

Société
Géologique du
Nord

ANNALES

Tome 14 (2^{ème} série)
parution 2007

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 de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.
- La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel (1).

Article 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 cotisation et abonnement 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 et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés 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 1/1/2001)

	QUALITÉ	COTISATION	ABONNEMENT aux Annales	TOTAL
FRANCE et C.E.E.	Personnes physiques (2) (3)	7,62 €	25,92 € T.T.C.	33,54 €
AUTRES PAYS	Personnes physiques	7,62 €	28,98 € T.T.C.	36,60 €

Abonnement des non-membres : FRANCE et C.E.E. : 55,60 € H.T. — ÉTRANGER : 64,00 €

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entières aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément.

Tomes I à LXXIX (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII).....	30,50 € H.T.
Tomes LXXX à XCV (manque XCI).....	41,20 € H.T.
Tomes XCVI à CV.....	50,30 € H.T.
Tome CVI.....	58,70 € H.T.

TABLES GÉNÉRALES DES ANNALES

Table 1 (Tomes I à XX) - Table 2 (Tomes XX à XXX) - Table 3 (Tomes XXXI à XL) - Table 4 (Tomes XLI à LXXIX)	7,65 € H.T.
Table 5 (Tomes LXXX à CIX).....	par table

Esquisse géologique du Nord de la France, par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires).....	4,40 € H.T.
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.).....	7,65 € H.T.

FASCICULES SPÉCIAUX

"Géologie du Nord de la France" (T. LXXXIX, fasc. 1).....	13,00 € H.T.
"Rupture des roches et massifs rocheux" (T. XCV, fasc. 3).....	10,65 € H.T.
"Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale" (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII, fasc. 1).....	30,50 € H.T.
"Apports récents à la Géologie du Gondwana" (T. XCVII, fasc. 4).....	23,00 € H.T.
"Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens" (T. XCIX, fasc. 1).....	23,00 € H.T.
"Géologie appliquée aux problèmes d'énergie et de matières premières" (T. CII, fasc. 2).....	23,00 € H.T.
"Tectonique cassante en distension et coulissement" (T. CIII, fasc. 2-3).....	38,10 € H.T.
"Aspect de la Géologie de l'Ardenne, hommage au Professeur Beugnies" (T. CV, fasc. 2).....	19,00 € H.T.
"Paléozoïque supérieur continental" (T. CVI, fasc. 2).....	45,75 € H.T.
"Actualisation de quelques thèmes géologiques" (T. CVI, fasc. 4).....	19,00 € H.T.
"Géologie et aménagement régional" (T. CIX, fasc. 2).....	38,10 € T.T.C.
"Le Nord et son environnement géologique." (T. 2, 2 ^{me} série, fasc. 1).....	26,70 € H.T.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (12,20 €), soit un total de 19,85 €.

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

Société
Géologique du
Nord

ANNALES

Tome 14 (2^{ème} série)
parution 2007

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 2006-2008 —

<i>Président</i>	M. F. ROBASZYNSKI
<i>Premier Vice-Président</i>	M. F. AMÉDRO
<i>Seconds Vice-Présidents</i>	M. O. AVERBUCH M. B. QUESNEL
<i>Conseillers</i>	M ^{me} S. BECKARY M ^{lle} D. BRICE M. J.-P. DE BAERE M ^{me} C. DERYCKE M. B. MISTIAEN N. TRIBOVILLARD
<i>Secrétaires</i>	M. H. LEMOINE M. J.-C. LEMORT
<i>Trésorier</i>	M. J.-M. DÉGARDIN
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} P. CORSIN
<i>Bibliothécaire</i>	M. C. LOONES
<i>Relations extérieures</i>	M. A. BLIECK

CONSEIL SCIENTIFIQUE

— 2006-2008 —

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

CONSEIL ÉDITORIAL

— 2006-2008 —

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

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

Secrétariat : **Société Géologique du Nord**

MRES, 23 rue Gosselet, 59000 LILLE

Tél. 03 20 43 43 43 (postes 4104 et 4132) - C.C.P. Lille 52-47 Y

AVANT-PROPOS

2007 : L'ANNÉE DES CHANGEMENTS À LA SGN
par le président 2006-2008, Francis Robaszynski

Des élections statutaires pour la mise en place d'un nouveau Conseil d'Administration ont eu lieu le 10 mai 2006 et ont marqué le début de plusieurs changements pour la Société géologique du Nord. Ces changements étaient nécessités par plusieurs faits parmi lesquels venait en premier lieu la désaffection grandissante des membres universitaires due à ce que les Annales furent classées en "catégorie C" dans les années 1980 et, du coup, n'avaient plus pour eux d'"impact factor" valorisant. En deuxième lieu et à la même époque, le blocage de la subvention du CNRS pour les Annales comme d'ailleurs l'arrêt de plusieurs aides financières –par exemple celle des Houillères du Nord - Pas-de-Calais– alors en voie de fermeture, ont réduit très sensiblement les moyens de publication.

Or, outre les professionnels de l'université et du monde industriel, la géologie au sens large, incluant l'environnement et le patrimoine géologique, intéresse toujours nombre de personnes parmi lesquelles les vrais amateurs (non mercantiles).

Dans ce sens, j'ai sollicité plusieurs de ces amateurs pour occuper un certain nombre de postes dans le Conseil d'Administration où ils acceptent de donner bénévolement leur temps (secrétariat, bibliothèque, web...).

Quels changements sont intervenus depuis 2006

- La SGN veut s'ouvrir plus encore que par le passé vers le milieu des amateurs pour élargir son audience et acquérir une nouvelle vitalité. Elle veut s'orienter plus vers le grand public.

- Depuis décembre 2006, la SGN est membre de la MRES (Maison Régionale de l'Environnement et des Solidarités) où elle a maintenant son siège officiel (23 rue Gosselet à Lille) et les séances de la Société ont lieu dans l'une ou l'autre des salles de la MRES. Toutefois, la SGN a pu conserver à l'université un local pour ses Annales et Publications, situé au rez-de-chaussée du bâtiment SN5 au campus des Sciences à Villeneuve d'Ascq grâce à l'obligeance de Jean-Luc Potdevin, actuel président de l'UFR de Sciences de la Terre.

- La publication des Annales se poursuit mais avec un seul fascicule par an regroupant toutes les notes, ce qui minimise les frais postaux. On a ainsi dans la 2ème série des Annales: t.11 (parution 2005) fasc. 1-2-3-4; t.12 (parution 2005) fasc.1, unique: il n'y a pas eu de fasc. 2-3-4; t.13 (parution 2006) fascicule unique; et le présent t.14, également en fascicule unique.

- Plusieurs excursions géologiques ont lieu au cours de l'année et quatre sont signalées dans le livret des "Promenades Vertes" publié par la MRES au début de chaque année (voir dans www.mres-asso.org et informations ci-après).

- Pour devenir membre de la Société il suffit maintenant de remplir un formulaire d'adhésion comprenant la signature de la charte SGN et de régler sa cotisation (et) abonnement.

Aujourd'hui, qu'est-ce que la SGN

La SGN est une association regroupant toutes les personnes ayant un intérêt non mercantile pour les Sciences de la Terre. On y rencontre, bien sûr, des géologues mais également des enseignants -premier et second degrés, universitaires-, des étudiants, des jeunes aussi bien que des retraités, des amateurs allant du naturaliste à l'historien etc. Elle s'adresse donc à un très large public qui aime la Terre et son Environnement.

Au cours des séances en salle et des sorties sur le terrain, de nombreux aspects des sciences de la Terre sont abordés ou développés : phénomènes géologiques naturels actuels et anciens, fossiles, minéraux, sédimentation et stratigraphie, tectonique, géochimie, minerais et fluides économiques (eau, gaz, pétrole), environnement, patrimoine, histoire de la Terre, histoire de la Géologie etc.

Quelles ont été les activités de la SGN depuis octobre 2006

- Octobre 2006: intervention dans les 5èmes « Journées de la Craie » (avec l'association SubArtesia) : visite de l'ancienne carrière de Bray et des souterrains dans la craie de Marœuil.
- Janvier 2007 (MRES) : conférence "La géologie du Tunnel sous la Manche", par F. Amédéo.
- Mars 2007: (MRES) : séance avec exposés sur la Craie du Nord de la France et sur les terrains primaires du Boulonnais ; détermination d'objets géologiques.
- Avril 2007: excursion dans l'Audomarois et le Boulonnais, visite des carrières de Cléty (craie) et du Griset (calcaires paléozoïques) ainsi que du front de Mimoyecques (niveaux de cendres volcaniques et aspects tectoniques dans la craie à silex de la « Base des V3 »).
- Juin 2007 : participation aux journées portes ouvertes à la MRES avec C. Loones.
- 21 juin 2007: signature d'une nouvelle Convention entre la Bibliothèque Universitaire de l'USTL et la SGN au sujet du fonds documentaire dont la SGN a fait don à l'USTL. La BU en assurera la conservation, la communication et la valorisation. Une exposition de certaines pièces est envisagée. Les membres bénéficient à titre gratuit d'une carte de lecteur à la BU.
- Juin à décembre 2007: déménagements et début de réorganisation des archives et réserves de la SGN au bâtiment SN5 du Campus des Sciences à Villeneuve d'Ascq (à suivre).
- Octobre 2007 : participation aux 6èmes « Journées de la Craie » à Marœuil (SubArtesia), exposé sur les utilisations de la craie, visites à la carrière de Bray et au site du Mt St Eloi.
- Mercredi 17 octobre 2007 (MRES) : assemblée générale, nouveaux membres, activités futures, projets pour 2008 dans le cadre de l'Année de la Terre. Notes scientifiques. Exposé de N. Tribouvillard, responsable de la nouvelle équipe "Géosystèmes", sur "La recherche en Géosciences à l'Université de Lille".
- Mercredi 14 novembre 2007: « Roches et paysages d'hier et d'aujourd'hui: le patrimoine géologique du Nord - Pas-de-Calais ». Colloque organisé par le CSN (Conservatoire des Sites Naturels du N-PdC) conjointement avec la SGN. Implication de la SGN dans l'inventaire des sites géologiques patrimoniaux; exposés sur les sites étudiés par des membres de la SGN.

Activités prévues pour 2008

Quatre sorties sur le terrain sont déjà programmées : le 8 mars à Givet (le Givétien stratotypique), le 22 mars dans l'Avesnois (le Strunien stratotypique), le 28 juin sur la côte picarde (les systèmes dunaires à Merlimont), le 6 septembre (les falaises du Cap Blanc-Nez).

Plusieurs séances en salle auront lieu à la MRES à Lille (les dates seront définies au début de l'année 2008) avec exposés sur des sujets de géologie régionale, présentation de notes scientifiques, de cartes géologiques, détermination d'objets géologiques, présentation d'activités de recherche en cours par des universitaires, conférences sur un sujet d'actualité, sur de nouveaux sites patrimoniaux etc.

Être informé et devenir membre

Pour obtenir régulièrement des informations actualisées, envoyez simplement et sans engagement votre adresse par courrier postal à : Société géologique du Nord, MRES, 23 rue Gosselet, 59000 LILLE ou transmettez votre adresse e-mail au président en exercice : francis.robaszynski@fpms.ac.be ou au premier vice-président : francis.amedro@free.fr à un secrétaire : jclémort@nordnet.fr , ou auprès de José Leplat : tyranno.rex@orange.fr
Pour devenir membre, remplissez et signez le bulletin d'inscription et réglez votre cotisation-abonnement annuelle : 35€ (cotisation annuelle : 10€ et abonnement : 25€)

BULLETIN D'INSCRIPTION À LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD (SGN)

Nom et prénom :

Adresse postale :

Adresse courriel :

Téléphone :

Charte SGN : devenir membre de la Société géologique du Nord implique :

de s'acquitter en début d'année civile de la cotisation (et abonnement souhaité), de participer aux activités au mieux des possibilités, de promouvoir la Société (par exemple en ralliant de nouveaux membres), de refuser le mercantilisme (commerce, vente d'objets géologiques récoltés, à la place d'échanges).

Je soussigné(e) suis en pleine connaissance des points de la charte et les accepte

Date et signature :

RECHERCHES ET RICHESSES PALEONTOLOGIQUES : LE PATRIMOINE GEOLOGIQUE DE L'UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LILLE

Palaeontological research and wealth : The Earth Sciences inheritance of the Catholic University of Lille

par Bruno MISTIAEN(*)(**), Denise BRICE(*) et Pascal DEVILLE(*)(**)

Résumé. — Inventaire du patrimoine géologique (collections) conservé au Laboratoire de paléontologie stratigraphique de l'Université catholique de Lille, précédé d'un historique du laboratoire et introduction au catalogue scientifique où seront présentés, par région et par période, les différentes collections.

Abstract. — *Inventory of the geological inheritance (collections) preserved at the Laboratoire de Paléontologie stratigraphique of the catholic university of Lille, preceded by a history by the laboratory and introduction to the scientific catalogue which will be presented, by area and period, various collection*

INTRODUCTION

L'actuel Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique de l'Université Catholique de Lille regroupe une équipe d'enseignants chercheurs de la F.L.S.T. (Faculté Libre des Sciences et Technologies) et de l'I.S.A. (Institut Supérieur d'Agriculture), spécialisés dans l'étude d'invertébrés marins fossiles du Dévonien.

En fait le Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique possède une longue histoire, puisqu'il fut créé en 1880, trois années après la fondation de la Faculté Libre des Sciences, par le Chanoine Emilien BOURGEAT (1849 -1926). Ce dernier, particulièrement connu par ses travaux sur l'existence de migrations latérales de faciès coralliens dans les séries sédimentaires du Jura, fut, à deux reprises, Doyen de la Faculté Libre des Sciences.

Au cours de ces quelque 128 années, plusieurs générations de chercheurs se sont donc succédées au sein du Laboratoire. Ces chercheurs ont eu l'occasion de mener de nombreuses missions sur le terrain, ce qui leur a permis de collecter du matériel. Des fossiles leur ont aussi été confiés pour étude par leurs collègues. De ce fait, les collections de paléontologie du Laboratoire sont particulièrement abondantes et diversifiées ; elles proviennent de toutes les régions du monde.

Bref historique

Parmi ces chercheurs, le Laboratoire a connu des scientifiques de renom, au rang desquels lesquels on peut citer

Monseigneur Gaston DELEPINE (1878-1963) qui fut, lui aussi, deux fois doyen de la Faculté Libre des Sciences, Recteur de l'Université catholique de Lille et membre de l'Académie des Sciences. Auteur de 154 publications, ce fut surtout un éminent spécialiste des goniatites et des brachiopodes des terrains carbonifères, non seulement d'Europe nord occidentale (Irlande, Grande-Bretagne, Nord de la France, Belgique, Allemagne, Hollande...) mais aussi de Montagne Noire, Pyrénées, Asturies, régions méditerranéennes (Afrique de Nord) ou de contrées plus lointaines (Amérique du Nord, Oural, Iran, Australie...).

Le Chanoine Gonzague DUBAR (1896-1977), spécialiste mondial des faunes d'ammonites et de brachiopodes du Lias (Jurassique inférieur) mais également auteur d'ouvrages sur d'autres groupes (gastropodes), a surtout travaillé dans les Pyrénées et en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie) où il a découvert de nombreux gisements, notamment celui à spongiomorphides.

Mademoiselle Dorothee LE MAITRE (1896-1990), Directeur de recherche au C.N.R.S., effectua un énorme travail pour l'exploration et la recherche pétrolière, alors en pleine expansion, en Afrique du Nord, en apportant, au moyen de la paléontologie, des éléments de datation sur l'âge des terrains traversés par les sondages. D. Le Maitre entretint des relations scientifiques très suivies avec un grand nombre de géologues pétroliers ; elle participa aussi à de nombreuses missions de terrain notamment en Algérie. Outre ses importantes publications consacrées au Dévonien d'Afrique du Nord, elle a laissé des centaines de dossiers de détermination des faunes qui lui étaient confiées par les

(*) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique FLST & ISA Université catholique de Lille, 41 rue du Port 59046 Lille Cedex, b.mistiaen@isa-lille.fr ; d.brice@isa-lille.fr ; pascal.deville@icl-lille.fr

(**) UMR 8014 et FR 1818 du CNRS

géologues pétroliers de l'époque. Les collections du laboratoire sur lesquelles nous reviendrons par la suite, renferment encore une partie de ce matériel (entre autre des échantillons récoltés par Théodore MONOD).

Monsieur l'abbé Claude HEDDEBAUT (1932-1978), trop tôt disparu à 45 ans au retour d'une mission géologique en Afghanistan, fut un brillant géologue pyrénéen et un spécialiste remarquable de Teilhard de Chardin. Il a laissé un souvenir inoubliable à tous ceux qui l'ont connu.

Parallèlement au Laboratoire de Paléontologie animale, existait aussi, au sein de la Faculté Libre des Sciences, un Laboratoire de Paléontologie végétale où travaillèrent successivement :

- le Chanoine Nicolas BOULAY (1837-1905), botaniste et paléobotaniste éminent, dont le jardin botanique de l'Université catholique porte le nom ;

- le Chanoine Alfred CARPENTIER (1878-1952) géologue et paléobotaniste de renommée internationale, dont les travaux font toujours autorité ;

- le Chanoine Georges DEPAPE (1909-1969), spécialiste des macroflores du Tertiaire.

Ce Laboratoire de Paléobotanique possédait d'importantes collections, actuellement gérées par le Laboratoire de Paléontologie stratigraphique. Il possédait aussi une très importante bibliothèque dont la gestion a été confiée à la Bibliothèque centrale de l'Université catholique.

A la fin du XIX^{ème} siècle et dans la première partie du XX^{ème}, les thèmes de recherche des Laboratoires de Géologie étaient donc multiples et diversifiés (étude des faunes et flores du Dévonien, Carbonifère, Lias, Tertiaire ...) comme en témoignent les titres des publications des chercheurs ; on concevait en effet aisément à l'époque, l'existence de chercheurs travaillant seuls dans leur laboratoire.

La situation actuelle

A partir des années soixante-dix, le choix a été fait de focaliser les activités du Laboratoire sur une période unique, ce qui permettait le développement d'un travail d'équipe, fondamental en recherche. L'étude des terrains du Dévonien, qui avait toujours constitué un centre d'intérêt privilégié du Laboratoire, a été retenue.

Le Dévonien est une période particulièrement importante dans l'évolution de nombreux groupes d'invertébrés. Les chercheurs du Laboratoire sont spécialisés dans l'étude de différents groupes d'invertébrés fossiles de cette époque : stromatopores (éponges à squelette calcaire), coraux tabulés et rugueux, brachiopodes, ostracodes.

Les études systématiques de ces groupes permettent, tout d'abord, de dater avec précision les terrains qui les ont livrés mais ces études débouchent aussi sur des considérations paléocéologiques et paléobiogéographiques : elles rendent possible la reconstitution des milieux, des environnements anciens et apportent des arguments pour reconstituer la géographie des continents à l'époque dévonienne, en lien avec la tectonique globale. Elles permettent enfin d'aborder les problèmes d'évolution, de crise biologique et d'apparition et de disparition des espèces (le passage du Frasnien au Famennien, dans le sommet du Dévonien, fut, pour le monde

vivant, une période aussi critique que le passage du Crétacé au Tertiaire (qui connût la disparition des Dinosaures et des Ammonites !).

Le travail des chercheurs ne s'est toutefois pas limité au seul cadre du Laboratoire. Il s'est déroulé dès 1977 au sein du GRECO (Groupe de Recherches Coordonnées) 07 du C.N.R.S., première formation de ce type au sein des Sciences de la Terre, et ceci dès la création de cette unité de recherche. Puis il a été rattaché à l'U.R.A. (Unité de Recherche Associée) 1365 du C.N.R.S., dirigée par le Professeur J.P. LAVEINE de Lille I. Cette structure de recherche qui a succédé au GRECO en 1989, était intitulée « Paléontologie et Paléogéographie du Paléozoïque ». Le Laboratoire a ensuite fait partie, de janvier 1998 à fin 2001, de l'U.P.R.E.S-A 8014 (Unité Propre de Recherche de l'Enseignement Supérieur Associée) du C.N.R.S., dirigée par A. BLIECK, et de la F.R.1818 (Fédération de Recherche) « Milieux naturels et anthropisés ». Cette U.P.R.E.S.-A. est devenue, depuis le printemps 2002, l'U.M.R. (Unité Mixte de Recherche) 8014 dirigée successivement par A. BLIECK puis Th. SERVAIS depuis 2006.

Associé à cette U.M.R., les membres du Laboratoire collaborent donc, à l'échelon local et national, avec tout un réseau de scientifiques qui travaillent sur des organismes de même âge (collègues de Lille I spécialistes des acritarches, foraminifères, radiolaires, trilobites, conodontes, vertébrés notamment poissons, végétaux..., collègues des universités de Brest, Rennes, Bordeaux, Paris, Montpellier...). Des échanges nombreux ont lieu aussi avec d'autres universitaires étrangers, de Belgique (Bruxelles, Louvain-la-Neuve), du Maroc (Rabat) d'Espagne (Oviedo, Léon), du Canada (Alberta), du Vietnam (Hanoi), de Chine (Pékin, Jiaozuo), d'Iran... Ainsi, sur les travaux publiés, plus du tiers sont le fruit de collaborations avec des chercheurs étrangers.

Parallèlement, au cours des années soixante-dix (1974-1980) les membres du Laboratoire ont fait partie de la R.C.P. (Recherches Coordonnées sur Programme) Afghanistan du C.N.R.S., puis de la M.P. (Mission Permanente) du C.N.R.S. en Afghanistan (l'une des deux seules Missions scientifiques Permanentes du C.N.R.S. de l'époque, initiée par A.F. DE LAPPARENT, de l'Institut catholique de Paris puis successivement dirigée par G. MENNESSIER et J.P. CARBONNEL), et ceci tout au long de l'existence de cette structure.

Plus récemment, les membres du Laboratoire ont aussi participé activement à différents programmes internationaux de corrélation géologique (PICG) et, dans ce cadre ont pu visiter et échantillonner des terrains dévoniens en Chine, Iran, Maroc, Mongolie, Pakistan, Portugal, Sibérie ... Ils font encore partie de groupes de travail tels la S.D.S. (Sous commission internationale de stratigraphie du Dévonien) ce qui les amène aussi à visiter des affleurements lointains (Nevada, Ouzbékistan, ...)

Les régions prospectées sont donc extrêmement variées

Les richesses

Collections Géologie – Facultés Catholiques de Lille (GFCL)

Ces chercheurs ont donc progressivement enrichi les collections et les bibliothèques spécialisées du Laboratoire.

Outre les collections de paléontologie, le Laboratoire possède aussi une collection de Préhistoire et une collection de Minéralogie (G. DUBAR était un éminent minéralogiste et pétrographe); il a en effet bénéficié de dons (notamment de la collection minéralogique GUYOT).

Des pièces de ces collections sont parfois empruntées par des musées, comme celui de Boulogne : un crâne de crocodile vieux de 150 millions d'années découvert dans le Boulonnais à Le Waast, ou plus récemment, des originaux et moulages d'Ichtyosaures pour une exposition sur les Dinosaures au Musée de Lille ...

Les collections de Géologie de l'Université Catholique de Lille, référencées au n° 253 dans le Catalogue des collections paléontologiques françaises (PRIEUR *et al.*, 1980), sont essentiellement des collections paléontologiques (fossiles animaux et végétaux paléozoïques, mésozoïques et cénozoïques).

Ces collections comportent tout d'abord des types et figurés, c'est-à-dire le matériel de référence, décrit et figuré, qui a notamment servi de base à la définition de nouvelles espèces et qui doit être accessible à tout chercheur qui le souhaite. Elles sont classées et rangées dans une typothèque située au sous-sol de la F.L.S.T. (Faculté Libre des Sciences et Technologies de Lille), au 41 rue du Port, F 59046 Lille Cedex - France. Elles sont riches de quelque 10 000 spécimens, dont 5 000 environ répertoriés et 3 000 informatisés dans le cadre du programme national TY-FI-PAL.

Chaque spécimen porte un numéro précédé du sigle GFCL (Géologie - Facultés Catholiques de Lille), excepté pour les ostracodes désignés par COFLS (Collection d'Ostracodes Faculté Libre des Sciences).

Ce matériel de référence est régulièrement et largement consulté par les chercheurs du monde entier ; ainsi, au cours de la dernière décennie, des spécialistes belges, anglais, allemands, italiens, espagnols, canadiens, américains, marocains, chinois, polonais, vietnamiens ... et bien sûr français ont régulièrement effectué des séjours au Laboratoire pour consulter ces collections.

Au matériel d'étude s'ajoute du matériel de comparaison conservé à la même adresse, dans un compactus financé pour partie par la Région Nord Pas-de-Calais. Mis bout à bout, l'ensemble des rayonnages équivalait environ à 5 km !

Ces collections comprennent :

a) *Les collections des chercheurs et enseignants-chercheurs du Laboratoire de Paléontologie, à savoir, les collections de :*

BOULAY Nicolas : Flores du Carbonifère (terrains houillers) de France (Nord, Vosges); flores du Tertiaire de France (Maine-et-Loire), notamment Pliocène (vallée du Rhône, Mont Dore, Puy-de-Dôme, Gard); flore du Quaternaire de France (Puy de Dôme, Hérault). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/boulay.asp>

BOURGEAT François-Emilien : Faunes (coraux, brachiopodes, bryozoaires, bivalves, gastropodes, rudistes, ammonites, nautiloïdes, belemnites) des formations coralligènes du Jurassique supérieur de France (Jura); faune des formations récifales du Dévonien de Ferques et du

Jurassique du Boulonnais; Brèche du Carbonifère de l'Avesnois; Mollasse du Jura. Faune (graptolites, brachiopodes, trilobites) du Barrandien de Tchéquie. <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/bourgeat.asp>

BRICE Denise : Flores du Mio-Pliocène de France (Ardèche). Faunes (brachiopodes, stromatopores, coraux rugueux, trilobites) du Dévonien de France (Boulonnais, Avesnois, Ardenne, Massif Armoricain, Montagne Noire), de Belgique (Ardenne), d'Angleterre, d'Allemagne, d'Espagne, de Tchéquie (Barrandien), d'Autriche, de Russie (Peshora), d'Ouzbékistan, d'Afghanistan, d'Iran, du Maroc présaharien, du Canada (Ontario, Iles arctiques), des USA (New York, Nevada) <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/brice.asp>

CARPENTIER Alfred : Flores du Dévonien et du Carbonifère de France (terrains houillers du Nord et de l'Ouest, Morvan, Loire, Alsace, Pyrénées); du Permien de France (Hérault, Morvan); de l'Eocène (Wealdien) de France (Avesnois, Pays de Bray). Faunes (brachiopodes) du Dévonien et du Carbonifère de France (Avesnois); Crustacés du Viséen de France (Avesnois). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/carpentier.asp>

DELEPINE Gaston : Faunes (foraminifères, coraux rugueux et tabulés, brachiopodes, bryozoaires, bivalves, gastropodes, céphalopodes, trilobites, crinoïdes, vers) du Dévonien et du Carbonifère de France (Ariège, Avesnois, Est de la France, Morvan, Montagne Noire, Normandie, Pyrénées), de Belgique, de Hollande (Limbourg), d'Allemagne, du Portugal, d'Algérie, du Maroc, de Russie (Oural), du Fergana, du Kazakstan; faunes du Jurassique de Grande Bretagne (Devon, Irlande). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/delepine.asp>

DEPAPE Georges : Flores du Carbonifère, Jurassique, Eocène de France (Nord et Ouest); du Miocène, Pliocène de France (Vallée du Rhône, Cantal); du Quaternaire de France (Isère, Lot-et-Garonne); de l'interglaciaire de France (Isère); flores préhistoriques de France (Lot-et-Garonne). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/depape.asp>

DEVILLE Pascal : Faunes (stromatopores, coraux rugueux et tabulés, brachiopodes) du Dévonien de France (Ardenne, Avesnois, Boulonnais) <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/deville.asp>

DEVOS Irène : Faunes (stromatopores, coraux rugueux et tabulés, brachiopodes, mollusques, vertébrés restes de poissons) du Dévonien de France (Boulonnais). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/devos.asp>

DUBAR Gonzague : Faunes (spongiomorphides, brachiopodes, ammonites, bivalves, gastropodes) du Trias et du Jurassique (Lias essentiellement) de France (Ardennes, Aude, Lozère, Normandie, Pyrénées), d'Espagne (Asturies, Catalogne), du Portugal, du Maroc, d'Algérie, de Tunisie; flores et faunes (algues, solénoportes, éponges, spongiomorphides) du Lias du Maroc; faune (vertébrés ostracodermes) du Dévonien de l'Avesnois. <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/dubar.asp>

HEDDEBAUT Claude : Faunes (brachiopodes) du Dévonien et du Carbonifère de France (Avesnois, Ardenne, Morvan, Vosges, Massif Armoricain, Pyrénées), de Belgique (Ardennes), d'Espagne, d'Afghanistan; faune (crinoïdes) du

Dévonien de France (Pyrénées). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/heddebaut.asp>

HUBERT Benoît : Faunes (stromatopores, coraux rugueux et tabulés, brachiopodes) du Dévonien de France (Avesnois, Ardenne), de Belgique (Ardennes), de Pologne, de Russie (N Oural). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/hubert.asp>

JOSEPH Jean : Faunes (coraux rugueux, brachiopodes) du Dévonien de France (Pyrénées). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/joseph.asp>

LAVERDIERE Jean-William : Flores et faunes (graptolites, coraux rugueux, mollusques, tentaculites, brachiopodes, bilobites, encrines) du Paléozoïque de France (Pyrénées); faunes (vertébrés) du Dévonien de France (Boulonnais, Avesnois); faunes (graptolites, brachiopodes) du Siluro-dévonien du Canada (Québec). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/laverdiere.asp>

LE MAÎTRE Dorothée : Faunes (stromatopores, coraux rugueux et tabulés, brachiopodes, bryozoaires, bivalves, gastropodes, échinodermes, trilobites) du Dévonien de France (Boulonnais, Massif Armoricaïn, Avesnois, Ardenne, Pyrénées), de Belgique (Ardenne), de Grande Bretagne, d'Allemagne (Sauerland), de Tchèque (Barrandien), d'Autriche (Graz), du Maroc central (Mechra-ben-Abbou) et présaharien (Maider-Tafilalt, Hacı-Remlia, synclinal de Tindouf), d'Algérie (sud Oranais, Chaines de l'Ougarta). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/lemaitre.asp>

MEATS Pierre : Faunes (brachiopodes notamment Pentamerida) du Dévonien de France (Avesnois, Ardenne, Boulonnais), de Belgique (Ardennes), d'Allemagne (Eifel), du Canada (Iles Arctiques). <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/meats.asp>

MILHAU Bruno : Faunes (ostracodes) du Dévonien de France (Avesnois, Ardenne, Boulonnais, Massif Armoricaïn, Montagne Noire), de Belgique (Ardenne), d'Allemagne (Massif Schisteux Rhénan) de Chine; du Miocène inférieur de Nouvelle Zélande. <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/milhau.asp>

MISTIAEN Bruno : Faunes (stromatopores, coraux tabulés, vers, bryozoaires, brachiopodes, ophiurides) du Dévonien de France (Boulonnais, Avesnois, Ardennes, Massif Armoricaïn, Pyrénées), de Belgique (Ardenne), de Grande Bretagne, d'Allemagne, d'Espagne, du Portugal, de Moravie, de Tchèque, d'Autriche, de Pologne, de Russie (Altaï, Salair, N Oural), du Maroc, d'Afghanistan, d'Iran, de Chine, du Pakistan, du Népal, de Mongolie, des USA (Ohio, Michigan), d'Australie; du Silurien de Gotland <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/mistiaen.asp>

NICOLLIN Jean-PIERRE : Faunes (brachiopodes) du Dévonien et Carbonifère inférieur de France (Avesnois, Ardennes, Massif Armoricaïn), de Belgique (Ardennes), d'Allemagne (Eifel), de Pologne, du Portugal, du Maroc, de Chine. <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/nicollin.asp>

ROHART Jean-Claude : Faunes (coraux rugueux et tabulés, brachiopodes) du Dévonien de France (Boulonnais, Avesnois, Ardennes), de Belgique (Ardennes), de Grande Bretagne, d'Allemagne, de Tchèque. <http://flst.icl-lille.fr/laboratoires-recherche/rohart.asp>

TIEGHEM Gilbert : Faune (vertébré Crocodilien) du Jurassique de France (Boulonnais); Industries du Néolithique de France.

b) *Des collections de chercheurs extérieurs au laboratoire, en prêt permanent (■), ou en prêt temporaire (□)*

- ALAVI-NAINI M.: brachiopodes dévoniens d'Iran
- BECKER T. : brachiopodes dévoniens (famenniens) et carbonifères du Maroc.
- BEUN N. : brachiopodes siluro-dévoniens du Maroc (région de Safi).
- BLAISE J. : brachiopodes et crinoïdes dévoniens du Canada (Nouvelle Ecosse).
- BOUTIERE A. : coraux, brachiopodes dévoniens et carbonifères d'Afghanistan.
- BROUSMICHE Cl. : brachiopodes dévoniens de France (Avesnois, Ardennes, Boulonnais).
- BOUYX E. : brachiopodes et crinoïdes dévoniens du Canada (Nouvelle Ecosse).
- COMTE P. : stromatopores, coraux dévoniens d'Espagne.
 - CONIL R. : stromatopores dévoniens de France (Avesnois), de Belgique, d'Iran, de Gotland.
 - CONRAD J. : brachiopodes dévoniens et carbonifères d'Algérie (Bassin d'Illizi).
- COLLEAU A. : brachiopodes dévoniens d'Iran.
- COULON M. : brachiopodes dévoniens de France (Morvan).
- DELPY : Faunes d'Afrique occidentale.
- DESPARMET R. : brachiopodes dévoniens et carbonifères d'Afghanistan.
- DESTOMBES J. : brachiopodes, trilobites dévoniens du Maroc (région de Tiflet).
- DROT J. : brachiopodes dévoniens du Maroc, de Russie (Salair, Podolie), d'Allemagne.
- FARSAN N. M. : brachiopodes dévoniens d'Afghanistan.
- FOLLET : faunes dévoniennes d'Afrique du Nord (Ahnet, Hoggar).
- FONTAINE H. : faunes dévoniennes de Thaïlande.
- GIGOUT M. : brachiopodes dévoniens du Maroc (Mechra-ben-Abbou).
- GOLSHANI F. : brachiopodes dévoniens d'Iran.
 - GOURVENNEC R. : brachiopodes dévoniens d'Afrique du Nord.
- GRANGEON P. : flores tertiaires de France (Massif Central). [http.xxxxx](http://xxxxx)
- HOLLARD H. : brachiopodes spiriférides famenniens du Maroc.
- HILL D. : coraux rugueux siluriens et dévoniens d'Australie.
- HORON : faunes paléozoïques du Maroc central (sud de Fès).
- HUVELIN P. : brachiopodes siluro-dévoniens du Maroc central (région de Safi).
- JACQUEMONT : brachiopodes spiriférides famenniens du Maroc.

- JACQUET F. : brachiopodes dévoniens de Mauritanie.
- JENNY J. : brachiopodes dévoniens et carbonifère d'Iran (Elbourz).
- KAISER S. : brachiopodes famenniens et carbonifères du Maroc.
- KEBRIAEE M. : brachiopodes dévoniens d'Iran (Elbourz).
- LANG J. : brachiopodes dévoniens d'Afghanistan.
- LAPPARENT A.F. de : coraux rugueux, tabulés, brachiopodes dévoniens et carbonifères d'Afghanistan et d'Iran.
- LATRECHE S. : brachiopodes dévoniens d'Algérie (Bassin d'Illizi).
- ■ LARDEUX H. : brachiopodes dévoniens d'Afrique du Nord, de Chine.
- LAVIGNE J. de : brachiopodes dévoniens d'Iran.
- LEGRAND-BLAIN M. : brachiopodes dévoniens et carbonifères du Maroc, d'Algérie
- LOONES Ch. : brachiopodes dévoniens de France (Boulonnais, Avesnois, Massif Armoricain), d'Afrique du Nord.
- MALEKI A. : brachiopodes dévoniens d'Iran.
- MEATS P. : brachiopodes dévoniens de France (Boulonnais, Ardenne), de Belgique (Ardenne), d'Allemagne (Eifel).
- MONOD Th. : brachiopodes siluriens et dévoniens de Mauritanie (Adrar); faunes paléozoïques du Maroc (sud de Fès).
- MONTENAT Ch. : brachiopodes dévoniens et carbonifères d'Afghanistan.
- ■ MORZADEC P. : brachiopodes dévoniens de France (Massif Armoricain), du Maroc.
- ■ RACHEBOEUF P. : brachiopodes dévoniens d'Afrique du Nord.
- SOUGY J. : brachiopodes dévoniens d'Afrique du Nord (Sahara occidental, Zemmour).
- STAMPFLI G. : brachiopodes dévoniens et carbonifères d'Iran (Elbourz).
- TERMIER H. : brachiopodes siluriens et dévoniens de Mauritanie (Adrar); faunes paléozoïques du Maroc central.
- WENDT J. : brachiopodes dévoniens d'Iran, stromatopores dévoniens d'Afrique du Nord.
- ■ YAZDI M. : brachiopodes dévoniens d'Iran.
- YASSINI I. : brachiopodes dévoniens d'Iran.
- ZAHEDI M. : brachiopodes dévoniens d'Iran.

CATALOGUE SYSTEMATIQUE

Il comprendra les données systématiques, biostratigraphiques, géographiques des types archivés dans nos collections sous le signe GFCL.

BIBLIOGRAPHIE

PRIEUR A. & coll. M. GAILLARD & H. VIGNE, (1980) - Catalogue des collections paléontologiques françaises. Office national de gestion des collections paléontologiques françaises. *Département*

a) Par grande région géographique

A1- AFRIQUE ; A2 - AMERIQUE ; A3 - ASIE ; A4 - EUROPE ; A5 - OCEANIE

A1 – AFRIQUE

- A1.01 – Algérie
- A1.02 – Egypte
- A1.03 – Madagascar
- A1.04 – Maroc
- A1.05 – Mauritanie
- A1.06 – Tunisie...

A2 – AMERIQUE

- A2.01 – Canada
- A2.02 – U.S.A.

A3 – ASIE

- A3.01 – Afghanistan
- A3.02 – Chine (A3.021 Guangdong; A3.022 Guangxi)
- A3.03 – Iran
- A3.04 – Mongolie
- A3.05 – Pakistan
- A3.06 – Turquie
- A3.07 – Viet-Nam
- A3.08 – Yemen

A4 – EUROPE

- A4.01 – Autriche
- A4.02 – Belgique
- A4.03 – Espagne (A4.031 – Asturies ; A4.032 – Catalogne.....)
- A4.04 – France (A4.041 : Ariège; A4.042 : Aude ; 4.043 : Avesnois ; A4.044 : Boulonnais...)
- A4.05 – Grande Bretagne
- A4.06 – Hollande
- A4.07 – Moravie
- A4.08 – Portugal
- A4.09 – Russie
- A4.10 – Tchèque

A5 – Océanie

- A5.01 – Australie
- A5.02 – Nouvelle Zélande

b) Par Ere – Epoque

B1 – PALEOZOIQUE (B11 – Cambrien ; B12 – Ordovicien ; B13 – Silurien ; B14 – Dévonien...)

B2 – MESOZOIQUE

B3 – CENOZOIQUE

des Sciences de la Terre Université Claude-Bernard Ed., Lyon : 1-367.

BRACHIOPODES DU DEVONNIEN D'AFGHANISTAN, TYPES ET FIGURES (A3.01-B14) DU CATALOGUE SYSTEMATIQUE DES COLLECTIONS DE L'UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LILLE.

Brachiopodes from the Devonian of Afghanistan: types and figured (a3.01.b14) from the collections of the Catholic University of Lille

par Denise BRICE (*) et Pascal DEVILLE (**)

Résumé. — Cette note a pour objet de donner l'inventaire complet des types et/ou des figurés, ainsi que du matériel qui a servi aux études systématiques de l'un des auteurs (D.B) concernant des brachiopodes dévoniens d'Afghanistan depuis 1967. Elle comprend, en outre des remarques systématiques sur plusieurs de ces taxons.

Abstract. — This present paper lists all types and figured specimens of Devonian Brachiopods from Afghanistan described by the first author (D.B.) since 1967. Remarks on systematic position complete the list.

INTRODUCTION

L'inventaire donné ci-après correspond à l'inventaire complet du matériel d'étude qui a servi aux études systématiques de brachiopodes du Dévonien d'Afghanistan, des Les types et figurés y sont désignés par le sigle GFCL (Géologie Facultés Catholiques de Lille). Cet inventaire correspond à la partie (A3.01-B14) du catalogue systématique des Collections de l'Université Catholique de Lille (Mistiaen *et al.*, 2007).

Il s'agit des brachiopodes décrits ou révisés par Brice en 1967, 1971, 1996, 1997, 1999 ; Brice & Farsan (1977), Brice et Mistiaen (1980) ou déterminés par Brice, 1985. Plusieurs font l'objet remarques systématiques. Un grand nombre d'entre eux correspondent à des taxons définis par l'auteur. Ils proviennent de collections (cf. annexe) récoltées entre 1961 - 1978 par A. F. de Lapparent, A. Colleau, A. Boutière, J. Desparmet, J. de Lavigne, J. Lang, M. Farsan, B. Mistiaen Cl. Heddebaut, et conservées dans la bibliothèque du Laboratoire de Paléontologie stratigraphique (FLST - ISA), 41 rue du Port 59046 Lille Cedex.

De nombreux brachiopodes, récoltés par B. Mistiaen, Cl. Heddebaut & D. Brice (1973 - 1978), ont été cités par les auteurs dans des publications, notamment dans Brice & Mistiaen (1980) et Brice in Mistiaen (1985) & Mistiaen (1985), mais qui n'ont pas encore fait l'objet d'études systématiques.

ORTHIDA SCHUCHERT & COOPER, 1932

DAMLMANELLIDINA MOORE, 1952; DAMLMANELLOIDEA SCHUCHERT, 1913 ; DAMLMANELLIDAE SCHUCHERT, 1913
CORTEZORTHINAE JOHNSON & TALENT, 1967;
CARINIFERELLA SCHUCHERT & COOPER, 1931.

Cariniferella e g. *tioga* (HALL, 1867)

Cariniferella e g. *tioga* (HALL, 1867) in Brice, 1971, p. 237-238, Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, Bokan sud, coupe 8, fig. 2, p. 8 in Brice, 1971, GFCL 3389, pl.5, fig. 7a-b, GFCL 3181, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Boutière, (1966), Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, Bokan sud, coupe 8, niveau 8 : 5 sp. Frasnien.

Cariniferella aff. *iowensis* STAINBROOK, 1945

Cariniferella aff. *iowensis* STAINBROOK, 1945 in Brice, 1971, p. 238-239, Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, Bokan sud, coupe 8, fig. 2, p. 8 in Brice, 1971, niveau 8, GFCL 3388, pl. 5, fig.8, GFCL 3180, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Boutière, (1966), Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, Collection Boutière, Bokan sud, coupe 8 : 2 valves ventrales; Collections Lapparent & Lavigne, (1963) Doni-Yarchi, coupe 7, fig. 2, p. 8 in Brice, 1971, niveaux 8-9 : 1 sp. Frasnien.

(*) Denise BRICE, Faculté Libre des Sciences & Technologies, Institut Supérieur d'Agriculture, 41 rue du Port 59046 Lille Cedex d.brice@isa-lille.fr

(**) Pascal DEVILLE Faculté Libre des Sciences & Technologies, 41 rue du Port 59046 Lille Cedex UMR 8014 du CNRS, P.deville@icl-lille.fr

RHIPIDOMELLIDAE SCHUCHERT, 1913 ; RHIPIDOMELLINAE SCHUCHERT, 1913 ; *Aulacella* SCHUCHERT & COOPER, 1931.

Aulacella interlineata (SOWERBY, 1840)

Aulacella interlineata (SOWERBY, 1840) in Brice, 1971, p. 236-237, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16a, GFCL 3390, pl. 14, fig. 7a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16 a-b-c : 59 sp., Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3b : 13 sp. Famennien supérieur et Zone d'Etrœungt.

ENTELETOIDEA WAAGEN, 1884; SCHIZOPHORIIDAE SCHUCHERT & LE VENE, 1929;

Schizophoria KING, 1850

Schizophoria impressa (HALL, 1867)

Schizophoria impressa (HALL, 1867) in Brice, 1971, p. 234, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b, GFCL 3392, pl. 13, fig. 8; 3393, pl. 13, fig. 9a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, Ghok, gisement 3, niveau 16 b : 26 sp. (sp. = spécimen). Famennien supérieur.

Schizophoria cf. *ivanovi* (TCHERNYCHEV, 1887)

Schizophoria cf. *ivanovi* (TCHERNYCHEV, 1887) in Brice, 1971, p. 234-235, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b-c, GFCL 3391, pl. 13, fig. 10a-d.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, Ghok, gisement 3, niveau 16b-c : 58 sp. ; Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3b : 2 sp. Famennien supérieur.

PRODUCTIDA SARYTCHEVA & SOKOLSKAYA, 1959

PRODUCTIDINA WAAGEN, 1883 ; PRODUCTOIDEA GRAY, 1840 ; PRODUCTELLIDAE SCHUCHERT, 1929 ; PRODUCTELLINAE SCHUCHERT, 1929 : *Productella* HALL, 1867.

Productella baitalensis REED, 1922

Remarque systématique. D'après M. Legrand-Blain (1998, p. 19) les grands spécimens de *Productella baitalensis sensu* Brice, 1971, pourraient appartenir à *Sinoproductella* WANG, 1955 ou à *Morgella* McKELLAR, 1970.

Productella baitalensis REED, 1922 in Brice 1971, p. 246-247, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 1, GFCL 3194, pl. 7, fig. 13, fig. 12; GFCL 3289, pl. 7, fig. 12, Robat-e-Paï

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1963, 1967), Ghok, gisement 1 : 13 sp., gisement 3, niveau 16a : 13 sp. Collections Lapparent & Colleau, (1968),

gisement 16 : 8 sp. Collection Lang, Iraq (Bamyan), fig. 1, p. 6 in Brice, 1971 : 2 sp. Collections Lapparent & Colleau, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3d : 13 sp. Famennien inférieur et base du Famennien supérieur.

PRODUCTELLIDAE SCHUCHERT, 1929 ; *Avonia* THOMAS, 1914

Avonia (?) *niger* (GOSSELET, 1888)

Remarque systématique. Nalivkin (1975) a créé le genre *Nigeroplica* ayant pour type *Productus niger* GOSSELET, 1888. Il n'entre pas dans le cadre de cette note d'attribuer l'espèce afghane à ce genre sans révision. D'après Legrand-Blain (1991, p. 29), « la structure interne de *P. niger* n'ayant jamais été décrite, le genre ainsi créé est ambigu »

Avonia (?) *niger* (GOSSELET, 1888) in Brice, 1971, p. 251-252, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 3b, GFCL 3381, pl. 14, fig. 5a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveaux 16 b-c : 6 sp., Robat-e-Paï, niveau 3b : 10 sp. Zone d'Etrœungt (?).

PRODUCTIDAE GRAY, 1840; PRODUCTINAE GRAY, 1840; *MESOPLICA* REED, 1943

Mesoplica praelonga (SOWERBY, 1840)

Mesoplica praelonga (SOWERBY, 1840) in Brice, 1971, p. 249-250, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b, GFCL 3383, pl. 14, fig. 1a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok gisement, niveau 16b-c : 5 sp., zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3b : 2 sp. Famennien supérieur & Zone d'Etrœungt.

Mesoplica aff. *tas-adyrica* (NALIVKIN, 1937)

Mesoplica aff. *tas-adyrica* (NALIVKIN, 1937) in Brice, 1971, p. 250-251, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 3b, GFCL 3382, pl. 14, fig. 6a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16 b-c : 25 sp., Robat-e-Paï, niveau 3b : 9 sp., Famennien supérieur.

PRODUCTIDAE GRAY, 1840; BUXTONIINAE MUIR-WOOD & COOPER, 1960; *Buxtonia* THOMAS, 1914.

Buxtonia scabricula (SOWERBY, 1814)

Buxtonia scabricula (SOWERBY, 1814) in Brice, 1971, p. 253-254, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 3b, GFCL 3378, pl. 15, fig. 2a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Paï, niveau 3b : 5 sp., niveau

3c : 2 sp. Collection Lapparent, (1966), Hajigak, coupe 5, fig. 7, p. 312 in Brice, 1971 niveau 1 : 1 sp. Famennien supérieur et Carbonifère inférieur.

STROPHALOSIOIDEA SCHUCHERT, 1913 ;
STROPHALOSIIDINA SCHUCHERT, 1913 ; ARAKSALOSIIDAE
LAZAREV, 1989 ; ARAKSALOSIIDAE LAZAREV, 1989 ;
Whidbornella REED, 1943.

Whidbornella cf. *productoides* (MURCHISON, 1840)

Whidbornella cf. *productoides* (MURCHISON, 1840) in Brice, 1971, p. 248-249, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice, 1971, niveau 16b, GFCL 3384, pl. 14, fig. 4.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1967), Ghok, gisement 10 : 6 sp., Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 14, fig. 5, p. 14 in Brice : 1 sp., zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice, 1971 : 6 sp. Collection Lapparent (1966, 1968), Hajigak, coupes 6 et 11, fig. 58, p. 313 in Brice, 1971 : 3 sp. Collection Boutière (1966), Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, Bokan sud, coupe 8, fig. 2, p. 8 in Brice, 1971, niveau 8 : 5 sp. Frasnien.

ORTHOTETIDA WAAGEN, 1884

PULSIIDAE COOPER & GRANT, 1974 ; *Schellwienella* THOMAS, 1910.

Schellwienella (?) cf. *percha* STAINBROOK, 1947

Schellwienella (?) cf. *percha* STAINBROOK, 1947 in Brice, 1971, p. 244-245, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b, GFCL 3386, pl. 14, fig. 8a-c, GFCL 3177, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16 a-b-c : 11 sp. ; Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3d : 1 sp. Famennien supérieur.

SCHUCHERTELLIDAE WILLIAMS 1953, SCHUCHERTELLINAE WILLIAMS 1953, *Schuchertella* GIRTY 1904

Schuchertella (?) *radialis* (PHILLIPS, 1936)

Schuchertella (?) *radialis* (PHILLIPS, 1936) in Brice, 1971, p. 245-246, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b, GFCL 3385, pl. 14, fig. 9a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveau 16b : 2 sp. Famennien supérieur.

STROPHOMENIDA OPIK, 1934

STROPHOMENOIDEA KING, 1846 ; AMPHISTROPHIIDAE HARPER, 1973 ; MESODOUVILLINIDAE HARPER & BOUCOT, 1978 ; *Mesodouvillina* WILLIAMS, 1950.

Mesodouvillina birmanica (REED, 1908)

Mesodouvillina birmanica (REED, 1908) in Brice, 1971, p. 242-243, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 1, GFCL 3387, pl. 15, fig. 1, GFCL 3178, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Paï, niveau 1 : 10 valves ventrales. Eifélien.

PENTAMERIDA SCHUCHERT & COOPER, 1931

GYPIDULOIDEA SCHUCHERT & LE VENE, 1929 ; GYPIDULIDAE SCHUCHERT & LE VENE, 1929 ; GYPIDULINAE SCHUCHERT & LE VENE, 1929 ; *Gypidula* HALL, 1867.

Gypidula globa (SCHNUR, 1853)

Gypidula globa (SCHNUR, 1853) in Brice, 1971, p. 254-255, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Badragha, fig. 3, p. 10 in Brice, 1971, niveau 775, GFCL 3377, pl. 14, fig. 15a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Desparmet, (1967), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, coupe de Badragha, niveau 775 : 9 sp. Collection Boutière, (1966), Bokan sud, coupe 8, fig. 2, p. 8 : niveau 8 : 3 sp. Frasnien (?).

Gypidula e g. *multiplicata* (ROEMER, 1854)

Gypidula e g. *multiplicata* (ROEMER, 1854) in Brice, 1971, p. 255, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Bokan sud, coupe 8, fig. 2, p. 8 in Brice, 1971, niveau 8, GFCL 3376, pl. 14, fig. 16a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Boutière, (1965-66), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Bokan sud, coupe 8, niveaux 8-9 : 13 sp., coupe G, niveau 10 : 4 sp., Said Habib, niveaux A-B : 5 sp. Frasnien.

RHYNCHONELLIDA KUHN, 1949

RHYNCHOTREMATOIDEA SCHUCHERT, 1913 ;
TRIGONIRHYNCHIIDAE SCHMIDT, 1965 ;
TRIGONIRHYNCHINAE SCHMIDT, 1965 ; *Centrorhynchus*
SARTENAER, 1970.

Centrorhynchus charakensis (BRICE, 1967)

Remarque systématique : L'espèce déterminée *Camarotoechia* cf. *baitalensis* REED in Lapparent & Le Maître in 1963, correspond à "*Ptychomaletoechia* " *charakensis* BRICE, 1967, p. 95-100, Brice in Brice et al. 1969, p. 1596, Brice 1971, p. 22-24. L'espèce fut attribuée au genre *Centrorhynchus* par Sartenaer 1970, cf. Brice 1971, p. 358.

Les types de "*Ptychomaletoechia* " *charakensis* n. sp., in Brice, 1967, p. 95-100, proviennent de la zone axiale, province de Ghor, Piste de Jam au Nord de Charak, versant nord du col de Ghok, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, Holotype GFCL 3968, pl. 8 fig. 3a-e, Paratypes GFCL 3966, pl. 8 fig. 1a-e; GFCL 3967, pl. 8, fig. 2a-f; GFCL 3969,

pl. 8, fig. 4a-e; GFCL 3970, pl. 8, fig. 5a-e; GFCL 3972, fig.-texte 2; GFCL 3973, fig.-texte 3, Topotype : GFCL 3971, pl. 8, fig. 6a-d. Les spécimens figurés de *Ptychomaletoechia* (?) *charakensis* in Brice 1971, p. 22-24, proviennent de la zone axiale, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971: GFCL 3399, pl. 1, fig. 4a-e; GFCL 3400, pl. 1, fig. 5a-d; GFCL 3402, pl. 1, fig. 8; GFCL 3403, fig.-texte 9, et de Robat-e-Pai, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 3b, GFCL 3401, pl. 1, fig. 6a-e.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent, Lapparent & Lavigne, Lapparent & Colleau, 1961, 1966-68, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 1 : 24 sp., gisement 3, niveaux 16 a-b-c : 494 sp., gisement 16, fig. 5, p. 14 in Brice, 1971 : 157 sp., gisement 19 : 15 sp.; Robat-e Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveaux 3 b-c : 47 sp.; Zard Sang et Hajigak, Collection Lang, Iraq (Bamian) (1967-68) : 30 sp. Collection Mistiaen, Montagnes centrales (Koh-e-Giru, Sultali, Koh-E Qutun, Ghujurak sud, in Mistiaen, 1985, fig. 19-20, 87). Age. L'espèce considérée en 1967 comme d'âge Frasnien supérieur ou Famennien inférieur a été datée en 1971 Famennien inférieur (partie supérieure) et supérieur.

cf. *Centrorhynchus turanica* (ROMANOWSKI, 1880)

Remarque systématique. L'espèce cf. *Ptychomaletoechia* (?) *turanica* (ROMANOWSKI 1880) in Brice 1971 a été rapportée au genre *Centrorhynchus* par Sartenauer 1970, cf. Brice 1971, p. 358.

cf. *Ptychomaletoechia* (?) *turanica* in Brice 1971, p. 24-29, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b, GFCL 3404, pl. 1, fig. 1a-e; GFCL 3405, pl. 1, fig. 2a-e; GFCL 3406, pl. 1, fig. 3a-e, GFCL 3407, fig.-texte 9b, gisement 3, niveau 16.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16 b-c : 114 sp., Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveaux 3 b-c : 3 sp. Famennien supérieur.

Paropamisorhynchus SARTENAER, 2001

Paropamisorhynchus kotalensis (BRICE, 1971)

Remarque systématique. L'espèce *Ripidiorhynchus* (?) *kotalensis* BRICE, 1971, p. 38-43, a été choisie comme espèce-type du genre *Paropamisorhynchus* SARTENAER 2001. Les types proviennent de la zone axiale, province de Ghor, Nord de Charak, Ghok, Holotype, GFCL 3412, pl. 2, fig. 1a-e, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice 1971; Paratypes, gisement 1, même localité et même niveau que l'Holotype : GFCL 3413, pl. 2, fig. 2a-e; GFCL 3414, pl. 2, fig. 3a-e; GFCL 3415, pl. 2, fig. 4a-e; GFCL 3417, fig.-texte 11; GFCL 3418, fig.-texte 12; gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice 1971 : GFCL 3416, pl. 2, fig. 5a-e.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1967), Ghok, gisement 1 : 32 sp.; Collections Lapparent & Colleau (1968), gisement 10 : 5 sp.; Collection Lang (1967), Iraq (Bamyan) : 1 sp. Frasnien supérieur.

Porthmorhynchus SARTENAER, 2001

Porthmorhynchus elburzensis (GAETANI, 1965)

Remarque systématique. L'espèce *Ptychomaletoechia elburzensis* GAETANI, 1965 a été attribuée au genre *Porthmorhynchus*

SARTENAER 2001. Les spécimens déterminés *Ripidiorhynchus elburzensis* (GAETANI, 1965) in Brice, 1971, p. 43-46, proviennent de la zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 6, fig. 5, p. 14, in Brice 1971, niveau 13, GFCL 3438, pl. 2, fig. 6a-e; GFCL 3439, fig.-texte 10 b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1967), Ghok, gisement 6, niveau 13 : 13 sp., Collection Lang (1967), Iraq (Bamyan), 1 sp. Frasnien supérieur.

Cyphoterorhynchus SARTENAER, 1965

Cyphoterorhynchus koraghensis (REED, 1922)

Cyphoterorhynchus koraghensis (REED, 1922) in Brice 1971, p. 47-52, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice 1971; GFCL 3419, pl. 3, fig. 1a-d; GFCL 3421, fig.-texte 13A; zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice 1971, GFCL 3420, pl. 3, fig. 6a-d.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1963-67), Ghok, gisement 7, fig. 5, p. 14 in Brice, 1971 : 2 sp., gisement 10 : 19 sp., gisement 14 : 14 sp.; Collections Lapparent & Colleau (1966-68), zone axiale, Hajigak, coupes 6 et 11, fig. 4 p. 12 in Brice 1971 : 15 sp., Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice 1971 : 3 sp.; Collection Lang (1967), Iraq (Bamian) : 2 sp.; Collection Desparmet (1967) Montagnes centrales, col d'Unai, fig. 3, p. 10 in Brice 1971 : 1 sp. Collection Mistiaen, cf. Mistiaen 1985, gisements de Koh-e Zardak, Samsersang, Badragha Nord, Badragha Sud, Koh-e Giru, Sultati, Sar-E Pori. Frasnien (moyen ou supérieur ?)

Cyphoterorhynchus arpaensis (ABRAMIAN, 1957)

Cyphoterorhynchus arpaensis (ABRAMIAN, 1957) in Brice, 1971, p. 52-57, zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice 1971, GFCL 3422, pl. 3, fig. 2a-e; GFCL 3423, pl. 3, fig. 4a-e, GFCL 3424, fig. -texte 14a, GFCL 3297 à 3202 spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1961), zone axiale, Zard Sang, niveau 2: 45 sp., Collections Lapparent & Colleau (1966, 1968), Hajigak, coupes 6, fig. 58 p. 313 et 11, fig. 4, p. 12 in Brice 1971 : 11 sp., province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 5 p. 14 et fig. 61, p. 317 in Brice 1971 : 15 sp.; Montagnes centrales, Collection Lapparent (1963), Kadjao, fig. 1, p. 6 in Brice 1971 : 1 sp.; Collection Mistiaen, Koh-E Zardak in Mistiaen, 1985. Frasnien (moyen ou supérieur ?).

Cyphoterorhynchus koraghensis interpositus
SARTENAER, 1966

Cyphoterorhynchus koraghensis interpositus
SARTENAER, 1966 in Brice, 1971, p. 57-58, zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316, niveau 2 in Brice 1971, GFCL 3425, pl. 3, fig. 3a-e; GFCL 3426, fig.-texte 13b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1963, 1967), Lapparent & Colleau (1968), zone axiale, Zard Sang, niveau 2 : 11 sp., Hajigak Kech, fig. 4, p. 12 in Brice, 1971 : 2 sp., Province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice 1971 : 4 sp.; Montagnes centrales, Collection Lapparent (1963), Kadjao, fig. 1, p. 6 in Brice 1971 : 1 sp. Frasnien (moyen ou supérieur ?).

Pampecilorhynchus SARTENAER, 1968

Pampecilorhynchus arianus SARTENAER, 1968

Pampecilorhynchus arianus SARTENAER, 1968 in Brice, 1971, p. 73-75, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 14, GFCL 3446, pl.4, fig. 6a-e,

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent (1967), Lapparent & Colleau (1968), zone axiale province de Ghor, Ghok, gisement 1, niveau 14 : 9 sp., Robot-e Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3d : 6 sp. Famennien inférieur.

Paurogastroderhynchus SARTENAER, 1970

Paurogastroderhynchus cf. *nalivkini* (ABRAMIAN, 1957)

Remarque systématique : L'espèce "*Camarotoechia*" cf. *nalivkini* ABRAMIAN, 1957, in Brice 1971, p. 76-77, 79, a été rapportée au genre *Paurogastroderhynchus* Sartenauer, 1970, suite au choix de *nalivkini* comme espèce-type du genre *Paurogastroderhynchus*, cf. Brice 1971, p. 358.

"*Camarotoechia*" cf. *nalivkini* in Brice, 1971, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971. niveau 16c, GFCL 3437, pl. 5, fig.3a-d.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau (1968), Ghok, gisement 3 : 1 sp. Zone d'Etrœungt.

CAMAROTOECHIOIDEA SCHUCHERT, 1929 ; LEIORHYNCHIDAE STAINBROOK, 1945 ; LEIORHYNCHINAE STAINBROOK, 1945 ; *Evanescirostrum* SARTENAER, 1965 ; *Evanescirostrum* cf. *seversoni* (Mc LAREN, 1954)

Evanescirostrum cf. *seversoni* (Mc LAREN, 1954) in Brice, 1971, p. 68-71, zone axiale, province de Ghor, Ghok. gisement 3, fig. 62, p. 318, niveau 16b, GFCL 3433, pl. 4, fig. 4a-b; GFCL 3434, fig - texte 15 b, GFCL 3283-3284, spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau (1967-68), Ghok, gisement 3, niveaux 16b-c : 11 sp. Famennien supérieur.

Genre *Leptocaryorhynchus* SARTENAER, 1970

Leptocaryorhynchus jamensis (BRICE, 1967)

Remarque systématique : L'espèce "*Camarotoechia*" *jamensis* BRICE, 1967, p. 100-104 & Brice 1971, p. 75-76, a été choisie comme espèce-type du genre *Leptocaryorhynchus* SARTENAER, 1970, cf. Brice 1971, p. 358. Les types cités et figurés in Brice 1967, proviennent de la zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, Holotype GFCL 3979, pl. 8, fig. 10a-e, Paratypes : GFCL 3977, pl. 8, fig. 8a-e, GFCL 3978, pl. 8, fig. 9a-e; GFCL 3976, pl. 8, fig. 7a-e; GFCL 3980, pl. 8, fig. 11a-e, GFCL 3981, fig.- texte 4; GFCL 3982, fig.- texte 5.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Lavigne, Ghok, gisement 1 : 36 sp. Collections Lapparent & Colleau, Ghok, gisement 2, fig. 5 p. 14 et fig. 61, p.

317 in Brice 1971. : 30 sp., gisement 3 : 30 sp. Robot-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3d : 20 sp. Collection Lapparent, zone axiale, Hajigak, fig. 4, p. 12 et fig. 56, p. 312 in Brice, 1971, coupes 3 et 8 ; Collection Lang, Iraq (Bamian), fig. 1, p. 6 in Brice 1971: 13 sp. Famennien inférieur (partie supérieure) et supérieur.

PUGNACOIDEA RZHONSNITSKAIA, 1956 ; PUGNACIDAE RZHONSNITSKAIA, 1956, *Coeloterorhynchus* SARTENAER, 1966.

Coeloterorhynchus tabasensis SARTENAER, 1966

Coeloterorhynchus tabasensis SARTENAER, 1966 in Brice, 1971, p. 59-61, Montagnes Centrales, Dacht-e-Nawar, Bokan Sud, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, niveau 8, GFCL 3427, pl. 4, fig. 5a-e; GFCL 3428, fig.- texte 14b, GFCL 3288, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Boutière (1966), Montagnes Centrales, Dacht-e Nawar, Bokan Sud., niveau 8. Frasnien (moyen ou supérieur ?)

PETASMARIIDAE SAVAGE, 1996 ; *Megalopterorhynchus* SARTENAER, 1965.

Megalopterorhynchus sp.

Megalopterorhynchus sp. in Brice 1971, p. 71-73, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318, niveau 16b, GFCL 3435, pl. 2, fig. 8a-b, GFCL 3281-3282, spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveau 16b : 3 sp. Famennien supérieur.

RHYNCHOPOROIDEA MUIR-WOOD, 1955 ; ARARATELLIDAE ERLANGER, 1986 ; *Araratella* ABRAMIAN, PLODOWSKI, SARTENAER, 1975.

Araratella cf. *dichotomians dichotomians* (ABRAMIAN, 1954)

Remarque systématique. L'espèce *Liorhynchus dichotomians* ABRAMIAN, 1954 a été choisie comme espèce-type du genre *Araratella* ABRAMIAN, PLODOWSKI & SARTENAER, 1975 in Sartenauer & Plodowski, 1975. Les spécimens attribués à *Gastrodetoechia* cf. *dichotomians dichotomians* in Brice, 1971, p. 65-66 proviennent de la zone axiale, Robot-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3c, GFCL 3431, pl. 2, fig. 7a-c.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b : 2 sp. ; Robot-e-Paï, niveaux 3b-c : 3 sp. ; Collection Lapparent, (1966), Hajigak, coupe 6, fig. 58, p. 313 in Brice 1971 : 1 sp. Famennien supérieur et Zone d'Etrœungt (?)

Araratella dichotomians assimolata (ABRAMIAN, 1954)

Remarque systématique. L'espèce *Liorhynchus dichotomians* var. *assimilatus* var. nov. in Abramian, 1954 a été attribuée au genre

Gastrodetoecia par Sartenaer 1965 puis placée dans le genre *Araratella* ABRAMIAN, PLOWOWSKI & SARTENAER, 1975. Les spécimens de cette espèce attribués à *Gastrodetoecia dichotomians assimulata* in Brice, 1971, p. 61-65 proviennent de la zone axiale, province de Ghor, Ghok; gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16c, GFCL 3429, pl. 4, fig. 1a-e, GFCL 3430, fig.— texte 15a.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), gisement 3, niveau 16c : 9 sp., Collection Lapparent, (1966), Hajigak, coupe 5, fig. 57, p. 312 in Brice 1971 : 4 sp. Famennien supérieur et Zone d'Etrœungt (?)

ATRYPIDA RZHONSNITSKAIA, 1960

ATRYPIDINA MOORE, 1952 ; ATRYPOIDEA GILL, 1871 ; ATRYPIDAE GILL, 1871 ; ATRYPIDAE GILL, 1871 ; *Atrypa* DALMAN, 1828.

Atrypa aff. *vulgaris* LIACHENKO, 1959

Atrypa aff. *vulgaris* LIACHENKO, 1959 in Brice 1971, p. 218-219, Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, Chaghna, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, coupe 10, niveaux 4-5, GFCL 3552, Pl. 14, fig. 10, GFCL 3192, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Lavigne, (1963), Montagnes centrales, Dacht-e Nawar, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, Chaghna, coupe 10, niveaux 4-5 : 26 sp. ; Collection Boutière (1965, 1966), Bokan sud, coupe 8, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, niveau 8 : 1 sp., Collection Desparmet, (1967), Badragha, fig. 3, p. 10 in Brice 1971, niveau 775 : 4sp. Givétien-Frasnien.

SPINATRYPIDAE COPPER, 1978 ; *Spinatrypa* STAINBROOK, 1951.

Spinatrypa e.g. *bifidaeformis* (TSCHERNYCHEV, 1887)

Spinatrypa e.g. *bifidaeformis* (TSCHERNYCHEV, 1887) in Brice 1971, p. 220-221, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 1, GFCL 3554, Pl. 14, fig. 13a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Paï, niveau 1 : 15 sp. Dévonien moyen (Givétien ?).

Spinatrypa RZHONSNITSKAIA, 1964

Spinatrypa chitralensis (REED, 1922)

Spinatrypa chitralensis (REED, 1922) in Brice 1971, p. 221-222, zone axiale, Iraq (Bamian) fig. 1, p. 6 in Brice 1971, GFCL 3555, Pl. 14, fig. 12, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p.317 in Brice 1971 GFCL 3190, 3198, spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1967), Ghok, gisement 10 : 26 sp., gisement 14, fig. 5, p. 14 in Brice 1971 : 4 sp. Collection Lapparent (1963), zone axiale, Hajigak col de Khech, fig. 5, p. 10 in Brice 1971 : 10 sp. ; Collection Lapparent & Lavigne (1961), Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice 1971 : 3 sp. ; Collection Lang, (1967), Iraq (Bamian), 2 sp. ; Collection Lapparent (1963), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Kadjaou, fig. 1, p.6 in Brice 1971 : 12 sp. Frasnien.

Spinatrypa aff. *robusta* COPPER, 1967

Spinatrypa aff. *robusta* COPPER, 1967 in Brice 1971, p. 222, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Kadjaou, fig. 1, p. 6 in Brice 1971, niveaux 6, GFCL 3556, pl. 14, fig. 14, GFCL 3189, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Lavigne, (1963), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Kadjaou : 71 sp. ; Collection Boutière, Doni Yarchi, fig. 2, p. 8 in Brice 1971 coupe 10 : 4 sp. ; Collection Lapparent (1963), zone axiale, Hajigak col de Khech, fig. 5, p. 10 in Brice 1971 : 8 sp. Frasnien.

VARIATRYPIDAE COPPER, 1978 ; *Desquamatia* ALEKSEEVA, 1960 .

Desquamatia sp.

Desquamatia sp. in Brice 1971, p. 219-220, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 1, GFCL 3553, Pl. 14, fig. 11a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Paï, niveau 1 : 4 sp., Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice 1971 : 1 sp., Collection Lapparent (1963), Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice 1971 : 6 sp. ; Collections Lapparent & Lavigne, (1963), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Doni Yarchi, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, coupe 7, niveau 9 : 1 sp. ; Collection Desparmet (1967), coupe de Badragha, fig. 3, p. 10 in Brice 1971, niveau 775 : 24 sp. Givétien (?).

ATHYRIDIDA BOUCOT, JOHNSON & STATON, 1964

ATHYRIDIDINA BOUCOT, JOHNSON & STATON, 1964 ; ATHYRIDIDAE DAVIDSON, 1881 ; ATHYRIDINAE DAVIDSON, 1881 ; *Athyris* M'COY, 1844.

Athyris chitralensis REED, 1922

Athyris chitralensis REED, 1922 in Brice 1971, p. 224, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3d, GFCL 3186, Iraq (Bamian), fig. 1, p. 6 in Brice 1971, GFCL 3187, spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Lavigne (1961), Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice 1971 : 2 sp. Collection Lang, (1967), Iraq (Bamian), fig. 1, p. 6 in Brice 1971 : 2 sp. Collections Lapparent & Colleau, (1968), zone axiale, province de Ghor, Ghok, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, gisement 1 : 2 sp., gisement 14, fig. 5, p. 14 in Brice 1971 : 1 sp. Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3d : 7 sp. Givétien (?).

Athyris aff. *kaisini* RIGAUX, 1908

Athyris aff. *kaisini* RIGAUX, 1908 in Brice 1971, p. 224-225, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 1, GFCL 3557, pl. 14, fig. 10, GFCL 3185 spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Paï : 8 sp. Givétien (?).

Athyris intermedia NALIVKIN, 1937

Athyris intermedia NALIVKIN, 1937 in Brice 1971, p. 225-226, zone axiale, province de Ghor, Ghok, fig. 5, p. 14 in Brice 1971, gisement 2, GFCL 3558, pl. 14, fig. 22a-b, GFCL 3184 spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau (1968), zone axiale, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveaux 16a-b-c : 24 sp., gisement 1 : 1 sp., gisement 16, fig. 5, p. 14 in Brice 1971 : 1 sp. Famennien supérieur.

CLEIOTHYRIDININAE ALVAREZ, RONG & BOUCOT, 1998 ; *Cleiothyridina* BUCKMAN, 1906.

Cleiothyridina (?) *coloradensis* (GIRTY, 1900)

Cleiothyridina (?) *coloradensis* (GIRTY, 1900) in Brice 1971, p. 227-228, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b-c, GFCL 3397, pl. 14, fig. 20, niveau 16b, GFCL 3398, pl. 14, fig. 21, GFCL 3184, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau (1967-68), gisement 3 : 189 sp., gisement 16, fig. 5, p. 14 in Brice 1971 : 17 sp. Famennien supérieur.

Cleiothyridina cf. *reticulata* STAINBROOK, 1947

Remarque systématique. D'après Cooper & Dutro (1982) l'espèce *reticulata* STAINBROOK, 1947 appartient au genre *Crinisarina* COOPER & DUTRO, 1982 dont elle est l'espèce-type, mais, d'après Mottequin 2006 (p. 145), *Spirigera reticulata* GOSSELET, 1877 appartient aussi au genre *Crinisarina*. L'espèce *reticulata* STAINBROOK 1947 est donc un homonyme secondaire pour lequel Mottequin (2005) propose un nouveau nom *Crinisarina stainbrookii* nom nov.

Cleiothyridina cf. *reticulata* STAINBROOK, 1947 in Brice 1971, p. 228-229, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b, GFCL 3395, pl. 14, fig. 23a-b, GFCL 3396, pl. 14, fig. 24.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1967), zone axiale, Hajigak, fig. 57, p. 312 in Brice 1971, coupe 5 : 2 sp. Collections Lapparent & Colleau (1968), Ghok, gisement 1 : 8 sp., Ghok, gisement 3 : 98 sp. ; zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971 : 10 sp. Famennien supérieur, Zone d'Etrœungt.

PLICATHYRIDINAE ALVAREZ, 1990 ; *Anathyris* VON PEETZ, 1901.

Anathyris e.g. *heltersenii* (von BUCH, 1840)

Anathyris e.g. *heltersenii* (von BUCH, 1840) in Brice 1971, p. 226-227, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, Bokan sud, coupe 8, niveau 8, GFCL 3559, pl. 14, fig. 17, Doni Yarchi, coupe 7, GFCL 3183 spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Lavigne (1963), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Doni Yarchi, coupe 7 : 1 sp., Collection Boutière, (1966), Bokan sud, coupe 8, niveau 8 : 3 sp. ; Said Habib. Frasnien.

SPIRIGERILLINAE GRUNT, 1965 ; *Composita* BROWN, 1845.

Composita (?) *bellula* STAINBROOK, 1947

Composita (?) *bellula* STAINBROOK, 1947 in Brice 1971, p. 229-230, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b, GFCL 3394, pl. 14, fig. 18a-b.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau (1968), Ghok, gisement 3, 8 sp. ; zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3b : 1 sp. Famennien supérieur, Zone d'Etrœungt.

SPIRIFERIDA WAAGEN, 1883

SPIRIFERIDINA WAAGEN, 1883 ; ADOLFIOIDEA SARTENAER, 1966 ; ADOLFIDAE SARTENAER, 1966 ; *Adolfia* GUERIGH, 1909.

Adolfia sp.

Adolfia sp. in Brice 1971, p.112-113, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Doni Yarchi, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, marnes rouges sous le niveau à *Receptaculites*, GFCL 3460, pl. 5, fig. 5.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Doni Yarchi : 1 sp. Frasnien.

ECHINOSPIRIFERIDAE LIASHENKO, 1973 ; *Enchondrospirifer* BRICE, 1971.

Enchondrospirifer *ghorensis* BRICE, 1971

Enchondrospirifer *ghorensis* BRICE, 1971 in Brice, 1971, p. 176-179, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16, Holotype, GFCL 3516, pl. 8, fig. 3a-e, Paratypes GFCL 3215, GFCL 3515, pl. 8, fig. 4a-b, GFCL 3216, GFCL 3217, GFCL 3517, fig.-texte 41, GFCL 3218 spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3 : 6 sp. Famennien supérieur.

RIGAUXIIDAE BRICE, 1988 NON ECHINOSPIRIFERIDAE LIASHENKO, 1973, *Rigauxia* BRICE, 1988.

Précisions omises dans la diagnose H (5) 1714 l'absence de plaque delthyriale et extension Frasnien-Famennien cf. Brice 1988, p.371, Brice 1971 P ; 132 et Brice 1999, p. 283

Rigauxia *crassiplicata* (BRICE, 1971)

Rigauxia *crassiplicata* (BRICE, 1971) in Brice 1999, p. 283, GFCL 3789, topotype, pl. 1, fig. 1-3 = *Cyrtospirifer crassiplicatus crassiplicatus* sp. nov, subsp. nov. in Brice 1971, p. 132-137, Holotype, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, niveau 16b, GFCL 3478, pl. 9, fig. 1a-e, Paratypes : GFCL 3479, pl. 9, fig. 2a-e, GFCL 3480, pl. 9,

fig. 4, GFCL 3481, pl. 9, fig. 6, GFCL 3244-3245, GFCL 3482-3283, fig.-texte 28A-B, GFCL 3246 à 3251, spécimens mesurés ; = *Cyrtospirifer crassiplicatus crassiplicatus* Brice, 1971 in Djafarian & Brice, p. 2127 = *Cyrtospirifer crassiplicatus crassiplicatus* Brice in Brice, 1977, p. 272 ; = *Cyrtospirifer crassiplicatus crassiplicatus* in Brice *et al.*, 1978, tab. 1,

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16b-c : 37 sp.; zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3b-c : 4 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt.

Rigauxia cyrtinaeformis (BRICE 1971)

Rigauxia cyrtinaeformis (BRICE 1971) in Brice 1999, p. 283, = *Cyrtospirifer crassiplicata cyrtinaeformis* BRICE 1971, p. 137-142, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, niveau 16b, Holotype : GFCL 3484, pl. 9, fig. 3a-e, Paratypes : GFCL 3485, pl. 9, fig. 5, GFCL 3486, fig.-texte 30-31, GFCL 3235-3239.

GFCL 3240 à 3243, spécimens mesurés ; Djafarian & Brice, 1973, p. 2127 ; Brice, 1977, p. 272 ; Brice *et al.*, 1978, tab. 1,

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1967-68), Ghok, gisement 3, niveaux 16a-b-c : 80 sp.; Collection Lang, (1967), zone axiale, Iraq (Bamyan) : 8 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt.

SPIRIFERIDINA WAAGEN, 1883 ; CYRTOSPIRIFEROIDEA TERMIER & TERMIER, 1949 ; SPINOCYRTHIDAE IVANOVA, 1959 ; *Spinocyrtia* FREDERIKS, 1916.

Remarque systématique. L'espèce *ascendens* (SPRIERSTERSBACH, 1935) appartient au genre *Carpinaria* STRUVE, 1982

Spinocyrtia ascendens (SPRIERSTERSBACH, 1935) in Brice 1971, p.110-112, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 9, fig. 5, p. 14 in Brice 1971, GFCL 3459, pl. 5, fig.3.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 9 : 2 sp. Givétien.

AMBOCOELIOIDEA GEORGE, 1931; AMBOCOELIIDAE GEORGE, 1931; AMBOCOELIINAE GEORGE, 1931; *Crurithyris* GEORGE, 1931.

Crurithyris inflata (SCHNUR, 1853)

Crurithyris inflata (SCHNUR, 1853) in Brice 1971, p. 88-91, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice 1971, GFCL 3440, 3441, Pl. 6, fig. 1a-b, 2, GFCL 3442, fig.-texte 20.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent (1967), Ghok, gisement 9, fig. 5, p. 14 in Brice 1971 : 6 sp., gisement 10 : 28 sp. ; Collection Lapparent, (1963), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Chaghna, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, coupe 10 : 16 sp. ; Collection Boutière (1966), Said Habib : 50 sp. Givétien-Frasnien.

Crurithyris urii (FLEMING, 1828)

Crurithyris urii (FLEMING, 1828) in Brice 1971, p. 91-94, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16c, GFCL 3443, pl. 6, fig. 4a-f, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau 3c, GFCL3444, fig.-texte 21.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau (1968), Ghok, gisement 3 : 3 sp.; Robat-e-Paï, 7 sp. Collection Lang, (1967), Iraq (Bamian), fig. 1, p. 6 in Brice, 1971 : 1 sp. Famennien supérieur et Zone d'Etrœungt.

CYRTOSPIRIFEROIDEA TERMIER & TERMIER, 1949 ; CYRTOSPIRIFERIDAE TERMIER & TERMIER, 1949 ; *Cyrtospirifer* NALIVKIN in FREDERKS, 1924.

Cyrtospirifer verneuli echinosus LIACHENKO, 1958

Cyrtospirifer verneuli echinosus LIACHENKO, 1958 in Brice 1971, p.117-119, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice, 1971, GFCL 3462, pl. 7, fig. 6, GFCL 3463, pl. 7, fig.7a-b, GFCL 3464-3465, pl. 7, fig.8-9.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Lavigne, (1963), zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice, 1971 : 1 sp. ; Collection Lang, (1967), Iraq (Bamyan), fig. 1, p. 6 in Brice, 1971 : 1sp. Collection Lapparent, (1967), Ghok, gisement 10 : 10 sp. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Hajigak (col de Khech), coupe 11, fig. 4, p. 12 in Brice, 1971 : 2 sp. Frasnien inférieur.

Cyrtospirifer cf. *achmet* NALIVKIN, 1937

Cyrtospirifer cf. *achmet* NALIVKIN, 1937 in Brice 1971, p.119-120, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 6, fig. 5, p. 14 in Brice, 1971, GFCL 3466, pl. 5, fig. 12.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1967), Ghok, gisement 6 : 1 sp., gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice, 1971 : 10 sp. Frasnien.

Cyrtospirifer asiaticus nov. nom BRICE, 1971

Cyrtospirifer asiaticus nov. nom BRICE, 1971 in Brice 1971, p.123-128, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 16, fig. 5, p. 14, GFCL 3467, pl. 7, fig. 11a-c, pl. 8, fig. 6, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, GFCL 3468, pl. 8, fig. 5a-d, GFCL 3469, pl. 8, fig. 7a-b, GFCL 3470, fig.-texte 25, GFCL 3471, 3259, 3260, 3261 spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1963, 1967) Ghok, gisement 1 : 65 sp., gisement 17, fig. 5, p. 14 in Brice 1971 : 21 sp. Famennien inférieur.

Cyrtospirifer schelonius NALIVKIN, 1941

Cyrtospirifer schelonius NALIVKIN, 1941 in Brice 1971, p. 128-132, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice, 1971, GFCL 3472, pl. 7, fig. 1, GFCL 3473, pl. 7 fig.2, GFCL 3474, pl. 7, fig. 3a-d,

GFCL 3475, pl. 7, fig.4, GFCL 3476, pl. 7, fig. 5, GFCL 3477, fig.-texte 26-27, GFCL 3252 à 3258 : spécimens mesurés.

Remarque systématique : Sokiran (2006, p. 765) considère que parmi les 4 spécimens figurés, une seule : fig. 3a-d, « seems to be close to *C. schelonius* from the Main Devonian Field »

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1967), Ghok, gisement 10 : 56 sp. Frasnien moyen.

Cyrtospirifer orthogoniformis BRICE, 1999

Cyrtospirifer orthogoniformis BRICE, 1999 p. 283- 284, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, Holotype : GFCL 3487, pl. 7, fig. 10a-d in Brice 1971, Paratypes : GFCL 3168 à 3173, même localité et même niveau que l'holotype = *Cyrtospirifer quadratus* NALIVKIN, 1947 in Brice 1971, p. 142-145, GFCL 3488, fig.-texte 32, GFCL 3168 à 3174, spécimens mesurés ; = *Cyrtospirifer quadratus* Brice in Djafarian & Brice, p. 2125 ; = *Cyrtospirifer quadratus* Brice in Brice *et al.* , 1974, p. 213 ; = *Cyrtospirifer quadratus* in Brice, 1977, p. 271 ; = *Cyrtospirifer quadratus* in Brice *et al.* , 1978, tab. 1,

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1963, 1967), Ghok, gisement 1 : 37 sp. ; Collection Lang, (1967), zone axiale, Iraq (Bamyan) : 3 sp. Famennien inférieur.

CYRTIOSPINAЕ IVANOVA, 1972 ; *Uchtospirifer* LIACHENKO, 1957.

Uchtospirifer multiplicatus BRICE, 1971

Uchtospirifer multiplicatus BRICE, 1971, p.146-149, zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice, 1971 niveau 2, Holotype GFCL 3490, pl. 10, fig. 1a-d, fig. 4, Paratypes GFCL 3489, pl. 9, fig. 10a-d, GFCL 3166-3167, GFCL 3491, fig.-texte 33.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1963), Zard Sang, niveau 2 : 9 sp. Frasnien.

Uchtospirifer multiplicatus minor BRICE, 1971

Uchtospirifer multiplicatus minor BRICE, 1971, p.149-152, zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice, 1971, niveau 2, Holotype GFCL 3493, pl. 10, fig. 2a-d, Paratypes GFCL 3494, pl. 10, fig. 3a-d, GFCL 3273-3275, GFCL 3495, fig.-texte 34.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1963), Zard Sang, niveau 2 : 9 sp., Ghok, gisement 10, fig. 61, p. 317 in Brice, 1971 : 2 sp Frasnien.

Uchtospirifer sp.

Uchtospirifer sp. in Brice 1971, p. 152-154, zone axiale, Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice, 1971, niveau 2, GFCL 3496, pl. 9, fig. 9a-d, GFCL 3234, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1963), Zard Sang, niveau 2 : 2 sp. Frasnien.

Dmitria SIDIACHENKO, 1961

Dmitria seminoi (VERNEUIL, 1850)

Dmitria seminoi (VERNEUIL, 1850) in Brice, 1971, p. 163-167; zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 2, fig. 5, p. 14 in Brice, 1971, GFCL 3505, pl. 8, fig. 1a-c, GFCL 3506, pl. 8, fig. 2a-b, GFCL 3507, fig. texte 38, GFCL 3226, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, (1963,1967), Ghok, gisement 2 : 105 sp. Collections Lapparent & Colleau, (1968), zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971 : 11 sp. ; Collection Lang, Iraq (Bamian), (1967-68) : 10 sp. Partie inférieure du Famennien supérieur.

Syringospira KINDLE, 1909

Syringospira prima KINDLE, 1909

Syringospira prima KINDLE, 1909 in Brice, 1971, p. 172-174, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, GFCL 3512, pl. 9, fig. 7a-c, GFCL 3513, pl. 9, fig. 8, GFCL 3514, fig. texte 40.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3 : 3 sp, Famennien supérieur.

Dichospirifer BRICE, 1971

Dichospirifer thylakistoides BRICE, 1971

Dichospirifer thylakistoides BRICE, 1971 in Brice 1971, p. 194-198, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau, 16a, Holotype, GFCL 3531, pl. 12, fig. 1, Paratypes : GFCL 3530, pl. 12, fig. 2, GFCL 3202, GFCL 3203, GFCL 3533, fig.-texte 47.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau Ghok, (1968), gisement 3 : 15 sp, zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971 : 1 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt.

Dichospirifer piriformis BRICE, 1971

Dichospirifer piriformis BRICE, 1971, p. 198-201, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau, 16b-c, Holotype, GFCL 3534, pl. 12, fig. 3a-c, spécimen n° 11 J 224 Collection Hommaire de Hell figuré par Vandercammen (1967, pl. IV, fig. 1 à 7), Paratypes : GFCL 3200, GFCL 3535, pl. 12, fig. 4a-b, 5a-c, GFCL 3201, GFCL 3536, fig.-texte 48.

Matériel, collections, distribution géographique. Ghok, Collections Lapparent & Colleau, (1968), gisement 3 : 11 sp, Forteresse de Tuwa (Perse) Collection Hommaire de Hell, 1 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt.

Dichospirifer (?) sp.

Dichospirifer (?) sp. in Brice, 1971, p. 201-204, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b, GFCL 3537, pl. 12, fig. 6a-c, GFCL 3538, fig.-texte 49.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), gisement 3, niveau 16b : 2 sp. Famennien supérieur.

Platyspirifer GRABAU, 1931

Platyspirifer minutes BRICE, 1971

Platyspirifer minutus BRICE, 1971 in Brice, 1971, p. 168-171; zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 1, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, Holotype, GFCL 3508, pl. 10, fig. 5a-e, Paratypes GFCL 3509, pl. 10, fig. 6a-e, GFCL 3511, fig. texte 39, GFCL 3219, GFCL 3220, GFCL 3221-3222, spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Lapparent, Ghok, (1963, 1967), gisement 1 : 13 sp., gisement 2, fig. 5, p. 14 in Brice, 1971 : 2 sp., Collection Lapparent, (1961), Zard Sang, fig. 60, p. 316 in Brice, 1971 : 1 sp. Collection Lang, (1967), Iraq (Bamyan), 5 sp. Famennien inférieur.

SPIRIFEROIDEA KING, 1846; SPIRIFERIDAE KING, 1846; PROSPIRINAE CARTER, 1974; *Prospira* MAXWELL, 1954.

Prospira struniana (GOSSELET, 1879)

Prospira struniana (GOSSELET, 1879) in Brice 1997, p. 68-73, pl. 1, fig. 1-6, fig.-texte 1, GFCL 4692, pl. 1, fig. 6 = *Eobrachythyris strunianus strunianus* (GOSSELET, 1879) in Brice 1971, zone axiale, province de Ghor, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, p. 186-190, niveaux 16b-c : GFCL 3525, pl. 13, fig. 5a-d, 3526, pl. 13, fig. 6, zone axiale, Robat-e-Paï, niveau 3b, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, GFCL 3524, pl. 13, fig. 4a-e, GFCL 3527, fig.-texte 45.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16b-c : 9 sp.; Robat-e-Paï, niveau 3b : 4 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt.

Prospira lapparenti BRICE, 1999

Prospira lapparenti BRICE, 1999 in Brice 1999, p. 284-285, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b, Holotype : GFCL 3528, pl. 13, fig. 7a-e in Brice 1971, Paratypes : GFCL 3529, 3204, 3205, 3206, 3794, pl. 2, fig. 6 = *Eobrachythyris strunianus alatus* (GOSSELET, 1879) in Brice 1971, p. 190-192, GFCL 3206, fig.-texte 46 B,C et GFCL 3529 de zone axiale, Robat-e-Paï, niveau 3c, fig. 64, p. 325 in Brice 1971 ; = *Eobrachythyris strunianus alatus* (GOSSELET, 1879) in Djafarian & Brice, 1973, p. 2127 ; Brice, 1977, p. 272, 273 ; Brice, 1997, p. 72.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16b-c : 18

sp.; Robat-e-Paï, niveau 3b-c : 4 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt

Unispirifer CAMPBELL, 1957

Unispirifer persianum BRICE, 1999

Unispirifer persianum BRICE, 1999, p. 285, = *Unispirifer* e.g. *mediocris* (TOLMATCHOFF 1924) in Brice 1971, p. 179-181, zone axiale, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b, Holotype GFCL 3518, in Brice 1971, pl. 11, fig. 7a-e, Paratypes : GFCL 3212-3214, GFCL 3519, fig.-texte 42 et GFCL 3791 in Brice 1999, pl. 1, fig. 7 et pl. 2, fig. 1-2 = *Unispirifer* e.g. *mediocris* (TOLMATCHOFF 1924) in Brice et al. 1978, tabl. 1

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16b-c : 28 sp.; zone axiale Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 3c : 1 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt.

Eobrachythyris BRICE, 1971 émendation Brice, 1997, p. 72

Eobrachythyris proovalis BRICE, 1971

Eobrachythyris proovalis BRICE, 1971 in Brice 1971, p. 183-186, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b, Holotype, GFCL 3520, pl. 13, fig. 1a-f, Paratypes : GFCL 3521, pl. 13, fig. 2a-b, GFCL 3210, GFCL 3522, pl. 13, fig. 3a-b, GFCL 3211, GFCL 3523, fig.-texte 43.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3, niveaux 16b-c : 7 sp., Famennien supérieur et zone d'Etrœungt (?).

DELTHYRIDINA IVANOVA, 1972 ; DELTHYRIDOIDEA PHILLIPS, 1841 ; DELTHYRIDIDAE PHILLIPS, 1841 ; *Ivanothyris* HAVLICEK, 1957.

? *Ivanothyris gibbosa* (BARRANDE, 1879)

? *Ivanothyris gibbosa* (BARRANDE, 1879) in Brice 1971, p. 100-101, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, coupe G, GFCL 3451, pl. 5, fig. 11

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Boutière (1965), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, coupe G : 5 sp. Gedinnien (?).

Xenospirifer HOU & XIAN, 1975 in Treatise revised H (5) p. 1827 = *Plectospirifer* GRABAU, 1931.

cf. *Plectospirifer fongi* GRABAU, 1931 in Brice 1971, p. 114, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Ghoudjerak, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, coupe G, GFCL 3461, pl. 5, fig. 9.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection Boutière (1965), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, coupe G : 1 sp. Dévonien moyen.

HYSTEROLITIDAE TERMIER & TERMIER, 1949 ;
HYSTEROLITINAE TERMIER & TERMIER, 1949 ; *Arduspirifer*
MITTMEYER, 1972 .

Euryspirifer intermedius BRICE, 1971

Remarque systématique : l'espèce *intermedius*
(SCHLOTHEIM, 1820) appartient au genre *Arduspirifer*
MITTMEYER, 1972 ; *Arduspirifer intermedius*
(SCHLOTHEIM, 1820) = *Euryspirifer intermedius* in Brice
1971, p. 109-110, Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar, Doni
Yarchi, fig. 2, p. 8 in Brice 1971, niveau 7, GFCL 3458, pl.
5, fig. 6.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections
Lapparent & Lavigne (1963), Montagnes centrales, Dacht-e-Nawar,
Doni Yarchi, niveau 7 : 1 sp. Eifelien.

MUCROSPIRIFERIDAE BOUCOT, 1959; MUCROSPIRIFERINAE
BOUCOT, 1959; *Eleutherokomma* CRICKMAY, 1950.

Eleutherokomma robotense BRICE, 1971

Eleutherokomma robotense BRICE, 1971, p. 101-106,
zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau
1, Holotype GFCL 3453, pl. 6, fig. 9a-d, Paratypes GFCL
3452, pl. 6, fig. 8a-d, GFCL 3454, pl. 6, fig. 10a-d, GFCL
3455, pl. 6, fig. 11a-d, GFCL 3456, pl. 6, fig. 12a-d, GFCL
3457, fig.-texte 24, GFCL 3266 à 3269.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections
Lapparent & Colleau (1968), Robat-e-Paï, niveau 1 : 35 sp. Dévonien
moyen (Givétien ?).

RETICULARIOIDEA WAAGEN, 1883; RETICULARIIDAE
WAAGEN, 1883; *Reticulariopsis* FREDERICKS, 1916.

Reticulariopsis lemaitreae BRICE, 1971

Reticulariopsis lemaitreae BRICE, 1971, p. 204-207,
zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau
1, Holotype GFCL 3539, pl. 12, fig. 7a-d, Paratypes : GFCL
3541, pl. 12, fig. 9a-c, GFCL 3542, pl. 12, fig. 10a-b, GFCL
3540, pl. 12, fig. 8, GFCL 3543, fig. texte 50A-B, GFCL
3539, pl. 12, fig. 7a-d, GFCL 3446, spécimen mesuré.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections
Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Paï : 22 sp. Dévonien moyen.

THOMASARIIDAE COOPER & DUTRO, 1982; *Thomasaria*
STAINBROOK, 1945.

Thomasaria aff. *gibbosa* VANDERCAMMEN, 1956

Thomasaria aff. *gibbosa* VANDERCAMMEN, 1956 in
Brice 1971, p. 94-95, zone axiale, Hajigak, fig. 3, p. 12 in
Brice 1971, coupe 11, GFCL 3445, Pl. 6, fig. 3a-b, fig.-texte
22.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections
Lapparent & Colleau (1968), Hajigak, coupe 11 : 1 sp. Givétien-
Frasnien.

ELYTHIDAE FREDERIKS, 1924 ; TORYNIFERELLINAE in
CARTER ICARTER, JOHNSON, GOURVENNEC & HOU, 1994 ;
Toriniferella WEYER, 1967

Toriniferella echinulata BRICE, 1971

Toriniferella echinulata BRICE, 1971 in Brice 1971, p.
208-211, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3,
fig. 62, p. 318 in Brice 1971, niveau 16b, Holotype GFCL
3544, pl. 12, fig. 11a-c. Paratypes : GFCL 3545, pl. 11, fig.
12, GFCL 3547, 3195, GFCL 3547 fig.-texte 51, GFCL
3228-3230, GFCL 3195-3197 spécimens mesurés. Brice
1999, p. 286-287, GFCL 3196, pl. 4, fig. 4-7 and Brice, 1999,
p. 286-287, pl. 4, fig. 4-7

Matériel, collections, distribution géographique. Collections
Lapparent & Colleau, (1968), Ghok, gisement 3 : 11 sp.; zone
axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971 : 1 sp. Famennien
supérieur et zone d'Etrœungt

SPIRIFERINIDA CARTER & JOHNSON, 1994 ;
CYRTINIDINA CARTER & JOHNSON, 1994 ; CYRTINOIDEA
FREDERKS, CYRTINIDAE FREDERIKS, 1911 ; *Cyrtina*
DAVIDSON, 1859.

Cyrtina heteroclita pedunculata BRICE, 1971

Cyrtina heteroclita pedunculata BRICE, 1971, p. 91-99,
zone axiale, Robat-e-Paï, fig. 64, p. 325 in Brice 1971, niveau
1, Holotype GFCL 3448, pl. 6, fig. 6a-d, Paratypes GFCL
3447, pl. 6, fig. 5a-d, GFCL 3450, 3270, 3271, 3449 : fig.-
texte 23, 3472, 3473 : spécimens mesurés.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections
Lapparent & Colleau (1968), Robat-e-Paï, 19 sp. Dévonien moyen.

FAMILLE ET GENRE INDETERMINES

"Spirifer" rhukensis BRICE, 1971

"Spirifer" rhukensis BRICE, 1971 in Brice 1971, p. 211-
214, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 10, fig.
61, p. 317 in Brice, 1971, Holotype GFCL 3548, pl. 5, fig.
1a-f, Paratypes GFCL 3550, pl. 5, fig. 4a-b, GFCL 3549, pl.
5, fig. 2a-e, GFCL 3193, 3551, fig.-texte, 52.

Matériel, collections, distribution géographique. Collection
Lapparent, (1967), Ghok, gisement 10 : 6 sp. Frasnien (moyen ?).

« *Cyrtiopsis* » *lapparenti* BRICE, 1971

Remarque systématique. Suite à la révision du genre *Cyrtiopsis* par
Ma & Day (1999), il apparaît que les deux espèces d'Afghanistan
initialement rangées dans ce genre ne lui appartiennent pas. Leur
attribution générique est en cours d'étude

« *Cyrtiopsis* » *lapparenti* BRICE, 1971 in Brice 1971, p.
155-159, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3,
fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16, Holotype GFCL
3497, pl. 11, fig. 4a-e, Paratypes GFCL 3499, pl. 11, fig. 6a-f,

GFCL 3498, pl. 11, fig. 5a-e, GFCL 3231-3233, GFCL 3500, fig.-texte 35-36.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1967-68), Ghok, gisement 3 : 59 sp. Collection Lang, (1967), Iraq (Bamyan) : 1 sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt (?).

« *Cyrtiopsis* » *graciosa chakhaensis* BRICE, 1971

« *Cyrtiopsis* » *graciosa chakhaensis* BRICE, 1971 in Brice 1971, p. 159-163, zone axiale, province de Ghor, Ghok, gisement 3, fig. 62, p. 318 in Brice, 1971, niveau 16b-c, Holotype GFCL 3501, pl. 11, fig. 1a-e, Paratypes GFCL 3503, pl. 11, fig. 3a-e, GFCL 3227, GFCL 3502, pl. 11, fig. 2, GFCL 3502, 3228-3230.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1967-68), Ghok, gisement 3 : 94sp. Famennien supérieur et zone d'Etrœungt (?).

TEREBRATULIDA WAAGEN, 1993

TEREBRATUTINA WAAGEN, 1993 ; STRINGOCEPHALOIDEA KING, 1850 ; STRINGOCEPHALIDAE KING, 1850 ; STRINGOCEPHALINAE, KING, 1850, *Stringocephalus* DEFRANCE IN DE BLAINVILLE, 1825.

Stringocephalus aff. *burtini* DEFRANCE IN DE BLAINVILLE, 1825

Stringocephalus aff. *burtini* IN BRICE & MISTIAEN, 1980, p. 852-853, Montagnes Centrales d'Afghanistan, 4km au Nord du col de Ghoudjerak, fig. 1, pl. 2 fig. 1,2,5,6, GFCL 1668'-1671', 1673'

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Brice & Mistiaen (1976), Montagnes Centrales d'Afghanistan, 4km au Nord du col de Ghoudjerak, Brice & Mistiaen, fig. 1, 3 spécimens et 3 fragments. Givétien.

Parastringocephalus STRUVE, 1965

Stringocephalus (*Parastringocephalus*) = *Parastringocephalus dewalense* BRICE, 1980 in Brice et Mistiaen, 1980, p. 853-854, Montagnes Centrales d'Afghanistan, 4km au Nord du col de Ghoudjerak, fig. 1, pl. 1, fig. 1-8, pl. 2 fig. 3, 4, 7, 8. GFCL 1655'- 1660', 1672'. Holotype GFCL 1655', pl. 1, fig. 2a-b, Paratypes GFCL 1656' à 1661', pl. 1 fig. 1a-c, 3a-c, 4, 5, 8.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Brice & Mistiaen (1976), Montagnes Centrales d'Afghanistan, 4km au Nord du col de d, Brice & Mistiaen, fig. 1, 6 spécimens bivalves, 8 valves ventrales. Givétien.

RENSELANDIINAE CLOUD, 1942 ; *Rensselandia* HALL, 1867 = *Newberria* HILL in WHITEAVES, 1891 d'après Treatise revised, 5, p. 2007

Rensselandia aff. *circularis* (HOLZAPFEL, 1912)

Rensselandia aff. *circularis* (HOLZAPFEL, 1912) in Brice et Mistiaen, 1980, p. 853-854, Montagnes Centrales d'Afghanistan, 4km au Nord du col de Ghoudjerak, fig. 1, p. 854, pl. 2, fig. 8a-b, GFCL 1674'.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Brice & Mistiaen (1976), Montagnes Centrales d'Afghanistan, 4km au Nord du col de Ghoudjerak, Brice & Mistiaen, fig. 1, 2 spécimens incomplets. Givétien.

CRYPTONELLOIDEA THOMSON 1926, CRYPTONELLIDAE, THOMSON, 1926; *Cryptonella* HALL, 1861.

Cryptonella (?) *triplicata baidarca* NALIVKIN, 1937

Cryptonella (?) *triplicata baidarca* NALIVKIN, 1937 in Brice 1971, p. 256, zone axiale, Robat-e-Pai, fig. 64, p. 325 in Brice, 1971, niveau 3b, GFCL 3374-3375, pl. 14, fig. 25a-c-26.

Matériel, collections, distribution géographique. Collections Lapparent & Colleau, (1968), Robat-e-Pai, niveau 3b : 13 sp. Famennien supérieur (Zone d'Etrœungt ?).

BIBLIOGRAPHIE

BRICE D. (1967). — Deux nouvelles espèces de Rhynchonelloidea dans le Dévonien supérieur d'Afghanistan central. *Annales Société Géologique du Nord*, 87 (2) : 95-105.

BRICE D., COLLEAU A. & LAPPARENT A. F. DE (1969). — Sur la stratigraphie du Dévonien de Ghok (province de Ghor, Afghanistan). *Compte Rendu Académie des Sciences*, Paris, série D, 269 : 2856-2858.

BRICE D. (1971). — Etude paléontologique et stratigraphique du Dévonien de l'Afghanistan. *Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient*, 11 : 1-364.

BRICE D. (1985). — Tableau de répartition des principaux genres et espèces de Brachiopodes, cités dans le texte, provenant de 154 gisements. In "Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan" Mistiaen B. *Mémoire de la Société géologique du Nord*, Lille, 11 (1) Annexe I : 333-336.

BRICE D. (1996). — Uppermost Devonian and basal Carboniferous brachiopods from Afghanistan and Iran. In "The Carboniferous of the World. The Former USSR, Mongolia, Middle Eastern Platform, Afghanistan & Iran". Wagner R.H. et al. (Eds.) III Afghanistan : 486-487.

BRICE D. (1997). — Clarification sur la position systématique de *Spirifer strunianus* GOSSELET, 1879, Brachiopode du Famennien supérieur de l'Avesnois (N. France). Emendation du genre *Eobrachythyris* BRICE, 1971. *Geobios*, Mém. spécial 20 : 61-67.

BRICE D. (1999). — New data on systematics of some Famennian spiriferid brachiopods from Afghanistan and Iran. *Senckenbergiana lethaea*, 79 (1) : 281-295.

- BRICE D. & Farsan M. (1977). — Brachiopods in the Upper Devonian of Robot-e-Paï (Afghanistan). Discovery of the genera *Ladogia* Nalivkin, 1941 and *Eoparaphorhynchus* Sartenaer, 1961 (Rhynchonellida). *Annales de la Société géologique du Nord*, 96 : 225-232.
- BRICE D. & MISTIAEN B. (1980). — Découverte de *Stringocephalus* et autres Stringocephalidae (Brachiopodes Terebratulida) dans le Givétien d'Afghanistan. *Geobios*, Lyon. 13 (6) : 849-859.
- BRICE D., JENNY J., STAMPFLI G. & BIGEY, F. (1978). — Le Dévonien de l'Elbourz oriental: stratigraphie, paléontologie (Brachiopodes et Bryozoaires), Paléogéographie. *Rivista italiana di paleontologia*, 84 (1) : 1-56.
- BRICE D & MISTIAEN B. (1980). — Découverte de *Stringocephalus* et autres Stringocephalidae (Brachiopodes Terebratulida) dans le Givétien d'Afghanistan. *Géobios*, Lyon. 13 (6) : 849-859.
- DJAFARIAN A.M. & BRICE D. (1973). — Biostratigraphie des Brachiopodes dans le Famennien supérieur de la région d'Ispahan (Iran Central). Mise en évidence de la zone d'Etroeungt. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Paris, 276 : 2125-2128.
- LEGRAND-BLAIN M. (1991) — Les Brachiopodes Productacés *Spinocariniifera nigra* (GOSSELET, 1888) et formes voisines dans le Dévono-Dinantien du Nord de la France et de la Belgique. *Annales de la Société géologique du Nord*, 1 (2ème série) : 25-52.
- MA & DAY (1999)- The late Devonian brachiopod *Cyrtiopsis davidsoni* GRABAU, 1923, and related forms from Central Hunan of south China. *Journal of Paleontology*, 73(4): 608-624.
- MISTIAEN B., BRICE D. & P. DEVILLE (2008) — Recherches et richesses paléontologiques : Le patrimoine géologique de « la Catho » (Université catholique de Lille). *Annales de la Société géologique du Nord*, 14 (2^{ème} série) : 1-5.
- MITTMAYER H.G. (1972) — Delthyrididae und Spinocyrtiidae (Brachiopoda) des tiefsten Ober-Ems im Mosel-Gebiet (Ems-Quarzit, Rheinisches Schiefergebirge). *Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen*. 1 : 82-121.
- MOTTEQUIN B (2005) — *Les Brachiopodes de la transition Frasnien/Famennien dans le Bassin de Namur-Dinant (Belgique)*. *Systématique-Paléoécologie-Biostratigraphie-Extinctions*. PH.D. thesis. Université de Liège, Liège, 427 p.
- NALIVKIN D. V. (1975) — Brachiopoda In Stepanov D. L. (Ed.) Paleontological atlas of Carboniferous deposits of the Urals. *VNIGRI, Trudy* 383: 154-203 (En russe).
- SARTENAER P. (1970). — Nouveaux genres Rhynchonellides (Brachiopodes) du Paléozoïque. *Bulletin Institut Royal Sciences naturelles Belgique*, 46, 32 p.
- SARTENAER P. (2001). — Révision of the rhynchonellid brachiopod genus *Ripidiorhynchus* SARTENAER. *Geologica Belgica* (2000)3/3-4: 191-213.
- SARTENAER P. & PLODOWSKI (1975). — Importance stratigraphique et répartition stratigraphique du genre rhynchonellide *Araratella* n. gen. Du Famennien supérieur. *Bulletin Institut Royal Sciences naturelles Belgique*, 51(8), 34 p.
- SOKIRAN E. V. (2006). — Early-Middle Frasnian cyrtospiriferid brachiopods from the East European Platform. *Acta Palaeontologica Polonica*, 51(4) : 759-772.
- STRUVE W. (1982). — Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 23. Schaltier-Faunen aus dem Devon des Schwarzbach-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.

ANNEXE

Nombre de brachiopodes étudiés = 3730 sp. appartenant aux collections suivantes et provenant de différents gisements d'Afghanistan

Collections Lapparent et Lapparent & Colleau, zone axiale : 3164 sp.

Ghouk : gis. 1 : 235 sp. ; gis. 2 : 137 sp. ; gis. 3 : 1782 sp. ; gis. 6 : 14 sp. ; gis. 7 : 7 sp. ; gis. 9 : 8 v ; gis. 10 : 195 sp. ; gis. 13-14 : 28 sp. ; gis. 16 : 166 sp. ; gis. 17 : 21 sp. ; gis. 19 : 27 sp. Total = 2620 sp.

Hajgak : c 5 : 9 sp. ; c 6 : 4 sp., c 6 & 11 : 27 sp. ; c 11 : 17 sp. ; col de Chech : 22 sp. Total = 79 sp.

Robot-e-Paï : 360 sp.

Zard Sang : 105 sp.

Collections Lapparent et Lapparent & Lavigne, Montagnes centrales, Dacht-e Nawar : 232 sp.

Chaghna : c 8 : 1 sp. ; c 10 : 120 sp. Total = 121 sp.

Doni Yarchi : c 7 : 10 sp.

Kadjao : 101 sp.

Collections Lapparent & Boutière, Montagnes centrales Dacht-e Nawar : 173 sp.

Bokan sud : c 8 : 57 sp.

Chaghna : 12 sp.

Ghoudjerak-Chaghna : c G : 21 sp. ; c O : 4 sp. ; c Said Habib : 60 sp. ; c 10 : 11 sp Total = 96 sp.

Sar-e Karnala : 8 sp.

Collection Lang, zone axiale : 91 sp.

Iraq (Bamian) : 91 sp.

Collection Desparmet, Montagnes centrales, Dacht-e Nawar : 48 sp.

Badragha : col d'Unai : 48 sp.

Collections Brice & Mistiaen, Montagnes centrales, Nord du col de Ghoudjerak : 20 sp.

TRILOBITES DEVONIENS DE FERQUES, BOULONNAIS, NORD DE LA FRANCE : MIGRATIONS ET PALEOBIOGEOGRAPHIE

Devonian Trilobites from Ferques, Boulonnais, North-France : Migrations and Palaeobiogeography

par Pierre MORZADEC(*), Denise BRICE(**) et Christian LOONES(***)

(Planche I)

Résumé. — La découverte de nouveaux trilobites dans le Dévonien (Givétien et Frasnien) du Boulonnais (Nord de la France) complète notre connaissance de la faune de cette région et confirme la domination, parmi ces trilobites, de la sous-famille Asteropyginae, groupe typiquement rhénan. L'arrivée dans le Boulonnais au Givétien moyen, zone à *varcus*, de *Eldredgeops* gr. *rana*, espèce de l'Eifélien supérieur-Givétien nord-américain, confirme les migrations fauniques ouest-est et les relations paléobiogéographiques déjà mises en évidence par les faunes benthiques entre ces deux domaines pendant cette période.

Abstract. — The new trilobites found in the Devonian (Givetian-Frasnian) from Boulonnais (North-France) enlarge our knowledge on the fauna of this region and confirm the rule, among these trilobites, of the Asteropyginae sub-family, typical rhenish group. The arrival in the Boulonnais during the Middle Givetian, *varcus* Zone, of *Eldredgeops* gr. *rana*, Upper Eifelian-Givetian North American species, confirm the west – east faunal migrations and the paleobiogeographical relations, previously clearly indicated by the benthic faunas, between these two domains during this period.

I. — INTRODUCTION

En 1988 dans le cadre de l'important mémoire intitulé : le Dévonien de Ferques, Boulonnais (Nord de la France) (Brice édit.), 12 espèces de trilobites du Givétien et du Frasnien du Boulonnais avaient été décrites et figurées (Morzadec, 1988). La récolte d'un nouveau matériel par Christian Loones permet de compléter et de préciser la composition et la répartition de ces faunes de trilobites. En 1988 l'essentiel de la faune décrite venait de la Formation de Beaulieu d'âge frasnien, faune dominée par la sous-famille Asteropyginae alors que les nouveaux échantillons sont surtout Givétien. Cette différence d'âge se traduit essentiellement par une meilleure représentation, parmi ces nouveaux échantillons, des Phacopinae dont le genre *Phacops* avait seulement été cité en 1988. Le nouveau matériel étudié a été récolté dans trois formations :

— dans la Formation de Blacourt, Membre du Griset, niveau C, zone à *varcus* inférieure et Membre de Couderousse, zone à *varcus* moyenne à supérieure, Givétien moyen ; carrière du Banc Noir.

— dans la Formation de Beaulieu, Membre des Pâtures, niveau C, Frasnien, zone à *asymmetricus* moyenne ; tranchée au nord de la carrière de la Parisienne.

— dans la Formation de Ferques, Membre Gris, Frasnien, zone à *Ancyrognathus triangularis* (?) cf. Brice 2003, p. 414 ; carrière de la Parisienne.

Pour la localisation géographique des gisements et leur position stratigraphique on se reportera au mémoire de 1988, p. 9-11 (Brice édit.).

Malheureusement malgré des recherches intensives sur le terrain, ces trilobites restent rares et le matériel récolté ne permet pas toujours une détermination spécifique. Six formes différentes ont été reconnues : *Scutellum* (*Scutellum*) cf. *lummatonensis* Selwood, 1966, *Eldredgeops* gr. *rana* (Green, 1832), *Heliopyge briceae* Morzadec, 1988, *Heliopyge* cf. *briceae*, *Heliopyge briceae*?, Proetida indet.

Les types et figurés MGL 1615 à 1622 sont conservés dans les collections du Musée d'Histoire naturelle de Lille, 19 rue de Bruxelles, 59000 LILLE.

(*) 17 rue du Hyl, 35510 CESSON-SÉVIGNÉ (France)

(**) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique Faculté Libre des Sciences et Technologies. 41 rue du Port, 59046 LILLE-CEDEX

(***) 10 rue Gustave Courbet, 59120 LOOS

II. — ETUDE SYSTEMATIQUE

Le matériel étudié fait partie des collections Christian Loones déposées au Musée d'Histoire naturelle de Lille.

Sous-Famille *Scutelluidae* R. & E. Richter, 1955

Genre *SCUTELLUM* Pusch, 1833

Espèce-type : *Scutellum costatum* Pusch, 1833

Scutellum (Scutellum) cf. *lummatonensis* Selwood, 1966.

(Pl. I, fig. 7)

Matériel et gisement : 1 pygidium incomplet, moule externe, carrière du Banc Noir, Formation de Blacourt, Membre du Griset, zone à *varcus*, Givétien.

Description

Cet unique pygidium incomplet est peu bombé. Le rachis en relief, de contour triangulaire est délimité par un sillon profond. Les lobes pleuraux présentent 7 paires de côtes assez plates séparées par des sillons étroits près du rachis et qui s'élargissent vers la bordure du pygidium sans l'atteindre. La bifurcation de la côte médiane est à peine marquée dans sa partie distale. Une petite partie de l'ornementation constituée de fins granules est conservée sur le rachis et quelques côtes.

Par son contour, la forme aplatie des côtes, le tracé des sillons pleuraux et son ornementation fine (Selwood 1966, pl. 2 figs. 1 et 8), cet unique pygidium peut-être rapproché de *Scutellum (Scutellum) lummatonensis* Selwood, 1966 du Givétien de Lummaton dans le Devon en Grande Bretagne.

Ce pygidium est différent des trois formes du genre *Scutellum* décrites antérieurement des formations du Frasnien du Boulonnais (Morzadec 1988, p. 494-495)

Sous-Famille *Phacopinae* Hawle & Corda, 1847

Genre *ELDREDGEOPS* Struve, 1990

Espèce-type : *Phacops rana* var. *milleri* Stewart, 1927

Eldredgeops gr. *rana* (Green, 1832)

(Pl. I, figs. 2-4)

Matériel et gisement : 1 carapace entière enroulée et écrasée, 2 céphalons, 2 pygidiums ; carrière du Banc Noir, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme C, zone à *varcus*, inférieure, Givétien.

Description

Céphalon de contour semi-circulaire, faiblement bombé transversalement, à bord antérieur sub-vertical. La glabellule est limitée par un fin sillon antérieur ; sa surface est plus élevée que le niveau des yeux. Cette surface est ornée de gros tubercules arrondis dont la taille diminue vers l'avant. L'anneau occipital est large, orné de fins granules. L'anneau intercalaire porte un gros tubercule médian et est limité par

des sillons S1 profonds. Les sillons S2 et S3 sont à peine marqués. Les yeux sont longs, ils touchent les sillons postérieurs des joues. Les lobes palpébraux sur lesquels la ligne de suture est bien visible, sont limités par des sillons nets. La surface visuelle est composée de 18 files verticales de lentilles avec 4 lentilles maximum par file. Les joues fixes sont arrondies, peu étirées vers l'arrière et ornées de quelques granules.

Le pygidium de contour semi-circulaire, deux fois plus large que long, présente un rachis constitué de 10 anneaux. Ce rachis se prolonge postérieurement jusqu'au bord du pygidium par une petite crête. Sur les lobes pleuraux on compte 5 paires de côtes pleurales bombées, séparées par de profonds sillons pleuraux. Seules les 2 à 3 paires de sillons interpleuraux antérieurs sont visibles.

Discussion

Je rapporte ce matériel à *Eldredgeops* gr. *rana* (Green, 1832) sans pouvoir préciser la détermination compte-tenu du peu d'exemplaires disponibles. Ce groupe est connu en particulier dans le Givétien de l'Ontario, du Michigan, des Appalaches en Amérique du Nord (Eldredge, 1972, p. 94-95). On retrouve sur le matériel du Boulonnais de nombreux caractères de ce groupe : contour général arrondi, ornementation de gros tubercules, 18 files dorso-ventrales de lentilles oculaires. Sur le pygidium la petite crête post-rachidiale est également figurée chez *Eldredgeops rana* par Eldredge (1972, fig. 4d). Ce Phacopinae du Boulonnais par son ornementation et la morphologie de son anneau intercalaire est voisin de *E. rana crassituberculata* (Stumm, 1953) du Givétien d'Amérique du Nord mais les yeux sont plus développés chez l'espèce américaine. On trouve des caractères communs en particulier l'ornementation, le même nombre de files de lentilles oculaires avec *E. rana milleri* Stewart, 1927 également du Givétien d'Amérique du Nord. *Eldredgeops rana tindoufi* (Burton & Eldredge, 1974) du Givétien du Nord de l'Afrique par sa forme générale, son ornementation, son anneau intercalaire, a des affinités avec *E. gr. rana* de Ferques mais possède des surfaces visuelles plus grandes.

Sous-Famille *Asteropyginae* Delo, 1935

Genre *HELIOPYGE* Haas & Mensink, 1970

Espèce-type : *Asteropyge (Comura) helios* R. & E. Richter, 1926

Heliopyge briceae Morzadec, 1988

(Pl. I, fig. 6)

v. 1988 *Heliopyge briceae* n. sp., Morzadec, p. 496, Pl. 58, figs. 4, 6, 7, 9.

Matériel et gisement : 1 pygidium incomplet, carrière de la Parisienne, Formation de Ferques, Membre Gris, zone à *Ancyrognathus triangularis* (?), Frasnien.

Discussion

J'attribue ce nouveau pygidium à *Heliopyge briceae* dont le matériel-type provient des mêmes niveaux stratigraphiques,

Formation de Ferques, sommet du Membre de la Parisienne ou base du Membre Gris. Il montre l'ensemble des caractères de cette espèce : pas de tubercule médian sur les anneaux du rachis, 5 paires de côtes pleurales, 4 paires de petites perforations interpleurales et 5 paires d'épines pygidiales latérales espacées dont la longueur augmente de la première à la quatrième, la cinquième paire est plus courte que les autres mais plus longue que l'épine médiane qui est large.

Heliopyge cf. *briceae* Morzadec, 1988

(Pl. I, fig. 5)

Matériel et gisement : 1 pygidium incomplet, petite tranchée provisoire au Nord de la carrière de la Parisienne, Formation de Beaulieu, Membre des Pâtures, terme C, niveau BB20, zone à *asymmetricus* moyenne, Frasnien.

Ce petit pygidium incomplet de 5 mm de longueur se rapproche de celui d'*Heliopyge briceae* par ses 5 paires de côtes pleurales, la cinquième réduite à une demi-côte, 4 petites perforations interpleurales, une épine médiane plus courte que la cinquième paires d'épines pygidiales latérales. Les quatre premières paires d'épines latérales sont incomplètes. L'état de conservation ne permet pas de préciser la détermination. De plus l'holotype de *H. briceae* vient du Membre de la Parisienne de la Formation de Ferques d'âge plus récent.

Heliopyge briceae Morzadec, 1988 ?

(Pl. I, fig. 1)

Matériel et gisement : 1 céphalon, carrière de la Parisienne, Formation de Ferques, Membre Gris, terme b, zone à *Ancyrognathus triangularis* (?), Frasnien.

Description

Céphalon de contour ogival avec un limbe formant une petite languette en avant de la glabelle. Les pointes génales sont longues et fines, légèrement plus courtes que la longueur du céphalon. Le lobe frontal de la glabelle en relief est nettement délimité antérieurement. Les lobes glabellaires L2 et L3 sont très bombés. Les sillons glabellaires S1 sont courts et concaves vers l'avant ; les S2 en fossette ne rejoignent pas les sillons dorsaux. Les S3 sont convexes vers l'avant. L'anneau occipital porte une courte épine occipitale. Les yeux s'étendent du niveau des S3 aux sillons postérieurs des joues. La surface visuelle est composée de 23 files dorso-ventrales de lentilles avec un maximum de 8 lentilles par file. Les bourrelets sous-oculaires sont bien marqués. Le tracé des branches antérieures de la ligne de suture est décollé du lobe frontal. La glabelle est ornée de gros granules sur le lobe frontal, sa partie médiane et les L3.

Discussion : Par sa segmentation ce céphalon se rapporte au genre *Heliopyge*. Il est voisin de *Heliopyge porsguenensis* Morzadec 1983 du Frasnien du Finistère en Bretagne dont il se distingue par des surfaces oculaires plus petites, 27 - 29 lentilles et une glabelle plus courte que la forme armoricaine, par le tracé de la ligne de suture et une granulation glabellaire moins lisse. Je rapporte avec doute ce céphalon à *Heliopyge briceae*, espèce connue par son seul pygidium, car je ne

possède pas de carapace entière. Cependant ce céphalon a été récolté dans le même gisement que les pygidiums d'*H. briceae*, il a la même taille et appartient au même genre. Comme le pygidium, le céphalon montre de fortes ressemblances avec celui d'*H. porsguenensis*.

Ordre PROETIDA Fortey & Owens, 1975

PROETIDA indet.

(Pl. I, fig. 8)

Matériel et gisement : 1 librigène, carrière du Banc Noir, Formation de Blacourt, Membre de Couderousse, zone à *varcus* moyenne à supérieure, Givétien.

Description

Cette petite librigène dont on voit la face interne présente une suture opisthopariale, une grande surface visuelle, un bourrelet sous-oculaire, une bordure ornée de fines stries qui se prolonge dans une pointe génales forte, droite, légèrement carénée à sa face inférieure et plus courte que la longueur de la joue.

Il était intéressant de signaler la présence de ce groupe pour la première fois dans le Dévonien du Boulonnais.

III. — CONCLUSIONS

La faune de trilobites du Boulonnais étudiée est dominée par la présence des Asteropyginae pendant le Givétien et le Frasnien avec en particulier le genre *Heliopyge* et l'espèce *H. briceae*. Ce genre est également bien représenté pendant cette période (Lieberman & Kloc 1997, p. 55) en Belgique (R. & E. Richter 1926), en Espagne (Arbizu 1979, Gandl 1972, Haas 1970, Smeenk 1983), dans le Massif Armoricaire (Morzadec 1983), en Iran et en Afghanistan (Farsan 1981, Haas & Mensink 1970, Morzadec 1992, 2002). Le phénomène important est l'arrivée dans le Boulonnais au Givétien moyen, zone à *varcus*, de *Eldredgeops* gr. *rana*, forme typiquement Nord américaine abondante dès la base du Givétien dans le Michigan et les Appalaches (Eldredge 1972, 1973, Stumm 1953) connue également dans l'Eifelien supérieur - Givétien inférieur du Nord de l'Afrique (Burton & Eldredge 1974). Smeenk (1983, pl. 33, figs.1-7) figure *Eldredgeops rana* aff. *rana* venant du sommet de la Formation de Portilla, zone à *varcus*, de la Chaîne Cantabrique au Nord de l'Espagne. Cette arrivée tardive de trilobites nord-américains est en accord avec la migration ouest - est déjà décrite pour d'autres faunes benthiques tels que les coraux, les brachiopodes (Racheboeuf 1988) et les crinoïdes et confirme les interprétations paléobiogéographiques de Brice (1988, p. 18 à 21) et Brice *et al.* (1994) concernant le Dévonien du Boulonnais. Cette région du Nord de la France est donc importante pour la compréhension de la paléogéographie et des voies de migrations fauniques entre l'Amérique et l'Eurasie au Dévonien moyen et supérieur.

Remerciements. — Nous remercions Catherine Crônier pour la critique du manuscrit.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE I

Fig. 1. — *Heliopyge briceae* Morzadec, 1988 ?, MGL 1615, céphalon, a : vue dorsale, x2,5, b : vue de profil, x3, c : vue frontale, x2,5. Carrière de la Parisienne, Formation de Ferques, Membre Gris, terme b, zone à *A. triangularis* (?), Frasnien.

Fig. 1. — *Heliopyge briceae* Morzadec, 1988 ?, MGL 1615, cephalon, a : dorsal view, x2,5, b : lateral view, x3, c : frontal view, x2,5. La Parisienne quarry, Ferques Formation, Gris Member, b term, *A. triangularis* (?) Zone, Frasnian.

Figs 2-4. — *Eldredgeops* gr. *rana* (Green, 1832), carrière du Banc Noir, Formation de Blacourt, Membre du Gris, terme c, zone à *varcus* inférieure, Givétien. - 2 : MGL 1616, céphalon, a : vue dorsale, x2,5, b : vue de profil, x4, c : vue frontale, x2,5 ; - 3 : MGL 1617, céphalon, moule interne partiel, a : vue dorsale x3, b : vue de profil, x4, c : vue frontale, x3 ; - 4 : MGL 1618, pygidium, vue dorsale, x2,5.

Figs 2-4. — *Eldredgeops* gr. *rana* (Green, 1832), Le Banc Noir quarry, Blacourt Formation, Le Gris Member, c term, Lower *varcus* Zone, Givetian. - 2 : MGL 1616, cephalon, a : dorsal view, x2,5, b : lateral view, x4, c : frontal view, x2,5 ; - 3 : MGL 1617, cephalon, internal mold part, a : dorsal view x3, b : lateral view, x4, c : frontal view, x3 ; - 4 : MGL 1618, pygidium, dorsal view, x2,5.

Fig. 5. — *Heliopyge* cf. *briceae* Morzadec, 1988, MGL 1619, pygidium, vue dorsale, x7. Nord de la carrière de la Parisienne, Formation de Beaulieu, Membre des Pâtures, terme c, zone à *asymmetricus* moyenne, Frasnien.

Fig. 5. — *Heliopyge* cf. *briceae* Morzadec, 1988, MGL 1619, pygidium, dorsal view, x7. North of La Parisienne quarry, Beaulieu Formation, Les Pâtures Member, c term, Middle *asymmetricus* Zone, Frasnian.

Fig. 6. — *Heliopyge briceae* Morzadec, 1988, MGL 1620, pygidium, carapace, vue intérieure, x4. Carrière de la Parisienne, Formation de Ferques, Membre gris, zone à *A. triangularis* (?), Frasnien.

Fig. 6. — *Heliopyge briceae* Morzadec, 1988, MGL 1620, pygidium, carapace, internal view, x4. La Parisienne quarry, Ferques Formation, gris Member, *A. triangularis* Zone (?), Frasnian.

Fig. 7. — *Scutellum* (*Scutellum*) cf. *lummatonensis* Selwood, 1966, pygidium, moulage en latex de la contre-empainte, vue dorsale, x2,5, carrière du Banc Noir, Formation de Blacourt, Membre du Gris, zone à *varcus* inférieure, Givétien.

Fig. 7. — *Scutellum* (*Scutellum*) cf. *lummatonensis* Selwood, 1966, pygidium, latex cast, dorsal view, x2,5, le Banc Noir quarry, Blacourt Formation, Le Gris Member, Lower *varcus* Zone, Givetian.

Fig. 8. — *Proetida* indet., MGL 1622, librigène, x5, carrière du Banc Noir, Formation de Blacourt, Membre de Couderousse, zone à *varcus* moyenne à supérieure, Givétien.

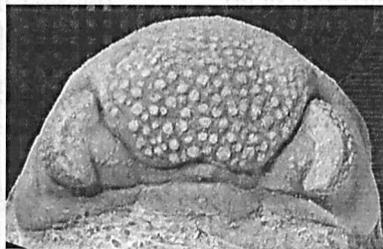
Fig. 8. — *Proetida* indet., MGL 1622, librigene, x5, le Banc Noir quarry, Blacourt Formation, Couderousse Member, Middle to Upper *varcus* Zone, Givetian.

BIBLIOGRAPHIE

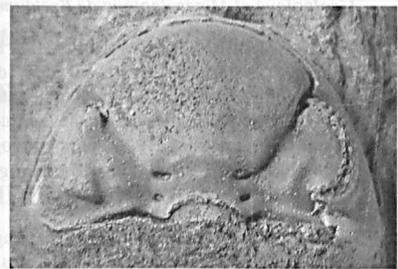
ARRIZU M. (1979) — *Asteropygines (Trilobita) du Dévonien des Montagnes cantabriques (Espagne)*. *Boletín de la Sociedad Geológica de España*, t. 1, p. 29-41, Décembre 1979.



1a



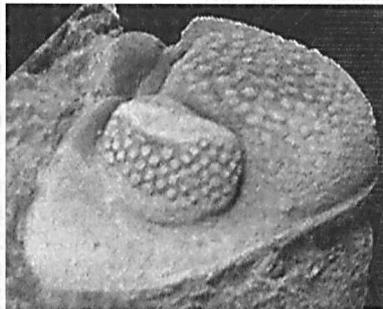
2a



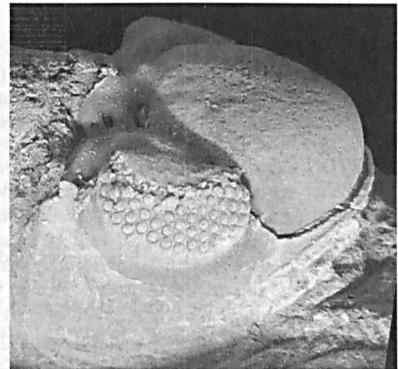
3a



1b



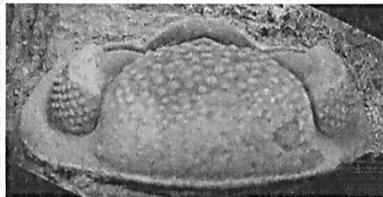
2b



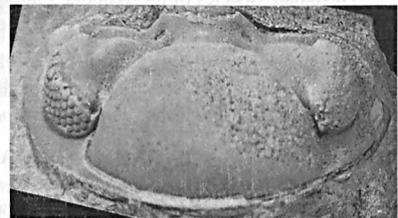
3b



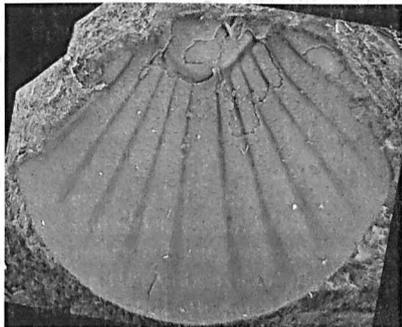
1c



2c



3c



7



4



8



5



6

Le Westphalien (Frasnien) du bassin houiller du Nord de la France a été depuis longtemps reconnu comme un succédané de cyclothèmes par PAVOT (1930). Des études stratigraphiques et pétrographiques de ces formations furent publiées par HUBERT et J. BÉGIN (1954). Depuis 1954, le Nord de la France a été depuis longtemps reconnu comme un succédané de cyclothèmes par PAVOT (1930). Des études stratigraphiques et pétrographiques de ces formations furent publiées par HUBERT et J. BÉGIN (1954). Depuis 1954, le

BIBLIOGRAPHIE

- ARBIZU M. (1979). — Asteropyginae (Trilobita) du Dévonien des Montagnes cantabriques (Espagne). *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 1977, C, 9: 59-102.
- BRICE D. (1988). — Le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Historique, synthèse des données nouvelles en stratigraphie, sédimentologie, paléontologie et tectonique. Conclusions. *In*. Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie - Sédimentologie - Stratigraphie - Tectonique, D. BRICE (ed.). *Biostratigraphie du Paléozoïque Brest*, 7: 7-24.
- BRICE D. (2003). — Brachiopod assemblages in the Devonian of Ferques (Boulonnais, France). Relations to palaeoenvironments and global eustatic curves. *Bulletin of Geosciences*, 78-4: 405-417.
- BRICE D., MILHAU B. et MISTIAEN B. (1994). — Affinités nord-américaines de taxons dévoniens (Givétien-Frasnien) du Boulonnais, Nord de la France. Migrations et diachronismes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 165, 4: 291-306.
- BURTON C.J. & ELDRIDGE N. (1974). — Two new subspecies of *Phacops rana* (Trilobita) from the middle Devonian of North-West Africa. *Palaeontology*, 17: 349-363.
- ELDRIDGE N. (1972). — Systematics and Evolution of *Phacops rana* (GREEN, 1832) and *Phacops iowensis* DELO, 1935 (Trilobita) from the middle Devonian of North America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 147, 2: 45-114.
- ELDRIDGE N. (1973). — Systematics of lower and lower middle Devonian Species of the Trilobite *Phacops* EMMRICH in North America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 151, 4: 285-338.
- FARSAN N. M. (1981). — New Asteropyginae (Trilobita) from the Devonian of Afghanistan. *Palaeontographica*, A, 176: 158-171.
- GANDL J. (1972). — Die Acastavinae und Asteropyginae (Trilobita) Kelliberiens (NE - Spanien). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 530: 184 pp.
- HAAAS W. (1970). — Zur Phylogenie und Systematik der Asteropyginae und Beschreibung einiger neuer Arten (Phacopacea, Trilobita). *Senckenbergiana lethaea*, 51: 97-137.
- HAAAS W. & MENSINK H. (1970). Asteropyginae aus Afghanistan (Trilobita). *Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse, Abhandlungen 1969*, 6: 155-211.
- LIEBERMAN B. & KLOC G. (1997). — Evolutionary and Biogeographic patterns in the Asteropyginae (Trilobita, Devonian) DeLo, 1935. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 232: 1-127.
- MORZADEC P. (1983). — Trilobites du Dévonien (Emsien-Famennien) de la rade de Brest (Massif armoricain). *Palaeontographica, Abteilung A*, 181: 103-184.
- MORZADEC P. (1988). — Trilobites du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais - France). *In* Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie - Sédimentologie - Stratigraphie - Tectonique, D. BRICE (ed.). *Biostratigraphie du Paléozoïque Brest*, 7: 493-501.
- MORZADEC P. (1992). — Evolution des Asteropyginae (Trilobita) et variations eustatiques au Dévonien. *Lethaia*, 25: 85-96.
- MORZADEC P. (2002). Trilobites Asteropyginae d'Iran. *Geobios*, 35: 411-427.
- RACHEBOEUF P. (1988). — Brachiopodes Chonetacea du Dévonien de Ferques (Boulonnais-France). *In* Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie Sédimentologie - Stratigraphie Tectonique, D. BRICE (ed.). *Biostratigraphie du Paléozoïque Brest*, 7: 397-401.
- RICHTER R. & RICHTER E. (1926). — Die Trilobiten des Oberdevons. Beiträge zur Kenntnis devonischer Trilobiten. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt*, 99: 314 pp.
- SELWOOD E. B. (1966). — Thysanopeltidae (Trilobita) from The British Devonian. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, 13, 3: 191-220.
- SMEENK Z. (1983). — Devonian Trilobites of the southern Cantabrian Mountains (Northern Spain) with a systematic description of the Asteropyginae. *Leidsche Geologische Mededelingen*, 52: 383-511.
- STRUVE W. (1990). — Paläozoologie III. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 127: 253-256.
- STUMM E. C. (1953). Trilobites of the Devonian Traverse Group of Michigan. *Contributions from the Museum of Paleontology, University of Michigan, Ann Arbor*, X, 6: 101-157.

ANALYSE DES SEDIMENTS, SEQUENCES ET MINERAUX ARGILEUX DES FORAGES HD10 ET HD20 (BASSIN HOULLER DU NORD DE LA FRANCE)

Analysis of sediments, sequences and clay minerals in HD10 and HD20 wells (North France Coal Basin)

par Alain IZART (*)

Résumé. — L'analyse faciologique et séquentielle des forages HD10 et HD20 suggère que le Westphalien (Pennsylvanien) du bassin houiller du Nord et du Pas de Calais s'est déposé dans une zone plane parsemée de marécages et de lacs et traversée par des rivières à méandres qui nourrissaient des lobes de crevasse à l'arrière d'une barrière littorale. L'influence marine, sporadique, est représentée par des niveaux à faune marine marginale et des deltas marins. Sept faciès ont été décrits: 1) faciès 1 : grès grossier à moyen chenalisé et grès moyen à fin à stratification oblique et formant une séquence granodécroissante vers le haut, interprété comme un dépôt de rivière à méandres, 2) faciès 2 : grès fin, siltite et argilite, interprété comme un dépôt de plaine d'inondation et formant avec le faciès 1 une séquence granodécroissante vers le haut, 3) faciès 3 : mur de la couche de charbon constitué de siltite à racines et concrétions de sidérose interprété comme un paléosol hydromorphe, 4) faciès 4 : charbon interprété comme un dépôt de marécage, 5) faciès 5 : argilite à faune limnique ou marine interprétée comme un dépôt lacustre ou marin, 6) faciès 6 : argilite marine à lacustre, siltite et grès fin disposés en une séquence granocroissante vers le haut ou non et interprétés comme un dépôt de delta marin, lobe de crevasse dans la plaine d'inondation, ou de levée et 7) faciès 7 : tonstein (cinérite). La séquence complète de faciès est formée d'une séquence granodécroissante vers le haut et d'une séquence granocroissante vers le haut, elle correspond à une paraséquence à haute fréquence. L'empilement de ces paraséquences forme des séquences du troisième ou du second ordre en relation avec les transgressions majeures qui affectent l'Europe de l'Ouest et de l'Est. Ces séquences sont à la fois tectoniques, climatiques et eustatiques. L'article se termine par une étude minéralogique des minéraux argileux des argiles et une étude géochimique des charbons du forage HD10.

Abstract. — *Facies and sequence analysis of HD10 and HD20 wells suggests that the productive Westphalian (Pennsylvanian) coal measures of the North France coalfield were deposited on a freshwater-dominated plain, crossed by several major meandering rivers which fed crevasse splays or lacustrine deltas inland from the coastline. Marine influences were confined to sporadic faunal bands which usually contain only marginal faunas. Seven facies are known: 1) facies 1: coarse to medium sandstone with channelized base and medium to fine sandstone with cross-stratified bar, forming a fining upward sequence, interpreted as meandering fluvial deposits, 2) facies 2: fine sandstone, siltstone and claystone, interpreted as flood-plain deposits and forming a fining upward sequence with the facies 1, 3) facies 3: seat earth constituted of siltstone with roots and sideritic concretions interpreted as hydromorphous paleosol, 4) facies 4: coal interpreted as swamp deposit, 5) facies 5: claystone with limnic or rare marine fauna interpreted as a lacustrine or marine deposit, 6) facies 6: claystone, siltstone and fine sandstone forming a coarsening upward sequence or not and interpreted as marine deltas, crevasse splay in the flood plain or levee and 7) tonstein (cinerite). The complete sequence of facies is formed by an upward fining upward sequence and an upward coarsening sequence, corresponding to a high frequency parasequence. The stacking of parasequences forms third order and second order sequences linked with the marine transgression known in Western and Eastern Europe. These sequences are controlled by tectonics, climate and eustasy. The paper ended by a mineralogical study of clays and a geochemical study of coals of HD10 borehole.*

I. — INTRODUCTION

Le Westphalien (Pennsylvanien) du bassin houiller du Nord de la France a été depuis longtemps reconnu comme une succession de cyclothèmes par Pruvost (1930). Des études stratigraphiques et pétrographiques de ces formations furent publiées par Bouroz *et al.* (1964), Bouroz (1968), Bouroz (1969) et Dollé (1964). Mais il n'existe pas d'études détaillées sédimentologiques de ces formations malgré le nombre

important de forages réalisés dans ce bassin durant son exploitation dont les carottes ne furent pas préservées. Cet article présente un modèle de dépôt pour le Westphalien du Nord de la France, basé sur l'étude des forages HD10 et HD20 forés par le Groupe d'étude pour la gazéification souterraine (Leblanc, 1984a et b) à six cent mètres l'un de l'autre dans le site de la Haute Deule (fig. 1 et 2) en vue d'un essai de gazéification in situ du charbon. La localisation des forages (fig. 2) et la stratigraphie du forage HD10 (fig. 3) furent

(*) UMR 7566 G2R, Université Henri Poincaré, BP 239, 54506 Vandoeuvre-les-Nancy cedex

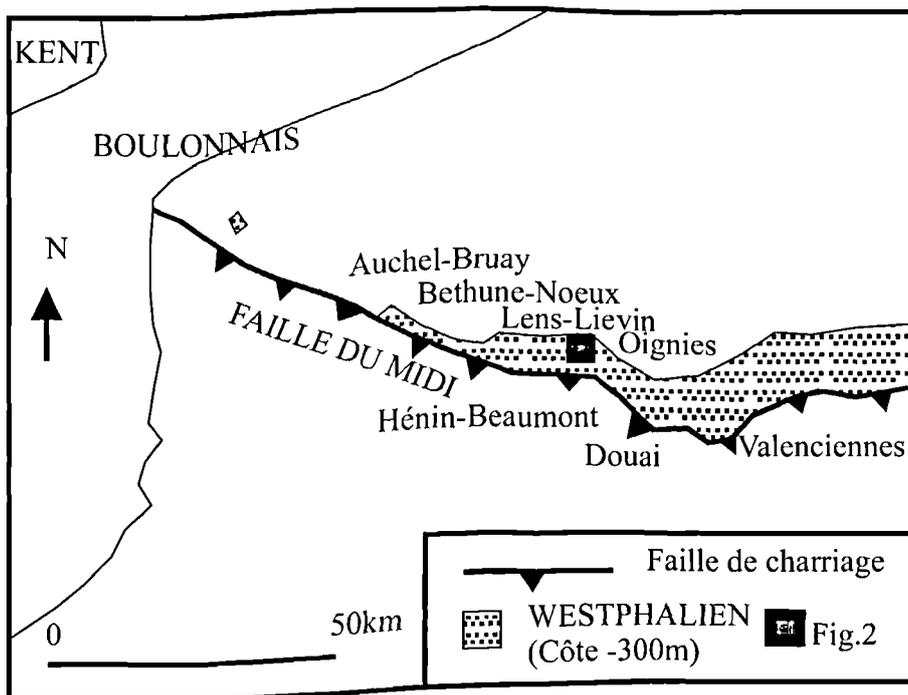


Fig. 1. — Carte de localisation de la zone étudiée

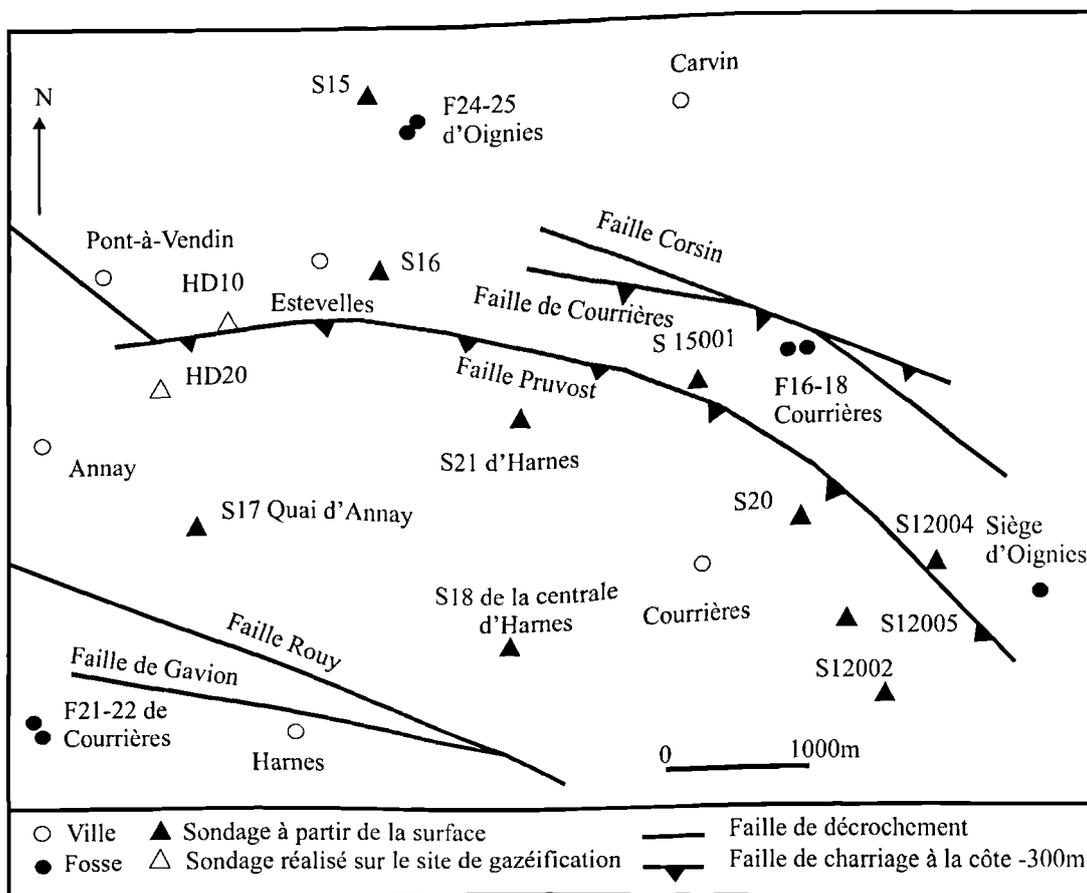


Fig. 2. — Carte de localisation des forages étudiés

Sondage 15001 Pont de Courrières

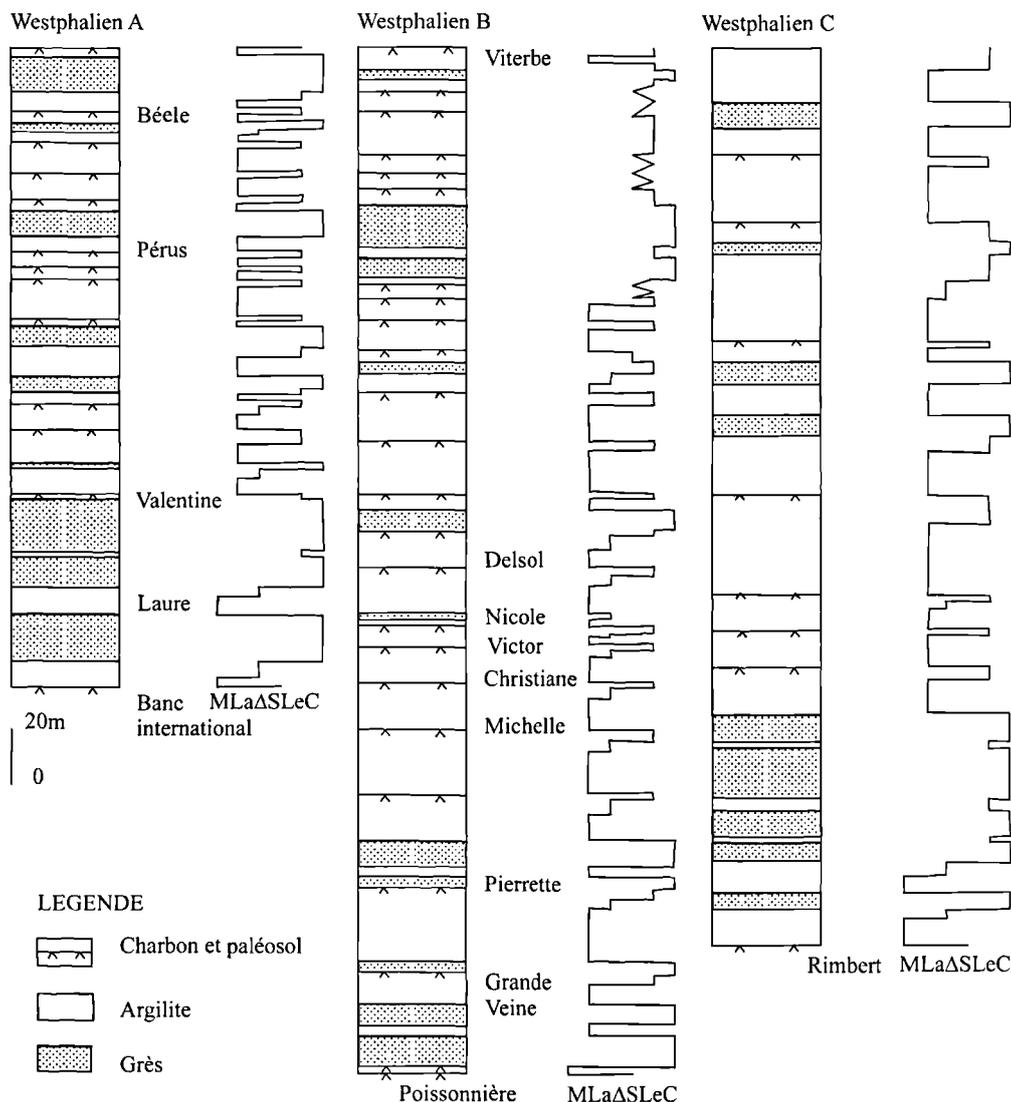


Fig. 4. — Les faciès et séquences du forage 15001 : C : Chenal fluviatile, Δ : Delta, La : Lac, Le : Levéc, M : Mer, S : Marécage.

moyen chenalisé (fig. 5 D et L) et d'un sous-faciès 1b de grès moyen à fin à stratifications obliques (fig. 5 B, C et K) et de siltite à rides de courant. Le sous-faciès 1a contient des galets d'argilite et de charbon et des nodules de sidérose qui proviennent de l'érosion par le chenal des formations précédentes. Il n'a pas été possible de déterminer si les litages obliques étaient plans ou courbes dans le sous-faciès 1b. L'épaisseur des sous-faciès est de 5 à 15 m pour le 1a et de 10 m pour le 1b. Ce faciès est observé sous les veines Pérus, Beele, Sainte Anne et Pierrette (fig. 6 et 7). Ce faciès 1 repose sur le faciès 6 dans le cas de Sainte Anne et Pierrette ou érode le faciès 4 (charbon) dans le cas de Pérus (Forage HD10) formant un washout ou passe latéralement aux faciès 6 et 2 formant un ribbon split. Ce faciès est interprété comme un dépôt de chenal (sous-faciès 1a) et de barres sableuses (sous-faciès 1b). Le chenal serpente et érode le marécage dans le cas du paléochenal (washout) de Pérus ou serpente dans une plaine d'inondation dans le cas du ribbon split de Pierrette

d'après les interprétations de Mc Cabe (1984, p. 34). Les paléocourants dans le sous-faciès 1b (fig. 8) furent établis grâce aux données du dipmeter (Leblanc, 1984) après comparaison avec les carottes et correction du pendage régional. Les paléocourants montrent un sens N42 pour la moyenne avec une dispersion moyenne de $L=45\%$ pour Pérus et un sens N54 avec une dispersion grande de $L=28\%$ pour Pierrette. $L=100R/\sqrt{ni}$ avec R = module du vecteur et ni =nombre de mesures d'après Durand (1978). La dispersion des paléocourants est donc grande, il s'agit donc de rivière à méandres (Fielding, 1984 a et b, Diessel, 1992) présentant des dépôts de chenal (sous-faciès 1a) et de barre de méandre (sous-faciès 1b).

2) Faciès 2

Une alternance de grès fin, siltite et argilite, d'épaisseur un à dix mètres avec des laminations parallèles, des rides de

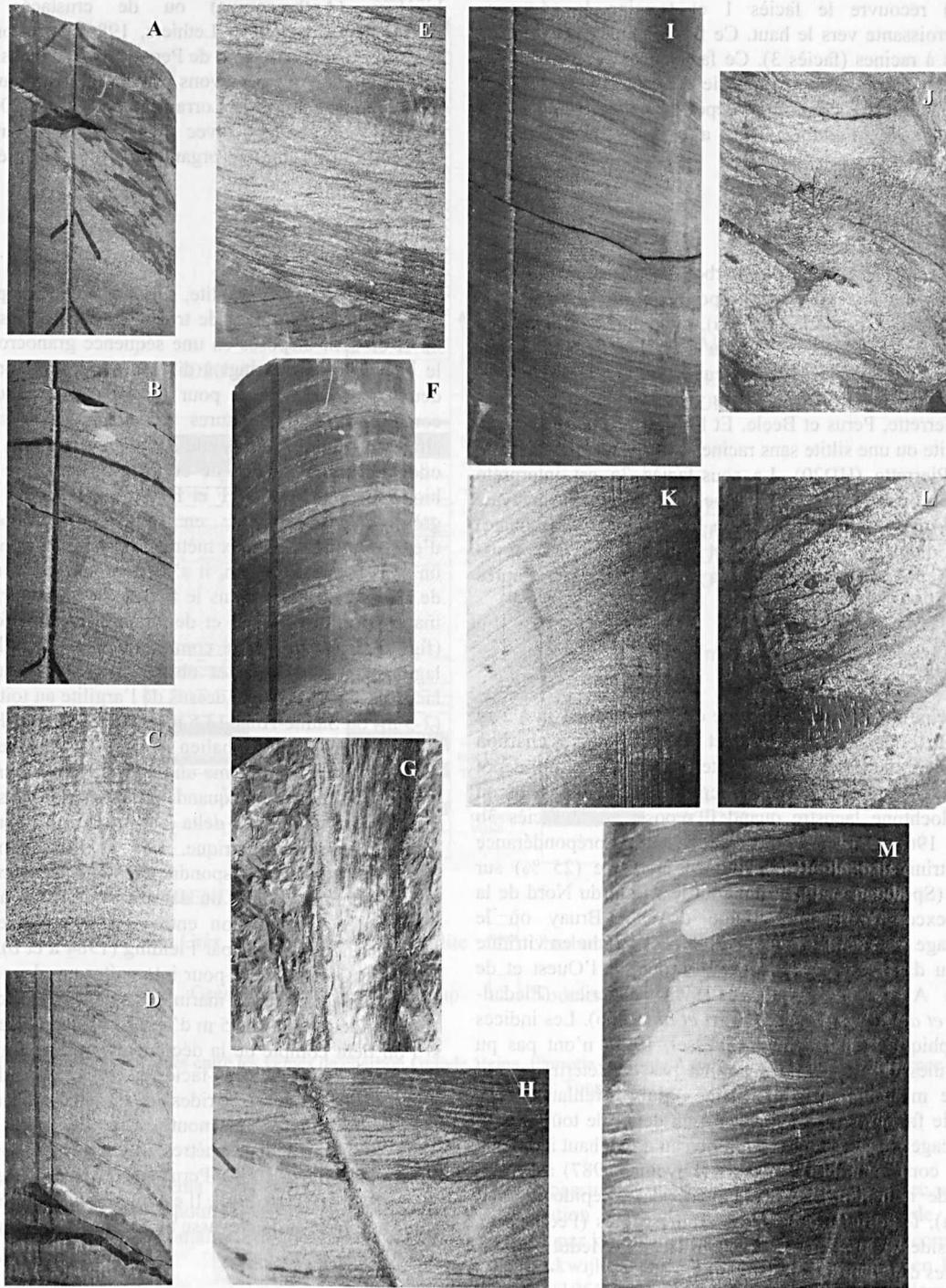


Fig. 5. — Les photos des faciès du forage HD10 : A : Limite sommitale entre grès et argilite (K10C6) à 738 m, grès au dessus de Sainte-Anne ; B : Grès fin à litage oblique (K10C8) à 740 m, grès au dessus de Sainte-Anne ; C : Grès grossier à litage oblique (K10C9) à 741 m, grès au dessus de Sainte-Anne ; D : limite basale entre grès et argilite (K11C5) à 746,85 m, grès au dessus de Sainte-Anne ; E : Séquence granocroissante : argilite, alternance argilite-siltite lenticulaire passant vers le haut à une siltite à rides (K11C7) à 747,5 m au dessus de Sainte-Anne ; F : Séquence granocroissante : argilite, alternance argilite-siltite laminée passant vers le haut à une siltite laminée (K11C7) à 748 m au dessus de Sainte-Anne ; G : Stigmara et radicelles (K13C1) à 757 m au mur de Sainte-Anne ; H : Siltite à rides passant vers le haut à des alternances de siltite et argilite lenticulaires (K14C2) à 767 m dessous Sainte-Anne ; I : Séquence granocroissante : alternance argilite-siltite laminée à lenticulaire passant vers le haut à une siltite à rides (K14C4) à 769 m au dessus de Pierrette ; J : Sommet de grès avec slump (K20C7) à 824 m au dessus de Béele ; K : Grès à litage oblique (K22C2) à 836,69 m au sommet des grès au dessus de Béele ; L : Base de grès avec morceaux de tronc d'arbre aplatis (K23C2) à 836,69 m au dessus de Béele ; M : Alternance de siltite à rides et d'argilite avec nodules de sidérose (K24C7) à 858 m au dessous de Béele. Le diamètre de la carotte pour ces profondeurs est de 12''1/4 soit 31 centimètres.

courant, des slumps et des failles synsédimentaires (fig. 5 A, H et J) recouvre le faciès 1 et termine la séquence granodécroissante vers le haut. Ce faciès peut contenir aussi des murs à racines (faciès 3). Ce faciès est observé sous les veines Sainte-Anne, Pierrette, Beele et Perus (fig. 6 et 7). Ce faciès est interprété comme un dépôt de plaine d'inondation (Coleman, 1966, Fielding, 1984 a et b) avec des dépôts subaqueux.

3) Faciès 3

Le mur de la couche de charbon est constitué de deux sous-faciès. Le faciès 3a est composé d'argilite noire ou de siltite à racines, stigmaria (fig. 5G), radicules et concrétions de sidérose (fig. 5M) et pyrite ou d'argilite grise avec des concrétions carbonatées. L'épaisseur de ce faciès est de un à deux mètres. Il est présent sous les veines de charbon Sainte-Anne, Pierrette, Perus et Beele. Et le faciès 3b est formé par une argilite ou une siltite sans racines avec des slumps dans le cas de Pierrette (HD20). Le sous-faciès 3a est interprété comme un paléosol hydromorphe, soit avec un mauvais drainage (pyrite, sidérose) soit un bon drainage (carbonate) d'après Coleman (1966) et Besly et Fielding (1989). Le sous-faciès 3b pourrait correspondre à un fond de lac d'après Bouroz (1960).

4) Faciès 4

La veine de charbon qui a une épaisseur de 0,1 m à 2 m repose sur le faciès 3. Son sommet peut passer à un charbon argileux. Ce faciès peut être interprété comme un dépôt autochtone de marécage quand il repose sur le faciès 3a ou un dépôt allochtone lacustre quand il repose sur le faciès 3b (Bouroz, 1960). Meriaux (1969) a constaté la prépondérance de la vitrinite (70 à 74 %) et de l'inertinite (25 %) sur l'exinite (Spores, 1 à 5 %) dans tout le bassin du Nord de la France excepté dans le groupe d'Auchel-Bruay où le pourcentage de spores est de 15 %. Ce faciès riche en vitrinite est connu dans tous les bassins d'Europe de l'Ouest et de l'Est en Allemagne (Strehlau, 1990), Asturies (Piedad-Sanchez *et al.*, 2004), Donetz (Izart *et al.*, 2006). Les indices pétrographiques des charbons (Diessel, 1992) n'ont pas pu être calculés ce qui ne nous permet pas de déterminer s'il s'agit de marécage bas ou bombé. Mais Strehlau (1990) attribue le faciès riche en vitrinite à un dépôt de tourbe dans un marécage bas forestier avec un niveau d'eau haut à moyen. Ceci est confirmé par les plantes (Laveine, 1987) avec des plantes de marécage humide : Lycopodes (Lepidodendron, Sigillaria), fougères herbacées et arborescentes (Pecopteris), Sphenopsides (Calamites) et Pteridospermes (Medullosa) ; et des plantes de forêt sèche (Cordaites).

5) Faciès 5

L'argilite noire à grise repose sur le faciès 4 et comprend deux sous-faciès. Le sous-faciès 5a présente des plantes flottées à sa base, puis une faune marine (pecten et productus), puis une faune marine marginale (lingula ou planolites) dans le niveau marin Rimbart d'épaisseur quinze mètres ou seulement une faune marine marginale dans Poissonnière (0,2 m) et Laure (6 m). Il est interprété comme un dépôt d'une transgression et d'une régression marine. Mais nous n'avons jamais observé le cycle complet décrit par Calver (1968). Ce faciès avait été décrit par Becq-Giraudon

(1983). Le sous-faciès 5b contient une faune limnique de bivalves (*Anthracomya*) ou de crustacés ostracodes (Carbonita, Crasquin et Lethiers, 1986) que l'on trouve au dessus de Sainte-Anne ou de Perus avec une épaisseur de un à deux mètres. Nous n'y avons pas observé des varves comme dans le Carbonifère de Lorraine (Izart *et al.*, 2005). Il s'est déposé dans un lac avec des conditions anoxiques et eutrophes où la matière organique a été préservée (Glenn et Kelts, 1991).

6) Faciès 6

Il est composé d'argilite, siltite et grès fin reposant sur le faciès 5 et est composé de trois sous-faciès. Les sous-faciès 6a et 6b sont disposés en une séquence granocroissante vers le haut épaisse de vingt à dix mètres pour le premier et de deux à cinq mètres pour le deuxième sous-faciès et comprenant les structures suivantes de bas en haut : alternance d'argilite et siltite à structure laminée, lenticulaire, ondulée, siltite à rides de courant ou structure flaser avec bioturbations (fig. 5 E, F et I). Le sommet peut montrer des grès fins chenalisés en séquence granodécroissante d'épaisseur de un à deux mètres. Le sous-faciès 6a repose sur un sous-faciès 5a marin, il s'observe sur les niveaux marins de Laure et Rimbart dans le forage 15001 et sur les niveaux marins de Poissonnière et de Rimbart dans le forage HD10 (fig. 9). Il est interprété comme un delta en milieu marin à lagunaire. Le sous-faciès 6b repose sur un sous-faciès 5b lacustre, il s'observe au dessus de l'argilite au toit de Pierrette (2-3 m) ou Sainte-Anne (3,5 m) dans le sondage HD10 (fig. 6 et 7) et, dans les Westphalien A, B et C du forage 15001 (fig. 4). Il est interprété comme un dépôt de lobe de crevasse dans la plaine d'inondation quand l'épaisseur de la séquence est métrique ou comme un delta lacustre quand l'épaisseur de la séquence est décamétrique. Les grès du sommet de la séquence peuvent correspondre dans le premier cas au chenal d'embouchure du delta ou dans le second cas à la crevasse elle-même. L'association entre les deux séquences est le critère principal utilisé par Fielding (1984 a et b), Haszeldine (1984) et Guion (1984) pour interpréter ces deux sous-faciès. La profondeur du dépôt marin était de l'ordre de dix mètres et la profondeur du lac de 5 m d'après l'épaisseur de la séquence si l'on tient compte de la décompaction de l'argilite et de la siltite. Par contre, le sous-faciès 6c est composé d'alternances d'argilite et de siltite à rides ne formant pas une séquence granocroissante et surmonté par des grès chenalisés d'épaisseur un à deux mètres. Il est observé au dessus de Valentine (HD10, 10 m), Perus (HD20, 1 m), Beele (HD20, 2 m), et Beele (HD10, 3 m). Il est interprété comme un dépôt de levée à la base et de crevasse au sommet selon Fielding (1984 a et b).

7) Faciès 7

Il est composé d'une cinérite appelée tonstein (Bouroz, 1983) dans les bassins houillers, centimétrique de couleur claire qui correspond à un dépôt de cendres volcaniques surtout visible dans l'argilite ou le charbon.

Les paléoenvironnements de dépôt du Westphalien du Nord de la France vont donc de la plaine d'inondation avec ses chenaux fluviaux et marécages jusqu'au domaine deltaïque et marin. Les durées de dépôt des environnements continentaux sont beaucoup plus longues que celles des environnements marins qui ne représentent que de brèves

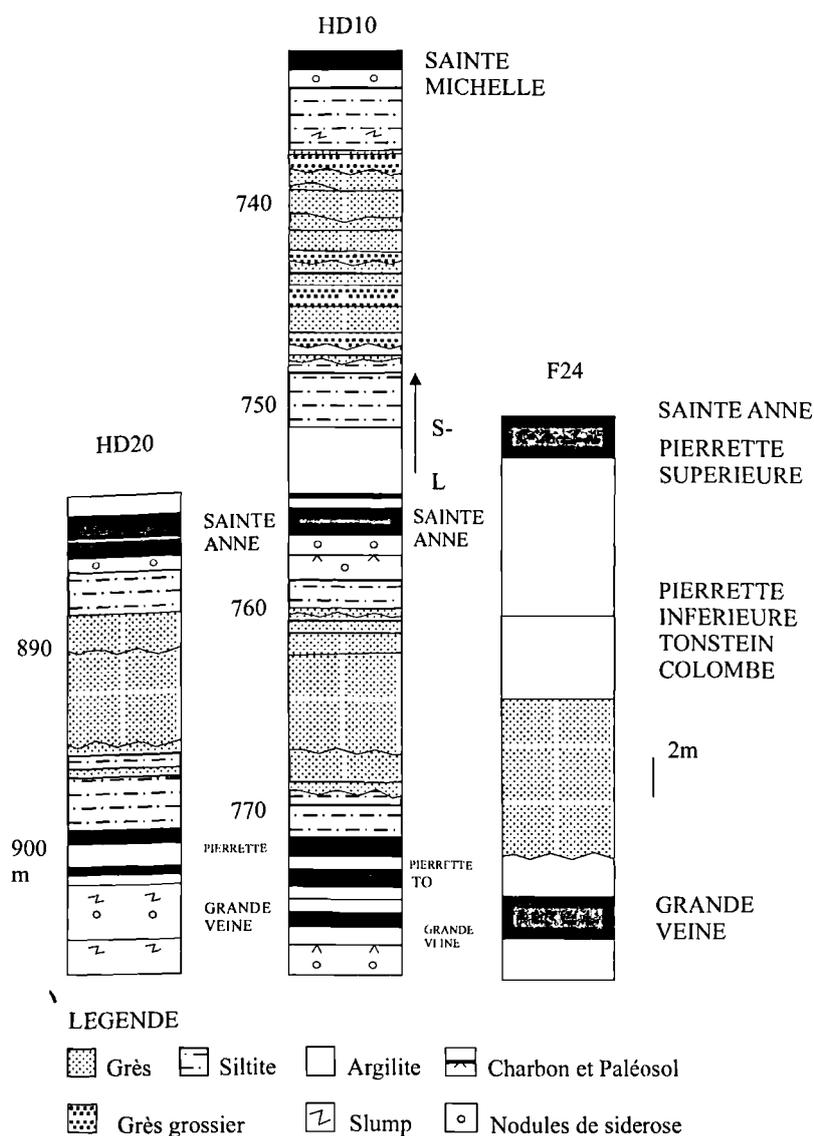


Figure 6. — Les faciès et séquences entre les veines de charbon Grande Veine, Pierrette et Sainte Anne : L : Lacustre, S- : Séquence négative ou Séquence granocroissante, TO : Tonstein.

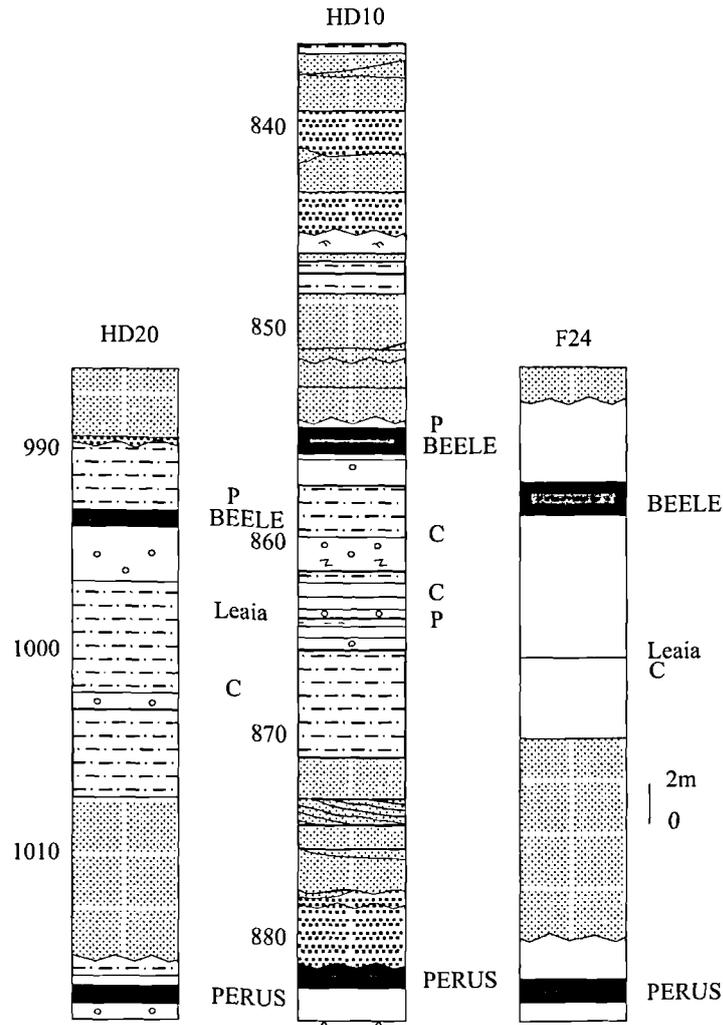
inursions de la mer. Le schéma paléoenvironnemental de Izart *et al.* (2005, leur fig.9A) pour le bassin houiller lorrain reste donc valable pour le domaine continental du bassin houiller du Nord de la France.

III. — LES SEQUENCES

1) Du cyclothème à la stratigraphie séquentielle

La séquence décimétrique que nous observons dans le bassin houiller du Nord de la France correspond au cyclothème défini par Weller (1930) dans le Pennsylvanien du bassin houiller des Appalaches. Ce cyclothème peut présenter de nombreuses variations en fonction de sa position proximale ou distale par rapport à la mer selon Wanless et Shephard (1936). En Europe, il a été décrit par Pruvost (1930)

dans le bassin houiller du Nord de la France avec une phase d'inondation avec dépôt du charbon, puis de l'argilite produite par la subsidence suivie d'une phase de comblement. Van Leckwijk (1964) a retrouvé le cyclothème en Belgique, Jessen (1956, 1961) dans la Ruhr en Allemagne, et Ramsbottom (1979) en Grande-Bretagne. Dans le concept de stratigraphie séquentielle introduit par Vail *et al.* (1977), ce cyclothème correspond à une paraséquence qui est une séquence à haute fréquence (4^{ème} à 5^{ème} ordre). Diessel (1992), Izart et Vachard (1994), Izart *et al.* (2003) et Pashin et Gastaldo (2004) ont appliqué la stratigraphie séquentielle aux bassins houillers du Carbonifère de l'Europe et des USA et du Permien d'Australie. La veine de charbon est associée à la surface de transgression et l'argilite marine à la surface d'inondation maximale dans la paraséquence. Ces marqueurs de transgression sont plus sûrs que la base du chenal gréseux qui peut être hétérochrone excepté dans le cas de plaine marécageuse relativement plane comme dans le Nord de la



LEGENDE

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

Fig. 7. — Les faciès et séquences entre les veines de charbon Perus et Béele : C : Veinette de charbon et P : Plantes flottées.

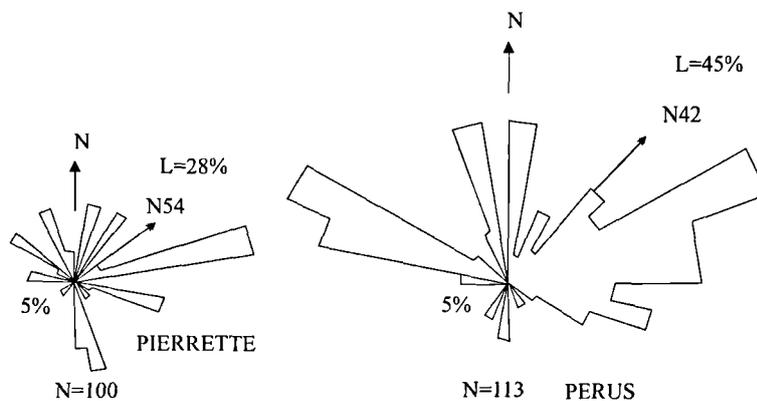


Fig. 8. — Les paléocourants des grès au dessus de Pierrette et Perus : N : nombre de mesures des stratifications obliques, flèche : Vecteur moyen et L : dispersion.

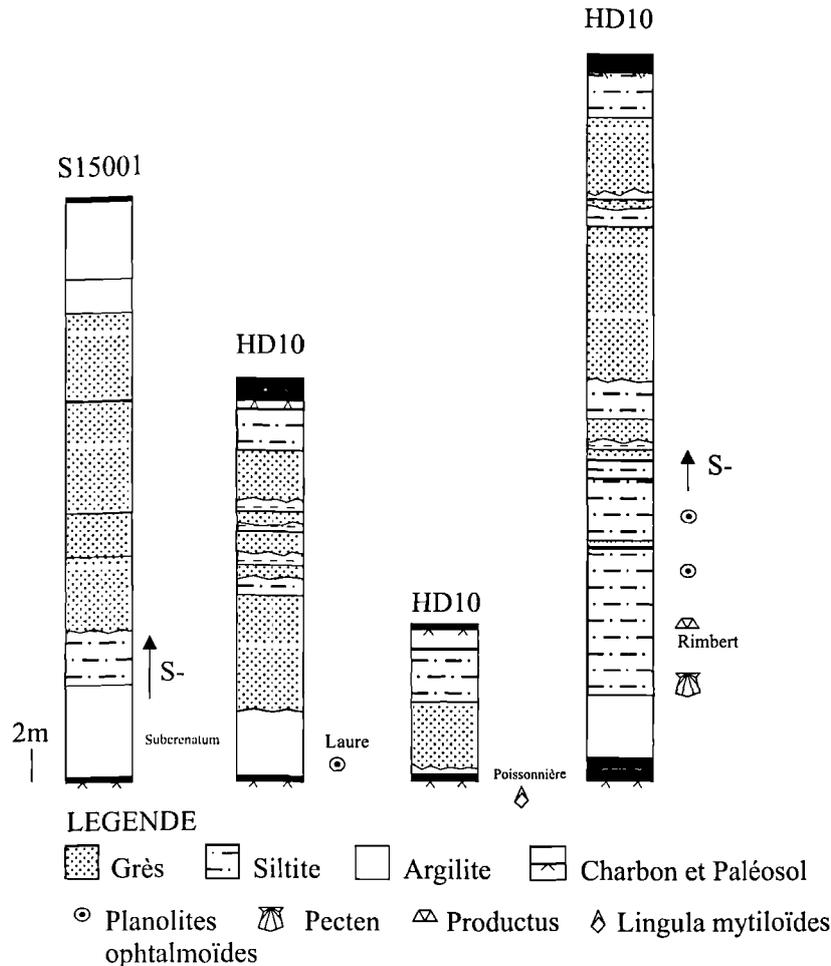


Figure 9. — Les faciès et séquences des niveaux marins : S- : Séquence négative ou Séquence granocroissante deltaïque marine

France. L'empilement de ces séquences forme des séquences du troisième ou second ordre. Le charbon peut se former soit en phase transgressive ou en phase régressive de ces séquences (Diessel, 1992, p. 472).

2) Les séquences à haute fréquence (HFS)

Les séquences métriques à décimétriques sont des séquences à haute fréquence. Izart *et al.* (2003, leurs tableaux 1 et 3, et fig. 3) ont réalisé une étude spectrale sur les séquences des Westphalien A, B et C du forage 15001 qui a montré que leurs périodicités sont de 40, 60-80 ou 100 ka. La première et la dernière correspondent aux périodicités de Milankovitch (obliquité à 40 ka et excentricité courte à 100 ka, Berger et Loutre, 1994) et l'intermédiaire a une origine incertaine. Ces auteurs ont montré que le nombre de ces séquences fluctue dans les différents secteurs du bassin du Nord de la France (exemple : 20 à 40 séquences de durée moyenne égale à 75 à 142 ka pour le Westphalien C), mais aussi dans les autres bassins paraliés de l'Europe de l'Ouest et de l'Est. Etant donné le nombre variable de HFS dans le bassin (Izart *et al.*, 2003), une séquence à haute fréquence peut donc résulter soit de l'action de l'eustatisme et du climat soit de la subsidence tectonique pour les séquences sumnuméraires. Les séquences les plus fréquentes sont des

séquences granodécroissantes vers le haut formées par les faciès 1, 2, 3, 4 et le sous-faciès 5b, c'est-à-dire les grès fluviaux, les siltites et argilites de la plaine d'inondation, le mur à racines, la veine de charbon et l'argilite lacustre. Elles sont également visibles sur les diagraphies (Leblanc, 1984b, ses fig. 3 et 4) avec des formes en cloche pour les résistivités et le gamma ray avec un contact abrupt à la base du grès, puis une décroissance granulométrique. Ceci est également observé en Lorraine (Izart *et al.*, 2005). Dans les niveaux marins comme Rimbert (10 m) et Poissonnière (5 m) du HD10, cette séquence granodécroissante présente à son sommet le sous-faciès 5a marin qui forme avec le sous-faciès 6a deltaïque marin une séquence granocroissante vers le haut (fig. 9). Cette séquence peut être composée des sous-faciès 5b lacustre et 6b et correspondre à un lobe de crevasse qui s'observe (fig. 6) dans les niveaux lacustres au dessus de Sainte Anne (épaisseur 5 m) et Pierrette du HD10. Elles sont présentes aussi dans le forage 15001 (fig. 4). Cette séquence granocroissante vers le haut est également visible sur les diagraphies (Leblanc, 1984b) avec une forme en entonnoir montrant la transition entre le faciès argileux, silteux et gréseux. Nous pouvons suivre sur 3,5 km entre les forages HD10 et 15001 la plupart des veines de charbon comme Perus, Béele, Grande Veine et Pierrette. Nous observons 14 séquences dans le Westphalien A du HD10 et 17 dans le forage 15001 et 9 séquences dans le Westphalien B pro parte

entre le grès sous Poissonnière et la veine Sainte Christiane. Il y a donc une continuité latérale satisfaisante des veines de charbon et des séquences dans le secteur étudié, ce qui est un argument pour faire de ces séquences des paraséquences. Mais bien sûr à l'échelle du bassin du nord de la France, cela n'est plus vrai (Izart et Vachard, 1994 ; Izart *et al.*, 2003). Il est illusoire de vouloir retrouver les mêmes séquences sur 100 km puisque des variations tectoniques à l'échelle du bassin vont produire des séquences surnuméraires.

3) Les séquences du second et du troisième ordre

Les paraséquences forment des séquences du troisième (TOS) ou du second (SOS) ordre en relation avec les transgressions majeures qui affectent l'Europe de l'Ouest et de l'Est (Izart et Vachard, 1994 ; Izart *et al.*, 2003, Table 1). Ces séquences avaient été décrites par Ramsbottom (1979) à partir des niveaux marins. Nous avons reconnu les SOS : SI (4 Ma) est d'âge Serpukhovien pro parte (Namurien A), SII (8 Ma) d'âge Serpukhovien pro parte et Bashkirien pro parte (Namuriens B et C, Westphalien A) qui peut être subdivisée en deux TOS, SIII (8 Ma) d'âge Bashkirien pro parte et Moscovien (Westphalien B, C et D) qui peut être subdivisée en trois TOS correspondant aux trois étages continentaux. Les TOS d'âge Westphaliens A, B et C sont visibles sur les forages HD10 et 15001. Pour chaque TOS, on observe un cortège transgressif (TST) décarné avec une séquence à grès et charbon, suivi par une surface d'inondation maximale (MFS) correspondant au niveau marin (Laure, Poissonnière et Rimbert), et enfin un cortège de haut niveau (HST) épais de 200 à 300 m formé d'une succession de séquences à haute fréquence complètes ou incomplètes à grès, charbon et argilite lacustre. Les niveaux marins de Laure, Poissonnière et Rimbert correspondent respectivement aux niveaux marins de Subcrenatum (Sarnsbank), Vanderbeckei (Katharina), et Aegir en Angleterre et Allemagne. Les SOS sont synchrones dans toute l'Europe de l'Est et de l'Ouest (Izart *et al.*, 2003, leur tableau 1) et sont sous le contrôle de la tectonique hercynienne dans le bassin d'avant-pays paraliq et des événements eustatiques et climatiques majeurs : épisode interglaciaire I du Gondwana pour SI, épisode glaciaire II du Gondwana pour SII et épisode interglaciaire II du Gondwana pour SIII. Les TOS sont souvent subdivisées en séquences du quatrième ordre (FOS) non visibles dans le bassin du Nord de la France étant donné que ce bassin ne reçoit que les transgressions marines les plus importantes car ce bassin est en fond de golfe alors que les bassins de la Ruhr et de l'Angleterre sont plus proches du domaine marin (Izart *et al.*, 2003).

IV. — PETROGRAPHIE DES ARGILITES

Les argilites ont été étudiées au laboratoire de Lille après prélèvement des échantillons tout au long du forage HD10, puis la détermination des minéraux argileux a été faite en utilisant les recommandations de Holzappel (1985) pour la construction du diagramme semi-quantitatif en tenant compte de la hauteur des pics (fig. 10) et de Chamley (1971) pour la mesure de la cristallinité de l'illite. Les minéraux argileux sont dans la plupart des échantillons la chlorite (10 à 25 %), l'illite (50 à 60 %), les interstratifiés 14C-14V, 10-14V et 10-14C-14S (inférieurs à 5 %) et la kaolinite (10 à 25%). Une seule exception est notée au niveau du mur de la veine Saint Roger où existe une cinérite (tonstein) : la chlorite est

absente, l'illite (10 %), les interstratifiés (65 %) et la kaolinite (25 %). L'indice de cristallinité qui est compris entre 6 et 4 sans variation notable avec la profondeur montre que ces argiles sont dans le domaine de la diagenèse.

L'illite, la chlorite comme les micas biotite et muscovite que l'on peut observer dans les grès sont des minéraux hérités qui proviennent de l'érosion de roches métamorphiques et granite du massif du Brabant situé plus au Nord ou de la chaîne hercynienne en formation plus au Sud. Bouroz *et al.* (1983, p. 50) ont montré que des néoformations s'observaient dans les cinérites : kaolinite dans les paléosols à pH acide des bassins limniques et paraliq ; illite si l'ion K^+ est présent, interstratifiés si l'ion Mg^{2+} est présent ou kaolinite si l'ion K^+ est absent dans les dépôts lacustres à pH très acide. Ces auteurs notent la néoformation possible de montmorillonite et d'interstratifiés dans des faciès marneux ou calcaires limniques à pH basique. Nos observations au mur de la Veine Saint-Roger sont différentes de celles de Bouroz *et al.* (1983, p. 50) concernant la coexistence de kaolinite et d'interstratifiés dans les sols marécageux en présence de cinérite. Par contre, nous arrivons aux mêmes conclusions que Bouquillon *et al.* (1985) quant à la répartition des minéraux argileux dans le Carbonifère du bassin de Namur.

V. — PETROGRAPHIE ET GEOCHIMIE DES CHARBONS

Nous ne disposons ni d'une étude macérale ni de mesure de pouvoir réflecteur de la vitrinite (PRV) sur les charbons. Mais nous utiliserons les données de pyrolyse Rock-Eval (fig. 10) des cuttings provenant du forage HD10 (Leblanc, 1984a). Les COT des échantillons varie entre 2 et 20 % ce qui est normal pour des cuttings, les T_{max} sont de 540 pour la base du Westphalien C, 582 pour le Westphalien B et 591 maximum pour le Westphalien A et les HI sont compris entre 50 et 100. Le gamma ray (Leblanc, 1984b) donne une valeur de H/C compris entre 0,4 et 0,5 et de O/C entre 0,06 et 0,1. Il s'agit donc d'une matière organique de type III constituée de végétaux terrestres avec des T_{max} et des rapports H/C et O/C correspondant à des charbons maigres (Low volatile bituminous coal à semi-anthracite, Alpern, 1969, sa fig. 7) à PRV d'environ 2 à 2,8 si on utilise les données de Teichmüller et Durand (1983) et la formule $PRV=0,0137*T_{max}-5,2926$. Ceci correspond tout à fait avec la carte des charbons du bassin houiller du nord de la France (Meriaux, 1969, dépliant 1) qui signale des charbons quart-gras à maigres de PRV 1,8 à 2,5 dans le groupe d'Oignies où a été foré le forage HD10. Pour ces PRV, l'analyse macérale ne pourrait montrer que la prépondérance de la vitrinite (75 %) et de l'inertinite (25 %) sur l'exinite (Spores) constatée par Meriaux (1969) presque dans tout le bassin. En tenant compte des T_{max} et des PRV, ces charbons sont situés dans la fenêtre à gaz.

VI. — CONCLUSION

Sept faciès ont été décrits :

1) Faciès 1 : grès grossier à moyen chenalisé et grès moyen à fin à stratification oblique et formant une séquence granodécroissante vers le haut, interprété comme un dépôt de rivière à méandres,

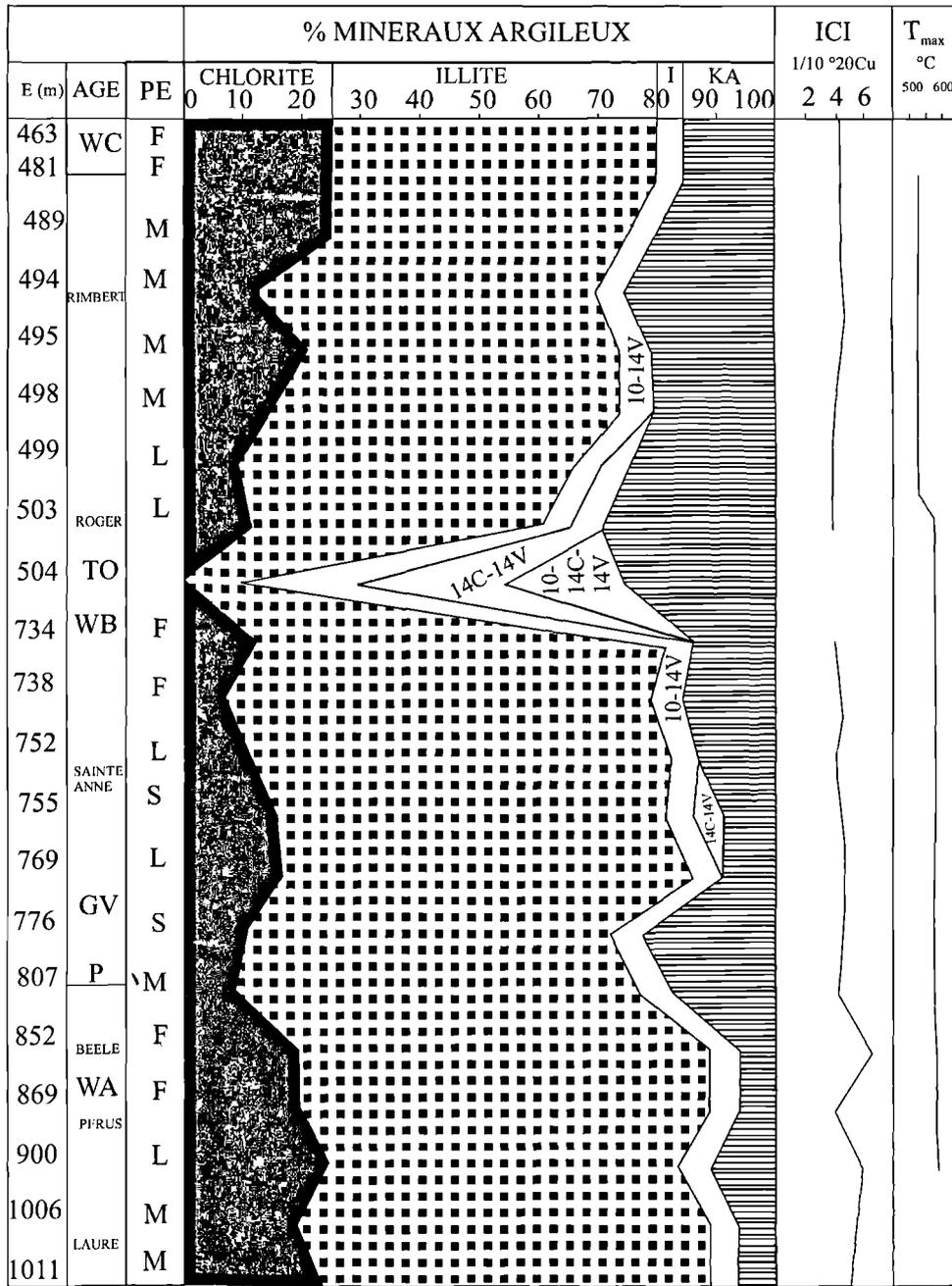


Fig. 10. — La minéralogie des argiles et la géochimie organique des charbons du forage HD10 : E : Epaisseur, F : Fluviale, GV : Grande Veine, I : Interstratifiés, ICI : Indice de cristallinité de l'illite, KA : Kaolinite, L : Lacustre, M : Niveau marin, P : Poissonnière, PE : Paléoenvironnement, S : Paléosol, T_{max} (Rock-Eval), TO : Tonstein (Cinérite), WA : Westphalien A, WB : Westphalien B, WC : Westphalien C.

2) faciès 2 : grès fin, siltite et argilite, interprété comme un dépôt de plaine d'inondation et formant avec le faciès 1 une séquence granddécroissante vers le haut,

3) faciès 3 : mur de la couche de charbon constitué de siltite à racines et concrétions de sidérose interprété comme un paléosol hydromorphe,

4) faciès 4 : charbon interprété comme un dépôt de marécage,

5) faciès 5 : argilite à faune limnique ou marine interprétée comme un dépôt lacustre ou marin,

6) faciès 6 : argilite marine à lacustre, siltite et grès fin disposés en une séquence grandcroissante vers le haut ou non et interprétés comme un dépôt de delta marin, lobe de crevasse dans la plaine d'inondation, ou de levée

7) faciès 7 : tonstein (cinérite). L'analyse faciologique et séquentielle des forages HD10 et HD20 suggère que le

Westphalien (Pennsylvanien) du bassin houiller du Nord et du Pas de Calais s'est déposé dans une zone plane marécageuse traversée par des rivières à méandres qui nourrissaient des lobes de crevasse à l'arrière d'une barrière littorale. L'influence marine, sporadique, est représentée par des niveaux à faune marine marginale et des deltas marins. La séquence complète de faciès est formée d'une séquence granodécroissante vers le haut et d'une séquence granocroissante vers le haut. Cette séquence qui avait été appelée Cyclothème par Weller (1930) et Pruvost (1930) correspond à une séquence à haute fréquence et à une paraséquence dans la nouvelle terminologie de la stratigraphie séquentielle. La continuité de ces séquences a pu être démontrée sur 3,5 km environ, mais pas sur la totalité du bassin où des variations tectoniques locales pourront produire des séquences surnuméraires. L'empilement de ces

paraséquences forme des séquences du troisième ou du second ordre en relation avec les transgressions majeures qui affectent l'Europe de l'Ouest et de l'Est. Certaines de ces séquences manquent dans le Nord de la France du fait de la situation du bassin en fond de golfe marin. Ces séquences sont donc à la fois produites par la tectonique, le climat et l'eustatisme. L'article se termine par une étude minéralogique des minéraux argileux des argiles avec une prépondérance de l'illite, puis de la chlorite et de la kaolinite résultant d'un héritage et d'une néoformation dans les sols marécageux sous climat tropical et une étude géochimique des charbons du forage HD10 qui confirme le type III de matière organique (végétaux continentaux) et la place de ces charbons dans la fenêtre à gaz. L'exploitation du gaz de charbon dans les secteurs non exploités de ce secteur pourrait redevenir d'actualité dans le contexte de pénurie d'énergie de ce siècle.

BIBLIOGRAPHIE

- ALPERN B. (1969). — Le pouvoir réflecteur des charbons français. Applications et répercussions sur la théorie de A. Duparque. *Annales Société géologique du Nord*, LXXXIX, 2, 143-166.
- BECQ-GIRAUDON J.-F. (1983). — Synthèse structurale et paléogéographique du bassin houiller du Nord. *Mémoire B.R.G.M. Orléans*, 123, 67p.
- BESLY B.M. and FIELDING C.R. (1989). — Palaeosols in Westphalian coal-bearing and red-bed sequences, central and northern England. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 70, 303-330.
- BLESS M.J.M., BOUCKAERT J., CALVER M.A., GRAULICH J.M. and PAPROTH E. (1977). — Paleogeography of Upper Westphalian deposits in NW Europe with reference to the Westphalian C North of the mobile Variscan belt. *Med. Rijks Geol. Dienst, New Serie* 28, 5, 101-147.
- BLESS M.J.M., PAPROTH E. and WOLF M. (1981). — Interdependence of basin development and coal formation in the west European Carboniferous. *Bull. Centre Rech. Expl., Prod. Elf Aquitaine*, 5, 2, 535-553.
- BOUQUILLON A., CHAMLEY H., DEBRABANT P. et PIQUE A. (1985). — Etude minéralogique et géochimique des forages de Jeumont et Epinoy (Paléozoïque du Nord de la France). *Annales Société Géologique du Nord*, CIV, 167-178.
- BOUROZ A. (1968). — La sédimentation des séries houillères dans leur contexte paléogéographique. *C.R. 4^{ème} Congrès Stratigraphie et Géologie du Carbonifère*, Heerlen, 1958, 1, 65-78.
- BOUROZ A. (1969). — Le Carbonifère du Nord de la France. *Annales Société géologique du Nord*, LXXXIX, 47-65.
- BOUROZ A., SPEARS D.A. et ARBEY F. (1983). — Essai de synthèse des données acquises dans la genèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers. *Mémoire Société géologique du Nord* XVI, 118p.
- BOUROZ A., BUISINE M., CHALARD J., DALINVAL A. et DOLLE P. (1964). — Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *5^{ème} Congrès International Stratigraphie et Géologie du Carbonifère*, Paris 1964, Voyage d'étude n° 1, 30p.
- CALVER M.A. (1968). — Distribution of Westphalian marine faunas in northern England and adjoining areas. *Proc. Yorkshire Geological Society*, 37, 1, 1, 1-72.
- CHAMLEY H. (1971). — Recherches sur la sédimentation argileuse en Méditerranée. *Sciences géologiques*, 35, 209p.
- COLEMAN J.M. (1966). — Ecological changes in a massive freshwater clay sequence. *Trans. Gulf Coast Association Geological Society*, 16, 159-174.
- CRASQUIN S. et LETHIERS F. (1986). — Les ostracodes continentaux du Silésien : bilan général et perspectives en France. *Annales Société géologique du Nord*, CVI, 117-122.
- DIESSEL C.F.K. (1992). — Coal-bearing depositional system. *Springer-Verlag, Berlin*, 721p.
- DOLLE P. (1964). — Corrélations à l'aide de la granulométrie sur les lames minces dans certains grès du houiller du basin Nord-Pas de Calais. *C.R. 5^{ème} Congrès Stratigraphie et Géologie du Carbonifère*, Paris, 1963, 1, 341-357.
- DURAND M. (1978). — Paléocourants et reconstitution paléogéographique, l'exemple du Buntsandstein des Vosges méridionales (Trias inférieur et moyen continental). *Mémoire Sciences de la Terre Nancy*, XXII, 4, 301-390.
- FIELDING C.R. (1984a). — A coal depositional model for the Durham coal measures of the NE England. *Journal Geological Society London*, 141, 919-931.
- FIELDING C.R. (1984b). — Upper deltaic plain lacustrine and fluviolacustrine facies from the Westphalian of the Durham coalfield, NE England. *Sedimentology*, 31, 547-567.
- GLENN C.R. and KELTS K. (1991). *Sedimentary rhythms in lake deposits*. In: G. Einsele, W. Ricken and A. Seilacher, Eds., *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer Verlag, Berlin, 188-221.
- GUION P.D., (1984). — Crevasse splay deposits and roof-rock quality in the Three-quarters Seam (Carboniferous) in the East Midlands Coalfield, UK. *Special Publication I.A.S.*, 7, 291-308.
- HASZELDINE R.S. (1984). — Muddy deltas in freshwater lakes and tectonism in the Upper Carboniferous Coalfield of NE England. *Sedimentology*, 31, 811-822.
- HOLTZAPFFEL T. (1985). — Les Minéraux argileux. Préparation, Analyse diffractométrique et Détermination. *Société géologique du Nord*, 12, 136p.
- IZART A. et VACHARD D. (1994). — Subsidence tectonique, Eustatisme et contrôle des séquences dans les bassins namuriens et westphaliens de l'Europe de l'Ouest, de la CEI et des USA. *Bulletin Société géologique de France*, 165, 499-514.
- IZART A., STEPHENSON R., VAI G.B., VACHARD D., LE NINDRE Y., VASLET D., FAUVEL P.-J., SÜSS P., KOSSOVAYA O., CHEN Z., MASLO A. and STOVBA S. (2003). — Sequence stratigraphy and correlation of late Carboniferous and Permian in the CIS, Europe, Tethyan Area, North Africa, Arabia, China, Gondwanaland and the USA. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 196, 59-84.

- IZART A., PALAIN C., MALARTRE F., FLECK S. and MICHELS R. (2005). — Paleoenvironments, paleoclimates and sequences of Westphalian deposits of Lorraine coal basin (Upper Carboniferous, NE France). *Bulletin de la Société géologique de France*, 176, 3, 301-315.
- IZART A., SACSENHOFER R.F., PRIVALOV V.A., ELIE M., PANOVA E.A., ANTSIFEROV V.A., ALSAAB D., RAINER T., SOTIROV A., ZDRAVKOV A. and ZHYKALIAK M.V. (2006). — Stratigraphic distribution of macerals and biomarkers in the Donets Basin: Implications for paleoecology, paleoclimatology and eustasy. *International Journal of Coal Geology*, 66, 69-107.
- JESSEN W. (1956) – Das Ruhrkarbon (Namur C- ob. Westfal C) als Beispiel für extratellurisch verursachte Zyklitätserscheinungen. *Geol. Jahrbuch*, 71, 1-20.
- JESSEN W. (1961) – Zur Sedimentologie des Karbon mit Ausnahme seiner festländischen Gebiete. *CR 4th Int. Congr. Carbon Strat. Geol. Heerlen 1958*, 2, 307-322.
- LAVEINE J.-P. (1987). — La flore du bassin houiller du Nord de la France, biostratigraphie et méthodologie. *Annales de la Société géologique du Nord*, 106, 87-94.
- LEBLANC M. (1984a). — Suivi géologique d'un forage in Gazéification in situ du charbon, Site de la Haute Deule (bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). *Bulletin Société géologique de France*, 7, XXVI, 5, 771-786.
- LEBLANC M. (1984b). — Utilité et mise en œuvre des diagraphies in Gazéification in situ du charbon, Site de la Haute Deule (bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). *Bulletin Société géologique de France*, 7, XXVI, 5, 787-803.
- LECKWIJK W. VAN (1964) – Le Namurien en Belgique et dans les régions limitrophes. *Académie Royale des Sciences de Belgique, Mém.*, 16, 1-58.
- LEPLAT J. (1984). — Le cadre géologique in Gazéification in situ du charbon, Site de la Haute Deule (bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). *Bulletin Société géologique de France*, 7, XXVI, 5, 761-769.
- MC CABE P.J. (1984). Depositional environments of coal and coal-bearing strata. *Special Publication I.A.S.*, 7, 13-42.
- MERIAUX E. (1969). — Contribution à l'étude pétrologique de houilles du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. *Annales des Mines de Belgique, Bruxelles*, 114p.
- PASHIN J.C. and GASTALDO R.A. (2004) – Sequence stratigraphy, Paleoclimate, and Tectonics of coal-bearing strata. *AAPG Studies in Geology*, 51, 238p.
- PIEDAD-SANCHEZ N., SUAREZ-RUIZ I., MARTINEZ L., IZART A., ELIE M. et KERAVIDIS D. (2004). — Organic petrology and geochemistry of the Carboniferous coal seams from the Central Asturian Coal Basin (NW Spain). *International Journal of Coal Geology*, 57, 211-242.
- PRUVOST P. (1930). — Sédimentation et Subsidence. *Livre jubilaire Société Géologique de France, 1830-1930*, II, 545-564.
- RAMSBOTTOM W.H.C. (1979) – Rates of transgression and regression in Carboniferous of NW Europe. *J. Geol. Soc. London*, 136, 147-153.
- READING H.G. (1971). — Sedimentation sequences in the Upper Carboniferous of Northwestern Europe. *C.R. 6ème Congrès de Stratigraphie et Géologie du Carbonifère, Sheffield, 1967*, 1, 1401-1412.
- STREHLAU K. (1990). — Facies and genesis of Carboniferous coal seams of Northwest Germany. *International Journal of Coal Geology*, 15, 245-292.
- TEICHMÜLLER M. and DURAND B. (1983). Florescence microscopical rank studies on liptinites and vitrinites in peats and coals and comparison with the results of Rock-Eval pyrolysis. *International Journal of Coal Geology*, 2, 197-230.
- VAIL P.R., MITCHUM Jr R.M., TODD R.G., WIDMIER J.M., THOMSON S.III, SANGREE J.B., BUBB J.N., HATLEDID W.G. (1977) – Seismic stratigraphy and global changes of sea level. In: C.E. Payton, Ed., *Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration*. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Memoir* 26, 49-212.
- WANLESS H.R. and SHEPHARD R.P. (1936) – Sea level and climatic changes related to Late Paleozoic cycles. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 47, 1177-1206.
- WELLER J.M. (1930) – Cyclic sedimentation of the Pennsylvanian Period and its significance. *J. Geol.*, 38, 97-135.

LES STROMATOLITHES DE L'AUTUNIEN (PERMIEN INFÉRIEUR) DE SOUVIGNY (ALLIER, MASSIF CENTRAL, FRANCE)

Autunian stromatolites from the Lower Permian basin of Souvigny (Massif Central, France)

par Philippe LEGRAND(*) et Pierre DEBRIETTE(**)

(Planches II et III)

Résumé. — Le bassin permien de Bourbon-l'Archambault (Allier) est divisé en deux sous-bassins : le bassin de Souvigny et le bassin de Buxières-les-Mines. Ces deux sous-bassins ont livré des stromatolithes qui sont situés dans le même niveau stratigraphique et sont donc synchrones.

Les stromatolithes silicifiés de l'Autunien (Permien inférieur) du bassin de Souvigny sont décrits et figurés : stromatolithes plans ou tabulaires, stromatolithes en dômes ou en choux-fleurs, et stromatolithes en tubes.

La morphologie des édifices stromatolithiques de Souvigny est identique à celle des stromatolithes de Buxières-les-Mines ; ces derniers ont été étudiés dans le détail, et ont livré des algues associées aux stromatolithes : *Plaziatella colleniaeformis*, *Ellenbergerella attenuata*, *Baltzerella aumanciana*.

L'algue *Broutinella variegata* f. *incipiens* a été trouvée associée à un échantillon des stromatolithes de Souvigny, mais ces derniers nécessitent des investigations supplémentaires pour préciser les algues associées.

Dans le passé, des stromatolithes en tubes de faible diamètre et accolés du bassin de Bourbon-l'Archambault avaient été nommés à tort « *Psaronius* » (ces derniers sont des tiges de fougères arborescentes) ; en fait, aucun véritable *Psaronius* n'a été trouvé jusqu'à présent dans les niveaux qui ont livré les stromatolithes autuniens de Souvigny.

Abstract. — The Lower Permian basin of Bourbon-l'Archambault (Massif Central, France) is divided in two sub-basins : the basin of Souvigny, and the basin of Buxières-les-Mines. Both sub-basins display contemporaneous stromatolites in the same stratigraphic level.

Autunian (Lower Permian) silicified stromatolites from the basin of Souvigny are described and figured : tabular stromatolites, domical and cauliflower-like stromatolites, tubular stromatolites.

The morphology of stromatolitic buildups is the same in Souvigny and in Buxières. Stromatolites from Buxières have been studied in details and the algal remains associated are *Plaziatella colleniaeformis*, *Ellenbergerella attenuata*, and *Baltzerella aumanciana*.

The alga *Broutinella variegata* f. *incipiens* is associated with one of the stromatolites from Souvigny, but further studies are needed to precise the biocoenosis of algae in Souvigny.

In the past, a confusion was made by several authors between tubular stromatolites from the basin of Bourbon-l'Archambault and *Psaronius* (permineralized stems of tree ferns) ; in fact, any true *Psaronius* has not been found in the Autunian stromatolitic levels of Souvigny.

I. — INTRODUCTION

La commune de Souvigny (département de l'Allier) est située sur la rivière La Queue à environ 11,5 km à l'Ouest-Sud-Ouest de Moulins, 11,5 km à l'Est-Sud-Est de Bourbon-l'Archambault, 8 km au Nord-Est de Noyant-d'Allier, et 19 km à l'Est-Nord-Est de Buxières-les-Mines.

Les terrains autuniens situés au Sud-Est de Souvigny, à proximité immédiate du bourg, contiennent des horizons

silicifiés qui ont fossilisé des stromatolithes (encroûtements d'origine cyanobactérienne ou algale). Ces stromatolithes se présentent sous forme de silex noirs, épars, dans le lit du ruisseau Le Ris Malnoce (affluent de la Queue), et dans les champs vers les lieux-dits Chantegrelet et Picoiseau. On peut localement voir des silicifications en place, à l'intérieur de bancs carbonatés. On peut aussi observer des stromatolithes dans les murs des anciennes maisons du bourg de Souvigny, où des blocs de silex ont été utilisés par le passé comme matériau de construction.

(*) 15 rue Federico Garcia Lorca, 63370 Lempdes, France

(**) Le Champ Bernard, 03210 Gipy, France

II. — POSITION STRATIGRAPHIQUE DES STROMATOLITHES

Sous l'appellation générale de « bassin de Bourbon-l'Archambault », on réunit très souvent le bassin de Souvigny-Noyant (ou bassin de la Queue), et le bassin de l'Aumance (bassin de Buxières-les-Mines), où la stratigraphie du Permien est comparable (Launay, 1888 ; Paquette, 1980 ; Debriette, 1992a, 1992b ; Steyer *et al.*, 2000). Ces deux sous-bassins ont été corrélés notamment par deux niveaux de cinérites situés respectivement au toit des couches de charbon (cinérite dénommée « lien blanc ») et au toit du faisceau des schistes bitumineux (« lien vert ») (figures 1 et 2).

Dans le bassin de Bourbon-l'Archambault, les terrains autuniens sont divisés en deux ensembles : « Autunien gris » à la base, et « Autunien rouge » au sommet (Turland, 1990). L'Autunien gris ou assises de Buxières sensu lato comprend lui-même deux unités : une unité inférieure composée de grès grossiers feldspathiques à biotite, et une unité supérieure appelée assise de Buxières sensu stricto qui comporte des couches de charbon exploitées jusqu'au début des années 2000 à Buxières-les-Mines.

Turland (1990) précise que l'assise de Buxières sensu stricto (unité supérieure de l'Autunien gris) est coiffée d'un « faisceau dolomitique » à radicules de végétaux (*Psaronius*), stromatolithes, ostracodes, mudcracks (lac temporairement émergé) ; les bancs carbonatés de ce faisceau peuvent être silicifiés, avec individualisation de silex noirs pouvant envahir très largement les bancs. Dans le bassin de Souvigny-Noyant, ou bassin de la Queue, on retrouve, dans l'assise de Buxières, des calcaires plus ou moins silicifiés, fossilifères, à encroûtements stromatolithiques, *Psaronius*, ostracodes, etc. Les ostracodes sont fréquents dans les calcaires et silicifications de Picoiseau à Chantegrelet. Dans des bancs de calcaire plus ou moins imprégnés de silice, on rencontre des troncs de fougères arborescentes, des racines aériennes de *Psaronius*, des rubanements stromatolithiques plans ou en choux-fleurs (Debriette, 1985 ; Turland, 1990).

Les stromatolithes silicifiés de Souvigny proviennent du faisceau dolomitique situé au sommet de l'assise de Buxières s.s., attribuée à l'Autunien (étage régional du Permien inférieur). Le seul élément de datation absolue est une cinérite, dénommée « lien vert », située dans la colonne stratigraphique à une cinquantaine de mètres sous le niveau à stromatolithes, au toit du faisceau des schistes bitumineux ; cette cinérite a été datée à 288 ± 4 Ma (Kaulfuss, 2003) (fig. 2).

III. — LES DIFFÉRENTES FORMES RENCONTRÉES

Les stromatolithes sont des encroûtements effectués par des microorganismes regroupés en biocénoses complexes, comprenant principalement des bactéries, des cyanobactéries, des algues eucaryotes, et des champignons. Ces encroûtements d'épaisseur variable sont constitués de couches successives, les lamines, bien visibles en section, qui sont des couches de particules de sédiment fin piégées par les filaments microbiens, ou de minéraux précipités par ces derniers. Dans les édifices stromatolithiques, des filaments algaires peuvent être observés et identifiés ; les algues

fossiles, de morphologie parfois très proche d'espèces actuelles, sont alors définies par des morpho-espèces (Freynet et Verrecchia, 2002). Selon la nature et la forme du substrat que ces microorganismes ont encroûté, les stromatolithes peuvent se présenter sous différentes formes. Debriette (1992a, 1992b) a décrit les niveaux silicifiés près de Souvigny, et notamment la présence de rubanements plans, rubanements bréchifiés et rubanements en choux-fleurs, attribués aux encroûtements stromatolithiques (voir fig. 3). Parmi les stromatolithes silicifiés de Souvigny, on peut donc distinguer différentes formes d'édifices. La taille totale maximale des stromatolithes de Souvigny est difficile à estimer car les échantillons récoltés sont limités par des cassures ; les tailles indiquées sont donc celles des échantillons récoltés.

a) *Stromatolithes plans ou tabulaires* (Pl. III, fig. 3)

Dans ce cas, les microorganismes se sont développés sur une surface à peu près plane, et les lamines vues en section sont souvent légèrement ondulées, les ondulations atteignant jusqu'à 3 centimètres de large. Les surfaces planes encroûtées par les stromatolithes peuvent atteindre plusieurs dizaines de centimètres carrés.

2) *Stromatolithes en dômes ou en choux-fleurs* (Pl. II, fig. 1)

Ces stromatolithes présentent des surfaces contournées et des formes irrégulières en dômes, souvent avec une surface externe en choux-fleurs. Les plissements sont dus à la croissance de l'édifice stromatolithique. Ces stromatolithes peuvent atteindre une taille de 30x30 centimètres.

Nous avons pu remarquer qu'un exemplaire ayant un aspect externe en chou-fleur révélait en section la présence de nombreux tubes de faible diamètre ; il s'agit probablement dans ce cas de stromatolithes en tubes (cf. ci-dessous) englobés secondairement dans une masse stromatolithique en chou-fleur.

3) *Stromatolithes en tubes* (Pl. II, fig. 2a et 2b ; Pl. III, fig. 1 et fig. 2)

Des blocs silicifiés sont formés par la juxtaposition de petits tubes parallèles, d'un diamètre souvent compris entre 0,5 et 2 centimètres. Toute une gamme de diamètres peut se trouver au sein d'un même bloc, les tubes étant parallèles entre eux. La longueur des tubes est difficile à estimer ; elle atteint une vingtaine de centimètres sur les blocs observés, mais les tubes ne sont pas complets, et devaient être plus longs. Le tube lui-même apparaît formé de couches concentriques, qui correspondent aux lamines successives élaborées par les microorganismes.

Il existe aussi des stromatolithes en gros tubes, dont le diamètre peut atteindre 19 centimètres au total, avec une lumière du tube de 8 centimètres. Ces gros tubes sont généralement trouvés isolés. Leur structure générale est identique à celle des stromatolithes en petits tubes, mais cette fois la lumière du tube, et donc le tube lui-même, atteint un diamètre beaucoup plus important.

En général, la lumière des tubes est complètement remplie d'un simple gel de silice, parfois de quartz ou de

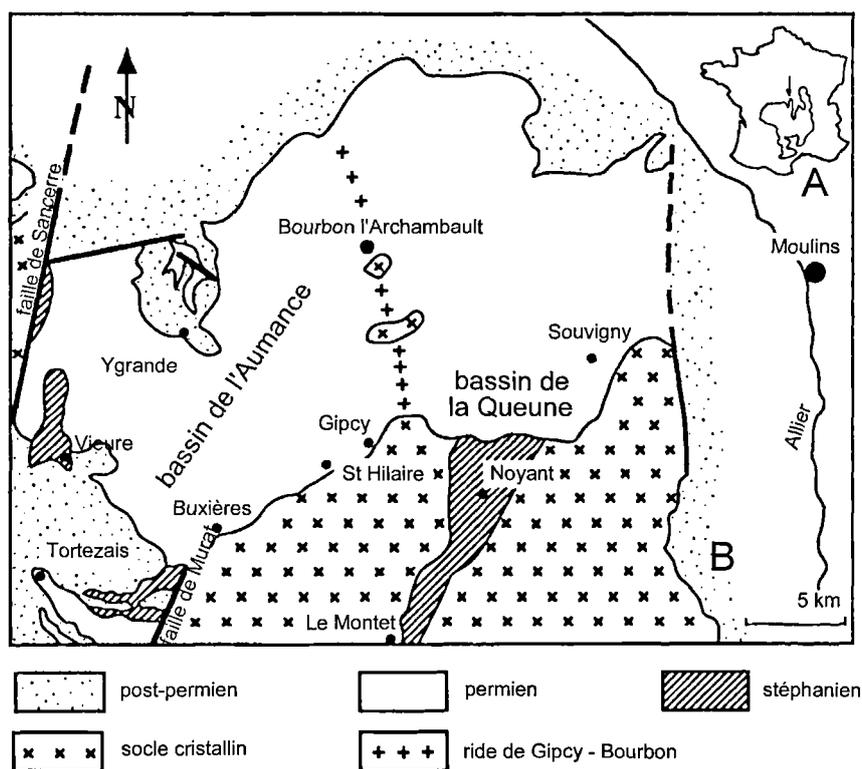


Fig. 1. — Le bassin permien de Bourbon-l'Archambault et les deux sous-bassins de Souvigny-Noyant (ou bassin de la Queune) et de l'Aumance (ou bassin de Buxières-les-Mines) (d'après Paquette, 1980) ; A : localisation du bassin de Bourbon-l'Archambault ; B : carte géographique et géologique simplifiée

Fig. 1. — The Permian basin of Bourbon-l'Archambault and its two sub-basins : the basin of Souvigny-Noyant (= basin of the Queune) and the basin of the Aumance (= basin of Buxières-les-Mines) (after Paquette, 1980) ; A : localisation of the basin of Bourbon-l'Archambault in the Northern Massif Central, France ; B : geological and geographical setting

calcédoine ; elle peut aussi contenir des ostracodes, parfois en une très importante accumulation. Parfois, on peut observer des cellules (sans doute végétales) à l'intérieur d'un tube, mais qui ne le remplissent pas complètement.

Dans le cas des tubes de faible diamètre, on peut aussi observer des tubes emboîtés les uns dans les autres, d'axes différents.

En général, la surface interne des tubes est lisse, mais parfois elle présente un aspect mamelonné. La surface externe peut être assez lisse ou complètement mamelonnée.

4) *Stromatolithes disloqués* (fig. 3)

Des fragments divers de stromatolithes sont inclus dans des blocs siliceux ; ils ont été appelés stromatolithes bréchifiés par Debriette (1992a).

IV. — MICROORGANISMES CONSTRUCTEURS DES STROMATOLITHES

Les microorganismes constructeurs des stromatolithes de Souvigny n'ont pas fait l'objet d'études particulières et ne

sont donc pas connus. Seul un échantillon de stromatolithe plan en couches ondulées a été étudié et a livré des filaments algaires mal conservés ; ces microstructures ont été rapportées à l'algue *Broutinella variegata* f. *incipiens* Freydet (in Freydet et al., 1999).

Par contre, d'autres stromatolithes autuniens du bassin de Bourbon-l'Archambault ont fait l'objet d'études en lames minces : les stromatolithes de Buxières-les-Mines et ceux du « quartzite de Meillers ».

Dans le bassin de l'Aumance, à Buxières-les-Mines, les niveaux dolomités et silicifiés de l'unité supérieure de l'Autunien gris ont fourni des stromatolithes qui ont été décrits par Paquette (1980). Des restes d'algues non marines y ont été trouvés, qui appartiennent aux morpho-espèces *Plaziatella colleniaeformis* Freydet, *Ellenbergerella attenuata* Freydet, et *Baltzerella aumanciana* Freydet. Les stromatolithes forment de petites colonnes (2-3 cm de haut et 1-2 cm de large), des couches continues (1-2 cm d'épaisseur) et des encroûtements millimétriques autour de racines ou de tiges. Les colonnes et les couches continues sont faites à peu près exclusivement par *B. aumanciana*, avec exceptionnellement quelques filaments d'*E. attenuata* ; les encroûtements silicifiés de racines ou de tiges sont généralement faits de laminations de *P. colleniaeformis*, ou rarement de laminations de *B. aumanciana* (échantillons et lames de Paquette

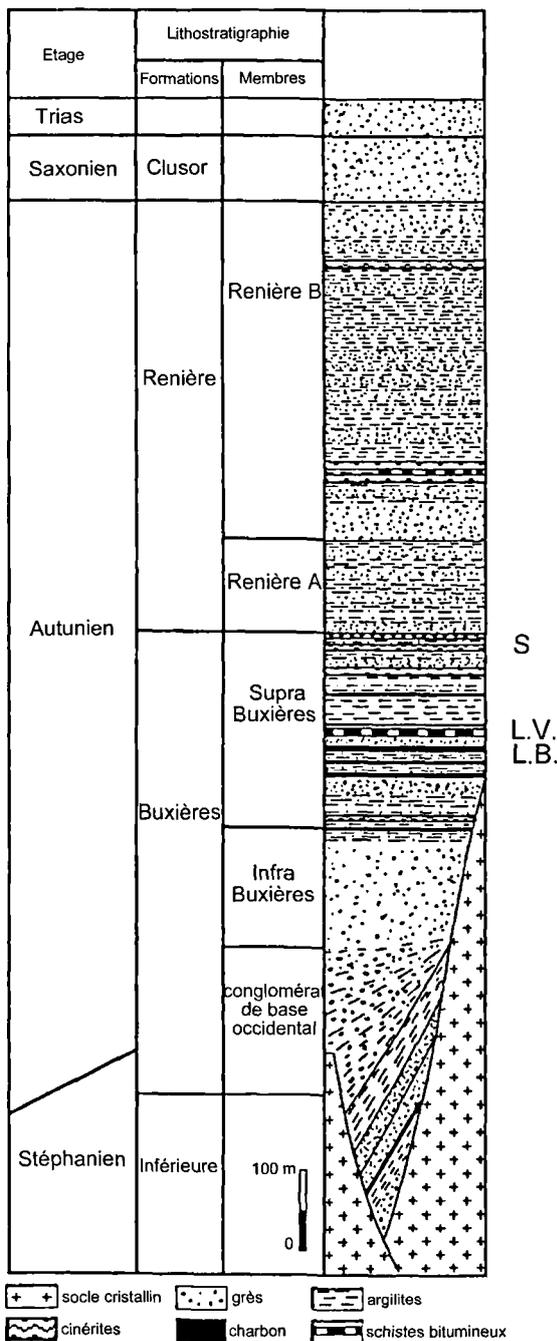


Fig. 2. — Coupe stratigraphique du bassin de Bourbon-l'Archambault (d'après Debriette, 1992b) ; LB = cinérite « lien blanc » ; LV = cinérite « lien vert » ; S = faisceau dolomitique à stromatolithes.

Fig. 2. — Stratigraphic section in the basin of Bourbon-l'Archambault (after Debriette, 1992b) ; LB = volcanic ash tuff level ; LV = volcanic ash tuff level ; S = stromatolitic level.

réinterprétés par Freydet : Freydet *et al.*, 1992 ; Freydet, 1997 ; Freydet, 1998 ; Freydet *et al.*, 1999 ; Steyer *et al.*, 2000).

Le niveau sédimentaire et les stromatolithes de Buxières-les-Mines sont homologues et contemporains de ceux de

Souigny (voir 2 - Position stratigraphique des stromatolithes) ; le faciès et la morphologie des édifices stromatolithiques sont identiques ; il est donc possible que l'association algale soit analogue dans les deux cas.

Le « quartzite de Meillers » est une formation tout à fait particulière et très localisée, qui correspond très probablement à des niveaux de l'Autunien gris, transformés en silicites sous l'action de phénomènes hydrothermaux (Turland, 1990). Le « quartzite de Meillers » a livré en lames minces des laminations stromatolithiques planes ou légèrement ondulées et des filaments algaires. Deux types de formations stromatolithiques ont pu être reconnus qui correspondent à 1) un voile algale calcifié, soumis à érosion et microkarstification puis silicification, 2) un voile algale directement silicifié. Les algues présentes ont été décrites par Freydet *et al.* (2000) : *Baltzerella stephaniense* Freydet, *Hanskerpella pustulata* Freydet, *Ponsinella multifrons* Freydet et *Sarfatigirella intricata* Freydet ; il existe aussi des laminations d'origine bactérienne. Cette flore semble donc très différente de celle de Buxières, de même que les édifices stromatolithiques.

V. — PROCESSUS DE CONSTRUCTION ET DE FOSSILISATION DES STROMATOLITHES

En ce qui concerne les stromatolithes en tubes, les encroûtements cyanobactériens ou algaires ont pu se développer à l'origine sur des tiges ou des racines, mais la structure de ces tiges ou racines n'est pas conservée. En effet, d'une manière générale, les substrats qu'ont encroûtés les stromatolithes n'ont pas été conservés par la fossilisation. La lumière des tubes étant très généralement remplie d'un gel de silice, où l'on trouve des ostracodes, cela signifie que ce substrat a disparu avant que les encroûtements ne soient fossilisés. On doit donc imaginer la succession suivante : installation du substrat (probablement des tiges ou racines de végétaux), encroûtement par les algues ou les cyanobactéries, disparition du substrat, remplissage éventuel de la cavité avant fossilisation, puis fossilisation des encroûtements stromatolithiques et du contenu de la cavité (dont les ostracodes).

A Souigny, le banc carbonaté a été silicifié. On peut donc se demander si la fossilisation a d'abord été carbonatée, la silicification n'étant que secondaire. Il apparaît que l'étude en lames minces des stromatolithes silicifiés permet de mettre en évidence les espèces de microorganismes constructeurs des stromatolithes qui sont bien conservés, alors que ceux-ci ne sont pas conservés dans des exemplaires dolomités (Freydet *et al.*, 1992). D'autre part, la silicification des filaments de leur vivant ou seulement quelques heures après leur mort est prouvée pour les stromatolithes de Buxières, mais non pour ceux de Meillers (Freydet *et al.*, 1999 ; Freydet *et al.*, 2000).

Trois cas de fossilisation peuvent donc être envisagés : 1) le voile algale calcifié a ensuite subi une dolomitisation, 2) le voile algale calcifié a ensuite subi une silicification, 3) le voile algale a été directement silicifié.

Enfin, certains blocs de silex contiennent des éléments de stromatolithes qui apparaissent disloqués en fragments de taille variable ; il est difficile de dire si cette dislocation a eu lieu avant la silicification, ou si c'est la silicification qui a provoqué cette dislocation.

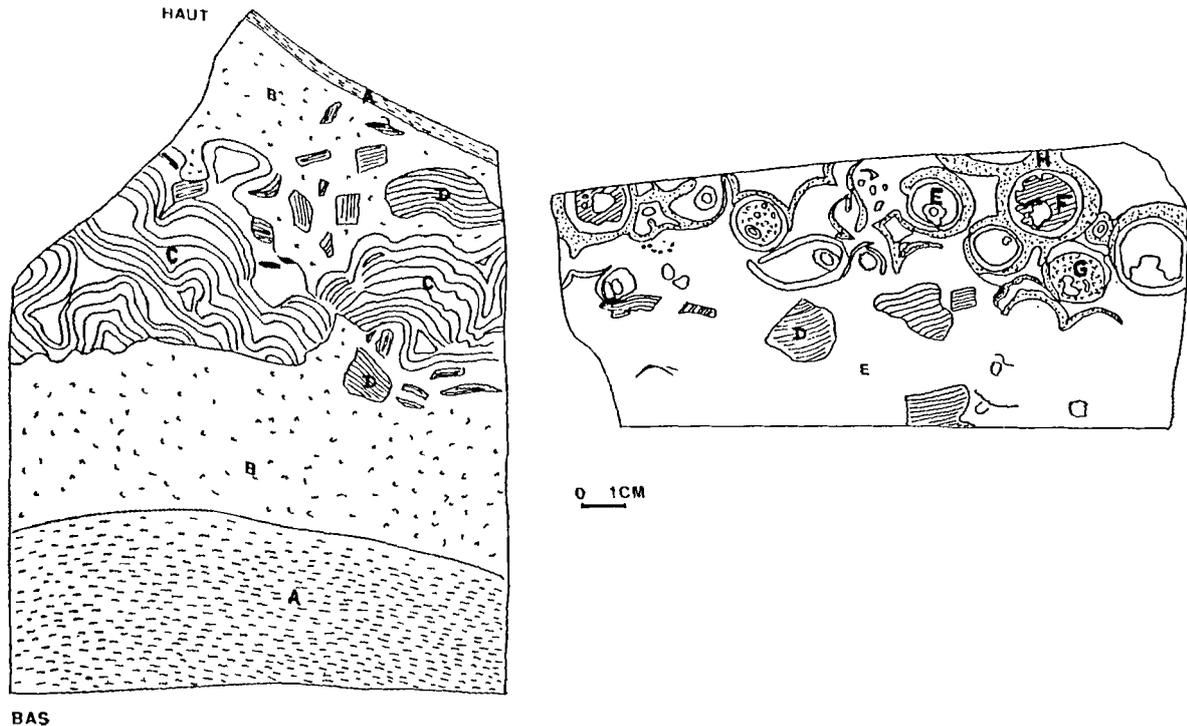


Fig. 3. — Sections de stromatolithes autuniens de Souvigny (Allier) (d'après Debriette, 1992a, modifié) ; A = calcaire silicifié ; B = calcaire silicifié avec ostracodes ; C = encroûtements stromatolithiques en choux-fleurs ; D = encroûtements stromatolithiques bréchifiés ; E = calcaire ; F = remplissage calcédonieux d'un stromatolithe en tube ; G = remplissage d'un stromatolithe en tube par des tests d'ostacodes ; H = stromatolithe en tube.

Fig. 3. — *Autunian silicified stromatolites from Souvigny (Massif Central, France), view in section (after Debriette, 1992a)* ; A : Silicified limestone ; B : Silicified limestone with ostracods ; C : Cauliflower-like stromatolites ; D : Fragments of stromatolites ; E : Limestone ; F : Calcedony filling of a tubular stromatolite ; G : Ostracods into a tubular stromatolite ; H : Tubular stromatolite (transversal section).

VI. — STROMATOLITHES OU PSARONIUS ?

A propos de la région de Souvigny, et plus particulièrement de Chantegrelet, Launay (1888) indique que « le silex noir est sur certains points criblé de débris végétaux qui paraissent être des racines de *Psaronius* » ; puis, s'appuyant sur des observations effectuées par Grand'Eury dans le bassin de Buxières, « nous-même, au Sud de Souvigny, du côté de Chantegrelet, avons vu des bancs de quartz pétris de racines de *Psaronius* ». Mais Launay (1888) ne décrit nulle part l'existence de stromatolithes.

Paquette (1980) a décrit les stromatolithes de Buxières, et notamment les horizons silicifiés à éléments cylindriques de 0,5 à 2 centimètres de diamètre. S'appuyant sur Launay (1888), il considère que les microlamines cylindriques qui encroûtent des fibres végétales silicifiées sont des racines adventives de *Psaronius*.

Cette attribution à des *Psaronius* sera ensuite reprise de nombreuses fois. Dans la notice de la carte géologique de la France, Turland (1990), à la suite de Debriette (1985), signale la présence de « radicelles de végétaux (*Psaronius*) », de « troncs de fougères arborescentes, (et de) racines aériennes de *Psaronius* » aux côtés des stromatolithes plans ou en choux-fleurs. Freydet *et al.* (1992), reprenant aussi Paquette (1980), indiquent aussi la présence d'« encroûtements stromatolithiques autour de racines de fougères arborescentes

(*Psaronius*) ». Dans sa description des niveaux silicifiés de Souvigny, Debriette (1992a) mentionne que « la silice épigénise également les anciennes structures végétales : troncs de fougères arborescentes de taille considérable » ainsi que « des structures végétales : parmi celles-ci figurent des racines de *Psaronius*, épigénisées par la silice : éléments cylindriques de 1 à 1,5 cm de diamètre, finement rubanés, formés d'encroûtements concentriques parfois bréchifiés, aplatis ». Enfin, dans leur description des stromatolithes et algues des formations de Buxières-les-Mines, Steyer *et al.* (2000) indiquent que les niveaux silicifiés « incluent des traces de racines de *Pecopteris* (i.e. fragments de tige de *Psaronius* avec le manteau caractéristique de racines adventives) » ; « les stromatolithes forment des encroûtements millimétriques autour des *Psaronius* (i.e., manteaux de racines adventives de *Pecopteris*) ».

Le terme *Psaronius* au sens large désigne des fougères arborescentes du groupe des Marattiales. Le terme *Psaronius* au sens strict désigne les parties fossiles, perminéralisées, de leur tronc (Andrews et Doubinger, 1970). Le tronc de ces fougères atteignait 8 mètres de haut et portait une couronne de grandes frondes ; leur feuillage (*Pecopteris*) est fréquent dans les formations houillères. Ces fougères ont connu un grand développement au Carbonifère supérieur et au Permien (Galtier, 2005). L'anatomie des *Psaronius* est parfaitement connue grâce à des échantillons silicifiés qui ont conservé l'ensemble des détails de la structure du tronc. En Europe,

deux gisements ont notamment fourni de nombreux échantillons : Autun (Autunien, Saône-et-Loire, France) et Chemnitz (Permien, Allemagne) (Rössler, 2002a et b). Comme chez les fougères arborescentes actuelles, la tige du *Psaronius* est constituée des faisceaux vasculaires donnant la base des pétioles des feuilles, entourés d'un manchon de racines adventives aériennes, fortement développé à la base de la tige et qui jouait un rôle de soutien du tronc. Le *Psaronius* le plus grand connu jusqu'à présent mesure 80 centimètres de diamètre (Rössler, 2000).

Nous avons repris en figure 3 deux dessins de Debriette (1992a) figurés initialement sous le titre : « niveaux silicifiés du bassin de Souvigny : encroûtements cyanobactériens et structures de plantes (*Psaronius*) ». On peut y reconnaître, de manière tout à fait caractéristique, des stromatolithes en tubes ; par contre, aucune caractéristique d'un véritable *Psaronius* n'est visible. D'une révision de la collection Debriette, et des nouvelles observations et récoltes de terrain, il ressort en fait que le terme *Psaronius* a été attribué de manière générale à ces stromatolithes en tubes, et a donc été utilisé de manière impropre.

Des fougères arborescentes ont-elles pu servir de support aux encroûtements stromatolithiques ? Pour répondre à cette question, il faudrait trouver fossilisé le substrat des stromatolithes.

Paquette (1980) et Freytet *et al.* (1992, reprenant Paquette, 1980), figurent sous le nom de « racines de *Psaronius* » des encroûtements stromatolithiques de Buxières (sections de quelques millimètres de diamètre) où des tissus végétaux semblent conservés, notamment des structures étoilées rapportées à des actinostèles. Les racines adventives de *Psaronius* possèdent effectivement une actinostèle, mais d'autres végétaux contemporains des *Psaronius* possèdent également une actinostèle (Rössler, 2000 et comm. pers.). En l'absence d'autres éléments caractéristiques de la tige, ces restes végétaux ne semblent donc pas identifiables spécifiquement, et ne sont pas caractéristiques d'un *Psaronius*.

Par ailleurs, le diamètre des stromatolithes tubulaires de Souvigny, accolés les uns aux autres avec des lacunes plus ou moins importantes (parfois de plusieurs centimètres) entre eux, est très variable : de 0,5 à 2 cm de diamètre au sein d'un même bloc silicifié. Au contraire, les racines adventives d'un *Psaronius* sont généralement très homogènes en diamètre à un niveau donné, celui-ci étant inférieur ou égal à 0,5 cm.

Enfin, malgré de nombreuses prospections menées à Souvigny, nous n'avons pu trouver de véritable spécimen de *Psaronius* dans la formation contenant l'ensemble des stromatolithes décrits ci-dessus, car les supports des stromatolithes (probablement des tiges ou des racines de végétaux pour les stromatolithes tubulaires) ne sont pas conservés. Il est ainsi remarquable de constater que la lumière des gros stromatolithes en tubes est toujours soit vide, soit remplie d'un gel de silice avec accumulation ou non d'ostracodes, ce qui témoigne de la disparition du substrat originel des encroûtements stromatolithiques.

Par contre, le « quartzite de Meillers » a livré au moins un véritable *Psaronius* parfaitement conservé, avec faisceaux vasculaires, pétioles et racines adventives, pour un diamètre total de 10-15 centimètres (Legrand, en préparation) ; celui-ci ne présente aucun encroûtement stromatolithique.

En conclusion, la nature des tiges ou racines végétales qui ont pu servir de substrat aux encroûtements stromatolithiques en tubes reste inconnue. La présence de *Psaronius* dans les niveaux supérieurs de l'Autunien gris de Souvigny, et plus précisément dans les niveaux qui livrent des stromatolithes silicifiés en tubes, n'est pas établie ; la mention de *Psaronius* dans la littérature citée résulte d'une confusion avec des stromatolithes en tubes.

VII. — ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC D'AUTRES STROMATOLITHES

Dans le bassin de Bourbon-l'Archambault, l'Autunien rouge ou assises de Renière sensu lato est divisé en deux unités : Renière A à la base, et Renière B au sommet. L'unité supérieure Renière B contient aussi parfois des stromatolithes (Turland, 1990). Ceux-ci n'ont fait l'objet d'aucune description jusqu'à présent.

Gand *et al.* (1993) et Stapf et Gand (1994) ont décrit des stromatolithes silicifiés du Permien inférieur du bassin de Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire), dans une formation post-autunienne ; parmi ceux-ci, certains sont tabulaires, d'autres ont une forme en choux-fleurs, d'autres encore ont eu pour support des végétaux non déterminés ; ils suggèrent un environnement lacustre et fluvial. Les formes des édifices stromatolithiques apparaissent proches de celles rencontrées à Souvigny. Freytet *et al.*, (1999) ont aussi décrit de nombreux stromatolithes fluviaux et lacustres du Permien de France et d'autres contrées voisines, certains de morphologies proches de celles rencontrées à Souvigny.

Les différentes formes de stromatolithes décrites dans l'Autunien de Souvigny sont aussi morphologiquement comparables à certaines formes de stromatolithes rencontrées dans l'Oligocène supérieur de la Limagne d'Auvergne. On y trouve notamment des calcaires stromatolithiques en choux-fleurs, ainsi que des « calcaires à roseaux ou à prêles », par exemple sur les flancs du Puy de Mur (commune de Mezel, Puy-de-Dôme) (Rudel, 1938). Ces derniers sont des stromatolithes cylindriques, en tubes ; les encroûtements se sont développés autour de tiges de végétaux, supposés être des roseaux ou des prêles, qui ont ensuite disparu pour laisser la place à un vide. Toujours dans l'Oligocène supérieur de Limagne (communes de Saint-Gérand-le-Puy et Gannat, Allier), des stromatolithes ont encroûté des tiges de palmiers qui ont ensuite disparu ; on n'en retrouve aujourd'hui que le moulage caractéristique du stipe. Les stromatolithes de Limagne et leurs organismes constructeurs ont par ailleurs fait l'objet d'une révision détaillée par Freytet (2000).

VIII. — CONCLUSIONS

Les édifices stromatolithiques de l'Autunien de Souvigny (stromatolithes plans ou tabulaires, stromatolithes en dômes ou en choux-fleurs, et stromatolithes en tubes) sont morphologiquement comparables et sont contemporains de ceux de Buxières-les-Mines. Ces derniers ont fait l'objet d'études détaillées par Freytet (*op. cit.*) qui ont permis de préciser la flore algale associée aux stromatolithes. Une étude comparable reste à faire pour préciser la biocénose des stromatolithes de Souvigny.

L'extension de ces stromatolithes dans l'ensemble du bassin de Bourbon-l'Archambault indique des conditions de milieu assez voisines à l'échelle géographique du bassin et des deux sous-bassins de Souvigny et de Buxières, au moment de l'édification de ces stromatolithes. Le milieu était néanmoins plus confiné à Buxières, où les calcaires sont dolomitiques, et plus oxygéné à Souvigny où les diffractométries n'ont montré que la présence de calcite dans les carbonates ; enfin, dans le bassin de Souvigny existe un milieu très particulier, siège de sédimentation terrigène et d'hydrothermalisme : le « quartzite de Meillers » (Debriette, 1985).

La faune d'ostracodes, étudiée dans des niveaux calcaires de l'Autunien au Sud et à l'Ouest de Souvigny, indique un milieu lacustre permanent d'eaux douces à oligohalines, peu profond et de faible énergie, sous climat tropical. La teneur en silice dans les eaux de Souvigny devait être supérieure à celle du bassin de Buxières, étant donné la taille des ostracodes dont le développement devait être influencé par la teneur des

eaux en silice (Damotte *et al.*, 1992). Cette teneur en silice pouvait être en rapport avec les arrivées hydrothermales à l'origine du « quartzite de Meillers ».

La silicification des stromatolithes a probablement été, au moins dans certains cas, un événement soudain et rapide pour permettre la conservation des algues constructrices des stromatolithes. Peut-être cet événement peut-il être mis aussi en relation avec la formation du « quartzite de Meillers » ?

Enfin, dans le passé, des stromatolithes en tubes de faible diamètre et accolés du bassin de Bourbon-l'Archambault avaient été nommés à tort « *Psaronius* » (ces derniers sont des tiges de fougères arborescentes) ; en fait, aucun véritable *Psaronius* n'a été trouvé jusqu'à présent dans les niveaux qui ont livré les stromatolithes autuniens de Souvigny.

Remerciements. — Les auteurs adressent leurs plus sincères remerciements à M. Pierre FREYTET (Université Paris-VI, e.r.) pour l'ensemble de sa contribution à cet article, et notamment pour l'amélioration de la version initiale du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWS H.N., DOUBINGER J., (1970). — Tiges et pétioles de Marattiaceae fossiles. In : Boureau E. (dir.). *Traité de Paléobotanique*. Tome IV, fasc. 1 : Filicophyta. Ed. Masson, Paris, 183-203.
- DAMOTTE R., LETHIERS F., CORBIN J.-C., RENARD M., DEBRIETTE P., (1992). — Premières données sur la faune d'ostracodes du Permien inférieur de Souvigny (Nord du Massif Central, France). *Revue de Micropaléontologie*, 35 (4), 253-270.
- DEBRIETTE P., (1985). — Etude géologique du bassin permio-carbonifère de la Queune (Allier). *Mémoire de DER, Université de Dijon*, 167 p.
- DEBRIETTE P., (1992)a. — Livret-guide de l'excursion : bassin permien de Bourbon-l'Archambault et sillon houiller (Noyant), 9 et 10 mai 1992. I : Géologie : présentation ; II : Sillon houiller : sédimentologie, volcanisme, structuration, paléontologie ; III : Autunien gris de l'Aumance : charbon, schistes bitumineux, quartzites. *Société d'Histoire Naturelle d'Autun*, 8+10+16 p. + fig.
- DEBRIETTE P., (1992)b. — Le bassin permien de Bourbon-l'Archambault et le sillon houiller (Allier, France). *Présentation et itinéraire géologique*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun*, 144, 13-34.
- FREYTET P., (1997). — Non-marine, Permian to Holocene algae from France and adjacent countries, Part I. *Annales de Paléontologie*, 83 (4), 289-332.
- FREYTET P., (1998). — Non-marine, Permian to Holocene algae from France and adjacent countries, Part II. *Annales de Paléontologie*, 84 (1), 3-51.
- FREYTET P., (2000). — Distribution and palaeoecology of non marine algae and stromatolites : II, the Limagne of Allier Oligo-Miocene lake (central France). *Annales de Paléontologie*, 86 (1), 3-57.
- FREYTET P., BROUTIN J., DURAND M., (2000). — Distribution and palaeoecology of freshwater algae and stromatolites : III, some new forms from the Carboniferous, Permian and Triassic of France and Spain. *Annales de Paléontologie*, 86 (4), 195-241.
- FREYTET P., LEBRETON M.-L., PAQUETTE Y., (1992). — The carbonates of the Permian lakes of North Massif Central, France. *Carbonates and Evaporites*, 7 (2), 122-131.
- FREYTET P., TOUTIN-MORIN N., BROUTIN J., DEBRIETTE P., DURAND M., EL WARTITI M., GAND G., KERP H., ORSZAG F., PAQUETTE Y., RONCHI A., SARFATI J., (1999). — Palaeoecology of non marine algae and stromatolites : Permian of France and adjacent countries. *Annales de Paléontologie*, 85 (2), 99-153.
- FREYTET P., VERRECCHIA E.P., (2002). — Lacustrine and palustrine carbonate petrography : an overview. *Journal of Paleolimnology*, 27, 221-237.
- GALTIER J., (2005). — La végétation des bassins houillers au Carbonifère. *La Garance Voyageuse*, 71, 24-29.
- GAND G., STAPF K.R.G., BROUTIN J., DEBRIETTE P., (1993). — The importance of silicified wood, stromatolites, and conifers for the paleoecology and the stratigraphy in the Lower Permian of the northeastern Blanzay-Le Creusot Basin (Massif Central, France). *Newl. Stratigr.*, 28 (1), 1-32.
- KAULFUSS U., (2003). — Lithofazies, Genese und Stratigraphie des Permokarbon im Becken von Bourbon-l'Archambault (Massif Central). *Fallstudie Buxières-les-Mines*. *Diplomarbeit, Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie Bernhard von Cotta*, 82 p.
- LAUNAY L. DE, (1888). — Etude sur le terrain permien de l'Allier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^{ème} sér., XVI, 298-336.
- PAQUETTE Y., (1980). — Le bassin autunien de l'Aumance (Allier) : sédimentologie, tectonique syndiagénétique. *Thèse, Univ. Dijon*, 227 p.
- RÖSSLER R., (2000). — The Late Palaeozoic tree fern *Psaronius* : an ecosystem unto itself. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 108, 55-74.
- RÖSSLER R., (2002)a. — *Psaronius* forests at the feet of volcanoes. In : Dernbach U., Tidwell W.D. *Secrets of petrified plants. Fascination from millions of years*. D'Oro, Heppenheim, 54-63.

- RÖSSLER R., (2002)b. — Between precious inheritance and immediate experience : paleobotanical research from the Permian of Chemnitz, Germany. In : Dernbach U., Tidwell W.D. Secrets of petrified plants. Fascination from millions of years. D'Oro, Heppenheim, 104-119.
- RUDEL A., (1938). — Etude géologique des pépérites de la région du Puy de Mur. Rev. Sc. nat. d'Auvergne, 4 (3-4), 158-183.
- STAPF K., GAND G., (1994). — The stromatolites from the Lower Permian of Montceau-les-Mines (Massif Central, France). — In : Poplin C., Heyler D. (dir.). Quand le Massif Central était sous l'équateur. Un écosystème carbonifère à Montceau-les Mines. Mémoires de la section des sciences 12, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 87-92.
- STEYER J.S., ESCUILLIE F., POUILLON J.-M., BROUTIN J., DEBRIETTE P., FREYTET P., GAND G., POPLIN C., RAGE J.-C., RIVAL J., SCHNEIDER J.W., STAMBERG S., WERNEBURG R., CUNY G., (2000). — New data on the flora and fauna from the ?uppermost Carboniferous-Lower Permian of Buxières-les-Mines, Bourbon-l'Archambault basin (Allier, France). A preliminary report. Bull. Soc. géol. Fr., 171 (2), 239-249.
- TURLAND M., 1990 (avec la collaboration de MATHIS V., GROLIER J., MONIER G., CROISE G., DEBRIETTE P., MILHAU D., MERCIER-BATARD F., CARROUE J.-P., PIBOULE M., DEBEGLIA N.). — Notice explicative, carte géologique de la France à 1:50000, feuille Bourbon-l'Archambault (597). Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 82 p. Carte géologique par Turland *et al.*, 1990.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

PLANCHE II

Stromatolithes silicifiés autuniens de Souvigny (Allier)

Autunian silicified stromatolites from Souvigny (Massif Central, France)

(collection et photos : Ph. Legrand)

Fig. 1. — Stromatolithe en chou-fleur ou en dôme : détail vu en section

Fig. 1. — Domicol or cauliflower-like stromatolite : detail in section

Fig. 2. — Stromatolithe en tube

2a. Vue en section partielle (sur la partie droite) montrant la lumière du tube, vide

2b. Vue externe du tube

Fig. 2. — Tubular stromatolite

2a. Section showing the interior of the tube (on the right)

2b. External view

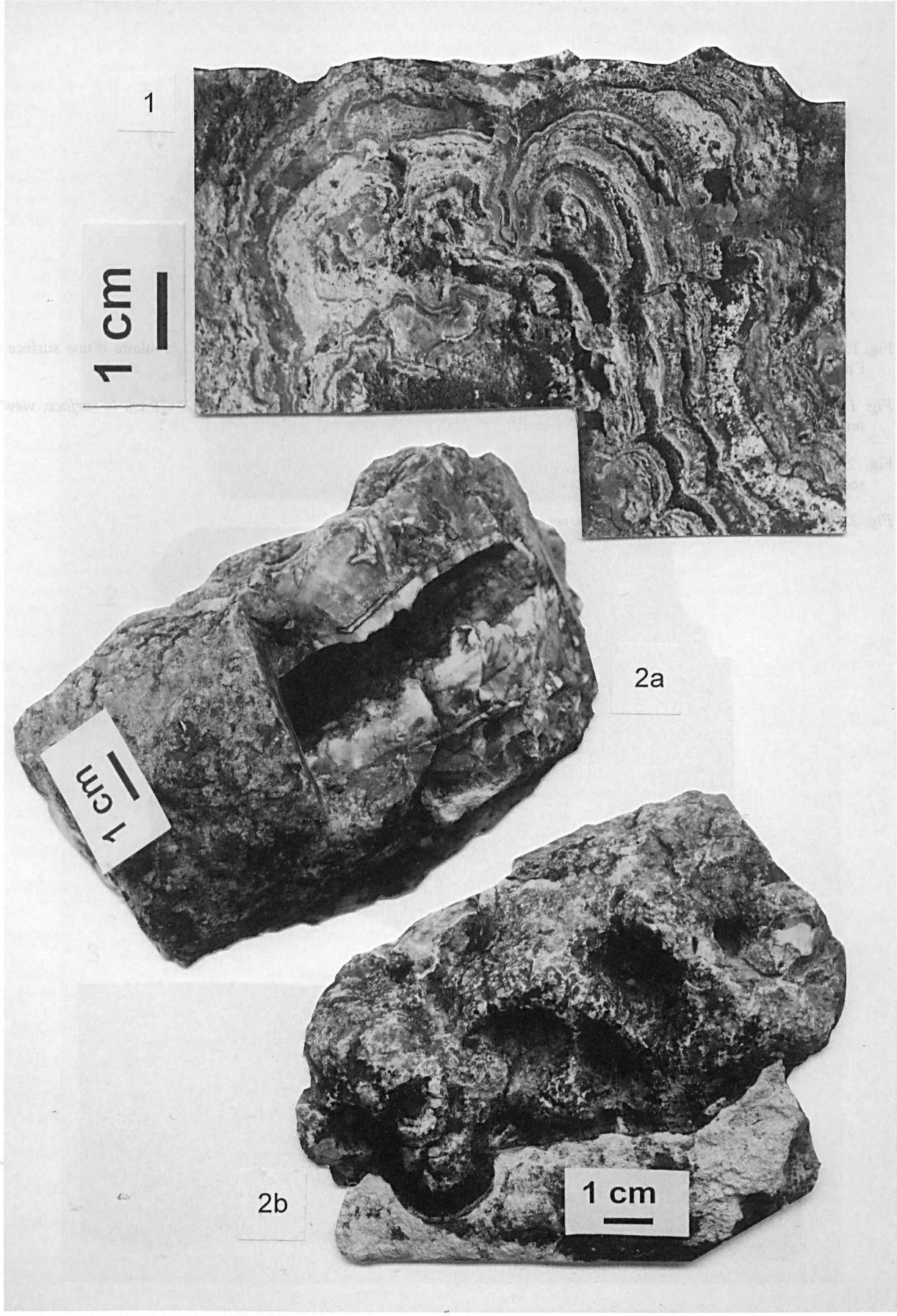


PLANCHE III

Stromatolithes autuniens de Souvigny (Allier)

Autunian silicified stromatolites from Souvigny (Massif Central, France)

(collection et photos : Ph. Legrand)

Fig. 1. — Stromatolithe en tube : vue en section transversale ;
l'intérieur du tube est rempli en partie d'ostracodes

*Fig. 1. — Transversal section of a tubular stromatolite ; the
interior of the tube is partly occupied by ostracods*

Fig. 2. — Stromatolithes en petits tubes accolés, vus en
section transversale

Fig. 2. — Small tubular stromatolites in transversal section

Fig. 3. — Stromatolithe plan ou tabulaire d'une surface de
25x20 cm, vu en section

*Fig. 3. — Tabular stromatolite 25x20 cm in surface, view in
section*

Sont en vente au Siège de la Société :

MÉMOIRES (*)

Tome I	n° 1. — Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	51,20 €
	n° 2. — P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pennsylvanie</i> , 1882, 178 p.	38,40 €
	n° 3. — R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	5,50 €
Tome IV	n° 1. — J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Vermeuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	13,75 €
Tome VI	n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> , B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	13,00 €
	n° 2. — J. GOSSELET et al., <i>Faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. Fasc. 2	51,20 €
	n° 3. — V.COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	23,75 €
Tome VII	n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> , Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	15,55 €
Tome VIII	n° 2. — Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	18,30 €
Tome IX	n° 1. — G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	65,85 €
	n° 2. — G. FOURNIER et al., <i>Poissons élasmobranchés de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	14,65 €
Tome X	n° 2. — J. LAVERDIERE, <i>Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	27,50 €
Tome XII	— D. LEMAITRE, <i>Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	51,20 €
Tome XIII	— P. BRICHE et al., <i>Flore infraliasique du Boulonnais</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	38,40 €
Tome XIV	— G. WATERLOT, <i>Les Gigantotrachés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	13,00 €
Tome XV	— J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	27,50 €
Tome XVI	— A. BOUROZ et al., <i>Essai de synthèse des données acquises dans la gène et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers</i> , 1983, 118 p., 10 pl.	38,10 €

PUBLICATIONS (*)

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	20,00 €
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Saravejo (Yougoslavie)</i>	23,00 €
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen</i>	22,00 €
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>	26,70 €
Publication N° 5. — M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i>	26,70 €
Publication N° 6. — F. THIEBAULT, <i>L'évolution géodynamique des Héliénides externes en Péloponnèse méridional</i>	28,20 €
Publication N° 7. — P. DEWEVER, <i>Radiolaires du Trias et du Lias de la Téthys</i>	27,50 €
Publication N° 8. — J. FERRIERE, <i>Paléogéographie et tectoniques superposées dans les Héliénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pélion (Grèce continentale)</i>	28,20 €
Publication N° 9. — H. MAILLOT, <i>Les Paléoenvironnements de l'Atlantique sud : Apport de la géochimie sédimentaire</i>	20,00 €
Publication N° 10. — Cl. BROUSMICHE, <i>Les Fougères sphénoptériennes du Bassin Houllier Sarro-Lorrain</i>	30,00 €
Publication N° 11. — B. MISTIAEN, <i>Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan (Montagnes Centrales). Analyse et systématique des Stromatopores</i>	30,00 €
Publication N° 12. — T. HOLTZAPFFEL, <i>Les minéraux argileux. Préparation, analyses diffractométriques et détermination</i> T.T.C.	13,75 €
Publication N° 13. — J.L. MANSY, <i>Géologie de la Chaîne d'Ormineca des Rocheuses aux plateaux intérieurs (Cordillère Canadienne). Evolution depuis le Précambrien</i>	30,00 €
Publication N° 14. — C. BECK, <i>Géologie de la Chaîne Caraïbe au méridien de Caracas (Venezuela)</i>	19,00 €
Publication N° 15. — J.M. DEGARDIN, <i>Le Silurien des Pyrénées : Biostratigraphie, Paléogéographie</i>	19,00 €
Publication N° 16. — J. SIGAL, <i>Les recherches sur les Foraminifères fossiles en France des environs de 1930 à l'immédiat après-guerre</i> T.T.C.	15,00 €
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> T.T.C.(les 3 fasc.)	54,90 €
Publication N° 18. — A. KHATIR, <i>Structuration et déformation progressive au front de l'allochtone ardennais (Nord de la France)</i> T.T.C.	23,00 €
Publication N° 19. — C. LAMOUROUX, <i>Les mylonites des Pyrénées. Classification. Mode de formation. Evolution</i>	23,00 €
Publication N° 20. — G. MAVRIKAS, <i>Evolution Crétacé-Eocène d'une plate-forme carbonatée des Héliénides externes. La plate-forme des Ori Vaitou (Massif du Gavrovo), Zone de Gavrovo-Tripolitza (Grèce continentale)</i>	23,00 €
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>	23,00 €
Publication N° 22. — N. FAGEL, <i>Flux argileux du Néogène au Quaternaire dans l'Océan Indien Nord, mise en évidence et interprétation</i>	23,00 €
Publication N° 23. — G. BUSSON et A. CORNÉE, <i>L'événement océanique anoxique du Cénomani supérieur-terminal</i>	19,00 €
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>	23,00 €
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>	46,00 €
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>	19,00 €
Publication N° 27. — E. VENNIN, <i>Architecture sédimentaire des Bioconstructions permo-carbonifères de l'Oural méridional (Russie)</i>	27,50 €
Publication N° 28. — <i>Actes des 1^{ères} journées régionales Nord/Pas-de-Calais du Patrimoine géologique</i>	15,00 €
Publication N° 29. — F. LACQUEMENT, <i>L'Ardenne Varisque. Déformation progressive d'un prisme sédimentaire préstructuré ; de l'affleurement au modèle de chaîne</i>	26,70 €
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>	26,70 €

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, sauf indication contraire (T.T.C.).

SOMMAIRE

Tome 14 (2^{ème} série)

parution 2007

	pages
Bruno MISTIAEN, Denise BRICE et Pascal DEVILLE. — Recherches et richesses paléontologiques : Le patrimoine géologique de l'Université Catholique de Lille.	3
Denise BRICE et Pascal DEVILLE. — Brachiopodes du Dévonien d'Afghanistan, types et figurés (A3.01-B14) du catalogue systématique des Collections de l'Université Catholique de Lille.	9
Pierre MORZADEC, Denise BRICE et Christian LOONES. — Trilobites dévoniens de Ferques, Boulonnais, Nord de la France : Migrations et paléobiogéographie.	23
Alain IZART. — Analyse des sédiments, séquences et minéraux argileux des forages HD10 et HD20 (Bassin houiller du Nord de la France).	29
Philippe LEGRAND et Pierre DEBRIETTE. — Les stromatolithes de l'Autunien (Permien inférieur) de Souvigny (Allier, Massif Central, France).	43

© 2007 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 en France)