir fin.

5) Couches du Bois du Boutenier

Séparées du 4^o par une grosse masse de schistes et calcaires argileux et à la base, un *Blanc-Banc* (siliceux). Viennent ensuite les couches du bois d'*Encades* (6^o), les couches de *Betrechies* (7^o) et enfin les formations d'âge *frasnien* ayant également livré leur lot de marbres (Groessens, 2006).

Certains de ces marbres (*Noirs à amandes, boules de neige...*) se retrouvent dans le pavement à Versailles, mais ces mises en œuvre datent des restaurations opérées sous Louis-Philippe. Ces marbres sont désignés sous l'appellation plus générale de *Marbre noir français* ou *Bavay* dont la granulométrie est plus grossière que celle des marbres noirs de Belgique (Dinant, Denée, Golzinne) et convenaient mieux pour la confection des pendules et la bimbelerie en général.

Si nous étendons notre propos à l'ensemble de l'Avesnois, nous devons mentionner les *marbres de Glageon* qui sont aussi d'âge givétien.

V. — LES MARBRES DE WELLIN

Au lieu-dit Spinoir à Wellin, village situé à 25 km à l'Est de Givet et actuellement traversé par l'autoroute E 411, Bruxelles-Luxembourg, on a exploité une série de marbres qui furent exposés en 1897 à l'Exposition de Bruxelles et dont les belles plaques sont conservées au Service géologique de Belgique.

La société « Tagnon frères » présentait trois variétés de marbre « Sainte-Anne » : le *Ste-Anne d'Or*, le *moucheté* et l'*historique* et le *Wellin Agathe*, qui est un beau marbre gris perlé à grands stromatopores massifs. Au Fonds des Veaux, on exploita vers le milieu du XIXe siècle un *marbre de Wellin*, à « fond bleuâtre, grisâtre et noirâtre avec diverses espèces de veines blanches ou de même teinte que le fond mais diversement nuancés, masse non stratifiée plutôt qu'en bancs réguliers » (Clément, 1849-1850). Certains de ces marbres ont été appelés « *Noir d'Ebène* » et « *Bleu belge* » dans la première moitié du XXe siècle. Rappelons que le « vrai » *Bleu belge* est un marbre d'âge viséen supérieur et que le « vrai » *Sainte-Anne* est un marbre gris à taches blanches du Frasnien, exploité « historiquement » à Barbençon. Les principales carrières étaient à la Buisserie, sur la Sambre.

VI. — ET LE BOULONNAIS

Le Musée de Rance possède une plaque de marbre dénommée « Stincal » qui à l'aspect d'un calcaire gris-brunâtre à nodules noirs et à reflets brunâtres que l'on a essayé de polir.

Brard (1808) après avoir parlé des différents marbres du Boulonnais, termine en écrivant que « le département du Pas-de-Calais renferme encore plusieurs autres marbres : tel celui de *Stingal*, de *Lingeon*, etc ». Dans son édition de 1821, il ajoute « d'après les dires d'un officiel, ils ne sont propres qu'à la décoration intérieure ».

Héricart de Thury (1823) cite 11 variétés de marbres dans le Boulonnais et parmi ceux-ci le « *Stinckal de Haut-Banc* », à Ferques qui est gris sombre ou bleuâtre.

Darras (1912), précise que toutes les pierres (du Boulonnais) appartiennent au terrain carbonifère, sauf le *Stinckal de Ferques*, exploité dans la même région et qui appartient au terrain dévonien.

VII. — LE CALCAIRE DE GIVET COMME PIERRE DE TAILLE

« Un village sans carrière n'est pas vraiment wallon. A ceux de chez-nous, pour être à l'aise, il faut, aux confins des dernières maisons d'ouvriers du village, le grand trou où chercher la pierre, les moellons pour bâtir, les cailloux brisés pour la route, les pierres taillées pour les maisons riches ». (Delatte, Le pays wallon).

Comme en témoignent les édifices religieux et civils et les nombreuses habitations givetoises, le Calcaire de Givet fut intensément exploité comme pierre de taille. Dans son

panorama pittoresque de la France, Didot (1839) écrit sous la rubrique Givet : « Atelier de polissage de marbre. Exploitation d'excellentes pierres calcaire bleues ». Rogissart, dans son livre « Ardennes » nous livre son impression à l'approche de Givet «...Cette grisaille, cette patine assez proche de celle qui recouvre les très vieux silex, donne aux maisons givetoises, une mélancolique monotonie ; la pierre « bleue », veinée de blanc qui égaye les seuils, polis aux pas humains, et dalle de noir funèbre les corridors et les pavés intérieurs, c'est sur les façades comme oxydée d'une espèce de pruite uniforme où rien ne tranche puisque les portes ont les couleurs passées, presque toutes de même teinte, et que la brique y est si rare qu'elle prend figure d'intruse et étrangère. Cette pierre a fait des murailles régulières, solides, indestructibles, aux assises bien égales, aux moellons scrupuleusement équarris, des façades sans accidents, sans imprévu, sans autres fantaisies que, çà et là, un millésime gravé, une niche menue pour une sainte, ou des agrafes de fer forgés en fleur de lys ou en fer de lance, comme l'on peut en voir sur les vieilles demeures fumaciennes. »

Les carrières des Trois-Fontaines sont certainement exploitées depuis plusieurs siècles. Elles auraient déjà été en exploitation au XVIe siècle et auraient été utilisées pour la construction du premier fort de Charlemont, entreprise sur l'ordre de Charles-Quint. La pierre bleue a sûrement été utilisée un siècle et demi plus tard, par Vauban, pour le nouveau fort de Charlemont, dont la masse imposante représente une véritable ville, qui domine Givet. Presque tous les édifices de Givet, ainsi que de nombreux monuments du département des Ardennes, ont été construits avec cette pierre qui a même servi à édifier certains quais et ponts de Paris. Depuis la fin de la dernière guerre mondiale, l'exploitation des Trois-Fontaines a été orientée surtout vers la production de matériaux routiers de qualité (Gridel, 1956). Depuis 1998, la carrière devenue « Granulat Nord Est » fait partie du groupe Lafarge.

Gosselet (1875) dans sa description du Calcaire de Givet, nous signale « Si, au sortir de la Porte de France, on suit la route de Vireux, on rencontre les nombreuses carrières des Trois-Fontaines, où on exploite un calcaire noir d'apparence argileux, mais fournissant cependant d'excellentes pierres de taille ». Plus loin, il mentionne que sur la route de Rancennes, quatre carrières sont ouvertes sur 100 m. à peine de distance et que l'on y exploite, comme pierre de taille, un calcaire compact avec veines blanches.

VIII. — LES MARBRES ROUGES DE « CHARLEMONT »

Parmi la grande variété des marbres, les marbres rouges, par leur couleur soutenue et par leur abondance ont rehaussé de leur beauté des lieux aussi symboliques que la Galerie des Glaces de Versailles, les Musées du Louvre et du Vatican, l'Empire State building ou encore le Palais Topkapi à Istanbul. Ils sont exploités chez-nous, depuis la période gallo-romaine. Les auteurs anciens avaient coutume de le qualifier de "*jaspés*" ce qui évoque sa préciosité. Ces marbres rouges trouvent leur origine dans des gisements d'un type fort particulier, qui mérite quelques explications géologiques.

Au cours du Frasnien, nos régions couvertes par la mer jouissaient d'un climat tropical. Ces conditions propices à

l'épanouissement de la vie sous-marine ont permis la prolifération d'organismes de toutes sortes, coraux, éponges, algues, qui ont permis l'édification sur les fonds marins de constructions, dénommées « mud-mounds » ou « monticules micritiques » par les spécialistes, sorte de gros dômes, bien visibles dans la topographie (les *Rond Tiennes*).

Dans la région de Couvin-Frasnes, vont s'ériger successivement trois, et même quatre, niveaux de mud-mounds. La base du premier niveau, visible dans l'ancienne carrière de l'Arche à Frasnes, est rouge-brun et a été exploité comme marbre. Le sommet de ce premier niveau et l'ensemble du deuxième (carrières du Lion et du Nord) sont des calcaires gris qui ont fait l'objet de tentatives d'exploitation. Le troisième est composé de marbre rouge dont nous parlerons par la suite. Le quatrième petit niveau, découvert récemment, est intercalé entre le 1er et le 2e et appelé « La Boverie » (Boulvain & Coen-Aubert, 2006)

Plus au nord, en direction du continent, les deux premiers niveaux passent à des calcaires stratifiés. Ce sont eux qui vont nous fournir les fameux (vrais) marbres *Sainte-Anne* et *Grand Antique de Meuse* et le marbre *Florence* (dans la région de Lustin). Encore plus au nord, à Mazy, le calcaire devient noduleux et c'est au sein de ce calcaire qu'est exploité le fameux *Marbre noir de Golzinne* ou *Noir belge*.

Les constructions récifales vont s'ériger sur un substrat de calcaire argileux. La pigmentation rouge est attribuée à l'hématite produite essentiellement par des bactéries. Les calcaires rouges se sont formés sous la zone d'action des vagues de tempête et sous la zone photique dans un environnement déficitaire en oxygène, d'où la présence de bactéries ferro-oxydantes dans un milieu pauvre en fossiles et ou dominant des éponges qui à leur mort, vont laisser des traces fantomatiques blanches dénommées « *stromatactis* ». La diminution de l'intensité de la coloration rouge témoigne de la remontée du « récif » dans la zone photique et sujette à l'action des vagues de tempête. Les calcaires gris se sont formés dans un milieu soumis à une agitation continue due à l'action des vagues (Boulvain, 2006).

Ces gisements présentent donc une importante variation de teinte, de la base au sommet et du centre vers les côtés. Chacune de ces variétés de marbre a reçu une dénomination spéciale, souvent nuancée de qualificatifs diversifiés pour exprimer textures et structures particulières. L'enveloppe extérieure est rouge sombre, appelée "*griotte*" plus ou moins "*fleurie*" de taches claires. Les griottes qui présentent une forte proportion de taches blanches dues à la présence massive de *stromatactis* sont appelées « *impériales* ». C'est le cas du marbre que l'on rencontre au Fort Condé. Vient ensuite le "*royal*", bien nommé, au rouge plus vif, localement chargé de cernes grisâtres - ce qui lui vaut alors l'appellation de "*byzantin*". On passe ensuite aux gris rosés, plus ou moins veinés - dont une variante a été tardivement baptisée "*gris Versailles*", sans référence réelle au château. Toutes ces variétés n'étaient pas extraites en même temps mais comme de nombreuses carrières étaient autrefois en activités, elles étaient pour la plupart disponibles sur le marché aux périodes de pleine exploitation.

Ces "récifs de marbre rouge" - on en compte environs deux cents - sont dispersés selon une grande transversale à travers la France et la Wallonie d'Ouest en Est, depuis Maubeuge, Trélon et Rance jusqu'à Rochefort et même au-

delà, vers Barvaux-sur-Ourthe, en passant par la région de Philippeville et Givet. Il n'est pas toujours aisé de distinguer l'origine géographique des variétés, bien que certaines typologies soient caractéristiques - par exemple, le vieux rose mélangé de gris perle un peu bleuté et très veiné du "*bleu Saint-Remy*", exploité par l'abbaye cistercienne du même nom, près de Rochefort. Le plus célèbre d'entre eux est incontestablement le *Marbre de Rance* et plus particulièrement le « *Vieux Rance* » qui passe pour être probablement celui qui a été le plus employé dans la décoration du château de Versailles (Groessens, 1992, 2003 ; Groessens & Tourneur, 2007).

En ce qui concerne l'exploitation du marbre rouge en France, nous avons déjà signalé que *Givet*, *Charlemont* étaient régulièrement cités depuis le XVII^e siècle. A Givet même, deux ou trois mud-mounds rouges à *stromatactis* sont connus. Le plus célèbre est celui, situé au Nord de Charlemont, et sur lequel un ouvrage militaire avancé a été construit. Le Fort Condé (1699-1726) est un curieux réduit taillé dans le marbre rouge. Le « Roc » affleure dans une prairie à 300 m à l'Est du précédent et décrit par Lecompte (1960), comme un bloc erratique. Ce Roc aurait été exploité d'après Gosselet (1888). Le récif du Fort Condé n'aurait que 17 m. d'épaisseur et serait incliné vers le nord avec un pendage d'environ 50° (Lecompte, 1960). Il y en a deux, ou trois autres entre Givet et Foisches, au lieu-dit Rondtienne, à douze cents mètres à l'ouest du Fort Condé. Ces mud-mounds seraient assez noduleux et puissants, d'une vingtaine de mètres au maximum. D'après les notes de Delhaye (1907-1909), les gisements sont inclinés d'une vingtaine de degré au sud ou à l'est et ne doivent être visibles en longueur que sur moins de 50 m. Un seul aurait été à peine exploité.

Saiselet (2002-2003) a parcouru les registres de délibération du Conseil municipal de Fromelennes depuis 1790 et ne trouve pas de traces de la carrière de marbre rouge de Fromelennes, située au lieu-dit *Ripel*, en terrain communal, seulement à partir de 1824. Une autorisation d'exploitation est donnée cette année-là au sieur Féon de Givet. Deux mois plus tard, elle fut louée pour 10 ans à Richard Debraux qui l'exploita quelques années. En 1844, Joseph Richard de Givet, loua la carrière et proposa d'y construire un four à chaux. En 1852, elle était inexploitée et trois ans plus tard de nouveau louée par Félix Donau. A partir de 1889 Mme Lucq de Maubeuge l'exploita et résilia son bail 12 ans plus tard. Elle fut encore louée par Corbiaux de Givet entre 1924 et 1936, puis abandonnée au « poubélien ». D'après Saiselet, à partir de 1852 et pendant 30 ans, Donau fils, réussit à sortir des blocs de marbres, envoyés à la scierie de Givet. La marbrerie de Givet, fondée en 1852 occupait en 1869, 70 ouvriers tant en ateliers qu'aux carrières.

L'ancienne commune de Heer-Agimont, située de part et d'autre de la Meuse quand on pénètre en territoire belge, possédait des carrières de marbre rouge. La célèbre rosace du Palais de Charles de Lorraine (1712-1780), gouverneur des Pays-Bas autrichiens est une véritable vitrine des richesses marbrières de la « Province belge ». La salle de l'étoile doit son nom au motif central du pavement, posé en 1766 et constitué par une étoile à 28 rayons taillés chacun dans un marbre différent. Parmi ceux-ci, on peut voir ceux de *Haire* (=Heer), *Agimont*, *Gochenée*, *Soulme*, *Waulsort*, etc. Plusieurs localités citées ci-dessus sont reprises dans Wirsing (1775).

Coenradt van Norenburgh, le Jeune, négociant à Namur, aurait livré en 1584, pour la décoration de l'hôtel de ville d'Anvers, 640 ½ pieds de « *Aygemontsche steen* » (Janse & de Vries, 1991). Vers 1600, Dawans, tailleur de pierre à Leffe (Dinant) travaillait du *Jaspe* provenant de St Rémy, Gochenée et Agimont.

Gosselet (1888) cite une carrière, anciennement exploitée à Heer, aux *Variettes*, et presque entièrement cachée par les éboulis, et « une autre, plus près de la rivière » dont il figure la coupe. Une carrière figure aussi sur la carte de Cauchy (1841). D'après les notes de Dumon, la carrière fut exploitée, avant 1925, par Rasquin ou Février, et connue sous le nom du propriétaire. Plus loin il écrit qu'« elle avait travaillé en 1927 ». La carrière est reprise dans une liste de l'Administration des Mines, en 1930, ce qui n'implique pas qu'elle était active. On y aurait produit du *gris des Ardennes*.

Gosselet mentionne encore une carrière abandonnée entre Heer et Agimont, sur la rive droite de la Meuse. D'après les notes de Dumon, il y avait trois gisements à Agimont (parfois orthographié *Ogimont*, qui est en Avesnois), un à *Rondtienne*, exploitée par Dubay avant 1914, puis par M.P.G. (=Marbres, Pierres et Granits) entre 1920 et 1939. La carrière fut, suivant Dumon, abandonnée vers 1960. D'après d'autres sources, l'exploitation était arrêtée avant la Seconde Guerre mondiale. Elle produisait la *griotte* de base, la *griotte royale* et le *Gris d'Agimont*. En 1990, M.P.G. a souhaité ré-exploiter le gisement, mais cette tentative avorta en raison des protestations de riverains. A Rondtienne, il y avait deux carrières ; celle du sud montrait surtout la *griotte* et celle du nord, de la *griotte* et du *Royal*. Rappelons pour finir que durant son exil, le Comte de Paris occupait le château d'Agimont, construit sur le troisième monticule de marbre rouge, d'où il avait une vue sur « son » royaume. Ces gisements, font partie des dizaines de récifs distribués régulièrement au sein des schistes du Frasnien terminal de la bordure méridionale du synclinorium de Dinant.

A Gochenée, un mud-mound a été entamé par la carrière Luçon. Pirmez-Moncheur de Gougny, qui deviendra Marmor. Le marbre de Luçon fut présenté à l'exposition de Bruxelles de 1897. Un autre gisement (Martinot ?) était exploité par la carrière Herman. Les deux exploitations sont abandonnées. Elles produisaient du *Rouge royal*, du *Rouge caillouté*, du *Luçon chocolat*, du *Rouge griotte*, du *Fleuri bleu* et du *Fleuri rouge*, du *Gris bleu* et *Damassé*. La carrière

Richemont a exploité un récif développé en partie sur Gochenée et sur Souleme. Cette carrière produisait essentiellement du *Gris des Ardennes*. C'est un marbre gris légèrement rosé et veiné. La carrière a été ouverte par Février. Daffe de Ligny l'a ensuite exploitée après 1910. La société Merbes-Sprimont y a travaillé jusque vers la fin des années 1960. En 2003, la conservatrice en chef du château de Versailles, Mme Saule, me signalait que certains socles de statues étaient réalisés en *Portor de Luçon*. Il existe dans certains mud-mounds frasnien des niveaux, noir anthracite à *Receptaculites*, comme les dalles visibles dans la grande salle au Palais des Beaux-arts de Bruxelles. C'est peut-être une origine du nom. Il existait aussi du *marbre Luçon* en Vendée. N'ayant pas vu les socles, je fournirai l'information sans autres commentaires.

Il existe encore une ancienne carrière de marbre rouge sur le territoire de Gimnée-Doische, signalée par Ferraris (1777) au lieu-dit « Crista de Weche ». Cauchy (1841) signale une carrière active à Doische. Il nous faut enfin, signaler une particularité : Waulsort faisait partie de Charlemont, on y exploitait un marbre-brèche rouge utilisé dans la décoration de Versailles. La « *Brèche de Waulsort* », encore appelée « *marbre Herculanum* » était exploitée à Hastière-Onhaye, par les moines de l'abbaye. Il s'agit d'une formation, datée du Viséen supérieur, composée de fragments de calcaire de différentes couleurs baignant dans un ciment rougeâtre et résultant d'effondrements souterrains liés à la dissolution d'évaporites. Cette brèche existait aussi, à Leffe (Dinant), Fontaine-l'Évêque et en Avesnois où elle était commercialisée sous le nom de « *brèche de Dourlers* » ou « *brèche du Hainaut* ». Dans les ouvrages anciens, cette brèche est souvent reprise dans la liste des marbres rouges.

Remerciements. — L'auteur du présent article tient à remercier les nombreuses personnes qui ont contribué par les renseignements communiqués, à la rédaction de cet article : Melle D. Brice, professeur émérite à l'Université catholique de Lille, Melle S. Mouquin, historienne de l'Art ; Mme J. Biadatti, secrétaire du Cercle d'Histoire régionale de la Pointe de Givet, Melle V. Dumoulin, co-auteur de la carte géologique de Wallonie 58/3-4. « Agimont-Beauraing », Mme Florence Peltier, conservatrice du Musée du marbre à Rance. J. Heuclin, Professeur à l'Université catholique de Lille. A. Prétat, professeur à l'Université de Bruxelles et F. Tourneur, secrétaire-général de Pierres et Marbres de Wallonie. R. Cristoforetti, originaire de Fromelennes et B. Vignerons, secrétaire de la mairie de Fromelennes.

BIBLIOGRAPHIE

- ANUS F. (1938). — Les Marbres de la France et du Sud de la Belgique (échelle : 1/1.000.000) Carte avec les noms utilisés dans le commerce des pierres marbrières. (*carte manuscrite*)
- BIRON J. P., COEN-AUBERT M., DREESEN R., DUCARME B., GROESSENS E. et TOURNEUR F. (1983). — Le Trou de Versailles ou Carrière à Roc de Rance. *Bulletin Société belge de Géologie*, 92 (4) : 317-336.
- BONTE A. & RICOURT J. (1949). — Contribution à la Stratigraphie du Givétien. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 98 : 25-36.
- BOULVAIN F. (2006). — Atolls et récifs du Frasnien du Synclinorium de Dinant (Belgique, France), *Géologie de la France*, 1-2 : 53-57.
- BOULVAIN F., COEN-AUBERT M., MANSY J. L., PROUST J. N. et TOURNEUR F. (1995). — Le Givétien en Avesnois : Paléoenvironnements et implications paléogéographiques. *Bulletin Société belge de Géologie*, 103 (1-2) : 171-203.
- BOULVAIN F. & COEN-AUBERT M. (2006). — A fourth level of Frasnian carbonate mounds along the south side of the Dinant Synclinorium (Belgium), *Bulletin Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 76 : 31-51.

- BRARD C.P. (1808). — *Traité des Pierres précieuses, des porphyres, granits, marbres et albâtres et autres roches propres à recevoir le poli et à orner les monuments publics et les édifices particuliers.* Schoell, Paris, 565 p.
- BRARD C.P. (1821). — *Minéralogie appliquée aux Arts*, Levraut, Paris, 491 p.
- BRICE D., MILHAU B., MISTIAEN B., ROHART J. CL. & WEYANT M. (1993). — Précisions stratigraphiques sur le Frasnien de Ferrière-la-Grande. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2ème série, 2 : 91-104.
- BRICE D. (1980). — Le Givétien. In CAVELIER C. & ROGER J. (Coord.) Les étages français et leurs stratotypes. *Mémoire B.R.G.M.*, 109 : 9-25.
- BUFFON GEORGES LECLERC (Comte de) (1785). — Histoire naturelle des Minéraux, *Devois et Cie* (Ed. de 1852), Bruxelles, 3 : 153-156.
- BULLET (1792). — *Architecture pratique*, Didot, fils aîné, Paris : 556-557.
- CLEMENT CH. (1849-1850). — Description géologique de la partie septentrionale de la Province de Luxembourg., *Annales des Travaux Publics de Belgique* , 8 : 213-242
- COEN M., COEN-AUBERT M. & CORNET P. (1976). — Distribution et extension stratigraphique des récifs à Phillipsastrea dans le Frasnien de l'Ardenne, *Annales de la Société Géologique du Nord*, 96 : 325-331.
- COLBEAUX J-P. (1992). — Terroirs et Monuments de Frances. (dir.Ch.Pomerol) « Nord de la France, Boulonnais, Calais, Dunkerquois » *Collection « Terroirs et Monuments »*, B.R.G.M. : 224-228.
- D'AVILER A.-CH. (1755). — *Dictionnaire d'Architecture civile et Hydraulique et des Arts qui en dépendent*, Jombert, Paris : 277-282.
- D'AVILER A. C. (1756). — Cours d'architecture qui comprend les ordres de Vignole, avec des commentaires ; Les figures et les descriptions de ses plus bâtiments et de ceux de Michel-Ange ; des instructions et des préceptes, et plusieurs nouveaux dessins, concernant le distribution et la décoration, la matière et la construction des édifices, la maçonnerie, la charpenterie, la couverture, la serrurerie, la menuiserie, le jardinage, et généralement tout ce qui regarde l'art de bâtir, Impr. C.A. Jombert, Paris.
- DE CHESNEL, A. (1849). — *Dictionnaire de Géologie suivi d'esquisses géologiques et géographiques.* Ed. Aux Ateliers catholiques du Petit-Montrouge, Paris. « Marbre, Marmor » col. 231-234.
- DELATTRE CH., MERIAUX E. & WATERLOT M. (1973). — Région du Nord, Guides géologiques régionaux, *Masson & Cie*, Paris : 1-176.
- DEMARET, J. (1887). — Gisement, exploitation, travail et commerce des marbres en Belgique et à l'étranger, *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 44 , 80 p.
- DEZAILLER D'ARGENVILLE AZ. J. (1755). — L'histoire naturelle éclaircie dans ses parties principales, l'orythologie qui traite des terres, des pierres des minéraux et autres fossiles. *Bure l'aîné* : 562 p.
- DIDOT F. (1839). — *Panorama pittoresque de la France*, Firmin Didot frères, Paris, V.
- D'OMALIUS D'HALLOY J. B. J. (1829). — Mémoire pour servir à la description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines, *Gérard*, Namur : 305 p.
- DRAPIEZ P. (1821). — *Minéralogie usuelle. Exposition succincte et méthodique des Minéraux, de leur caractères, de leur composition chimique, de leur gisements, de leurs applications aux arts et à l'économie*, Lacroix et Baudry, Paris : 504 p.
- DUCARME G. (1957). — Le marbre de Rance, son Histoire et celle de l'industrie marbrière dans la localité. *Publication de la Société d'Histoire régionale de Rance*, II : 35-76.
- DUFRENOY et ELIE DE BEAUMONT (1841). — Explication de la Carte géologique de France, *Imprimerie royale*, Paris, 1 : 749-755.
- DUMON P. (1959). — Le Marbre dans la Région du Nord. *Le Mausolée*, 273 : 627- 637.
- DUMON P. (1982). — Aperçu historique de l'activité marbrière en Wallonie. *Annales Mines de Belgique*, 11 : 945-1008.
- DURAND-CLAYE (1890). — Recherches statistiques et expériences sur les matériaux de construction : Répertoire des Carrières de Pierre de taille exploitées en 1889. Ministère des Travaux publics, *Librairie polytechnique Baudry et Cie*, Paris : Canton de Givet : 27-28.
- DURONSOY A. (1979). — Carrière, marbriers, chauffourniers de la Vallée de l'Hogneau. *Catalogue d'exposition à Bellignies* : 20 p.
- ERRERA M., MAMET B. & SARTENAER P. (1972). — La Calcaire de Givet et le Givetien de Givet, *Bulletin Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre, 48, 1 : 59 p.
- GOSSELET, J. (1875-1876). — Le Calcaire de Givet, 1^{ère} Partie : Le calcaire de Givet sur le littoral de l'Ardenne, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 3 : 36-54.
- GOSSELET J. (1883). — Compte-rendu de la course du 7 septembre, de Vireux à Givet et aux environs de Givet. *Bulletin Société Géologique de France*, 3^{ème} série, 11 : 677-680.
- GOSSELET J. (1888). — L'Ardenne, *Baudry et Cie*, Paris : 890 p.
- GRIDEL P. H. (1956). — La Pierre bleue de Givet. *Géographie et Industrie de France* : 40 p.
- GROESSENS E. (1981). — L'industrie du marbre en Belgique, *Mémoire Institut de Géologie Université de Louvain*, 31 : 219-253.
- GROESSENS, E. (1992). — La diffusion du Marbre de Rance en France. *117^e Congrès national des Sociétés Savantes., Clermont-Ferrand*, 2^e Coll. Carrières et Constructions : 193-211.
- GROESSENS E. (2003). — Les marbres du Nord de la France et du Boulonnais, *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2^{ème} série, 10 : 209-218.
- GROESSENS, E. (2005). — Marbres de Rois – splendeurs des pierres ornementales – XVIIe-XVIIIe siècles. Les marbres de Flandre et du Hainaut à Versailles, *Les Echos de la Société d'Histoire Régionale de Rance*, 356 : 6-23.
- GROESSENS E. (2006). — Le petit patrimoine bâti du Bavais, bleu comme l'eau et la Pierre. in « Métièrs et matières du Bavais » *Catalogue de l'exposition présentée à la Maison du Patrimoine du Bavais* : 43-47.
- GROESSENS E. & TOURNEUR F. (2007). — Les marbres wallons à Versailles, in « Les Wallons à Versailles », *La Renaissance du Livre & Commission royale des Monuments, sites et fouilles* : 389-408.
- GUETTARD et MONNET (1780). — Atlas et Description Minéralogiques., *Didot le jeune*, 212 p.

- GUICCIARDIN L. (1588). — Description de tous les Pays-Bas autrement appelé la Basse Allemagne. *Ed. Chr. Plantin*, Anvers : 432 p. (en italien).
- HATRIVAL J. N. (2006). — Ressources minérales naturelles dans le massif primaire du département des Ardennes : exploitation des roches massives. *Géologie de la France*, 1-2 : 123-127.
- HEBERT ED. (1855). — Quelques renseignements nouveaux sur la constitution géologique de l'Ardenne française, *Bulletin Société Géologique de France*, 3^{ème} série, 12 : 1165-1188.
- HEUCLIN J. (1978). — Monographie de la Marbrerie à Cousolre. *Le Mausolée*, Avril 78 : 759- 764, Juillet 78 : 1327- 1333.
- HEUCLIN J. (1980). — L'industrie du Marbre au XIX^e siècle à Cousolre. *Mémoire de la Société d'Archéologie et d'Histoire de l'Arrondissement d'Avesnes*, XXVII : 87- 111.
- KOCKEROLS H. (2007). — Monuments funéraires en pays mosan. La pointe de Givet. *Les Editeurs namurois*, Namur : 160 p.
- LACQUEMENT F., MANSY J. L., MEILLIEZ F. & VAN VLIET LANOË B. (2006). — La Carte géologique de Givet à 1/50 000 – 2^{ème} édition, *Géologie de la France*, 1-2 : 15-17.
- LADRIERE J. (1888). — Le Givétien à Hon-Hergies-lez-Bavai, son importance, ses limites, son contact avec l'Eifelien. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 15 : 162-169.
- LADRIERE J. (1905). — Les Affleurements du Terrain Dévonien dans les environs de Bavai. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 34 : 205-264.
- LECOMPTE M. (1936). — Contribution à la connaissance des « récifs » du Frasnien de l'Ardenne. *Mémoire Institut de Géologie Université de Louvain*, 10 : 30-112.
- LECOMPTE M. (1960). — Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société géologique de Belgique et de la Société belge de Géologie, 25-28 septembre 1959, *Bulletin Société Géologique de Belgique*, 83 : 134 p.
- LE CAMUS DE MEZIERE M. (1782). — Le guide de ceux qui veulent bâtir. *Yverdon* : 44-56 et de 103-108.
- LEMONNE E. & DUMOULIN V. (1998). — *Carte géologique de Wallonie* (1/25.000^e) 58/3-4, Agimont-Beauraing, avec Notice explicative : 66 p.
- MOURLON M. (1880). — Géologie de la Belgique, t. 1, *Hayez*, Bruxelles : 2 vol. in-8^o, de 317 et 392 p.
- PEL J. (1975). — Etude sédimentologique et stratigraphique du Givétien. Synclorium de Dinant, de Givet à Liège. *Publication de la Faculté des Sciences appliquées, Université de Liège*, 53 : 97 p.
- ROGISSART J. (1979). — De Givet à Charlemont., dans « Ardennes » *A.T.M.O.*, collection Automobilisme ardennais : 43.
- SAISELET B. (2002-2003). — Carrières, fours à chaux, sablonnière, briqueteries... à Fromelennes, *Fromelennes info* (en 3 parties) : 16 p.
- SALAMAGNE A. (1992). — La fourniture et la mise en œuvre de la pierre sur les chantiers du Hainaut méridional, du Cambrasis au Douaisis (XII^e-XVI^e siècle), *Actes du VIII^e Colloque interational. de Glyptographie d'Hoepertingen* : 363-390.
- SANCHOLLE B. (1850). — Dictionnaire du Commerce et des marchandises. « Marbres » *Guillaumin et Co.*, Paris : 1439-1446.
- SZMYDKI R. (1999). — Netherlandic sone-masons engaged by Sigismundus III (in the first quarter of the 17th century), *Kronika Zamkowa, The Castle Chronicle*, Varsovie 2, 38 : 65 p.
- TOURNEUR F. (1982). — Conodontes de trois « récifs de marbre rouge F2j » Stratigraphie et Ecologie. *Bulletin Société belge de Géologie*, 91 (2) : 91-102.
- VOISIN L. (1956). — L'Ardenne et sa bordure. *Géographie et Industrie de France*, Ardennes : 4-5.
- WATERLOT G. & BEUGNIES A. (1973). — Ardenne Guides géologiques régionaux, *Masson et Cie*, Paris : 206 p.

BRACHIOPODES SPIRIFERIDES DU BASHKIRIEN INFÉRIEUR, BASSIN HOULLER DU NORD DE LA FRANCE (COLLECTIONS J. CHALARD)

Spiriferid brachiopods from early Bashkirian, North France Coal Basin (J. Chalard's collections)

par Marie LEGRAND-BLAIN (*)

(Planches III et IV)

Résumé. — Les « *Spirifer bisulcatus* » cités par J. Chalard (1960) ont été récoltés dans le Kinderscoutien (biozone à goniatites R1) du Bassin Houiller du Nord de la France, Groupe de Valenciennes : « bowettes » de fosses minières et sondages. Chez les spiriférides carbonifères d'Eurasie, une morphologie externe de type *bisulcatus* est courante. L'auteur de l'espèce *bisulcatus*, J. de C. Sowerby (1825) n'en ayant pas précisé la localité-type, on n'en connaît ni la position stratigraphique ni les caractères internes. De ce fait, le « groupe *bisulcatus* » comporte, du Tournaisien supérieur au Bashkirien, une douzaine d'espèces appartenant à divers genres. Les spiriférides ici décrits présentent des caractères internes de Choristitidinae (admicula, empreintes vasculaires) et une morphologie externe du sous-genre *Alphachoristites* (*Prochoristites*). Deux espèces se succèdent : *A. (Prochoristites) sp.*, et *A. (Prochoristites) sabatieri* nov. sp. Elles sont comparées à des espèces contemporaines du Donetz et de Grande-Bretagne. La variabilité de leur morphologie externe semble liée aux paléoenvironnements : les coquilles les plus étirées en largeur, avec des extensions mucronées, auraient vécu sur les fonds les plus vaseux.

Abstract. — *The specimens of « Spirifer bisulcatus » reported by J. Chalard (1960), were collected in Kinderscoutian beds (R1 goniatite zone) of N. France, Valenciennes Group, in coal mines galleries and boreholes. External morphology of bisulcatus-type is common among spiriferids from the Carboniferous of Eurasia. As J. de C. Sowerby (1825), the author of S. bisulcatus, did not provide details of its type locality, its stratigraphical position is unknown as are the internal characters. Consequently, the « Spirifer bisulcatus » group includes, from late Tournaisian up to Bashkirian, a dozen species belonging to several genera. The spiriferids described in this paper have Choristitidinae internal characters (admicula, vascular impressions) and the external morphology of Alphachoristites (Prochoristites). Two species are recognized, in stratigraphical order : A. (Prochoristites) sp. and A. (Prochoristites) sabatieri nov. sp. They are compared with contemporaneous species from Donetz and England. Their external variability seems linked to paleoenvironments: the widest shells, with mucronate lateral extensions, would have lived on the muddiest bottoms.*

Mots clés. — Répartition du groupe de « *Spirifer bisulcatus* »; Bashkirien, Nord de la France.

Key words. — « *Spirifer bisulcatus* » group range; Bashkirian, N. France.

I. — INTRODUCTION

Les fossiles marins namuriens récoltés en sous-sol du Bassin Houiller du Nord de la France ont été rassemblés par J. Chalard (1960). Les goniatites, étudiées en priorité, ont permis de préciser : une succession de niveaux-repères, précieux dans un bassin intensément faillé (Bouroz *et al.*, 1961) ; la biostratigraphie des biozones à goniatites E, H, R, du Pendleien E1 au Marsdenien R2 (fig. 1, 2). Les brachiopodes, localement abondants, ont contribué à établir certains niveaux-repères indépendants des horizons à goniatites : niveaux à « *Productus* à test blanc », « *Martinia* », « *Productus corrugatus* et *Spirifer bisulcatus* ». Ces brachiopodes n'ont jamais été décrits, à l'exception de certains productides, anciennement étudiés (Waterlot, 1932). J. Chalard m'ayant confié ses matériaux de « *Spirifer bisulcatus* » et « *Pinctospirifer kentuckiensis* », je présente ici l'étude des « Sp. *bisulcatus* », localement abondants dans les fosses et sondages du Groupe de Valenciennes, au Kinderscoutien (R1). J'envisagerai ultérieurement d'aborder les autres brachiopodes cités par J. Chalard, rassemblés dans

les collections géologiques du Musée d'Histoire Naturelle de Lille.

Les fossiles marins benthiques du Namurien étant relativement rares en Europe occidentale, leur étude présente un intérêt tout particulier. La préservation et la valorisation du patrimoine géologique du sous-sol français constituent un autre objectif majeur : l'exploitation souterraine de la houille dans le Bassin du Nord – Pas-de-Calais, intense entre les années 1930 et 1960, ayant cessé en 1990 (Vesseron *et al.*, 2006).

Quelques termes particuliers aux exploitations minières, cités dans la thèse de J. Chalard et dans les pages qui suivent, sont ici définis :

- Bowette : galerie horizontale ou travers-banc, creusée à partir d'une Fosse pour rechercher des couches et filons, en particulier dans les gisements de structure complexe.
- Clayat : concrétions de sidérose, parfois autour de pyrite.
- Mur : paléosol de végétation.

(*) 216 Cours Général de Gaulle – F 33170 GRADIGNAN France. legrandblain@wanadoo.fr.

		Iles Britanniques et Belgique		Moscou, Oural	Donetz			
MOSCOVIEN	WESTPHALIEN	(D) -----	<i>pennystonensis</i>	<i>bisulcatiformis</i>	K			
		(C) BOLSOVIEN						
BASHKIRIEN	NAMURIEN	(B) DUCKMANTIEN				α, β, γ	<i>vulgaris</i>	<i>pseudobisulcatus</i>
		(A) LANGSTETTIEN						
		YEADONIEN G1						
		MARSDENIEN R2						
		KINDERSCOUTIEN R1						
		ALPORTIEN H2						
		CHOKIERIEN H1						
SERPUKHOVIEN		ARNSBERGIEN E2				<i>ovstermouthensis</i>	<i>parabisulcatus</i>	D ₇ ⁶ <i>auritus</i>
		PENDLEIEN E1						
VISEEN		BRIGANTIEN	<i>trigonaliformis</i> <i>roscobiensis...</i>		D ₅ ⁸			
		ASBIEN						
		HOLKERIEN						
		ARUNDIEN						
TOURNAISIEN		CHADIEN	<i>bisulcatus</i> <i>calcaratus</i> (<i>semicircularis</i>)					

Fig. 1. — Espèces, sous-espèces, variétés issues de « *Spirifer bisulcatus* ». Références et notes, par ordre géographique et stratigraphique.

ILES BRITANNIQUES ET BELGIQUE.

Spirifer semicircularis PHILLIPS, 1836 p. 217, Pl. IX figs 15, 16. Sowerby ayant figuré 2 spécimens de *bisulcatus* (1825, Pl. 494 fig. 1, 2), le second est attribuable à *Sp. semicircularis* (Brunton, *in litt.* 1993) ; localité-type selon Phillips : Chipping, Bolland, Lancashire, Craven Basin, où des lumachelles sont citées en récifs waulsortiens (Aitkenhead *et al.*, 1992). - *Spirifer bisulcatus* SOWERBY, 1825. Semichatova (1941a, p. 68-73, en Russe), a longuement commenté les problèmes relatifs à l'espèce, et cité une correspondance avec George à ce sujet. Selon Turner (1948, p. 48) le lectotype de l'espèce «near Dublin... might be from any reef-limestone from C1 to D in age». - *Spirifer calcaratus* MC COY, 1844, p. 130, Pl. XXI, fig. 3 (non SOWERBY; cf. Demanet 1938, p. 92). Forme à extrémités cardinales légèrement mucronées ; « very common in the Carboniferous slate of nearly every district in Ireland » (Mc Coy 1844, p. 130) ; sa localité-type et ses caractères internes sont inconnus. L'espèce a été citée comme « probably a malformation of *Sp. bisulcata* » (Davidson 1858, p.32), ou variété de *Sp. bisulcatus* (Demanet, 1938). - *Spirifer (Brachythyrina) bisulcatus* var. *roscobiensis* REED, 1949 ; var. *acuticardinalis* REED, 1949 ; var. *bearnach* REED, 1949, pp. 453-457, Pl. VII, VIII. Fife, Ecosse, Midland Valley, Charlestown main Limestone, Brigantien (George *et al.* 1976, fig. 14). Reed a attribué ces formes à l'espèce *bisulcatus* en référence à des descriptions de faunes d'Ecosse par Davidson, et non aux types de Sowerby. L'attribution au genre *Brachythyrina* étant incorrecte, Campbell (1957) suggère une proximité avec *Ectochoristites*, qui serait à confirmer. - *Spirifer bisulcatus trigonaliformis* DEMANET, 1938, p. 93, Pl. IX, figs 4-7. Wamantien inférieur de Belgique. Les figurations suggèrent des coquilles déformées par compaction latérale. - *Sp. bisulcatus oystermouthensis* VAUGHAN, in Dixon & Vaughan, 1912, p. 562, Pl. XLI, fig. 5. South Wales, Brigantien supérieur (George *et al.* 1976, fig. 5B, note 21). - *Spirifer* sp. nov. α , *Spirifer* sp. nov. β , *Spirifer* sp. nov. γ , GEORGE, 1932, pp. 43-48, figs 6-10. N. Pennines « Cayton Gill shell bed » surmontant des argilites à goniatites de la zone R1a (Dunham & Wilson, 1985, p. 64-66). Moules internes comparés par George à *Sp. pennystonensis* ; attribuables à *Alphachoristites (Prochoristites)*. - *Spirifer pennystonensis* GEORGE, 1928, p. 109, Pl. IV. Welsh Borderland, Coalbrookdale Coalfield, Pennystone Marine Band and Ironstone ; niveau « vanderbeckei », base du Westphalien B = Duckmantien (Ramsbottom *et al.* 1978, Pl. 2 ; Hamblin & Coppack 1995, p. 51-53). Espèce déterminée initialement *Sp. bisulcatus* par Sowerby, présentant les caractères internes et externes d'*Alphachoristites (Prochoristites)*.

RUSSIE – BASSIN DE MOSCOU ET OURAL OCCIDENTAL

Spirifer parabisulcatus SEMICHATOVA, 1941a, p. 61, Pl. III, IV, X, XI. Genre *Angiospirifer*, groupe de *trigonalis* (Poletaev, 2006, fig. 1/8). Sud du Bassin de Moscou, région de Toula – Aleksin, Serpukhovien inférieur, horizons de Tarussa et Steshevo. - *Spirifer bisulcatus* var. *vulgaris* EINOR, 1936, p. 38, Pl. V fig.2, Pl. VII fig. 7. Dimensions modestes, espèce la plus ancienne du sous-genre *Prochoristites* (Poletaev, 2006) ; région de Kizel, Oural Central, horizon Siuran, Bashkirien basal. - *Choristites bisulcatiformis* SEMICHATOVA, 1941b, p. 29, Pl. I, VIII. Riv. Juresan (Ufa), Oural méridional, Bashkirien inférieur.

UKRAINE, BASSIN DU DONETZ.

Succession des horizons calcaires au Bashkirien : biozones de conodontes et chronostratigraphie selon Nemyrovska, 1999, fig. 36. *Unispirifer auritus* POLETAEV 2000, p. 36, Pl. 5 fig. 11-14. Calcaires D₇⁶ à E1, Bashkirien inférieur, Kinderscoutien. Synonymie : *Spirifer bisulcatus* in Rotai, 1931. Mucronations parfois très étendues : cf. « *Sp. bisulcatus* var. » in Poletaev, 1983, Pl. 50, fig.3, entre Calcaires D₇⁷ – D₇⁸. - *Spirifer (Choristites) pseudobisulcatus* ROTAÏ, 1951, p. 48, Pl. VII, VIII. L'espèce, apparue à l'horizon Calcaire E1, est abondante en E8-E9 et F1 : Kinderscoutien et Marsdenien. Selon Poletaev, 2004, p. 283, l'espèce est très polymorphe : « specimens with rounded ears (as the holotype) are uncommon. Rectangle or acute-angle forms are more common ».

Fig. 1. — Species, sub-species, varieties issued from « *Spirifer bisulcatus* »; references and notes, in geographic and stratigraphic order.

BRITISH ISLES AND BELGIUM.

Spirifer semicircularis PHILLIPS, 1836, p. 217, Pl. IX figs 15, 16. Among the two *Spirifer bisulcatus* specimens figured by Sowerby (1825, Pl. 494 figs 1, 2), the second one belongs to *Sp. semicircularis* (Brunton, in litt., 1993); type locality according to Phillips: Chipping, Bolland, Lancashire, Craven Basin, where coquina beds are recorded in Waulsortian mounds (Aitkenhead et al., 1992). — *Spirifer bisulcatus* SOWERBY, 1825. Semichatova (1941a, p. 68-73, in Russian), provided a detailed comment on the species, quoting correspondence with T.N. George on the matter. According to Turner (1948, p. 48) the lectotype of *Sp. bisulcatus* «near Dublin... might be from any reef-limestone from C1 to D in age». — *Spirifer calcaratus* MC COY, 1844, p. 130 Pl. XXI fig. 3 (non Sowerby; cf. Demanet 1938, p. 92). Slightly mucronate; «very common in the Carboniferous slate of nearly every district in Ireland» (Mc Coy, 1844, p. 130); type locality and internal characters unknown; cited as «probably a malformation of *Sp. bisulcata*» (Davidson, 1858, p.32), or a variety of *Sp. bisulcatus* (Demanet, 1938). — *Spirifer* (*Brachythyrina*) *bisulcatus* var. *roscobiensis* REED, 1949; var. *acuticardinalis* REED, 1949; var. *bearnach* REED, 1949, pp. 453-457, Pl. VII, VIII. Fife, Midland Valley of Scotland, Charlestown main Limestone, Brigantian (George et al. 1976, fig. 14). Reed's reference to *bisulcatus* was after Davidson's descriptions of Scottish faunas, different from the types of Sowerby. The reference to *Brachythyrina* is incorrect, and the generic affinity to *Ectochoiristites* by Campbell, 1957, needs confirmation. — *Spirifer bisulcatus* *trigonaliformis* DEMANET, 1938, p. 93, Pl. IX figs 4-7. Belgium, early Warnantien. The figures suggest a deformation of the shells by lateral compaction. — *Sp. bisulcatus* *oystermouthensis* VAUGHAN, in Dixon & Vaughan, 1912, p. 562, Pl. XLI, fig. 5. South Wales, late Brigantian (George et al. 1976, fig. 5B, note 21). — *Spirifer* sp. nov. α , *Spirifer* sp. nov. β , *Spirifer* sp. nov. γ GEORGE, 1932, pp. 43-48, figs 6-10. N. Pennines «Cayton Gill shell bed» above shales where goniatites of the R1a Zone have been recorded (Dunham & Wilson, 1985, p. 64-66). Internal moulds compared by George to *Sp. pennystonensis*, attributable to *Alphachoristites* (*Prochoristites*). — *Spirifer pennystonensis* GEORGE, 1928, p. 109, Pl. IV. Welsh Borderland, Coalbrookdale Coalfield, Pennystone Marine Band and Ironstone: «vanderbeckei» horizon, basal Westphalian B = Duckmantian (Ramsbottom et al., 1978, Pl. 2; Hamblin & Coppack 1995, p.51-53). Species formerly identified as *bisulcatus* by Sowerby; internal and external characters typical of *Alphachoristites* (*Prochoristites*).

RUSSIA – MOSCOW BASIN, WESTERN URALS.

Spirifer parabisulcatus SEMICHATOVA, 1941a, p. 61, Pl. III, IV, X, XI. Genus *Angiospirifer*, *trigonalis* group (Poletaev 2006, fig. 1/8). Moscow Basin, Lujki (Tula – Aleksin region), Tarussa and Steshevo beds, lower Serpukhovian. — *Spirifer bisulcatus* var. *vulgaris* EINOR, 1936, p. 38, Pl. V, fig.2, Pl. VII, fig. 7. Medium-sized shell, the oldest species of subgenus *Alphachoristites* (*Prochoristites*), according to Poletaev (2006). Kizel area, central Urals, Siuran Horizon of basal Bashkirian. — *Choristites bisulcatiformis* SEMICHATOVA, 1941b, p. 29, Pl. I, VIII. S. Urals, Ufa region, lower Bashkirian.

UKRAINE, DONETS BASIN.

Conodont biostratigraphy of Bashkirian Limestone horizons after Nemyrovskaya, 1999, fig. 36.

Unispirifer auritus POLETAEV, 2000, p. 36, Pl. 5 figs 11-14. D_7^6 - E1 Limestones, lower Bashkirian, Kinderscoutian. Synonymy: *Spirifer bisulcatus* in Rotai, 1931. Some shells are extremely mucronate: «*Sp. bisulcatus* var. » in Poletaev, 1983, Pl. 50, fig.3, locality between D_7^7 - D_7^8 Limestones. *Spirifer* (*Choristites*) *pseudobisulcatus* ROTAI, 1951, p. 48, Pl. VII, VIII. First typical specimens in E1 Limestone, abundance in E8 – E9: Kinderscoutian and Marsdenian. According to Poletaev (2004, p. 283: «*A. (P.) pseudobisulcatus* shells are quite polymorphic, and specimens with rounded ears (as the holotype) are uncommon. Rectangle or acute-angle forms are more common ».

II. — LE GROUPE DE « *SPIRIFER BISULCATUS* »

L'espèce *bisulcatus* a été créée par J. de C. Sowerby en 1825 : le nom *bisulcatus* faisant référence aux sillons limitant le bourrelet dorsal. Le lectotype (1825, Pl. 494, fig. 1 ; Davidson 1858, Pl.6, figs. 6-9 ; British Museum N° B 61067 : moulage ici figuré Pl. III, figs. 1,2), provient d'une localité imprécise «near Dublin». Davidson après avoir revu et figuré l'espèce (p. 31) la considère (Appendix, 1863, p. 222) comme l'une des variétés de *trigonalis* MARTIN 1809 - ce que n'admettront pas ultérieurement les auteurs britanniques. Brunton & Tilsley (1991, n° 101) donnent de *Spirifer bisulcatus*, d'après le lectotype et divers spécimens du Derbyshire et Yorkshire, localités datées du Chadien à l'Asbien, la diagnose suivante : «*Equibiconvex*, widest at hinge line (c. 50 mm), rarely branching prominent, rounded ribs well developed overall (6/10 mm at 20 mm medianly on ventral valve). Gently uniplicate with weak dorsal fold». La référence aux sillons limitant le bourrelet dorsal n'existe plus ici. On ne peut inclure l'espèce dans le genre *Spirifer* caractérisé par un contour transverse et des côtes fréquemment bifurquées. En l'absence de caractères internes, toute attribution générique est actuellement impossible. Il serait souhaitable que l'espèce *bisulcatus* soit révisée en précisant sa localité-type, décrivant les caractères internes, et analysant la variabilité, d'après les populations de divers gisements.

Une morphologie externe de type «*bisulcatus*» étant courante chez les spiriférides du Paléozoïque supérieur (fig. 1 ; Pl. III, fig. 3-7), des «*Spirifer bisulcatus*» ont été cités en Eurasie depuis le Tourmésien supérieur jusqu'au Permien inférieur (Schellwien 1900, couches de Trogkofel, Alpes Carniques). Une douzaine de «variétés» et espèces en sont issues (fig. 1) ; certains noms spécifiques (*parabisulcatus* SEMICHATOVA 1941a, *bisulcatiformis* SEMICHATOVA 1941b, *pseudobisulcatus* ROTAI 1951) évoquant clairement l'appartenance au groupe de *bisulcatus*. Ces espèces sont actuellement attribuées, essentiellement par leurs caractères internes, aux genres : *Alphachoristites*, *Angiospirifer*, *Anthracothyrina*, «*Brachythyrina* ou cf. *Ectochoiristites*» (Cf. Campbell 1957, p.72), *Eobrachythyrina*, *Unispirifer*.

En conclusion, la taxinomie des spiriférides du groupe de *bisulcatus* présente des difficultés comparables à celles analysées par Poletaev (2006) pour le groupe de «*Spirifer*» *trigonalis*. La situation est ici plus confuse, puisque la localité-type et l'attribution générique de *S. bisulcatus* sont inconnues actuellement.

III. — ETUDE SYSTEMATIQUE DES «*SP. BISULCATUS*», COLLECTIONS J. CHALARD

Ce sont, en succession stratigraphique (fig. 2) :

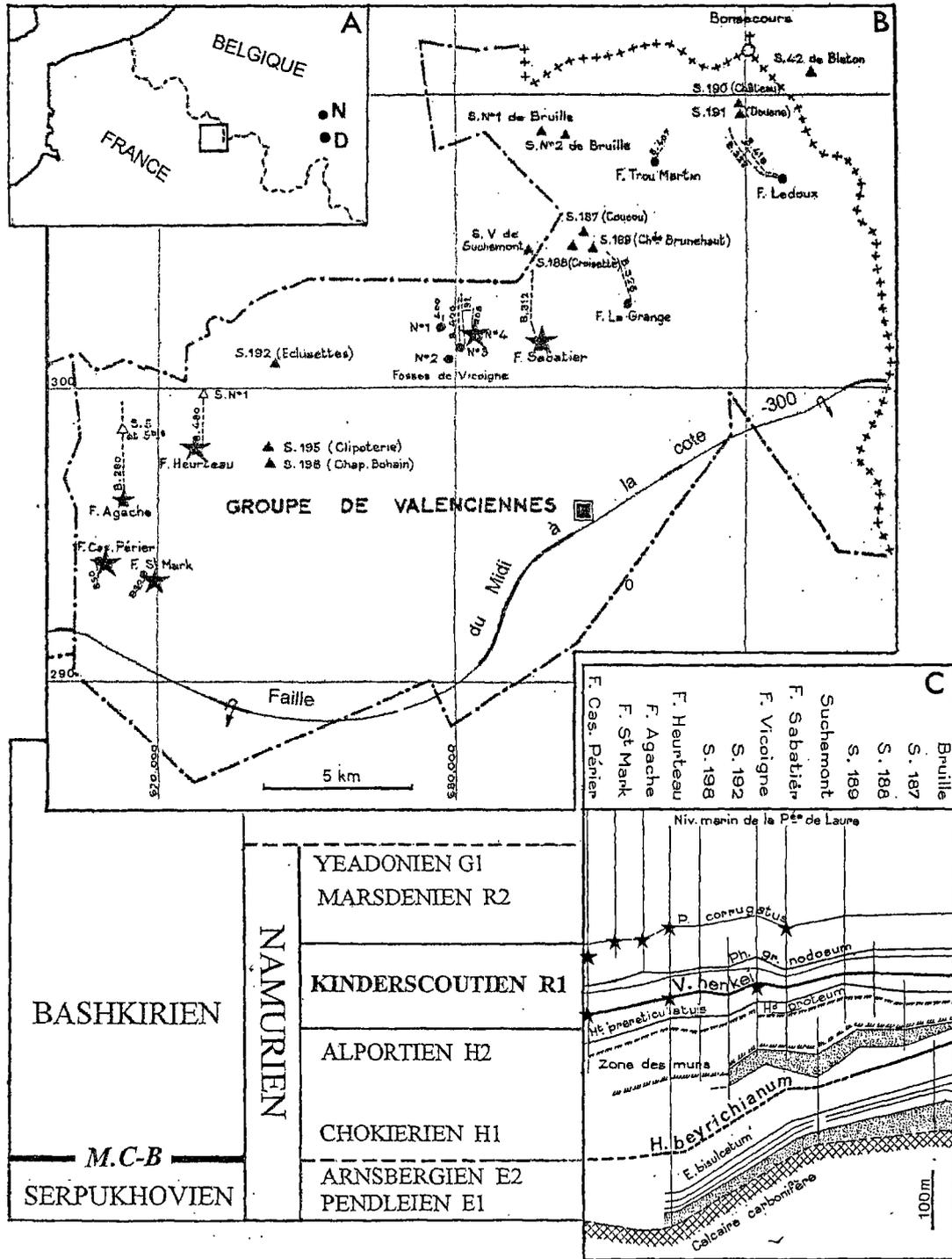


Fig. 2. — Situation géographique et stratigraphique des brachiopodes étudiés. 2A. — Situation du secteur de Valenciennes, près de la frontière belge (rectangle = carte B), et de localités du Carbonifère à l’affleurement: D = Dinant; N = Namur. 2B. — Localisation des anciennes fosses houillères (étoiles) où ont été récoltés les spécimens étudiés, selon carte J. Chalard, 1960, Pl. LXVI, coordonnées Lambert. Carré: ville de Valenciennes. 2C. — Stratigraphie des horizons et niveaux-repères à goniatites, selon J. Chalard, 1960, fig. 29; positions des spécimens étudiés (étoiles). M.C-B: Mid-Carboniferous boundary, limite entre Mississippien et Pennsylvanien.

Fig. 2. — Geographic and stratigraphic locations of the specimens described in this paper. 2A. - Valenciennes area, near the Belgian frontier; D: Dinant; N: Namur, Carboniferous outcrop localities in Belgium. 2B. - Location of Valenciennes city (square) area, and ancient coal mines (stars), in which brachiopods were collected: after 1/200.000 map, Chalard, 1960, Pl. LXVI. 2C. - Stratigraphic succession of goniatite horizons and markers, and the studied specimens (stars): after the generalized correlations in N. France coal Basin, by Chalard (1960, fig. 29). M.C-B.: Mid-Carboniferous boundary, between Mississippian and Pennsylvanian.

- (a) *Alphachoristites (Prochoristites)* sp. dans le « complexe gréso-calcaire à *Martinia* » proche d'un horizon à *Vallites henkei* – *Phillipsoceras circumplacitile*, zone R1a2 : quelques spécimens des Fosses Casimir Périer, Heurteau, Vicoigne.

- (b) *Alphachoristites (Prochoristites)* sp. de l'horizon à *Reticuloceras reticulatum* sensu stricto, zone R1c : quelques spécimens, Fosse Casimir Périer.

- (c) *Alphachoristites (Prochoristites) sabatieri* nov. sp. du « Niveau-repère à *Productus corrugatus* et *Spirifer bisulcatus* », horizon à *Reticuloceras* sp., zone R1c, sommet du Kinderscoutien : matériel abondant des Fosses Sabatier, Heurteau, et un spécimen de St Mark.

Les matériaux ici étudiés, des Collections J. Chalard, sont déposés et enregistrés : Collections de Géologie, Musée d'Histoire Naturelle et d'Ethnographie, 19 Rue de Bruxelles, 59000 LILLE France.

Ils ont été initialement numérotés par les Services Géologiques des Houillères (années 1980 ; M. Lamotte, successeur de M. Chalard), selon un ordre de taxinomie - gisements, et marqués sur chaque échantillon. Ex. « N° 67 = *Spirifer bisulcatus* ; N° 67-6 = Heurteau 460, Bowette Nord vers St Georges ». Certains fossiles portent en outre des étiquettes (Pl. IV, figs. 1, 5). Le fichier manuel d'origine est conservé dans les Collections de Géologie du Musée d'Histoire Naturelle de Lille, ainsi qu'une partie des collections - dont les goniatites, et certains brachiopodes, vus en août 2008. A Lille, ceux-ci ont en outre été inventoriés et marqués, selon une numérotation locale. Exemple : « N° MGL 89937-1 à 89937-5 // 71-29 » identifiant 5 fragments de roches fossilifères (espèces citées, non décrites), du « 71-29 » des N° Houillères.

Pour l'étude des spiriférides ici cités et décrits, j'ai utilisé les N° Houillères, en identifiant chaque spécimen d'un même gisement : a...suivi d'un N° ; et pour les différents fragments, moules interne – externe, sections d'une même coquille : N° ... bis). Il s'y ajoute les N° « MGL » récemment enregistrés, des Collections du Musée d'Histoire Naturelle, Lille.

Famille CHORISTITIDAE WATERHOUSE, 1968

Sous-famille CHORISTITINAE WATERHOUSE, 1968

Diagnose selon Carter 2006 (*Treatise* Revised, p.1783) : « Dental adminicula close set, subparallel ; dorsal adminicula absent ; vascular impressions reticulate ».

Genre *Alphachoristites* GATINAUD, 1949

Espèce-type : *Choristites bisulcatiformis* SEMICHATOVA, 1941b. Oural, Bashkirien.

Alphachoristites et *Betachoristites* ont été créés par Gatinaud, (1949, p. 492) comme sous-genres de *Choristites*, exclusivement sur des critères de costulation sinale : interprétation des schémas figurés par Semichatova (1941b, figs. 6, 54). Dans la première édition du *Treatise*, Pitrat (1965, p. H 699) rejeta un tel système taxinomique, et les sous-genres établis par Gatinaud. Ensuite, *Ch. bisulcatiformis*

fut inclus par Ustritsky (1967) dans *Trautscholdia* – espèce-type : *Spirifer trautscholdi* STUCKENBERG, 1905, Oural, Moscovien supérieur et Kasimovien - genre caractérisé par une ornementation de côtes plus épaisses que chez *Choristites*. Poletaev (2004) révisant le groupe de *bisulcatiformis*, remit en usage le genre *Alphachoristites* - différent de *Trautscholdia* - avec la diagnose suivante : « shells medium and large-sized (from 35-40 to 80 mm wide)... ribs nonbranching, rarely bi or trifurcating, wide or very wide (3 to 5 ribs within 10 mm long stretch of anterior margin) ... long subparallel adminicula ; muscle field narrow and sunken, situated between anterior ends of adminicula ; mantle canals present as ovarian pits in rounded depression situated on external side of adminiculum anterior parts and scars of radially branching vascular system ». Le genre *Betachoristites* disparaissait, son espèce-type *Ch. kschemyschensis* SEMICHATOVA, 1941b étant incluse dans *Alphachoristites*. Poletaev distinguait deux sous-genres, *A. (Alphachoristites)* s. str., et *A. (Prochoristites)*, sur des critères de dimensions et ornementation externe. Dans la révision du *Treatise*, Carter (2006, p. 1785) n'ayant pu utiliser à temps la publication de Poletaev, a repris le genre *Alphachoristites*, en y incluant *Trautscholdia*, avec la diagnose : « large ; fold and sulcus well developed, rounded ; costae coarse, bifurcating, well rounded, with moderately broad interspaces... ».

Sous-genre *Alphachoristites (Prochoristites)* POLETAEV, 2004

Espèce-type : *Spirifer (Choristites) pseudobisulcatus* ROTAI, 1951. Donetz, Bashkirien.

Diagnose (Poletaev 2004, p. 282) : « Shell relatively small, usually less than 50 (rarely 60) mm wide ; ribs of moderate width and convexity (4 or 5 ribs within a 10 mm long stretch of the anterior margin of the adult shell) ». Les caractères internes sont ceux du genre *Alphachoristites*.

Alphachoristites (Prochoristites) sabatieri nov. sp.

Pl. IV, fig. 1-14. (Tabl. I)

Matériel des collections J. Chalard, du « Niveau-repère à *Productus corrugatus* » sommet du Kinderscoutien.

- Fosse Sabatier, bowette nord 312, distance 2365 m, 3° compartiment (Chalard p.144, fig. 17, Pl. XVII), gangue d'argilite noire : abondant matériel dont 20 spécimens mesurés ; 16 valves ventrales, N° 66-1 a1-16 = MGL 1625-1640 (Pl. IV, figs 1, 2, 4, 6, 8, 9, 12, 13) ; une coquille initialement complète, évidée par diagenèse, N° 66-1a17 = MGL 1641 (Pl. IV, fig. 5) ; 3 valves dorsales N° 66-1 a18-20, et d'autres spécimens groupés en surface d'un banc, N° 66-a21-22 = MGL 1642-1646. En outre, divers fragments marqués « 66-1 » n'ont pas été enregistrés.

- Fosse Heurteau, bowette nord vers St Georges, distance 999 m (Chalard p.199-200, Pl. XXXI), gangue gréso-argileuse : 1 moule externe de valve ventrale (67-6 a1 = MGL 1647) et 5 moules internes : 67-6 a2 (Pl. IV, fig. 7), a3, 4, a5 (Pl. IV figs 10-11), a6 = MGL 1648-1652 ; 2 moules internes de valves dorsales N° 67-6 a8 (Pl. IV, fig. 3), a9 = MGL 1653-1654 ; et un fragment de moule interne bivalve N° 67-6a7 = MGL 1655.

- Fosse St Mark 930 – bowette sud, distance 92 m (Chalard p. 228, fig. 28. Pl. XLVI, XLVII) : une valve ventrale brisée associée à un fragment de Linoproductide, N° 62-6 = MGL 98793-6 = MGL 1656.

N° Houil.	état foss.	largeur	longueur	c.sin.	c.lat.	c/cm
66-1a1	vv m.ext	54	>25	8	~12	4à5
66-1a2	vv	>41	~27	7	~12	6
66-1a3	vv	>41	?	7	12	~5
66-1a4	vv	~51	~27	10	"	5à6
66-1a5	vv	52	~30	?	"	~5
66-1a6	vv	37	~27	7	~14	~7
66-1a7	vv	44	~28	8	>12	5à6
66-1a9	vv	42	>22	5	>14	6
66-1a10	vv	~48	~22	?	?	6
66-1a11	vv	>42	~26	?	?	?
66-1a13	vv	44	~30	?	?	5
66-1a16	vv m.int	45?	~33	?	>8	>3
66-1a17	vv+vd	~52	~35	?	~12	5
67-6a1	vv m.ext	50	~30	7	>12	5
67-6a2	vv m.int	>40	>24	?	?	?
67-6a8	vd m.int	~48	?	?	~14	5

N° Houil. : N° d'enregistrement originaux (**Caractères gras : figurés**).

m. ext. : moule externe. m. int : moule interne. vd : valve dorsale. Vv : valve ventrale.

c.sin. : n. de côtes sinales ; c.lat. : n. de côtes latérales. c/cm : n. de côtes/cm à l'avant

Tabl. I. — Mesures , en mm d'*Alphachoristites (Prochoristites) sabatieri*, nov. sp.

(Pl. IV, fig. 14). A proximité, un calcaire crinoïdique renferme des foraminifères *Endothyra spirilliniformis* (Lys 1976, p. 380).

- Probablement du même niveau-repère, Fosse Agache, bowette nord 280, distance 631 m (Chalard p. 205, Pl. XXXVIII) une petite coquille bivalve déformée, N° 68-8 = MGL 1657.

Holotype.- spécimen n° 66-1 a1 = MGL 1625, figuré Pl. IV, fig. 1.2. Moule externe d'une valve ventrale, micro-ornementation conservée. Gisement : Fosse Sabatier, bowette nord à 312 m, distance 2365 m. Bien que ce gisement soit inaccessible, l'abondance des matériaux permet l'établissement d'une espèce nouvelle.

Origine du nom.- d'après la Fosse Sabatier, à Raismes. Cette Fosse, implantée en 1907, a pris en 1920 le nom de l'ingénieur Maurice Sabatier, et fonctionné jusqu'en 1980. Le chevalement de la Fosse Sabatier est toujours debout, dans la Forêt de Raismes, à 6 km N-NW de Valenciennes.

Diagnose : taille moyenne, extrémités cardinales mucronées : 12-15 côtes sur chaque flanc.

Diagnosis : medium-sized *Prochoristites* (W = 40-60 mm, L = 20-35 mm), cardinal extremities mucronate : 12-15 ribs on each lateral slope.

Description.

Coquille adulte large de 40 à 60 mm, longue de 20 à 35 mm (Tabl. I) ; contour transverse, extrémités cardinales prolongées en mucrons plus ou moins longs (Pl. IV, fig 1, 4, 14), parfois brisés (Pl. IV, fig. 8). Sinus et bourrelet importants, bien délimités, angle sinal de 30° ou davantage ; interarea ventrale concave, apsacline, basse, dépassant rarement 3 mm de hauteur, à bords sub-parallèles (Pl. IV, fig. 7) ; denticulations cardinales visibles sur moule interne (Pl. IV, fig. 10). Côtes radiaires arrondies, au nombre de 12 à 15 sur chaque flanc, parfois divisées vers l'avant à proximité du sinus et bourrelet (Pl. IV, fig. 8) ; on en compte généralement 4 à 6 sur 10 mm de largeur au bord frontal. Côtes sinales : une médiane et deux pariétales de chaque côté, ces dernières parfois divisées. Sillons inter-costaux anguleux. Micro-ornementation (Pl. IV, fig. 2) de fines lamelles concentriques : 4 à 8/1 mm de longueur, et micro-costules

radiaires. A l'intérieur de la valve ventrale, les moules internes portent les empreintes d'adminicula épais, subparallèles (Pl. IV, fig. 7, 10), déjà présents sur des spécimens immatures (Pl. IV, fig. 12). Leurs extrémités distales atteignent la partie postérieure du myoglyphe. Un gonoglyphe étroit borde extérieurement les adminicula et le myoglyphe (Pl. IV, fig. 11, 13). L'angioglyphe est constitué de forts vaisseaux radiaires flexueux dans la région postéro-médiane, passant à un réseau réticulé vers les extrémités latérales (Pl. IV, fig. 11, 13). La structure du test étant fortement altérée, les polissages effectués sur des sommets de valves ventrales ne révèlent qu'un grossier aspect de la disposition des adminicula.

Attribution générique. Les caractères internes de l'espèce décrite sont clairement de type *Choristitidinae*. Il ne peut s'agir du genre *Parachoristites* BARCHATOVA, 1970 (Bashkirien d'Oural septentrional), grande forme à côtes épaisses dont les adminicula sont relativement courts, divergents, et le gonoglyphe très étendu. L'attribution à *Alphachoristites sensu* Poletaev est évidente par l'ensemble des caractères internes. La relative finesse des côtes élimine *A. (Alphachoristites) sensu stricto*. Les dimensions de *A. (P.) sabatieri* la situent à l'extrême limite des caractères du sous-genre *A. (Prochoristites)*: la largeur de la coquille atteignant couramment 50 à 60 mm - contre moins de 50, exceptionnellement 60 mm, selon la diagnose de *Prochoristites*.

Rapports et différences. *A. (P.) sabatieri* est comparable à *Unispirifer auritus* POLETAEV, 2000 (Donetz, Bashkirien inférieure, zones H2 à R1 inférieure) par son contour transverse et ses mucrons : l'holotype de l'espèce ici décrite est presque identique au « *Sp. bisulcatus* » in Rotai 1931 (ici figuré Pl. III, fig. 4), cité par Poletaev en synonymie de *U. auritus*. Cependant, les types de l'espèce d'Ukraine sont de plus grande taille et présentent des mucrons parfois beaucoup plus étendus que ceux de *P. sabatieri*. V.I. Poletaev a justifié

l'attribution de l'espèce *auritus* au genre *Unispirifer* (Prospirinae) essentiellement par ses caractères externes : l'intérieur de la valve ventrale, non figuré dans la littérature, présente de courts adminicula, un gonoglyphe étendu, mal délimité, et de très vagues impressions vasculaires (commentaires et photo inédite reçus de V.I. Poletaev, novembre 2008). Une autre espèce d'âge Kinderscoutien comparable à *sabatieri* est « *Spirifer* sp. nov. α » GEORGE 1932, « Cayton Gill shell beds », Askrigg Block, Pennines, ici figuré Pl. III, fig. 8, 9. Les adminicula et le gonoglyphe sont de type Choristitide, une amorce de mucronation et la costulation ressemblent aux caractères d'*A. (P.) sabatieri*. Les empreintes vasculaires sont peu visibles sur les spécimens que j'ai récoltés de Cayton Gill, en raison probablement d'une médiocre conservation.

Alphachoristites (Prochoristites) sp.
Pl. III, fig. 10-15.

Matériel des collections J. Chalard : spécimens médiocrement conservés, coquilles souvent brisées ; en succession stratigraphique, et de l'Est vers l'Ouest (fig. 2) :

(a) du « complexe gréso-calcaire à *Martinia* », horizon à *Vallites henkei* – *Phillipoceras circumplacitile*, zone R1a 2 :

- Fosse Vicoigne, bowette nord étage 276, distance 412 m (Chalard p. 171, Pl. XXI), gangue gréso-dolomitique : 3 fragments de valves ventrales, N° 67-8a1 – a1 bis (Pl. III, fig. 15), a2, a3 = MGL 1658-1660 ; en surface interne du spécimen a1, minces adminicula parallèles.

- Fosse Heurteau, bowette nord à 480, distance 1154 m (Chalard p. 201, Pl. XXVIII ; Pl. XXXI, « *Spirifer* ») gangue de calcaire crinoïdique lité : 2 grandes valves ventrales à extrémités latérales brisées, N° 68-12a1 – a1 bis (Pl. III, fig. 13, 14), a2 = MGL 1661-1662, micro-ornementation conservée sur 68-12 a1bis ;

- Fosse Casimir Périer, bowette à 850, sondage n°2 (Chalard, Pl. XLII) gangue de calcaire gréseux crinoïdique : 3 moules internes de valves ventrales recristallisés, N° 68-49 = MGL 1663 à 2,70 m ; N° 67-14 = MGL 1664 à 1,50m ; N° 67-15 = MGL 1665 à 1,20 m (Pl. III, fig. 10).

(b) 2 mètres sous l'horizon à *Reticuloceras reticulatum* s. stricto, zone R1c : Fosse Casimir Périer, bowette sud à 850, distance 199 m, (Chalard p. 222) gangue gréso-calcaire à grain fin : 4 valves ventrales fragmentaires N° 67-17a1 – a1 bis (Pl. III, fig. 11), a3, 4, 5 = MGL 1666-1669 ; et une valve dorsale, N° 67-17a2 – a2 bis = MGL 1670 (Pl. III, fig. 12).

Description.

Coquilles de contour modérément transverse : largeur 40-50 mm, longueur 28-32 mm. La largeur maximum se situe au bord cardinal, dont les extrémités sont légèrement anguleuses, non mucronées. Sinus et bourrelets bien délimités, angle sinal de 30° environ. Côtes radiales arrondies, 12 à 15 sur chaque flanc, parfois divisées à l'avant, à proximité du sinus et bourrelet. On en compte 5 à 7 sur 10 mm de largeur au bord frontal. Microornementation sur les spécimens 67-17 a4, 68-12 a 1bis : lamelles concentriques, 4-7/1 mm de longueur. A l'intérieur de la valve ventrale, minces adminicula parallèles (Pl. III, fig. 15) ou sub-parallèles (Pl. III, fig. 10, 11). Myoglyphe et gonoglyphe peu visibles ; angioglyphe constitué de vaisseaux radiaux, indépendants de la costulation externe (Pl. III, fig. 11).

Discussion. – Aucune détermination spécifique n'est possible sur ce matériel, médiocrement conservé. Tout au

plus peut-on proposer une attribution à *A. (Prochoristites)* groupe de *pseudobisulcatus* – *medovensis*. D'*A. (P.) sabatieri*, la forme ici décrite diffère par son contour moins transverse, l'absence de mucrons, et un angioglyphe probablement non réticulé.

IV. — TAPHONOMIE, DIAGENESE.

(a).- Gisements à *A. (Prochoristites) sabatieri*, niveau-repère à *P. corrugatus*.

(a1).- N° 66-1, Pl. IV, fig. 15. Le gisement de la Fosse Sabatier est une thanatocénose de 20 à 40 cm d'épaisseur (Chalard, 1960, p. 144) où, dans une argilite noire non litée, dominant des bivalves et productides à coquilles très minces « *P. corrugatus* ». Reposant sur un mur, paléosol de végétation, cette lumachelle est surmontée d'un « clayat » à concrétions de sidérose. Parmi les spécimens mesurés d'*A. (Prochoristites) sabatieri* : une seule coquille initialement déposée avec ses deux valves (Pl. IV fig. 5), 16 valves ventrales et 2 dorsales. Une douzaine d'autres valves isolées, non mesurées (spécimens 66-1 a21, a22), sont groupées sur des surfaces de bancs, concavités tournées indifféremment vers le haut ou vers le bas. S'agit-il de surfaces inférieures ou supérieures de bancs, aucun critère de polarité ne permet de le déterminer ; il en est de même pour la section polie figurée Pl. IV fig. 15. Les valves et moules internes de spiriférides, non déformés, n'ont presque pas subi de compaction. Leur conservation : extrémités cardinales mucronées souvent intactes, suggère un transport post-mortem non loin du lieu de vie, dans un milieu dysoxique lagunaire de faible énergie ; puis l'enfouissement dans un sédiment boueux compact. Les tests des spiriférides ont ensuite subi une altération diagénétique, leurs fibres remplacées par des cristaux de calcite sparitique, parfois visibles à l'œil nu. Cette recristallisation des tests, accompagnée d'une légère augmentation de volume, les rend fragiles, parfois éclatés (Pl. IV, fig. 5, 6, 8). Les moules internes et externes sont mieux conservés. Une telle diagenèse semble précoce, en milieu subaérien (zone inter ou infra-tidale ?).

(a2). — N° 67-6. Dans le gisement de la Fosse Heurteau, thanatocénose succédant à une mince couche de houille, les spécimens d'*A. (P.) sabatieri* sont exclusivement des moules internes et externes, légèrement déformés par compaction : 1 spécimen entier, 5 valves ventrales et 2 dorsales.

(b). — Gisements à *A. (Prochoristites) sp.*, niveau-repère à *Martinia*.

(b1). — N° 67-15, Pl. III, fig. 10. Fosse C. Périer, bowette Sud, sondage n°2, fragment de carotte à profondeur 1m, 20, « Complexe gréso-calcaire à *Martinia* » (Chalard, p. 219, Pl. XLII, XLIV, XLV). Moule interne de valve ventrale ; calcaire gréseux, lits encriniques partiellement décalcifiés.

(b2). — N° 68-12, Pl. III fig. 13, 14. Fosse Heurteau, Bowette Nord à l'étage 480, distance 1154 m « Complexe gréso-calcaire à encrines et *Martinia* » (Chalard, p. 201-203, fig. 25). Valve ventrale à test relativement peu épigénisé : micro-ornementation conservée. Dans une argilite sombre, lits de débris d'encrines, non décalcifiés. Ces deux gisements suggèrent des environnements marins ouverts, en eaux modérément agitées.

V. — PALEOENVIRONNEMENTS DES
SPIRIFERIDES.

La taphonomie des spécimens étudiés : enfouissement de coquilles presque toujours désarticulées, indique un transport post-mortem plus ou moins distant du lieu de vie. Quels étaient les biotopes initiaux des Spiriférides ? Pour ceux du « Complexe grésocalcaire à *Martinia* » on ne peut émettre aucune hypothèse. En revanche, les *A. (P.) sabatieri* semblent avoir vécu à proximité de leur site de fossilisation. L'absence sur les coquilles d'épiphytes et de perforations *in vivo* suggère une faible biodiversité, dans un milieu confiné. La morphologie : lignes cardinales prolongées en mucrons, interarea basse et concave, était-elle une adaptation à des fonds vaseux ? A défaut de visiter les sites du sous-sol valenciennois, je citerai quelques espèces carbonifères du groupe de *bisulcatus*, pourvues de longs mucrons chez les adultes : - *Spirifer bisulcatus* in Delépine 1928, Pl. VI fig. 71 : Walzin, Formation de la Molinee (« marbre noir » de Dinant, Moliniacien), bassin confiné à proximité de récifs waulsortiens (Mottequin, 2008 et *litt.*). — *Spirifer calcaratus* VAUGHAN 1911, in Demanet 1938, Pl. IX, fig. 8-10 : Anhée

et Warnant, Warnantien. — *Unispirifer auritus* POLETAEV, in Poletaev 2000, Pl. 5 fig. 12 : Donetz, Bashkirien inférieur. Des morphologies analogues sont décrites chez des spiriférides dévoniens, notamment les *Mucrospiriferidae* *Apousiella* CARTER, 1972 (in Brice, 1991), et *Eleutherokomma* CRICKMAY, 1950. Ce dernier est pourvu de «greatly extended (« mucronate ») hinge line, which possibly served to stabilise the shell on a soft substrate» (Rudwick 1970, Fig. 44).

Remerciements. — Un très grand merci à Monsieur Jacques Chalard, qui m'a vivement encouragée à étudier ses matériaux et procuré divers documents : notamment des précisions concernant les gisements fossilifères, et les conditions de leurs exploitations en sous-sol minier. L'accueil et les compétences au Musée d'Histoire Naturelle de Lille – Sophie Beckary, Thierry Oudoire - ont été précieux pour l'achèvement de ce travail et les projets de sa poursuite. Merci à Vladislav Poletaev (Académie des Sciences d'Ukraine, Institut d Géologie) pour ses commentaires sur la structure interne de *P. sabatieri*, et photos inédites de Spiriférides d'Ukraine. Merci à Bernard Mottequin, ses renseignements sur les localités de Belgique, ses remarques et améliorations du manuscrit, avec l'aide de collègues de Dublin. Merci enfin à Denise Brice, qui a accepté de relire et juger ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKENHEAD N., MC BRIDGE D., RILEY N.J. & KIMBELL S.F. (1992). — Geology of the country around Garstang. *British Geological Survey Memoir for 1:50 000 geological sheet 67* (England and Wales) : 110 p.
- BOUROZ A., CHALARD J., DALINVAL A. & STIEVENARD M. (1961). — La structure du Bassin Houiller du Nord de la France de Douai à la frontière belge. *Annales de la Société Géologique du Nord*, LXXXI, 3 : 173-220.
- BRICE D. (1991). — Morphologie fonctionnelle chez deux brachiopodes Spiriferoidea: *Cyrtospirifer syringothyriiformis* et *Apousiella belliloci* du Frasnien de Ferques (N. France). *Geobios Mémoire spécial*, Lyon, 13 : 147-153.
- BRUNTON C.H.C. & TILSLEY J.W. (1991). — A check list of brachiopods from Treak Cliff, Derbyshire, with reference to other Dinantian (Lower Carboniferous) localities. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 48, 3 : 287-295.
- CAMPBELL K.S.W. (1957). — A lower Carboniferous Brachiopod-coral fauna from New South Wales. *Journal of Paleontology*, 31, 1 : 34-98.
- CARTER J.L. (2006). — Spiriferoidea. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H Brachiopoda Revised*, KAESLER R.L. Editor. The *Geological Society of America and the University of Kansas*, Boulder, H5 : 1769-1811.
- CHALARD J. (1960). — Contribution à l'étude du Namurien du Bassin Houiller du Nord de la France - Thèse Université de Lille 1958, publiée 1960: *Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais* - Etudes géologiques pour l'Atlas de topographie souterraine. III Stratigraphie, 1^o Fascicule. - Vol.1 : 302 p., 30 fig., Planches-photo A-L. - Vol.2 : 13 p., Planches dépl. I - LXV.
- DAVIDSON T. (1858-1863). — A monograph of the British fossil Brachiopoda, Carboniferous. *Palaeontographical Society Monograph*, London, 2, 5 : 280 p., Pl. 1-55.
- DELEPINE G. (1928). — Les brachiopodes du Marbre Noir de Dinant (Viséen inférieur). *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 37 : 39 p., Pl. I-VI.
- DEMANET F. (1938). — La faune des Couches de passage du Dinantien au Namurien dans le synclinorium de Dinant. *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 84 : 201 p., Pl. I-XIV.
- DIXON E.E.L. & VAUGHAN A. (1912). — The Carboniferous succession in Gower (Glamorganshire). *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, 67 : 477-571.
- DUNHAM K.C. & WILSON A.A. (1985). — Geology of the Northern Pennine Orefield: Volume 2, Stainmore to Craven. *British Geological Survey Economic Memoir N.S.* : 247 p.
- EINOR O.L. (1936). — Stratigraphy and brachiopod fauna of the Viséan and Namurian stages of the Kisel district (Ural). *Geological and Prospecting Institute of the Ural* : 72 p., Pl. I-VII (en Russe, résumé anglais).
- GATINAUD G. (1949). — Contribution à l'étude des Brachiopodes Spiriferidae. I.- Exposé d'une nouvelle méthode d'étude de la morphologie externe des Spiriferidae à sinus plissé. *Bulletin du Muséum Paris*, 2^e série, XXI, 1 : 153-159; 2 : 300-307; 3 : 408-413; 4 : 487-492.
- GEORGE T.N. (1932). — Brachiopoda from the Cayton Gill Beds. *Transactions Leeds Geological Association*, 5, 1: 37-48.
- GEORGE T.N., JOHNSON G.A.L., MITCHELL J.E., PRENTICE J.E., RAMSBOTTOM W.H.C., SEVASTOPULO G.D. & WILSON R.B. (1976). - A correlation of Dinantian rocks in the British Isles. *Geological Society of London Special Report*, 7: 87 p.
- HAMBLIN R.J.O. & COPPACK B.C. (1995). — Geology of Telford and the Coalbrookdale Coalfield. *British Geological Survey Memoir* : 135 p.
- LYS M. (1976). — Valorisation par microfaunes du Bashkirien inférieur (Namurien B) (sous-zone R2) dans le Bassin Houiller du Nord de la France (groupes de Douai et Valenciennes). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, XCVI : 379-385, Pl. 37.

- Mc COY F. (1844). — A synopsis of the Characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland. *Williams & Norgate*, London : 207 p., 29 Pl.
- MOTTEQUIN B. (2008). — The « black marble » of Denée, a fossil conservation deposit from the Lower Carboniferous (Viséan) of southern Belgium. *Geological Journal*, 43, 2-3 : 197-208.
- NEMYROVSKA T.I. (1999). — Bashkirian conodonts of the Donets Basin, Ukraine. *Scripta Geologica*, Leiden, 119 : 115 p.
- PHILLIPS J. (1836). — Illustrations of the geology of Yorkshire. Part II. The Mountain Limestone district. John Murray, London : 253 p., 25 Pl.
- PITRAT C.W. (1965). — Suborder Spiriferidina. In : Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H Brachiopoda, MOORE R.C. Editor. *The Geological Society of America and the University of Kansas Press*, Boulder, H2 : H667- H728.
- POLETAEV V.I. (1983). — Otriad Spiriferida. In : DIDKOVSKII V. Ya, Redact. Upper Serpukhovian substage in the Donets Basin (paleontological characteristic). *Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Institute of Geological Sciences* : 92-95, Pl. 49-52 (en Russe).
- POLETAEV V.I. (2000). — New Species of Early Carboniferous and Bashkirian Spiriferids of the Donets Basin. *Paleontological Journal*, 34, 1 : 32-39. (traduction du Russe, *Paleontologicheskii Zhurnal* 2000 N° 1 : 31-37).
- POLETAEV V.I. (2004). — A Revision of the Coarse-Ribbed Bashkirian Choristitids (Brachiopoda). *Paleontological Journal*, 38, 3 : 276-284. (traduction du Russe, *Paleontologicheskii Zhurnal* 2004, 3 : 46-52).
- POLETAEV V.I. (2006). — *Spirifer trigonalis* Martin group – a « pot of evolution » or a nightmare for systematic. In : Paleontological and biostratigraphic problems of the Proterozoic and Phanerozoic of Ukraine. National *Akademia Nauk Ukrainy, Institut Geol. Nauk* : 50-58 (en Ukrainien).
- RAMSBOTTOM W.H.C., CALVER M.A., EAGAR R.M.C., HODSON F., HOLLIDAY D.W., STUBBLEFIELD C.J. & WILSON R.B. (1978). — A correlation of Silesian rocks in the British Isles. *Geological Society of London Special Report*, 10 : 81 p.
- REED F.R.C. (1948-49). — Notes on some Carboniferous Spiriferidae from Fife. *The Annals and Magazine of Natural History*, 12, 1 : 449-487.
- ROTAI A.P. (1931). — Brachiopods and stratigraphy of Lower Carboniferous of the Donetz Basin. *Transactions of the Geological and Prospecting Service of U.S.S.R.*, 73 : 35-144, Pl. I-XI (en Russe).
- ROTAI A.P. (1951). — Brachiopody srednego Karbona Donetskogo Basseyna. I. Spiriferidae. (Brachiopodes du Carbonifère moyen du bassin du Donetz. I. Spiriferidae). *Vsesoyuznyi Nauchno-Issledovatel'skii Geologicheskii Institut (VSEGEI)* : 128 p., Pl. I-XXV (en Russe).
- RUDWICK M.J.S. (1970). — Living and fossil brachiopods. *Hutchinson & Co, Ltd*. London : 199 p.
- SHELLWIEN E. (1900). — Die Fauna der Trogkofelschichten in den Karnischen Alpen und den Karawanken. I. Die Brachiopoden. *Abhandlungen der K.K. Geologischen Reichsanstalt*, Wien, 16, 1 : 122 p., Pl. I-XV.
- SEMICHATOVA S.V. (1941a). — « The group of *Spirifer trigonalis* Martin » from the lower Carboniferous supra-coalbearing beds of Moscow Basin. *Trudi Paleontologicheskogo Instituta*, Moskva, XII, 3 : 175 p., 17 Pl. (en Russe, diagnoses en Anglais).
- SEMICHATOVA S.V. (1941b). — Brachiopods of Bashkirian beds of USSR. *Trudi Paleontologicheskogo Instituta*, Moskva, XII, 4 : 152 p., 13 Pl. (en Russe, diagnoses en Anglais).
- SOWERBY J. de C. (1823-1825). — The mineral conchology of Great Britain, *W. Arding*, London, 5 : 168 p., Pl. 407-503.
- TURNER J.S. (1948). — Mid-Dinantian reef limestones of Dublin and Cork. *Transactions Leeds Geological Association*, 6 : 45-56.
- USTRITSKY V.I. (1967). — K sistematik i filogenii Choristites. Uchenye Zapiski, Paleontologiya i Biostratigrafiya, *Nauchno-Issledovelskii Institut Geologii Arktiki (NIIGA)*, Ministerstva Geologii SSSR, 19 : 35-40 (en Russe).
- VESSERON Ph., CADOUX D. & RANQUE D. (2006). — L'après-mine en France. Collection Les enjeux des Géosciences, *BRGM Editions* : 48 p.
- WATERLOT G. (1932). — Les *Productus* du terrain houiller du Nord de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, LVII : 145-176, Pl. II-IV.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE III

Toutes les figures x1, sauf fig. 14 et 15

All figures x1, except Figs 14, 15.

- Fig. 1 à 9. — Quelques espèces des groupes de « *Spirifer* » *bisulcatus* et *trigonalis*.
- Figs 1-9. — Some species of « *Spirifer* » *bisulcatus* and *trigonalis* groups.
- Fig. 1, 2. — *Spirifer bisulcatus* J. DE C. SOWERBY, 1825. Moulage du lectotype de l'espèce, figuré J. de C. Sowerby 1825, Pl. 494, fig. 1. Vues ventrale (fig. 1) et dorsale (fig. 2). Localité : « Near Dublin ». - British Museum, London, 61067.
- Figs 1, 2. — *Spirifer bisulcatus* J. DE C. SOWERBY, 1825. Plaster cast of the lectotype, figured by Sowerby 1825, Pl. 494 fig. 1. Ventral (fig. 1) and dorsal (fig.2) views. Locality « near Dublin ». British Museum London, N° 61067.
- Fig. 3. — *Alphachoristites (Alphachoristites) bisulcatiformis* (SEMICHATOVA, 1941b) : espèce-type du genre *Alphachoristites* GATINAUD, 1949, et du sous-genre *A. (Alphachoristites)* s. str. Moulage de l'holotype de l'espèce, figuré : Semichatova, 1941b, Pl. 1, fig. 2 ; Poletaev, 2004, Pl. 6, fig. 1. Oural, riv. Juresan, près du village B. Luki, Bashkirien inférieur. - Musée PIN Paleontological Institute, Moscou, 396/109-110.
- Fig. 3. — *Alphachoristites (Alphachoristites) bisulcatiformis* (SEMICHATOVA, 1941b) : type species of genus *Alphachoristites* GATINAUD, 1949, and subgenus *A. (Alphachoristites)* s. str. Plaster cast of holotype, illustrated by: Semichatova, 1941b, Pl. 1 fig. 2; Poletaev, 2004, Pl. 6 fig. 1. Urals, riv. Juresan, near village B. Luki, lower Bashkirian. - PIN Paleontological Institute Museum Moscow, 396/109-110.

- Fig. 4. — « *Spirifer bisulcatus* SOW. » in Rotai, 1931 = *Unispirifer auritus* POLETAEV, 2000. Moulage du spécimen figuré : Rotai, 1931, Pl. VI, fig. 3. Donetz, riv. Kalmius près du village Beshevo, Bashkirien inférieur. - Musée CGM, St Petersburg, 279/2992.
- Fig. 4. — « *Spirifer bisulcatus* SOW. » in Rotai, 1931 = *Unispirifer auritus* POLETAEV, 2000. Plaster cast of the specimen figured: Rotai, 1931, Pl. VI, fig. 3. Donetz, river Kalmius near Beshevo village, lower Bashkirian. - CGM Museum, St Petersburg, 279/2992.
- Fig. 5, 6. — *Angiospirifer parabisulcatus* (SEMICHATOVA, 1941a). Spécimen donné à l'auteur par E.A. Ivanova, vues dorsale (fig. 5) et ventrale (fig. 6). Bassin de Moscou, Vachana - Zaykina, Serpukhovien ; localité citée in Semichatova, 1941a, p. 75. Attribution au genre *Angiospirifer*, groupe *trigonalis* : Poletaev 2006, fig. 1/8. - ML 1006/2.
- Figs 5, 6. — *Angiospirifer parabisulcatus* (SEMICHATOVA, 1941a). Specimen given by E.A. Ivanova to the author, dorsal (fig. 5) and ventral (fig. 6) views. Moscow Basin, Vachana - Zaykina, Serpukhovian; locality cited Semichatova, 1941a, p. 75. Listed in *Angiospirifer trigonalis* group, Poletaev 2006, fig. 1/8. ML 1006/2.
- Fig. 7. — *Alphachoristites* (*Prochoristites*) *pseudobisulcatus* (ROTAI, 1951): espèce-type du sous-genre *Prochoristites* POLETAEV, 2004. Moulage de l'holotype figuré : Rotai, 1951, Pl. VIII fig. 1; Poletaev, 2004, Pl. 6 fig. 9. Donetz, riv. Kalmius, ferme Berezovski. Calcaire F1, Bashkirien. - Musée CGM, St Petersburg, Coll. 5846.
- Fig. 7. — *Alphachoristites* (*Prochoristites*) *pseudobisulcatus* (ROTAI, 1951): type species of the subgenus *A.* (*Prochoristites*) POLETAEV, 2004. Plaster cast of the holotype figured: Rotai, 1951, Pl. VIII, fig. 1; Poletaev, 2004, Pl. 6 fig. 9. Donetz, Kalmius River, Berezovski farm. F1 Limestone, Bashkirian. - CGM Museum, St Petersburg, Coll. 5846.
- Fig. 8, 9. — « *Spirifer* sp. nov. α » GEORGE, 1932 = *Alphachoristites* (*Prochoristites*) sp., groupe de *pseudobisulcatus-medovensis*. Valves ventrales, moules interne et externe. Northern Pennine Orefield, Cayton Gill Shell Beds, Kinderscoutien inférieur (Dunham & Wilson 1985, p.65-66). Spécimens récoltés par l'auteur : ML 794 a1, MGL 1671 (fig. 8), ML 794 a3, (fig. 9).
- Figs 8, 9. — « *Spirifer* sp. nov. α » GEORGE, 1932 = *Alphachoristites* (*Prochoristites*) sp., *pseudobisulcatus-medovensis* group. Ventral valves, internal and external moulds. Northern Pennine Orefield, Cayton Gill Shell Beds, lower Kinderscoutian (Dunham & Wilson 1985, p.65-66). Specimens collected by the author, ML 794 a, MGL 1671 (fig. 8), ML 794 a3, (fig.9).
- Fig. 10-15. — *Alphachoristites* (*Prochoristites*) sp., Bassin Houiller du Nord de la France, Kinderscoutien. Collections J. Chalard, Musée d'Histoire Naturelle, Lille.
- Figs 10-15. — *Alphachoristites* (*Prochoristites*) sp., N. France coal Basin, Kinderscoutian. J. Chalard Collections, Musée d'Histoire Naturelle, Lille.
- Fig. 10. — Valve ventrale, moule interne. Fosse C. Périer, sondage n°2, profondeur 1,20 m. Complexe grésocalcaire à *Martinia*, biozone R1a2 (Chalard, 1960, p. 218, Pl. XLIV, XLV).- 67-15. - MGL 1665.
- Fig. 10. — Ventral internal mould. C. Périer coal mine, borehole n°2, depth 1,20 m. *Martinia* sandstone-limestone beds, R1a2 (Chalard, 1960, p. 218, Pl. XLIV, XLV). - 67-15.- MGL 1665.
- Fig. 11. — Valve ventrale, moule interne et fragment de test. Fosse C. Périer, bowette sud à 850, distance 199 m. Horizon à *R. reticulatum* s.s., zone R 1c (Chalard, 1960, p. 222, Pl. XLIII). - 67-17 a1. - MGL 1666.
- Fig. 11. — Ventral internal mould with shell fragment. C. Périer coal mine, S. 850 gallery, 199 m. *R. reticulatum* s.s. horizon, R 1c zone (Chalard, 1960, p. 222, Pl. XLIII). - 67-17 a1.- MGL 1666.
- Fig. 12. — Valve dorsale, moule interne; même gisement que fig. 11. 67-17 a2. - MGL 1670.
- Fig. 12. — Dorsal internal mould. Same locality as fig. 11. - 67-17 a2. - MGL 1670.
- Fig. 13, 14. — Valve ventrale incomplète, vue ventrale (fig. 13) et vue postérieure (fig. 14, x 2). Section verticale (fig. 14) effectuée selon la face notée d'une flèche sur fig. 13. Minces coulées de débris d'encrines. Polarité haut/bas indéterminée. Fosse Heurteau (460) 480, bowette nord, distance 1154 m. Complexe grésocalcaire à *Martinia*, biozone R1 a2 (Chalard, 1960, p. 201, Pl. XXVIII, XXXI). - 68-12 a1. - MGL 1661.
- Figs 13, 14. — Fragment of ventral valve, ventral (fig. 13) and posterior (fig. 14, x 2) views. Vertical section (fig. 14) on side of fig. 13 (arrow): thin slides of encrinitic fragments; up/down polarity unidentified. Heurteau coalmine. N. 480 gallery, 1154 m. *Martinia* sandstone-limestone beds, R1a2 (Chalard, 1960, p. 201, Pl. XXVIII, XXXI). - 68-12 a1.- MGL 1661.
- Fig. 15. — Fragment de valve ventrale, surface interne (x 2). Vicoigne, bowette nord à 276, distance 412 m. Dolomie à encrines ; horizon à *Vallites henkei*, zone R1a2 (Chalard, 1960, p. 171. Pl. XXI, XXIII). - 67-8 a1. - MGL 1658.
- Fig. 15. — Fragment of ventral valve, internal view (x 2). Vicoigne coal mine, N. 276 gallery, 412 m; encrinitic dolomite, *Vallites henkei* horizon, R1a2 (Chalard, 1960, p. 171. Pl. XXI, XXIII). - 67-8 a2.- MGL 1658.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE IV

Fig. 1-14 — *Alphaceras* (Plectambonites) subfossil bow. Fig. 1-9 — Vaisse ventrale, vues ventrale et profil (x 1). Fig. 10-15 — Vaisse ventrale, vues ventrale et profil (x 2). Same locality as fig. 1.

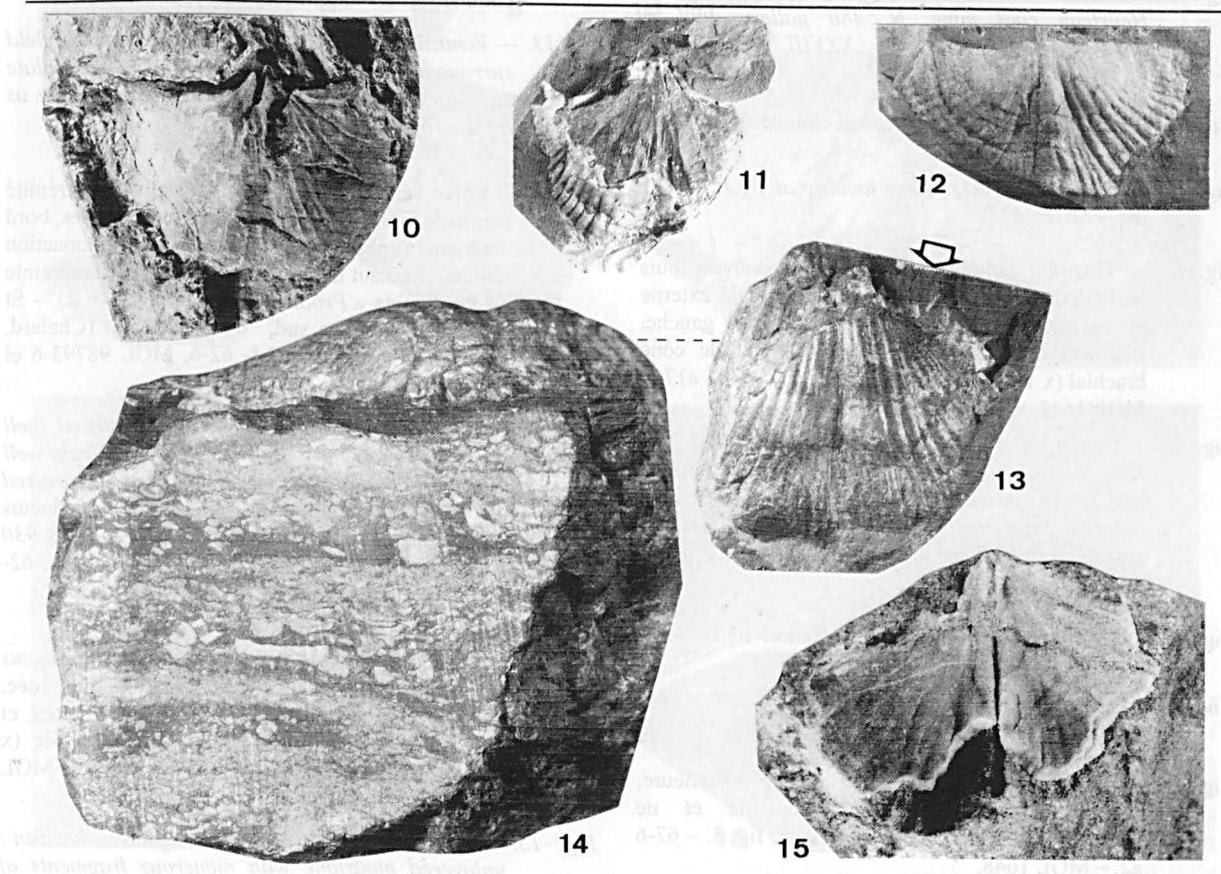
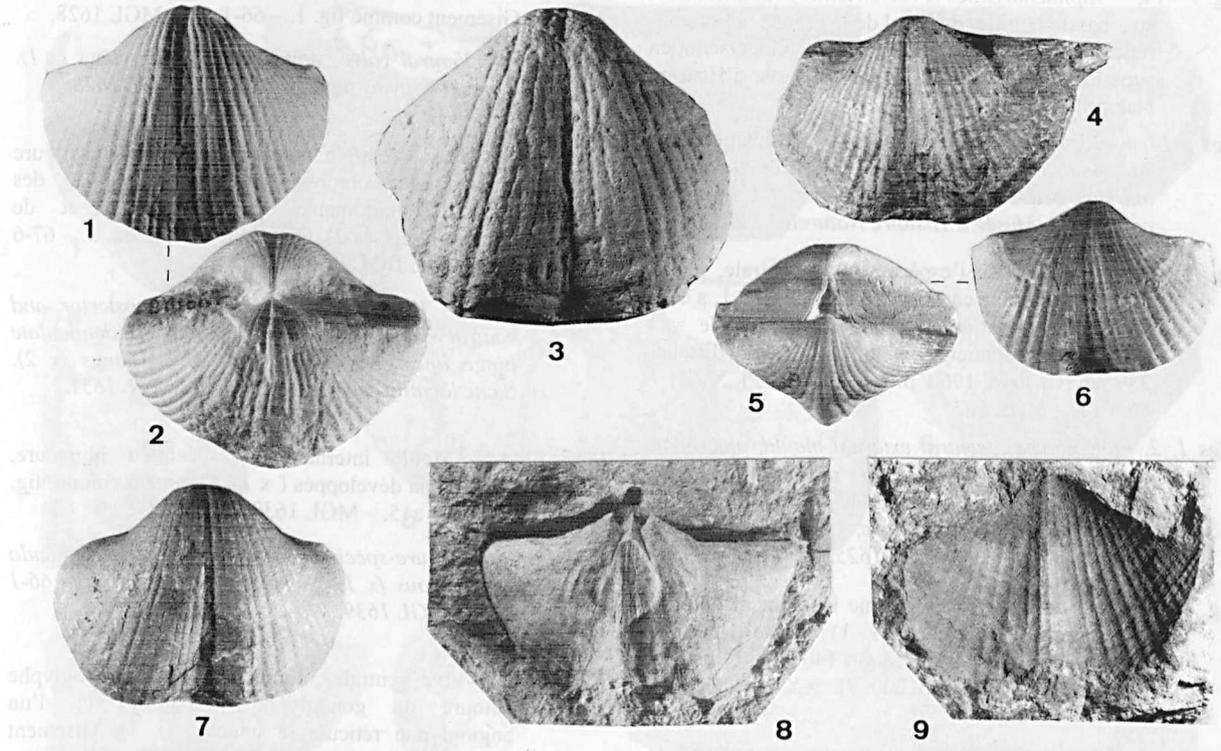
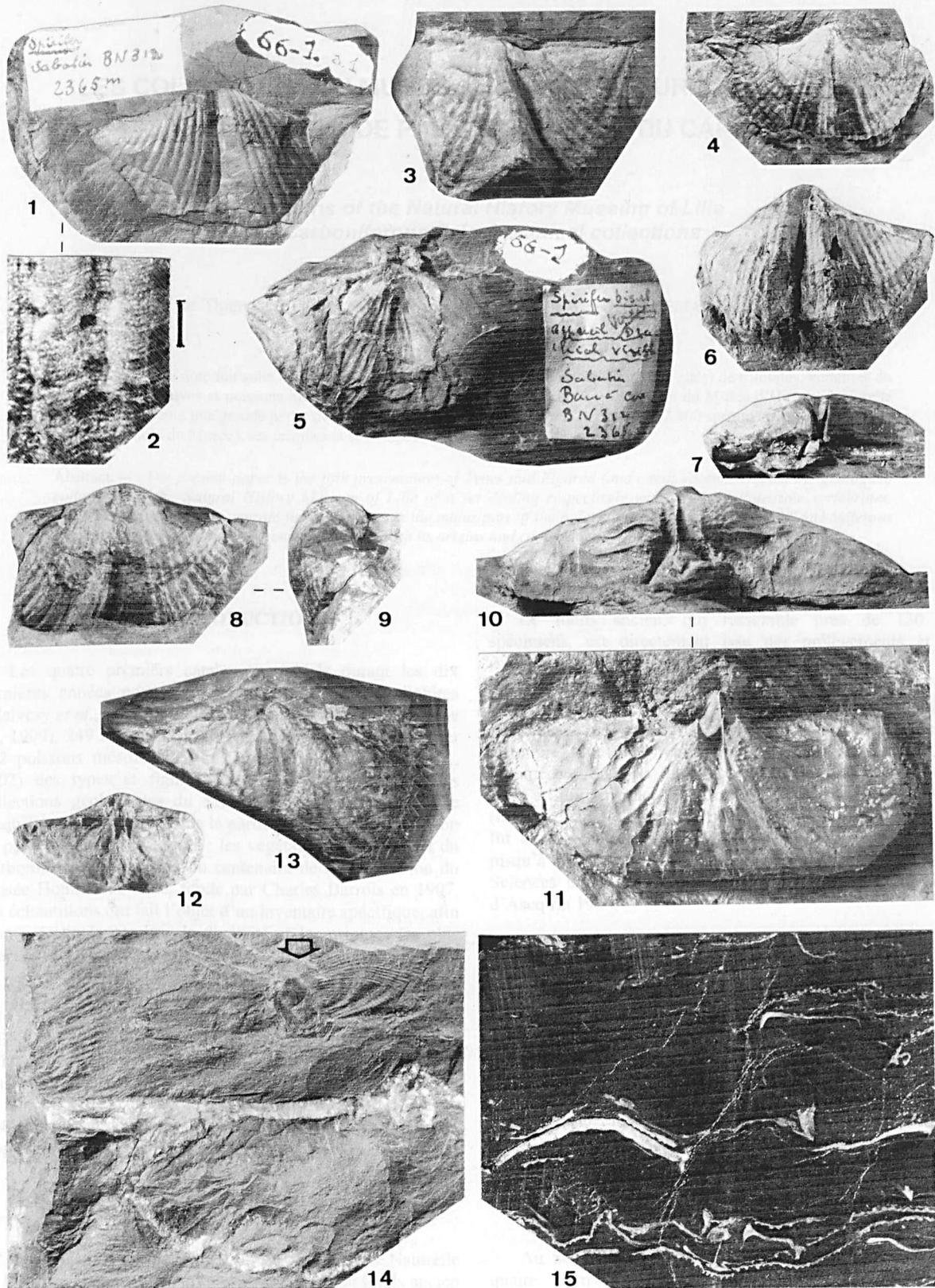


Fig. 15 — Ventral internal mould, posterior view. Fig. 14 — Ventral internal mould, posterior view. Fig. 10-13 — Ventral internal mould, posterior view. Fig. 11 — Same locality as Fig. 1.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE IV

- Fig. 1 - 14. — *Alphachoristites (Prochoristites) sabatieri* nov. sp., bassin houiller du Nord de la France, « horizon-repère à *Productus corrugatus* », Kinderscoutien supérieur. Collections J. Chalard, Musée d'Histoire Naturelle, Lille.
- Figs 1-14. — *Alphachoristites (Prochoristites) sabatieri* nov. sp., N. France coal Basin, « *Productus corrugatus* marker bed », late Kinderscoutian. J. Chalard collections, Musée d'Histoire Naturelle, Lille.
- Fig. 1, 2. — Holotype de l'espèce. Valve ventrale, moule externe, extrémité cardinale mucronée (fig. 1, x 1) et micro-ornementation (fig. 2, barre d'échelle = 1 mm). Fosse Sabatier, bowette nord à 312, distance 2365 m (Chalard, 1960, p. 144, fig. 17, Pl. XVII). — 66-1 a1. — MGL 1625.
- Figs 1, 2. — Holotype ; ventral external mould, mucronate cardinal extremity (fig. 1, x1) and microornament (fig. 2, scale bar = 1 mm). Sabatier coal mine, N. 312 gallery, 2365 m (Chalard, 1960, p. 144, fig. 17, Pl. XVII). — 66-1 a1. — MGL 1625.
- Fig. 3. — Valve dorsale, moule interne légèrement déformé par compaction latérale (x 1). Fosse Heurteau, bowette nord vers St Georges (460) 480, distance 999m (Chalard, 1960, p. 200. Pl. XXVIII, XXXI). — 67-6a8. — MGL 1653.
- Fig. 3. — Dorsal valve slightly compacted laterally (x 1). Heurteau coal mine, N. 480 gallery, 999 m (Chalard, 1960, p. 200. Pl. XXVIII, XXXI). — 67-6a8. — MGL 1653.
- Fig. 4. — Valve ventrale (x 1). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a9. — MGL 1633.
- Fig. 4. — Ventral valve (x1). Same locality as fig.1. — 66-1 a9. — MGL 1633.
- Fig. 5. — Coquille enfouie avec ses deux valves, puis partiellement évidée par diagenèse : moule externe et test altéré de valve dorsale ; du côté gauche, fragment antérieur de valve ventrale et de cône brachial (x 1). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a17. — MGL 1641.
- Fig. 5. — A shell, at first embedded with both valves, and later partly voided by diagenesis: external mould and weathered shell of dorsal valve; on left side, anterior fragments of ventral valve and brachial spirillum (x 1). Same locality as fig. 1. — 66-1 a17. — MGL 1641.
- Fig. 6. — Valve ventrale (x 1). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a2. — MGL 1626.
- Fig. 6. — Ventral valve (x1). Same locality as fig. 1. — 66-1 a2. — MGL 1626.
- Fig. 7. — Valve ventrale, moule interne, vue postérieure; interarea, empreintes des adminicula et de l'angioglyphe (x 1). Gisement comme fig. 3. — 67-6 a2. — MGL 1648.
- Fig. 7. — Ventral internal mould, posterior view ; interarea, adminicula and angioglyphe (x 1). Same locality as fig. 3. — 67-6 a2. — MGL 1648.
- Fig. 8, 9. — Valve ventrale, vues ventrale et profil (x 1). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a4. — MGL 1628.
- Figs 8, 9. — Ventral valve, ventral and profile views (x 1). Same locality as fig. 1. — 66-1 a4. — MGL 1628.
- Fig. 10, 11. — Valve ventrale, moule interne, vues postérieure et ventrale, empreintes des adminicula, des denticules cardinaux, du gonoglyphe et de l'angioglyphe. (x 2). Gisement comme fig. 3. — 67-6 a5. — MGL 1651.
- Figs 10, 11. — Ventral internal mould in posterior and ventral views, showing adminicula, denticulate hinge line, genital and vascular markings (x 2). Same locality as fig. 3. — 67-6 a5. — MGL 1651.
- Fig. 12. — Moule interne d'un spécimen immature, adminicula développés (x 1). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a15. — MGL 1639.
- Fig. 12. — Immature specimen, internal mould, adminicula conspicuous (x 1). Same locality as fig. 1. — 66-1 a15. — MGL 1639.
- Fig. 13. — Valve ventrale, moule interne usé, myoglyphe entouré du gonoglyphe (à droite) et d'un angioglyphe réticulé (à gauche) (x 1). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a16. — MGL 1640.
- Fig. 13. — Ventral valve, worn internal mould, muscle field surrounded by genital (on right) and reticulate vascular (on left side) markings. Same locality as fig. 1. — 66-1 a16. — MGL 1640.
- Fig. 14. — Valve ventrale brisée, test recristallisé ; extrémité cardinale mucronée et adminicula bien visibles, bord antérieur probablement déformé par compaction oblique. En haut de la photo (flèche), une empreinte de Productide « *Productus corrugatus* » (x 2). — St Mark 930, bowette sud, distance 92 m (Chalard, 1960, p.228, Pl. XLVI). — 62-6, MGL 98793-6 et MGL 1656.
- Fig. 14. — A broken ventral valve, with recrystallized shell and mucronate cardinal extremity, adminicula well exposed; anterior part probably compressed obliquely. In upper part of the picture, a « *Productus corrugatus* » (arrow). — St Mark coal mine, S 930 gallery, 92 m (Chalard, 1960, p.228, Pl. XLVI). 62-6, MGL 98793-6 and MGL 1656.
- Fig. 15. — Section verticale polie, horizon à « *Productus corrugatus* » ; dans une argilite noirâtre non litée, fragments de nombreux bivalves à tests minces, et d'un spiriferide. Polarité haut/bas indéterminée (x 2). Gisement comme fig. 1. — 66-1 a7 bis. — MGL 1631 bis.
- Fig. 15. — Vertical section, « *P. corrugatus* » horizon : unlayered mudstone with numerous fragments of thin-shelled bivalves and a spiriferid. Up/down polarity unidentified (x 2). Same locality as fig. 1. — 66-1 a7. — MGL 1631 bis.



LES COLLECTIONS DU MUSÉE D'HISTOIRE NATURELLE DE LILLE V. – LA COLLECTION DE PALEOBOTANIQUE DU CARBONIFERE

Collections of the Natural History Museum of Lille V – Carboniferous Paleobotanical collections

par Thierry OUDOIRE (*), Stéphane DELBECQUE (*) et Denis DEMARQUE (*)

Résumé. — Cette note fait suite aux quatre publications portant sur les types et figurés (et cités) de trilobites, vertébrés du Paléozoïque, bivalves et poissons mésozoïques et cénozoïques des collections géologiques du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. Il présente une grande partie de la collection de paléobotanique du Carbonifère (2 800 spécimens référencés sur la base de données du Musée), ses origines et sa composition.

Abstract. — *The present paper is the fifth presentation of Types and Figured (and cited) specimens from the geological collections of the Natural History Museum of Lille of a set dealing respectively with trilobita, Paleozoic vertebrates, bivalvia, Mesozoic and Cenozoic fishes. It presents the major part of the palaeobotanical collection (2 800 carboniferous specimens registered in the Museum data base), with its origins and composition.*

I. — INTRODUCTION

Les quatre premiers catalogues publiés durant les dix dernières années portaient respectivement sur 74 trilobites (Malvesy *et al.*, 1999), 1 374 vertébrés paléozoïques (Blicek *et al.*, 1999), 249 mollusques bivalves (Malvesy *et al.*, 2000) et 112 poissons mésozoïques et cénozoïques (Malvesy *et al.*, 2002) des types et figurés (ou cités) conservés dans les collections géologiques du Musée d'Histoire Naturelle. Ce cinquième catalogue présente la partie majeure de la collection de paléobotanique du Musée : les végétaux fossiles datant du Carbonifère. A l'occasion du centenaire de l'inauguration du Musée Houiller de Lille, fondé par Charles Barrois en 1907, ces échantillons ont fait l'objet d'un inventaire spécifique, afin d'en préciser le nombre, la diversité et les origines les plus exacts possibles. Le présent article résume cet inventaire.

Tous les échantillons sont enregistrés sous les sigles MGL (Musée Géologie de Lille ou Musée Gosselet de Lille) ou MBL (Musée paléobotanique de Lille, ou Musée Barrois de Lille). Vient ensuite le numéro d'inventaire (ex : MBL 18712) d'un ensemble d'exemplaires recueillis au même point, suivi du numéro de chacun de ces échantillons [ex : MBL 18712 (1 à 44)] et éventuellement de A et B (empreinte – contre-empreinte).

II. — HISTORIQUE DES COLLECTIONS

Les collections géologiques du Musée d'Histoire Naturelle de Lille comprennent deux grands ensembles : le fonds ancien et les acquisitions (dons, dépôts, achats).

Le fonds ancien, qui rassemble près de 130 000 spécimens, est directement issu des prélèvements et des échanges effectués par les chercheurs de la Faculté des Sciences de Lille entre 1870 et 1970. En effet, lorsque la ville de Lille crée son réseau de Facultés dans la seconde moitié du XIX^e siècle, cohabitent dans un même lieu le Laboratoire de Géologie (dont le premier professeur, Jules Gosselet, fut nommé en 1864), la Société Géologique du Nord (créée en 1870 à l'initiative de Jules Gosselet) et le Musée de Géologie (inauguré en 1902, dont le fondateur et premier Conservateur fut encore Jules Gosselet). Cette cohabitation va perdurer jusqu'à la construction du nouveau campus de l'Université des Sciences et Technologies de Lille (U.S.T.L.) à Villeneuve d'Ascq fin 1960.

Le fonds ancien s'est enrichi de différents achats, dons et dépôts qui viennent compléter la diversité et l'intérêt scientifique des collections d'origine. On peut citer parmi ces arrivées successives, l'achat de collections privées (Belhis, Vallois), la mise en dépôt de collections privées (Chalard) et de spécimens provenant du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.), ainsi que le dépôt des collections géologiques du Musée d'Histoire Naturelle de Boulogne-sur-Mer. L'ensemble de ces enrichissements successifs avoisine les 70 000 spécimens.

III. — LA COLLECTION DE PALEOBOTANIQUE

Au sein du fonds ancien des collections géologiques, quatre domaines sont distingués : collection régionale (10 000 spécimens), extra-régionale (15 000 spécimens),

(*) Musée de Géologie, 19 rue de Bruxelles 59000 Lille, e-mail : toudoire@mairie-lille.fr.



Fig. 1. — Le Musée Houiller de LILLE en 1909. Extrait de *Lille et la région du Nord en 1909*, Lille Imprimerie L. Danel, 1909, Tome I, p. 186.

Fig. 1. — *The Coal Museum of Lille in 1909. In Lille et la région du Nord en 1909, Lille Imprimerie L. Danel, Tome I, p. 186.*

minéralogique (6 000 spécimens) et paléobotanique. La collection de paléobotanique du Musée rassemble près de 6 000 spécimens, elle est subdivisée en sous-collections dénommées en fonction du donateur/collecteur. Une grande majorité des échantillons a été récoltée entre 1870 et 1950 dans les couches du Carbonifère de la région du Nord/Pas-de-Calais. Ces spécimens, dont une grande partie appartient à la collection Barrois, forment le « cœur » originel de la collection de paléobotanique présentée initialement dans le Musée Houiller entre 1907 et 1968 (fig. 1).

1) Le fonds originel du Musée Houiller

Le Musée Houiller, inauguré le 5 mai 1907, est une émanation du Musée Gosselet créé cinq ans plus tôt. Les membres du Laboratoire de géologie considéraient la création du Musée Gosselet puis du Musée Houiller comme des étapes pour la diffusion du message scientifique. Ils envisageaient la création de plusieurs départements (ou Musées) de géologie ; toutefois le Musée Houiller sera la seule « pousse » du Musée Gosselet. Charles Barrois, alors professeur à l'Université de Lille, en fut l'initiateur et le Conservateur. Dans une région qui, à l'époque de la création du Musée Houiller, est la principale productrice et consommatrice de charbon en France, il est apparu essentiel de conserver « *les documents nécessaires au progrès de la science, en même temps que des produits utiles à l'industrie* » (Leriche, 1907). La collection de paléobotanique du Musée tire son origine du constat que « *de toutes les questions qui ressortent du domaine de l'activité de la Société Géologique du Nord, il n'en est pas d'un intérêt plus vital, pour la région où elle siège, que celles*

qui concernent l'étude de son bassin houiller, la connaissance de son gisement, la délimitation de son extension » (Leriche, 1907).

Dans une optique de développement conjoint entre l'industrie et la recherche scientifique, vont ainsi être rassemblés des cartes, des vues photographiques des gisements, des produits issus de la transformation de la houille, des modèles du sous-sol (Küss, 1905), mais aussi des roches, des minéraux et surtout les fossiles rencontrés au cours des travaux scientifiques et d'exploitation.

La création du Musée Houiller marque le début d'une collaboration étroite et fructueuse entre les ingénieurs des compagnies minières et les géologues de l'université lilloise. Les recherches sur la structure du Bassin Houiller et son contenu floristique et faunistique vont en faciliter l'exploitation et enrichir les connaissances scientifiques.

Parallèlement, des changements interviennent au sein de l'université : la chaire de Botanique est transformée en chaire de Paléobotanique en 1931 (son titulaire est Paul Bertrand, qui, lors de sa nomination au Muséum National d'Histoire Naturelle en 1933, sera remplacé par Paul Corsin) ; l'Institut de la Houille, dirigé par Pierre Pruvost et créé en 1931 « *pour coordonner les enseignements et les recherches relatifs à la houille et ses applications* », comporte 2 chaires, confiées à André Duparque (géologie houillère) et Henri Lefebvre (chimie de la houille).

Paul Bertrand (1919) revoit une grande partie du contenu des faisceaux des diverses concessions entre 1906 et 1914 et

publie un tableau de répartition des zones végétales calibrées par rapport aux niveaux marins repères étudiés par Charles Barrois (1905 et 1912). Chargé par ce dernier des collections du Musée Houiller, Paul Bertrand collecte, classe les échantillons « *méthodiquement déterminés par lui et emmagasinés dans plus de 1200 tiroirs ou exposés dans les vitrines des salles ouvertes au public* » (Pruvost, 1945) et publie plusieurs mémoires sur les flores du bassin du Nord, de la Sarre, de la Lorraine et des gisements alpins. L'ensemble de ces travaux a permis d'enrichir la collection historique du musée jusqu'à l'emménagement du Laboratoire de Géologie à Villeneuve d'Ascq en 1968. A cette date, et alors que les collections du Musée Houiller sont qualifiées depuis longtemps comme « *la réunion d'archives paléontologiques, à présent les plus importantes de France, pour tout ce qui concerne l'étude comparative des flores carbonifères* » (Pruvost, 1945), le laboratoire s'installe dans de nouveaux locaux et emmène la bibliothèque ainsi qu'une grande partie des spécimens du fonds ancien, dont la quasi totalité des types & figurés.

Les spécimens de paléobotanique n'ont pas échappé à ce déménagement et font à présent partie des collections du Laboratoire de Paléobotanique de l'Université. Sont restés dans les locaux du musée les échantillons présentés dans le mobilier de la salle d'exposition (environ 250 tiroirs), ainsi que les grands spécimens de troncs et d'appareils radicaux. Les collections seront maintenues en l'état durant une dizaine d'années, sous l'égide d'André Duparque, Gérard Waterlot puis Paul Corsin.

En 1974, lorsque Jean-Pierre Laveine succède à Paul Corsin, une nouvelle ère s'engage pour le Musée et ses collections. Il obtient la création d'un poste de Conservateur permanent par la Ville de Lille en 1987 et continue de travailler au sein du Musée de Géologie en tant que Conservateur universitaire. L'équipe se renforce progressivement (création) d'un poste d'Attaché de Conservation, recrutement de vacataires et d'intérimaires pour l'inventaire des collections) et se lance dans une politique active d'enrichissement par collecte sur le terrain et achats raisonnés, associée à des renouvellements de présentations muséographiques plus fréquents.

Des achats de collections privées, des dépôts et des dons de collections publiques de spécimens prélevés sur les terrils et directement dans les puits, alors en cours d'exploitation, ont ainsi permis de renforcer la qualité du fonds Barrois, précédemment appauvri par le déménagement de l'Université.

2) La Collection Belhis

Monsieur Amor Belhis, mineur aujourd'hui retraité, a constitué une collection d'échantillons paléobotaniques directement issus de puits de mines en exploitation dans la région. Il a ainsi rassemblé près de 800 spécimens, dont il a indexé précisément les origines géographiques et stratigraphiques, donnant ainsi une grande valeur scientifique et patrimoniale à cette collection (les puits dont sont issus ces spécimens n'étant plus accessibles aujourd'hui). Ces spécimens ont été achetés par la Ville de Lille en 1999.

Cent trente spécimens du Carbonifère de Montceau-les-Mines ont ensuite été acquis en 2004, afin d'enrichir le fonds paléobotanique extra-régional.

3) La Collection Vallois

L'exploitation récente des terrils régionaux livre de nouveaux échantillons au fur et à mesure de son avancée. Passionné de paléobotanique, Monsieur Bruno Vallois a peu à peu constitué une collection d'échantillons prélevés sur ces terrils depuis le début des années 1990. Avec le concours de cet amateur éclairé, l'équipe du Musée a pu collecter quelques centaines de spécimens destinés aux animations. Une étroite collaboration s'est construite, concrétisée par l'achat d'une partie de la collection, baptisée Collection Vallois. Parmi les spécimens achetés figurent des fragments de faune (dont un type de Limule ; MGL 5067 1-5 - Rachebœuf, 1992) et près de 300 spécimens de Paléobotanique, qui illustrent notamment la diversité des Lépidoxytes et des Filicophytes régionales.

4) Dons et dépôts annexes

Plusieurs dons et dépôts sont venus agrémenter les campagnes de collecte sur le terrain. Parmi les 560 spécimens donnés par le Musée de Tourcoing, figurent une trentaine d'échantillons de flore du Carbonifère. Le laboratoire des Sciences de la Terre de l'Université de Reims a également déposé au Musée près de quatre cents spécimens du Carbonifère d'origines diverses (Nord/Pas-de-Calais, Deux-Sèvres, Saône & Loire et Prusse), qui sont encore en cours d'inventaire. Monsieur Chalard, ancien ingénieur des Mines et ancien Président de la Société Géologique du Nord, a donné ses collections d'ammonoidés du Carbonifère, accompagnées de 41 spécimens de flore du Carbonifère du Nord de la France et de 22 spécimens de la flore stéphanienne du Bassin de Decazeville (Aveyron).

IV. — CATALOGUE « SYSTEMATIQUE »

Sur les 6 000 échantillons estimés des collections de paléobotanique du Musée d'Histoire Naturelle, près de 4 000 ont fait l'objet d'un inventaire papier (une fiche d'inventaire papier par échantillon ou par lot d'échantillons). A ce jour, près de 3 000 de ces fiches ont été saisies dans notre base de données (une fiche d'inventaire informatisée accompagnée de visuel(s) numérique(s) par échantillon ou par lot d'échantillons). Les spécimens du Dévonien (Ardennes, Boulonnais), Permien (Lodève) et du Tertiaire (sud de la France) représentent 41 pièces. Les spécimens du Carbonifère saisis sont au nombre de 2 738. Si 285 spécimens ne présentent pas de caractères suffisants pour en permettre une attribution générique, les 2 453 restants ont reçu une diagnose.

Nous avons choisi de présenter dans ce catalogue ces 2 453 spécimens carbonifères diagnostiqués et conservés dans les collections de manière regroupée, suivant les 5 embranchements de trachéophytes les plus fréquents (Laveine, 1989), accompagnés d'un court descriptif.

1) Les Lépidoxytes

Les Lépidoxytes font partie des cryptogames vasculaires. Ce sont des végétaux à ramifications

dichotomiques plus ou moins modifiées, généralement pourvus d'organes radiculaires.

L'appareil radicaire des Lépidoxytes est connu sous le nom de *Stigmaria* BRONGNIART, 1822 et *Stigmariopsis* GRAND'EURY, 1877. Seules des formes du premier genre sont conservées dans les collections du Musée. Une trentaine de spécimens montrent l'étalement des rhizomes portant des appendices en ordre spiralé, ainsi que leur division dichotome. Au sein de ces spécimens conservés dans les collections, on peut distinguer deux échantillons montrant la base du tronc.

Les Lépidoxytes arborescentes pouvaient atteindre 40 mètres de hauteur et 1,5 mètres de diamètre. Les feuilles sont simples, linéaires et uninervées ; 19 spécimens des collections en présentent des fragments plus ou moins complets ou isolés. Les troncs et les rameaux sont identifiés par la morphologie des coussinets foliaires sur lesquels figure une cicatrice laissée par la chute d'une feuille. Les collections contiennent plusieurs genres, dont deux principaux : *Lepidodendron* STERNBERG, 1820 (représenté par 327 spécimens répartis en 14 espèces identifiées) et *Sigillaria* BRONGNIART, 1822 (représenté par 355 spécimens répartis en 27 espèces identifiées).

D'autres organes aériens sont représentés au sein des collections, parmi lesquels on peut citer *Asolanus* WOOD, 1860 (16 spécimens), *Lepidophloios* STERNBERG, 1825 (15 spécimens), *Bothrodendron* LINDLEY & HUTTON, 1833 (27 spécimens), *Pinakodendron* WEISS, 1893 (3 spécimens), ou encore *Ulodendron* LINDLEY & HUTTON, 1831 (2 spécimens).

Les sporophylles (des feuilles portant chacune un sac de spores, ou sporange) de Lépidoxytes sont groupées en épis qui rappellent le cône des Conifères ; on distingue deux types principaux : *Lepidostrobus* BRONGNIART, 1828 (identifié sur 36 spécimens dans les collections) et *Sigillariostrobus* SCHIMPER, 1870 (présent sur 19 spécimens des collections).

Des fragments de Lépidoxytes sont présents sur 858 échantillons des collections de paléobotanique.

2) Les Arthroxytes

Représenté actuellement par la Prêle, cet embranchement de cryptogames vasculaires était très important au Carbonifère. Ce groupe tire son nom (*arthron* : articulation, *phuton* : plante) du fait que les tiges et les rhizomes sont constitués d'une succession d'articles séparés par des nœuds où sont insérés les rameaux et les feuilles. On peut distinguer deux ensembles principaux : les groupes de *Calamites* SUCKOW, 1784 et des *Sphenophyllum* KOENIG, 1825.

Les *Calamites* étaient des végétaux arborescents et pouvaient atteindre 20 mètres de haut. Leurs tiges étant creuses, on retrouve la plupart du temps les moules de leur cavité médullaire ; 146 spécimens des collections présentent des fragments de ce taxon. Les feuilles, groupées en verticilles et uninervées, sont représentées par deux genres principaux : *Asterophyllites* BRONGNIART, 1822 (feuilles étroites s'effilant vers leur sommet, 48 spécimens dans les collections) et *Annularia* STERNBERG, 1823 (feuilles lancéolées ou spatulées, plus ou moins ramenées dans un plan, 35 spécimens dans les collections).

Les organes reproducteurs, *Calamostachys* SCHIMPER, 1869 ou *Palaeostachya* WEISS, 1876, se présentent sous forme d'épis situés à l'extrémité de rameaux et sont formés par des verticilles de bractées stériles et de pédicelles portant les sporanges. Sont conservés 9 échantillons attribués au genre *Calamostachys*, 3 au genre *Palaeostachya* dans les collections et quelques spécimens supplémentaires non identifiés.

Second groupe le plus représenté dans les collections parmi les Arthroxytes, les *Sphenophyllum* de petite taille, peu ramifiées, possédant des verticilles de feuilles superposés qui servent de critère discriminant pour les espèces ; une ou deux nervures basales aboutissent à des petites nervures aux indentations des feuilles par dichotomies successives. Quarante-et-un fragments de ce genre sont référencés dans les collections du Musée, répartis en 8 espèces.

L'ensemble des fragments d'Arthroxytes représente 329 échantillons au sein des collections du Musée.

3) Les Filicoytes

Les fossiles révèlent la présence de fougères (*filicis* = fougère) de petite taille mais aussi arborescentes au Carbonifère, proches des Marattiales actuelles.

Les cicatrices laissées par la chute des feuilles sont parfois visibles et montrent des insertions selon deux génératrices diamétralement opposées (*Hagiophyton* CORSIN, 1947, 1 Type = MGL 10833 - Corsin, 1947 ; *Megaphyton* ARTIS, 1825) ou beaucoup plus nombreuses insérées de manière hélicoïdale (*Caulopteris* LINDLEY & HUTTON, 1832, 2 spécimens).

Les feuilles, de grande taille et divisées, sont dénommées frondes ; l'élément le plus simple est dénommé pinnule, les différentes parties des frondes sont des pennes d'ordres divers. Le mode d'attachement, la nervation et la forme des pinnules servent à différencier les taxons.

On peut ainsi trouver 129 spécimens présentant des fragments de frondes filicoytes au sein des collections, répartis principalement dans les genres suivants : *Corynepteris* BAILY, 1860 (4 spécimens), *Pecopteris* BRONGNIART, 1822 (80 spécimens), *Sphenopteris* STERNBERG, 1825 (50 spécimens), *Zeilleria* KIDSTON, 1884 (1 spécimen).

Les éléments reproducteurs sont des sporanges situés à la face inférieure des pinnules, et se présentent sous de nombreuses formes. Quelques échantillons des collections montrent des fragments de Filicoytes fructifiés (3, dont 1 spécimen de *Senftenbergia elegans* CORDA, 1845).

138 échantillons des collections montrent des fragments de Filicoytes du Carbonifère.

4) Les Ptéridospermoytes

Ces « fougères à graines » ont été différenciées des Filicoytes par l'étude et la découverte de leurs organes reproducteurs : des « graines » et des grains de pollen dans des sacs polliniques.

Certains de ces organes reproducteurs ont été retrouvés et figurent dans les collections : *Pachytesta* BRONGNIART, 1828 (3 spécimens), *Trigonocarpus* BRONGNIART, 1828 (33 spécimens) et *Hexagonocarpus* RENAULT, 1888 (3 spécimens).

Les pinnules et les caractères de la fronde servent d'éléments discriminants des taxons. Ce groupe entièrement disparu est représenté dans les collections par les genres suivants : *Alethopteris* STERNBERG, 1825 (186 spécimens), *Cyclopteris* BRONGNIART, 1831 (40 spécimens), *Eusphenopteris* SIMSON-SCHAROLD, 1934 (26 spécimens), *Laveinopteris* CLEAL, SHUTE & ZODROW, 1990 (93 spécimens), *Linopteris* PRESL, 1838 (59 spécimens), *Macroneuropteris* CLEAL, SHUTE & ZODROW, 1990 (67 spécimens), *Mariopteris* ZEILLER, 1879 (108 spécimens), *Neuropteris* BRONGNIART, 1822 (411 spécimens), *Odontopteris* BRONGNIART, 1831 (28 spécimens), *Paripteris* GOTHAN, 1941 (27 spécimens).

Les spécimens de *Macroneuropteris scheuchzeri* (HOFFMANN, 1826) (au nombre de 64) sont à mettre en exergue : les collections conservent un spécimen figuré (Bertrand, 1930), les autres ont fait l'objet de plusieurs mémoires de recherches.

On retrouve des fragments de Ptéridopermophytes sur 1 131 spécimens des collections de paléobotanique du musée.

5) Cordaïtophytes

Les *Cordaites* étaient des végétaux arborescents (certains pouvaient atteindre 40 mètres de hauteur), dont les troncs devaient être très ramifiés dans la partie supérieure. Les moules internes de ces troncs sont connus sous le nom d'*Artisia* STERNBERG, 1838 (2 spécimens dans les collections). Les feuilles sont longues, avec des nervures nombreuses et parallèles (plusieurs nervures séparées par des

stries intercalaires parallèles). De nombreux fragments de ces feuilles figurent dans les collections (67).

Les épis reproducteurs, identifiés comme *Cordaianthus* GRAND'EURY, 1877 (12 spécimens inventoriés dans les collections), d'où sortaient des pédoncules porteurs de graines cordiformes ou des étamines dispersant des grains de pollen permettent de classer ce groupe au sein des Gymnospermes.

83 échantillons des collections présentent des fragments de ce groupe des Cordaïtophytes.

V. — REPARTITION SYSTEMATIQUE, GEOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Les spécimens du Carbonifère des collections de paléobotanique du Musée d'Histoire Naturelle ayant fait l'objet d'un inventaire vérifié (2 453 références) couvrent principalement 5 embranchements de trachéophytes. Ces spécimens permettent d'illustrer les diverses caractéristiques morphologiques de ces groupes. La répartition systématique (fig. 2) montre une très nette disparité entre les groupes.

La très nette domination des taxons de Ptéridospermaphytes peut s'expliquer par leur abondance dans les roches de la région et par l'intérêt des recherches effectuées pour en étudier le mode de reproduction et les séparer du groupe des Filicophytes. De nombreux chercheurs de l'université (P. Bertrand, Paul et Paule Corsin, M. Buisine, A. Dalinval, J.-P. Laveine) ont travaillé sur ces deux groupes qui présentent de fortes similitudes morphologiques et sont principalement différenciés par leurs organes reproducteurs (qui ne sont que rarement en connexion). Il convient toutefois de nuancer leur importance dans le relevé statistique des collections par le fait que l'on trouve de très nombreuses pinnules isolées (les types *Paripteris* et *Linopteris* notamment, dont les pinnules ne sont attachées que par un

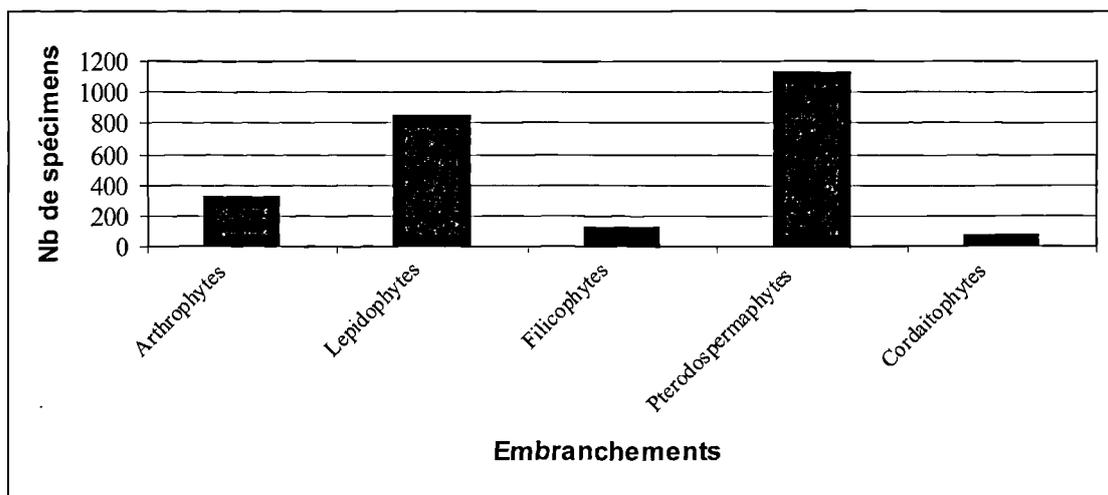


Fig. 2. — Répartition systématique des spécimens du Carbonifère de la collection paléobotanique du Musée d'Histoire Naturelle de Lille dans les 5 embranchements principaux.

Fig. 2. — Distribution within the fifth main phyla of the carboniferous samples from the Natural History Museum of Lille's paleobotanical collection

point sur le rachis) en association avec d'autres taxons. Ces associations, mises en évidence dans un souci de description complète des spécimens sont codées en occurrence supplémentaire dans la base de données, alors que l'intérêt esthétique, scientifique et/ou patrimonial du prélèvement était fixé sur une autre partie du spécimen. Cela conduit ainsi à une sur-représentation de certains taxons de Ptéridospermaphytes dans les statistiques des collections. Inversement, la faible représentation des cordaïtophytes est liée au manque d'intérêt des chercheurs alors que les fossiles sont abondants dans les couches carbonifères du Nord/Pas-de-Calais.

Les spécimens de nos collections ont été principalement récoltés dans le Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais, durant l'exploitation minière (collections Barrois du fonds ancien et Belhis) ou sur les terrils (collection Vallois, spécimens issus de campagnes de prélèvements à partir des années 1990). Toutefois, environ 5% des spécimens, soit près de 300, proviennent de bassins houillers d'autres régions françaises (Graissessac, Alès, Saint-Etienne, Lorraine) et étrangères (Prusse, Allemagne, U.S.A., Canada).

La plupart des spécimens provient de couches géologiques du Carbonifère supérieur (Moscovien/Kasimovien, anciennement Westphalien/Stéphanien). Quelques spécimens de la Collection Chalard montrent 22 fragments de la flore du Stéphanien supérieur (Gzhélien). Une trentaine de spécimens provenant des Etats-Unis d'Amérique illustrent la flore du Mississippien (Carbonifère supérieur). Les collections conservent également un grand nombre de spécimens provenant du Permien de Lodève ainsi que quelques spécimens de la flore du Dévonien supérieur des Ardennes et du Boulonnais (mais ceux-ci ne sont pas décrits dans le présent article).

VI. — CONCLUSION

Les 2 738 spécimens inventoriés du Carbonifère des collections de paléobotanique du Musée d'Histoire Naturelle de Lille se répartissent en 5 embranchements principaux (Ptéridospermaphytes, Lépidophytes, Arthrophytes, Filicophytes et Cordaïtophytes) et en illustrent la diversité morphologique et spécifique.

Ces échantillons proviennent principalement de la région du Nord/Pas-de-Calais, dont ils montrent l'essor scientifique depuis la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. Quelques spécimens illustrent la flore carbonifère d'autres bassins houillers français (Loire, Gard, Hérault) et américains (Etats-Unis, Canada).

L'ensemble de ces échantillons fait l'objet d'un inventaire complet qui a pour but de dénombrer, identifier et conserver au mieux cette collection. Le Musée, à l'occasion de la célébration du centenaire de l'inauguration du Musée Houiller, se dote en 2007 d'outils pour rendre consultables ses collections. La collection de paléobotanique a été la première du Musée de Lille à bénéficier de cet équipement. Le reste des collections sera progressivement intégré à ce dispositif pour, à terme, permettre la libre consultation de l'ensemble des spécimens conservés dans les collections de géologie.

Le Musée se mobilise pour la conservation du patrimoine et l'enrichissement de ses collections. En collaboration avec le Laboratoire de Géologie de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, l'ensemble des collections de Paléobotanique de l'Université devrait être intégré aux collections du Musée. Les spécimens ayant déménagé à la fin des années 1960 feront alors leur retour au Musée et les spécimens issus de plus d'un siècle de travail des chercheurs du Laboratoire de Paléobotanique trouveront une place de choix au sein des réserves du Musée. La collection de Paléobotanique devrait, du fait de cette mise en dépôt, avoisiner les 80 000 spécimens et constituer une référence à l'échelle européenne.

Remerciements. — Les auteurs remercient vivement – Jean-Pierre Laveine et Sophie Beckary, pour leur contribution importante à l'élaboration de cette note et l'impulsion donnée à la conservation et la mise en valeur des collections – Denise Brice et Francis Amedro pour la relecture de cet article – Anne-Marie Candilier, Alain Blicck et les chercheurs de l'Université des Sciences et Technologies de Lille qui nous ont apporté aide, conseils et soutien – Thierry Malvesy, pour l'initiation du programme de publication des collections géologiques – Michel Goldbaum et l'ensemble des bénévoles, stagiaires et vacataires qui ont participé à l'effort d'inventaire, de gestion et de mise en valeur de ce patrimoine inestimable – enfin (et surtout !), Josiane Merlier, pour sa patience, pour sa disponibilité à la numérotation et la conservation des collections et pour sa joie de vivre depuis plus de vingt ans.

BIBLIOGRAPHIE

- BARROIS Ch. (1905). — Observations sur le Bassin Houiller du Nord de la France. Congrès International des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie Appliquées, 1^{ère} session, Liège, Section de Géologie Appliquée : 75-98.
- BARROIS Ch. (1912). — Etudes sur les strates marines du terrain houiller du Nord. Etudes des gîtes minéraux de la France, Service des Topographies souterraines, Paris, 122 p.
- BERTRAND P. (1919). — Les zones végétales du terrain houiller du Nord de la France. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* : 168 : 952-955.
- BERTRAND P. (1930). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I – Flore fossiles, 1^{er} fascicule : Neuroptéridées. *Etudes des Gîtes Minéraux de France*, Lille, 52 p.
- BLIECK A., MALVESY T., CANDILIER A.-M., CLOUTIER R. & POPLIN C. (1999). — Les Collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. II. — Vertébrés Paléozoïques. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 7 (2^e série) : 87-128.
- CORSIN P. (1947). — Reconstitution des Pécoptéridées. Genres *Caulopteris* L. & H., *Megaphyton* ARTIS et *Hagiophyton* nov. gen. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 68 : 6-25.
- KÜSS M. (1905). Les coupes des bassins du Nord et du Pas-de-Calais offertes au Musée houiller de Lille par la chambre des Houillères. — *Annales de la Société Géologique du Nord*, 34 : 398-407.
- LAVEINE, J.-P. (1989). — Guide Paléobotanique dans le Terrain Houiller Sarro-Lorrain. *Editions des Houillères du Bassin du Nord et du Bassin de Lorraine*, 154 p.

- LERICHE M. (1907). Le Musée Houiller de Lille inauguré le 5 mai 1907. - *Annales de la Société Géologique du Nord*, 36 : 97-122
- MALVESY T., MORZADEC P. & FEIST R. (1999). — Les Collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. I. — Les Trilobites (types & figurés). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 6 (2^e série) : 157-162.
- MALVESY T., BABIN C. & BARROIS J. (2000). — Les Collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. III. — Les Bivalves (types & figurés). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 8 (2^e série) : 3-18.
- MALVESY T., CAPETTA H., DUTHEIL D., OTERO O. & OUDOIRE T. (2002). — Les Collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. IV. — Poissons Mésozoïques et Cénozoïques (types & figurés). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 9 (2^e série) : 147-157.
- PRUVOST P. (1945). — L'œuvre de Paul Bertrand, Paléobotaniste (1879-1944). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 65 : 127-137.
- RACHEBOEUF, P. R. (1992). — *Valloisella lievinensis* n.g. n.sp. : nouveau Xiphosure carbonifère du Nord de la France. - *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* (6) : 336-342.

ARTIFICIALISATION DU TRAIT DE COTE ET DYNAMIQUE DES FALAISES ARGILO-GRESEUSES DU BAS-BOULONNAIS (FRANCE).

Man-induced evolution of the the clay and sandstone sea cliffs of the Bas-Boulonnais (France)

par Guillaume PIERRE (*)

Résumé. — Le versant maritime du mont de Couppe, au Portel, évolue en falaise morte depuis la construction du port de Boulogne à la fin du 19^e siècle. Son évolution continentale se solde par une diminution de la pente et un allongement du versant exposant les matériaux argileux sur une surface croissante, ce qui entretient l'instabilité. La falaise du cran Poulet, au nord d'Audresselles, a été réactivée au milieu du 20^e siècle après 60 années d'extraction de galets dans le cordon qui la borde. Les modalités de son recul permettent de définir son profil à replat comme une forme d'équilibre entre production de débris sur la paroi et déblaiement par la mer au pied de la falaise, plutôt que comme le signe d'une continentalisation de la dynamique de versant. Ces deux exemples permettent donc d'évaluer l'impact d'artificialisations sur l'évolution du trait de côte, et de modéliser l'évolution d'abrupts côtiers en relation avec des variations (artificielles) du niveau de la mer.

Abstract. — *The maritime slope of the mont de Couppe, located in le Portel, evolves as an abandoned cliff since the construction of the harbour of Boulogne at the end of the 19th century. Its continental evolution shows a lengthening and a reduction of the steepness of the slope, exposing argillaceous materials on an increasing surface, which maintains instability. The cliff of le cran Poulet, north of Audresselles, was reactivated in the middle of the 20th century after 60 years of pebble extraction from the beach. Monitoring of the retreat shows that the benched cliff profile results of a dynamic equilibrium between erosion on the cliff wall and removal by the sea at the cliff foot, rather than of a continentalization of slope processes. These two examples thus make it possible to evaluate the impact of man-induced processes on the coastline evolution, and to model the dynamic of coastal slopes in relation with (artificial) variations of the sea level.*

I. — INTRODUCTION

Deux segments de falaise du Bas-Boulonnais ont vu leur dynamique changer radicalement depuis la fin du 19^e siècle, l'un dans le sens d'une réactivation du recul (cran Poulet), l'autre dans celui d'un abandon par la mer et d'une continentalisation du versant (falaises du Portel). Dans les deux cas, le changement de dynamique est initié par une artificialisation : extraction de galets au pied de la falaise du cran Poulet, ou au contraire ensablement de l'estran lié à la construction d'une digue au Portel. Connaissant la chronologie de ces interventions, il est possible, en analysant les valeurs et les modalités du recul, d'établir le rôle respectif des processus marins et des processus continentaux dans l'évolution de ces formes, et donc de discuter du rôle des variations du niveau de la mer sur la dynamique des versants côtiers. Dans le contexte actuel de changement climatique, l'exemple du cran Poulet fournit par ailleurs des indices sur l'impact possible d'une élévation du niveau marin sur le recul.

II. — LE CONTEXTE STRUCTURAL ET HYDRODYNAMIQUE

Les falaises argilo-gréseuses du Bas-Boulonnais sont taillées dans un ensemble lithostructural du Kimméridgien et du Tithonien constitué de sédiments de milieux de rampe carbonatée homoclinale (Geysant *et al.*, 1993). La série comprend des dépôts argileux et marneux à intercalations de bancs calcaires bioclastiques peu épais (lumachelles), interrompus par des ensembles sablo-gréseux. Dans le secteur du cran Poulet (fig. 1) se succèdent de bas en haut, 1) les Calcaires du Moulin-Wibert (14 m, alternance de bancs calcaires décimétriques et de marnes noires), 2) les Grès de Châtillon (5 m, sables et grès bioclastiques), et 3) les Argiles de Châtillon (18 à 25 m), dans lesquelles s'intercalent des bancs calcaires décimétriques et un banc calcaro-gréseux épais de 80 cm, affleurant à mi-hauteur de la formation. Au pied de la falaise, un cordon de galets, encore épais, comble une zone déprimée du platier.

(*) Département de biologie, chimie et géographie. Université du Québec à Rimouski, 300, allée des Ursulines, Rimouski (Québec) G5L 3A1 Canada. guillaume_pierre@uqar.qc.ca

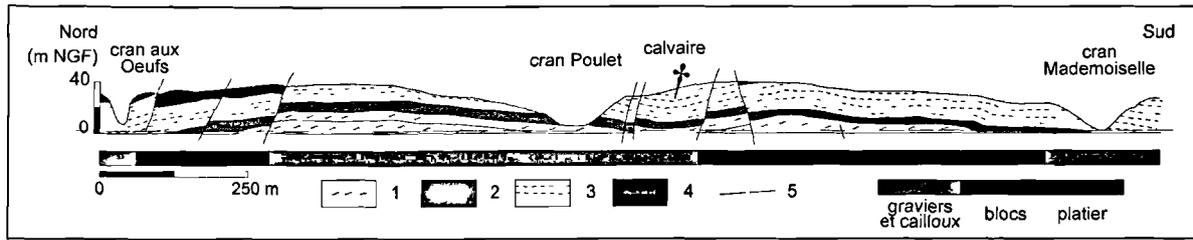


Fig. 1. — Structure des falaises et nature de l'estran, cran Poulet.
1, Calcaires du Moulin-Wibert. – 2, Grès de Châtillon. – 3, Argiles de Châtillon. 4, Grès de la Crèche. – 5, pied de falaise.

Fig. 1. — Structure of the cliffs and nature of the foreshore, cran Poulet.
1, Calcaires du Moulin-Wibert. – 2, Grès de Châtillon. – 3, Argiles de Châtillon. 4, Grès de la Crèche. – 5, cliff foot.

Au sud de Boulogne-sur-Mer, dans le même ensemble lithostructural, deux profils de falaise (morte) se succèdent entre le port de Boulogne-sur-Mer et le Portel : la falaise de Châtillon recoupe essentiellement les Argiles de Châtillon (sans l'épais banc calcaro-gréseux), et celle du mont de Coupe les Argiles de la Crèche et les Argiles de Wimereux (21 m), ces deux dernières formations présentant également des intercalations de bancs calcaires peu épais. Au mont de Coupe, les Grès de la Crèche (sables coquilliers, bancs de grès carbonatés décimétriques et grès en boules) et les Assises de Croï (intercalation de marnes, de calcaires noduleux et d'argiles), affleurent sur une faible épaisseur au pied et au sommet de la falaise respectivement (fig. 2). De la pointe de Châtillon au Portel, le pied de falaise est artificialisé (route, ancien port pour aéroglesseur, perré...), et, entre la digue Carnot et le perré, l'estran est couvert d'une plage sableuse épaisse.

L'aquifère multicouche, et peu développé, de la série jurassique n'enregistre pas les variations saisonnières des précipitations, comme l'illustre la comparaison des courbes piézométrique de la station d'Onglevert (commune d'Audresselles) et pluviométrique de la station de Guînes (fig. 3). Seules les tendances pluriannuelles – données par les courbes polynomiales d'ordre 2 – sont comparables. Cela traduit une circulation rapide des eaux infiltrées, réduisant leur influence sur les processus de recul (Pierre, 2005). Côté marin, une pleine mer de vive-eau exceptionnelle ne dépasse pas la cote 4,87 m NGF (5,10 m pour la plus haute mer astronomique), valeurs calculées à Boulogne-sur-Mer. Le pied des falaises argilo-gréseuses, dont l'altitude est comprise entre 6 et 8 m NGF, reste donc hors de portée des flots si la mer est calme.

III. — LE CRAN POULET

La forte valeur de recul au cran Poulet (jusqu'à 26 m \pm 1 m en 64 ans, soit 0,41 m/an au lieu de 0,08 m/an en moyenne pour le secteur compris entre Audresselles et le cran aux Oeufs ; fig. 4) a une cause purement anthropique (Pierre, 2006). Elle est due à l'extraction continue de galets dans le cordon qui borde la falaise, entre 1885 et la Seconde Guerre mondiale (Lequien, 2004). Le volume extrait n'est pas connu, mais le niveau actuel du haut de cette plage de plate-forme est en moyenne 2 m en dessous de celui de ses voisins du cran Noir Da, du cran Mademoiselle et du cran aux Oeufs, soit 4 m au lieu de 6 m NGF. L'abaissement du niveau du cordon de

galets a eu plusieurs effets dont le cumul explique le recul accéléré de la falaise. La jonction entre plage et pied de falaise, abaissée de 2 m, est plus régulièrement exposée à l'érosion marine, laquelle est d'autant plus marquée que la plage a en partie perdu son caractère réfléchissant. Au total, l'attaque directe par les vagues ainsi que le déblaiement par la mer des débris fournis par l'érosion subaérienne s'en trouvent améliorés.

Bien que l'extraction ait débuté à la fin du XIX^e siècle, le retrait de la falaise semble ne commencer que vers le milieu du XX^e siècle. En effet, A. Briquet (1930) considère que dans les années 1920, la falaise, couverte de végétation jusqu'à sa base et bordée par un épais cordon de galet, est une falaise abandonnée. Une série de cartes postales anciennes (Lequien, 2004) montrant deux habitations construites au cran Poulet au tout début du XX^e siècle (et détruites pendant la Seconde Guerre mondiale) et surtout une statue de la Vierge érigée au pied de la falaise (végétalisée) en 1904, vont dans le même sens. La falaise est cependant réactivée dès la deuxième moitié des années 1940, puisque la statue doit être déplacée : elle est d'abord transférée sur le replat à mi-hauteur de la paroi de la falaise en 1949, puis à son emplacement actuel, c'est-à-dire à l'intérieur du cran Poulet, en 1952. Les quatre blockhaus de la Seconde Guerre mondiale basculés sur l'estran – fait exceptionnel sur cette portion de côte – n'ont pas été l'objet de la même sollicitude (fig. 4). Le calvaire érigé en haut de falaise en 1910 et plusieurs fois déplacé (Lequien, oralement), est tombé sur le replat en automne 2001.

IV. — LE MONT DE COUPE ET LA FALAISE DE CHÂTILLON

À Boulogne même, la falaise n'est plus rongée par la mer depuis la première moitié du XIX^e siècle pour sa partie sud (que longe le boulevard Sainte-Beuve, à l'abri de la jetée du nord-est) et depuis les années 1930 pour sa partie nord (construction de la digue Nord entre 1933 et 1940) ; quant à la falaise de Châtillon (s.l.), au Portel, elle est abandonnée depuis 1879, date de la construction de la digue Carnot. L'évolution continentale de ces anciennes falaises n'est pas stoppée pour autant comme l'ont rappelé les glissements survenus en 1930 le long de la falaise de Boulogne. A.P. Dutertre (1930) écrivait à cette occasion qu'une falaise morte « demeure soumise à une loi analogue à la loi de l'aplatissement des versants des vallées », justifiant ainsi « de

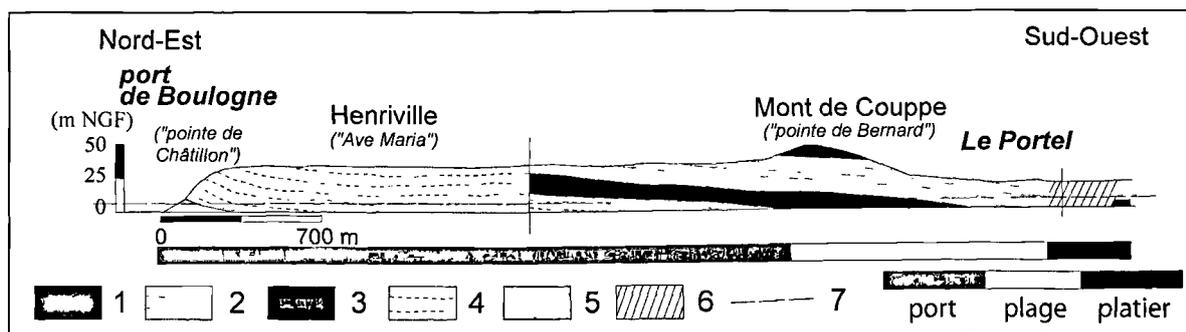


Fig. 2. — Structure des falaises et nature de l'estran, le Portel.
1, Grès de Châtillon. – 2, Argiles de Châtillon. – 3, Grès de la Crèche. – 4, Argiles de Wimereux et Argiles de la Crèche. – 5, Assises de Croi. – 6, perré. – 7, pied de falaise.

Fig. 2. — Structure of the cliffs and nature of the foreshore, le Portel.
1, Grès de Châtillon. – 2, Argiles de Châtillon. – 3, Grès de la Crèche. – 4, Argiles de Wimereux and Argiles de la Crèche. – 5, Assises de Croi. – 6, spit. – 7, cliff foot.

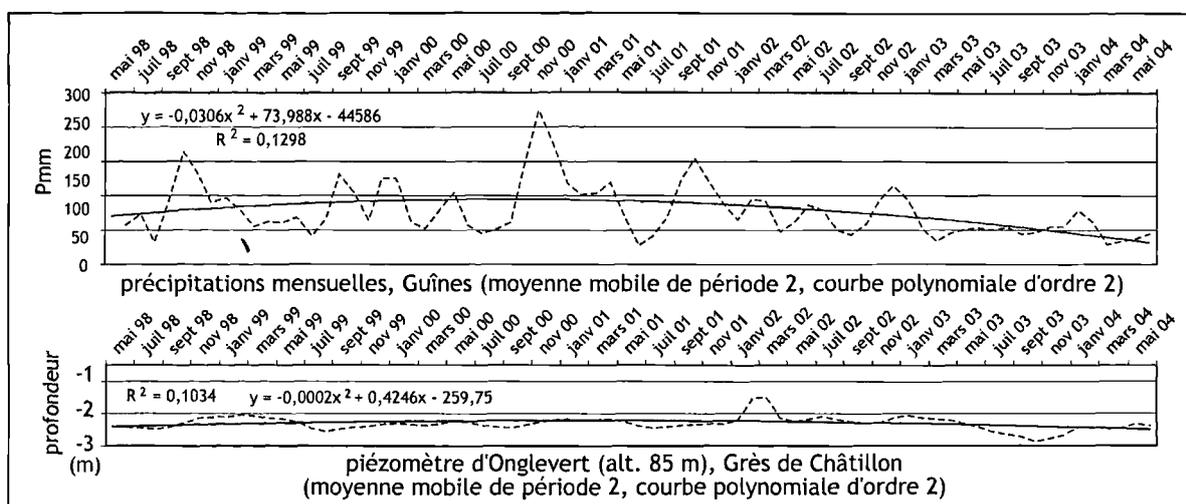


Fig. 3. — Comportement de l'aquifère gréseux (sources : Eaux de Calais et BRGM).

Fig. 3. — Behaviour of the sandstone aquifer (after Eaux de Calais and BRGM).

modifier [en l'arasant] le profil de la falaise et de réaliser artificiellement ce que la nature ferait à la longue» – l'exemple de la falaise fossile crayeuse de Sangatte, enfouie sous des dépôts de versant pléistocènes sans atténuation ni recul significatif de l'escarpement, montre cependant que la nature peut procéder d'une autre façon (Sommé *et al.*, 1999).

Quoi qu'il en soit, au Portel, les falaises mortes de Châtillon et du mont de Couppe (fig. 5), avec un recul moyen de 22 m en 74 ans (soit 0,30 m/an) n'évoluent pas beaucoup moins vite que la falaise vive d'Equihen (0,42 m/an), quelques kilomètres au sud, dont la structure est en partie identique (Pierre, 2008). Cependant, à la différence de la falaise d'Equihen, le versant maritime du mont de Couppe (où affleurent les Argiles de la Crèche et les Argiles de Wimereux) s'est allongé depuis les années 1920 (Leroux, 1929), selon des processus d'érosion qui ne suggèrent pas de changements significatifs de dynamique (solifluxion, coups de cuiller et glissements de pans) sinon en bas de versant où des replats glissés, soustraits à l'érosion marine, se maintiennent (fig. 5).

V. — DISCUSSION

La comparaison de ces deux segments de falaise, dont les dynamiques résultent d'une artificialisation de nature et d'âge connus, inspire les remarques suivantes.

Au cran Poulet (fig. 4), il est possible de définir le profil à replat de la falaise comme une forme d'équilibre entre production de débris sur la paroi et déblaiement par la mer au pied de la falaise, plutôt que comme le signe d'une continentalisation de la dynamique du versant qui laisserait penser que le profil à replat, que l'on rencontre entre Audresselles et le cran aux Œufs, serait une forme de sénilité, liée à des glissements rotationnels que la mer ne saurait évacuer (Leroux, 1959). En effet, la cartographie à grande échelle (Pierre, 2006), couplée au levé lithostratigraphique détaillé de la série jurassique (Geyssant *et al.*, 1993) et aux données tectoniques, laisse, d'une part, peu de doute sur l'origine structurale du replat : son altitude suit les déformations tectoniques, et le décalage par faille de l'épais banc calcaro-gréseux se traduit toujours par une dénivellation

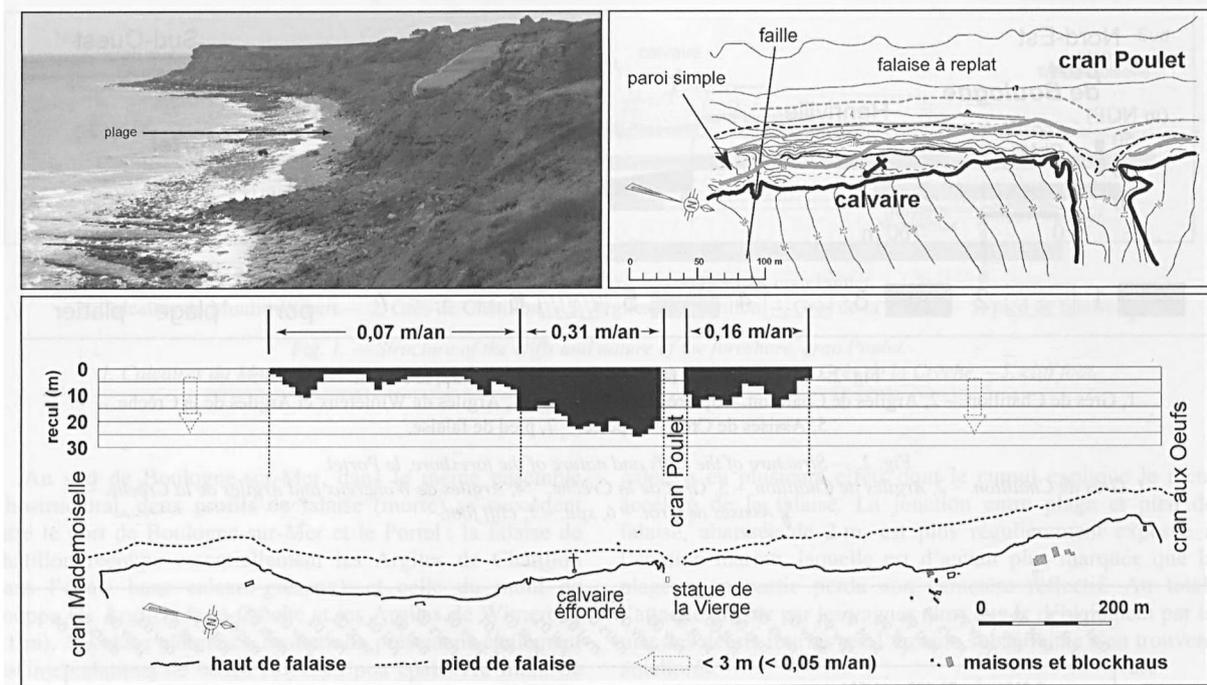


Fig. 4. — Recul et profil de la falaise au cran Poulet (1939–2003).

Photographie : la plage de galets au droit du cran (2006). Carte topographique du cran Poulet : en gris, bas, replat et haut de falaise en 1939.

Fig. 4. — Amount of the retreat and cliff profile at cran Poulet (1939–2003).

Photograph : the shingle beach fronting the cran (2006). Topographic map of the cran Poulet; grey lines: cliff foot, under cliff and cliff top in 1939.

du replat égale au rejet de la faille. Le replat ne disparaît qu'aux endroits où les failles ont broyé et homogénéisé le matériel, donnant une paroi simple. D'autre part, le haut et le bas de la falaise ainsi que le rebord du replat ont reculé dans les mêmes proportions depuis que le dynamisme de la falaise a été réactivé il y a une soixantaine d'année. Enfin, le profil à replat se conserve aussi bien dans un contexte où le recul est rapide (0,31 m/an en moyenne sur 64 ans au sud du cran Poulet) que dans un contexte où le recul est lent (0,06 m/an au nord d'Audresselles, sur le même pas de temps ; Pierre, 2006). Le long de ce profil complexe, les processus d'érosion se relaient du haut vers le bas. Sur les pentes fortes du haut de la falaise (72°) se produisent des glissements de pans dont les débris transitent ensuite, sous forme de coulées, sur les pentes plus douces du replat structural (14°), puis franchissent la paroi qui limite ce replat vers la mer (40°), laquelle produit aussi des débris en reculant. Le long d'une paroi simple, à l'inverse, les transferts de matériaux résultent d'événements uniques et rapides de type coulée de débris, qui affectent l'ensemble de la paroi. Au pied de la falaise, ces débris fluent lentement et s'étalent. Dans les deux cas, le déblaiement par la mer entretient les processus continentaux.

Au mont de Coupe, l'érosion du haut du versant et l'avancée du bas par glissements, impliquent un allongement et une diminution de la pente. Le versant de cette falaise, morte depuis plus d'un siècle, est donc toujours instable, mais il ne recule plus et ne conserve donc pas son profil de falaise vive. Son évolution menace cependant les bâtiments d'une colonie de vacances récemment construits à son sommet, dans le périmètre d'un ancien fort du 16^e siècle (dont une partie des fondements a déjà disparu ; fig. 5). En 1930, dans un cas de figure similaire, deux solutions avaient été envisagées pour

éviter le retour des glissements sur la falaise, morte mais instable, de Boulogne (Duterte, 1930) : décaper la falaise et (ou ?) drainer les eaux souterraines (auxquelles se mêlent les eaux usées). La première solution, rarement mise en pratique, n'a pas été appliquée. La seconde, en cours d'application, ne peut qu'améliorer la qualité environnementale des falaises mais n'infléchira sans doute pas la tendance naturelle, car non seulement l'eau circule rapidement dans l'aquifère de la série jurassique, mais encore l'impact actuel des rejets d'eaux usées sur la stabilité des falaises n'est pas spectaculaire. Ainsi, au sud du cap Gris-Nez s.s., vers le milieu des années 1990, un glissement a sans doute été favorisé par une évacuation d'eau sur la paroi, mais sans recul du haut de falaise (un parking a cependant été déplacé à cette occasion), et au droit du camping du Phare au Portel, malgré un rejet d'eau, la falaise est particulièrement stable (Pierre, 2005). A Equihen, enfin, le seul secteur qui n'a pas encore été raccordé aux égouts (un alignement d'anciennes habitations à flanc de falaise) est celui qui est le plus stable depuis 74 ans ! (Pierre, 2008). Il est d'ailleurs intéressant de noter que, à terme, la diminution de la pente, dans ce type de matériau, ne représente pas nécessairement un gage de stabilité : la décompaction des argiles affleurant sur un versant qui s'allonge améliore en effet l'infiltration des eaux de pluie, et, partant, les mouvements de terrain. L'exemple des falaises mortes dominant les marais de Romney (Kent, UK), taillées dans les argiles wealdiennes à la base et dans les Sables verts inférieurs de l'Aptien au sommet, le long desquelles les mouvements de terrain sont régulièrement réactivés malgré un facteur de sécurité inférieur à 1 (Bromhead *et al.*, 1998), en fournissent un bon exemple. À l'inverse, la falaise de Châtillon a reculé de façon parallèle et a conservé une pente forte, mais comme le signale un compte-rendu de séance du

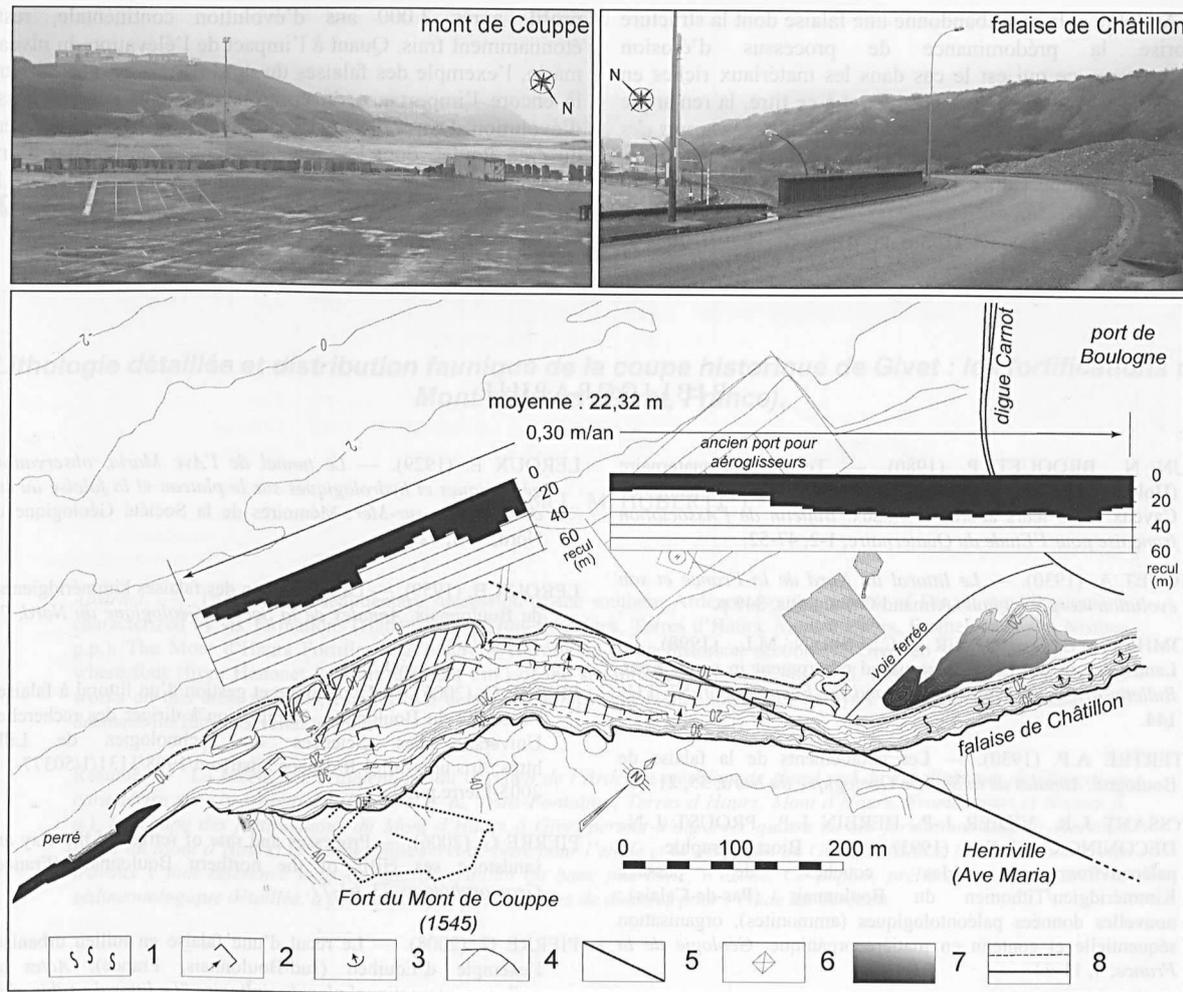


Fig. 5. — Valeurs et processus de recul, falaise de Châtillon et Mont de Couppe (le Portel, période 1929–2003).

Fig. 5. — Amount and processes of the retreat, Châtillon cliff and Mont de Couppe (le Portel, 1929–2003).
1, solifluxion. – 2, slipped mass. – 3, scar. – 4, slipped bench. – 5, fault. – 6, building. – 7, filling. – 8, cliff foot and cliff top in 2003.

Conseil municipal (30 novembre 1868), sa base a toujours été un site de prélèvement «*par des personnes n'y ayant aucun droit de propriété ni de location*», ce qui constituait déjà une menace pour le chemin du sommet de la falaise au milieu du XIX^e siècle. Cependant, l'essentiel de l'extraction est à mettre sur le compte des travaux du port de Boulogne dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, lesquels ont d'ailleurs aussi entraîné la disparition de la "pointe de Bernard", en avant du mont de Couppe (fig. 5).

L'étude de la dynamique de ces falaises mortes ou récemment réactivées du fait des variations – artificielles – de l'altitude de la plage conduit par ailleurs à s'interroger sur les changements de dynamique côtière liés aux changements climatiques et à l'élévation attendue du niveau marin. A ce titre, la falaise du cran Poulet présente un cas de figure intéressant, puisque la baisse du niveau de la plage, liée à l'extraction artificielle des galets, s'apparente à une élévation du niveau de la mer au pied de la falaise, dont le recul s'est en effet accéléré. Le fait de connaître la cause et l'âge de la réactivation du recul – la reprise de l'érosion marine ne s'est faite qu'au terme de 60 ans d'extraction de galets (1885–

1945, in Lequien, 2004) – permet de supposer qu'il existe un seuil au-delà duquel le recul s'emballe : il se fait, à partir de 1945, à une vitesse jusqu'à cinq fois supérieure à celle enregistrée le long des secteurs voisins... qui n'ont subi que l'élévation moyenne du niveau de la mer au 20^e siècle, estimée à 17 cm (IPCC, 2007). Il est vrai qu'à ces endroits, le recul lent s'explique par l'altitude élevée du pied de falaise, relié à la plate-forme littorale par une rampe rocheuse en pente forte (Pierre, 2006). Ce dynamisme, très contrasté sur de courtes distances, montre le poids des caractéristiques topographiques et structurales de la plate-forme littorale sur l'érosion. Ainsi, il n'est pas sûr que le rythme moyen d'élévation prévu pour le 21^e siècle, qui est de $3,1 \pm 0,7$ mm/an (soit un total de 30 cm ; IPCC, 2007), change significativement la répartition spatiale du recul, qui aura, au départ, été influencée par l'exploitation d'une plage de galets (dont la recharge naturelle n'est plus possible), piégée dans une ondulation synclinale affectant la plate-forme littorale. Au Portel, où le transit sédimentaire, normalement dirigé vers le nord, est bloqué par la digue Carnot, et où l'altitude du pied de falaise est comprise entre 7 et 8 m NGF, l'élévation prévue du niveau de la mer ne devrait pas avoir d'impact majeur sur le versant du mont de Couppe.

Au total, si la mer abandonne une falaise dont la structure favorise la prédominance de processus d'érosion continentaux, ce qui est le cas dans les matériaux riches en argiles, le versant demeure instable, et à ce titre, la remarque de A.P. Dutertre (1930) sur «*l'aplatissement des versants des vallées*» se justifie. Il n'en va pas de même pour des falaises crayeuses, comme l'illustre la falaise fossile de Sangatte, ou encore la falaise (morte) subboréale de Hautebut bordant les Bas-Champs de Cayeux (Beun et Broquet, 1980), dont le

profil, après 3 000 ans d'évolution continentale, reste étonnamment frais. Quant à l'impact de l'élévation du niveau marin, l'exemple des falaises du nord d'Audresselles montre là encore l'importance du contrôle structural sur la vitesse d'évolution. Dans ce contexte de recul lent, le recul accéléré du cran Poulet, dont le déclenchement est le résultat d'une anthropisation, tient fondamentalement à la structure de la plate-forme littorale, propice au piégeage d'un cordon de galets... exploitable.

BIBLIOGRAPHIE

- BEUN N., BROQUET P. (1980). — Tectonique quaternaire (Holocène ?) dans la plaine littorale picardes des Bas-Champs de Cayeux et de leurs abords orientaux. *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*, 1-2, 47-52.
- BRIQUET A. (1930). — *Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique*. Armand Colin, Paris, 349 p.
- BROMHEAD E.N., HOPPER A.C., IBSEN M.L. (1998). — Landslides in the Lower Greensand escarpment in south Kent. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 57, 131-144.
- DUTERTRE A.P. (1930). — Les éboulements de la falaise de Boulogne. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 55, 21-26.
- GEYSSANT J.-R., VIDIER J.-P., HERBIN J.-P., PROUST J.-N., DECONINCK J.-F. (1993). — Biostratigraphie et paléoenvironnement des couches de passage Kimméridgien/Tithonien du Boulonnais (Pas-de-Calais) : nouvelles données paléontologiques (ammonites), organisation séquentielle et contenu en matière organique. *Géologie de la France*, 4, 11-24.
- IPCC (2007). — *Climate change 2007: The physical science basis*. Solomon S., Quin D., Manning M., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L., Chen Z. (eds.), Cambridge University Press, 996 p.
- LEQUIEN Y. (2004). — *Audinghen-cap Gris-Nez : un passé recomposé*. Editions A.M.A., Bazinghen, 316 p.
- LEROUX E. (1929). — *Le tunnel de l'Ave Maria, observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au sud de Boulogne-sur-Mer*. Mémoires de la Société Géologique du Nord, VIII, 42 p.
- LEROUX B. (1959). — La destruction des falaises kimméridgiennes du Boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 79, 168-177.
- PIERRE G. (2005). — Dynamique et gestion d'un littoral à falaises, l'exemple du Boulonnais. Habilitation à diriger des recherches, Université des Sciences et Technologies de Lille. <https://iris.univ-lille1.fr/dspace/bitstream/1908/1131/1/50377-2005-Pierre.pdf>
- PIERRE G. (2006). — Processes and rate of retreat of the clay and sandstone sea cliffs of the northern Boulonnais (France). *Geomorphology*, 73, 64-77.
- PIERRE G. (2008). — Le recul d'une falaise en milieu urbanisé : l'exemple d'Equihen (sud-Boulonnais, France). *Actes du colloque international pluridisciplinaire "Le littoral : subir, dire, agir"*. Lille, 16-18 janvier 2008. CD-Rom © MESHs, 1-10.
- SOMMÉ J., ANTOINE P., CUNAT-BOGÉ N., LEFÈVRE D., MUNAUT A.V. (1999). — Le Pléistocène moyen marin de la mer du Nord en France : falaise de Sangatte et formation d'Herzele. *Quaternaire*, 10, 151-160.

DETAILED LITHOLOGY AND FAUNAL OCCURRENCE OF THE HISTORICAL GIVETIAN SECTION: THE FORTIFICATIONS OF THE MONT D'HAURS (GIVET, FRANCE).

Lithologie détaillée et distribution faunique de la coupe historique de Givet : les fortifications du Mont d'Haur (Givet, France).

par Benoît L. M. HUBERT(*)

Abstract. — The Givetian sedimentary succession of the southern Ardenne (southern flank of Dinant synclinorium) is characterized by six formations (Hanonet p.p., Trois-Fontaines, Terres d'Haur, Mont d'Haur, Fromelennes and Nismes p.p.). The Mont d'Haur Fortifications outcrops correspond to an historical section for Givetian studies (BRICE 1980) where four (from Hanonet to Mont d'Haur Fm.) of the six formations can be observed. Even if there were numerous works on this area, none correspond to a detailed lithology and faunal abundance analysis. This paper is intended as a database for future Givetian studies.

Résumé. — La succession sédimentaire du Givétien de l'Ardenne méridionale (bord sud du synclinorium de Dinant) se caractérise par six formations (Hanonet p. p., Trois-Fontaines, Terres d'Haur, Mont d'Haur, Fromelennes et Nismes p. p.). La coupe des fortifications du Mont d'Haur à Givet permet d'observer quatre de ces formations (depuis Hanonet jusqu'au Mont d'Haur) et a longtemps servi de base pour l'étude et la définition du Givétien (BRICE 1980). De nombreux travaux y font référence mais aucune description au banc par banc, n'existe. Ce papier, préliminaire à une analyse sédimentologique détaillée, a pour objectif d'être une base de données pour l'étude du Givétien.

I. — INTRODUCTION

The Mont d'Haur section (50° 07' 43" N – 04° 49' 20" E) is located on the eastern part of the Meuse River, and belongs to the southeastern border of the Dinant synclinorium (fig. 1). The fortifications outcrops include a lithologic interval from the upper part of the Hanonet Formation through the Mont d'Haur Formation (Givetian). The main historical studies were performed by Gosselet (1888) who has introduced the "Calcaire de Givet" for the Givetian rocks, by Errera *et al.* (1972) on the sedimentology of the "Groupe de Givet", by Pel (1975), by Pel & Lejeune (1975) on the rhythmic sedimentation along the Dinant synclinorium, and by Bultynck (1987) on the conodonts biostratigraphy.

The aim of this paper is to describe the detailed lithology (bank by bank) of the succession and the stratigraphic occurrence and relative abundance of faunas (observed directly during the trip and later in laboratory on thin sections). The section is 269 metres thick, and is divided in five areas "A to E" (fig. 2a) and more than 600 samples were collected. Preliminary reports on this section (biostratigraphy of stromatoporoids, brachiopods, ostracods and trilobites)

have already been given by Hubert (2007), Hubert *et al.* (2007). The material is housed in the collections of the Faculté Libre des Sciences et Technologies, Lille.

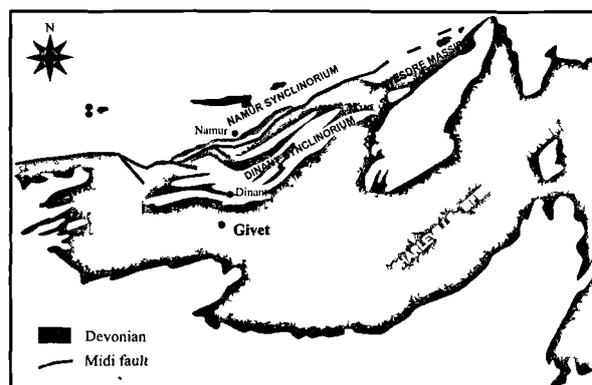


Fig. 1. — Geological setting and location of the studied section at the southern flank of the Dinant synclinorium.

(*) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique, FLST – ISA, Géosystèmes UMR 8157, 41 rue du Port, 59046 Lille cedex, France. E-mail : benoit.hubert@icl-lille.fr

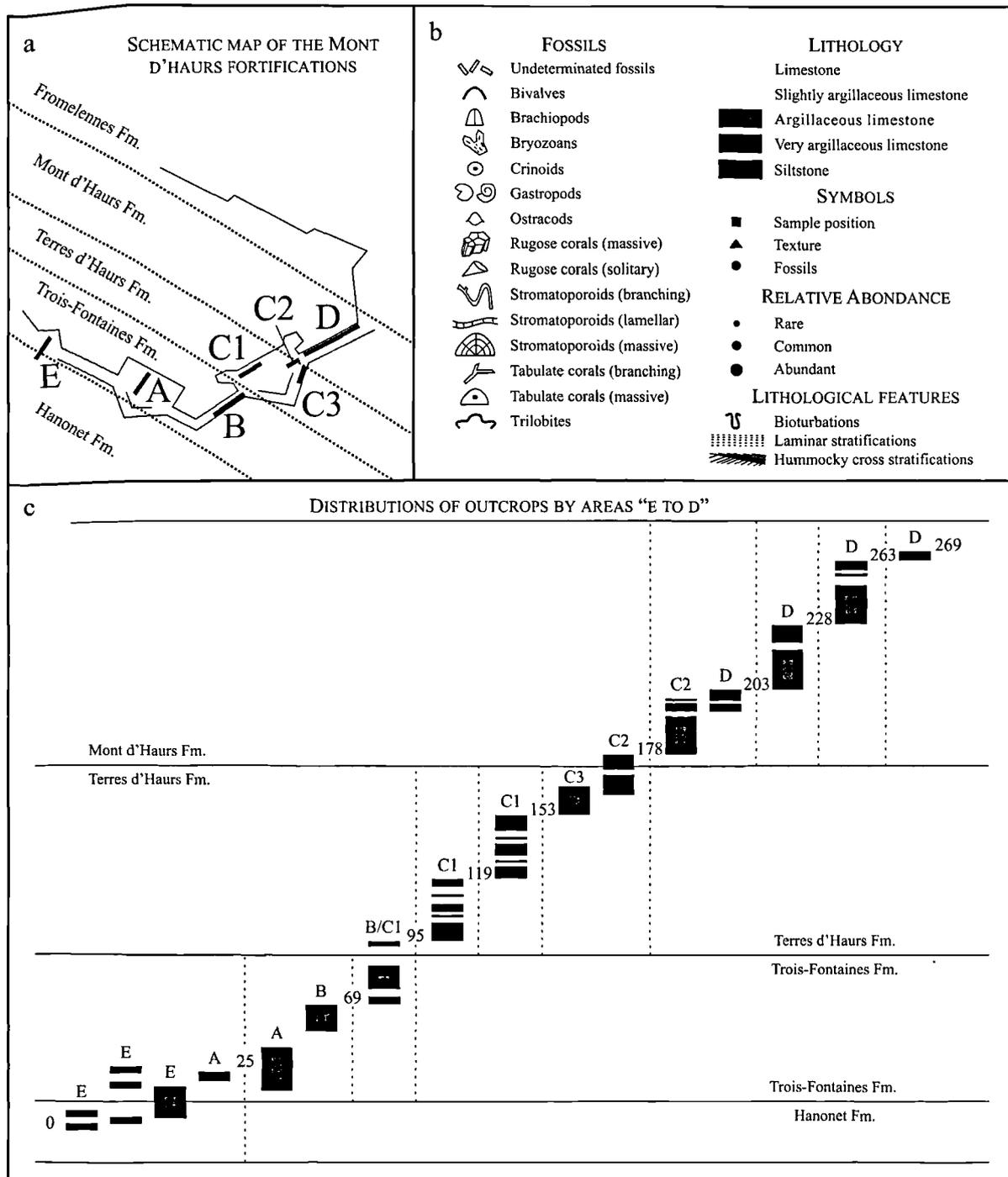


Fig. 2. (a). — Schematic map of the Mont d'Haus fortifications and location of outcrops (areas E to D). (b). — Legend of figures. (c). — Synthetic distribution and correlation of outcrops by area.

II. — LITHOLOGY

1) Hanonet Formation (0 to 9 m)

The formation is located in the "E" area (fig. 2). The lower part is not exposed and only the upper 10 metres can be observed. This formation corresponds to an alternation of

dark argillaceous limestone (fig. 3), with local nodules and nodular limestone, and regularly centimetre-thick yellow-brown shaly interbeds. A patch-reef body, up to 0.5 m in diameter, composed of laminar tabulate corals and stromatoporoids, solitary rugose, bryozoans and algae, is observed at the base of the outcrop. A distinct argillaceous interbedded level, containing *Calceola sandalina*, is

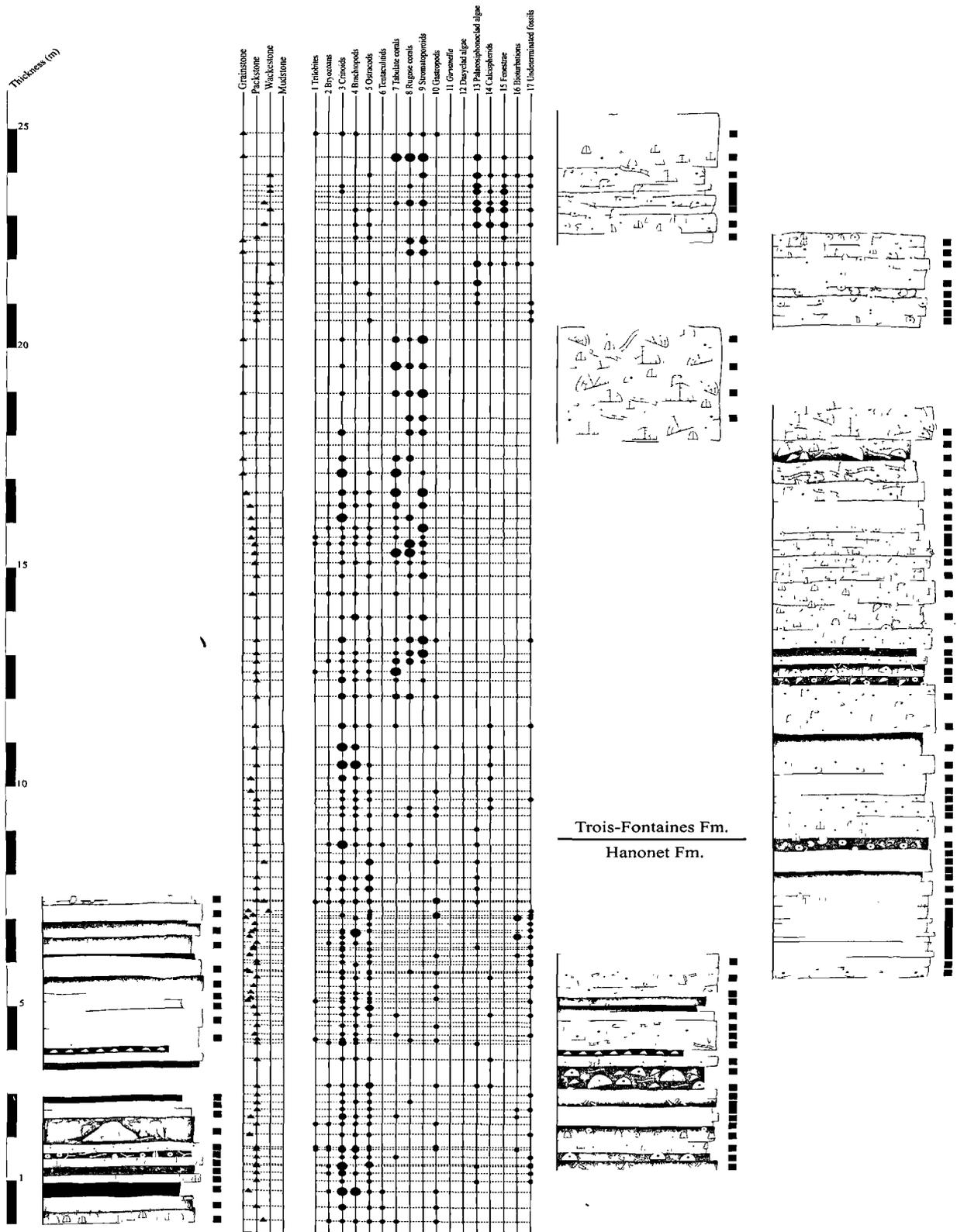


Fig. 3. — Detailed lithology of the succession: from 0 to 25 m. (Hanonet and Trois-Fontaines Formations - Areas E and A).

recognized at 3.90 m (from the base) and allowed direct correlations. Two beds (about 0.20 m thick each) contain a rich fauna of trilobites (*Dechenella*, *Nyterops* and

Calycoscutellum) and gastropods just below the boundary between the Hanonet and Trois-Fontaines Formations.

2) Trois-Fontaines Formation (9 to 89 m)

According to Preat & Tourneur (1991), this formation is 80 m thick. However, due to the location of the outcrops in different areas “E, A, and B” (fig. 2), only 50 metres are observed. The base of the formation (figs. 3, 4) is characterized by well stratified slightly argillaceous grey limestone (8 m), sometimes rich in laminar tabulate corals (Alveolitids) and solitary rugose corals, surrounded by a large (up to 3 m thick) biostromal unit (mainly composed of dome and bulbous stromatoporoids, e.g. *Stromatoporella*, *Salairella*). The upper part of the Trois-Fontaines Formation is mainly composed of a poor bioclastic (brachiopods, gastropods, ostracods and algae) limestone and argillaceous limestone. Beds (0.05 to 0.80 m thick) are well stratified, sometimes dolomitized and faulted. At 24 metres, a thin level containing large ostracods (Ieperditids) is recognized. The boundary between the Trois-Fontaines and Terres d’HOURS Formations is not precisely marked due to a gap.

3) Terres d’HOURS Formation (89 to 171 m)

The formation is about 82 m thick and observed in the areas “C1, C3 and C2” (fig. 2). This formation (figs. 5 to 8) can be easily divided in two parts. The basal part (89 to 135 m) is composed of a monotonous blue-grey limestone to slightly argillaceous limestone with small brachiopods and gastropods, and some levels rich in trilobites. The upper part (135 to 171 m) consists of bioclastic limestone, rich in tabulates (mostly branching) and rugose corals, lamellar and tabular stromatoporoids. The uppermost levels are composed of thin stratified limestone (laminite). The limit between the Terres d’HOURS and Mont d’HOURS Formations is well marked

by the presence of a large biostromal unit at the base of the next formation.

4) Mont d’HOURS Formation (171 to 269 m)

The formation (figs. 5 to 12) is located in the areas “C2 and D” (fig. 2) and is probably up to 98 m thick. The upper part is not complete, and the boundary with the overlying formation can not be examined. The base consists of large biostromes (up to 15 m) with a rich and diversified fauna (tabulate and rugose corals, stromatoporoids, brachiopods, gastropods, algae, and some trilobites). The formation is composed of grey fossiliferous limestone with rare intercalations of dark argillaceous beds. The upper part is not exposed due to the basement of fortifications and vegetation.

III. — CONCLUSIONS

The sedimentological and paleontological studies were already performed on several middle Givetian sections located at the southern flank of the Dinant synclinorium (e. g. Resteigne (Casier & Preat 1991), Bailleux (Mabille & Boulvain 2008) and Marenne (Mabille *et al.* 2008) quarries. The present description, bed by bed, of lithology and faunal occurrences is preliminary to further detailed studies on sedimentology and biostratigraphy, and will allow establishing comparison of the Givetian sections in Ardennes.

Acknowledgements. — The author is especially grateful to the members of the “Laboratoire de Paléontologie stratigraphique FLST-ISA” for its help during field studies. I’m deeply grateful to A. Blicq and M. Vecoli for critical reading of the manuscript, and to D. Brice to allow the issue of this paper.

BIBLIOGRAPHIE

- BRICE D., (1980). — Givétien. In C. Cavelier & J. Roger (eds), Les étages français et leurs stratotypes. *Mémoires du B.R.G.M.*, 109, 9–25.
- BULTYNCK P., (1987). — Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de l’Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 57, 149–181.
- CASIER J.-G. & PREAT A., (1991). — Evolution sédimentaire et ostracodes de la base du Givétien à Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). *Bulletin de l’Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 61, 157–177.
- ERRERA M., MAMET B. & SARTENAER P., (1972). — Le Calcaire de Givet et le Givétien à Givet. *Bulletin de l’Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 48, 1–159.
- GOSSELET J., (1888). — L’Ardenne; *Mémoires pour servir à l’explication de la carte géologique détaillée de la France*, Baudry & Cie; Paris, 1–889.
- HUBERT B. L. M., BRICE D., CRONIER C., MILHAU B., MISTIAEN B., NICOLLIN J.-P. & ZAPALSKI M.K., (2007). — Distribution of stromatoporoids, tabulate corals, brachiopods, trilobites and ostracods around the Hanonet – Trois-Fontaines Formations boundary (Givetian, Givet, N. France) – Affinities and palaeogeographical implications. Abstract-Poster. 1st International Palaeobiogeography Symposium, Paris, France, p. 49.
- HUBERT B. L. M., (2007). — Stromatoporoids biodiversity in Givetian biostromes (Glageon – Avesnois and Mont d’HOURS – Ardennes, France) based on sedimentary correlations. Abstract - Poster. X International Congress on Fossil Cnidaria and Porifera, St. Petersburg, Russia, p. 42.
- MABILLE C. & BOULVAIN F., (2008). — Les Monts de Baileux section: detailed sedimentology and magnetic susceptibility of Hanonet, Trois-Fontaines and Terres d’HOURS Formations (upper Eifelian – lower Givetian, Southwestern Belgium). *Geologica Belgica*, 11, 93–121.
- MABILLE C., DE WILDE C., HUBERT B. L. M. & BOULVAIN F., (2008). — Detailed sedimentological study of a non-classical lower Givetian succession for Trois-Fontaines and Terres d’HOURS Formations (Givetian, Marenne, Belgium) – Introduction of the Marenne Member. *Geologica Belgica*, 11 (3/4), 217–238.
- PEL J., (1975). — Etude sédimentologique et stratigraphique du Givétien Synclinorium de Dinant, de Givet à Liège. *Extrait de la collection des Publications de la faculté des Sciences Appliquées de l’Université de Liège*, 53, 61–114.
- PEL J. & LEJEUNE M., (1975). Le Givétien de Givet (coupe du Mont d’HOURS). In R. Conil *et al.* (eds), *Livret Guide du 2^{ème} Symposium International sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles*, Excursion C, 1–9.
- PREAT A. & TOURNEUR F., (1991). — Formation de Trois-Fontaines. In P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J. Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Preat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (eds), *Les Formations du Dévonien moyen de la Belgique. Mémoire pour servir à l’explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, Bruxelles, 30, 49–52.

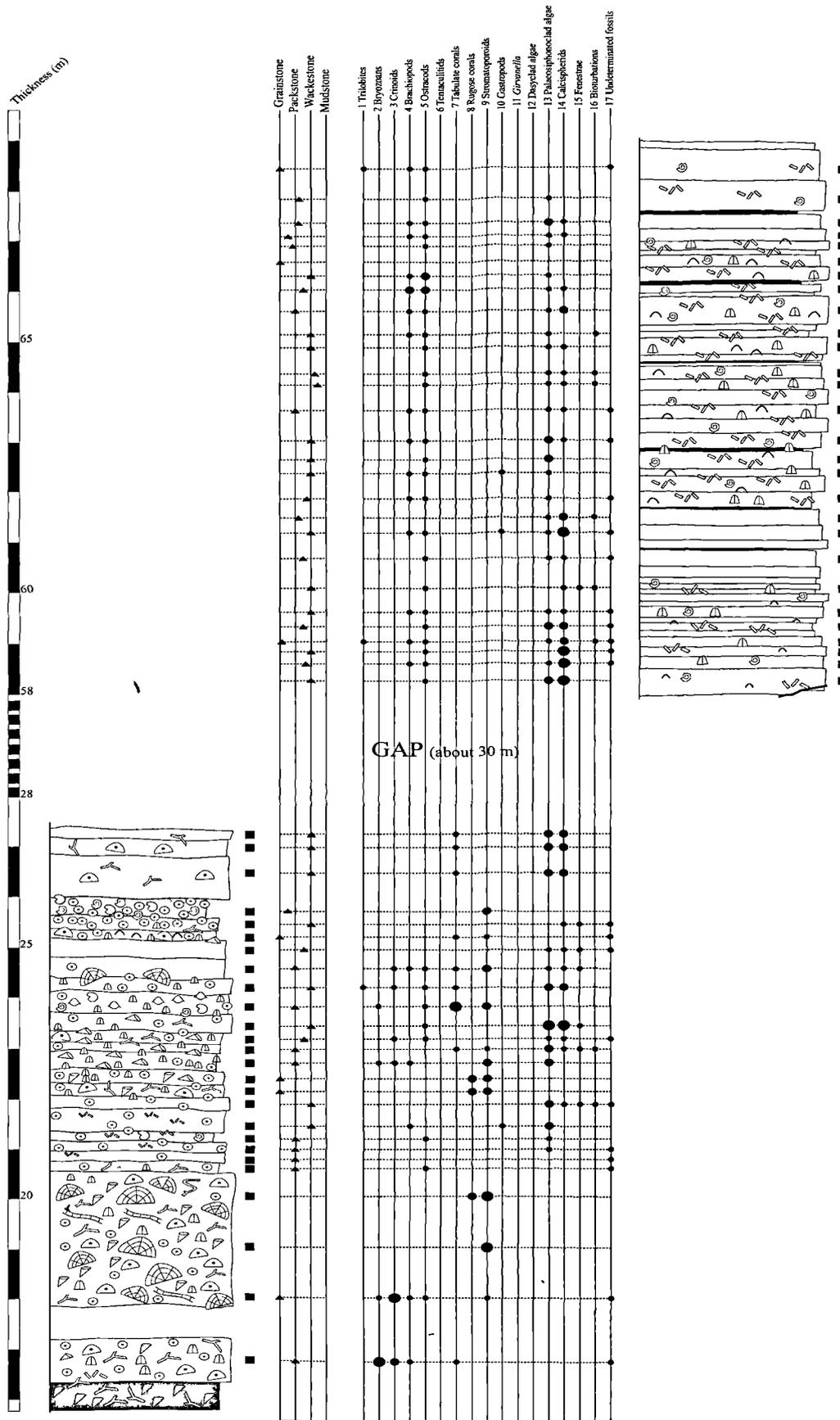


Fig. 4. — Detailed lithology of the succession: from 16 to 69 m. (Trois-Fontaines Formation - Areas A and B).

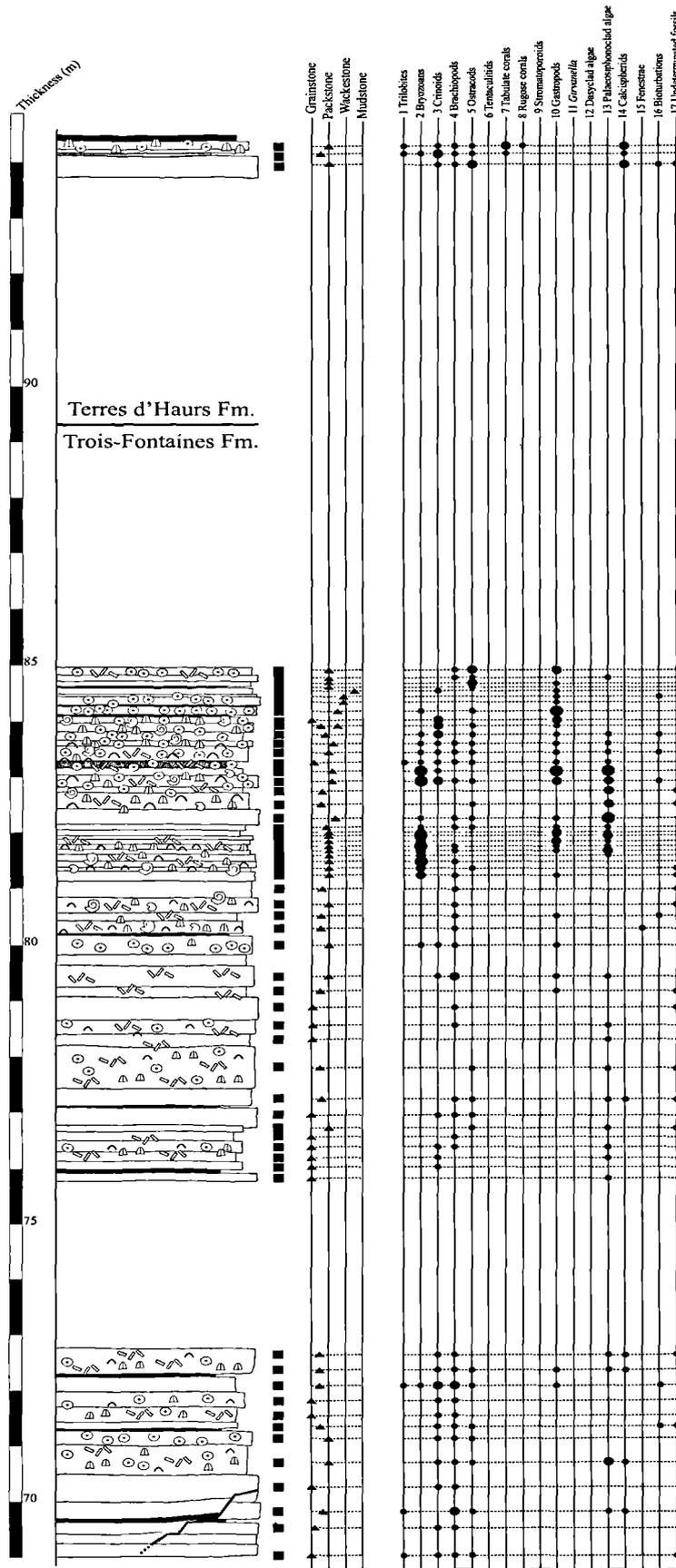


Fig. 5. — Detailed lithology of the succession: from 69 to 95 m. (Trois-Fontaines and Terres d'Haus Formations - Areas B and C1).

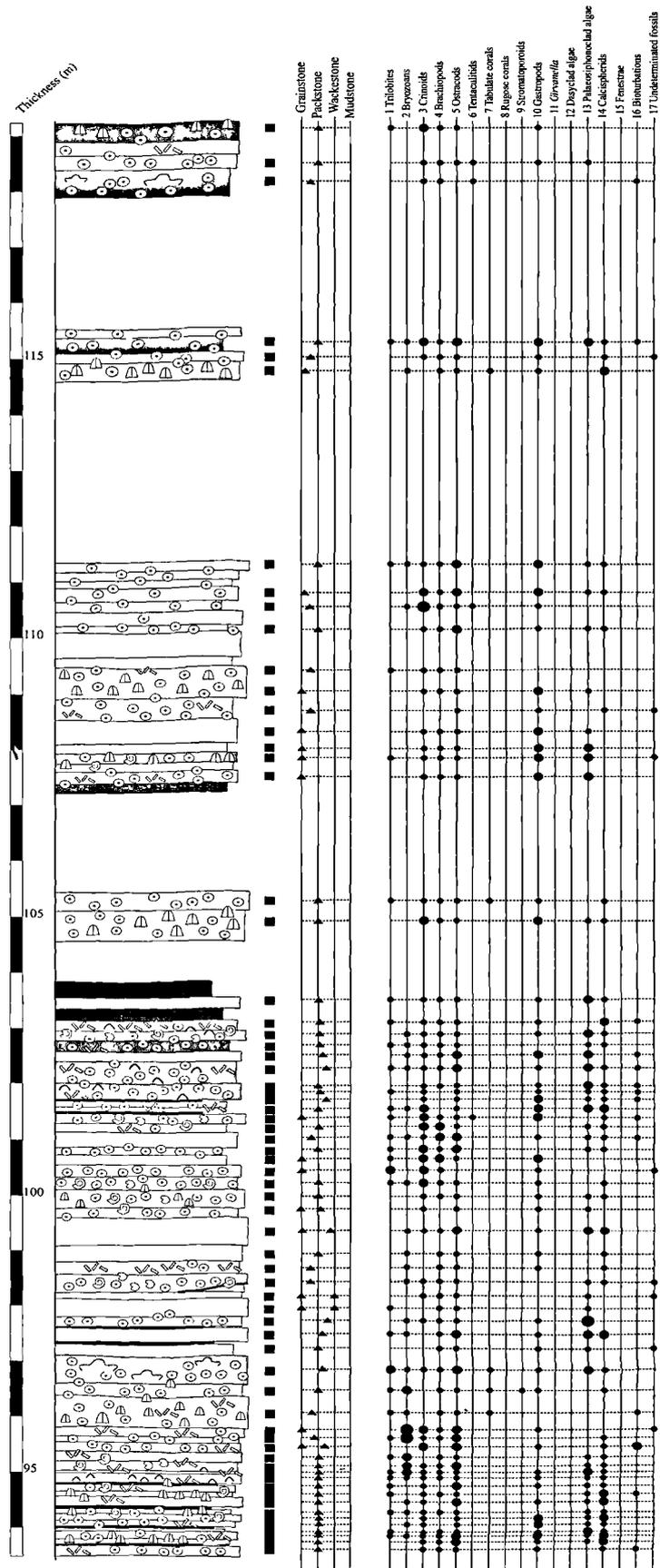


Fig. 6. — Detailed lithology of the succession: from 94 to 119 m. (Terres d’Haur Formation - Area C1).

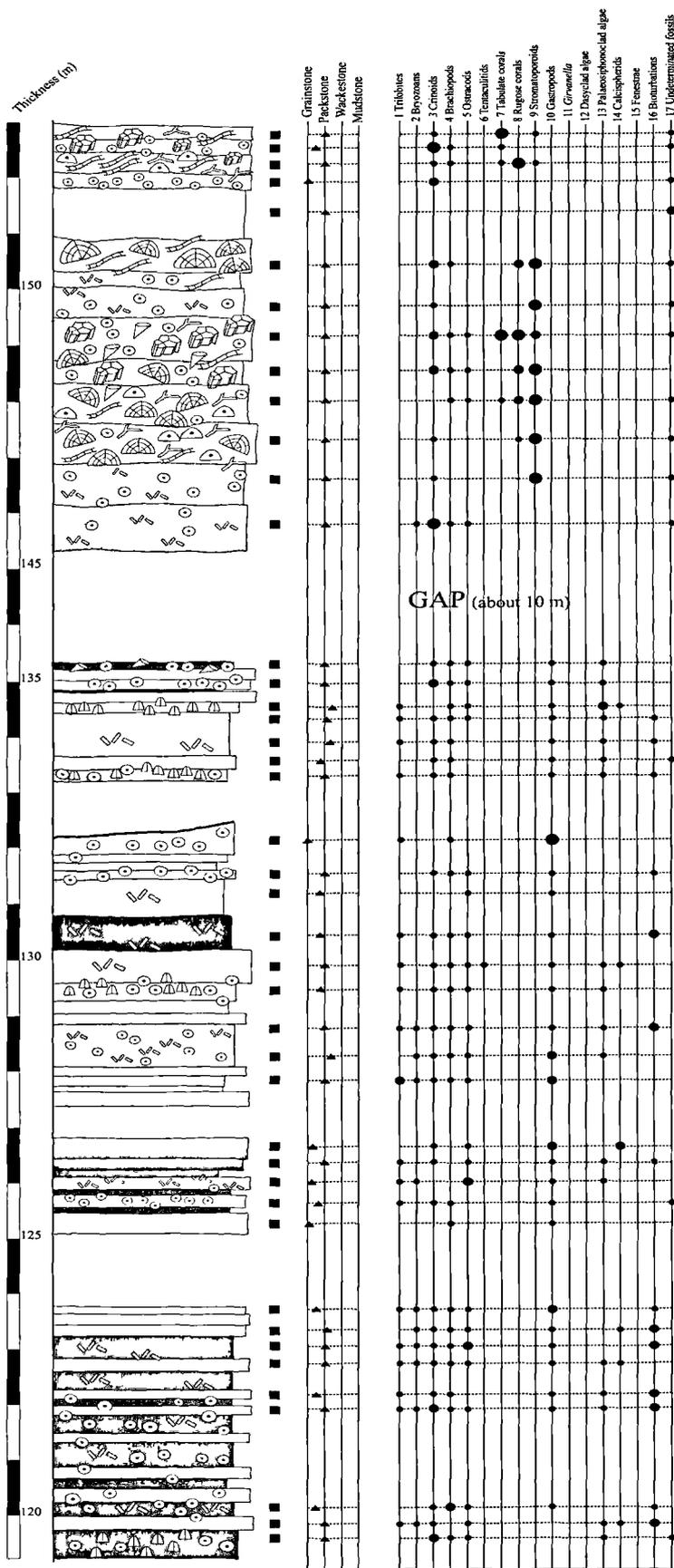


Fig. 7. — Detailed lithology of the succession: from 119 to 153 m. (Terres d'Haus Formation - Area C1).

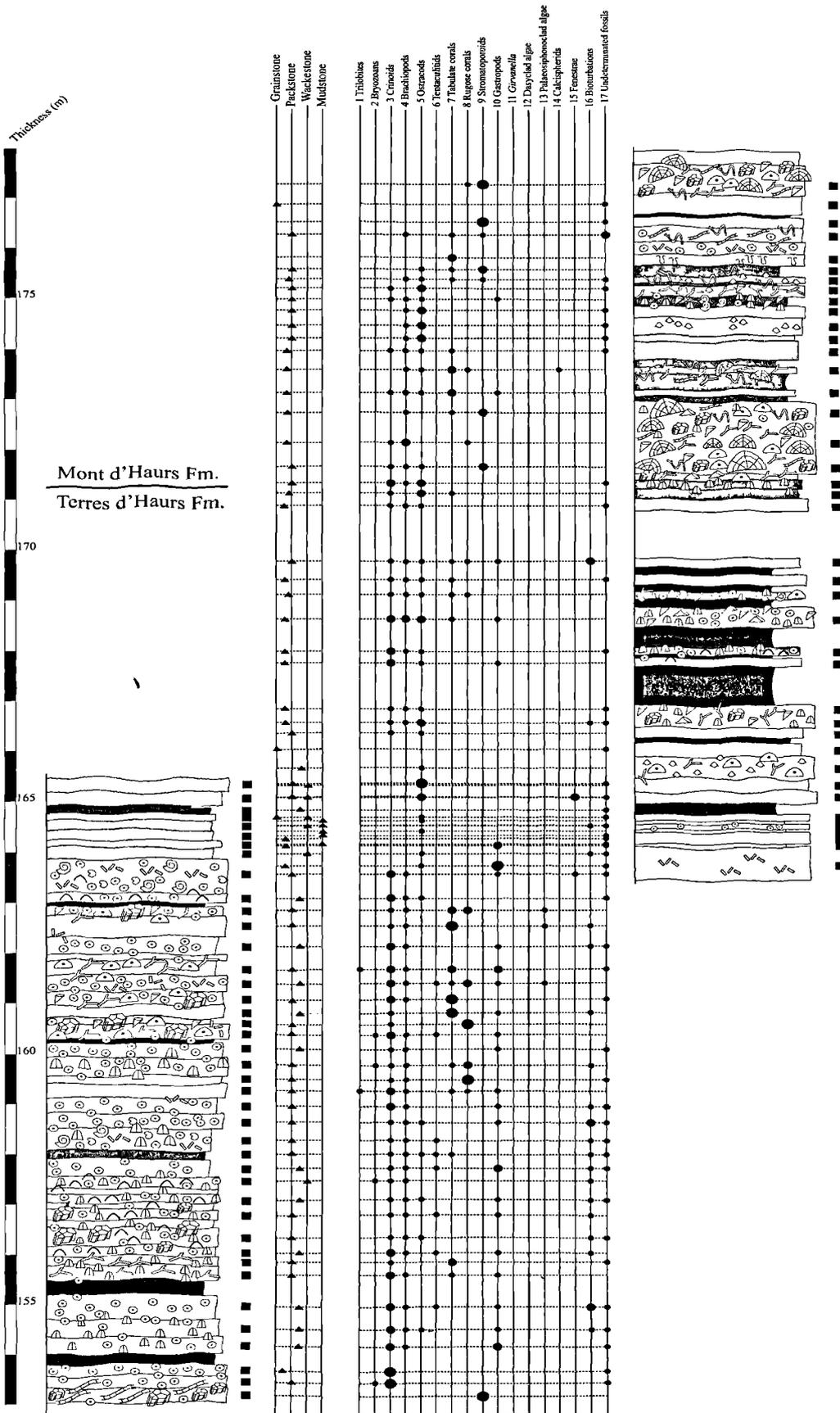


Fig. 8. — Detailed lithology of the succession: from 153 to 178 m. (Terres d'Haus and Mont d'Haus Formations - Areas C3 and C2).

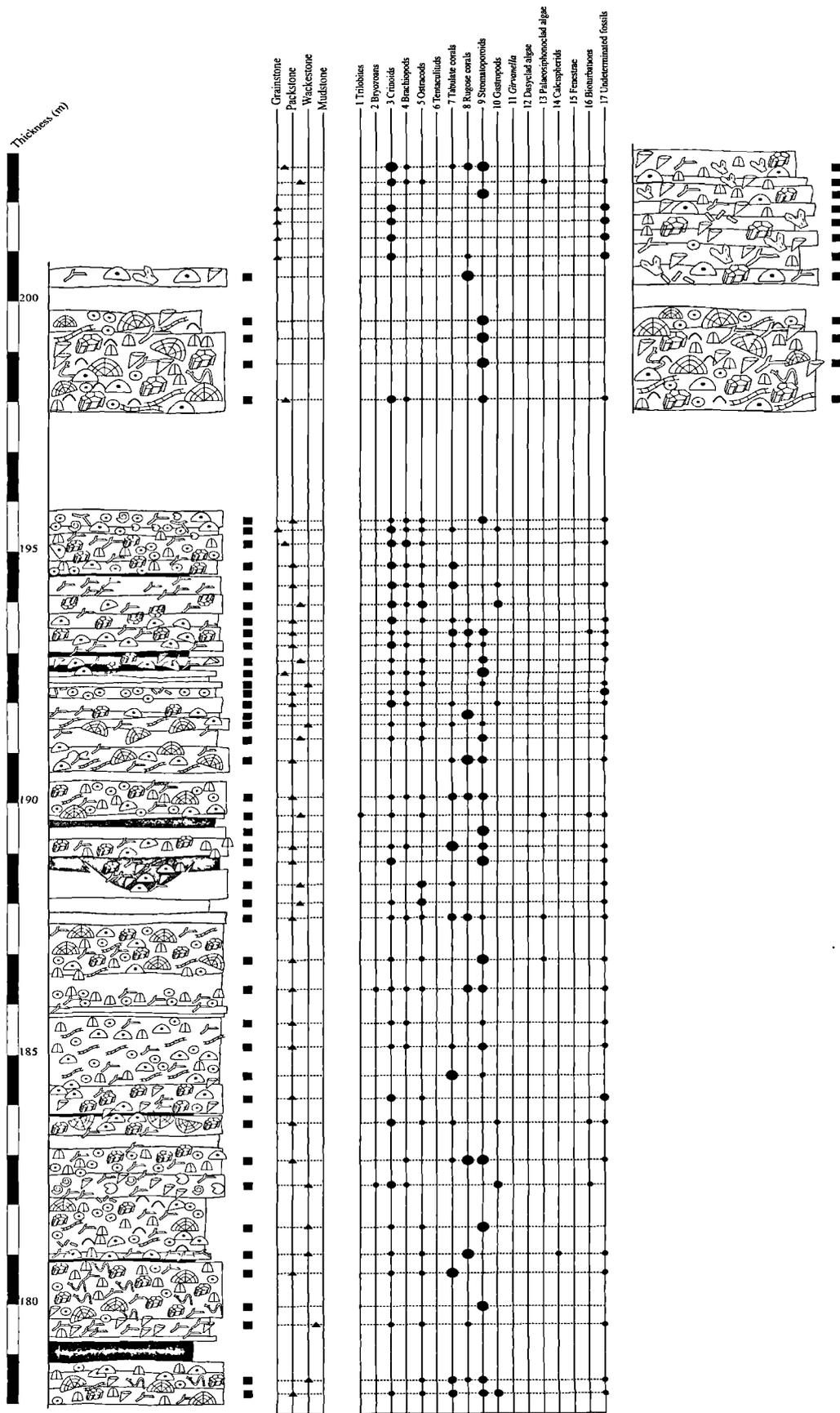


Fig. 9. — Detailed lithology of the succession: from 178 to 203 m. (Mont d'Haus Formation - Areas C2 and D).

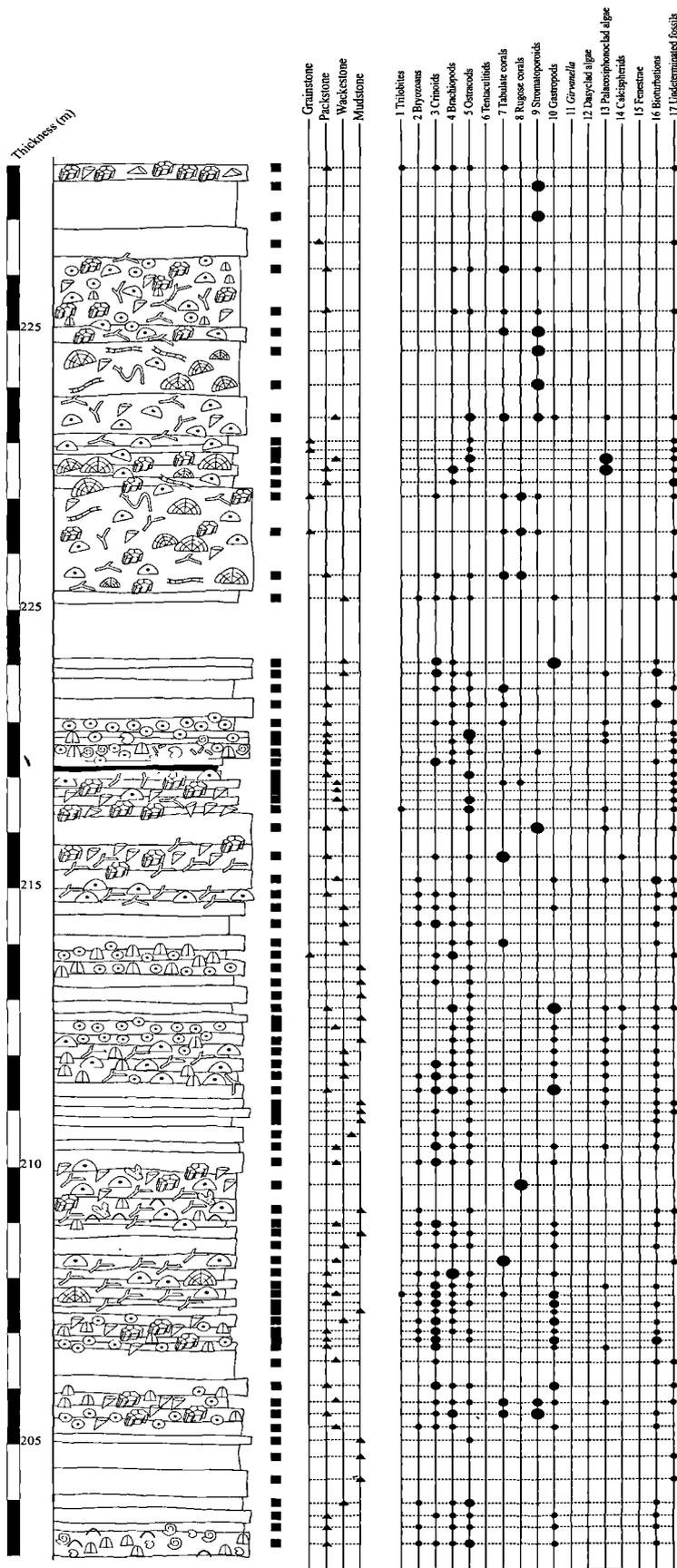


Fig. 10. — Detailed lithology of the succession: from 203 to 228 m. (Mont d'Haus Formation - Area D).

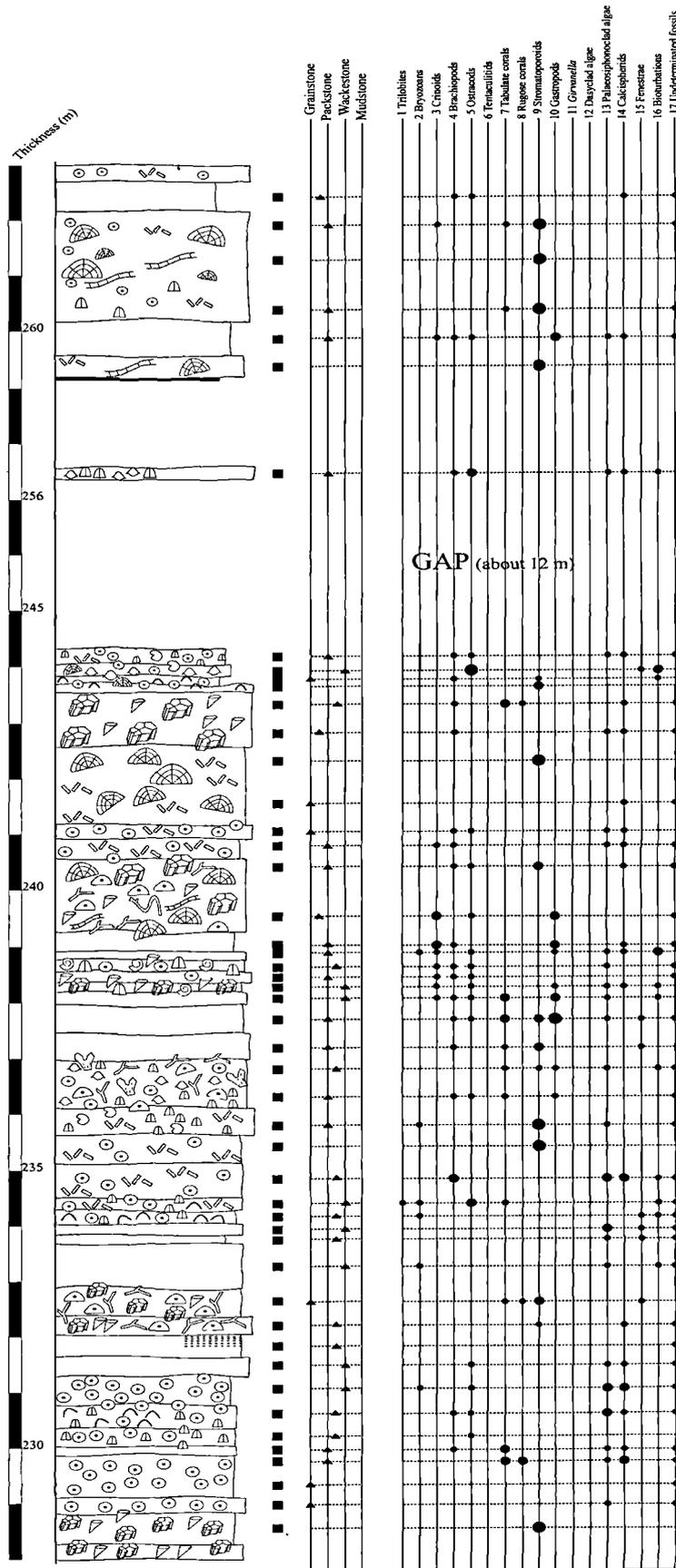


Fig. 11. — Detailed lithology of the succession: from 228 to 263 m. (Mont d'Haus Formation - Area D).

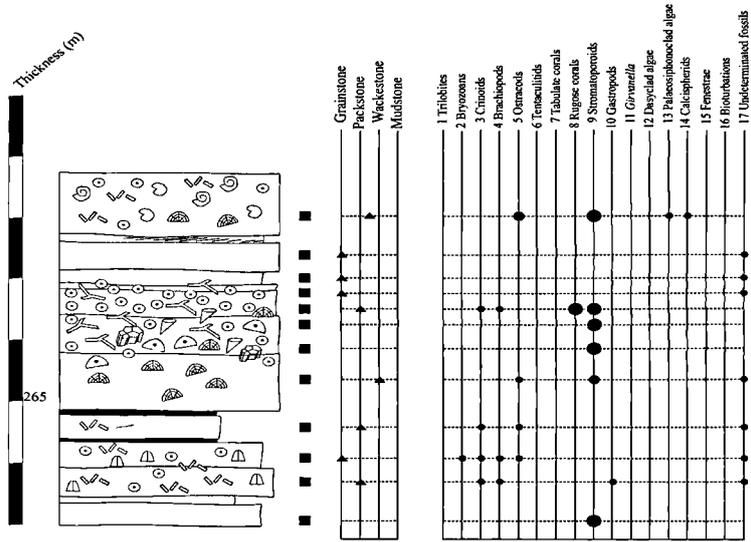


Fig. 12. — Detailed lithology of the succession: from 263 to 269 m. (Mont d’Hairs Formation - Area D).

GLAGEON QUARRY: LITHOSTRATIGRAPHY AND FAUNAL OCCURRENCE IN THE MIDDLE GIVETIAN (DEVONIAN) OF AVESNOIS, FRANCE.

La carrière de Glageon : Lithologie détaillée et distribution faunique (Givétien, Dévonien Moyen, Avesnois, France).

par Benoît L. M. HUBERT (*)

Abstract. — The Givetian (Middle Devonian) of the southern Ardenne is divided into six formations (from the Hanonet Formation p.p. to the Nismes Formation p.p.). The Glageon quarry located in the eastern part of the Avesnois, exposes almost this entire stratigraphic interval (except for the Nismes Formation). This paper constitutes a database for future Givetian studies on the paleoenvironmental models and the biodiversity of stromatoporoids.

Résumé. — *Le Givétien (Dévonien moyen) de l'Ardenne méridionale se définit par six formations (depuis la Formation d'Hanonet p.p. jusqu'à celle de Nismes p.p.). La carrière de Glageon, située dans la partie orientale de l'Avesnois, permet d'observer cette série sédimentaire dans sa quasi-totalité (hormis la Formation de Nismes). Ce travail, préliminaire à l'étude des paléoenvironnements et à l'évaluation de la biodiversité des stromatopores au sein des unités récifales, présente une colonne stratigraphique détaillée de la coupe ainsi que la distribution et l'abondance des principaux groupes fossiles observés in situ et en microfaciès.*

I. — INTRODUCTION

The Glageon quarry (50° 03' 20.12'' N – 4° 10' 38.60'' E), called here S.C.B.G., is located on the eastern part of Avesnois (northern France) and belongs to the south-western border of the Dinant synclinorium (fig. 1a). The quarry exposes Givetian deposits (from the Hanonet Formation to the Fromelennes Formation). The studied sections contain stratigraphic interval from the Trois-Fontaines Formation through the Fromelennes Formation. The main study was performed by Boulvain *et al.* (1995) who have described the palaeoenvironments and proposed a palaeogeographic model.

The aim of this paper is to describe the detailed lithology (band by band) of the succession, the stratigraphic occurrence and relative abundance of faunas (fig. 1b). Similar work on the Givet sections was performed by Hubert (2008). These papers are intended as a database for future Givetian studies.

The section, up to 240 metres thick, is distributed on six floors inside the quarry (fl. 0 to fl. 5, fig. 1c) and more than 400 samples were collected. Preliminary reports (mainly concerning the biodiversity of stromatoporoids) have already been given by Hubert (2006, 2007). The material is housed in the collections of the Faculté Libre des Sciences et Technologies (FLST), Lille.

II. — LITHOLOGY

The Hanonet Formation is partly exposed in the SCBG. The boundary between the Hanonet and Trois-Fontaines Formations is not clearly defined. Thus, we use the biostrome of the Trois-Fontaines Formation as the lithostratigraphic base of this work.

1) Trois-Fontaines Formation (0 to 70 m)

The base of the formation (fig. 2), 5 metres thick, corresponds to an alternation of micritic bluish limestone and regularly dark and slightly decimetre-thick argillaceous limestone. The limestone contain rich and well-diversified reefal fauna, mainly laminar stromatoporoids (e.g. *Clathrocoilona*) and tabulate corals (alveolitids) and also some large solitary rugose corals. The intercalations of argillaceous limestone are generally rich in brachiopods (rhynchonellids) and gastropods.

The next 15 metres of the formation (fig. 2) consist of a large biostrome typical of the Trois-Fontaines Formation in Ardenne (MaÛille *et al.* 2008, Pr at & Tourneur 1991). The biostrome consists of stratified and bioclastic limestone (up to 1 metre thick) interbedded by thin grey-brown argillaceous limestone. The fauna is represented by massive and laminar

(*) Laboratoire de Pal ontologie stratigraphique, FLST – ISA, G osyst emes UMR 8157, 41 rue du Port, 59046 Lille cedex, France. E-mail : benoit.hubert@icf-lille.fr

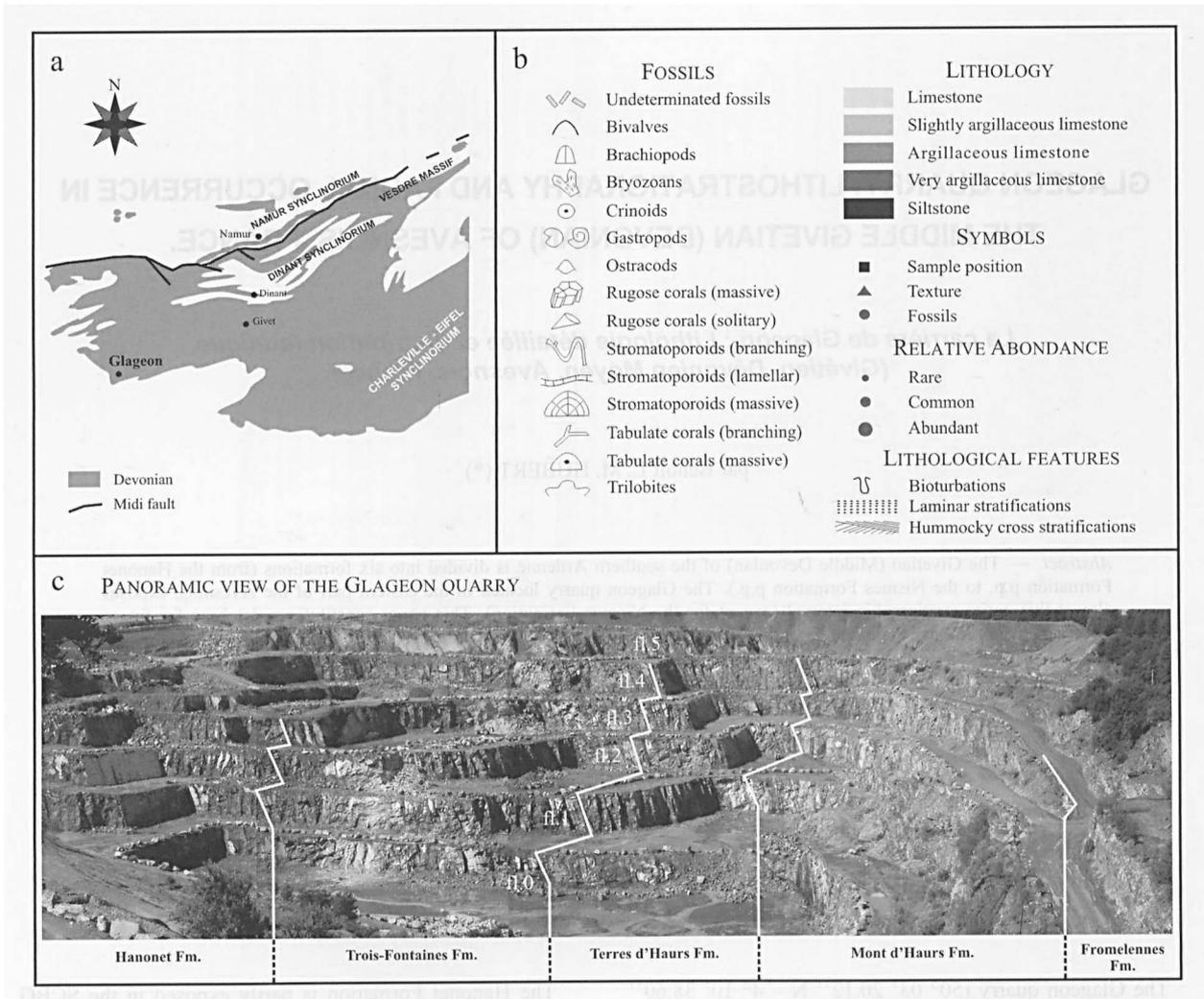


Fig. 1. — (a) Geological setting and location of the studied section at the southern flank of the Dinant synclinorium – (b) Explanation of figures (figs. 2 – 7) – (c) Panoramic view of the Glageon quarry.

Fig. 1. — (a) Carte géologique schématique des terrains dévoniens du bord sud du synclinorium de Dinant et localisation de la carrière de Glageon – (b) Légende (figs. 2 – 7) – (c) Vue panoramique de la carrière de Glageon.

stromatoporoids (e.g. *Actinostroma*, *Stromatopora*, and *Stictostroma*), large tabulate corals (favositids and pachyfavositids), brachiopods, gastropods, algae (paleosiphonoclad algae), etc.

The upper part of the formation (55 metres thick) is composed of brownish argillaceous limestone (fig. 3) and grey-blue limestone (0.5 to 1 metre thick), containing crinoids, gastropods and algae. Some particular beds (at 44, 45 and 52 metres from the base) are rich in brachiopods (*Stringocephalus*). Reefal debris (mainly branching stromatoporoids and branching or massive tabulate corals) are less frequent in this part of the section.

2) Terres d’HOURS Formation (70 to 159 m)

The base of the Terres d’HOURS Formation (fig. 3) is marked in the S.C.B.G. by a characteristic bed containing rich fauna of corals (mainly branching and massive tabulates). The

formation (figs. 3 to 5), 89 metres thick, is composed of stratified grey-blue and poorly bioclastic limestone (metre-thick) with intercalations of dark-grey argillaceous limestone (decimetre-thick). Reefal organisms are generally absent or poorly preserved; the faunal assemblage is mainly dominated by brachiopods, gastropods (*Murchisonia*) and crinoids. Some beds contain rare debris of branching tabulate corals (thamnoporids) and stromatoporoids. A particular bed (10 metres from the base of the formation) is observed (fig. 4) and marked by the presence of large patch-reefs (1 metre of diameter) containing algae and worms or gastropods (“vermitids gastropods” or “*spirorbis* worms”).

3) Mont d’HOURS Formation (159 to 240 m)

The Mont d’HOURS Formation (figs. 5 to 7) is marked by the presence of successive biostromes containing rich, diversified fauna and intercalated grey-blue limestone with nodules. The first unit (or biostrome), at the base of the

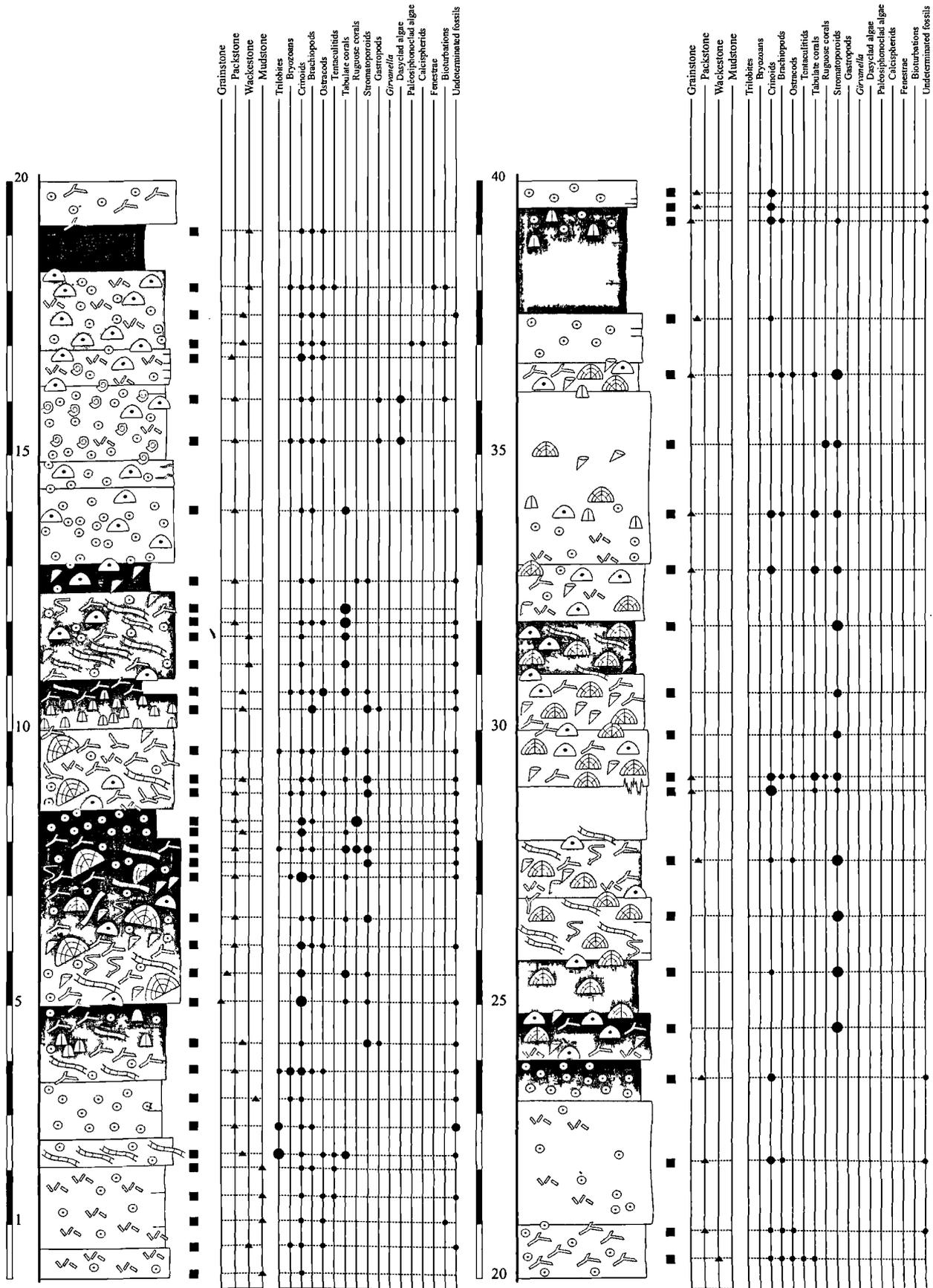


Fig. 2. — Detailed lithology of the succession: from 0 to 40 m (Trois-Fontaines Formation).
 . Fig. 2. — Lithologie détaillée de 0 à 40 m (Formation des Trois-Fontaines).

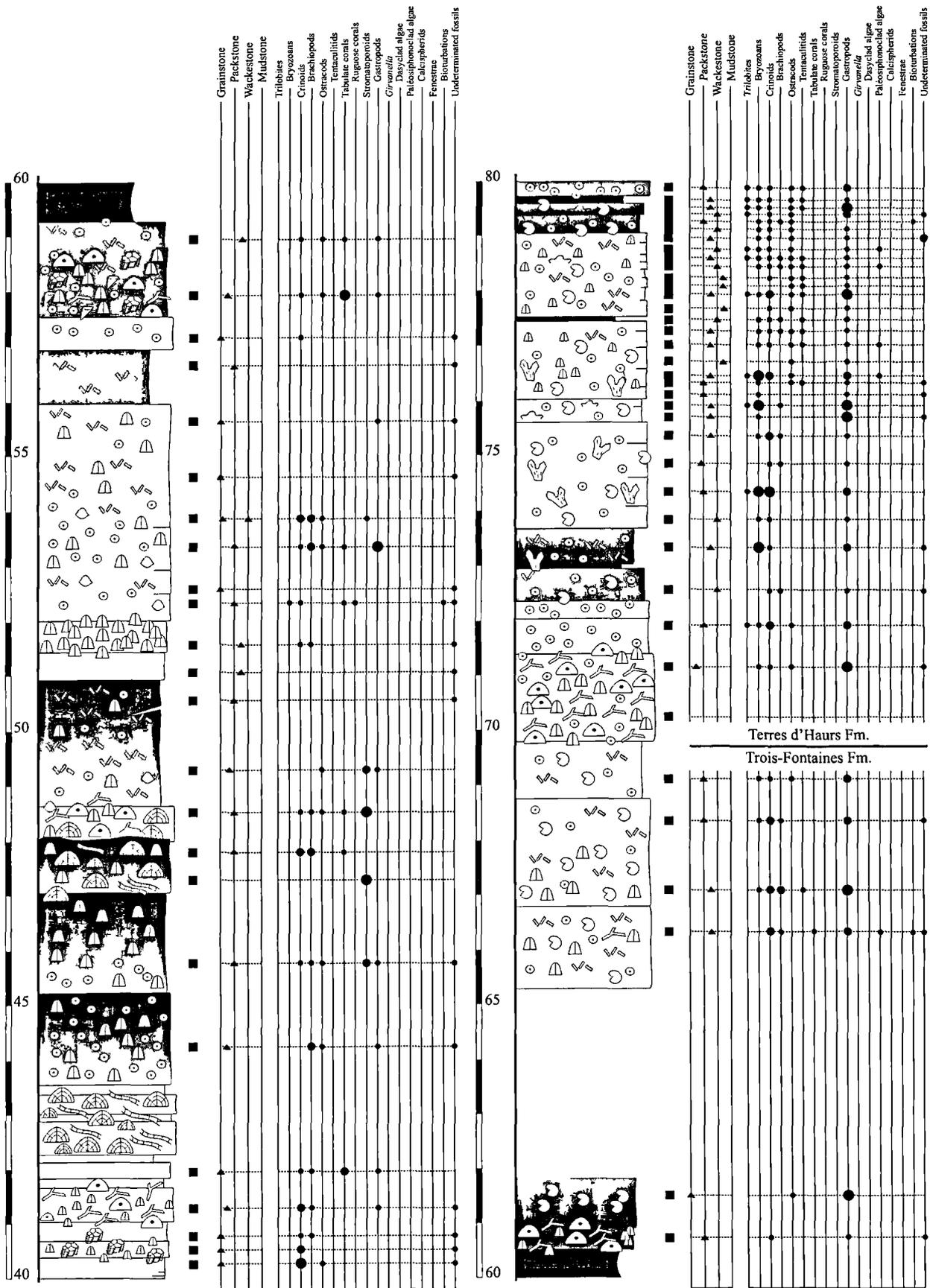


Fig. 3. — Detailed lithology of the succession: from 40 to 80 m (Trois-Fontaines & Terres d'Haus Formations).

Fig. 3. — Lithologie détaillée de 40 à 80 m (Formations des Trois-Fontaines et des Terres d'Haus).

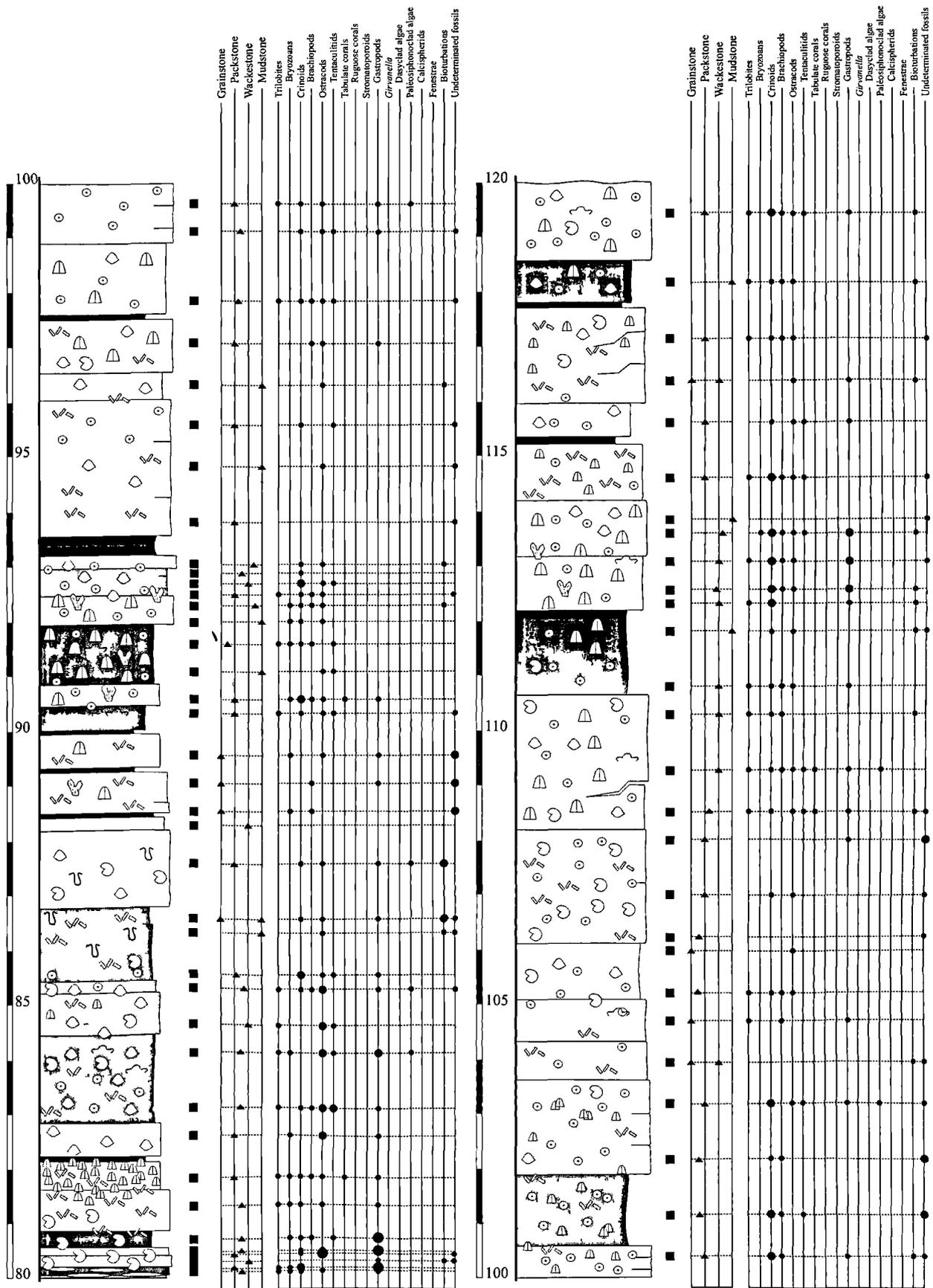


Fig. 4. — Detailed lithology of the succession: from 80 to 120 m (Terres d'Haurs Formation).

Fig. 4. — Lithologie détaillée de 80 à 120 m (Formation des Terres d'Haurs).

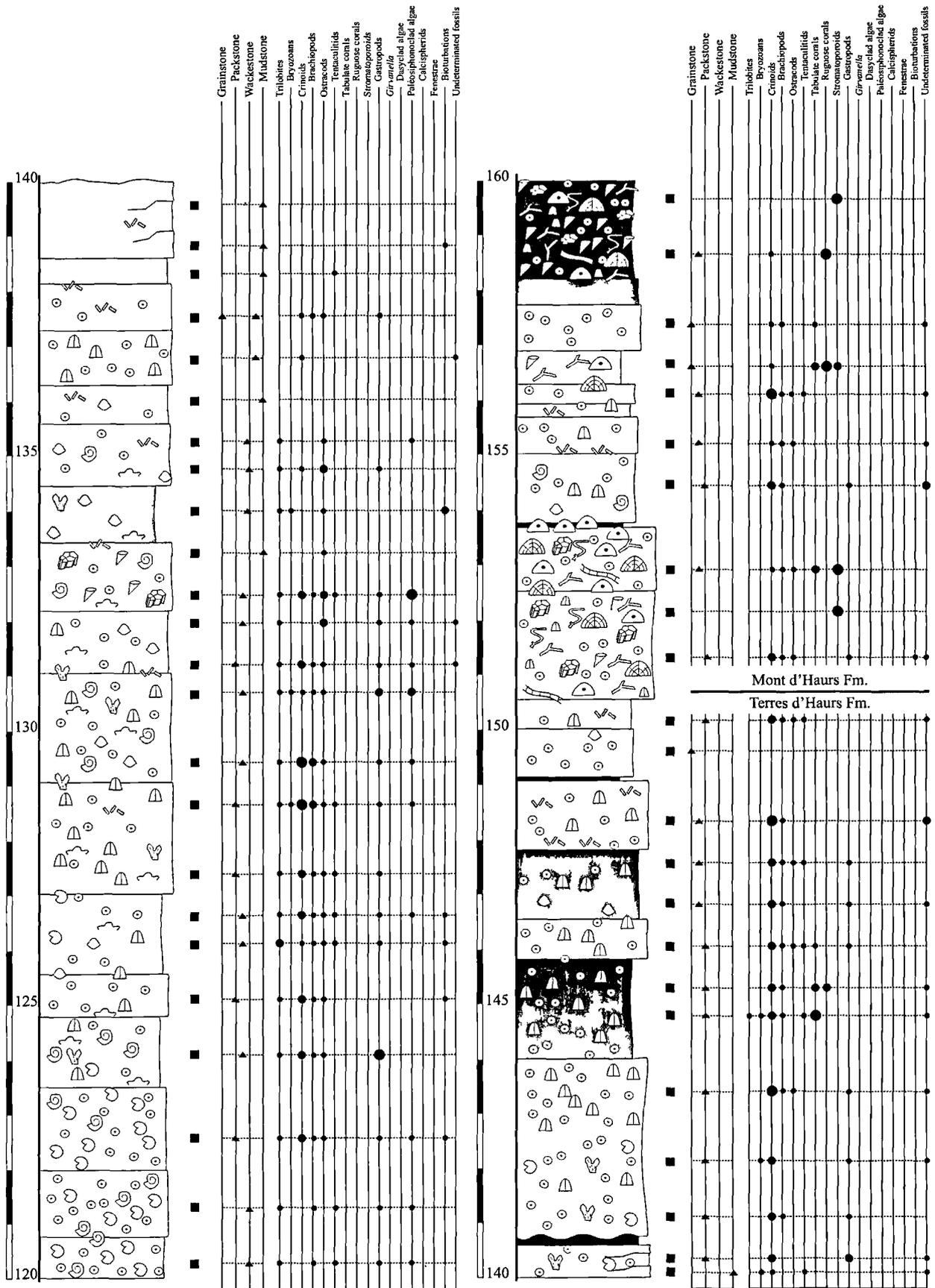


Fig. 5. — Detailed lithology of the succession: from 120 to 160 m (Terres d'Haus & Mont d'Haus Formations).

Fig. 5. — Lithologie détaillée de 120 à 160 m (Formation des Terres d'Haus et du Mont d'Haus).

formation (fig. 5), consists of very argillaceous, brownish and yellowish limestone (3 to 4 metres thick) containing large solitary rugose corals (e. g. *Thamnophyllum* and *Scoliophyllum*), branching and massive tabulates and stromatoporoids and indicates the boundary with the Terres d'Haus Formation. Other biostromal lenses (spaced 2 to 10 metres apart) are composed by grey-blue limestone with massive and laminar stromatoporoids and tabulates. The upper part of the formation (fig. 7) is less bioclastic (mainly small brachiopods and gastropods) and consists of homogeneous grey limestone with rare isolated organisms (stromatoporoids, rugose and tabulate corals).

4) Fromelennes Formation (around from 240 m)

The base of the Fromelennes Formation (fig. 7) consists of dolomitized argillaceous limestone and shale. The succession is very weathered and not clearly observed and studied. A particular reefal lenses, rich in stromatoporoids

and small tabulates is observed approximately 20 metres above the base of the formation.

III. — FINAL REMARKS

The present description of lithology and faunal distribution is the second contribution (e. g. paper on Givet area (Hubert 2008)) to further studies on sedimentology and biostratigraphy, and will allow to establishing comparison (based, for example, on magnetic susceptibility curves) of the Givetian sections in Southern Ardennes.

Acknowledgements. — The author is especially grateful to the members of the “Laboratoire de Paléontologie stratigraphique FLST - ISA” for its help during field studies. I'm deeply grateful to M. K. Zapalski (Institute of Paleobiology PAS, Warszawa, Poland) and C. Crônier (USTL, Lille, France) for critical reading of the manuscript, and to D. Brice for allowing the issue of this paper.

BIBLIOGRAPHY

- BOULVAIN F., COEN-AUBERT M., MANSY J.L., PROUST J.N. & TOURNEUR F., (1995). — Le Givétien en Avesnois (Nord de la France): paléoenvironnements et implications paléogéographiques. *Bulletin de la Société belge de géologie*, 103, 171–203.
- HUBERT B., (2006). — An approach of compared biodiversity between North-Gondwanian Platform areas. Abstract - Poster. Réunion des Sciences de la Terre, Dijon, p. 196.
- HUBERT B. L. M., (2007). — Stromatoporoids biodiversity in Givetian biostromes (Glageon – Avesnois and Mont d'Haus – Ardennes, France) based on sedimentary correlations. Abstract - Poster. X International Congress on Fossil Cnidaria and Porifera, St. Petersburg, Russia, p. 42.
- HUBERT B. L. M., (2008). — Detailed lithology and faunal abundance of the historical Givetian section: the fortifications of the Mont d'Haus (Givet, France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 15 (2^{ème} série), 45-57 (in press).
- MABILLE C., DE WILDE C., HUBERT B. L. M. & BOULVAIN F., (2008). — Detailed sedimentological study of a non-classical lower Givetian succession for Trois-Fontaines and Terres d'Haus Formations (Givetian, Marenne, Belgium) – Introduction of the Marenne Member. *Geologica Belgica*, 11 (3/4), 217-238.
- PREAT A. & TOURNEUR F., (1991). — Formation de Trois-Fontaines. In P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J. Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Préat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (eds). Les formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoire pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, Bruxelles, 30, 49-52.

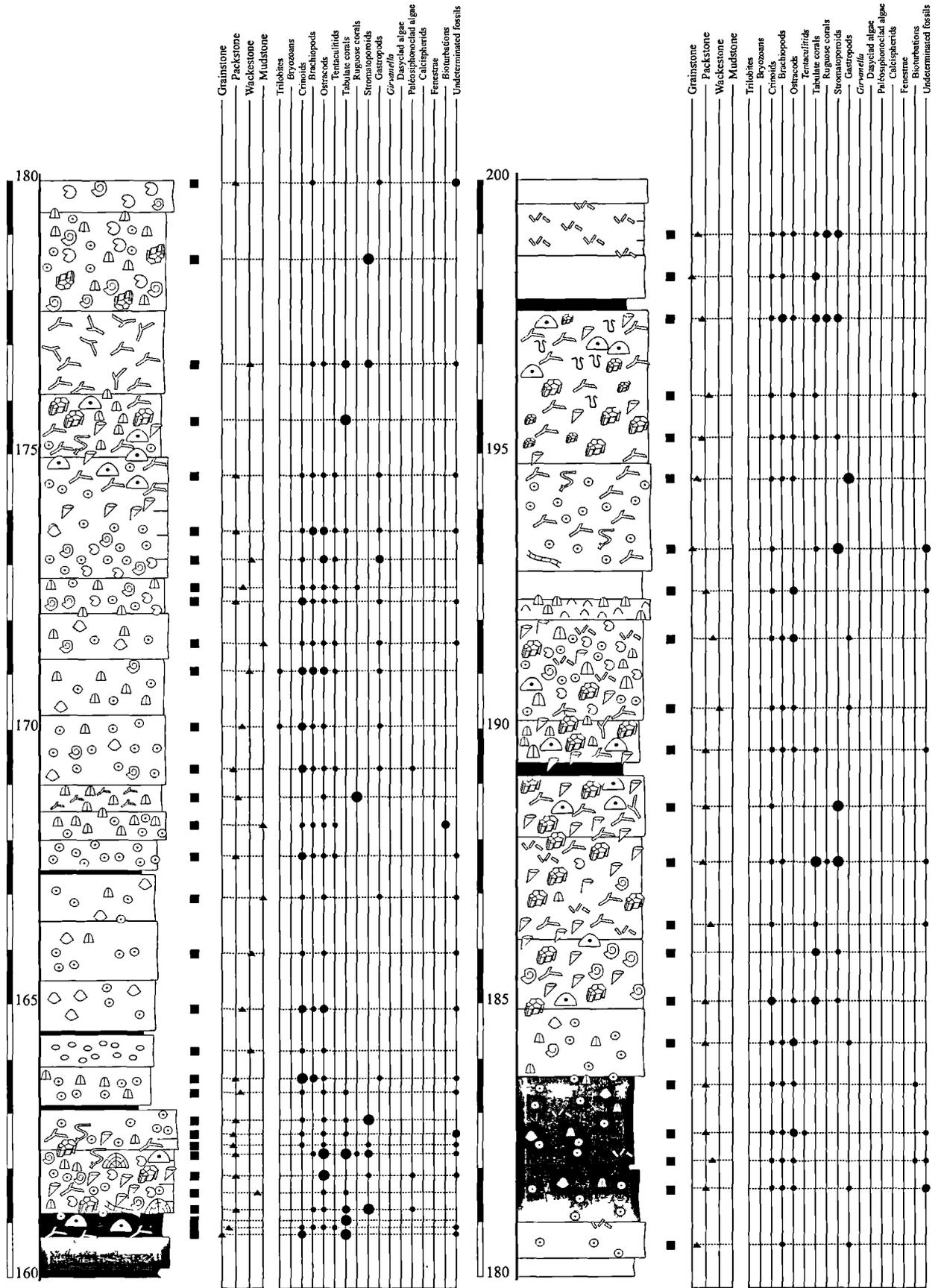


Fig. 6. — Detailed lithology of the succession: from 160 to 200 m (Mont d'Haus Formation).

Fig. 6. — Lithologie détaillée de 160 à 200 m (Formation des Mont d'Haus).

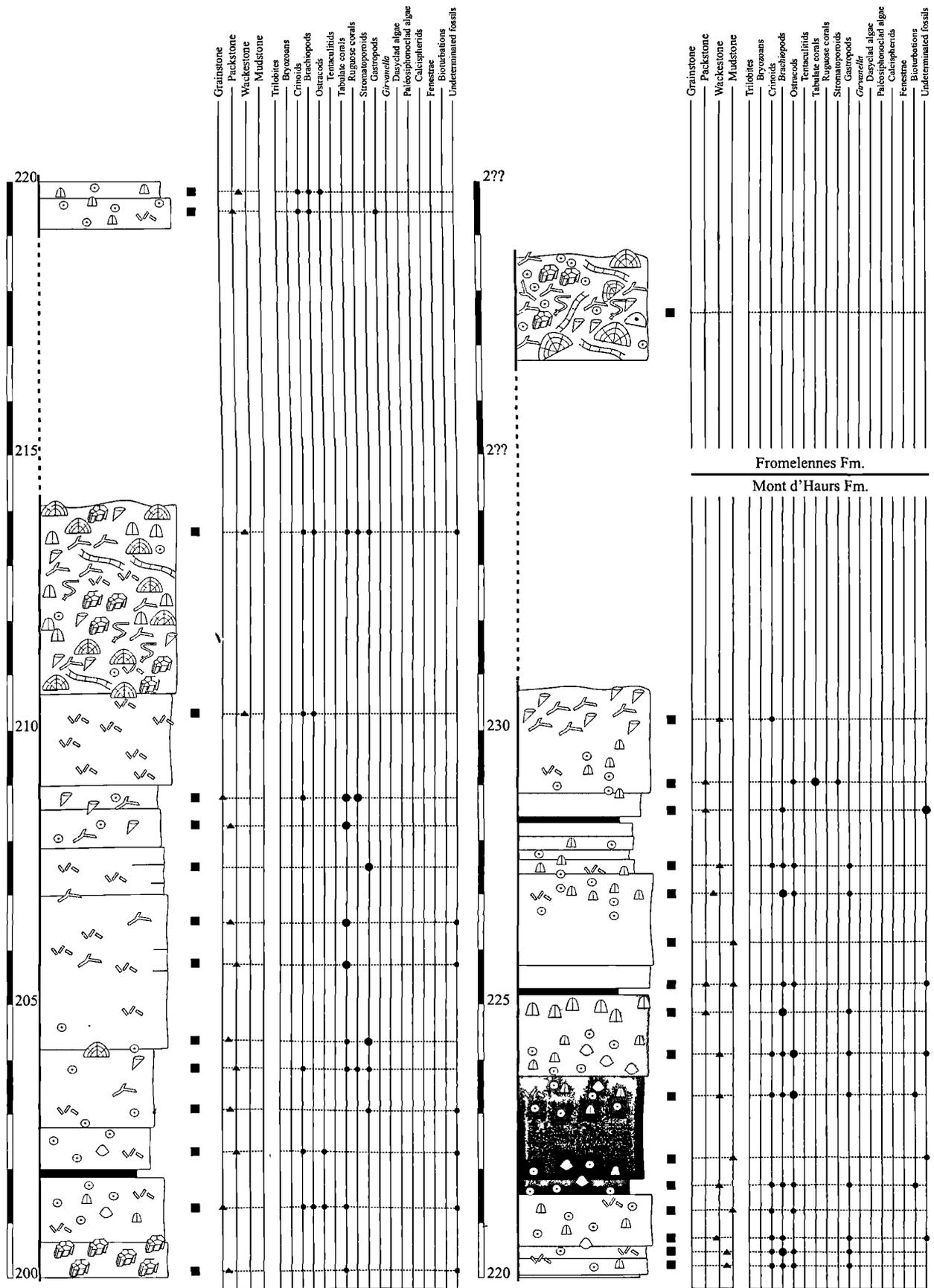


Fig. 7. — Detailed lithology of the succession: from 200 to up to 240 m (Mont d'Hours & Fromelennes Formations).

Fig. 7. — Lithologie détaillée de 200 à environ 240 m (Formations du Mont d'Hours et de Fromelennes).

LES DÉPÔTS DU KIMMÉRIDGIEN ET DU TITHONIEN DU NORD-OUEST DU BASSIN DE PARIS (HAUTE-NORMANDIE, BOULONNAIS)

Kimmeridgian and Tithonian sedimentary deposits of the North-Western part of the Paris Basin (Normandy and Boulonnais)

par J.F. DECONINCK(*) et F. BAUDIN (**)

Résumé. — Cet article constitue une synthèse des travaux menés depuis une trentaine d'années sur les dépôts sédimentaires du Kimméridgien et du Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris. Ceux-ci ont notamment porté sur la signification sédimentologique des faciès et l'interprétation résultante de leur enchaînement en termes de stratigraphie séquentielle. L'objectif était aussi de caractériser les constituants sédimentaires (minéraux argileux, particules organiques) et de situer leurs évolutions dans le cadre séquentiel précédemment défini. Par ailleurs, une révision des données biostratigraphiques fondées sur les faunes d'ammonites permet de situer ces dépôts dans un cadre temporel rénové en accord avec le découpage admis au plan international. Les dépôts sédimentaires du Kimméridgien et du Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris constituent l'équivalent temporel de la «Kimmeridge Clay Formation» (KCF). Mais contrairement à la KCF, ils se sont formés dans des milieux beaucoup plus proximaux en bordure du Massif Londres-Brabant. De fait, ils enregistrent beaucoup plus clairement les fluctuations du niveau marin ou les mouvements tectoniques de ce massif adjacent. Les données minéralogiques et géochimiques montrent que l'enfouissement de la série a été modéré et que la matière organique (MO) est immature d'un point de vue pétrolier. Plusieurs intervalles enrichis en MO sont reconnus et correspondent à ceux identifiés dans les bassins du Wessex et de Cleveland en Angleterre. Ils sont associés à un contexte transgressif.

Par ailleurs, du point de vue de l'évolution climatique au Kimméridgien/Tithonien, les données isotopiques sont de plus en plus nombreuses. Le Kimméridgien correspond à une période relativement chaude, tandis qu'un refroidissement significatif se produit à la fin du Tithonien probablement en relation avec le développement de calottes glaciaires aux hautes paléolatitudes. De plus, une période d'aridité caractérise la fin du Jurassique et le passage Jurassique/Crétacé de la zone à *Hudlestoni* jusqu'au Berriasien (sous-zone à *Subalpina*).

Abstract. — *This paper corresponds to a synthesis of the main results obtained since thirty years on Kimmeridgian/Tithonian deposits exposed in the North-West of the Paris Basin. Field works have been focused on the significance of sedimentary facies and their interpretation in a sequence stratigraphic framework. The main goals were also the characterisation of sedimentary components including clay minerals and organic matter. In addition new biostratigraphical data were provided by a systematic revision of ammonite fauna together with new fossils collected in the field. The Late Jurassic deposits in the North-West of the Paris Basin are coeval with the Kimmeridge Clay Formation (KCF, Wessex Basin), but they show a much more diversified lithology (clays, marls, limestones and sandstones), because they were deposited near the London-Brabant Massif in proximal environments. Consequently, they record fluctuations of sea level and tectonic movements which have affected the London-Brabant Massif much more clearly than in the Wessex Basin. Mineralogical and organic matter (OM) data indicate a negligible influence of burial diagenesis. The same OM-rich stratigraphic intervals identified in the KCF are recognised in the North-West of the Paris Basin, they are systematically associated with high sea-level. The first isotopic studies performed on oyster shells and fish teeth indicate a progressive climatic cooling during the end of the Tithonian. This climatic evolution, also recorded in other areas, is consistent with the development of ice-caps at high latitudes. In addition, clay mineral data indicate that the interval from Hudlestoni zone (Tithonian) until the Subalpina subzone (Berriasian) corresponds to a phase of significant aridity.*

I. — INTRODUCTION

Dans le Nord-Ouest du Bassin de Paris, en Haute-Normandie et dans le Boulonnais, les séries sédimentaires du Kimméridgien et du Tithonien affleurent particulièrement bien en falaises littorales. Les affleurements de ces deux régions sont très complémentaires du point de vue des intervalles stratigraphiques couverts. En effet, seule la partie basale du

Kimméridgien est visible en Haute-Normandie, tandis que la partie supérieure de cet étage et le Tithonien affleurent de manière permanente sur le littoral du Boulonnais. Dans ce secteur, la partie basale du Kimméridgien n'affleure qu'à l'occasion de travaux routiers comme ce fut le cas dans les années 1990 à l'occasion des aménagements réalisés en marge de la mise en service du tunnel sous la Manche. Les dépôts du Kimméridgien et du Tithonien de Haute-Normandie et du

(*) Université de Bourgogne, UMR 5561 CNRS Biogéosciences, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon.

(**) UPMC Univ. Paris 06, UMR 7193 CNRS IStEP, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

Boulonnais ont fait l'objet de nombreuses études lithostratigraphiques, biostratigraphiques, sédimentologiques et géophysiques, sous forme de publications facilement accessibles mais aussi sous forme de mémoires de recherches et de thèses. L'objet de cet article est essentiellement de présenter une synthèse actualisée aussi exhaustive que possible des données disponibles sur ces deux derniers étages du Jurassique.

En Haute-Normandie, les affleurements s'étendent du Cap de la Hève à Ecqueville (fig. 1). Au XIX^{ème} siècle, ils ont été principalement étudiés par Dollfuss (1863a et 1863b) d'un point de vue paléontologique. Plus récemment, la thèse de J. Guyader (1968) constitue la référence principale sur le Jurassique supérieur de Haute-Normandie. Cette étude stratigraphique et micropaléontologique fut complétée par Samson *et al.* (1996). Les données sédimentologiques concernent principalement le contenu en matière organique (Baudin, 1992) ainsi que l'organisation séquentielle et la minéralogie des argiles (Saint-Germès *et al.*, 1996).

Dans le Boulonnais, de très nombreux travaux ont été publiés depuis la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} (Pellat, 1880 ; Rigaux, 1891 ; Munier-Chalmas, 1899 ; Parent, 1903 ; Pruvost, 1925), notamment pour les besoins de la cartographie. Aussi de nombreuses formations ont-elles été définies sur les affleurements littoraux situés entre Equihen au Sud de Boulogne-sur-mer et le cap Gris-Nez (Bonte, 1969). Toutefois, c'est la coupe de la Crèche (fig. 2) située entre Boulogne et Wimereux qui constitue la référence en raison du caractère continu, de la zone à *Mutabilis* aux faciès purbeckiens, de sa succession sédimentaire. Jusque dans les années 1980, les principales études étaient focalisées sur la lithostratigraphie et la biostratigraphie (Ager & Wallace, 1966 ; 1970 ; Kandel, 1969 ; Townson & Wimbledon, 1979). Depuis cette date, de nombreuses études sédimentologiques et géophysiques sont venues compléter le schéma d'ensemble. Elles concernent l'analyse détaillée des faciès et la stratigraphie séquentielle (Fürsich & Oschmann, 1986 ; Oschmann 1988 ; Wignall, 1991 ; Proust *et al.*, 1993 ; 1995 ; Herbin *et al.*, 1995 ; Deconinck *et al.*, 1996 ; Wignall & Newton, 2001), l'étude des traces fossiles (Schlirf, 2003), le contenu et la caractérisation de la matière organique (El Albani *et al.*, 1993 ; Herbin & Geysant, 1993 ; Bialkowski *et al.*, 2000 ; Tribouvillard *et al.*, 2001 ; 2002) et la minéralogie des argiles (Deconinck *et al.*, 1983). Par ailleurs, des précisions biostratigraphiques significatives ont pu être apportées par Geysant *et al.*, (1993). Une autre approche intéressante a consisté à comparer les caractéristiques pétrophysiques des dépôts du Jurassique supérieur avec leur réponse acoustique en sismique réflexion (Mahieux *et al.*, 1998 ; Braaksma *et al.*, 2003 ; 2006 a et b).

Les dépôts du Kimméridgien et du Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris sont contemporains de la « Kimmeridge Clay Formation » qui affleure dans le Dorset au Sud de l'Angleterre. Cette formation, majoritairement composée d'argiles noires, présente des intervalles riches en matière organique et constitue une des principales roches-mères des gisements d'hydrocarbures de Mer du Nord. Ces argiles noires déposées en milieu relativement profond (offshore inférieur principalement) constituent une succession sédimentaire relativement monotone. En revanche, les dépôts contemporains de Haute-Normandie et surtout du Boulonnais se sont formés en milieu plus proximal, en bordure du massif Londres-Brabant (Proust *et al.*, 1995). Ils présentent de fait

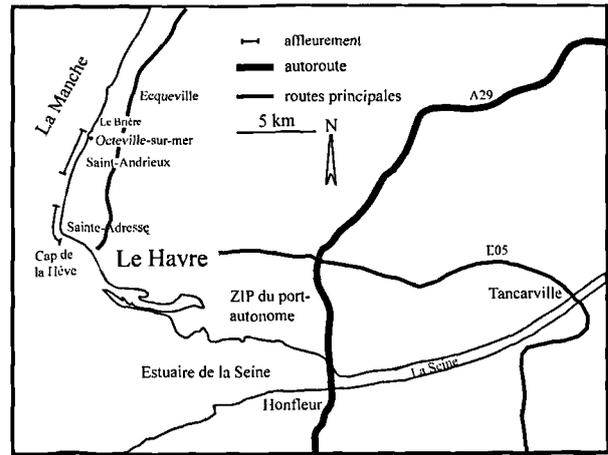


Fig. 1. — Localisation des affleurements de Kimméridgien de Haute-Normandie.

Fig. 1. — Location of Kimmeridgian outcrops from Normandy.

une beaucoup plus grande variabilité lithologique (argiles, calcaires, grès). Celle-ci reflète, au gré des variations du niveau marin et des événements tectoniques qui ont affecté le massif Londres-Brabant, des changements d'environnement de dépôts qui vont des faciès d'offshore inférieur à des environnements de shoreface, voire jusqu'à l'émergence (Proust *et al.*, 1995). De fait, les séries du Kimméridgien/Tithonien du Bassin de Paris présentent de nombreux hiatus couvrant parfois plusieurs zones d'ammonites, alors que la « Kimmeridge Clay Formation » présente au contraire une sédimentation continue sans hiatus apparent.

II. — LES DEPOTS KIMMERIDGIENS DE HAUTE-NORMANDIE

1) Litho- et biostratigraphie

Du Cap de la Hève à Ecqueville, les affleurements en falaises permettent d'observer la succession sédimentaire du passage Oxfordien/Kimméridgien aux Argiles d'Octeville (fig. 3).

Au Cap de la Hève, le passage Oxfordien/Kimméridgien n'est observable qu'à marée basse par fort coefficient ; il est représenté par le passage des Marnes de Cricqueboeuf (Oxfordien terminal) aux Calcaires Coquilliers (Kimméridgien basal). Ceux-ci, d'une épaisseur de 1 à 3m sont attribués à la zone à *Baylei*, première zone d'ammonites du Kimméridgien.

Les Argiles à *Deltoideum delta* (3 à 6 m) surmontent les Calcaires Coquilliers. Il s'agit d'argiles à passées silteuses comportant des lits d'huîtres à la base et au sommet. Leur appartenance à la zone à *Baylei* est hypothétique (Hantzpergue, 1989 ; Baudin, 1992).

Au dessus des Argiles à *Deltoideum delta*, la Formation des « Bancs de Plomb » se repère très facilement. Elle est constituée de deux bancs calcaires caractérisés par une

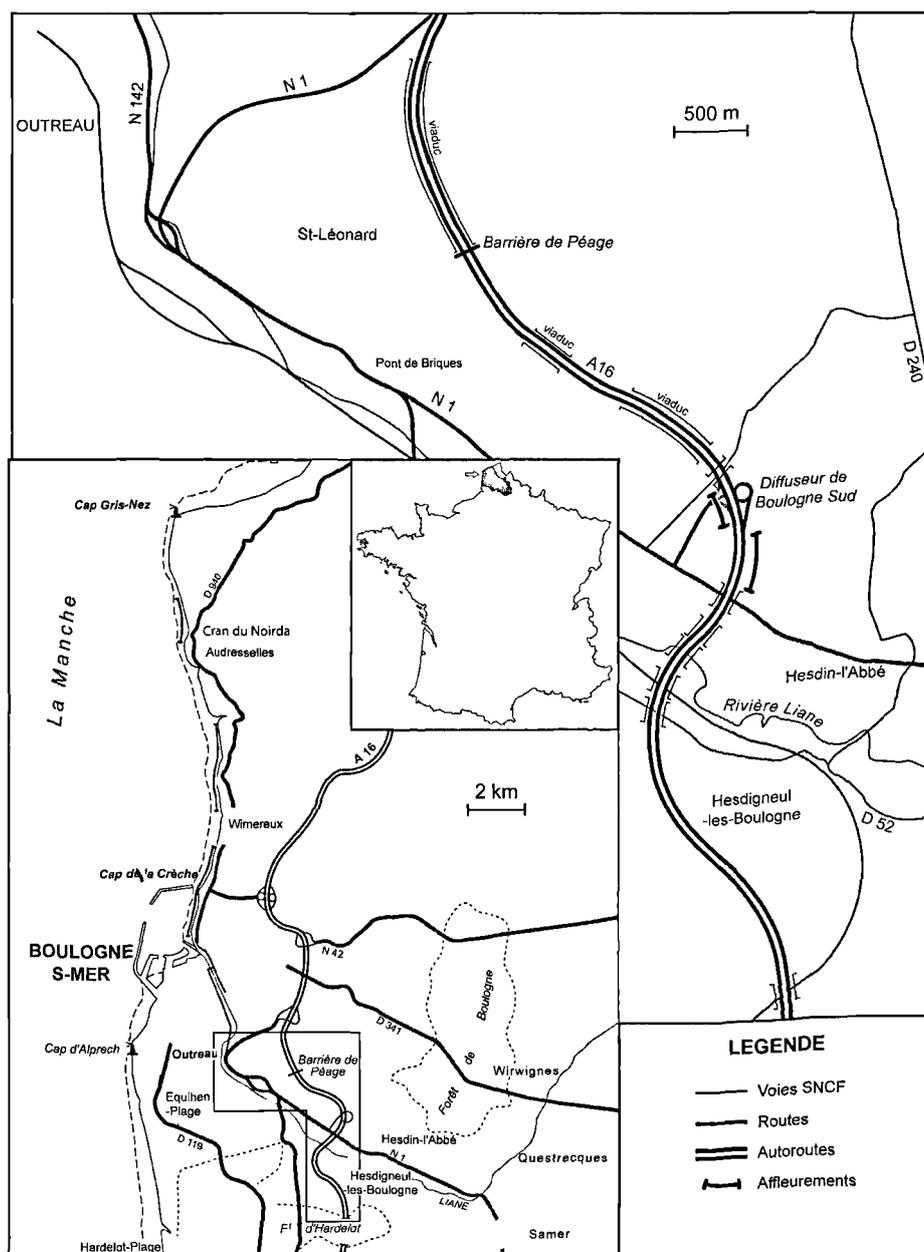


Fig. 2. — Localisation des affleurements du Kimméridgien/Tithonien du Boulonnais.

Fig. 2. — Location of kimmeridgian /Tithonian outcrops from The Boulonnais area.

surface bosselée en raison de l'intense bioturbation comprenant en particulier des *Rhizocorallium*. Les microfaciès indiquent qu'il s'agit d'une biomicrite à débris phosphatés, restes de vertébrés, de lamellibranches et de brachiopodes. Cette formation contient des ammonites indiquant la zone à *Cymodoce*. La présence de grains de phosphate et l'intense bioturbation suggèrent que le sommet de la formation correspond à un hiatus.

La formation sus-jacente correspond aux Marnes de Bléville (8 à 11m). Elle débute par un faciès conglomératique à galets perforés et verdis remaniés du banc de plomb supérieur. Les marnes plus ou moins silteuses s'enrichissent

en nodules et bancs carbonatés noduleux vers le sommet. Cette formation de la zone à *Cymodoce* se caractérise également par la présence de lamellibranches, d'oursins et surtout dans le tiers supérieur par des gastéropodes du genre Harpagodes. Elle se termine par un banc calcaire (biomicrite) très bioturbé dont la surface érosive et durcie correspond à un hiatus et marque le sommet de la zone à *Cymodoce*.

Les « Argiles d'Octeville » épaisses d'une vingtaine de mètres surmontent cette surface durcie. Elles sont attribuées aux zones à *Mutabilis* et *Eudoxus*. Il s'agit d'une formation présentant un faciès relativement monotone d'argiles noires comportant occasionnellement des bancs plus carbonatés peu

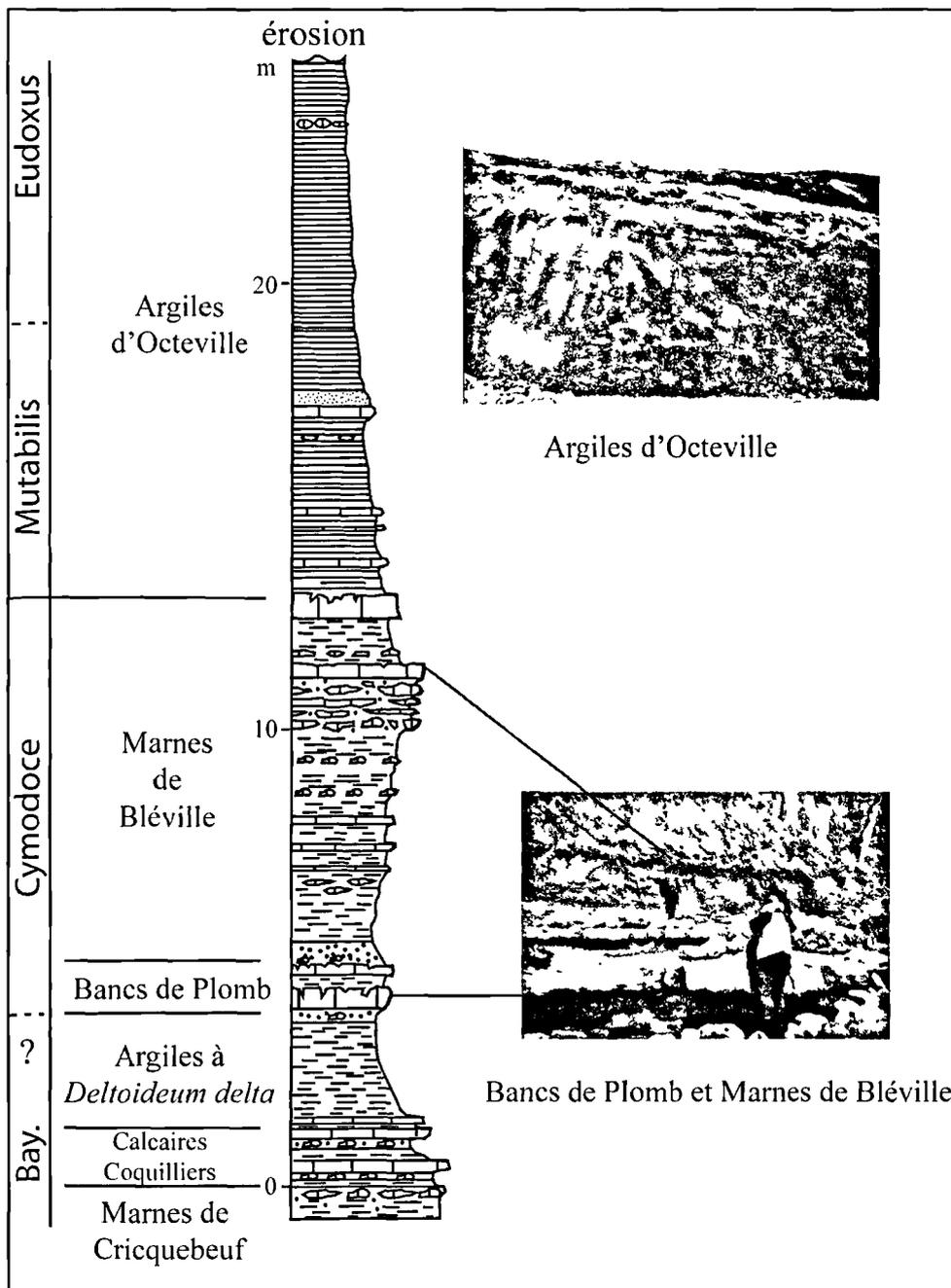


Fig. 3. — Coupe synthétique du Kimmériidgien normand (d'après Baudin, 1992, modifié).

Fig. 3. — Synthetic lithological succession of the Kimmeridgian from Normandy (after Baudin, 1992 modified).

épais ainsi qu'un banc gréseux au sommet du tiers inférieur. Outre des ammonites, on y trouve de nombreux lamellibranches ainsi que des restes de vertébrés (poissons et dinosauriens). Les argiles présentent parfois un aspect feuilleté et contiennent fréquemment des nodules de pyrite.

La zone à *Autissiodorensis* (dernière zone du Kimmériidgien) n'est pas connue en Haute-Normandie, en raison de l'érosion qui s'est produite au Crétacé inférieur *ante* Aptien, alors que le Bassin de Paris évoluait en milieu continental.

Au total, la série kimmériidgienne de Haute-Normandie épaisse d'environ 25m est relativement condensée. Des arrêts de sédimentation s'expriment notamment au sommet et à la base des Marnes de Bléville.

2) Environnements de dépôt.

D'après l'analyse des faciès, il est possible de diviser la série kimmériidgienne de Haute-Normandie en deux principaux ensembles :

A la base, des Calcaires Coquilliers aux Marnes de Bléville incluses, les faciès d'argiles silteuses à bancs carbonatés fortement bioturbés et riches en faunes benthiques se sont probablement formés dans un milieu relativement peu profond bien oxygéné, d'offshore supérieur voire de shoreface inférieur. La présence de dépôts liés à des tempêtes n'est pas clairement attestée, mais à la base des Marnes de Bléville, un horizon plus gréseux montrant des laminations qui rappellent des « hummocky cross stratifications » (HCS) évoque une influence possible des tempêtes, ce qui situerait cette formation au niveau de l'offshore supérieur. L'influence ténue des tempêtes est probablement en partie liée au fait que les milieux devaient être protégés des influences directes du large comme en atteste les faciès de vasières (lumachelles à huîtres) et la présence d'environnements relativement confinés riches en gastéropodes.

Cette situation contraste avec le sommet de la série constituée par les Argiles d'Octeville dont la finesse, le caractère parfois feuilleté et l'absence d'indices d'influences hydrodynamiques suggèrent un environnement plus profond, occasionnellement anoxique d'offshore inférieur (fig. 4). Le passage *Cymodoce/Mutabilis* correspondrait donc à un net approfondissement du milieu de dépôt favorable à une meilleure préservation de la matière organique (MO) dans les Argiles d'Octeville que dans les formations sous-jacentes. En effet, les analyses menées par pyrolyse Rock-Eval montrent que dans le Kimméridgien inférieur, la MO est altérée et que sa teneur faible à très faible ne dépasse pas 0,8% (Baudin, 1992 ; Saint-Germès *et al.*, 1996). En revanche, la teneur en MO augmente de manière significative dans les Argiles d'Octeville (jusqu'à 7,14%, Saint-Germès *et al.*, 1996). Ses caractéristiques géochimiques (indice d'oxygène et indice d'hydrogène) indiquent qu'il s'agit d'un mélange de matière organique marine et continentale. Les T_{max} de 422°C en moyenne indiquent une faible évolution thermique de la MO ; les argiles sont immatures et n'ont pas encore produit d'hydrocarbures (Baudin, 1992). Ces conclusions sont tout à fait en accord avec la présence de fortes proportions de smectites dans la partie supérieure des Marnes de Bléville (Saint-Germès *et al.*, 1996), car la présence de ces minéraux très sensibles à la diagenèse thermique indique une influence négligeable de la diagenèse d'enfouissement.

Dans les autres formations, les assemblages argileux comprennent principalement de l'illite (20 à 60%), des interstratifiés irréguliers illite-smectite (0 à 25%) et de la kaolinite (10 à 30 %). A ces espèces argileuses dominantes, s'ajoutent des faibles proportions de chlorite qui ne dépassent pas 10% (Saint-Germès *et al.*, 1996). Ces assemblages traduisent une érosion relativement intense des domaines continentaux (massifs Londres-Brabant et armoricain) sous un climat chaud.

3) Données paléoclimatiques

Grâce à la mesure du rapport isotopique de l'oxygène sur des coquilles d'huîtres récoltées au Cap de la Hève dans la zone à

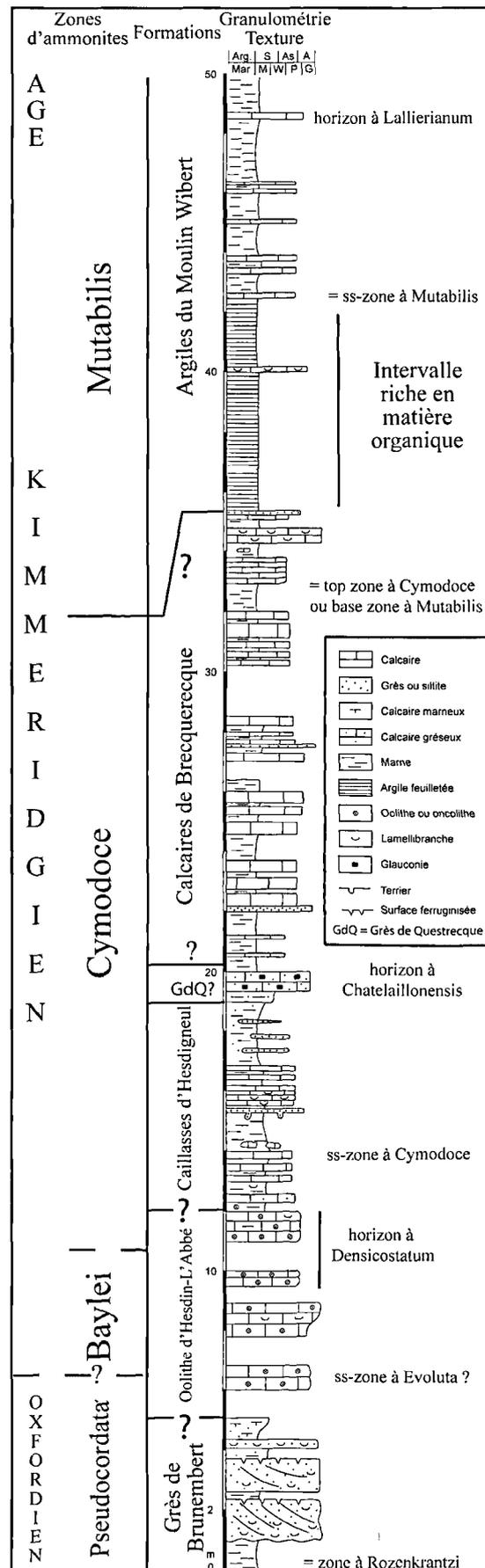


Fig. 4. — Coupe synthétique de la base du Kimméridgien du Boulonnais

Fig. 4. — Synthetic stratigraphic succession of the lower part of the Kimmeridgian from the Boulonnais.

Cymodoce, nous avons récemment tenté de reconstituer les températures des eaux dans lesquelles vivaient ces organismes (Ferret, 2008). Les mesures les plus fiables effectuées sur les séries normandes indiquent qu'au Kimméridgien inférieur, la température moyenne des eaux de surface devait être voisine de 20°C, ce qui s'accorde avec les conditions climatiques chaudes généralement admises pour cette période et déduites de l'analyse isotopique de l'oxygène contenu dans le phosphate constitutif de l'émail des dents de poissons (Lecuyer *et al.*, 2003). Récemment une étude comparable à celle de Ferret (2008) réalisée sur des huîtres du Kimméridgien (zone à *Cymodoce*) de l'Est du Bassin de Paris fournit des températures de l'ordre de 24°C et suggère que cet intervalle correspond à une période chaude (Brigaud *et al.*, 2008).

III. — LES DÉPÔTS KIMMERIDGIENS ET TITHONIENS DU BOULONNAIS

1) Lithostratigraphie et biostratigraphie

Grâce à des travaux autoroutiers (A16) effectués dans les années 90, la base du Kimméridgien du Boulonnais (fig. 4) fut temporairement visible (Baudin *et al.*, 2002). La série stratigraphique débute avec l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé (environ 10m). Il s'agit de calcaires blancs oolithiques en gros bancs (Bonte, 1969) attribuables d'un point de vue biostratigraphique aux zones à *Baylei* et *Cymodoce*, ce qui fait de cette formation un équivalent des Calcaires Coquilliers, des Argiles à *Deltoideum delta* et des Bancs de Plomb de Haute-Normandie. Cette formation repose sur les Grès de Brunembert attribuables à l'Oxfordien terminal, équivalent des Marnes de Criqueboeuf de Normandie. La succession se poursuit par les Caillasses d'Hesdigneul, constituée de 5 à 7m de calcaires marneux bioturbés puis par les Calcaires de Brecquerecque. Cette formation est constituée d'une alternance de bancs micritiques et de marnes. Caillasses d'Hesdigneul et Calcaires de Brecquerecque, formations attribuables à la zone à *Cymodoce* pourraient être l'équivalent des Marnes de Bléville de Haute-Normandie.

Les calcaires de Brecquerecque sont surmontés par les Argiles du Moulin Wibert. La base de cette formation, visible à la fin des années 90 grâce aux travaux autoroutiers est essentiellement constituée d'argiles noires comportant 10 à 20% de CaCO₃ (fig. 4). Le sommet de la formation (environ 20 mètres) est en revanche visible au cœur de l'anticlinal de la Crèche au Nord de Boulogne (fig. 5). Il s'agit là encore d'argiles noires occasionnellement pyriteuses et glauconieuses présentant des bancs de lumachelles à *Nanogyra virgula*. D'un point de vue biostratigraphique, la base de la formation est attribuable à la zone à *Mutabilis*. Au niveau de l'anticlinal de la Crèche, seul le dernier mètre de sédiments correspondant à cette zone d'ammonite est visible, le reste de la formation est daté de la zone à *Eudoxus* (sous-zone à *Orthocera*, Herbin *et al.*, 1995). Les Argiles du Moulin Wibert semblent donc *pro parte* contemporaines des Argiles d'Octeville de Haute-Normandie dont le faciès est tout à fait comparable. La base des Argiles du Moulin Wibert contient une quantité relativement importante de matière organique, avec des teneurs en carbone organique total qui atteignent 4%. Plus haut dans cette formation, les teneurs en MO beaucoup plus faibles ne dépassent pas 1%. Les assemblages

argileux sont majoritairement constitués d'illite, d'interstratifiés illite-smectite et de kaolinite. Dans la moitié supérieure de la formation, les proportions de smectite augmentent progressivement et au sommet de la formation, alors que les argiles deviennent de plus en plus silteuses, la fraction argileuse devient essentiellement smectitique.

Les deux derniers mètres des Argiles du Moulin Wibert s'enrichissent significativement en silt et en sable avant le passage au Sables et Grès de Connincthun, formation épaisse de quelques mètres mais qui affleure mal au niveau de l'anticlinal de la Crèche entre Boulogne-sur-mer et la Pointe de la Crèche. On repère principalement un banc grésoglaucieux à ciment carbonaté et grains de quartz polycristallins mal classés et rares feldspaths plagioclases. La faune comprend des trigonies et de rares oursins. Aucune ammonite n'a été trouvée dans cette formation, mais elle est attribuée à la zone à *Eudoxus*, puisque les Calcaires du Moulin Wibert sus-jacents dans lesquels les ammonites sont fréquentes appartiennent à la sous-zone à *Caletanum*, deuxième sous-zone de la zone à *Eudoxus* (Herbin *et al.*, 1995). Les Calcaires du Moulin Wibert, épais d'environ 15m, sont constitués de nombreux bancs calcaires micritiques et de lumachelles à *Nanogyra virgula* séparés par des intervalles de marnes noires plus ou moins silteuses. Le sommet des Calcaires du Moulin Wibert passe progressivement à des marnes sableuses puis aux Sables et Grès de Châtillon, attribués à la sous-zone à *Contejeani* (dernière sous-zone de la zone à *Eudoxus*).

Au dessus des Grès de Châtillon, dont l'épaisseur ne dépasse pas 6m, viennent les Argiles de Châtillon dont l'épaisseur atteint 29m à la Pointe de la Crèche (fig. 5). Le passage des Grès aux Argiles de Châtillon est particulièrement bien exposé le long des falaises situées au Nord d'Audresselles au Cran du Noirda. Les sables et grès passent brutalement à un banc carbonaté décimétrique d'aspect noduleux et contenant des débris coquilliers ainsi que des fragments de bois flottés. Les Argiles de Châtillon apparemment homogènes présentent en réalité une assez grande variabilité de faciès entre des argiles massives plus ou moins foncées, des argiles noires feuilletées et des argiles particulièrement plastiques en partie responsables des glissements de terrains qui affectent les falaises (Debrabant *et al.*, 1994). Au sein de ces argiles, on trouve quelques bancs carbonatés de lumachelles à *Nanogyra*, probablement mis en place sous l'influence de courants de tempêtes (Fürsich & Oschmann, 1986), des plaquettes gréseuses discontinues plus grossières et des bancs carbonatés noduleux (fig. 5) d'origine diagénétique. D'un point de vue biostratigraphique, cette partie de la série sédimentaire a fait l'objet d'une analyse détaillée (Geyssant *et al.*, 1993 ; Herbin *et al.*, 1995). La partie inférieure de la formation est attribuée à la sous-zone à *Autissiodorensis* (première sous-zone de la zone à *Autissiodorensis*). La partie supérieure est attribuée à la zone à *Gigas-Elegans*, première zone d'ammonite du Tithonien. La limite Kimméridgien/Tithonien se situe donc au sein des Argiles de Châtillon. Cette limite est bien visible au Nord du Cran du Noirda. Elle est marquée par un banc pluri-décimétrique de calcaire gréseux, surmontés par des plaquettes lumachelliques à nombreux éléments phosphatés, elles-mêmes surmontées par des argiles noires feuilletées à plaquettes gréseuses discontinues (Geyssant *et al.*, 1993). Notons qu'une lacune est probable, car aucun indice de la présence de faune de la sous-zone à *Irius* (seconde sous-zone de la zone à *Autissiodorensis*) n'a pu être mis en évidence.

Les Grès de la Crèche (15 à 20m), traditionnellement subdivisés en Grès de la Crèche inférieur et Grès de la Crèche supérieur séparés par les Marnes Intercalaires, surmontent les Argiles de Châtillon et constituent l'ossature des falaises du Boulonnais. Ils sont reconnaissables à leurs gros bancs présentant de nombreuses stratifications obliques et une intense bioturbation. Par ailleurs, leur débit en boules lié à une cimentation par de la calcite pœcilitique formée sous l'influence d'eaux météoriques (Al-Ramadan *et al.*, 2005) est tout à fait caractéristique. Il s'agit généralement de grès fins à grains de quartz bien classés légèrement glauconieux et à ciment carbonaté. On y trouve fréquemment des accumulations bioclastiques dominées par les trigonies. Ces grès affleurent particulièrement bien et sont facilement accessibles de part et d'autre de la Pointe de la Crèche. D'un point de vue biostratigraphique, les Grès de la Crèche sont attribués à la zone à *Gigas* (Herbin *et al.*, 1995).

Au Nord de la Pointe de la Crèche, en se dirigeant vers Wimereux, on observe le passage assez brutal aux Argiles de la Crèche (autrefois appelée Argiles à *Anomia laevigata*, Bonte, 1969). Cette formation d'environ 8 mètres d'épaisseur est essentiellement argileuse. Il s'agit d'argiles noires plus ou moins plastiques et localement feuilletées. A la base, au contact des Grès de la Crèche, on note toutefois un intervalle décimétrique plus silteux et au sommet on remarque un enrichissement progressif en dépôts millimétriques bioclastiques puis en plaquettes gréseuses discontinues. Par ailleurs, cette formation essentiellement argileuse est coiffée par un horizon phosphaté comprenant des nodules centimétriques de phosphates correspondant le plus souvent à des bioclastes roulés et épigénés. Ce niveau appelé P1 (ou niveau phosphaté de la Rochette) qui contient aussi des galets centimétriques de quartz, est clairement visible notamment au Nord de Wimereux, précisément en se dirigeant vers la Pointe de la Rochette. Les Argiles de la Crèche contiennent à la base *Pectinatites sp.* qui ne permet pas de fournir une attribution stratigraphique précise. En revanche, le niveau phosphaté P1 contient des ammonites qu'il est possible de rattacher à la zone à *Wheatleyensis* (Pruvost, 1925 ; Herbin *et al.*, 1995). Geysant *et al.* (1993) suggèrent que les Argiles de la Crèche pourraient appartenir à la zone à *Scitulus pro parte* et à la zone à *Wheatleyensis*.

Au dessus du niveau P1, on trouve les Bancs jumeaux. Il s'agit de deux bancs carbonatés micritiques fortement bioturbés. Au Nord de Wimereux, cette formation comporte trois bancs carbonatés en raison probablement du développement d'un banc intercalaire nodulaire d'origine diagénétique. Le sommet de cette formation se caractérise par un deuxième niveau phosphaté, P2 dépourvu d'ammonites. Celles-ci ne sont présentes que dans les Argiles de Wimereux sus-jacentes (autrefois appelées Marnes à *Exogyra dubiensis*, Bonte, 1969). Ces ammonites indiquent la zone à *Pallasioides*. Les zones d'ammonites à *Hudlestoni* et *Pectinatus* ne sont donc pas représentées dans le Boulonnais en raison de l'importante condensation de la série matérialisée par les niveaux phosphatés P1 et P2 (fig. 5).

Par rapport aux Argiles de la Crèche, les Argiles de Wimereux sont nettement plus silteuses et glauconieuses. Leur partie moyenne est soulignée par un banc carbonaté facilement repérable correspondant au banc à *Lima bononiensis*.

Au sommet des Argiles de Wimereux, un troisième niveau phosphaté est présent, il s'agit du niveau phosphaté de la Tour de Croï (P3) avant le passage à l'Assise de Croï. Cette formation, autrefois appelée Marnes et Calcaires à *Ostrea expansa* (Bonte, 1969) comporte des ammonites des zones à *Albani*, *Glaucolithus* et *Okusensis pro parte* (Townson & Wimbledon, 1979). Elle affleure particulièrement bien immédiatement au Sud de Wimereux ainsi qu'au Sud de la Pointe aux Oies. Cette formation se caractérise par une alternance de bancs calcaires noduleux et de marnes silteuses et glauconieuses. Epaisse seulement d'une dizaine de mètres, la série présente plusieurs indices de condensation, notamment la fréquence des processus de nodulisation, la présence de grains phosphatés et de glauconie dont les grains verts foncés sont minéralogiquement très évolués (Deconinck, 1982). Enfin cette formation peu épaisse couvre plusieurs zones d'ammonites.

L'Assise de Croï est surmontée par les Grès des Oies rattachés *pro parte* à la zone à *Okusensis* et à la zone à *Kerberus*. Il s'agit de grès fins à ciment carbonaté renfermant de nombreux lamellibranches (*Cardium* et *Trigonia* en particulier).

Cette série sédimentaire très diversifiée et entièrement marine s'achève par les faciès purbeckiens. Ils sont facilement accessibles à la Pointe aux Oies, et présents en sommet de falaise et observables en éboulis immédiatement au Sud de Wimereux. Les faciès purbeckiens présentent une grande variabilité latérale. Au sud de Wimereux, on trouve fréquemment des calcaires en « choux-fleur » qui correspondent à des bioconstructions stromatolithiques et des lumachelles à *Anisocardia socialis*, petits lamellibranches qui devaient pulluler dans un milieu de salinité anormale. A la Pointe aux Oies, la succession sédimentaire singulière des faciès purbeckiens a été détaillée récemment par Deconinck *et al.* (2000), Schnyder (2003) et Schnyder *et al.* (2005). Elle consiste principalement en faciès conglomératiques qui sont particulièrement développés à la Pointe de la Rochette (où ils forment le Poudingue de la Rochette), accumulation de bois flottés et bioconstructions stromatolithiques.

2) Environnements de dépôt.

La très grande variabilité lithologique décrite ci-dessus reflète de fréquents changements d'environnements de dépôts et en particulier des variations significatives de la tranche d'eau qui peuvent résulter soit de variations du niveau marin, soit de mouvements tectoniques ayant affecté le massif Londres-Brabant.

De manière simplifiée on distingue trois principaux faciès caractéristiques d'environnement allant du shoreface à l'offshore inférieur.

Les environnements de shoreface sont représentés par les ensembles gréseux : Grès de Connincthun, Grès de Châtillon, Grès de la Crèche et Grès des Oies. Immédiatement situés au Nord du Cran du Noirda, les affleurements des Grès de Châtillon sont remarquables notamment par la diversité des figures et structures sédimentaires et par la diversité de la bioturbation. Ils constituent un outil pédagogique exceptionnel d'autant que certaines figures sédimentaires identiques sont observables sur la plage à marée basse dans les dépôts actuels immédiatement adjacents.

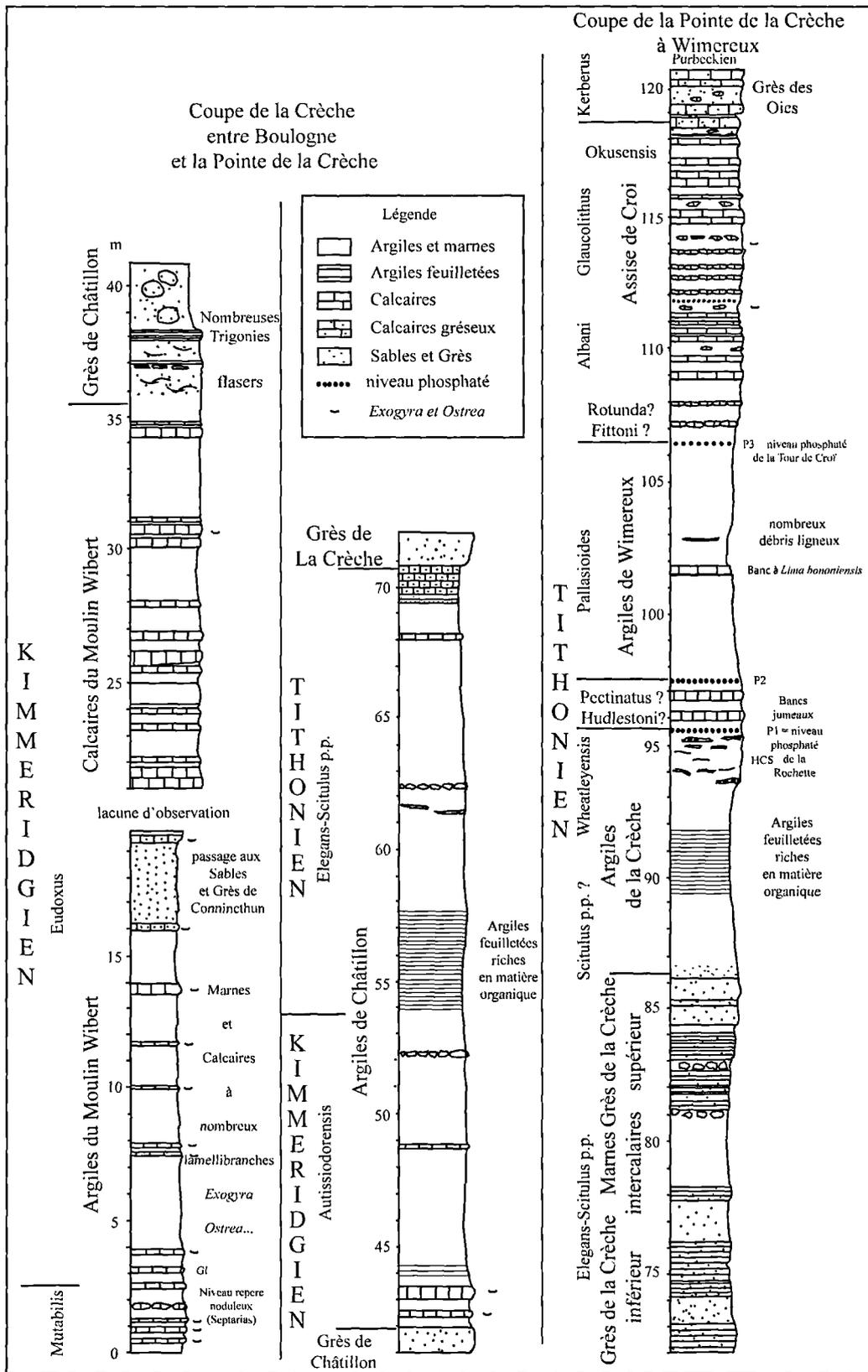


Fig. 5. — Succession lithologique du Kimmériidgien/Tithonien affleurant en falaise dans le Boulonnais.

Fig. 5. — Lithological succession of Kimmeridgian/Tithonian deposits exposed on coastal cliffs in the Boulonnais.

Des environnements plus profonds sont matérialisés par des alternances de calcaires et de marnes plus ou moins silteuses et d'ensemble marneux, occasionnellement riches en *Nanogyra virgula* et pauvres en matière organique. Il s'agit principalement : des Caillasses d'Hesdigneul, des Calcaires de Brecquerecque, de la partie supérieure des Argiles du Moulin Wibert, des Calcaires du Moulin Wibert, des Argiles de Wimereux et de l'Assise de Croï. Il est vraisemblable que certains bancs bioclastiques à *Nanogyra virgula* correspondent à des accumulations provoquée par les tempêtes (Fürsich & Oschmann, 1986). Il s'agit typiquement d'environnements de shoreface inférieur et d'offshore supérieur.

Les environnements plus profonds sont représentés par des argiles noires, plus ou moins feuilletées et riches en matière organique. Ces intervalles se rencontrent dans la partie basale des Argiles du Moulin Wibert (non observable en falaise), au sein des Argiles de Châtillon et dans les Argiles de la Crèche. Au sein de ces argiles riches en matière organique peuvent s'intercaler des plaquettes gréseuses décimétriques à pluri-décimétriques plus ou moins continues, dont certaines présentent des HCS. Ceci est particulièrement bien visible dans les Argiles de Châtillon qui affleurent en falaise au Nord d'Audresselles. Ces plaquettes gréseuses matérialisent l'influence de tempêtes.

A ces trois faciès caractéristiques, s'ajoutent des faciès particuliers comme ceux de l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé qui correspondent à des dépôts de barrière de plate-forme carbonatée et les faciès purbeckiens sur lesquels nous reviendrons plus loin.

La succession et l'enchaînement des faciès a permis de reconstituer l'évolution de la tranche d'eau et de proposer un découpage séquentiel de la série (Proust *et al.*, 1995).

3) Données paléoclimatiques.

Les études récentes menées à haute-résolution ont montré que globalement, le Kimméridgien correspond à une période chaude et humide (Abbink *et al.*, 2001 ; Brigaud *et al.*, 2008) et qu'un changement climatique se produit au Tithonien, au sein des zones à *Hudlestoni* et *Pectinatus*. Le passage d'un climat humide à un climat plus aride sur la base d'arguments palynologiques et sédimentologiques est bien établi (Wignall & Ruffell, 1990), mais ce changement climatique n'est pas enregistré dans le Boulonnais en raison de la lacune de ces deux zones d'ammonites. Par ailleurs, un refroidissement se produit à la fin du Tithonien (Riboulleau *et al.*, 1998). Il semble très marqué, puisque des tillites ont été identifiées dans des sédiments déposés aux hautes paléolatitudes (Price, 1999 ; Gröcke *et al.*, 2003), ce qui suggère qu'une calotte de glace dont la taille reste à préciser s'est probablement développée au niveau du pôle Nord. Récemment, nous avons tenté de reconstituer l'évolution des températures des eaux de surface à l'aide de mesures isotopiques réalisées sur les coquilles d'huîtres échantillonnées sur les coupes du Boulonnais (Ferret, 2008). Cette étude montre effectivement un refroidissement net des eaux de surface tout à fait cohérent avec un englacement progressif aux hautes paléolatitudes. La formation de glaces est probablement responsable de la baisse importante du niveau marin et du développement des faciès laguno-lacustres du Purbeckien. Parallèlement à ce refroidissement climatique, de nombreuses données

minéralogiques et palynologiques convergentes montrent qu'un épisode d'aridité caractérise le passage Jurassique/Crétacé (Moore *et al.*, 1992 ; Ruffell *et al.*, 2002 ; Rees *et al.*, 2004). Celui-ci se termine au Berriasien moyen (sous-zone à *Subalpina*) par un retour généralisé, à l'échelle du Nord-Ouest de l'Europe, à des conditions plus humides (Schnyder *et al.*, 2008). En résumé, de la zone à *Hudlestoni* (Tithonien) à la sous-zone à *Subalpina* (Berriasien), le passage Jurassique/Crétacé est caractérisé d'un point de vue climatique par une période plus sèche et plus froide, ayant pu entraîner la formation de glaces aux hautes paléolatitudes. Dès lors, on peut penser que la baisse du niveau marin qui marque le passage Jurassique/Crétacé et qui a permis le développement des faciès purbeckiens a une origine glacio-eustatique.

IV. — MINÉRALOGIE DES ARGILES

La constitution des assemblages argileux a été étudiée en détail tant en Haute-Normandie (Saint-Germès *et al.*, 1996) que dans le Boulonnais (Deconinck, 1982 ; El Albani *et al.*, 1993 ; Schnyder *et al.*, 2000). Les sédiments du Kimméridgien/Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris présentent principalement des proportions variables d'illites, d'interstratifiés illite/smectite, de smectites et de kaolinite. Les fluctuations des proportions relatives de ces minéraux argileux sont importantes. Les changements minéralogiques semblent parfois très abrupts ce qui avait conduit l'un de nous (Deconinck, 1982) à les interpréter comme résultant d'une instabilité tectonique du massif Londres-Brabant. La révision biostratigraphique ultérieure a révélé que le caractère abrupt des changements minéralogique n'est qu'apparente et probablement fortement renforcée par la présence de lacunes. Ceci est très net entre les Argiles de la Crèche, riches en smectites, et pauvres en illite et kaolinite et les Argiles de Wimereux riches en illite et kaolinite. Entre ces deux formations, deux zones d'ammonite (*Hudlestoni* et *Pectinatus*) sont absentes ce qui renforce l'impression de changement minéralogique abrupt.

Dans le Kimméridgien/Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris, la présence d'intervalles stratigraphiques riches en smectites constitue une particularité régionale. En effet, les données disponibles montrent que dans les autres régions, les smectites sont absentes. C'est le cas dans le Yorkshire (Herbin *et al.*, 1991) dans le Bassin du Wessex (Scotchman, 1987), dans l'Est du Bassin de Paris (Brigaud *et al.*, 2008), dans le Jura (Colombié, 2002) ou encore dans les formations kimméridgiennes des Charentes (données non publiées). Il est donc vraisemblable que les smectites proviennent du massif Londres-Brabant immédiatement adjacent au Boulonnais et constituent la signature d'apports terrigènes originaires de ce massif. Toutefois, la répartition des smectites est étonnante. En effet, ces minéraux caractérisent les sédiments les plus grossiers déposés dans les environnements les plus proximaux, alors qu'habituellement, les smectites sédimentent dans les milieux calmes du large. Une telle distribution des argiles a également été mentionnée dans l'Oxfordien supérieur sous-jacent (Schnyder *et al.*, 2000). L'hypothèse la plus probable pour expliquer ce paradoxe est de considérer que le massif Londres-Brabant, source des smectites est émergé durant les phases de bas niveau marin enregistré par le dépôt des grès, mais qu'il est immergé durant les périodes de haut niveau marin, et qu'alors

ce sont les autres massifs émergés qui sont responsables de la sédimentation argileuse riche en illite et kaolinite caractéristiques des autres secteurs étudiés. Ceci suggère que le massif Londres-Brabant devait être davantage aplani que les autres massifs issus de l'orogénèse hercynienne. Ceci n'est pas incompatible avec le fait que ce massif fut probablement affecté par un uplift durant une grande partie du Jurassique (Vercoutere & Vandenhoute, 1993).

V. — DISTRIBUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

La matière organique présente, nous l'avons vu, une distribution hétérogène. Elle est abondante dans les argiles noires feuilletées déposées dans un milieu calme d'offshore inférieur. Il s'agit principalement d'une matière organique de Type II, c'est à dire dérivant de biomasse phytoplanctonique marine. L'observation microscopique des palynofaciès révèle l'aspect amorphe de cette matière organique, caractéristique des matières organiques à fort potentiel pétrolier, aussi bien dans le Boulonnais (Bialkowski *et al.*, 2000 ; Tribouillard *et al.*, 2001) qu'en Normandie (Baudin, données non publiées).

Plusieurs intervalles d'enrichissement en MO de Haute-Normandie et du Boulonnais sont corrélables aux « organic-rich bands - ORB » de Cox & Gallois (1981) ou « ceintures organiques » de Herbin et Geysant *et al.* (1993), enregistrés dans la Kimmeridge Clay Formation en Angleterre :

- Au sein de la zone à *Mutabilis* à la base des Argiles du Moulin Wibert et dans la partie basale des Argiles d'Octeville.

- Au sein de la zone à *Eudoxus* (horizons à *Orthocera* et à *Caletanum*) dans la partie supérieure des Argiles d'Octeville. Cet enrichissement n'est pas enregistré dans les faciès proximaux du Boulonnais lorsque se déposaient les Argiles du Moulin Wibert et les Calcaires du Moulin Wibert.

- A la base de la zone à *Autissiodorensis* dans les Argiles de Châtillon.

- A la base de la zone à *Scitulus-Elegans* dans les Argiles de Châtillon.

- Au sein de la zone à *Wheatleyensis* dans les Argiles de la Crèche.

Ces trois derniers intervalles ne sont pas repérés en Haute-Normandie du fait de l'érosion ante Aptien qui a affecté les terrains jusqu'à la zone à *Eudoxus*.

Il faut noter que si les « ceintures organiques » reconnues dans la Kimmeridge Clay Formation sont bien présentes en Haute-Normandie et dans le Boulonnais, la qualité de la matière organique des affleurements français est loin d'atteindre celle de leurs équivalents anglais (4 à 7 % de carbone organique total avec une potentialité pétrolière moyenne en France contre plus de 10 % et parfois jusque 40 % de carbone organique total et une potentialité pétrolière exceptionnelle en Angleterre). Cette différence tient essentiellement aux conditions de préservation moins favorables de la matière organique dans les faciès proximaux du Kimméridgien/Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris.

VI. — LES FACIÈS PURBECKIENS

Les faciès purbeckiens dont les coupes de référence se situent dans le Dorset, au Sud de l'Angleterre, affleurent dans le Boulonnais, d'une part à la Pointe aux Oies où ils sont facilement accessibles, et d'autre part en sommet de falaise entre Wimereux et la Pointe de la Crèche. A cet endroit, ils ne sont observables qu'en éboulis. Le Poudingue de la Rochette qui affleure à la Pointe de la Rochette au Nord de Wimereux se rattache probablement à ces faciès particuliers (Deconinck *et al.*, 2000).

A la Pointe aux Oies, la succession lithologique est très singulière (Deconinck *et al.*, 2000 ; Schnyder *et al.*, 2005). La partie supérieure des Grès des Oies présente un banc dont le toit est caractérisé par des ondulations plurimétriques (fig. 6) et par la présence de placages de galets tout à fait comparables à ceux du Poudingue de la Rochette. Ce banc est surmonté par environ 50 cm d'argiles présentant des nombreux débris de bois pluridécimétriques voire métriques et contenant des galets –dont certains provenant des terrains paléozoïques– ainsi que des éléments bioclastiques de mollusques, des dents de poissons et des charophytes (Deconinck *et al.*, 2000). Ce dépôt est lui même surmonté par des argiles silteuses verdâtres et par des bioconstructions stromatolithiques (Calcaires en « choux fleur » des auteurs). Cette succession présente une grande variabilité latérale, la plus spectaculaire étant l'important développement des faciès conglomératiques vers le Sud au niveau de la Pointe de la Rochette. L'analyse détaillée de l'affleurement de la Pointe aux Oies révèle l'existence de structures sédimentaires qui s'apparentent à celles observables dans des dépôts actuels après le passage d'un tsunami (Schnyder *et al.*, 2005). Par ailleurs, les accumulations ligneuses, le mélange de faunes et flores continentales et marines ainsi que la grande variabilité latérale des dépôts constituent autant de caractéristiques des dépôts liés à un tsunami. Ces observations nous ont donc conduit (Deconinck *et al.*, 2000 ; Schnyder *et al.*, 2005) à interpréter les dépôts purbeckiens de la Pointe aux Oies comme ayant enregistré un tsunami probablement consécutif à un séisme. Nous avons également proposé une hypothèse alternative avec un tsunami consécutif à l'impact en mer d'un astéroïde à l'origine du cratère de Mjølner daté approximativement de la limite Jurassique-Crétacé (Dypvik *et al.*, 1996). Récemment une succession sédimentaire comparable a été décrite au Sud de la Suède par (Vajda & Wigforss-Lange, 2006), ce qui tendrait à conforter cette hypothèse. En revanche, la recherche de marqueurs d'impact (quartz choqués, spinelles nickelifères) et d'une anomalie en iridium dans les faciès purbeckiens du Boulonnais et d'Angleterre s'est révélée infructueuse (Mac Donald *et al.*, 2006). Pour l'heure, cette hypothèse ne peut pas être totalement écartée mais aucun élément tangible ne permet de la confirmer.

VII. — CONCLUSION

Les dépôts du Kimméridgien et du Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris présentent une très grande variabilité lithologique, reflet de modifications importantes des environnements de dépôt au cours du temps. Ceux-ci vont d'environnements de shoreface représentés par les ensembles



Fig. 6. — Photographie des faciès purbeckiens visibles à la Pointe aux Oies, montrant en particulier les ondulations pluri-métriques au sommet des Grès des Oies et les calcaires en chou fleur (stromatolithes) au sommet.

Fig. 6. — Picture of the Purbeckian facies at Pointe aux Oies, showing the deformation in the upper part of the Grès des Oies Fm and the stromatolithic limestone at the top.

gréseux présentant des indices d'émersion temporaire à des environnements d'offshore inférieur représentés par les argiles noires occasionnellement feuilletées. Ces dépôts permettent une lecture des fluctuations du niveau marin au cours du Kimméridgien/Tithonien et constituent à ce titre des coupes de référence pour le secteur Nord-Ouest européen. Elles constituent de fait un remarquable outil pédagogique, d'autant que les coupes sont facilement accessibles et en permanence renouvelées grâce aux actions érosives de la mer. Au cours de ces dernières années, de nombreuses données ont été acquises en particuliers sur la minéralogie des argiles et sur les teneurs en matière organique. A l'avenir, il conviendrait de développer les études isotopiques à la fois sur les microdents de poissons et sur les coquilles d'huîtres afin

de préciser l'évolution climatique du Jurassique terminal et le passage au Crétacé.

Remerciements. — Cette publication, sollicitée par le Conseil de la Société Géologique du Nord auprès de J.F. Deconinck, constitue une synthèse des données les plus récentes sur les dépôts du Jurassique supérieur de l'Ouest du Bassin de Paris. Elle comporte des données publiées, des données nouvelles et bénéficie de nombreuses discussions et travaux menés par divers collègues et étudiants que nous tenons à remercier vivement pour leur collaboration : F. Amédéo, O. Averbuch, A. Bialkowski, A. El Albani, V. Ferret, J. Geysant, P. Hantzpergue, J.P. Herbin, R. Jan du Chêne, P. Pellenard, J.N. Proust, E. Pucéat, M. Saint-Germès, Y. Samson, J. Schnyder, N. Tribouillard et J.P. Vidier.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBINK O., TARGARONA J., BRINKHUIS H. & VISSCHER H. (2001). — Late Jurassic to Earliest Cretaceous palaeoclimatic evolution of the Southern North sea. *Global and Planetary Change*, 30 : 231-256.
- AGER D.V. & WALLACE P. (1966). — The environmental history of the Boulonnais, France. *Proceeding Geological Association*, 77 : 385-417.
- AGER D.V. & WALLACE P. (1970). — The distribution and significance of trace fossils in the uppermost Jurassic rocks of the Boulonnais, Northern France. In T.P. Crimes and J.C. Harper, eds, *Geological Journal*, Special Issue n° 3 : 1-17.
- AL-RAMADAN K., MORAD S., PROUST J.N. & AL-AASM I. (2005). — Distribution of diagenetic alterations in siliciclastic shoreface deposits within a sequence stratigraphic framework : Evidence from the Upper Jurassic, Boulonnais, NW France. *J. Sed. Res.* 75, 5 : 943-959.
- BAUDIN F. (1992). — Etude préliminaire du contenu en matière organique du Kimméridgien normand. *Géologie de la France*, 2 : 31-38.
- BAUDIN F., DECONINCK J.F., GARDIN S., HANTZPERGUE P., JAN DU CHENE R., SCHNYDER J., & VIDIER J.P. (2002). — Stratigraphie intégrée du Kimméridgien inférieur du Boulonnais et de Normandie (France). Comparaison avec les coupes stratotypiques du Dorset (GB). Strati 2002, 3^{ème} congrès français de stratigraphie, Lyon, Juillet 2002, *Documents des Laboratoires de Géologie Lyon*, 156, résumé : 32.
- BIALKOWSKI A., TRIBOVILLARD N., VERGÈS E. & DECONINCK J. F. (2000). — Etude haute résolution de la distribution et de la granulométrie des constituants organiques sédimentaires dans le Kimméridgien/Tithonien du Boulonnais (Nord de la France). Application à l'analyse séquentielle. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, 331 : 1-8.

- BONTE A. (1969). — Le Boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 89 : 23-46.
- BRAAKSMA H., DRIJKONINGEN G.G., FILIPPIDOU N., KENTER J.A.M. & PROUST J.N. (2006a). — The origin and nature of seismic reflections of sharp-based shoreface deposits (upper Jurassic siliciclastics, northern France). *Geophysical prospecting*, 54, 2 : 211-236.
- BRAAKSMA H., KENTER J.A.M., PROUST J.N., DIJKMANS V., van HOEK T., MAHIEUX G. & DRIJKONINGEN G.G. (2003). — Controls on acoustic properties of Upper Jurassic siliciclastic rocks (Boulonnais, northern France). *Geophysics*, 68, 1 : 58-69.
- BRAAKSMA H., PROUST J.N., KENTER J.A.M., DRIJKONINGEN G.G. & FILIPPIDOU N. (2006b). — Sedimentological, petrophysical, and seismic characterization of an upper Jurassic shoreface-dominated shelf margin (the Boulonnais, northern France). *J. Sed. Res.*, 76, 1-2 : 175-199.
- BRIGAUD, B., PUCEAT E., PELLENARD P., VINCENT B. & JOACHIMSKI M.M. (2008). — Climatic fluctuations and seasonality during the Late Jurassic (Oxfordian–Early Kimmeridgian) inferred from $\delta^{18}\text{O}$ of Paris Basin oyster shells. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 273, 1-2 : 58-67.
- COLOMBIE C. (2002). — Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie du Kimméridgien du Jura Suisse et du Bassin vocontien (France): relations plate-forme-bassin et facteurs déterminants. *Geofocus*, 4, 198 p.
- COX B.M. & GALLOIS R.W. (1981). — The stratigraphy of the Kimmeridge Clay of the Dorset type area and its correlation with some other Kimmeridgian sequences. — *Inst. Geol. Sci. Rep.*, 80, 4, 1-44.
- DEBRABANT P., ADIDA B., PAINSET J., DECONINCK J.F. & RECOURT P. (1994). — Comportement géotechnique des Argiles de Châtillon (Kimméridgien/Tithonien du Bas-Boulonnais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 4, (2^{ème} série) : 145-153.
- DECONINCK J.F. (1982). — Etudes minéralogiques et géochimiques sur le Jurassique supérieur du littoral boulonnais. DEA, Univ. Lille 1, 55 p.
- DECONINCK J.F., BAUDIN F., & TRIBOVILLARD N. (2000). — The Purbeckian facies of the Boulonnais: a tsunami deposit hypothesis (Jurassic/Cretaceous boundary, Northern France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, 300 : 527-532.
- DECONINCK J. F., CHAMLEY H., DEBRABANT P. & COLBEAUX J. P. (1983). — Le Boulonnais au Jurassique supérieur: données de la minéralogie des argiles et de la géochimie. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 102 : 145-152.
- DECONINCK J.F., GEYSSANT J.R., J.N. PROUST & VIDIER J.P. (1996). — Sédimentologie et biostratigraphie des dépôts kimméridgiens du Boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t. 3 fasc. 4 (2^{ème} série) p. 157 - 170.
- DOLLFUSS A. (1863a). — La faune kimméridgienne du Cap de la Hève, essai d'une révision paléontologique. Savy (ed), 102 p. 18 pl. Paris.
- DOLLFUSS A. (1863b). — La faune kimméridgienne du Cap de la Hève, essai d'une révision paléontologique. Réédition de la Société Géologique de Normandie avec compléments de M. Rioult, *Bull. Soc. Géol. Normandie*, (68), 2, suppl. 1981.
- DYPPVIK H., GUDLAUGSSON S.T., TSICALAS F., ATTREP M. Jr., FERRELL Jr. R.E., KRINSLEY D.H., MORK A., FALEIDE J.L. & NAGY J. (1996). — Mjølner structure: an impact crater in the Barents sea, *Geology*, 24 : 779-782.
- EL ALBANI A., DECONINCK J.F., HERBIN J.P. & PROUST J.N. (1993). — Caractérisation géochimique de la matière organique et minéralogie des argiles du Kimméridgien du Boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t. 2 (2^{ème} série) p. 113-120.
- FERRET V. (2008). — Détermination des températures des eaux marines en domaine boréal au Kimméridgien/Tithonien. Mémoire de Master 2, Université de Bourgogne, 34 p.
- FÜRSICH F.T. & OSCHMANN W. (1986). — Storm shell beds of *Nanogyra virgula* in the Upper Jurassic of France. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, Stuttgart, 172, 2 : 141-161.
- GEYSSANT J.R., VIDIER J.P., HERBIN J.P., PROUST J.N. & DECONINCK J.F. (1993). — Biostratigraphie et paléoenvironnement des couches de passage Kimméridgien/Tithonien du Boulonnais (Pas de Calais): nouvelles données paléontologiques (ammonites) organisation séquentielle et contenu en matière organique. *Géologie de la France*, 4 : 11-24.
- GRÖCKE D.R., PRICE G.D., RUFFELL A.H., MUTTLERLOSE J., BARABOSHKIN E., (2003). — Isotopic evidence for Late Jurassic-Early Cretaceous climate change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 202 : 97-118.
- GUYADER J. (1968). — Le Jurassique supérieur de la baie de Seine. Etude stratigraphique et micropaléontologique. *Thèse, Paris*, 3 vol., 269 p.
- HANTZPERGUE P. (1989). — Les ammonites kimméridgiennes du haut-fond d'Europe occidentale. *Cahiers Paléontol.*, CNRS éd, Paris, 428 p.
- HERBIN J.P. & GEYSSANT J.R. (1993). — « Ceintures organiques » au Kimméridgien/Tithonien en Angleterre (Yorkshire, Dorset) et en France (Boulonnais). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 317, 2 : 1309-1316.
- HERBIN J.P., GEYSSANT J.R., EL ALBANI A., COLBEAUX J.P., DECONINCK J.F., FERNANDEZ-MARTINEZ J.L., PROUST J.N. & VIDIER J.P. (1995). — Sequence stratigraphy of source rocks applied to the study of the Kimmeridgian/Tithonian in the Northwest European shelf (Dorset/UK., Yorkshire/ UK. and Boulonnais/ France) *Mar. Petr. Geol.*, 12, 2 : 177-194.
- HERBIN J.P., MULLER C. ET LE GROUPE "YORKIM, GEYSSANT J.R., MELIERES F. & PENN I.E. (1991). — Hétérogénéité quantitative et qualitative de la matière organique dans les argiles du Val de Pickering (Yorkshire, UK) Cadre sédimentologique et stratigraphique. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 46, 6 : 675-712.
- KANDEL J.C. (1969). — Etude micropaléontologique et stratigraphique des falaises jurassiques du Boulonnais. Thèse Univ. Paris VI, 159 p.
- LÉCUYER C., PICARD S., GARCIA J.P., SHEPPARD S.M.F., GRANDJEAN P. & DROMART G. (2003). — Thermal evolution of tethyan surface water during the Middle-Late Jurassic: Evidence from $\delta^{18}\text{O}$ values of marine fish teeth. *Palaeoceanography*, 18, 3, 1076, doi:1029/2002PA000863.
- MAHIEUX G., PROUST J.N., TESSIER B. & DEBATIST M. (1998). — Comparison between high-resolution seismic and sequence stratigraphic approaches applied to the Upper Jurassic deposits of the Dover Strait area (northern France). *Mar. Petr. Geol.*, 15, 4 : 329-342.
- MC DONALD I., IRVINE G.J., DE VOS E., GALA A.S. & REIMOLD W.U. (2006). — Geochemical search for impact signatures in possible impact-generated units associated with the Jurassic-Cretaceous Boundary in southern England and northern France. In *Biological Processes associated with impact events*, C. Cockell, I. Gilmour & C. Koeberl eds, Springer : 257-286.

- MOORE G.T., CIRBUS SLOAN L., HAYASHIDA D.N. & UMRIGAR. N.P. (1992). — Paleoclimate of the Kimmeridgian/Tithonian (Late Jurassic) world: II. Sensitivity tests comparing three different paleotopographic settings. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 95, 3-4 : 229-252.
- MUNIER-CHALMAS E. (1899). — Les assises supérieures du terrain jurassique du Bas-Boulonnais. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, France, 128 : 1532-1535.
- OSCHMANN W. (1988). — Kimmeridge Clay sedimentation, a new cyclic model. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 65 : 217-251.
- PARENT H. (1903). — Deuxième note sur le terrain wealdien du Bas-boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 32 : 17-48.
- PELLAT E. (1880). — Le terrain jurassique moyen et supérieur du Bas-Boulonnais. *Bulletin de la Société Géologique de France*, X^{ème} série, Paris, 3, 8 : 647-699.
- PRICE G.D. (1999). — The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic. *Earth-Science Reviews*, 48 : 183-210.
- PROUST J.N., DECONINCK J.F., GEYSSANT J.R., HERBIN J.P. & VIDIER J.P. (1993). — Nouvelles données sédimentologiques dans le Kimméridgien et le Tithonien du Boulonnais. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris., t. 316, II : 363-369.
- PROUST J.N., DECONINCK J.F., GEYSSANT J.R., HERBIN J.P. & VIDIER J.P. (1995). — A sequence analytical approach to the Late Kimmeridgian/Lower Tithonian storm-dominated ramp deposits of the Boulonnais (Northern France). A landward time-equivalent to offshore marine source rocks. *Geologische Rundschau*, 84 : 255 - 271.
- PRUVOST P. (1925). — Les subdivisions du Portlandien boulonnais d'après les ammonites. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 49, p.187 - 215.
- REES P.M., NOTO C.R., PARRISH J.M. & PARRISH J.T. (2004). — Late Jurassic Climates, Vegetation and Dinosaurs Distributions. *J. Geol.* 112 : 643-653.
- RIBOULLEAU A., BAUDIN F., DAUX V., HANTZPERGUE P., RENARD M. & ZAKHAROV V. (1998). — Evolution de la paléotempérature des eaux de la plate-forme russe au cours du Jurassique supérieur. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 326 : 239-246.
- RIGAUX E. (1891). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer*, 16, 5-108.
- RUFFELL A. H., PRICE G. D., MUTTERLOSE J., KESSELS K., BARABOSHKIN E. & GRÖCKE D. R., (2002). — Paleoclimate indicators (clay minerals, calcareous nannofossils, stable isotopes) compared from two successions in the late Jurassic of Volga Basin (SE Russia). *Geol. J.*, 37 : 17-33.
- SAINT-GERMES M., BAUDIN F., DECONINCK J.F., HANTZPERGUE P. & SAMSON Y. (1996). — Sédimentologie de la matière organique et des argiles du Kimméridgien de Normandie (région du Havre). *Géologie de la France*, 3 : 21 - 33.
- SAMSON Y., LEPAGE G., HANTZPERGUE P., GUYADER J., SAINT-GERMES M., BAUDIN F. & BIGNOT G. (1996). — Révision lithostratigraphique et biostratigraphique du Kimméridgien de la région havraise (Normandie). *Géologie de la France*, 3 : 3 - 19.
- SCHLIRF M. (2003). — Palaeoecologic significance of Late Jurassic trace fossils from the Boulonnais, N France. *Acta Geologica Polonica*, 59, 2 : 123-142.
- SCHNYDER, J., (2003). — Le passage Jurassique/Crétacé: Evénements instantanés, Variations climatiques enregistrées dans les faciès purbeckiens français (Boulonnais, Charentes) et anglais (Dorset). Comparaison avec le domaine téthysien. *Thèse*, Université de Lille I. 257. p.
- SCHNYDER J., BAUDIN F. & DECONINCK J.F. (2005). — A possible tsunami deposit around the Jurassic-Cretaceous boundary in the Boulonnais area (North of France) *Sedimentary Geology* 17, 3-4 : 209-227.
- SCHNYDER J., BAUDIN F. & DECONINCK J.F. (2008). — Occurrence of organic-matter-rich beds in Lower Cretaceous coastal evaporitic setting (Dorset, UK): a link to long-term palaeoclimate change. *Cretaceous Research*, in press.
- SCHNYDER J., BAUDIN F., DECONINCK J.F., DURLET C., JAN DU CHENE R. & LATHUILLIERE B. (2000). — Stratigraphie et analyse sédimentologique du passage Oxfordien/Kimméridgien dans le Boulonnais. *Géologie de la France*, 4 : 21-37.
- SCOTCHMAN I.C. (1987). — Clay diagenesis in the Kimmeridge Clay Formation, onshore UK, and its relation to organic maturation. *Mineralogical magazine*, 51 : 535-551.
- TOWNSON W.G. & WIMBLETON W.A. (1979). — The Portlandian strata of the Bas-Boulonnais, France. *Proceeding Geological Association*. London, 90, 1-2 : 81-91.
- TRIBOVILLARD N., AVERBUCH O., BIALKOWSKI A. & DECONINCK J.F., (2002). — Early diagenesis of marine organic matter and magnetic properties of sedimentary rocks: the role of iron limitation and organic-matter source organisms. *Bulletin de la Société Géologique de France*, X^{ème} série., 173, 4 : 295-306.
- TRIBOVILLARD N., BIALKOWSKI A., TYSON R.V., LALLIER-VERGÈS E. & DECONINCK J.F. (2001). — Organic facies variation in the Late Kimmeridgian of the Boulonnais area (northernmost France). *Mar. Petr. Geol.*, 18 : 371-389.
- VAJDA V. & WIGFORSS-LANGE J. (2006). — The Jurassic-Cretaceous transition of Southern Sweden – palynological and sedimentological interpretation. *Progress in Natural Science*, 16 : 31-38.
- VERCOUTERE C. & VANDENHAUTE P. (1993). — Postpaleozoic cooling and uplift of the Brabant massif as revealed by apatite fission-track analysis. *Geological Magazine*, 130, 5, 639 - 646.
- WIGNALL P.B., (1991). — Test of the concepts of sequence stratigraphy in the Kimmeridgian Late Jurassic of England and Northern France. *Mar. Petrol. Geol.* 8 : 430-441.
- WIGNALL P.B. & RUFFELL A. (1990). — The Influence of a Sudden Climatic-Change on Marine deposition in the Kimmeridgian of Northwest Europe, *J. Geol. Soc. London*, 147 : 365-371.
- WIGNALL P.B. & NEWTON R. (2001). — Black shales on the basin margin: a model based on examples from the Upper Jurassic of the Boulonnais, northern France. *Sedimentary Geology*, 144, 3-4 : 335-356.



ANTOINE BONTE ET SON OEUVRE (1908-1995)

par Denise BRICE (*)

L'année 2008, centième anniversaire de la naissance d'Antoine BONTE, m'est apparue comme une opportunité à saisir pour réparer un oubli de notre communauté scientifique régionale, celle de rendre hommage à ce géologue hors du commun qui a su communiquer sa passion à des jeunes, susciter des vocations de géologue, auteur de « A qui la Terre ? », livre testament qui prônait, il y a plus de trente ans, développement durable, respect de l'environnement et sauvegarde de la Terre notre patrimoine commun.

L'idée m'en est venue à la suite de rencontres que j'ai eues avec son épouse et son fils, alors que j'étais en recherche de renseignements sur les grands auteurs qui ont contribué à la connaissance du Givétien à Givet, dans le cadre de la préparation de l'ouvrage sur le stratotype du Givétien. Au cours de mes visites j'ai eu accès à un grand nombre de documents, de photos, préparés et rassemblés par A. Bonte pour ses travaux, son enseignement, ses recherches ou ses conférences, documents étiquetés et méticuleusement rangés, précieusement conservés par sa famille.

Antoine Bonte était attaché à la région. Né à Lille le 6 mars 1908, il décéda à Gruson le 24 février 1995 où réside encore son épouse.

Ingénieur de l'Institut Industriel du Nord [I.D.N. (1932)], en section Mécanique générale, et Docteur ès sciences (1941), il consacra toute sa vie à la géologie fondamentale et appliquée, à l'enseignement et au travail d'expertise jusqu'en 1979. Naturaliste curieux de tous les phénomènes géologiques, excellent pédagogue, scientifique rigoureux, il était estimé et aimé de ses étudiants.

Ses premières recherches géologiques datent de 1932. Alors qu'il préparait une licence ès Sciences et un diplôme d'ingénieur mécanicien à l'I.D.N. il fut chargé, par Louis Dollé, de l'étude hydrogéologique du Département de la Somme pour le Service des Ponts et Chaussées.

Il pensait embrasser une carrière industrielle, quand Pierre Pruvost l'appela, en 1932, à devenir assistant dans son laboratoire. Cette circonstance fut à l'origine de sa décision de se consacrer entièrement à la Géologie. Sous l'impulsion de Pierre Pruvost, qui fut son maître, il s'orienta vers la géologie de terrain (stratigraphie et pétrographie principalement).

Le poste d'assistant qu'il occupait à Lille en 1932 comme suppléant n'étant pas vacant, sur le conseil de P. Pruvost, il sollicita le poste d'assistant à Besançon afin d'y obtenir sa titularisation. La déclaration de guerre le rejoignit à Besançon où il fut chargé provisoirement de l'enseignement de la Géologie en remplacement de Marcel Casteras mobilisé. Requis civil au titre de la Recherche Appliquée en mai 1940, il dut quitter le laboratoire de géologie de Besançon et fut affecté, après sa démobilisation, au Service du laboratoire de Géologie de Montpellier à la disposition de M. Casteras où il participa à partir de Décembre 1940 jusqu'en 1942 à l'enseignement de Géologie à Montpellier. C'est alors qu'un laissez-passer lui permit de regagner son poste d'avant-guerre à Besançon.

Collaborateur au Service de la Carte géologique de France, A. Bonte a effectué les levés de nombreuses cartes à 1/50000 : Rethel, Besançon, Renwez, Quingey, Cambrai, Marquise, Boulogne et Givet qui fut complété par plusieurs publications en collaboration avec J. Ricour entre 1948 et 1951, sur la stratigraphie du Givétien de Givet et la faille de Charlemont.

« A qui la Terre ? », son livre testament, préfacé par le Commandant Cousteau est fondé sur l'Ecologie. C'est l'œuvre d'un précurseur, en avance sur son temps, qui rappelle des règles indispensables à l'équilibre mondial, protection des richesses naturelles, lutte contre la pollution, bref nous dirions de nos jours qu'il prônait le développement durable, le respect de l'environnement, ceci afin de protéger le patrimoine minéral, végétal, animal et l'homme, situé au bout de la chaîne de la vie. Pour ce faire, il envisageait la création d'un organisme, à gestion planétaire, dont le rôle aurait été de sauvegarder cet équilibre...

(*) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique, Faculté Libre des Sciences et Institut Supérieur d'Agriculture 41 rue du Port et 48 boulevard Vauban, 59046 Lille Cédex, France.

Parmi ses **ouvrages remarquables**, je citerai encore les **quatre éditions de son « Introduction à la lecture des Cartes géologiques »** qui a aidé des générations d'étudiants dans l'apprentissage de la cartographie ainsi que ses **travaux, réalisés en collaboration avec J. Ricour, entre 1948 et 1951, sur la stratigraphie du Givétien à Givet, la feuille de Givet à 50000, et sur la « faille de Charlemont » qui ont fait date.**

La liste de ses travaux, riche et diverse, montre sa double implication, reflet de sa double formation :

- implication en géologie fondamentale, dans tous les domaines du savoir (stratigraphie, pétrographie, paléontologie, tectonique) résultat de sa formation universitaire ;
- implication en géologie appliquée, en liaison avec sa formation d'ingénieur, où il traite de multiples problèmes qui préoccupaient et préoccupent encore la communauté scientifique et nos concitoyens.

LISTE DES TRAVAUX ET PUBLICATIONS
D'ANTOINE BONTE

1934

- BONTE A. & R. REILLER (1934). — Observations sur la faune du Tuffeau landénien de Lille (Porte de Gand). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 58 : 182-186.
- BONTE A. (1934). — Observations sur les Foraminifères du Tuffeau landénien de Lille (Porte de Gand). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 59 : 67-82, pl. 3, 6 fig.

1935

- BONTE A. (1935). — Sur un *Plesiochelys* du Portlandien inférieur du Boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 60 : 63-70, pl. 1, 2 fig.

1936

- BONTE A. (1936a). — Sur quelques sondages anciens du Pas-de-Calais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 61 : 102-119, 1 fig.
- BONTE A. (1936b). — Observations sur l'axe de l'Artois dans la région de Wimpy. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 61 : 126-135, 3 fig.
- BONTE A. (1936c). — Le tuf de la Vallée de la Rhonelle. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 61 : 153-155.
- BONTE A. (1936d). — Sur la terminaison orientale de l'axe de l'Artois. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 63-65.

1937

- BONTE A. (1937). — Sur un affleurement de calcaire ferrugineux du Domérien à Margut (Ardennes). *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 12 : 174-176.

1938

- BONTE A. (1938a). — Sur quelques nouveaux gisements à Solénopores en France. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 11 : 165-166.
- BONTE A. (1938b). — Sur la structure des environs de Chatillon-le-Duc (Doubs). *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 13 : 207-209.
- BONTE A. (1938c). — Sur l'âge du « Corallien » des Ardennes. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 15 : 301-302.
- BONTE A. (1938d). — Phénomènes de remaniement dans les nodules phosphatés du Toarcien de l'Echelle (Ardennes). *Compte rendu de l'Académie des Sciences de Paris*, 206 : 1494-1496.

BONTE A. (1938e). — La série liasique du puits de Rouvrois-sur-Audry (Ardennes). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 63 : 40.

BONTE A. (1938f). — Lias et Bajocien de la Feuille de Rethel au 80.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1937*, 197-39 : 39-43.

1939

- BONTE A. (1939a). — Sur l'origine et la genèse du minerai de fer oxfordien de Neuvizy (Ardennes). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 208 : 452-454.
- BONTE A. (1939b). — Sur le Callovien de la bordure septentrionale du Bassin de Paris. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 208 : 2006-2008.
- BONTE A. (1939c). — Sur l'évolution du phosphate de chaux dans le Toarcien de l'Echelle (Ardennes). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 209 : 53-56.
- BONTE A. (1939d). — Sur quelques nouveaux gisements à Solénopores en France. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 209 : 164-166.
- BONTE A. (1939e). — Importance des remaniements en stratigraphie. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 209 : 687-689.

1941

- BONTE A. (1941a). — Révision de la feuille de Rethel au 1/80.000. *Bulletins du Service de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1938*, 199-40 : 11-19.
- BONTE A. (1941b). — Contribution à l'étude du Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris. Thèse. Montpellier. *Bulletins du Service de la Carte Géologique de France*, 205-42 : 439 p, 67 fig., 4 tabl. h. t. 12 pl.

1942

- BONTE A. (1942a). — Sur l'origine sédimentaire de la structure cone-in-cone. *Compte rendu de l'Académie des Sciences de Paris*, 214 : 498-500.
- BONTE A. (1942b). — Sur l'évolution chlorite→limonite dans les minerais de fer oolithique. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 215 : 165-166.
- BONTE A. (1942c). — Sur la réversibilité chlorite→limonite. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 215 : 190-192.

BONTE A. (1942d). — *Orbitammina elliptica* d'Archiac sp., foraminifère de grande taille du Bathonien supérieur de l'Aisne et des Ardennes. Observations sur les genres *Orbitopsella* et *Spirocyclian*. - *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5^{ème} série, 12 : 329-350, 6 fig., pl. 9.

1943

BONTE A. (1943a). — Sur la présence du Lias inférieur le long de la bordure sud-orientale du Massif de la Serre. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 3 : 23.

BONTE A. (1943b). — Le rôle du sel dans la tectonique du Jura. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 4 : 34-35.

BONTE A. (1943c). — Les effondrements directionnels du Jura et leur signification tectonique. *Comptes rendus sommaire de la Société Géologique de France*, Paris, 9 : 98-99.

BONTE A. (1943d). — Age et structure du gisement de lignite de Grand-Denis (Doubs). *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 13 : 174-175.

BONTE A. (1943e). — Observations sur l'Eurite de la Serre (Jura). *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 5^{ème} série, 13 : 403-417, 4 fig.

BONTE A. (1943f). — La structure de la zone du vignoble aux environs de Lons-le-Saunier. Ses conséquences au point de vue de la tectonique du Jura. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 4 : 45-46.

BONTE A. (1943g). — Influence des glissements dans la morphologie de la rive gauche de l'Ognon entre Venise et Chatillon-le-Duc (Doubs). *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 15 : 210-212.

BONTE A. (1943h). — Feuille de Besançon au 50.000ème. La zone des Avant-monts entre Chatillon-le-Duc et Miserey (Doubs). *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1942*, 212-44 : 139-165.

1944

BONTE A. (1944a). — Sur la limite du Rauracien et du Séquanien aux environs de Besançon. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 13 : 165-166.

BONTE A. (1944b). — Extrémité nord-orientale de la zone des Avant-Monts entre Devecey et Venise (Doubs). Feuille de Besançon au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1943*, 216-45 : 107-126, 6 fig.

BONTE A. & P. MARIE (1944). — Nouvelles observations sur la structure du gisement de lignite du Grand Denis (Doubs). *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 11 : 144-145.

GLANGEAUD L & A. BONTE (1944). — Le diapir d'Aiglepierre, ventre d'interférence des plis bisantin et salinois. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 219 : 213-215.

1945

BONTE A. (1945a). — Les horizons du Callovien dans les environs de Besançon. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 1 : 17-19.

BONTE A. (1945b). — Observations sur les nodules à structure cone-in-cone de l'Arenig de la Montagne Noire. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5^{ème} série, 15 : 453-478, 8 fig., pl. 8.

BONTE A. (1945c). — A propos de la limite du Bathonien et du Callovien. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 11 : 154-156.

1946

BONTE A. (1946a). — Feuille de Besançon au 50.000ème. La tranchée de Miserey (Doubs). La tranchée de la Pernotte à Besançon. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1944-1945*, 221-46 : 107-122.

BONTE A. (1946b). — Feuille de Besançon au 50.000ème. La faille de Thise et le fossé d'effondrement de Palente. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1944-1945*, 221-46 : 123-129, 3 fig.

1947

BONTE A. (1947a). — Observations sur le Synclinal de Longemaison. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs*, 51 : 65-70, 2 fig.

BONTE A. (1947b). — Sur le Callovien des environs de Besançon. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs*, 51 : 71-80, 2 fig.

BONTE A. (1947c). — Le genre *Goniolina*. A propos de la découverte de « *Goniolina geometrica* » à Avrigney (Haute-Saône). *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs*, 51 : 81-98, 1 fig.

BONTE A. & J. RICOUR (1947). — Note préliminaire sur la « faille de Charlemont ». *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 13 : 295-296.

BONTE A., DENAEYER M.-E. & J. GOGUEL (1947). — Les facteurs mécaniques dans la genèse de la structure cone-in-cone. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 183-184.

1948

BONTE A. (1948). — Feuille de Besançon au 50.000ème. La rive droite du Doubs, de Besançon à Roche. La cuvette de Brailans. La faille de Fontaine Ecu. La faille du Fort Est des Buis. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1946-1947*, 225-47 : 97-107, 3 fig.

BONTE A. & J. RICOUR (1948a). — La « faille de Charlemont » (Givet-Ardennes) et ses abords. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5^{ème} série, 18 : 629-644, 5 fig.

BONTE A. & J. RICOUR (1948b). Contribution à la stratigraphie du Givétien. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 78 : 25-36, 1 fig.

1950

BONTE A. & J. RICOUR (1950). — Feuille de Givet au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1948*, 226-47 : 1-9, 6 fig.

PRUVOST P, WATERLOT G. & A. BONTE (1950). — La brèche de La Fouillouse (Stéphanien inférieur) à Saint-Martin-en-Coailleux (Loire). *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 2 : 25-26.

1951

BONTE A. & J. RICOUR (1951). — Feuille de Givet au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1950*, 232-49 : 1-5, 1 fig.

BONTE A. & J. GOGUEL (1951). — Une interprétation tectonique de la zone du vignoble. Réunion extraordinaire dans le Jura franco-suisse. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^{ème} série, 1 : 798-802, 3 fig.

1952

- BONTE A. (1952a). — Réflexions sur le « beef » à propos d'une note de M. L. David. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 7 : 110-111.
- BONTE A. (1952b). — Contribution à la tectonique du Vignoble aux environs de Lons-le-Saunier. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^{ème} série, 11 : 337-365, 14 fig.

1953

- BONTE A. (1953a). — Le Bassin Houiller de Lons-le-Saunier (Jura). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 73 : 23-36, pl. 1-2, 2 fig.
- BONTE A. (1953b). — Sur la genèse des quartz bipyramidés. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 13 : 253-254. 14 fig.
- BONTE A., LIENHARDT G., J. RICOUR (1953). — Quelques données techniques sur les forages de reconnaissance du Carbonifère de Lons-le-Saunier (Jura). *Publications du Bureau des Recherches géologiques et géophysiques*, 12 : 3-20, 11 fig.
- MICHEL P., APPERT G., LAVIGNE J., LEFAVRAIS A., BONTE A., LIENHARDT G & J. RICOUR. (1953). — Le contact Jura-Bresse dans la région de Lons-le-Saunier. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^{ème} série, 3 : 683-611, 6 fig.

1954

- BONTE A. (1954a). — Le Bassin Houiller de Lons-le-Saunier (Jura). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 73 : 9-36, pl. 1-2, 2 fig.
- BONTE A. (1954b). — Poches de dissolution, argiles de décalcification et grès mamelonnés dans la région d'Arras (Pas-de-Calais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 7 : 67-94, 8 fig.
- RICHEZ E. & A. BONTE (1954). — Observations sur le Landénien continental de Noyelles-sur-Escaut. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 73 : 197-202, 2 fig.
- BONTE A. & P. CELET (1954a). — Observations géologiques sur la Feuille de Renwez au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1953*, 241-52 : 17-19.
- BONTE A. & P. CELET (1954b). — Observations géologiques dans la région de Cléron (Doubs) (Feuille de Quingey au 50.000ème). *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1953*, 241-52 : 117-121, 1 fig.

1955

- BONTE A. (1955a). — Vallées quaternaires remblayées dans les environs de Lille. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 75 : 111-122.
- BONTE A. (1955b). — Sur les formations et l'évolution des poches de dissolution. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 240 : 1788-1790.
- BONTE A. (1955c). — Age et origine des formations superficielles à silex. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 241 : 1318-1320.
- BONTE A. (1955d). — Les formations superficielles à silex du Nord de la France. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 241 : 1211-1213.
- BONTE A. (1955e). — Callovien-Bathonien de Signy-l'Abbaye. Sables wealdiens et Landéniens. Feuille de Renwez au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1954*, 246 fasc. A-53 : 13-16.

- BONTE A. (1955f). — Les environs de Port-Lesney. Feuille de Quingey au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1954*, 246 fasc. A-53 : 73-74.
- BONTE A. (1955g). — Sur quelques aspects de la dissolution des calcaires. *80^{ème} Congrès des Sociétés Savantes* : 109-116, 1 fig.
- BONTE A. & P. CELET (1955). — Sur la signification des sédiments rouges et verts du Trias du Jura français. *Geologischen Rundschau*, Stuttgart, 45-2 : 342-350.

- BONTE A., DELATTRE CH. & P. CELET (1955). — Observations sur les environs de Péronne et de Bapaume. Feuille de Cambrai au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1954*, 246 fasc. A-53 : 1-11, 2 fig.

1956

- BONTE A. (1956a). — Le rôle de la géologie dans les travaux de génie civil. *Les Annales des Ponts et Chaussées*, 137-166, 4 fig.
- BONTE A. (1956b). — Sur la signification du Diluvium de l'Artois. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 75 : 162-173, pl. 13.
- BONTE A. (1956c). — Sur une association de marcssite et de silex. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 76 : 95-97, pl. 15.
- BONTE A. (1956d). — Les études géologiques en Génie Civil. *Construction*, Paris, 11-10 : 3-7.

- BONTE A. & L. FOUQUEUR (1956). — Projet d'extension du port de Boulogne-sur-Mer. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 10 : 170-172.

1957

- BONTE A. (1957a). — Sur une cause possible des hécatombes de Poissons. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 6 : 104-105.
- BONTE A. (1957b). — Observations sur l'épaisseur de la craie solifluée dans le Nord de la France *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 77 : 8-11.
- BONTE A. (1957c). — Observations sur le Dôme du Mélantois. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 77 : 154-163, 1 fig.
- MILLOT G., CAMEZ TH. & A. BONTE (1957). — Sur la montmorillonite dans les craies. *Bulletin Service Géologique de la carte d'Alsace-Lorraine*, 10-2 : 25-26.

1958

- BONTE A. (1958a). — Le Jurassique du sondage de Saigneville. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 78 : 229-233.
- BONTE A. (1958b). — Sur divers aspects de la circulation des eaux souterraines. Application à la recherche de l'eau dans les calcaires. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 78 : 183-198, 7 fig.
- BONTE A. (1958c). — Les eaux profondes du Nord de la France et leur utilisation éventuelle. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 78 : 212-227.
- BONTE A. (1958d). — Réflexions sur l'origine des bauxites et sur l'altération superficielle des calcaires. *83^{ème} Congrès des Sociétés Savantes*, 147-165.
- BONTE A. et collaborateurs J.-J. COLLIN, I. GODFRIAUX & B. LEROUX (1958). — Le Bathonien de la région de Marquise. Le Wealdiens du Boulonnais. Feuille de Marquise et Boulogne au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1957*, 255-56 : 9-28, 6 fig.

- BONTE A. et collaborateurs J.-J. COLLIN, B. LEROUX & M. WATERLOT (1958). — Portlandien et Wealdien du Boulonnais. Destruction des falaises. Feuille de Marquise et Boulogne au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1958*, 257-56 : 1-12.
- BONTE A. & I. GODFRIAUX (1958). — Les formations de passage du Jurassique au Crétacé. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 78 : 71-88, 2 fig., pl. 3.
- 1959**
- BONTE A. (1959). — La destruction des falaises du Blanc-Nez. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 79 : 183-184.
- BONTE A., LEROUX B. & PH. ROGIER (1959). — Une hypothèse nouvelle sur la structure du cap Gris-Nez. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 249 : 143-144.
- 1960**
- BONTE A. (1960a). — Sur l'utilisation des eaux du Bathonien près du littoral boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 79 : 185-189.
- BONTE A. (1960b). — Sur la composition du Bathonien dans le Nord et l'Est de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 80 : 161-167, 1 fig.
- BONTE A. (1960c). — Découverte du Bajocien dans le Boulonnais. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 251 : 2739-2740.
- BONTE A. et collaborateurs B. LEROUX & J. CL. THIBAUT (1960). — La structure des grandes failles du Boulonnais. Feuille de Marquise au 50.000ème. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1959*, 261-57 : 7-11, 3 fig.
- BOUROZ A. & A. BONTE (1960). — L'extension du Bajocien sur la bordure septentrionale du Bassin de Paris. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 251 : 2556-2557.
- 1961**
- BONTE A. (1961). — Les concrétions siliceuses de l'Oxfordien-Argovien des Ardennes. Le problème de la silice des roches sédimentaires. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 81 : 101-104.
- 1962**
- BONTE A. & J. P. LAVEINE (1962). — Sur la nature et l'âge des sédiments liasiques dans le sous-sol de Boulogne-sur-Mer. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 255 : 1786-1788.
- BONTE A. (1962). — Observations à la note de J.-P. Michel. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, Paris, 9 : 268-269.
- BONTE A. & P. BROQUET (1962). — L'Aptien du Boulonnais. *Bulletin de la Carte Géologique de France, Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1961*, 269-49 : 1-5, 1 fig.
- 1963**
- BONTE A. (1963a). — Les remplissages karstiques. *Sedimentology*, 2 : 333-340, 3 fig.
- BONTE A. (1963b). — Le Wealdien du Boulonnais. Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon Septembre, 1963. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 34 : 327-331.
- BONTE A. (1963c). — Sur la signification des horizons phosphatés du point de vue paléontologique. Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, Septembre, 1963. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et minières*, 34 : 429-431.
- 1964**
- BONTE A., BROQUET P. & P. CELET (1964). — Observations sur le Bathonien de Bucilly (Aisne). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 83 : 195-196.
- BONTE A., BROQUET P., BELLERY B., DEZWARTE J.M. & B. FENET (1964). — La craie phosphatée dans le Nord et le Pas-de-Calais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 84 : 41-42.
- 1965**
- BONTE A. (1965a). — Sur la formation en deux temps des bauxites sur mur calcaire. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 260 : 5076-5078.
- BONTE A. (1965b). — L'argile à silex. *Bulletin de liaison Laboratoire Ponts et Chaussées*, 24-324, 2-1 à 2-16.
- BONTE A. (1965c). — Bauxites et argiles à silex, deux formations colluviales. 90^{ème} Congrès des Sociétés Savantes, Nice, 2 : 9-23, pl. 1-2.
- 1966**
- BONTE A. (1966a). — Le Quaternaire de la Pointe aux Oies entre Wimereux et Ambleteuse (Pas-de-Calais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 86 : 183-186, 1 fig.
- BONTE A. (1966b). — Le sous-sol de la Cité Scientifique d'Annappes. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 85 : 357-367, 5 fig.
- BONTE A. (1966c). — Louis Dollé (1878-1965). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 86 : 7-13.
- BONTE A. (1966d). — Louis Dollé. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7^{ème} série, 8 : 484-489, 1 fig.
- BONTE A. (1966e). — Sables et grès. Diagenèse précoce et diagenèse tardive. 91^{ème} Congrès des Sociétés Savantes, Rennes, 11 : 175-191, 2 fig.
- 1967**
- BONTE A. (1967). — L'« Argile à silex » du Nord de la France. *Mémoire hors série de la Société Géologique de France*, 4 : 7-8.
- BONTE A. & J. DE HEINZELIN (1967). — Compte Rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique dans le Boulonnais dirigée par A. Bonte & J. de Heinzelin. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 75-3 : 245-305, 8 fig.
- 1968**
- BONTE A. (1968a). — Le Diestien du Nord de la France. *Mémoire de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 13 : 55-57.
- BONTE A. (1968b). — Le Bathonien supérieur à Réty-Locquinghen (Pas-de-Calais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 88 : 17-18.
- BONTE A. (1968c). — Mise en place et évolution des bauxites sur mur calcaire. *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, 54-3 : 29-49, 6 fig.
- BONTE A. & G. WATERLOT (1968). — Trois forages au Primaire au Nord de Lille. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 88 : 83-88.
- 1969**
- BONTE A. (1969). — Introduction à la lecture des Cartes géologiques, 4^{ème} éd., 277 p., 103 fig., 8 pl. h. t., annexe A à H, app. 1 à 3, index alphabétique. MASSON et Cie.

1970

BEUGNIES A., BONTE A. DUMONT P., PARENT J. & G. WATERLOT (1970). — La faille de Vireux à l'Est de la Meuse. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 90 : 9-14, 3 fig.

BONTE A. (1970a). — Influence du sous-sol sur l'évolution des fondations profondes. *1^{er} Congrès International Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur*, Paris, Septembre 1970, 1 : 81-92, 7 fig.

BONTE A. (1970b). — Glissements de terrain. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 90 : 395-420, 6 fig., pl. 28.

BEUGNIES A., BONTE A. DUMONT P., PARENT J. & G. WATERLOT (1970). — La faille de Vireux à l'Est de la Meuse. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 90 : 9-14, 3 fig.

1971

BONTE A. (1971). — Poches de dissolution et argile résiduelle. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 91 : 39-46, pl. 2-3.

1973

BONTE A. (1973). — Etude géochimique de l'argile résiduelle de la craie. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 93 : 95-115, 4 fig., 5 tabl.

1974

BONTE A. (1974). — Lias et Bajocien dans le Boulonnais. Le sondage de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 94 : 11-18.

1975

BONTE A. (1975a). — Les « Schistes d'Hydrequent » (Dévonien supérieur du Bas-Boulonnais) : nouvelles observations. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 94 : 117-121, 2 fig.

BONTE A. (1975b). — La propriété des richesses minérales naturelles. *Meeting of European Geological Society*, Reading, September 1975, 5 p.

BONTE A. (1975c). — Les rejets profonds, un pari insoutenable. *Bulletin du B.R.G.M.* 2 : 157-166.

1977

BONTE A. (1977a). — La tranchée du Vert Mont à Réty (Pas-de-Calais). Essai critique sur le Crétacé inférieur du Boulonnais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 97 : 131-142, 6 fig.

BONTE A. (1977b). — L'élimination des déchets dans le sous-sol. *Comptes Rendus du 102^{ème} Congrès des Sociétés Savantes*, Limoges, fasc. 2 : 235-238.

1979

BONTE A. (1979a). — L'élimination des déchets nucléaires. *NORD-NATURE*, fasc. 16.

BONTE A. (1979b). — Affaissements miniers et Géologie. *Industrie Minérale*, Octobre 1979 : 1-11.

BONTE A. (1979c). — Le Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris d'après les sondages. *Annales de la Société Géologique du Nord*, Lille, 98 : 279-286, 5 tabl.

1987

BONTE A. (1987). — A QUI LA TERRE ? Réflexions d'un géologue sur la propriété des richesses naturelles. Préface du Commandant J.-Y. Cousteau. Editions E.R.G. La Barbannerie - 75780 Maurecourt.

Références incomplètes

BONTE A. (1960). — Observations sur le Callovien de Lottinghen : 79-80.

BONTE A. (1960). — Origine et destinée des dépôts superficiels du Plateau de Verdrel (Pas-de-Calais) : 91-94.

BONTE A. (1960). — Sur l'origine de la cassure conique des carottes de sondage : 215-216.

BONTE A. (1962). — La liaison France-Angleterre : Tunnel ou Pont : 109-110.

BONTE A. (1963). — Les formations noduleuses et la reprise sous-marine des sédiments : 1-4, 2 fig.

BONTE A. (1973). — La dissolution sous couverture et ses conséquences : T AI-A5.

Remerciements. — Je remercie vivement Madame BONTE et son fils pour leur amabilité, leur disponibilité et la confiance qu'ils m'ont témoignée en mettant à ma disposition une précieuse documentation rassemblée par Monsieur BONTE dans le but qu'elle puisse servir aux scientifiques.

Sont en vente au Siège de la Société :

MÉMOIRES (suite) (*)

Tome X	n° 2. — J. LAVERDIERE, <i>Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	14,00 €
Tome XII	— D. LEMAITRE, <i>Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Anceis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	30,00 €
Tome XIII	— P. BRICHE <i>et al.</i> , <i>Flore infraliasique du Boulonnais</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	25,00 €
Tome XIV	— G. WATERLOT, <i>Les Gigantotrachés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	7,00 €
Tome XV	— J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	15,00 €
Tome XVI	— A. BOUROZ <i>et al.</i> , <i>Essai de synthèse des données acquises dans la génèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers</i> , 1983, 118 p., 10 pl.	20,00 €

PUBLICATIONS (*)

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	10,00 €
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Saravejo (Yougoslavie)</i>	11,00 €
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen</i>	11,00 €
Publication N° 4. — J.-J. FLEURY, <i>Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin</i>	12,00 €
Publication N° 5. — M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i>	12,00 €
Publication N° 6. — F. THIEBAULT, <i>L'évolution géodynamique des Hellénides externes en Péloponnèse méridional</i>	14,00 €
Publication N° 7. — P. DEWEVER, <i>Radiolaires du Trias et du Lias de la Téthys</i>	13,00 €
Publication N° 8. — J. FERRIERE, <i>Paléogéographie et tectoniques superposées dans les Hellénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pélion (Grèce continentale)</i>	14,00 €
Publication N° 9. — H. MAILLOT, <i>Les Paléoenvironnements de l'Atlantique sud : Apport de la géochimie sédimentaire</i>	9,00 €
Publication N° 10. — Cl. BROUSMICHE, <i>Les Fougères sphénoptériennes du Bassin Houllier Sarro-Lorrain</i>	15,00 €
Publication N° 11. — B. MISTIAEN, <i>Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan (Montagnes Centrales). Analyse et systématique des Stromatopores</i>	15,00 €
Publication N° 12. — T. HOLTZAPFFEL, <i>Les minéraux argileux. Préparation, analyses diffractométriques et détermination</i>	6,00 €
Publication N° 13. — J.-L. MANSY, <i>Géologie de la Chaîne d'Orminca des Rocheuses aux plateaux intérieurs (Cordillère Canadienne). Evolution depuis le Précambrien</i>	15,00 €
Publication N° 14. — C. BECK, <i>Géologie de la Chaîne Caraïbe au méridien de Caracas (Venezuela)</i>	10,00 €
Publication N° 15. — J.-M. DEGARDIN, <i>Le Silurien des Pyrénées : Biostratigraphie, Paléogéographie</i>	10,00 €
Publication N° 16. — J. SIGAL, <i>Les recherches sur les Foraminifères fossiles en France des environs de 1930 à l'immédiat après-guerre</i>	7,00 €
Publication N° 17. — F. DELAY, <i>Etude et cartographie géologiques du Massif pyrénéen de l'Agly (Fasc. 1 : Evolution tectono-métamorphique ; Fasc. 2 : Traitement informatique des microanalyses chimiques ; Fasc. 3 : Carte géol. en couleurs 1/25000 Massif Agly)</i>	27,00 €
Publication N° 18. — A. KHATIR, <i>Structuration et déformation progressive au front de l'allochtone ardennais (Nord de la France)</i>	11,00 €
Publication N° 19. — C. LAMOUREUX, <i>Les mylonites des Pyrénées. Classification. Mode de formation. Evolution</i>	11,00 €
Publication N° 20. — G. MAVRIKAS, <i>Evolution Crétacé-Eocène d'une plate-forme carbonatée des Hellénides externes. La plate-forme des Ori Valtou (Massif du Gavrovo), Zone de Gavrovo-Tripolitza (Grèce continentale)</i>	11,00 €
Publication N° 21. — P. BRACQ, <i>Effet d'échelle sur le comportement hydrodynamique et hydrodispersif de l'aquifère crayeux, apport de l'analyse morphostructurale</i>	11,00 €
Publication N° 22. — N. FAGEL, <i>Flux argileux du Néogène au Quaternaire dans l'Océan Indien Nord, mise en évidence et interprétation</i>	11,00 €
Publication N° 23. — G. BUSSON et A. CORNÉE, <i>L'événement océanique anoxique du Cénomaniens supérieur-terminal</i>	10,00 €
Publication N° 24. — B. LOUCHE, <i>Limites littorales de la nappe de la Craie dans la région Nord Pas-de Calais. Relations eaux souterraines-eaux superficielles-mer</i>	11,00 €
Publication N° 25. — J.-G. BREHERET, <i>L'Aptien et l'Albien de la fosse vocontienne (des bordures au bassin). Evolution de la sédimentation et enseignements sur les événements anoxiques</i>	22,00 €
Publication N° 26. — T. PLETSCHE, <i>Clay minerals in Cretaceous deep-water formations of the Rif and the Betic Cordillera (N. Morocco and S. Spain)</i>	10,00 €
Publication N° 27. — E. VENNIN, <i>Architecture sédimentaire des Bioconstructions permo-carbonifères de l'Oural méridional (Russie)</i>	13,00 €
Publication N° 28. — Actes des 1 ^{ères} journées régionales Nord/Pas-de-Calais du Patrimoine géologique.	5,00 €
Publication N° 29. — F. LACQUEMENT, <i>L'Ardenne Varisque. Déformation progressive d'un prisme sédimentaire préstructuré ; de l'affleurement au modèle de chaîne</i>	12,00 €
Publication N° 30. — R. PLATEVOET, <i>Diversité des formations pyroclastiques s.l. du strato-volcan du Cantal au Miocène. Elaboration d'une méthodologie de corrélation</i>	12,00 €
Publication N° 31. — F. PELLENARD (2003) <i>Message terrigène et influences volcaniques dans les bassins de Paris et du sud-est de la France</i>	14,00 €
Publication N° 32. — S. LALLAHEM, <i>Structure et modélisation hydrodynamique des eaux souterraines. Application à l'aquifère de la bordure nord du bassin de Paris</i>	14,00 €
Publication N° 33. — C. DERYCKE-KHATIR (2005) <i>Microrestes de vertébrés du Paléozoïque supérieur de la Manche au Rhin</i>	14,00 €

Les membres abonnés bénéficient d'une réduction de 20% sur un exemplaire de chacune de ces publications.

Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

(*) Tous les prix sont indiqués hors taxe.

SOMMAIRE

Tome 15 (2^{ème} série)

parution 2008

	pages
Denise BRICE, Bernard MOTTEQUIN et Christian LOONES. — Découverte de nouveaux brachiopodes dans le Givétien (Dévonien) du Boulonnais (N. France).	1
Eric GROESSENS. — Les carrières, pierres de taille et marbres de Givet (France) et du Givétien.	15
Marie LEGRAND-BLAIN. — Brachiopodes Spiriferides du Bashkirien inférieur, Bassin Houiller du Nord de la France (collections J. Chalard).	25
Thierry OUDOIRE, Stéphane DELBECQUE et Denis DEMARQUE. — Les collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. V. — La collection de paléobotanique du Carbonifère.	39
Guillaume PIERRE. — Artificialisation du trait de côte et dynamique des falaises argilo-gréseuses du Bas-Boulonnais (France).	47
Benoît L. M. HUBERT. — Detailed lithology and faunal occurrence of the historical Givetian section: the fortifications of the Mont d'Hairs (Givet, France).	53
Benoît L. M. HUBERT. — Glageon Quarry: lithostratigraphy and faunal occurrence in the Middle Givetian (Devonian) of Avesnois, France.	67
Jean-François DECONINCK et François BAUDIN. — Les dépôts du Kimméridgien et du Tithonien du Nord-Ouest du Bassin de Paris (Haute-Normandie, Boulonnais).	77
Denise BRICE. — Antoine BONTE et son œuvre.	91

© 2008 Société Géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteurs.

Imprimé en France (Printed in France)