B. L. M. HUBERT

Université Catholique de Lille
Laboratoire de Paléontologie stratigraphique, F.L.S.T. & I.S.A.
Université des Sciences et Technologies de Lille
Géosystèmes - U.M.R. 8157 du Centre National de la Recherche Scientifique
Ecole doctorale « Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement »
et
Université de Liège
Département de Géologie
Laboratoire de Pétrologie sédimentaire

Les stromatopores givétiens et frasniens de l'Ardenne méridionale et du Boulonnais (France et Belgique) : sédimentologie, paléobiodiversité et paléobiogéographie

The Givetian and Frasnian stromatoporoids in the southern Ardenne and Boulonnais (France and Belgium): sedimentology, palaeobiodiversity and palaeobiogeography

par

BENOIT L. M. HUBERT

Thèse d'Université, Paléontologie, préparée sous la tutelle du

Professeur **Bruno MISTIAEN** (I.S.A.)
et du
Professeur **Frédéric BOULVAIN** (Université de Liège)

Président :	Pr. Alain BLIECK (Université de Lille)
Rapporteurs :	Dr. Marie COEN-AUBERT (I.R.S.N. de Bruxelles) Pr. Isabel MENDES-BEDIA (Université d'Oviedo)
Examinateurs :	Pr. Alain BLIECK (Université de Lille) Pr. Eddy POTY (Université de Liège) Dr. Catherine CRONIER (Université de Lille)

N° d'ordre :

LILLE – LIEGE

14 MAI 2008

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Résumé

Les stromatopores dévoniens connaissent leur apogée, en Ardenne, au Givétien. Ils sont également bien représentés au Frasnien. L'objectif de ce travail est d'analyser la biodiversité des stromatopores en Ardenne méridionale pour ces deux étages et de la comparer à ce qui est connu dans le Boulonnais. Le calcul de la biodiversité, pour des faunes contraintes par le milieu (i.e. carbonaté), ne peut se faire sans une étude préalable des environnements dans lesquels se sont développés ces organismes. Les terrains givétiens appartenant au bord sud du synclinorium de Dinant caractérisent globalement des milieux de plates-formes carbonatées peu profondes. Diverses unités récifales (i. e. biostrome et bioherme) ont alors pu se développer à différents niveaux stratigraphiques et à différentes échelles. Les diversités semblent cependant rester homogènes sur l'ensemble du Givétien et pour l'ensemble des unités récifales. Cependant, de légères variations sont constatées avec les unités récifales frasniennes. De plus, certaines espèces, adaptées à des milieux sédimentaires particuliers, semblent parfois dominer au sein des unités récifales. Enfin, les faunes de l'Ardenne méridionale montrent, au Givétien, des affinités avec des régions situées le long du même bloc (i. e. Laurentia) mais également avec une région (Afghanistan) proche du Gondwana.

MOTS-CLES : Porifères – stromatopores – Givétien – Frasnien – Ardenne méridionale – Boulonnais – sédimentologie – susceptibilité magnétique – paléobiodiversité – paléobiogéographie – systématique.

Abstract

The Devonian stromatoporoids are developped in Ardenne mainly during the Givetian. They are also well represented during the Frasnian. The aim of this work is to analyse the biodiversity of stromatoporoids in southern Ardenne during these two periods and to compare the result with what we know in Boulonnais. Stromatoporoids are constrained to the nature of sediments (i. e. carbonated facies). Preliminary studies of sedimentologic environments are necessary to realised an approach of biodiversity. During the Givetian, the southern Ardenne is mainly characterised by shallow water and carbonated shelves. Abundant reefs have found the best conditions for their developpment. They are distributed at different scale and at different time. Some differences are constated between Givetian and Frasnian reefs. Thus, some species seems to be more developped in restricted facies, and are predominant inside the builders. Finally, stromatoporoids of the southern Ardenne seems to have affinities with faunas distributed along the same continent (i. e. Laurentia) and also with other geographic area (Afghanistan) along the Gondwana.

KEYWORDS : Porifera – stromatoporoids – Givetian – Frasnian – Southern Ardenne – Boulonnais – sedimentology – magnetic susceptibility – palaeobiodiversity – palaeobiogeography – systematic.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Je dédie ce mémoire aux trois personnes sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour,

à ma mère,
à mon père,
à sofie.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Avant-propos

La réalisation d'une thèse est le fruit d'un long travail. Trop souvent, une seule personne est félicitée : l'auteur, le jour de sa soutenance. Cependant, une thèse ne peut se réaliser sans la collaboration, l'aide et le soutien d'un grand nombre d'amis et collègues. C'est pourquoi, à l'aboutissement de ces quatre années, je souhaite vivement remercier ceux qui ont participé de près ou de loin à ce mémoire.

Je tiens à remercier, avant toute chose, mes deux tuteurs, Bruno Mistiaen & Frédéric Boulvain, sans qui ce travail n'aurait pu aboutir.

Bruno Mistiaen est un encadrant remarquable, avec lequel j'ai pu longuement discuter de la systématique des stromatopores. Bien sûr, nos opinions se sont parfois confrontées mais que serait la science sans points de vue divergents. Bruno se distingue également par sa grandeur d'âme, sa générosité et sa bonté ; j'ai pu, à son contact, apprendre à découvrir le métier de géologue en tant qu'humaniste. Pour toutes ces raisons, merci Bruno.

Fréderic Boulvain m'a initié au dur labeur de sédimentologue. Pour un paléontologue dans l'âme, l'apprentissage des méthodes et des réflexions de sédimentologiste est parfois périlleux. Cependant, Frédéric arrive à vous transporter dans ce monde et à vous le faire apprécier. Pour tous tes conseils, toutes nos discussions et tout simplement pour ta grande disponibilité, merci Frédéric.

Je tiens à remercier les membres du Laboratoire de Paléontologie stratigraphique de Lille :
Jean-Pierre Nicollin, pour son soutien, son aide lors des nombreuses missions de terrain, son amitié et bien sûr son humour légendaire,
Pascal Deville, technicien irremplaçable du laboratoire, pour sa disponibilité, pour les milliers de lames minces réalisées, pour son aide, son soutien, son amitié et pour avoir toujours répondu au dicton : « vous avez un problème, allez voir le moustique (Pashqual, en afghan)», merci mon ami,
et Bruno Milhau, d'abord pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire lors de son mandat de doyen puis pour nos nombreuses discussions, ses conseils et son aide pour le terrain dans les fortifications du Mont d'Haurs lors de son retour dans l'équipe de recherche du laboratoire.

Toute ma gratitude va naturellement à M^elle^ Brice et M^r^ Parent qui, par leur large connaissance de la géologie, leur facilité à partager, leur engouement pour la paléontologie et leur constante disponibilité, tant pour des conseils que pour me motiver lors des périodes plus difficiles, m'ont apporté l'envie et le courage de terminer ce travail.

Je tiens à remercier vivement Thérèse Lebrun, Recteur de l'Université catholique de Lille, Jean-Charles Cailliez, doyen de la Faculté Libre des Sciences et Technologies, et Pascal Caudron, directeur de l'Institut Supérieur d'Agriculture, pour m'avoir accueilli au sein de leurs établissements et permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Je veux particulièrement remercier la personne grâce à qui cette aventure a commencé, pour avoir su me convaincre que la paléontologie est l'un des plus beaux métiers au monde, merci à Monsieur J. J. Fleury.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du laboratoire de botanique, Sophie et Laetitia (située en face de mon bureau) et à l'ensemble de l'équipe FLST et ISA qui savent enseigner et faire de la recherche dans une bonne humeur permanente.

Merci à mes étudiants.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Je voudrais également remercier Marie Coen-Aubert pour m'avoir ouvert les collections de stromatopores de Mr Lecompte et pour son accueil au Musée National d'Histoires Naturelles de Bruxelles.

Je remercie vivement Olivier Averbush pour toutes les discussions que nous avons pu avoir à propos de la susceptibilité magnétique ainsi que pour m'avoir permis de l'accompagner à la carrière de Glageon et à Daniel Vachard pour ses précieux conseils.

Je remercie particulièrement Cédric Mabille et Anne-Christine Da Silva pour leur accueil lors de mes visites à Liège et les nombreuses discussions partagées. Je voudrais adresser particulièrement ma gratitude à Cédric pour m'avoir hébergé à chacun de mes séjours.

Ma reconnaissance va également à Jean-Paul Culus (technicien Ulg) pour la réalisation des lames minces de la coupe de Glageon.

Je veux remercier Mikolaj K. Zapalsli, mon collègue doctorant mais surtout ami ; Mikolaj m'a fait partager ses connaissances en géologie, m'a fait découvrir le Dévonien des Monts Sainte-Croix, m'a accueilli chez lui lors de mon voyage en Pologne, a toujours eu sa porte ouverte pour nos discussions, et a même préparé le café lorsque je le lui demandais. Pour toutes ces raisons et parce que j'espère que notre amitié sera longue, Merci Mik.
PS : Lors du prochain séjour en Pologne, c'est moi qui conduis !!!

Je remercie Alain Blieck, Eddy Poty, Isabel Mendès-Bedia, Marie Coen-Aubert et Catherine Crônier de me faire l'honneur d'être membre de mon jury de thèse.

Je tiens également à remercier Mr P. Pinte et les responsables des carrières Bocahut, les responsables de la carrière de Marenne, Mr Rigo, propriétaire du site des fortifications du Mont d'Haurs, ainsi que l'ONF et Mr A. Métais pour m'avoir accordé un accès libre à leur site.

Merci à Emmanuel Delaby pour son soutien et la réalisation de la couverture de ce mémoire : Grrr …

Je veux également remercier mes amis Mike et Magalie, Nico et Pris, Axelle et Manu, Gaëlle et David et tous les autres, pour leur soutien tout au long de ce périple que fut ma thèse. Comme promis, voilà le résultat de mes recherches en tant que Docteur cailloux ; Merci les Amis.

J'ai une pensée émue pour mes parents, ma sœur Catherine et mon frère Fabrice, ma famille Gilles, Zabeth, ma belle-famille, Henri, Marlène, Sandrine, Véronique, Manu et Fred, et tous mes « petits nonos ». Merci pour votre soutien, votre aide et votre amour.

Enfin je terminerai en remerciant ma « tiote toudi aralé ». Sofie est la personne à qui je dois le plus la réussite de ce travail. Comme il a dû être dur de me supporter moi et mon mauvais caractère dans les moments difficiles … À chaque fois, à chaque moment tu étais là. Sans toi je ne serais pas la personne que je suis aujourd'hui. Pour tout ce que tu m'as apporté au quotidien et ce que tu m'apporteras à l'avenir, je te remercie.

A tous ceux que j'aurais pu oublier, pardonnez-moi et recevez toute ma sympathie …

A vous tous MERCI

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Sommaire

Avant-propos *p. 7*

Sommaire *p. 9*

Introduction *p. 13*

Cadre géologique *Chapitre I*

1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL *p. 15*

1.1 Evolution paléogéographique au cours du Paléozoïque *p. 15*
1.2 Conditions environnementales au Dévonien *p. 16*

2. CONDITIONS GEOLOGIQUES REGIONALES AU GIVETIEN - FRASNIEN *p. 17*

2.1 L'Ardenne méridionale *p. 17*
2.2 Aperçu paléogéographique *p. 18*
2.3 Données structurales *p. 19*
2.4 Litho- et Bio- stratigraphie de l'Ardenne méridionale *p. 20*

3. LE BOULONNAIS *p. 26*

3.1 Données structurales *p. 26*
3.2 Litho- et Bio- stratigraphie du Boulonnais *p. 26*

4. CORRELATIONS *p. 28*

4.1 Givétien *p. 28*
4.2 Frasnien *p. 29*

Méthodes *Chapitre II*

1. ANALYSE PETRO-SEDIMENTAIRE *p. 31*

1.1 Lithologie *p. 31*
1.2 Microfaciès *p. 31*
1.3 Susceptibilité magnétique *p. 31*

2. ANALYSE DE BIODIVERSITE *p. 32*

2.1 Biais relatifs à l'évaluation de la biodiversité *p. 32*

2.1.1 Contraintes sédimentaires *p. 33*
2.1.2 Analyses paléontologiques *p. 34*

2.2. Indices de biodiversité et coefficients de similarité *p. 38*

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

2.2.1 Indices de biodiversité *p. 38*
2.2.2 Coefficients de similarité *p. 42*

Analyses & résultats — *Chapitre III*

1. GIVETIEN *p. 45*

1.1 Sites *p. 45*

La Carrière S.C.B.G. (Glageon, France) *p. 46*
Les fortifications du Mont d'Haurs (Givet, France) *p. 46*
La Carrière de Marenne (Marenne, Belgique) *p. 47*
La Carrière du Griset (Boulonnais, France) *p. 48*
Le Moulin de Wallers (Avesnois, France) *p. 48*

1.2 Sédimentologie *p. 49*

1.2.1 Analyse *p. 51*
Section 1 : La carrière S.C.B.G. *p. 51*
Section 2 : Les fortifications du Mont d'Haurs *p 70*
Section 3 : La carrière deMarenne Est & Centre *p. 91*
Section 4 : La carrière du Griset *p. 104*
1.2.2 Synthèse *p. 120*

1.3 Paléobiodiversité des stromatopores *p. 134*

1.3.1 Biodiversité et affinités fauniques du biostrome de la Formation des Trois-Fontaines *p. 134*
1.3.2 Biodiversité et affinités fauniques du biostrome de la Formation du Mont d'Haurs *p. 136*
1.3.3 Biodiversité et affinités fauniques des récifs de la Formation de Fromelennes *p. 137*
1.3.4 Biodiversité et affinités fauniques au Givétien *p. 139*

2. FRASNIEN *p. 148*

2.1 Remarques sur la morphologie des récifs frasniens *p. 148*

2.2 Paléobiodiversité des stromatopores *p. 149*

Considérations paléobiogéographiques — *Chapitre IV*

1. METHODES *p. 155*

2. RESULTATS *p. 157*

3. DISCUSSION *p. 161*

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Systématique des stromatopores — *Chapitre V*

1. GENERALITES *p. 163*

1.1 Terminologie *p. 163*

1.2 Position systématique du groupe *p. 169*

2. MATERIEL ET METHODES *p. 171*

3. CLASSIFICATION DES STROMATOPORES *p. 172*

4. DESCRIPTION RAISONNEE DES ESPECES *p. 173*

Ordre des Clathrodictyidés

Clathrodictyon ? sp. *p. 175*
Gerronostroma lemniscum (LECOMPTE 1951) *p. 176*
Gerronostroma sp. *p. 179*
Atelodictyon aggregatum LECOMPTE 1951 *p. 180*
Atelodictyon fallax LECOMPTE 1951 *p. 182*
Atelodictyon strictum LECOMPTE 1951 *p. 184*
Atelodictyon sp. *p. 186*
Anostylostroma sp. *p. 187*
Hammatostroma sp. *p. 189*
Pseudoactinodictyon juxi Flügel 1958 *p. 191*

Ordre des Actinostromatidés

Actinostroma clathratum NICHOLSON 1886 *p. 194*
Actinostroma crassepilatum LECOMPTE 1951 *p. 195*
Actinostroma dehorneae LECOMPTE 1951 *p. 197*
Actinostroma sertiforme (LECOMPTE 1951) *p. 199*
Actinostroma tabulatum LECOMPTE 1951 *p. 200*
Actinostroma tabulatum var. *crassum* LECOMPTE 1951 *p. 202*
Actinostroma verrucosum (GOLDFUSS 1826) *p. 204*
Actinostroma sp aspect confertum. *p. 206*
Bifariostroma bifarium (NICHOLSON 1886) *p. 208*
Densastroma ? sp. *p. 210*

Ordre des stromatoporellidés

Stromatoporella granulata (NICHOLSON 1873) *p. 211*
Stromatoporella ? cf. *irregularis* (LECOMPTE 1952) *p. 214*
Clathrocoilona obliterata (LECOMPTE 1951) *p. 215*
Clathrocoilona spissa (LECOMPTE 1951) *p. 217*
Clathrocoilona cf. *inconstans* (STEARN 1962) *p. 219*
Clathrocoilona ? sp. *p. 220*
Stictostroma curiosa (BARGATSKY 1881) *p. 222*
Stictostroma saginatum (LECOMPTE 1951) *p. 224*
Stictostroma sp. 1 *p. 225*
Stictostroma sp. 2 *p. 227*
Trupetostroma cellulosum LECOMPTE 1952 *p. 228*
Trupetostroma ruedemanni LECOMPTE 1952 *p. 230*
Trupetostroma aff. *tenuilamellatum* LECOMPTE 1952 *p. 232*
Trupetostroma ? sp. 1 *p. 234*
Trupetostroma sp. 2 *p. 235*
Trupetostroma sp. 3 *p. 237*

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Trupetostroma sp. 4 *p. 238*
Hermatostroma perseptatum LECOMPTE 1952 *p. 240*
Hermatostroma thomasi var. *arduennense* (LECOMPTE 1952) *p. 242*
Hermatostroma ? sp. *p. 243*
Hermatoporella sp. 1 *p. 245*
Hermatoporella sp. 2 *p. 246*
Hermatoporella sp. 3 *p. 248*
Hermatoporella sp. 4 *p. 249*
Hermatoporella sp. 5 *p. 250*
Synthetostroma actinostromoides LECOMPTE 1951 *p. 252*
Idiostroma crassum LECOMPTE 1952 *p. 254*
Idiostroma sp. 1 *p. 255*
Idiostroma sp. *p. 257*

Ordre des stromatoporidés

Stromatopora huepschii (BARGATSKY 1881) *p. 258*
Stromatopora maculata LECOMPTE 1952 *p. 260*
Stromatopora sp. 1 *p. 261*
Stromatopora sp. 2 *p. 263*
Stromatopora sp. 3 *p. 264*
Pseudotrupetostroma sp. *p. 265*
Taleastroma pachytexta (LECOMPTE 1952) *p .267*
Arctostroma sp. *p. 269*
Salairella buecheliensis (BARGATSKY 1881) *p. 270*

Ordre des syringostromatidés

Atopostroma sp. *p. 272*
Parallelostroma sp. *p. 274*
Stachyodes paralleloporoides LECOMPTE 1952 *p. 276*
Stachyodes verticillata (M'COY 1850) *p. 277*
Stachyodes sp. 1 *p. 279*
Stachyodes sp. 2 *p. 281*

Ordre des Amphiporidés

Amphipora laxeperforata LECOMPTE 1952 *p. 282*
Amphipora pervesiculata LECOMPTE 1952 *p. 283*
Amphipora rudis LECOMPTE 1952 *p. 285*
Amphipora sp. 1 nov. sp. *p. 286*
Vacuustroma sp. *p. 287*

Genus sp. indét. *p. 288*

Conclusions générales & perspectives *p. 290*

Bibliographie *p. 296*

Annexes *p. 321*

Planches

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Introduction

Ce travail a pour objectif d'évaluer la biodiversité des stromatopores au Givétien et au Frasnien le long de la bordure sud du synclinorium de Dinant.

Le calcul de la biodiversité requiert une bonne connaissance des facteurs qui influent sur la présence ou non des différentes espèces. Les stromatopores sont des organismes édificateurs de récif, donc fortement contraints par le milieu.

Aussi, je développerai dans ce travail une analyse sédimentologique nécessaire à la compréhension des mécanismes d'implantation des unités récifales en fonction de la morphologie et des variations (eustatisme, subsidence, etc) affectant le milieu de dépôt.

Les indices statistiques généralement utilisés sont également contrôlés par différents facteurs et ont chacun leurs propres contraintes. De manière à ne pas s'égarer dans des calculs qui n'auraient finalement pas beaucoup de sens, j'analyserai les différents coefficients de biodiversité et discuterai de leurs limites d'application au niveau de l'unité récifale elle-même puis en l'appliquant à l'ensemble de la période étudiée (Givétien).

Parallèlement à l'étude de biodiversité, une étude systématique des faunes de stromatopores sur les sites étudiés est indispensable. Cette analyse sera largement complétée par une étude synonymique.

Enfin, la réalisation d'une étude de biodiversité locale ou régionale est intéressante mais s'avère incomplète si elle n'est pas comparée à ce qui existe dans d'autres parties du monde. Je proposerai donc, pour le Givétien, une analyse paléobiogéographique à partir de sept sites (dont le Boulonnais) relativement bien connus notamment pour la présence de récifs à stromatopores.

Ce mémoire se structure en 5 chapitres.

Le *Chapitre I* présente le cadre géologique général au Dévonien (définition, paléogéographie, conditions environnementales) et le cadre régional (en Ardenne, en Avesnois et dans le Boulonnais). Un aperçu structural de ces différentes régions est présenté ainsi qu'une synthèse des différentes formations givétiennes et frasniennes, afin de pouvoir établir les corrélations stratigraphiques entre les différentes zones de l'étude.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Le *chapitre II* explore l'ensemble des méthodes développées lors de l'analyse sédimentologique (lithologie, microfaciès et analyse de susceptibilité magnétique), puis celles utilisées lors de l'évaluation de la biodiversité et des affinités fauniques entre les différents sites et régions (i. e. remarques préalables à propos des biais liés à ces méthodes, puis présentation des indices de diversité et de similarité).

Le *chapitre III* est dédié aux analyses et résultats des études sédimentologiques des différentes sections et de biodiversité des stromatopores pour les périodes givétiennes et frasniennes. Le Givétien a fait l'objet d'une analyse détaillée pour quatre sites (microfaciès, susceptibilité magnétique, reconstitution paléoenvironnementale, biodiversité des unités récifales et biodiversité globale, affinités fauniques). Trois unités récifales frasniennes ont été étudiées (biodiversité et affinités fauniques) à partir de travaux bibliographiques.

Le *Chapitre IV* concerne les corrélations paléobiogéographiques. Des comparaisons ont été établies entre sept régions réparties, d'Ouest en Est, depuis le Boulonnais jusqu'en Afghanistan. Les indices de similarités entre les faunes ont été utilisés et reportés, d'abord sur une carte géographique actuelle, puis testés sur différents modèles de reconstruction paléogéographique.

Le *Chapitre V* détaille l'analyse systématique des stromatopores. Un rappel sur la terminologie employée pour la description des stromatopores (morphologie, position du groupe, classification) est d'abord présenté, puis suivi par la description des espèces rencontrées.

Enfin, une conclusion générale et les perspectives de cette étude clôturent ce mémoire (exception faite des références bibliographiques, planches et annexes).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Cadre géologique *Chapitre I*

Le Dévonien est une période importante dans l'évolution de la vie. Il correspond à l'acmé des écosystèmes récifaux et à la colonisation des terres émergées. Ce développement est en particulier lié à l'évolution morphologique des plates-formes induite par le déplacement des paléo-continents et par les variations du niveau marin.

1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

1.1 Evolution paléogéographique au cours du Paléozoïque

L'histoire géologique paléozoïque globale (Fig. 1A) est principalement dominée par le déplacement de trois blocs continentaux : la Laurentia, la Baltica et le Gondwana. Les ceintures orogéniques calédoniennes et hercyniennes témoignent des collisions successives de ces trois continents.

Au cours du Paléozoïque inférieur, la Laurentia est séparée du Gondwana et de la Baltica par l'Océan Iapetus (Fig. 1B). Le rapprochement de la Baltica et de la Laurentia (phase ardennaise), débuté Ordovicien – fin Silurien (ANDRE *et al*. 1986), provoque la fermeture de l'Océan Iapetus oriental (ZIEGLER 1984). Cette collision (orogenèse calédonienne), également responsable de l'agrégation de nombreux microcontinents mobiles (Avalonia, Armorica, …), est à l'origine du nouveau continent Laurussia (SCOTESE *et al.* 1979), classiquement appelé « Continent des Vieux Grès Rouges ».

Au cours du Paléozoïque supérieur, la migration du Gondwana vers ce nouveau continent provoque la fermeture de l'Océan Rhéïque lors de l'orogène hercynien ou varisque (fin Carbonifère). L'ensemble des terres émergées forme alors un seul méga-continent appelé Pangée.

Le Givétien et le Frasnien constituent des périodes transitionnelles entre ces deux orogenèses majeures (calédonienne et hercynienne).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

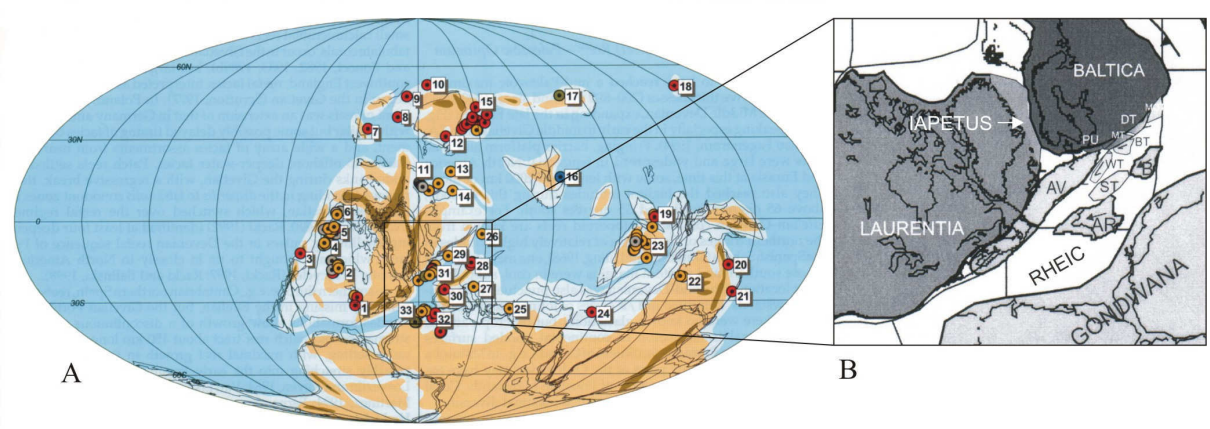


Fig. 1A. Reconstitution paléogéographique au Dévonien moyen COPPER (2002) d'après KIESSLING *et al*. (1999). Légende : voir COPPER (2002). **1B.** Reconstitution paléogéographique situant Avalonia [AV], Armorica [AR], Baltica, Laurentia et Gondwana au Dévonien inférieur d'après NAWROCKI & POPRAWA (2006) modifiée.

1.2 Conditions environnementales au Dévonien

Sur le plan environnemental, les parties moyenne et « supérieure » (exception faite du Famennien) du Dévonien (Fig. 2A) correspondent à des périodes relativement chaudes (DICKINS 1993), reflétant un climat tropical de type « greenhouse » (FISHER & ARTHUR 1977). Un niveau marin globalement élevé (VAIL *et al.* 1977 ; JOHNSON *et al.* 1985 ; MCGHEE & BAYER 1985) inondant de nombreuses plates-formes (Fig. 2B) et des températures relativement chaudes ont alors été propices au développement de l'écosystème récifal : coraux, stromatopores, algues (TALENT 1988 ; KIESSLING *et al*. 1999) qui pouvait s'étendre jusqu'à des latitudes proches de 45° voire 60° notamment dans l'hémisphère nord (COPPER 2002).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

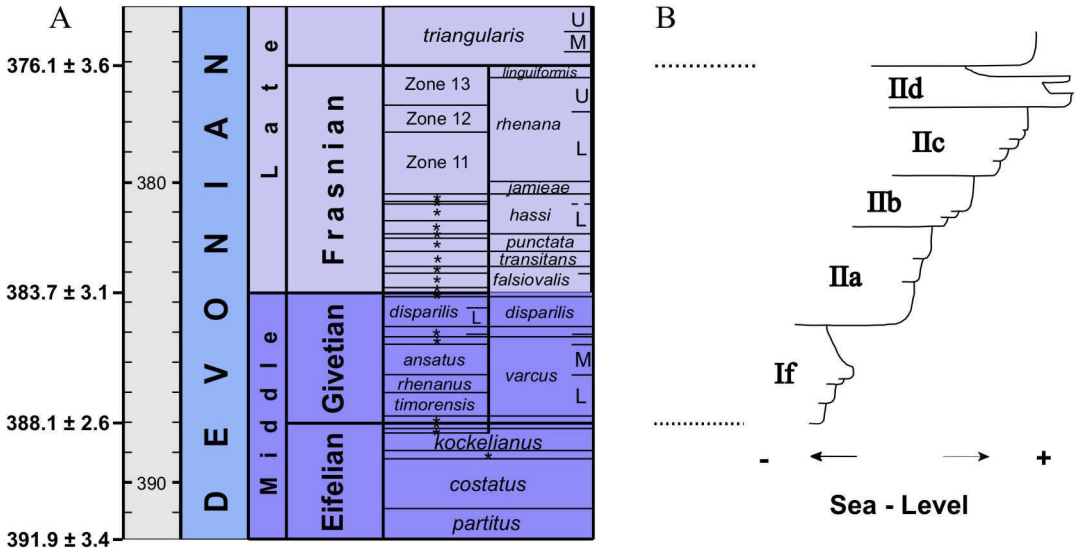


Fig. 2A. « Calibration de l'échelle des temps dévoniens : synthèse des âges U-Pb ID-TIMS et biozones à conodontes » KAUFFMAN (2006). Zones à conodontes non indexées (par ordre croissant) : Eifelien : *australis*, *ensensis* ; Givétien : *hemiansatus*, *latifossatus*, *C. hermanni*, *norrisi* ; Frasnien : Zone 1-10. **2B.** Courbe des variations du niveau marin, d'après JOHNSON *et al.* (1985).

2. CONDITIONS GEOLOGIQUES REGIONALES AU GIVETIEN ET AU FRASNIEN

2.1 L'Ardenne méridionale

Ce travail porte sur une partie de l'Ardenne : « l'Ardenne méridionale ». Le terme « Ardenne méridionale », utilisé ici, désigne la bande des terrains du Dévonien moyen (Givétien, défini ci-après) et supérieur (Frasnien, défini ci-après) située sur le bord sud du synclinorium de Dinant. Cette zone s'étend depuis l'Avesnois à l'Ouest jusqu'à la faille de Xhoris à l'Est. J'y exclue la zone de l'anticlinorium de Philippeville.

L'Avesnois correspond, sur le plan géographique, à l'extrémité sud-est du département du Nord. Il est limité à l'Ouest par le Hainaut et le Cambrésis, et à l'Est par la frontière franco-belge. Les affleurements géologiques de l'Avesnois correspondent à la bande dévonienne au Sud de ce département et constituent donc le prolongement des terrains dévoniens que l'on retrouve en Belgique sur le bord sud du synclinorium de Dinant.

Le terme « Givétien » fut introduit par GOSSELET (1879) pour remplacer l'expression « calcaire de Givet ». A l'origine, « *le calcaire de Givet est évidemment celui qui forme les escarpements des bords de la Meuse, au sud de Givet, sous la forteresse de Charlemont et qui*

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

se suit sans interruption depuis Givet dans les Ardennes jusqu'à Rocquigny dans le Nord » (GOSSELET 1876).

L'étage « Frasnien », quant à lui, a été introduit par d'OMALIUS D'HALLOY (1862) qui décrit le « système du calcaire de Frasnes » comme une série constituée principalement de schistes sombres renfermant « des amas et des bancs calcaires ».

2.2 Aperçu paléogéographique

Au Dévonien basal, l'Ardenne et donc l'Avesnois appartiennent au microcontinent Avalonia (SCOTESE & MC KERROW 1990).

Après la formation du continent des Vieux Grès Rouge lors de l'orogenèse calédonienne, ces entités se situent dans la partie septentrionale de l'océan Rhéïque (COCKS *et al.* 1997) limité au Sud par le Gondwana (Fig. 1B). Cette disposition place alors l'Ardenne (COPPER 2002) dans des latitudes proches de 25° S.

Au Dévonien moyen et supérieur, débute le rapprochement entre Laurussia et Gondwana, initiant la fermeture de l'océan Rhéïque, et provoquant le regroupement au Nord des différentes régions (Avalonia [AV], Armorica [AR], Fig. 1B) avec le continent Laurussia (COCKS *et al.* 1997).

Au Carbonifère, cette phase de compression engendre la formation du super-continent Pangée. L'Ardenne se situe dans la zone de développement de la chaîne Rhéno-hercynienne (Fig. 3A), qui correspond à la « Thrusting and folding zone » de SZANIAWSKI *et al.* (2003).

2.3 Données structurales

L'Ardenne, portant les marques de trois époques de structuration anté-mésozoïque [phase Calédonienne – extension Eo-varisque – raccourcissement Varisque] (MEILLIEZ *et al.* 1991), est composée de la Zone Rhéno-hercynienne et de la Zone Brabançonne (LACQUEMENT 2001). Ces deux zones se distribuent (Fig. 3B) respectivement :

- au Sud, l'allochtone Ardennais (MEILLIEZ & MANSY 1990), composé du Sud vers le Nord par le synclinorium de Charleville - Eifel, l'anticlinorium de l'Ardenne, le synclinorium de Dinant et le synclinorium de la Vesdre,

- au Nord, le parautochtone Brabançon (MEILLIEZ & MANSY 1990), composé par le synclinorium de Namur et le Massif du Brabant.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Ces deux unités sont séparées par la Faille du Midi, charriant l'allochtone Ardennais sur le parautochtone Brabançon, avec un raccourcissement global Sud-Nord (GOSSELET 1879 ; MEILLIEZ *et al.* 1991).

Les dépôts dévoniens, mis en place durant l'extension Eo-varisque puis plissés et faillés, montrent une puissance décroissante du Sud vers le Nord liée à un diachronisme sédimentaire (MEILLIEZ 1989). A l'opposé, les dépôts du Carbonifère sont globalement plus épais vers le Nord. En Ardenne méridionale (zone située au Sud du Massif de Philippeville), seul le Dévonien moyen (Givétien) est marqué par l'installation de plates-formes carbonatées.

L'Avesnois constitue la zone d'ennoyage de l'allochtone Ardennais sous les sédiments méso-cénozoïques du Bassin de Paris. Le découpage en synclinoria de l'Avesnois (synclinoria d'Avesnes-sur-Helpes, d'Etrœungt, …) correspond au prolongement vers l'Ouest des plissements ardennais.

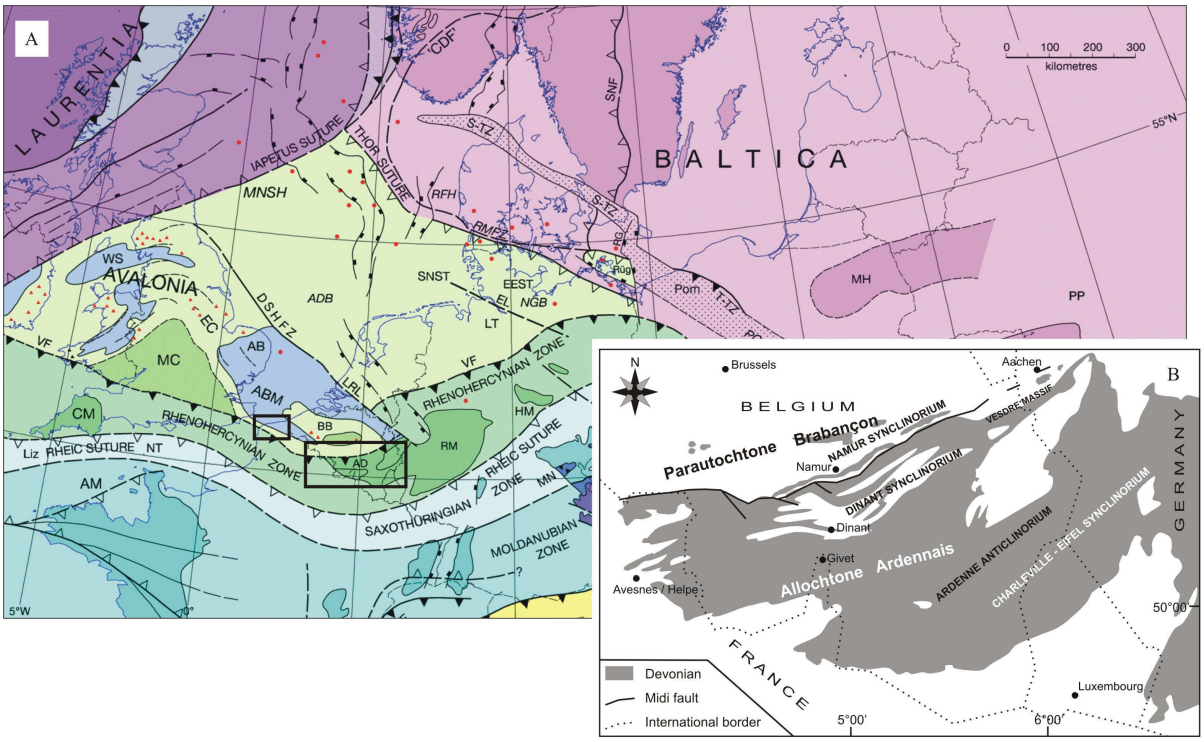


Fig. 3A. Carte révisée de la distribution des blocs crustaux et des ceintures de déformation paléozoïques de l'Europe centrale d'après TEAM & WINCHESTER (2002) – TESZ Project. **3B.** Carte schématique de l'Ardenne (d'après ZAPALSKI *et al.* 2007).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

2.4 Litho- et Bio- stratigraphie de l'Ardenne méridionale

La description stratigraphique proposée ici est une synthèse générale des formations définies, pour le Givétien et le Frasnien, en Ardenne méridionale [y compris l'Avesnois (BOULVAIN *et al.* 1995)]. Cette synthèse (Fig. 4A) est établie à partir des descriptions faites pour les sections types.

Pour chaque formation, je proposerai une synthèse des travaux chronostratigraphiques existants. Les corrélations, établies à partir de données bibliographiques, s'annexent principalement sur la biozonation standard à conodontes (WEDDIGE 1996 ; WEDDIGE & ZIEGLER 1996).

Au sein des milieux récifaux, les conodontes « standards » sont rarement présents. J'utiliserai donc également des biozonations parallèles (Fig. 4C) plus anciennes et locales (ZIEGLER 1962 ; ZIEGLER & SANDBERG 1990 ; BULTYNCK *et al.* 1991, 2000 ; BULTYNCK & HOLLEVOET 1999).

- La Formation de **Hanonet**

La Formation de Hanonet était considérée comme la partie sommitale du Couvinien qui correspond actuellement à la partie basale du Givétien (BULTYNCK & HOLLEVOET 1999). Cette formation est composée de calcaires argileux sombres parfois riches en crinoïdes et brachiopodes. Des bancs de calcschistes s'intercalent localement. Le haut de la formation se distingue par un enrichissement bioclastique (coraux tabulés et rugueux, stromatopores).
La Formation de Hanonet appartiendrait à la zone à *Polygnathus ensensis*.

- La Formation des **Trois-Fontaines**

L'ensemble de cette formation est composé de calcaires bioclastiques, fins et clairs. Dans les premiers mètres de la formation se distingue une unité biostromale riche en stromatopores, surmontée d'une lumachelle à stringocéphales.

La base de la Formation des Trois-Fontaines appartiendrait à la zone à *Polygnathus ensensis*. Le sommet de cette formation correspondrait à la même biozone mais pourrait également être rattaché à la partie inférieure de la zone à *Polygnathus varcus*. PREAT & BULTYNCK (2006) indiquent que l'ensemble de la formation appartiendrait à la zone à *P.*

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

hemiansatus. Dans la biozonation parallèle à *Icriodus* BULTYNCK (1987), la Formation des Trois-Fontaines serait corrélée à la zone à *I. obliquimarginatus*.

- La Formation des **Terres d'Haurs**

Elle est formée par un ensemble de calcaires argileux foncés, localement crinoïdiques, contenant quelques passées bioclastiques (à sa base, on note la présence de niveaux riches en coraux rugueux massifs).

La Formation des Terres d'Haurs appartiendrait à la biozone inférieure à *P. varcus*. Dans la biozonation à *Icriodus*, cette formation appartiendrait à la partie supérieure de la zone à *I. obliquimarginatus* et à la partie inférieure de la zone à *I. brevis*.

- La Formation du **Mont d'Haurs**

Cette formation est constituée d'une alternance de calcaires biostromaux massifs et de calcaires fins.

La Formation du Mont d'Haurs appartiendrait à la biozone inférieure à *P. varcus*. Dans la biozonation à *Icriodus*, cette formation se situerait dans la zone à *I. brevis*.

- La Formation de **Fromelennes**

Cette formation débute par des calcaires argileux à brachiopodes, parsemés de passées schisteuses, correspondant au Membre de Flohimont. Au dessus, se trouve le Membre du Moulin Boreux, composé d'une alternance de calcaires fins et de calcaires récifaux. Le dernier membre (Membre du Fort Hulobiet) est formé par des calcschistes et des calcaires argileux.

Pour la Formation de Fromelennes, de bas en haut : le Membre de Flohimont appartiendrait à la zone inférieure ou moyenne à *P. varcus* ; le Membre du Moulin Boreux appartiendrait aux biozones à *P. varcus* supérieure, à *hermanni cristatus*, et à *disparilis*. BULTYNCK (*in* BULTYNCK *et al.* 1988) distingue la base et le sommet du Membre du Fort Hulobiet : la base appartiendrait à la zone à *disparilis* et le sommet du membre correspondrait à la base de la zone à *Mesotaxis falsiovalis*, soit à la zone à *P. dengleri* dans la zonation parallèle à *Polygnathus* et *Ancyrodella* (ZIEGLER & SANDBERG 1990).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

La succession frasnienne (Fig. 5A-C), synthétisée par BOULVAIN *et al.* (1999), se compose de cinq formations qui sont, par ordre chronologique :

- La Formation de **Nismes** (Mb. du Pont d'Avignon, Mb. du Sourd d'Ave et Mb. de la Prée)

L'extrême base de cette formation est actuellement rattachée au Givétien terminal mais la majorité de la formation appartient au Frasnien inférieur. Les roches qui la composent sont pour l'essentiel des schistes verts parsemés de rares nodules ou lentilles calcaires. Son épaisseur est d'environ 40 m.

La Formation de Nismes est marquée par l'apparition majeure du genre *Ancyrodella*. Parmi les principales espèces, on retrouve *A. pristina* et *A. binodosa* dans le Membre du Pont d'Avignon, et *A. rotundiloba* suivi de *A. alata* et *A. rugosa* à la base du Membre du Sourd d'Ave. Le Membre de la Prée contiendrait *P. transitans*.

- La Formation du **Moulin Liénaux** (Mb. de Châlon et Mb. de l'Ermitage)

La base de la Formation du Moulin Liénaux (Membre de Châlon) est principalement composée de schistes verts et de calcaires argileux bioclastiques (à coraux rugueux solitaires et brachiopodes). Le Membre de l'Ermitage, qui constitue la plus grande partie de cette formation, est composé de schistes gris verdâtres avec quelques alignements de nodules et de fins bancs de calcaires argileux. Enfin, associé au Membre de l'Ermitage, le Membre de l'Arche constitue une épaisse lentille calcaire biohermale riche en macrofaune (stromatopores, coraux tabulés et rugueux, brachiopodes, etc). Son épaisseur est d'environ 150 m.

La Formation du Moulin Liénaux serait caractérisée par la présence de *A. gigas* au sommet du Membre de Châlon, *A. punctata* à la base du Membre de l'Ermitage et *A. curvata* à son sommet.

- La Formation des **Grands Breux** (Mb. de Bieumont et Mb. de Boussu-en-Fagne)

La Formation des Grands Breux se divise en deux membres bien distincts : le Membre de Bieumont à sa base, essentiellement calcaire et le Membre supérieur de Boussu-en-Fagne, principalement schisteux avec quelques passées calcaires. Localement, se développent d'épais

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

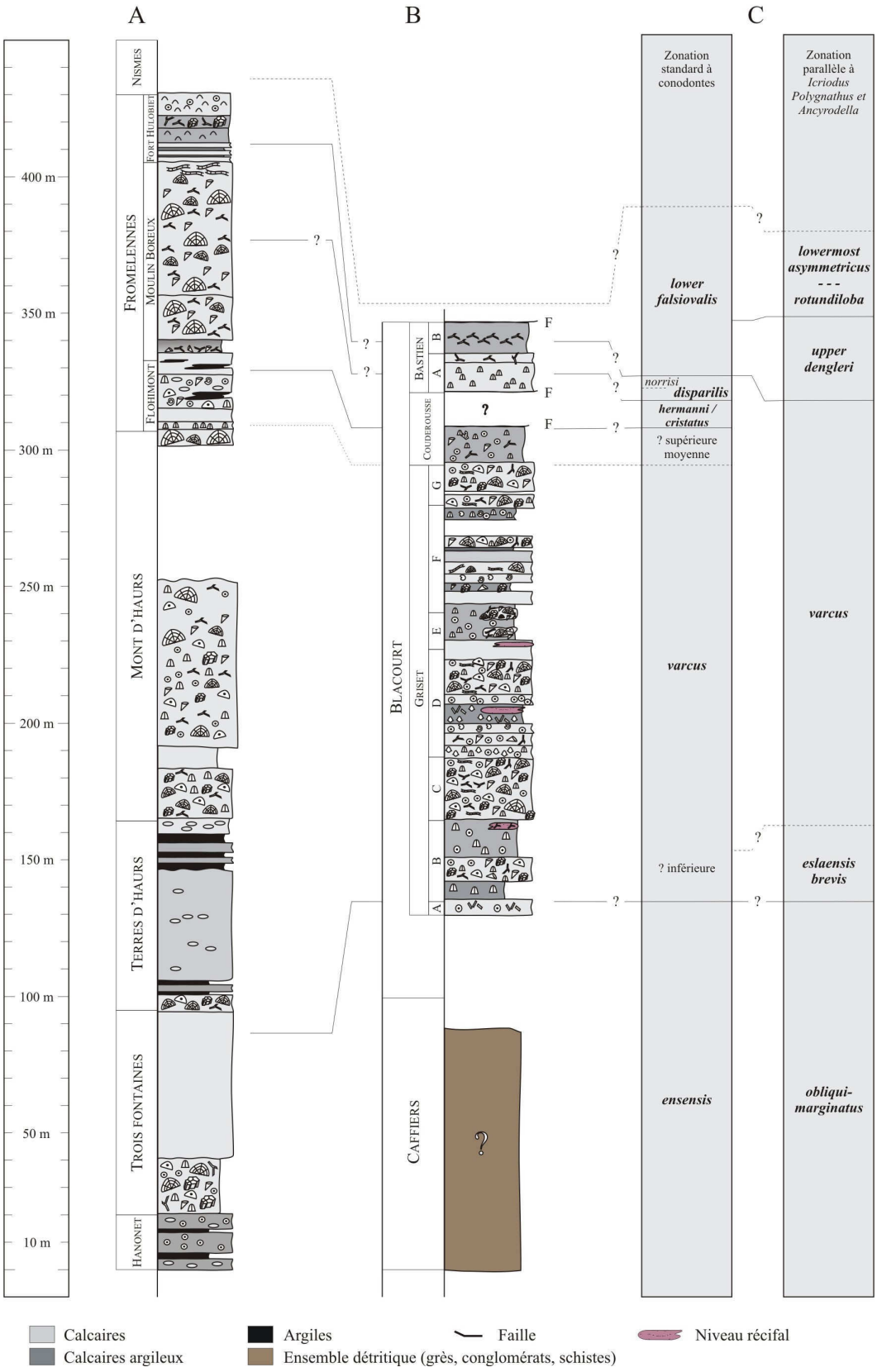


Fig. 4A. Série sédimentaire du Givétien de l'Ardenne méridionale d'après BULTYNCK *et al*. (1991). **4B.** Série sédimentaire du Givétien du Boulonnais d'après BRICE *et al*. (1988). **4C.** Biozonation standard à conodontes (ZIEGLER & SANDBERG 1990 ; WEDDIGE & ZIEGLER 1996), et zonations parallèles à *Icriodus*, *Ancyrodella* et *Polygnathus* (d'après ZIEGLER 1962 ; BRICE *et al*. 1979a, b ; BULTYNCK 1987, BULTYNCK & DEJONGHE 2001).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

biohermes de calcaires gris appartenant au « Membre récifal du Lion ». Son épaisseur est d'environ 120 m.La zone à *A. curvata* se poursuit jusqu'à la base du Membre de Bieumont. Ce membre appartiendrait à la zone à *asymmeticus* (*i.e. hassi s.l.*). La zone à *jamieae* (ZIEGLER & SANDBERG 1990) se situerait au sommet du Membre de Boussu-en-Fagne.

- La Formation de **Neuville**

La Formation de Neuville est principalement composée de « schistes » à nodules calcaires. Latéralement, des lentilles de marbre rouge sont observables.

La zone à *triangularis* (*i.e. rhenana*) correspondrait à la Formation de Neuville.

- La Formation de **Matagne**

L'extrême base de la formation est constituée par quelques fins bancs calcaires mais la majeure partie de cette formation correspond à des schistes de teinte sombre, finement feuilletés. Son épaisseur est d'environ 40 m. Aucun conodonte n'a été trouvé dans la Formation de Matagne.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

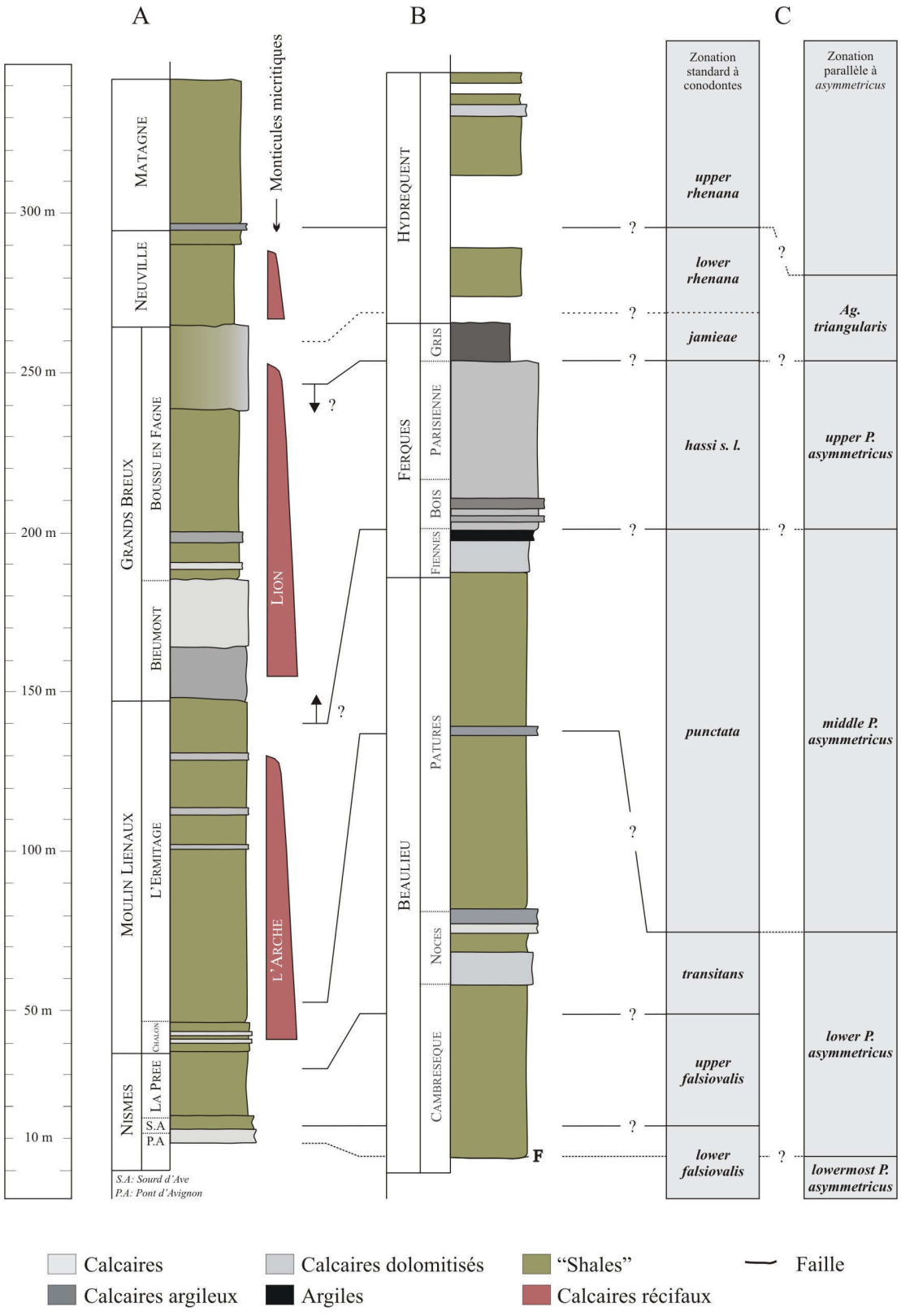


Fig. 5A. Série sédimentaire du Frasnien de l'Ardenne méridionale d'après BOULVAIN *et al*. (1999). **5B.** Série sédimentaire du Frasnien du Boulonnais d'après BRICE *et al*. (1988). **5C.** Biozonation standard à conodontes (ZIEGLER & SANDBERG 1990 ; WEDDIGE & ZIEGLER 1996), et zonation parallèle à *asymmetricus* d'après ZIEGLER (1962).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

3. LE BOULONNAIS

L'étude du Boulonnais, développée dans ce travail, a pour objectif d'offrir une comparaison de la biodiversité des stromatopores, particulièrement étudiés (MISTIAEN 1980, 1988, 2006) avec celle des faunes de l'Ardenne méridionale. Malgré le rattachement structural du Boulonnais au synclinorium de Namur, de nombreuses similarités entre les faunes de l'Ardenne méridionale et du Boulonnais ont été montrées (BRICE *et al*. 1988).

3.1 Données structurales

Le Massif Paléozoïque de Ferques, lié à la Zone nord Rhéno-hercynienne, est considéré comme une superposition d'écailles tectoniques localisées en avant de la Faille chevauchante du Midi (COLBEAUX 1988).

Trois unités tectoniques s'y différencient : l'unité d'Hydrequent qui chevauche, par l'intermédiaire de la Faille d'Hydrequent, l'unité du Haut Banc, elle-même chevauchant l'unité de Ferques par l'intermédiaire de la Faille du Haut Banc. Le Dévonien du Boulonnais affleure dans l'unité de Ferques (COLBEAUX 1983).

3.2 Litho- et Bio- stratigraphie du Boulonnais

Les unités lithologiques du massif de Ferques ont initialement été décrites dans les travaux de GOSSELET (1860 - 1899), mais surtout dans ceux de RIGAUX (1872 - 1908). Par la suite, BRICE (1980 ; BRICE *et al.* 1979a, 1979b, 1988) a complété la description lithologique. Les formations givétiennes du Boulonnais (Fig. 4B) sont au nombre de deux, de la base au sommet :

- La Formation de **Caffiers** (BRICE *et al.* 1979a)

Cette formation, principalement détritique, est formée par le passage graduel d'une série conglomératique à gros galets vers une série pélitique partiellement plus gréseuse vers le tiers supérieur. Son épaisseur est estimée par RIGAUX (1892) à 70 m.

BULTYNCK (comm. écr. 1986) et BRICE *et al*. (1981, 1988) placeraient la Formation de Caffiers dans la biozone à *P. ensensis*.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

- La Formation de **Blacourt** (BRICE *et al.* 1979a)

La Formation de Blacourt est composée, de bas en haut, de trois membres : le Membre du Griset, le Membre de Couderousse et le Membre Bastien. Elle correspond à une série calcaire, généralement bien litée, comportant quelques passées argileuses d'épaisseur variable. Plusieurs niveaux de calcaires construits, de type bioherme ou biostrome, s'y intercalent (MISTIAEN *in* BRICE *et al.* 1988). Son épaisseur est estimée à 230 m.

L'extrême base de la Formation de Blacourt (Terme a) se situerait dans la biozone à *P. ensensis*. La base de la Formation de Blacourt (à partir du Terme b) appartiendrait à la zone inférieure à *P. varcus* (qui correspondrait à l'apparition de *I.* gr. *eslaensis brevis* dans la biozonation parallèle à *Icriodus*). Le Membre de Couderousse, surmontant le Membre du Griset (zone à *P. varcus*), correspondrait aux parties moyenne et supérieure de la biozone à *P. varcus*.

La partie terminale du Membre Bastien appartiendrait à la zone à *M. falsiovalis* (soit la zone à *P. dengleri* dans la biozonation parallèle à *Icriodus*). Les biozones à *hermanni cristatus*, *disparilis* et la sous-biozone à *norrisi* seraient donc absentes et correspondraient en partie à la zone manquante (due à l'absence d'affleurement) du Membre de Couderousse et au Membre Bastien. Cependant, des réponses pourraient être apportées ultérieurement car de nouveaux affleurements (correspondant à la lacune de la partie sommitale du Membre de Couderousse) sont mis à jour dans les carrières Stinkhal. Enfin, l'extrême base givétienne (Terme a) du Membre de Cambresèque (Formation de Beaulieu) appartiendrait à la zone inférieure (« lowermost ») à *P. asymmetricus binodosa* (*i.e. A. rotundiloba*) soit *M. falsiovalis*.

Le Frasnien du Boulonnais (Fig. 5B) est, quant à lui, divisé en trois formations (de la base au sommet) :

- La Formation de **Beaulieu** (Mb. de Cambresèque, Mb. des Noces, Mb. des Pâtures)

Cette formation, essentiellement détritique, est divisée en trois membres. Le Membre inférieur de Cambresèque est formé d'une alternance de shales et de niveaux indurés calcaréo-gréseux et silteux ; le Membre moyen des Noces correspond à une épaisse série carbonatée et fossilifère avec une passée argileuse ; le Membre supérieur des Pâtures est constitué d'une série argileuse gris-verdâtre à violacée, finement litée et très fossilifère à sa base. Son épaisseur est d'environ 175 m.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

A. rotundiloba est repéré à la base du Membre de Cambresèque. Le Membre des Noces contiendrait *A. gigas*, ce qui relierait ce membre à la zone moyenne à *asymmetricus*.

- La Formation de **Ferques** (Mb. de Fiennes, Mb. du Bois, Mb. de la Parisienne, Mb. Gris).

Cette formation est majoritairement carbonatée. Le premier membre est composé de calcaires dolomitiques surmontés d'un niveau plus argileux. Les deux membres intermédiaires sont constitués de calcaires compacts, de teinte grise et généralement bien lités. Enfin, le membre terminal est défini par un ensemble de calcaires noduleux très argileux comprenant quelques passées plus marneuses. Son épaisseur est de 75 à 80 m.

MAGNE (1964) puis COEN (*in* BRICE *et al.* 1981) signalent respectivement la présence d'*A. curvata* à la base du Membre du Bois et au sommet du Membre de la Parisienne.

- La Formation d'**Hydrequent**

La Formation d'Hydrequent est essentiellement pélitique (« shales » et argilites). On y remarque une brèche dolomitique vers le sommet. Son épaisseur est d'environ 80 m.

La Formation d'Hydrequent ne renfermerait pas de conodontes mais la présence de goniatites d'âge frasnien, *Manticoceras intumescens* (CORSIN 1928), y est signalée.

4. CORRELATIONS

4.1 Givétien

Les corrélations entre l'Ardenne méridionale et le Boulonnais ont intéressé les géologues depuis près d'un demi-siècle. Les précurseurs (LE MAITRE & DEVOS 1961a, 1961b) voyaient déjà des correspondances entre le sommet du « calcaire de Blacourt » et « l'assise de Fromelennes ».

L'étude des conodontes du Boulonnais a été entreprise par MAGNE (1964) et poursuivie par BULTYNCK (*in* BRICE *et al.* 1976, 1979b) et COEN (*in* BRICE *et al.* 1981). BULTYNCK (*in* BRICE *et al.* 1976, 1979b) signale que la Formation de Blacourt, givétienne, contient quelques

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

faunules de conodontes qui vont permettre des corrélations globales, notamment avec le massif ardennais.

Depuis, de nombreux travaux sur les faunes givétiennes ont été menés, dont ceux de COEN (1985), BULTYNCK (1987), GOUWY & BULTYNCK (2003), MILHAU (1983, 1988), BRICE *et al.* (1988, 1989), BRICE (2006) et MISTIAEN (2006). Les points majeurs de ces comparaisons (Fig. 4A-B-C) indiquent que :

- le biostrome de base de la Formation des Trois-Fontaines n'existerait pas dans le Boulonnais,
- les Termes « b à g » du Membre du Griset correspondraient à la partie sommitale de la Formation des Trois-Fontaines, la Formation des Terres d'Haurs et la Formation du Mont d'Haurs,
- le Membre de Couderousse correspondrait à la base de la Formation de Fromelennes,
- la lacune sommitale du Membre de Couderousse correspondrait en partie à la base de la Formation de Fromelennes,
- la limite Givétien – Frasnien se situerait à la base de la Formation de Nismes en Ardennes, au niveau du Terme « a » du Membre de Cambresèque (Fm. de Beaulieu) dans le Boulonnais et serait marquée par l'apparition d'*Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (*i.e. P. asymmetricus*).

4.2 Frasnien

Les conodontes frasniens des formations du bord sud du synclinorium de Dinant ont fait l'objet de nombreuses études. Parmi les plus importantes, j'ai retenu COEN (1973, 1974, 1977), BULTYNCK (1974, 1982), MOURAVIEFF (1974, 1982), COEN *et al.* (1977), BULTYNCK & COEN (1982), VANDELAER *et al.* (1989).

Ces travaux ont été synthétisés par BOULVAIN *et al.* (1999). Je présenterai donc ici uniquement les principales conclusions et les corrélations possibles avec les terrains du Boulonnais (Fig. 5A-B-C).

Seuls quelques conodontes permettent des corrélations approximatives des terrains du Boulonnais avec les terrains de l'Ardenne méridionale.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La présence de *A. rotundiloba* à la base de la Formation de Nismes et de la Formation de Beaulieu permettrait d'associer le début du Frasnien de ces deux secteurs à la biozone à *falsiovalis* inférieure.

La présence de *P. transitans* dans le Membre de la Prée, suivi de *A. gigas* à la base du Membre de l'Ermitage et au niveau du Terme c du Membre des Noces dans le Boulonnais, indiquerait une corrélation entre le sommet du Membre de la Prée, le Membre de Châlon, la base du Membre de l'Ermitage et la partie moyenne de la Formation de Beaulieu.

La présence d'*A. curvata* au sommet du Mb. de l'Ermitage en Ardenne et à la base du Mb. du Bois dans le Boulonnais placerait la majeure partie des Formations de Ferques et des Grands Breux dans la zone supérieure à *asymmetricus* (*i. e. hassi s.l. sensu* BOULVAIN *et al.* 1999). La corrélation de la partie sommitale du Frasnien reste délicate, dûe à l'absence de conodontes.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

1 ANALYSE PETRO-SEDIMENTAIRE

1.1 Lithologie

Au cours des différentes excursions de terrains, j'ai effectué le levé de nombreuses sections géologiques. Une première approche qualitative (texture, couleur, cassure…) et quantitative (abondance relative des faunes, des figures sédimentaires…) des séries sédimentaires a été réalisée directement sur les sites.

1.2 Microfaciès

L'étude des microfaciès a été réalisée à partir de lames minces, sous loupe binoculaire, au Laboratoire de Pétrologie sédimentaire de l'université de Liège et au Laboratoire de Paléontologie stratigraphique de l'université catholique de Lille. Pour leur description, j'ai utilisé la classification standard de DUNHAM (1962), complétée par EMBRY & KLOVAN (1972).

1.3 Susceptibilité magnétique

La susceptibilité magnétique (SM) exprime la mesure du magnétisme d'un échantillon de roche soumis à un champ magnétique appliqué (DUNLOP 1995).

Celle-ci est alors définie par l'équation suivante : **K = M / H**, où (K) est le rapport de l'intensité de l'aimantation induite par unité de volume d'une substance (M) sur le champ magnétique induisant cette aimantation (H).

La susceptibilité massique (k) est définie par k = K / d, où (d) correspond à la densité et est donc exprimée en m^3/ kg. Elle est préférentiellement utilisée à la susceptibilité magnétique volumique car il est plus aisé de déterminer la masse d'un échantillon de roche que son volume.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

L'expression de la mesure de la susceptibilité magnétique sera liée aux différents comportements magnétiques des matériaux étudiés (diamagnétique, paramagnétique et ferromagnétique).

Une description précise et détaillée de la méthode et des différents comportements magnétiques des minéraux est explicitée dans le travail de DA SILVA (2004). Nous rediscuterons de l'application de la susceptibilité magnétique lorsque nous présenterons les résultats obtenus par cette méthode.

Les analyses de susceptibilité magnétique ont été réalisées sur le KLY-3 (Liège) et sur le KLF-4 (Lille). Chaque échantillon utilisé pour l'analyse des microfaciès a été soumis et mesuré trois fois. Les échantillons ont été pesés avec une précision de 0,01g.

Pour les roches sédimentaires, l'influence majeure enregistrée par la SM est due à l'apport d'éléments terrigènes. Cela peut donc être corrélé aux variations eustatiques, car lorsque le niveau marin diminue, l'érosion du continent augmente et donc les valeurs de la SM augmentent. Réciproquement, une diminution des valeurs de SM indique une diminution des apports terrigènes et donc une augmentation du niveau marin. D'autres aspects (ex : glaciations, climat, subsidence, …) peuvent également influencer les valeurs de SM.

2. ANALYSE DE BIODIVERSITE

2.1 Biais relatifs à l'évaluation de la biodiversité

Par le passé, les méthodes d'évaluation de la biodiversité étaient simples et rapides (MILLER 2000) ; il s'agissait de compter le nombre de taxons présents dans un intervalle temps, d'établir une courbe de diversité et de l'interpréter (ALROY 2002).

Depuis quelques années, les méthodes d'évaluation de la diversité sont apparues plus complexes, certains éléments rendant les corrélations délicates (RAUP 1972). Ces sources d'erreurs sont nombreuses, variées et interviennent à différents niveaux de l'étude (ALROY 2002 ; SOLE & NEWMAN 2002 ; HUBERT *et al.* 2007). Généralement, les auteurs de publications concernant l'estimation de la biodiversité d'un groupe, dans une région donnée, pour un intervalle temps choisi, citent dans leur introduction l'existence de problèmes affectant les calculs statistiques puis les minimisent de façon arbitraire (MILLER 2000).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Je commencerai donc par présenter, selon deux critères retenus, les sources d'erreur. Celles-ci sont liées aux contraintes sédimentaires et à l'étude paléontologique. De nombreux biais restent intuitifs, difficilement évitables et non quantifiables (JABLONSKI 1995 ; FOOTE 2002). Je discuterai également des solutions proposées pour pallier - lorsque cela est possible - à ces problèmes.

2.1.1 Contraintes sédimentaires

Lithologie

Les stromatopores sont des organismes associés au milieu récifal. En Ardenne, ils connaissent leur apogée au Givétien et restent abondants au Frasnien (HUBERT *et al.* 2007 ; ZAPALSKI *et al*. 2007).

La lithologie des différentes formations givétiennes est contrainte par les variations morphologiques (plate-forme – rampe) et paléobathymétriques de l'environnement de dépôt. La diversité des faunes est contrainte par la lithologie (RAUP 1976 ; SMITH 2001 ; PETERS & FOOTE 2002). Ainsi les Formations des Trois-Fontaines, du Mont d'Haurs et partiellement de Fromelennes (Membre du Moulin Boreux) seront dominées par des calcaires francs riches en faune récifale, alors que les Formations des Terres d'Haurs et de Fromelennes (Membre de Flohimont et Membre du Fort Hulobiet) seront formées de calcaires argileux principalement riches en brachiopodes. L'évolution de la biodiversité est liée à la capacité d'adaptation des espèces à des niches écologiques spécifiques (SEPKOSKI 1997).

La diversité des stromatopores sera d'abord établie à partir des unités récifales (biostromes et biohermes) puis élargie à l'ensemble du Givétien. Elle ne reflètera pas une valeur de biodiversité réelle mais seulement une moyenne pour la période étudiée.

Remarques : Cet aspect est inéluctable lorsque l'on globalise des données spécifiques. Cependant, la comparaison, à différentes échelles et dans différentes régions, permettra d'évaluer l'importance de cette source d'erreur dans les calculs de biodiversité.

Préservation

La qualité des affleurements étudiés est un critère important pour établir des calculs de diversité. Quelque soit la nature lithologique de la roche (calcaires pour les organismes récifaux, shales pour les brachiopodes, …), les effets de la diagenèse, de l'érosion, etc, vont perturber l'enregistrement fossile (COOPER 2003). Il sera, par exemple, plus complexe

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

d'identifier un organisme en lame mince si celui-ci est complètement recristallisé. La présence de hiatus sédimentaire sera également un élément important lors de l'estimation de l'extension stratigraphique des espèces.

Remarques : Les sections étudiées ont été choisies pour leur continuité (entre 150 m et 250 m de levé continu pour chaque site) et pour l'absence ou presque d'évènements tectoniques majeurs (quelques failles dont le rejet est faible - inférieur à 5 m - ont été remarquées).

2.1.2 Analyses paléontologiques

Exhaustivité de la faune

Le calcul de la diversité faunique d'un écosystème donne une valeur relative. Pour parler de biodiversité absolue, il est nécessaire d'effectuer un échantillonnage important afin d'avoir une représentation de la faune aussi exhaustive que possible (ALROY 1996, MILLER & FOOTE 2000, ALROY *et al.* 2001, COOPER 2003).

Remarques : Un échantillonnage massif des stromatopores a été entrepris sur les sites retenus pour ce travail dans le but d'obtenir une large représentativité de la faune (voir parag. *Les sites*). Il est pourtant impossible d'en garantir l'exhaustivité. Cependant, le couplage de mes données avec celles existant dans la littérature (*i. e*. LECOMPTE 1951-52) va permettre de réduire, en partie, ce problème.

Les stromatopores du Boulonnais ont fait l'objet de nombreuses études depuis les années 1980 (MISTIAEN 1980, 1985, 1988, 2006), permettant la collecte et l'étude de 1 500 spécimens. Les sites du Boulonnais constituent un objet de comparaison privilégié, riche et complet. SOLE & NEWMAN (2002) signalent l'importance de connaître parfaitement la faune d'une région pour en estimer la biodiversité. Je confronterai donc mes résultats obtenus en Ardenne méridionale avec ceux du Boulonnais.

Systématique

Lors de la détermination spécifique des stromatopores, j'ai souvent hésité sur l'attribution d'un spécimen à une espèce ou à un genre. Bien sûr, chaque paléontologue rencontre ce problème, soit lorsque le matériel est altéré (voir parag. *Préservation*), soit lorsque la distinction entre deux espèces est partiellement obscurcie par l'imprécision de la diagnose.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PATTERSON & SMITH (1987) et WAGNER (1995) suggèrent que ce facteur est lié à la définition du taxon lui même.

Remarques : Dans le but de minimiser ce problème, j'ai donc entrepris l'analyse systématique des stromatopores avec B. MISTIAEN. Ce travail m'a alors permis de comparer, sans problème synonymique et taxonomique, les différentes unités récifales de mon étude. Cette logique s'applique également au Boulonnais où la description des stromatopores a été faite par MISTIAEN (*op. cit.*).

Chronostratigraphie

OGG (2004) précise les limites d'âge pour le Givétien à l'aide de données radiométriques et biostratigraphiques (biozones à conodontes). Il fixe alors la base du Givétien à -391.8 Ma ± 2.7 et la base de l'étage Frasnien à -385.3 Ma ± 2.6 pour une durée totale de 6.5 Ma. KAUFMANN (2006) estime, à partir également de données radiométriques [U-Pb, ID-TIMS] et de la biozonation standard à conodontes, la durée du Givétien à 4,1 Ma (Fig. 2).

OGG (2004) fixe la fin du Frasnien à -374.5 Ma ± 2.6. Sa durée est alors de 10.8 Ma. DA SILVA (2004) indique une durée de 6 Ma (TUCKER *et al.* 1998), et KAUFMANN (2006) de 7,6 Ma. La variabilité des durées proposées (BRICE & MISTIAEN 2003) depuis plusieurs décennies (Fig. 6, BOUCOT 1975 ; HOUSE *et al.* 1979 ; HARLAND *et al.* 1989 ; …) m'amène à relativiser les estimations de durée des étages géologiques (HUBERT *et al.* 2007). L'incertitude liée aux datations des étages et donc des faunes est une source d'erreur dans le calcul de la biodiversité par unité de temps (SOLE & NEWMAN 2002).

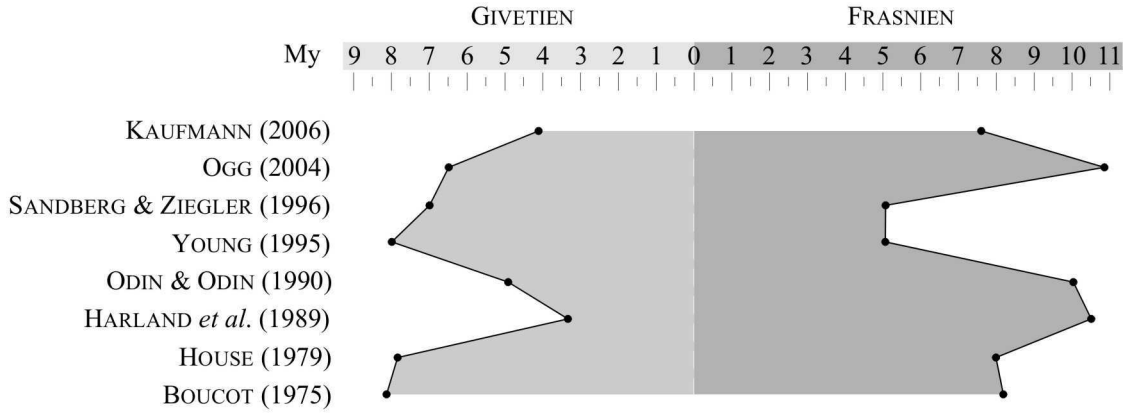


Fig. 6. Comparaison des durées relatives du Givétien et du Frasnien.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Remarques : Les données les plus récentes, soit KAUFMANN (2006), seront utilisées lors de l'estimation de la biodiversité par étage.

Données bibliographiques

La biodiversité des stromatopores se base, pour étendre les corrélations, sur les travaux anciens (ex : LECOMPTE 1951, 1952 ; LACROIX, 1974a, 1974b ; CORNET 1975). Ces ouvrages permettent d'obtenir une liste d'espèces plus complète. Les problèmes majeurs liés à cette étude bibliographique sont l'effort de recherche et l'absence de révision des faunes, le manque de précision dans le nombre de spécimens étudiés, la position stratigraphique des espèces, les sections.

¤ L'effort de recherche et l'absence de révision

La connaissance d'un groupe fossile est liée à l'intensité des recherches effectuées sur ce groupe (HUBERT *et al.* 2007). Les stromatopores sont connus depuis le XIX^{ème} siècle (ROSEN 1867 ; NICHOLSON 1886a, b, etc) et ont été la source de nombreux débats sur leur morphologie, leur taxonomie et leur phylogénie. Une révision globale a été faite en 1999 par STEARN *et al.* afin de synthétiser l'avancement des connaissances sur le groupe. La rédaction d'un « Treatise » est en cours (STEARN, WEBBY, STOCKS & NESTOR) et montre l'intérêt encore porté à ce groupe. Cependant, cet aspect peut être discuté puisque, actuellement, seule une « quinzaine » de scientifiques l'étudie. Depuis les années 1950, aucun scientifique n'a entrepris une révision complète des faunes de M. LECOMPTE. Ce dernier décrivait 91 espèces (dont 66 nov. sp.) au Givétien et 67 espèces (dont 57 nov. sp.) au Frasnien. Quinze des 66 nouvelles espèces givétiennes et 11 des 57 espèces frasniennes ont été révisées et attribuées à un autre genre.

¤ Le manque de précision dans le nombre de spécimens étudiés

LECOMPTE (1951, 1952) réalise une étude systématique globale de 9 000 spécimens de stromatopores (soit environ 15 000 lames minces). Il indique clairement la répartition stratigraphique et la distribution géographique des échantillons mais ne précise pas le nombre de spécimens étudiés par espèce ou par genre.

¤ La position stratigraphique des espèces

Les limites et le nom des formations ont évolué et evoluent encore selon l'avancement des connaissances. Les travaux de LECOMPTE (1951, 1952), LACROIX (1974a) et CORNET (1975)

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

utilisent des échelles stratigraphiques anciennes (MAILLIEUX & DEMANET 1929). Les corrélations entre d'anciens travaux et des données actuelles sont délicates (HUBERT *et al*. 2007). La précision des corrélations stratigraphiques globales a donc un impact important sur la compréhension de la biodiversité (SEPKOSKI 1979, 1995).

¤ Les sections

CORNET (1975), contrairement à LECOMPTE (1951, 1952), précise les lithologies et les morphologies des coupes et des bancs contenant des stromatopores (ex : biohermes, biostromes, individu isolé, …). Ces données sont corrélables avec les mesures de diversité établies pour des unités récifales similaires.

Remarques : Les travaux anciens seront principalement utilisés pour étendre, comparer et généraliser les résultats de biodiversité. Cependant, je resterai très prudent sur les estimations. Des travaux de révision et de nouvelles études des sites seraient nécessaires pour préciser les données lithologiques et stratigraphiques. Ce travail n'a pu être entrepris durant la thèse.

Echelles

La biodiversité des stromatopores est étudiée à différentes échelles.

Une estimation sera faite au niveau d'unités récifales (pour les biostromes et/ou biohermes des Formations des Trois-Fontaines, du Mont d'Haurs et de Fromelennes). Puis une analyse globale sera faite pour chaque coupe (*i. e.* subdivision lithostratigraphique). Enfin, en intégrant les données bibliographiques, une généralisation sera faite au niveau de la période givétienne.

Le calcul de la biodiversité sera mené à différents niveaux hiérarchiques (genre ou espèce), ce qui pointera quelques incohérences. Par exemple, l'espèce *Parallelopora goldfussi* décrite par BARGATSKY (1881) a été associée aux genres *Stromatoporella* par TRIPP (1929) et *Stromatopora* par LECOMPTE (1952) soit trois genres différents appartenant à trois ordres différents (O. des *Syringostromatida*, O. des *Stromatoporellida* et O. des *Stromatoporida*).

Remarques : Ces différents problèmes seront largement discutés lors du traitement des résultats.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

2.2 Indices de biodiversité et coefficients de similarité

La biodiversité est le nombre et la variabilité des gènes, espèces et communautés dans l'espace et dans le temps (NORSE *et al.* 1986 ; WILSON 1988 ; HEYWOOD & BASTE 1995). L'objectif de cette étude est de mesurer la STD « Standing Taxic Diversity » (COOPER 2003), c'est-à-dire la richesse totale en espèces pour un groupe donné d'une région donnée pendant un temps géologique estimé.

J'ai axé ce travail sur l'estimation de la biodiversité de différentes unités biostromales et biohermales du Givétien et du Frasnien, riches en stromatopores le long de la plate-forme nord gondwanienne *s.l.* (Ardenne méridionale – Boulonnais).

2.2.1 Indices de biodiversité

La biodiversité peut être définie par trois variantes : l'α-diversité qui correspond au nombre d'espèces connues dans un écosystème, la β-diversité qui définit le renouvellement des espèces entre les différents écosystèmes d'une région et la γ-diversité qui correspond au nombre d'espèces connues dans tous les écosystèmes confondus d'une région.

Remarques : J'utiliserai pour ce travail l'α-diversité.

Pour mettre en avant la viabilité des résultats obtenus, j'ai décidé de tester plusieurs méthodes : la diversité totale (D_{TOT}), la diversité par million d'années ($D_{/my}$), la diversité normalisée (D_{NORM}), la « Standing Diversity » et la « Mean Standing Deviation » (MSD). Ces méthodes ont été éprouvées par R. A. COOPER (2003) lors d'une étude globale de la diversité dans laquelle il conclut que la MSD serait le meilleur estimateur. J'ai également testé les indices les plus utilisés pour la mesure de biodiversité : l'indice de SIMPSON (D), l'indice de SHANNON-WIENER (H) et l'indice comparé de HILL (Hill). Ces derniers étant largement employés, ils s'avèrent intéressants pour établir des comparaisons (STEARN 1975b ; KERSHAW 1999).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ La diversité totale (D_{TOT})

La diversité totale correspond au nombre total d'espèces (N) enregistrées dans un intervalle temps.

$$D_{TOT} = \sum N$$

¤ La diversité par million d'années ($D_{/my}$)

La diversité par million d'années est le résultat de la division du nombre d'espèces total (D_{TOT}) par la durée en millions d'années (T) de l'intervalle géologique (temps) choisi.

$$D_{/my} = \frac{\sum N}{T}$$

Ces deux premiers estimateurs de la biodiversité ne font pas intervenir l'extension des taxa étudiés. Les méthodes suivantes intègrent ces données et différencient trois types de taxa : les taxa [T_1] qui traversent entièrement l'intervalle temps, les taxa [T_2] qui sont présents avant l'intervalle temps et qui se terminent durant celui-ci, et de la même manière, les taxa qui apparaissent durant l'intervalle temps et qui se terminent après celui-ci, puis les taxa [T_3] confinés à l'intérieur de l'intervalle temps (Fig. 7).

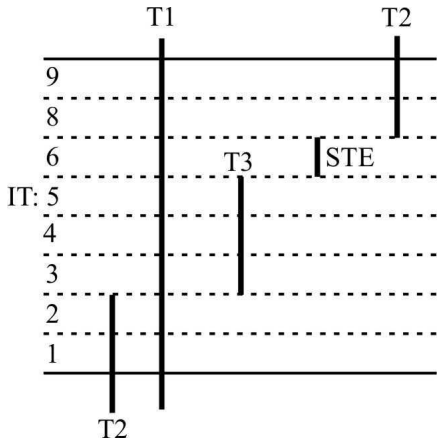


Fig. 7. Variabilité de l'extension d'un taxon au cours d'un intervalle temps donné d'après COOPER (2003). IT : Intervalle Temps ; STE : Subdivision du temps correspondant à l'extension minimale d'un taxon.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ La diversité normalisée (D_{NORM})

La diversité normalisée (ROHR & BOUCOT 1974 ; BRETSKY 1974) sera la somme de T_1 additionnée à la moitié de la somme de T_2 et T_3.

$$D_{NORM} = \sum T_1 + \frac{\sum (T_2 + T_3)}{2}$$

¤ La « Standing diversity » (D_{ST})

La « standing diversity » (HARPER 1975) correspond à une estimation de la diversité au point médian de l'intervalle temps.

$$D_{ST} = T_T - \frac{T_2}{2} + \frac{T_3}{2}$$

où T_T correspond au nombre de taxa total et

T_2 peut être subdivisé en E_2 (nombre total de taxa s'éteignant durant l'intervalle) et N_2 (nombre total de taxa apparaissant durant l'intervalle)

soit

$$D_{ST} = T_T - \frac{E_2}{2} - \frac{N_2}{2} + \frac{T_3}{2}$$ (SEPKOSKI 1991; HARPER 1996)

¤ La « Mean standing deviation » (MSD)

La « Mean Standing Deviation » (COOPER 2003) permet d'estimer le nombre d'espèces présentes, en moyenne, à chaque moment « m » de l'intervalle temps choisi.

Son calcul s'établit sur la subdivision de cet intervalle en sous-unités (STE), en se basant sur la plus petite extension constatée d'une espèce. Une fois l'intervalle découpé en unité de temps égale (les STE), il suffit :

- de compter, pour chaque STE, le nombre d'espèces présentes (A),
- d'additionner l'ensemble des valeurs trouvées ($\sum$ A),
- de diviser cette somme par le nombre de STE ($\sum_{STE}$).

Chaque espèce comptée lors d'un intervalle (e.g. zone à conodontes, étage, période …) sera alors dépendante de son extension stratigraphique. Ainsi, une espèce confinée dans

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

l'intervalle choisi, aura une « valeur » plus « réduite » qu'une espèce qui traverse l'intégralité de l'intervalle.

$$D_{MSD} = \frac{\sum A}{\sum STE}$$

Remarques : Ces méthodes ne sont pas applicables à chaque situation. Par exemple, la MSD implique de connaître l'extension exacte de chaque espèce. De plus, il est nécessaire de bien appréhender l'étude de chacune des sources d'erreur afin de minimiser la mauvaise utilisation des estimateurs mathématiques. J'utiliserai donc ces méthodes avec parcimonie.

¤ L'indice de SIMPSON (D)

L'indice de SIMPSON mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard dans une population appartiennent à la même espèce.

$$D = \frac{\sum N_i (N_i - 1)}{N (N - 1)}$$

où Ni/N est la fréquence de l'espèce i dans un écosystème ou une région donnée

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Cependant, si Ni = 1 alors D → 0.

¤ L'indice de SHANNON-WIENER (H)

L'indice de diversité de SHANNON-WIENER est le plus couramment utilisé dans la littérature. Il se présente sous la forme suivante:

$$H = -\sum \left(\left(\frac{N_i}{N} \right) \text{x} \log \left(\frac{N_i}{N} \right) \right)$$

(H) tend vers (→ 0) lorsque la biodiversité est minimale, et tend vers H_{max} (où H_{max} = log E, et où E représente le nombre total d'espèce).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Cet indice est souvent accompagné de la mesure de l'indice de Piélou E_P ($E_P = H / H_{max}$). (E_P) varie entre 0 (espèces dominantes) et 1 (équitabilité entre espèces).

¤ L'indice de HILL (Hill)

L'indice de HILL est une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les deux indices précédents :

$$Hill = \frac{\left(\frac{1}{D}\right)}{e^{(H)}}$$

avec (1/D) : inverse de l'indice de SIMPSON

$e^{(H)}$: exponentiel de l'indice de SHANNON-WIENER

L'indice de HILL permet d'affiner les observations sur la diversité observée. (1/D) va permettre la mesure du nombre effectif d'individus très abondants. ($e^{(H)}$) va permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares. Plus l'indice de HILL s'approche de la valeur 1, plus la diversité est faible.

Ces trois derniers indices sont généralement utilisés pour évaluer la biodiversité de biotope actuel.

2.2.2 Coefficients de similarité

Les affinités entre différentes régions peuvent être reconnues de manière quantitative (SHI 1993). Plusieurs coefficients sont utilisés pour ces corrélations. J'utiliserai trois coefficients afin d'évaluer leur résolution : le coefficient de JACQUARD (J), le coefficient de SIMPSON (S) et le coefficient d'OTSUKA (OC).

¤ Le coefficient de JACCARD

Le coefficient de JACCARD s'exprime par :

$$J = \frac{C}{(N_1 + N_2 - C)}$$

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

N_1 et N_2 sont le nombre de taxons reconnus pour chacune des faunes étudiées, et C est le nombre de taxons communs entre ces deux faunes (CECCA 2002).

L'inconvénient majeur relatif au coefficient de Jaccard est l'inégalité de la taille des faunes étudiées. Pour pallier ce problème, j'utiliserai également le coefficient de Simpson.

¤ Le coefficient de SIMPSON

Le coefficient de SIMPSON se calcule par la formule suivante :

$$S = \frac{C}{N_1}$$

N_1 est le nombre de taxons de la plus petite faune et C le nombre de taxa communs entre les deux faunes (CECCA 2002).

Enfin, un troisième coefficient sera testé en guise de comparaison.

¤ Le coefficient d'OTSUKA

Le coefficient d'OTSUKA s'exprime par la formule suivante :

$$OC = \left(\frac{C}{\sqrt{N_1 \; N_2}} \right)$$

N_1 et N_2 sont le nombre de taxons reconnus pour chacune des faunes étudiées, et C est le nombre de taxons communs entre ces deux faunes.

L'avantage de l'utilisation du coefficient d'OTSUKA (PEDDER 2006) est qu'il se base sur les taxons identifiés dans les régions étudiées et non sur la « possible » présence ou absence de ces taxons dans l'une ou l'autre des régions.

Ces trois indices serviront également lors de l'analyse des affinités paléobiogéographiques globales (Chapitre IV).

« L'étude de la biodiversité doit être lue comme partielle, spontanée et non comme définitive. »

(KNOLL 1994)

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

1. GIVETIEN

1.1 Les sites

De nombreux sites appartenant à la bordure sud et nord du synclinorium de Dinant ont été visités durant ce travail de thèse. Parmi ces sites, j'ai retenu quatre carrières (Fig. 8) faisant affleurer la série givétienne, et une unité récifale biohermale, le Moulin de Wallers. La présentation des sites est divisée en trois étapes : les coordonnées et la description générale du site, une description des macrofaunes observées et connues puis un aperçu historique des travaux majeurs concernant ces sites.

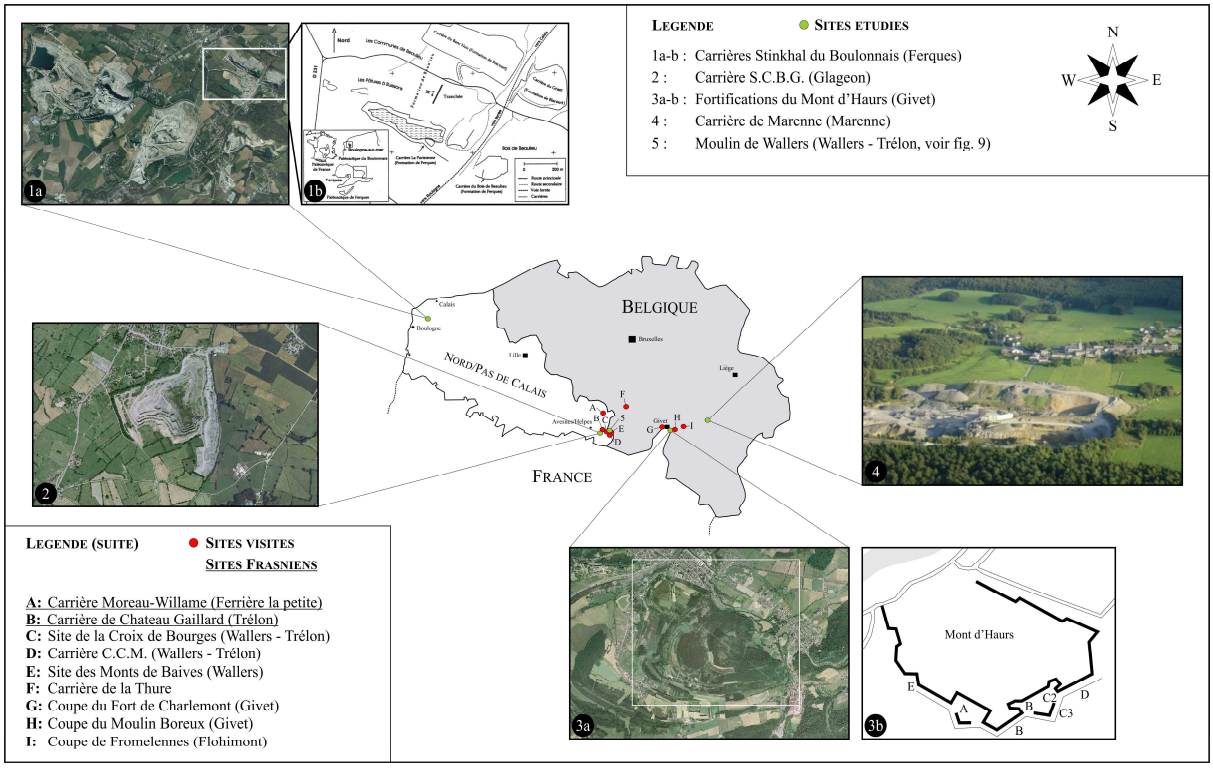


Fig. 8. Localisation et vue aérienne des sites givétiens.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

LA CARRIERE S.C.B.G. (GLAGEON, FRANCE)

Coordonnées : 50° 03' 20.12'' N / 4° 10' 38.60'' E

La carrière de la Société et Carrière Bocahut Glageon se situe au centre du village de Glageon, près du calvaire, à l'extrémité Sud-Est de l'Avesnois. Localisée entre les villes de Trélon et Fourmies, les affleurements de cette carrière correspondent à la partie occidentale de la bordure sud du synclinorium de Dinant. Dans celle-ci, affleurent en continu les terrains du Givétien basal (Formation de Hanonet) au Givétien supérieur (Formation de Fromelennes) décrits par BOULVAIN *et al*. (1995). L'accès aux carrières de l'Avesnois n'est pas aisé et est limité aux jours de non exploitation de la carrière. L'échantillonnage a donc été réalisé, avec l'aide des membres du laboratoire, au cours de plusieurs missions durant les années 2004 et 2005 (l'année suivante, les autorisations d'accès aux carrières ont été supprimées). La sédimentologie de la série givétienne a été réalisée, ainsi qu'une analyse des stromatopores.

Aspect faunique : La carrière de Glageon révèle des faunes typiques de milieux récifaux relatifs aux dépôts de plate-forme carbonatée. Ainsi, on y observe d'abondants coraux rugueux et tabulés tels qu'*Acanthophyllum vermiculare*, *Grypophyllum* sp., *Argutastrea quadrigemina*, *Squameoalveolites fornicatus*, *Crassialveolites crassus*, *C. cavernosus*. Associés aux coraux, les stromatopores sont bien représentés à Glageon – cf. les faunes décrites dans le chapitre « systématique » – de même que les brachiopodes térébratulidés (*Stringocephalus* sp.), atrypidés et athyrididés.

Données historiques : GOSSELET 1888 ; BOULVAIN *et al.* 1995 ; PREAT & KASIMI 1995.

LES FORTIFICATIONS DU MONT D'HAURS (GIVET, FRANCE)

Coordonnées : 50° 07' 14.20'' N / 4° 50' 16.10'' E

La coupe des fortifications du Mont d'Haurs se situe sur le bord est de la Meuse, au Sud de la Tour Grégoire et fait face à la coupe du Fort de Charlemont. L'accès se fait par l'Est, au niveau d'une entrée de société du B.T.P. et avec l'accord du propriétaire M. RIGO (Propriétaire du site). Ce site est également inscrit dans le patrimoine de la Réserve Naturelle de la Pointe de Givet (une autorisation de l'Office National des Forêts Champagne-Ardennes est donc également nécessaire). Cette coupe s'expose le long des remparts du Mont d'Haurs et renferme quelques lacunes sédimentaires dues à ces constructions. On y observe depuis la base vers le sommet, l'ancienne limite Couvinien – Givétien (Formations de Hanonet et des Trois-Fontaines), le biostrome de base des Trois-Fontaines, la série des calcaires plus argileux de la Formation des Terres d'Haurs, le biostrome de base de la Formation du Mont d'Haurs et une partie de celle-ci. L'extrémité ouest de la coupe offre une vue sur le Membre du Moulin

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Boreux de la Formation de Fromelennes ainsi qu'un panorama sur l'ensemble de la dépression frasnienne.

Aspect faunique : La série du Mont d'Haurs renferme une faune récifale abondante. On y retrouve majoritairement des coraux rugueux et tabulés ainsi que des stromatopores. Les brachiopodes, associés à ces récifs, sont également bien présents (térébratulidés, spiriféridés, atrypidés, …). A la base de la coupe et dans la Formation des Terres d'Haurs, on peut relever de nombreux trilobites (proetidés et scutellidés).

Données historiques : BONTE & RICOUR 1948 ; PEL 1974, 1975 ; ERRERA *et al.* 1972 ; PREAT & BULTYNCK 2006.

LA CARRIERE DE MARENNE (MARENNE, BELGIQUE)

Coordonnées : 50° 10' 01.53'' N / 5° 16' 00.30'' E

La carrière de Marenne se situe au Nord de la ville éponyme, entre les villes de Marche-en-Famenne et de Hotton. Cette carrière, en exploitation, appartient à la bande de la Calestienne qui correspond au cordon des calcaires dévoniens (Eifelien à Frasnien) compris entre l'Ardenne et la Famenne. Récemment, de nombreuses études (BARCHY *et al.* 2004 ; GODEFROID & MOTTEQUIN 2005) ont permis la mise en évidence de nouveaux éléments paléontologiques, lithologiques et structuraux, notamment la présence d'une faille dextre à la base du Givétien.

L'échantillonnage de cette carrière a majoritairement été effectué par C. DE WILDE (Mémoire de Licence, Ulg) et complété par C. MABILLE et moi-même durant l'année 2005.

Aspect faunique : La carrière de Marenne expose les Formations « de Hanonet », « des Trois-Fontaines », « des Terres d'Haurs » et depuis peu, la base de la Formation « du Mont d'Haurs ». Les faciès de Marenne sont différents des faciès-types de ces formations, notamment à la base des Trois-Fontaines où le biostrome semble remplacé par des calcaires plus gréseux. Cependant, on y retrouve des faunes typiques du Givétien (à aspect récifal) avec la présence de nombreux stromatopores, coraux rugueux et tabulés (*Sociophyllum elongatum*, *Columnaria intermedia*, *Spinophylum blacourti*, *Disphyllum semenoffi*, …) ainsi que des brachiopodes (*Stringocephalus* sp., *Schnurella schnurii*, *Gerolsteinites* sp., …), quelques ostracodes (Leperditidés) et gastéropodes.

Données historiques : COEN *et al.* 1974 ; LESUISSE *et al.* 1979 ; BELLIERE 1996 ; BARCHY *et al.* 2004 ; GODEFROID & MOTTEQUIN 2005 ; DE WILDE 2005 non publié ; MABILLE *et al.* 2008.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

LA CARRIERE DU GRISET ET AUTRES COUPES (FERQUES, FRANCE)

Coordonnées : carrière du Griset : 50° 49' 59.38'' N / 1° 47' 48.98'' E

Le massif paléozoïque de Ferques s'étend sur une trentaine de Km^2 au Nord-Est de Marquise (BRICE 1988). Il apparaît en Bas-Boulonnais au cœur d'une demi-boutonnière limitée au N-E par les terrains mésozoïques. Les gisements actuels du dévonien moyen et supérieur se situent pour la majeure partie le long de la voie ferrée Calais – Boulogne. La plus grande partie du matériel est issue de carrières, dont les carrières Stinkal : carrière du Banc noir et carrière du Griset, la carrière de la Parisienne, la carrière du Bois, les anciennes carrières du Bois de Beaulieu et d'autres pointements rocheux tels que la tranchée de la voie ferrée Caffiers – Ferques, le château de Fiennes, le Trou d'eau, etc. Ce matériel a été collecté par D. BRICE & B. MISTIAEN lors de leurs nombreuses missions dans la carrière du Griset mais également par C. LOONES, géologue amateur, qui a fourni au Laboratoire de Paléontologie stratigraphique ainsi qu'au Musée d'Histoire Naturelle de Lille, les résultats de ses nombreuses collectes.

Les terrains dévoniens du massif de Ferques ont depuis longtemps intéressé les géologues ; une synthèse historique de la Formation de Blacourt (Givétien) est déjà proposée dans le mémoire dédié au Dévonien de Ferques (BRICE *et al*. 1988).

Aspect faunique : Les faunes du Boulonnais ont fait l'objet de nombreuses études depuis plusieurs décennies. L'ensemble des données fauniques, historiques et récentes, est synthétisé dans l'ouvrage édité par D. BRICE (1988) « Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais ».

Données historiques : MURCHISON 1840 ; D'ORBIGNY 1850 ; GOSSELET 1860 – 1899 ; RIGAUX 1872 – 1908 ; CORSIN 1933 ; MAGNE 1964 ; BRICE *et al.* 2006. Cette liste n'est pas exhaustive.

LA COUPE DU MOULIN DE WALLERS (WALLERS – TRELON, FRANCE)

Coordonnées : 50°03'31.72'' N / 4° 10' 22.01' E

La coupe du Moulin de Wallers (Fig. 9) se situe le long de la route entre la carrière C.C.M. et le village de Wallers, au niveau du siège social de la carrière localisé dans l'ancien Moulin. Le bioherme est superposé à quelques bancs de calcaires lités, compactes renfermant de nombreux débris de coraux et brachiopodes. La partie sommitale de la coupe est composée par l'unité récifale. Cette unité se poursuit latéralement au sein d'un champ limité par une clôture et donc peu accessible. L'ensemble de la structure constitue une unité de 10 à 15 mètres d'épaisseur et semble s'étendre sur une trentaine de mètres.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Aspect faunique : Ce site correspond à unité récifale de type bioherme, composé très majoritairement de stromatopores bulbeux, en dômes et lamellaires. Les coraux tabulés et rugueux sont également représentés, moins abondamment, et quelques brachiopodes sont observables. Pour estimer l'âge de ce site, incertain au début de l'étude, une analyse des ostracodes a été entreprise par B. MILHAU. Parmi les espèces trouvées, je citerai *Coeloenellina minima*, *Evlanella germanica* et *Nodella faceta*. Ces espèces indiquent un âge Givétien supérieur (Formation de Fromelennes, comm. pers. B. MILHAU).

Données historiques : site inédit.



Fig. 9. Bioherme du Moulin de Wallers, Avesnois.

Durant l'année 2005, j'ai également eu le privilège d'aller visiter quelques coupes en Pologne (*i. e.* Grzegorzowice et Łagów sections, Kielce region). Initialement, je désirais les étudier et les joindre à mon travail sur la biodiversité des stromatopores mais la continuité sédimentologique des différentes coupes ne le permettait pas. Cependant, un échantillonnage a été effectué et fera l'objet d'une note ultérieure.

1.2 La sédimentologie

Les différents sites de notre étude exposent, parfois en continuité, des terrains depuis le sommet de la Formation de Hanonet jusqu'à la base de la Formation de Fromelennes.

Différentes études similaires menées sur les terrains givétiens de l'Ardenne et notamment sur leur aspect sédimentologique ont été menées antérieurement (CASIER & PREAT 1990, 1991 ; BOULVAIN *et al*. 1995).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les microfaciès définis dans ce travail seront comparés aux travaux réalisés dans des secteurs similaires (Fig. 10). Je m'appuierai principalement sur les travaux de CASIER & PREAT (1990, 1991) à Resteigne, BOULVAIN *et al.* (1995) à Glageon, MAMET & PREAT (2005) à Wellin, CASIER & PREAT (2006) à Aisemont, PREAT *et al.* (2007) à Nismes, et MABILLE & BOULVAIN (2007a, 2007b, 2008) à Couvin et Baileux.

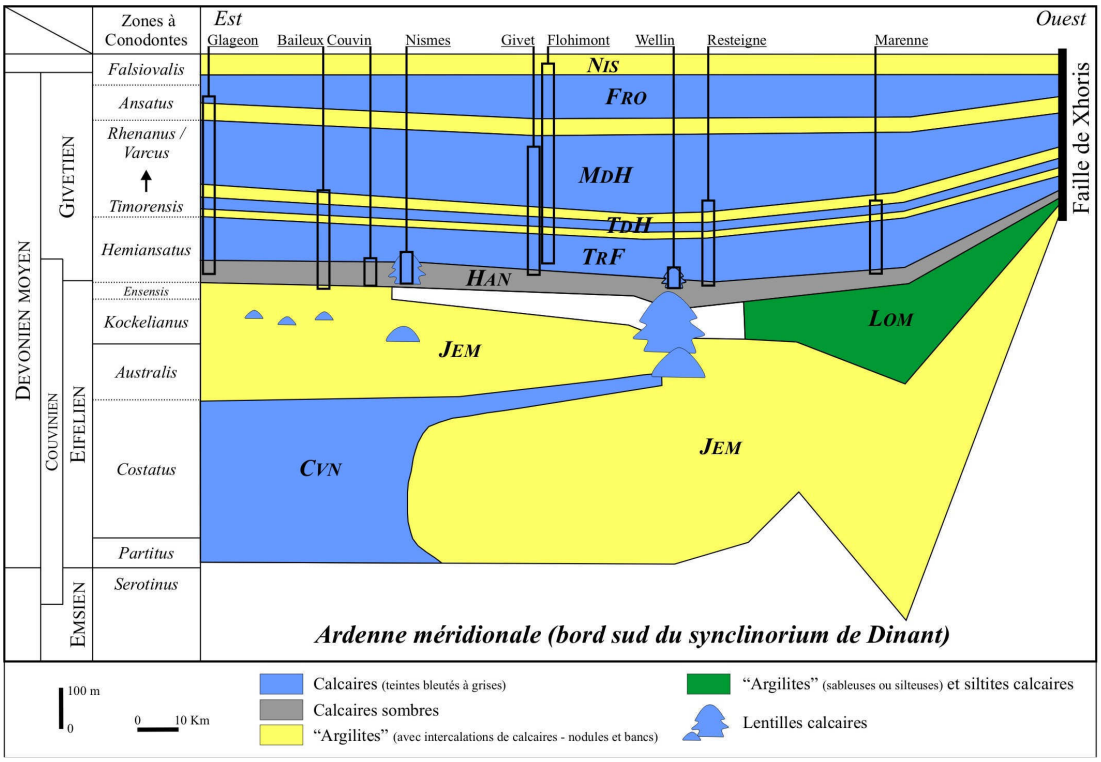


Fig. 10. Lithostratigraphie synthétique des formations du Dévonien moyen en Ardenne méridionale (BSSD), modifié d'après BULTYNCK & DEJONGHE (2001), DUMOULIN *et al.* (2006), PREAT & BULTYNCK (2006). Les différentes coupes utilisées pour les comparaisons (microfaciès) sont indiquées par des rectangles. Les formations représentées sont : Jemelle (JEM), Couvin (CVN), La Lomme (LOM), Hanonet (HAN), Trois-Fontaines (TRF), Terres d'Haurs (TDH), Mont d'Haurs (MDH), Fromelennes (FRO), et Nismes (NIS).

Chaque section correspond à une coupe et comporte une description lithostratigraphique (réalisée à partir des observations de terrain), une description des microfaciès, leur interprétation, un modèle de reconstruction paléoenvironnementale et une analyse de l'évolution des courbes de microfaciès puis des courbes de susceptibilité magnétique.

Les microfaciès seront présentés avec deux composantes : la détermination d'une ou plusieurs sections typiques du microfaciès et une description littérale (complétée en annexe par des colonnes stratigraphiques détaillées : numéro du microfaciès, texture et abondance faunique).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La distribution des microfaciès présentés dans ce chapitre a été choisie en fonction du caractère proximal ou distal de ceux-ci. L'agencement montrera le passage du milieu distal au milieu proximal.

L'objectif de cette étude est de contraindre chaque section à un modèle (plate-forme, rampe) afin de comparer des milieux de sédimentation pour une analyse de biodiversité cohérente.

1.2.1 Analyse

Remarques préliminaires : abréviations utilisées dans le texte

Z.A.V. : Zone d'Action des Vagues

Z.A.V.B.T. : Zone d'Action des Vagues de Beau Temps

Z.A.V.T. : Zone d'Action des Vagues de Tempêtes

H.C.S. : Hummocky Cross Stratification

M.C.G. : Mud Coated Grain

Section 1 : La carrière S.C.B.G., Avesnois (Fig. 11, A-G)

¤ *Les unités lithologiques*

Unité 1 : (de 0 à 39 mètres)

Cette unité est composée d'une alternance de gros bancs (métriques) de calcaires fins micritiques et de bancs (décimétriques) de calcaires partiellement argileux. Les bancs massifs renferment une importante faune récifale. La série est bien stratifiée et laisse parfois apparaître de larges surfaces structurales. Des joints de calcite (centimétiques) et des passées broyées et schistosées sont parfois observés.

La faune, composée principalement de stromatopores massifs et lamellaires, de coraux rugueux (coloniaux et solitaires) et tabulés « bulbeux, en dôme[1] », constitue une unité biostromale caractéristique de la Formation des Trois-Fontaines (Fig. 11, C). Le biostrome est dominé par les tabulés lamellaires des genres *Favosites* et *Pachyfavosites* (Fig. 11, E). Au sein des passées plus argileuses, les gastéropodes et brachiopodes sont majoritaires.

[1] Il n'existe pas de descriptif des formes de croissance des colonies de tabulés ; les termes utilisés se rapportent donc à la classification de KERSHAW (1999) utilisée pour les stromatopores.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Unité 2 : (de 39 à 61 mètres)

Cette unité est constituée de bancs décimétiques à métriques de calcaires argileux bioclastiques. Elle débute par une succession (Fig. 11, D) de lumachelles à *Stringocephalus* (Bancs 59, 61, 63, 64, 71). Elle se termine par un enrichissement important en argile (cette unité est peut être un peu plus importante [4 à 5 mètres n'ont pu être levés, car l'accès était trop dangereux]). Cette série est largement dominée par les brachiopodes mais certains bancs (62, 65 et 80) renferment des stromatopores et coraux.

Unité 3 : (de 66 à 101 mètres)

Cette troisième unité est dominée par des bancs massifs de calcaires régulièrement ponctués de bancs centimétriques à décimétriques de joints et de bancs argileux. Elle se caractérise par un appauvrissement important de la faune. Quelques brachiopodes, crinoïdes et gastéropodes recristallisés ont pu être observés. Le banc 121 se caractérise par la présence de patch reefs métriques (quatre observés), constitués d'algues et de vers.

Unité 4 : (de 101 à 152 mètres)

Cette unité est constituée de bancs de calcaires francs massifs et moyennement bioclastiques. Des géodes de calcite, alignées, sont régulièrement observées au sein des bancs. La faune est composée de brachiopodes, gastéropodes et, de manière plus sommaire, de coraux (rugueux et tabulés).

Unité 5 : (de 152 à 231 mètres)

Cette dernière unité se caractérise par la re-diversification importante de la faune (coraux, stromatopores (Fig. 11, F), brachiopodes, gastéropodes, crinoïdes). Elle est constituée par des bancs de calcaires fins et des passées parfois importantes (métriques) d'argile. La faune est abondante et un deuxième niveau récifal (Bancs 230 à 240) a pu être observé.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

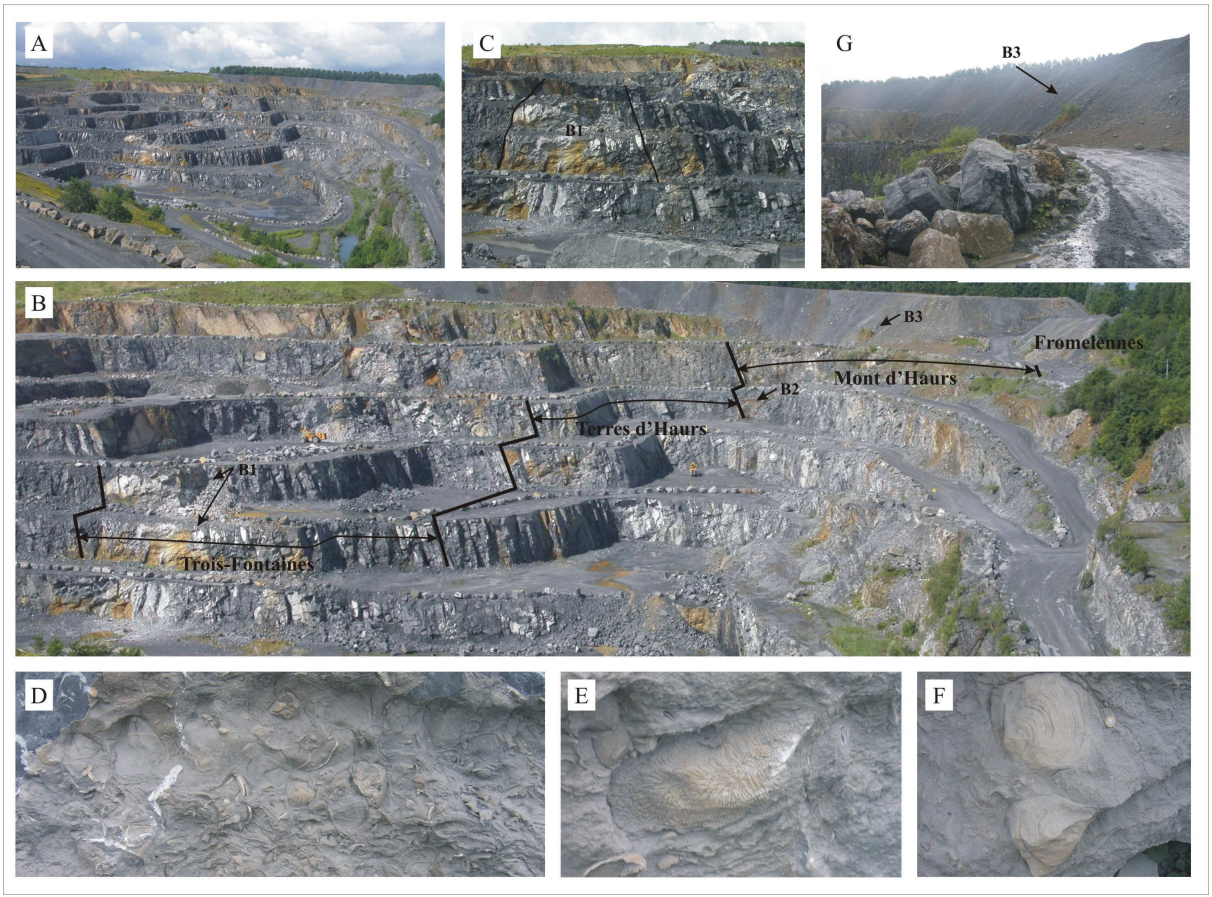


Fig. 11. A- Vue générale de la carrière SCBG de Glageon ; **B-** Vue globale des formations givétiennes de la carrière (exception faite de la Formation de Hanonet) ; **C-** Biostrome de base de la Fm. des Trois-Fontaines ; **D-** Lumachelles à Stringocéphales (Fm. Trois-Fontaines) ; **E-** Tabulé Favositide (Fm. Trois-Fontaines) ; **F-** Stromatopores bulbeux (Fm. Mont d'Haurs) ; **G-** Biostrome de la Fm. de Fromelennes.

¤ ***Description des microfaciès***

Mfg 1 Mudstone - Wackestone à bryozoaires, tentaculites, ostracodes et bioturbations (Pl. I, Fig. 1)

Section type : AV – BG 130

Ce microfaciès correspond à des mudstones et de rares wackestones localement riches en fraction terrigène (argile) et régulièrement bioturbés.

Les bioclastes, très altérés, sont, par ordre d'abondance, des fragments crinoïdiques (0,4 à 3,5 mm), des brachiopodes brisés, des ostracodes, plus rarement des tentaculites et des bryozoaires. Quelques lames montrent une fraction bioclastique assez importante.

La matrice est une micrite, parfois légérement recristallisée et dolomitisée lui donnant un aspect microsparitique.

Des traces de pyrite sont régulièrement localisées dans les sédiments remaniés.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Mfg 2 Wackestone - Packstone riche en ostracodes (Pl. I, Fig. 2)

Section type : AV – BG 004

Il s'agit de wackestone à packstone, parfois faiblement bioturbé, généralement riche en ostracodes.

La faune se compose de brachiopodes souvent perforés par des vers, de rares gastéropodes, de trilobites, d'algues (girvanelles) et de tentaculites.

La matrice est une micrite localement argileuse, avec des traces régulières de pyrite.

Quelques lames montrent une alternance, à surface ondulée, entre des sédiments fins et plus grossiers (plus riches en bioclastes).

Mfg 3 Wackestone (Packstone) microbioclastique (Pl. I, Fig. 3)

Section type : AV – BG 300

Ce microfaciès correspond à des wackestones et packstones microbioclastiques.

Les bioclastes sont principalement des brachiopodes, des crinoïdes, des ostracodes et des gastéropodes. Plus rarement, les lames renferment des fragments de tentaculites, de bryozoaires et des débris récifaux (coraux tabulés et rugueux). Certains fragments bioclastiques montrent une micritisation (M.C.G.).

La matrice est une micrite sporadiquement argileuse, parfois à tendance microsparitique. Les argiles soulignent généralement les traces de bioturbations. Certaines lames sont fortement affectées par la dolomitisation. Des cristaux de pyrite sont parfois observés.

Des péloïdes (100 à 130 µm) ovoïdes, à bords nets, s'intercalent dans les bioturbations.

Mfg 4 Packstone – Grainstone (Rudstone) exclusivement crinoïdique (Pl. I, Fig. 4)

Section type : AV – BG 045

Ce microfaciès correspond à des grainstones et packstones.

Les bioclastes sont presque exclusivement des fragments de crinoïdes. Quelques débris de brachiopodes et de gastéropodes sont présents, mais sont moins abondants que les débris de coraux rugueux, tabulés et stromatopores lamellaires.

Le ciment est généralement une sparite équigranulaire, mais des reliquats de sédiments primaires sont parfois observés.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfg 5 Boundstone (Rudstone & Bindstone) récifal (Pl. I, Fig. 5)

Section type : AV – BG 062

Mfg 5 est dominé par des rudstones et bindstones récifaux.

Les bioclastes sont des fragments de stromatopores lamellaires, massifs et branchus (Amphipores), des coraux tabulés (majoritairement Alvéolitides et Favositides, parfois Syringoporides) et des coraux rugueux solitaires ou coloniaux. Cet assemblage récifal s'accompagne régulièrement de débris de crinoïdes (parfois très abondants, dû à la proximité avec *Mfg 4*), et des valves de brachiopodes. De rares algues sont présentes.

Le ciment est composé d'une sparite et localement de reliquats de matrice micritique.

Des péloïdes, souvent de petite taille, s'insinuent régulièrement dans la matrice. Des cristaux de pyrite sont parfois observés dans les coraux.

Mfg 6 Wackestone - Floatstone à coraux et débris bioclastiques (Pl. I, Fig. 6)

Section type : AV – BG 023

Mfg 6 est constitué par des wackestones et floatstones riches en débris récifaux.

Les tabulés (Alvéolitides et Syringoporides) sont très abondants. Les stromatopores, souvent lamellaires, sont assez abondants. Des brachiopodes, des ostracodes et quelques gastéropodes complètent la fraction bioclastique.

La matrice est le plus souvent une micrite, parfois dolomitisée et ponctuée de quelques plages de sparite (à larges cristaux).

Des bioturbations sont localement visibles. Les algues sont très rares.

Mfg 7 Wackestone - Packstone algaire, riche en gastéropodes (Pl. I, Fig. 7)

Section type : AV – BG 084 ; 124 ; 116

Ce microfaciès correspond à des wackestones (65%) et packstones (35%) algaires, parfois bioturbés et riches en gastéropodes.

La faune parfois pyritisée se compose, par ordre d'abondance, de gastéropodes, d'ostracodes, de bryozoaires encroûtants, de brachiopodes, généralement à valves encore jointives, de crinoïdes, de débris de rugueux et de tabulés, parfois de trilobites, rarement de vers serpulidés et de tentaculites. Les algues sont largement dominées par les paléosiphonocladales (*Kamaena*) et par les issinelles. Certaines lames montrent des encroûtements algaires symétriques.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La matrice est majoritairement une micrite mais peut prendre l'aspect d'une microsparite dans les lames à texture de packstone. Des brèches calcitiques sont régulièrement observées ainsi que des traces de dolomitisation.

Des lithoclastes sombres, micritiques et ovoïdes sont localement présents. La bioturbation affecte régulièrement ce microfaciès et révèle, principalement dans les packstones, de nombreux péloïdes (75 à 200 µm).

Mfg 8 Wackestone lithoclastique à vers serpulidés (Pl. I, Fig. 8)

Section type : AV – BG 123

Ce microfaciès correspond à des wackestones lithoclastiques sombres, riche en vers.

La faune, très pauvre, se compose de quelques ostracodes, de fragments de brachiopodes et de crinoïdes. Les vers (serpulidés) sont abondants (30 terriers /25 mm^2).

La matrice micritique renferme un faible pourcentage de quartz (0,5 à 1 %).

Mfg 9 Wackestone - Packstone bioclastique, à passées de grainstones péloïdiques, et localement quartzeux (Pl. II, Fig. 1)

Section type : AV – BG 184

Ce microfaciès est caractérisé par des wackestones et packstones bioclastiques à passées de grainstones riches en péloïdes.

Les bioclastes sont, par ordre d'abondance, des brachiopodes, des gastéropodes, des ostracodes et des bryozoaires. Ils sont généralement mal préservés et brisés. Les crinoïdes sont peu représentés. De rares encroûtements algaires sont visibles.

La matrice est micritique à microsparitique. Les grainstones sont constitués par une sparite équigranulaire. La dolomitisation et la bioturbation sont rares.

Les péloïdes, abondants dans les grainstones, sont ovoïdes et de taille moyenne (90 à 300 µm). Des lithoclastes micritiques sont localement présents.

Mfg 10 Packstone (à rare Grainstone) bioclastique (Pl. II, Fig. 2)

Section type : AV – BG 239

Ce microfaciès se compose de grainstones et de packstones riches en bioclastes.

Les bioclastes sont très abondants et semblent assez bien triés. Ils se composent de brachiopodes, d'ostracodes, de gastéropodes, de crinoïdes, de quelques débris récifaux (en majorité des tabulés) et de trilobites. Les algues sont relativement rares.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Le ciment est une sparite, contenant localement des grains de quartz (environ 5%), parfois nettement dolomisée. Des traces de pyrite sont régulièrement observées et soulignent généralement la bioturbation.

Des péloïdes (30 à 100 µm) ovoïdes et à contour diffus sont présents dans les packstones.

Mfg 11 Packstone (à rare Grainstone) micropéloïdique et microbioclastique (Pl. II, Fig. 3)

Section type : AV – BG 031

Ce microfaciès se compose de grainstones et packstones bioclastiques et péloïdiques.

Les bioclastes, uniquement sous forme de débris, sont souvent des fragments de coquilles (brachiopodes, gastéropodes et ostracodes) et des pièces de crinoïdes. Les algues (dasycladales) sont assez abondantes et accompagnées de rares bryozoaires.

Le ciment est une microsparite dans les packstones et une sparite équigranulaire dans les grainstones. La dolomitisation et la pyritisation sont rares.

Ce microfaciès est parfois affecté par la bioturbation. Les péloïdes sont abondants, généralement ovoïdes et foliés. Leur taille fluctue entre 40 et 135 µm.

Mfg 12 Grainstone - Packstone péloïdique, bioclastique et localement lithoclastique (Pl. II, Fig. 4)

Section type : AV – BG 073 ; 076

Ce microfaciès se compose de grainstones et packstones fortement péloïdiques.

Les bioclastes sont des crinoïdes, des gastéropodes et des brachiopodes dont la paroi est parfois micritisée.

Le ciment est une sparite.

Des lithoclastes micritiques anguleux sont localement observés. Les péloïdes, ovoïdes et foliés, sont très abondants (constituant parfois 85% des éléments figurés). Parfois, ils semblent s'aligner pour souligner des lamines sédimentaires. Leur taille est comprise entre 80 et 350 µm.

Mfg 13 Grainstone bioclastique (Pl. II, Fig. 5)

Section type : AV – BG 088 ; 139

Ce microfaciès se compose exclusivement de grainstones très bioclastiques.

Les bioclastes sont dominés par les gastéropodes, les crinoïdes et, dans une moindre mesure, par les brachiopodes. De rares bryozoaires et ostracodes se mélangent à cette faune.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Le ciment est une sparite équigranulaire. Des reliquats de sédiments primaires pouvant contenir 1% de quartz sont localement observés.

Ces reliquats de matrice contiennent régulièrement des structures oolithiques et des lithoclastes anguleux.

Mfg 14 Grainstone bioclastique et oolithique (Pl. II, Fig. 6)

Section type : AV – BG 163

Ce microfaciès est caractéristique d'un grainstone oolithique, partiellement bioclastique.

Les bioclastes sont des débris de brachiopodes et de gastéropodes fortement brisés. Au sein des coquilles se disposent régulièrement des agglomérats péloïdiques. Quelques débris d'algues (indéterminés) sont parfois présents.

Les oolithes, dont la taille varie entre 200 et 300 µm, sont parfois légèrement aplaties. Elles sont régulièrement disposées en lamines parfois entrecroisées.

Le ciment est une sparite.

Des lithoclastes régulièrement alignés sont observés.

Mfg 15 Mudstone à laminations (Pl. II, Fig. 7)

Section type : AV – BG 178 ; 181

Ce microfaciès se compose de mudstone (microsparstone) à intercalations de fines lamines de grainstones.

De rares débris bioclastiques, très recristallisés, sont observés.

La matrice est une micrite partiellement dolomitisée. Les grainstones sont constitués d'un ciment microsparitique, équigranulaire, accentué par un liseré pyriteux. Ces lamines de taille variable contiennent 5 à 10 % de quartz et 5 % de paillettes de micas.

De grands extraclastes (400 µm à 1 mm) sont observés au niveau des grainstones, et contiennent sporadiquement des fragments d'ostracodes.

¤ ***Interprétation des microfaciès*** **(Fig. 12)**

Mfg 1 est similaire au SMF3 de WILSON (1975). La présence de sédiments fins (micrite), partiellement argileux et pyritisés suggère des conditions de dépôt de faible agitation (PEL 1975). La faune pélagique composée principalement d'ostracodes et de tentaculites indique un milieu marin ouvert. *Mfg 1* s'apparente, mais avec une fraction bioclastique localement plus importante et moins d'éléments terrigènes, au MF1 à Resteigne de CASIER & PREAT

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

(1990), au MF1 de PREAT & KASIMI (1995), au MF1 à Glageon (BOULVAIN *et al*. 1995), au MF1 à Wellin (MAMET & PREAT 2005) au MF1 à Aisemont (CASIER & PREAT 2006) et au MFa1 à Baileux (MABILLE & BOULVAIN 2008).

Les dépôts micritiques, la présence de terrigènes (argiles) et la pyritisation indiquent, pour *Mfg 2*, des milieux calmes, où les particules ont le temps de sédimenter sans être remaniées. La faune pélagique correspond au milieu marin ouvert. Les rares laminations de sédiments plus grossiers peuvent indiquer quelques remaniements ponctuels. *Mfg 2* se place alors dans un contexte marin ouvert, généralement calme et profond, à la limite ou sous la Z.A.V.T. Il est similaire au SMF3 de WILSON (1975) et peut être comparé au MF2 à Couvin (MABILLE et BOULVAIN 2007b).

La faune (bryozoaires, tentaculites, brachiopodes, etc) de *Mfg 3*, majoritairement pélagique, indique le domaine ouvert, avec un environnement de dépôt plus ou moins calme. La présence de bioclastes récifaux brisés suggère la proximité du récif. La micritisation régulière des bioclastes indique la faible profondeur et place *Mfg 3* dans la Z.A.V. *Mfg 3* est comparable au SMF 9 de WILSON (1975). Il caractérise un milieu marin franc, proche de la pente récifale, et à proximité de la zone d'action des vagues. Il se rapproche du MF2 à Resteigne (CASIER & PREAT 1991), du MF2 à Wellin (MAMET & PREAT 2005) et du MFC3 à Couvin (MABILLE & BOULVAIN 2007b).

Mfg 4 correspond à des rudstones exclusivement crinoïdique (encrinite). Il peut être rapproché du MF5 à Resteigne (CASIER & PREAT 1990) et du MF4c de PREAT & KASIMI (1995). *Mfg 4* correspond au milieu marin franc, turbulent, à proximité ou sous la Z.A.V.

Mfg 5 correspond à la barrière récifale. La présence de nombreux stromatopores, rugueux ou tabulés ainsi que des crinoïdes confirme l'implantation du récif sur la « semelle crinoïdique » (*Mfg 4*). *Mfg 5*, par la présence de nombreux débris (constructeurs, crinoïdes et brachiopodes), se situe donc dans la Z.A.V.

Mfg 6 correspond à la fraction péri-récifale protégée par le récif. Les fragments récifaux, abondants, proviennent du démantèlement progressif de la barrière sous l'action des vagues. Ce microfaciès est donc en zone subtidale, relativement restreinte, partiellement protégée mais régulièrement remaniée par les courants marins.

Mfg 7 est composé d'une faune variée, parfois caractéristique de milieu ouvert, mais plus régulièrement de l'arrière-récif comme en témoigne la présence importante d'algues et de gastéropodes. La matrice micritique indique des milieux relativement protégés. La présence antagonique de brèches et de lithoclastes suggère des remaniements ponctuels. *Mfg 7* se situe donc dans la zone d'arrière-récif, partiellement protégée par la barrière, mais proche de la

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Z.A.V.T. qui explique la présence de structures remaniées. Il se rapproche du SMF 9 de WILSON (1975) et du MF8 à Resteigne (CASIER & PREAT 1991).

La présence de sédiments fins semble indiquer, pour *Mfg 8*, un environnement de dépôt relativement calme. Les lithoclastes correspondent à des remaniements sédimentaires sous l'action des vagues (tempestites). La présence importante de vers indique des substrats préexistants indurés. *Mfg 8* correspond à l'élaboration de petits « édifices récifaux » à serpulidés (*in* FLUGEL 2004) en zone d'arrière-récif protégée, parfois sous l'influence de la Z.A.V. Ce microfaciès est particulier et ne trouve pas de réelle équivalence dans la littérature.

Mfg 9 est constitué par des sédiments fins traduisant un milieu calme. Les bioclastes, assez abondants, fragmentés et variés, indiquent quant à eux un milieu agité. *Mfg 9* est proche du SMF 10 décrit par WILSON (1975) ; il correspond à un milieu de dépôt calme, subtidal, mais les clastes qui le constituent proviennent d'environnements à forte agitation, dans la Z.A.V. *Mfg 9* correspond typiquement à des dépôts de tempestites.

Mfg 10 se rapproche du SMF 12 de WILSON (1975) qui traduit un milieu de sédimentation de bordure de plate-forme interne. La présence de débris de coraux indique la proximité du récif et donc un milieu partiellement agité, mais la bioturbation et l'arrangement ordonné des bioclastes suggèrent une décantation en milieu calme. Ce microfaciès correspond au mileu subtidal, relativement restreint sous la Z.A.V.B.T avec mixage de faunes remaniées dans des milieux plus agités.

Mfg 11 est très proche du *Mfg 12*. Les principales différences sont la taille des clastes (plus petits chez *Mfg 11*) et l'absence de lithoclastes chez *Mfg 11*. *Mfg 12* s'apparente au SMF 16 décrit par WILSON (1975). *Mfg 12* correspond à un environnement de plate-forme interne peu profonde à circulation modérée (*in* FLUGEL 2004). *Mfg 11* semble cependant être plus en contact avec le milieu marin ouvert (présence de bryozoaires) et correspond donc plus à la partie moyenne d'une rampe.

Mfg 13 correspond à des grainstones lumachelliques. La concentration de coquilles est commune dans la partie médiane de la rampe ou dans la partie interne (restreinte ou non) de la plate-forme (*in* FLUGEL 2004). Ces accumulations sont causées par différents phénomènes, notamment les concentrations de courants convergents, les vagues de tempêtes et les concentrations de tempestites. *Mfg 13* se rapproche du SMF 12 décrit par WILSON (1975).

Mfg 14 se rapproche du SMF 15 décrit par WILSON (1975). Il s'agit de grainstones à oolithes et à stratifications entrecroisées. Ce microfaciès traduit des environnements de haute énergie le long de cordons oolithiques ou au niveau de la rampe moyenne (*in* FLUGEL 2004). Ce microfaciès définit un environnement de dépôt intertidal à supratidal (tidal flats).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfg 15 correspond à des mudstones homogènes azoïques, avec lamines de quartz et de micas. Ces laminations s'expliquent par un remaniement des sédiments lors de marées de grandes amplitudes. Il se rapproche du SMF 23 décrit par WILSON (1975). Cependant la présence de rares laminations et l'absence de trace d'émersion l'en distinguent. Il peut également être rapproché du RMF 24 (WILSON 1975).

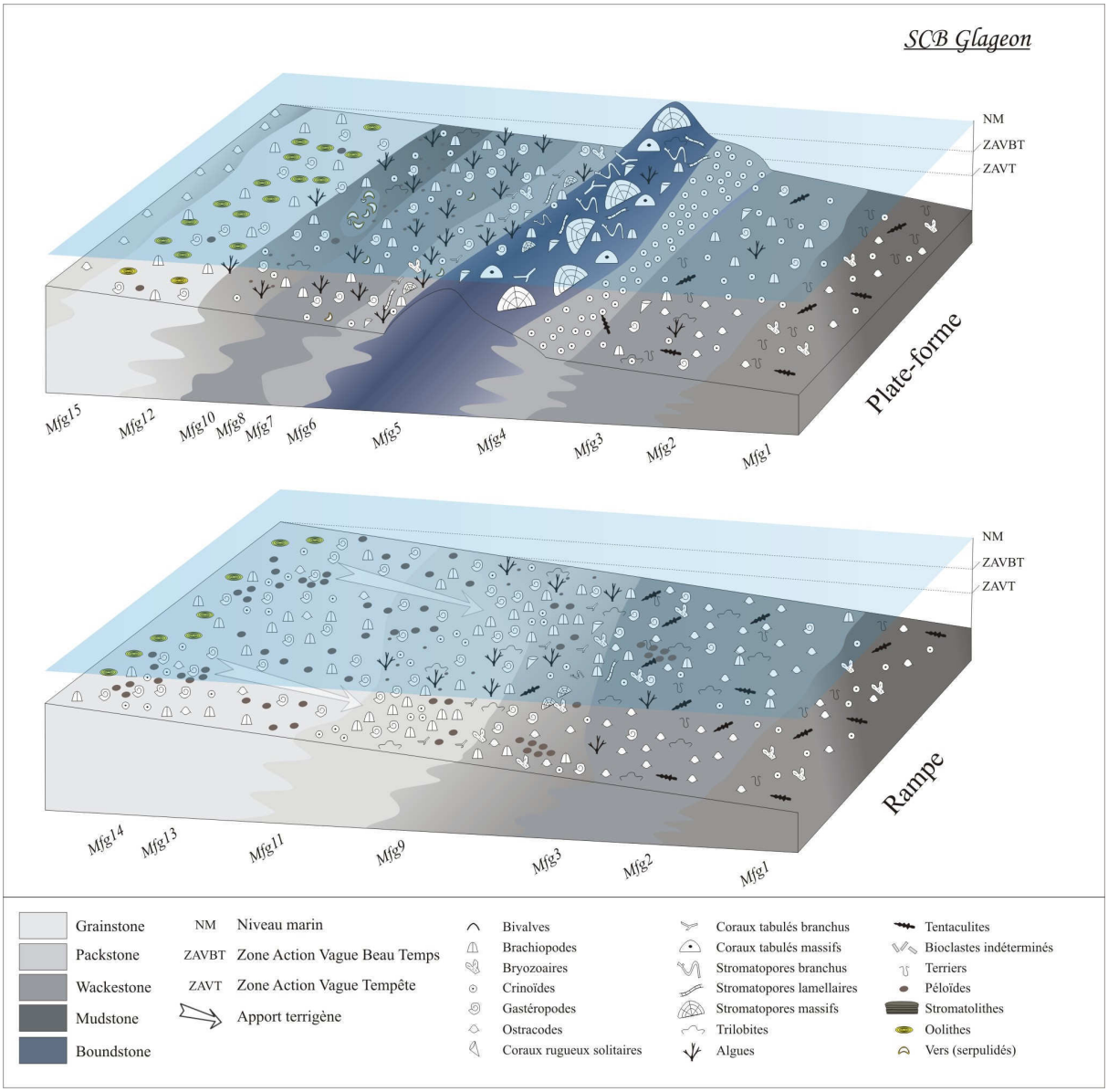


Fig. 12. Modèle de reconstruction paléoenvironnementale proposé pour Glageon.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Evolution des microfaciès*** (Fig. 13 et 14)

La Formation des Trois-Fontaines

Elle se caractérise par trois séquences a-b-c (Fig. 13).

(a) séquence de zone péri-récifale en milieu ouvert, à énergie faible à modérée

A la base de la formation apparaît le microfaciès *Mfg 1*, composé de mudstone et wackestone à faune de milieu marin ouvert et calme (les tentaculites y sont prépondérants). Suit une alternance régulière entre des packstones et grainstones péloïdiques et bioclastiques (*Mfg 10* et *Mfg 11*) et des floatstones - rudstones récifaux (*Mfg 6*). Cette succession indique un milieu péri-biostromal ouvert (BOULVAIN *et al.* 1995), balayé par les vagues, dispersant les débris arrachés aux récifs (Fig. 14). La variation exprimée par ces microfaciès indique un niveau marin relativement élevé et localement agité.

(b) séquence d'édification de barrière récifale en milieu ouvert, à forte énergie

Cette deuxième séquence débute par un rudstone exclusivement crinoïdique (*Mfg 4*). Ce microfaciès constituerait la semelle crinoïdique décrite par différents auteurs (PREAT & TOURNEUR 1991b, MABILLE & BOULVAIN 2007a, 2007b), précédant le biostrome de base des Trois-Fontaines (BULTYNCK & DEJONGHE 2001). La partie supérieure de cette séquence se caractérise par des boundstones-floatstones à stromatopores massifs, lamellaires, à coraux tabulés lamellaires (*Mfg 5* et *Mfg 6*) qui correspondent à la barrière récifale. Le milieu de sédimentation est agité et ouvert (Fig. 14).

(c) séquence d'arrière récif en liaison avec le milieu ouvert, à énergie modérée à forte

Cette dernière séquence se compose d'une alternance entre des packstones-grainstones péloïdiques, bioclastiques et parfois lithoclastiques (*Mfg 11*, *Mfg 12* et *Mfg 13*) et des microfaciès à tendances récifales. Cette série caractérise un milieu d'arrière récif (Fig. 14), ponctuellement restreint (*Mfg 12*), souvent en contact avec le milieu marin ouvert (*Mfg 11*) relativement agité ou sous l'influence des vagues de tempête (*Mfg 13*). Comme remarqué par BOULVAIN *et al.* (1995), cette troisième séquence ne correspond pas à ce qui est habituellement connu, plus à l'Est, pour le sommet de la Formation des Trois-Fontaines, c'est-à-dire une zone lagunaire strictement restreinte (PREAT & BOULVAIN 1987). Cependant, des caractères similaires sont observés à Bailleux par MABILLE & BOULVAIN (2008).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La Formation des Trois-Fontaines (Fig. 13) peut être définie par deux séquences transgressives (a) et (b) suivies d'une séquence régressive (c).

La Formation des Terres d'Haurs

La Formation des Terres d'Haurs se caractérise également par trois séquences d-e-f (Fig. 13).

(d) séquence de milieu lagunaire ouvert, à énergie modérée

Cette séquence montre une large variation des microfaciès. Le microfaciès majoritairement présent correspond à des wackestones algaires riches en gatéropodes (*Mfg 7*). Ce dernier caractérise la zone lagunaire où des buissons d'algues peuvent se développer dans un milieu relativement calme et peu profond. De plus, ce microfaciès s'alterne très régulièrement avec des mudstones-wackestones à faune ouverte (*Mfg 1*, *Mfg 2* et *Mfg 3*) et des packstones-grainstones bioclastiques (*Mfg 10*, *Mfg 13*). Cette variation indique des relations entre le milieu restreint et ouvert (Fig. 14), liées à une augmentation épisodique de l'énergie.

(e) séquence de milieu lagunaire régulièrement restreint, à énergie faible à modérée

Cette deuxième séquence est similaire à la précédente (Fig. 14). Cependant les variations sont mieux marquées et l'alternance entre le mileu lagunaire semi-restreint (*Mfg 7*) et le milieu marin plus franchement ouvert et agité (avec *Mfg 12*, *Mfg 14* et *Mfg 15* dans un premier temps, puis vers le sommet de la séquence avec *Mfg 1*) est sensiblement visible.

Ces deux séquences (d-e) peuvent s'expliquer par la mise en place d'un système de rampe succédant au système de plate-forme récifale de la Formation des Trois-Fontaines, permettant une ré-ouverture du milieu de sédimentation, des variations bathymétriques régulières et expliquant la diversité des microfaciès rencontrés (neuf pour ces deux séquences). Cette hypothèse a récemment été proposée pour la section de Bailleux par MABILLE & BOULVAIN (2008).

(f) séquence de milieu péri-récifal, à énergie modérée à forte

Le sommet de la Formation des Terres d'Haurs enregistre la disparition progressive des mudstones et wakestones (*Mfg 7*) au profit des microfaciès à texture de floatstone (*Mfg 6*), typiques du milieu péri-récifal agité et ouvert (Fig. 14). Cette dernière séquence suggère donc un retour progressif à un système de plate-forme récifale.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La Formation des Terres d'Haurs se caractérise par un changement brutal de la morphologie du bassin de sédimentation (passage d'un système de plate-forme à un système de rampe puis retour à un système de plate-forme). Au niveau paléobathymétrique, cela se traduit par deux épisodes majeurs (d) et (e) de baisse du niveau marin (régression) et une phase (f) d'approfondissement (transgression).

La Formation du Mont d'Haurs

La Formation du Mont d'Haurs se compose de deux séquences g-h (Fig. 13).

(g) séquence d'édification de récifs en milieu ouvert à forte énergie

La séquence « g » débute par des floatstones à débris récifaux (*Mfg 6*) qui indiquent la reprise du système carbonaté à tendance récifale. La présence de biostrome *auctores* utilisé comme limite inférieure de la formation le confirme sur l'ensemble du bord sud du synclinorium de Dinant. Cette séquence se poursuit par des wackestones et packstones riches en ostracodes (*Mfg 2*), caratérisant un milieu marin ouvert (Fig. 14). Cette succession indique un épisode transgressif à la base de la Formation du Mont d'Haurs.

(h) séquence d'arrière récif en liaison avec le milieu ouvert, à énergie modérée à forte

Le haut de la formation (séquence « h ») se caractérise par de nombreuses variations des microfaciès (10 microfaciès définis) depuis des milieux distaux (*Mfg 2* et *Mfg 3*) à très proximaux (*Mfg 14*). Ce large panel de microfaciès indique des modifications régulières des conditions de dépôts et caractérise un milieu lagunaire (Fig. 14) parfois semi-restreint (*Mfg 7*), souvent ouvert (*Mfg 10* et *Mfg 12*), à énergie généralement forte (*Mfg 6*).

La Formation du Mont d'Haurs se caratérise par une oscillation régulière entre des milieux ouverts péri-récifaux (permettant l'édification de biostromes) et des milieux lagunaires semi-restreints mais agités.

¤ ***Courbes de susceptibilité magnétique*** **(Fig. 13)**

L'utilisation des propriétés magnétiques des roches en stratigraphie est introduite depuis les années 1970 (BOBIER 1970). Cette technique a ensuite été largement utilisée pour les séries dévoniennes par de nombreux auteurs dont principalement CRICK ET ELLWOOD : CRICK *et al.* (1994, 1997, 2000, 2001, 2002), ELLWOOD *et al.* (1999, 2000, 2001, 2003a, 2003b, 2007),

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

CRICK & ELLWOOD (1997), DEVLEESHOUVER (1999), RACKI *et al*. (2002), DA SILVA & BOULVAIN (2003), DA SILVA (2004), MABILLE & BOULVAIN (2007a, 2007b), BARTHOLOMEW (2007), KOPTIKOVA *et al*. (2007), WHALEN *et al.* (2007), etc.

L'origine du signal magnétique dans les roches carbonatées est très complexe car il intègre différents minéraux dia-, para- et ferromagnétiques (DEVLEESHOUVER 1999). CRICK *et al*. (1997) indiquent que la magnétite détritique gouverne le signal de la susceptibilité magnétique dans les séries dévoniennes. L'augmentation de la magnétite détritique est en adéquation avec une augmentation de la fraction détritique.

Globalement, les variations de susceptibilité magnétique au sein d'une séquence sédimentaire représentent les changements dans le taux d'apports d'éléments détritiques ou lithogéniques riches en fer au système marin (CRICK *et al*. 1997). Ce taux d'accumulation de la fraction lithogénique serait alors directement lié aux variations du niveau marin (WORSLEY & DAVIES 1979). DA SILVA (2004) appuie cette idée en montrant que les valeurs de SM diffèrent sensiblement pour des microfaciès similaires selon leur dépôt en zone lagunaire ou récifale, et montre donc que la variation des valeurs de SM est liée aux variations des microfaciès et aux variations majeures du niveau marin.

Quatre facteurs (CRICK *et al*. 1997, DEVLEESHOUVER 1999, MABILLE & BOULVAIN 2007a, 2007b, 2008) semblent contrôler ces apports :
- l'intensité de l'érosion, induite par les variations climatiques,
- l'oscillation du niveau marin (transgression – régression),
- la tectonique (*i.e*. orogenèse),
- l'énergie du milieu de sédimentation.

Toutefois, CRICK *et al*. (1994, 1997) signalent que d'autres facteurs tels que la diagenèse, la bioturbation, les minéraux ferromagnétiques biogéniques, etc, peuvent perturber les courbes de SM.

Les courbes de susceptibilité magnétique ont, juqu'à présent, été utilisées soit pour établir des corrélations géographiques à différentes échelles [locales à globales par CRICK & ELLWOOD (*op. cit.*), notamment au niveau des limites d'étages (Eif/Giv et Giv/Fras)], soit pour des reconstructions paléoenvironnementales (DEVLEESHOUVER 1999).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Dans ce travail, l'analyse des valeurs de SM est basée sur l'étude en parallèle des tendances de la Courbe de Susceptibilité Magnétique (C.S.M.) et de la courbe évolutive des microfaciès (Fig. 13). L'évolution de la CSM est interprétée à différentes échelles. Chaque séquence est divisée en phases, si les valeurs de SM sont continues, et en évènements qui caractérisent des pics de courte durée et de forte intensité. Cette description de la CSM servira, au final, à établir des corrélations entre les différents sites.

Les valeurs de susceptibilité magnétique varient sensiblement entre à 0,01 E-08 m^3/Kg et 1,0 E-07 m^3/Kg. Quatre phases et 14 évènements (Fig. 13) sont reconnus pour l'ensemble de la coupe de Glageon :

• **PHASE 1** : Phase dont les valeurs sont globalement élevées (0,8 à 1,0 E-07 m^3/Kg). Cette phase est rattachée à la base de la Formation des Trois-Fontaines et est ponctuée par deux évènements.

* EVENEMENT 1 : Evènement dont les valeurs de SM sont relativement faibles, de moyenne proche de 1,0 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENT 2 : Cet évènement se marque par une nouvelle diminution des valeurs de SM (comprises entre 2,0 E-08 et 4,0 E-08 m^3/Kg).

• **PHASE 2** : Phase dont les valeurs de SM sont très faibles (entre 0,01 et 1,0 E-08 m^3/Kg). Cette quatrième phase correspond, en partie, à l'unité biostromale de la Formation des Trois-Fontaines.

* EVENEMENTS 3 et 4 : Deux pics de valeurs comprises entre 4,0 et 5,0 E-08 m^3/Kg, ponctuent cette phase 4. Ils correspondent à deux intercalations argileuses.

La phase (1) et le début de la phase (2) correspondent à la Formation des Trois-Fontaines. Cependant, la base de la PHASE 1 montre un comportement similaire à la partie sommitale de la Formation de Hanonet observée à Givet et à Marenne.

• **PHASE 3** : Phase dont les valeurs de SM sont de nouveau globalement élevées (0,8 et 1,0 E-07 m^3/Kg). Elle correspond dans son intégralité à la Formation des Terres d'Haurs. Quatre évènements à valeurs de SM plus faibles s'y distinguent.

* EVENEMENT 5 : Valeurs de SM proches de 2,0 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENT 6 : Valeurs de SM comprises entre 2,0 et 3,0 E-08 m^3/Kg.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

* EVENEMENT 7 : Ce pic, situé à environ 105 m de la base du levé, est lié à un niveau particulièrement bioclastique. Les valeurs de SM diminuent (2,5 E-08 m^3/Kg).

* EVENEMENTS 8 et 9 : Situé dans la partie la sommitale de la Formation des Terres d'Haurs, ces deux pics (plus lâchement étendus), dont les valeurs de SM sont comprises entre 2,0 et 3,0 E-08 m^3/Kg, annoncent le caractère plus récifal de la Formation du Mont d'Haurs.

• **PHASE 4** : Phase dont les valeurs de SM sont globalement faibles (1,0 à 2,0 E-08 m^3/Kg). Cette phase correspond à la Formation du Mont d'Haurs. Elle est marquée par cinq évènements.

* EVENEMENTS 10 et 11 : Ces deux évènements sont très proches et se situent dans un niveau intercalé entre deux niveaux récifaux. Les valeurs de SM sont comprises entre 0,9 et 1,5 E-07 m^3/Kg.

* EVENEMENT 12 : Ce pic d'intensité plus faible correspond à un niveau argileux faiblement bioclastique. Valeurs de SM proches de 8,0 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENT 13 : Nouveau pic marqué par des valeurs de SM de 1,0 E-07 m^3/Kg.

* EVENEMENT 14 : Situé au sommet de la Formation du Mont d'Haurs. Les valeurs de SM sont sensiblement équivalentes au pic n° 10.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

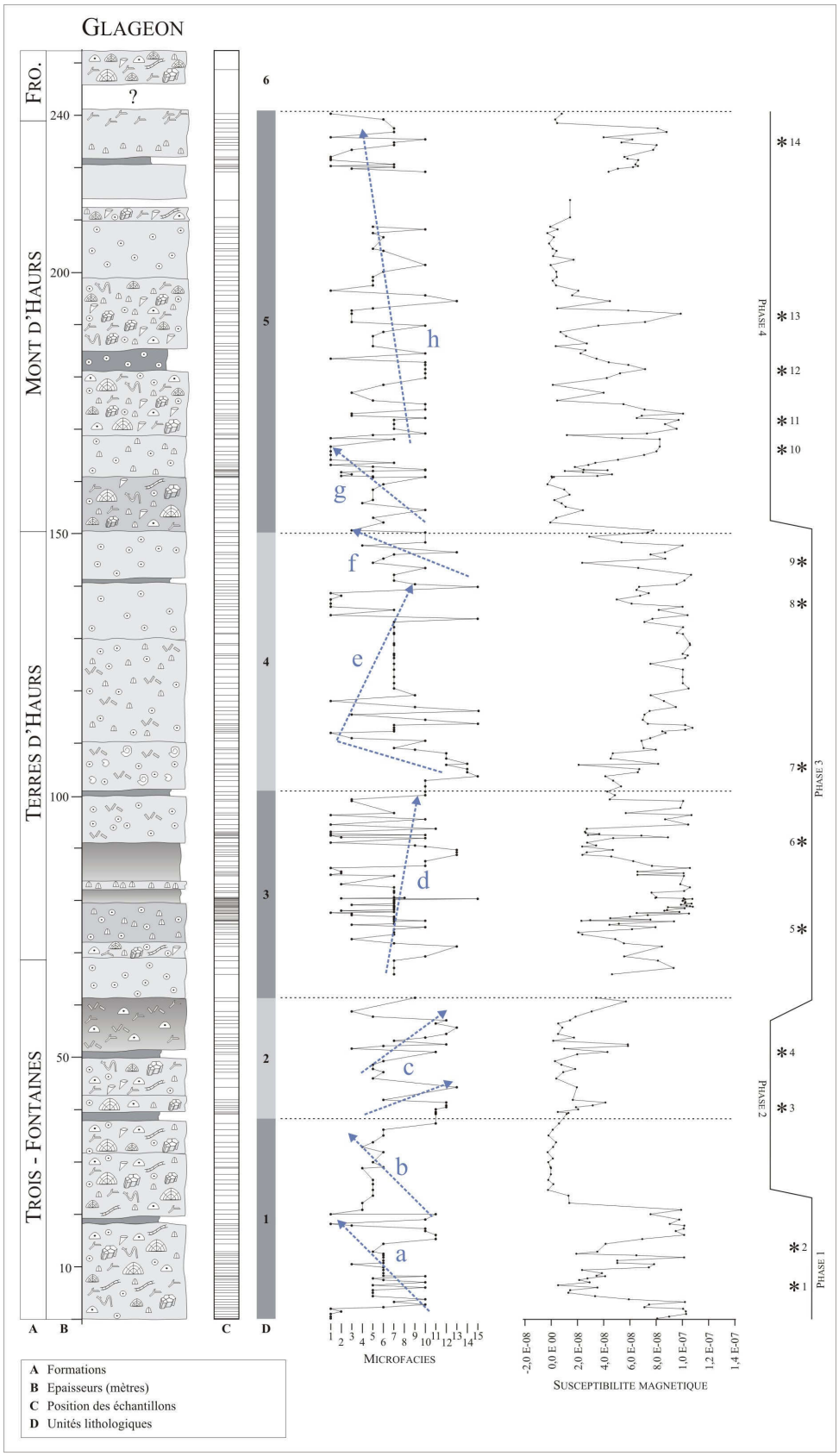


Fig. 13. Colonne sédimentologique synthétique, distribution des échantillons, unité lithologique, courbe d'évolution des microfaciès et courbe d'évolution de la susceptibilité magnétique (en m^3/Kg) pour la coupe de la carrière de Glageon. Les flèches indiquent les tendances exprimées par les courbes.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

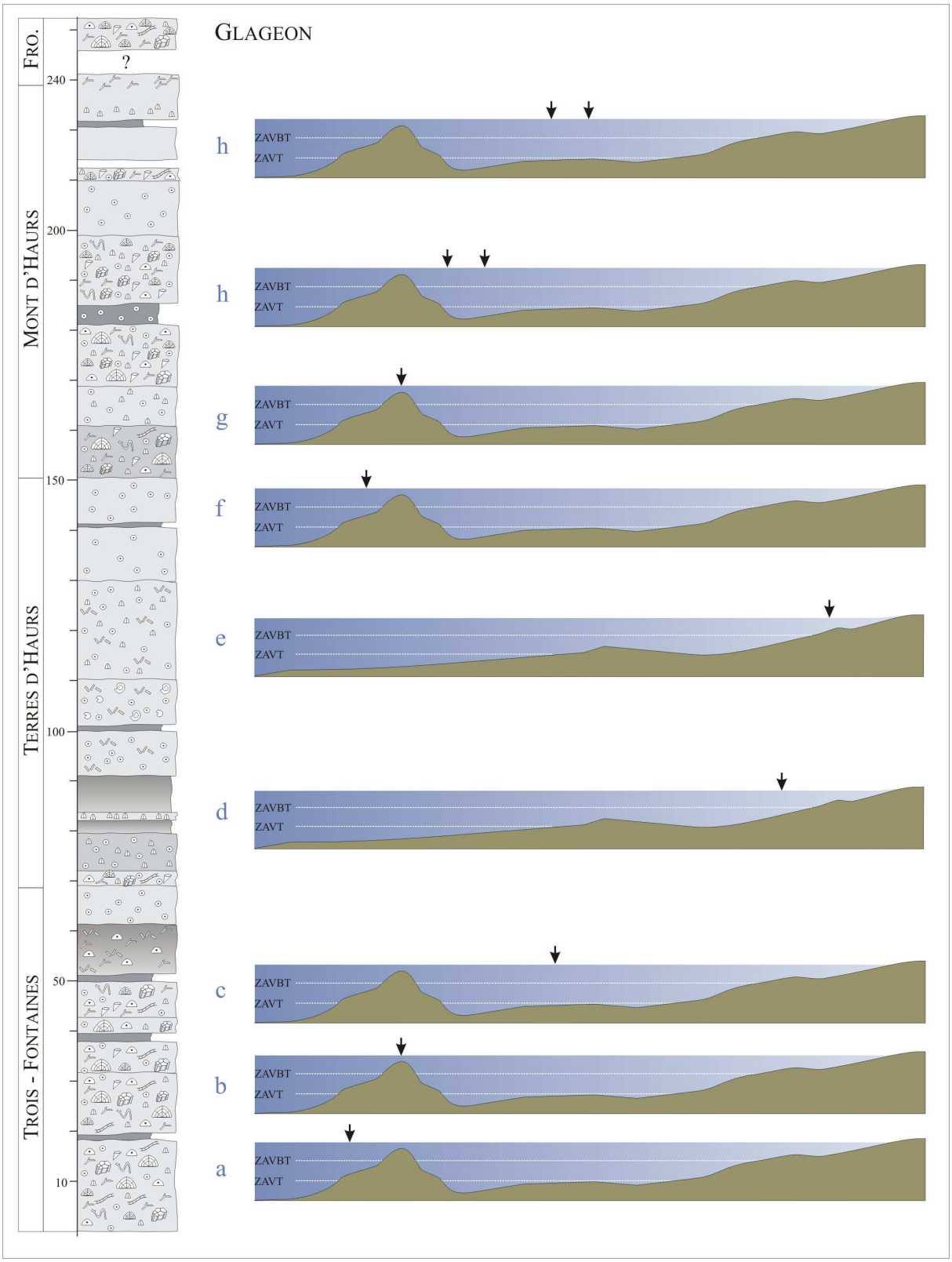


Fig. 14. Modélisation de l'évolution de la morphologie de la plate-forme – rampe au cours du Givétien (Trois-Fontaines > Mont d'Haurs) pour la coupe de Glageon. La flèche indique le milieu de dépôt.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Section 2 : Les fortifications du Mont d'Haurs, Ardennes (Fig. 15 A-K)

¤ *Les unités lithologiques*

La présence de nombreux hiatus sédimentaires (liés principalement à la présence des fortifications) ne permet pas d'avoir une série clairement continue. La description de la coupe des fortifications du Mont d'Haurs sera donc agencée principalement par couloirs (Fig. 16). Ces couloirs ont été décrits par PEL (1975, couloir A à D) et complétés par BRICE *et al.* (non publié).

Couloirs E à A

Unité 1 : (de 141 à 234 soit environ 10 m)

La série stratigraphique est composée de bancs de calcaires argileux, à débit en plaquette, pourvus de nodules, dans lesquels s'intercalent de nombreuses passées schisteuses. A la base de la coupe, se trouve une petite construction récifale (Fig. 15 A-B) algaire (type patch reef) dont les contours sont soulignés par des schistes d'envasement. Les calcaires sont rarement bien stratifiés et présentent des variations latérales d'épaisseur (pouvant excéder les 20 à 30 cm). La faune est abondante, diversifiée et composée de brachiopodes (principalement des pentaméridés et des strophoménidés), de coraux tabulés (alvéolitidés et favositidés), de rugueux solitaires, de stromatopores lamellaires et de quelques trilobites (proétidés et scutellidés). Un joint argileux (entre les bancs 171 et 172), contenant *Calceola sandalina*, a été particulièrement utile pour les corrélations latérales (délicates au départ en raison de la présence de nombreuses failles à rejet faible – d'environ 10 à 50 cm).

Unité 2 : (de 235 à 326 soit environ 19,5 m)

Cette 2ème unité lithologique se compose à la base de calcaire encore faiblement argileux, montrant une stratification de plus en plus nette (Fig. 15 C-D) sur environ 6 m, surmontée par un biostrome (3 à 4 m d'épaisseur) riche en stromatopores (bulbeux, lamellaires et en dôme) et coraux. Le haut de la série se compose de bancs calcaires stratifiés. La faune est très diversifiée, surtout dans sa partie basale, et renferme de nombreux gastéropodes (pluricentrimétriques), des brachiopodes, des trilobites, des coraux rugueux et tabulés. Au dessus du biostrome (couloir A), le banc 316 contient des ostracodes (Léperditidés) de grande taille (0,5 cm). Ce banc pourrait constituer, par la suite, un bon repère stratigraphique puisqu'il a également été repéré à Marenne et dans le Boulonnais (comm. pers. B. MILHAU).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Couloir B

Unité 3 : (de 400 à 588 soit 78 m)

Cette séquence est composée de bancs de calcaires et de calcaires argileux, d'épaisseurs variables (comprises entre 5 cm et 80 cm). Ces calcaires sont bien stratifiés et présentent parfois un débit noduleux ou en plaquettes. L'ensemble de la série est assez monotone. La faune est très pauvre, voire nulle (ou mal conservée). Quelques bancs (509 à 511) contiennent des trilobites (principalement des proétidés), quelques rares brachiopodes et gastéropodes. Les bioclastes sont souvent ankyritisés avec recristallisation de calcite. Le grain est grossier de type sparitique. Le haut de la série se différencie légèrement avec l'installation sporadique de clastes récifaux (tabulés lamellaires).

Cette série inclut également la limite (« approximative ») entre la Formation des Trois-Fontaines et la Formation des Terres d'Haurs.

Couloir C3 (Fig. 15 H)

Unité 4 : (de 600 à 645 soit 18,50 m)

La série est composée de bancs calcaires relativement francs et massifs, rarement argileux. Leur épaisseur varie entre 15 et 75 cm. Dans le prolongement du couloir B, la partie basale (les neuf premiers mètres) contient une faune récifale (coraux tabulés lamellaires, rugueux solitaires, stromatopores lamellaires rarement massifs, brachiopodes et gastéropodes) de plus en plus abondante (Fig. 15 E). Quelques passées argileuses (de 20 à 25 cm) interrompent ponctuellement cette série carbonatée. Après une diminution significative (sur les 6 mètres suivants) de la faune (brachiopodes et crinoïdes uniquement), le haut de la série se révèle à nouveau riche en tabulés et rugueux.

Couloir C3 - C2 (Fig. 15 F-G-I-I')

Unité 5 : (de 646 à 722 soit 7,50 m)

Cette 5ème unité débute dans le couloir C3, se poursuit dans le couloir C2 et se caractérise par une série de bancs calcaires très noduleux et de nombreuses passées argileuses (parfois épaisses de 80 cm). Le banc 708, constitué d'un calcaire ondulé, correspond au banc repère 285 (Fig. 15 F-G) de PEL (1975). Cette série est relativement pauvre en faune ; seuls quelques brachiopodes, tabulés branchus et ostracodes (? Léperditidés) ont pu être observés. Le haut de la série marque la limite lithologique entre les Formations des Terres d'Haurs et du Mont d'Haurs.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

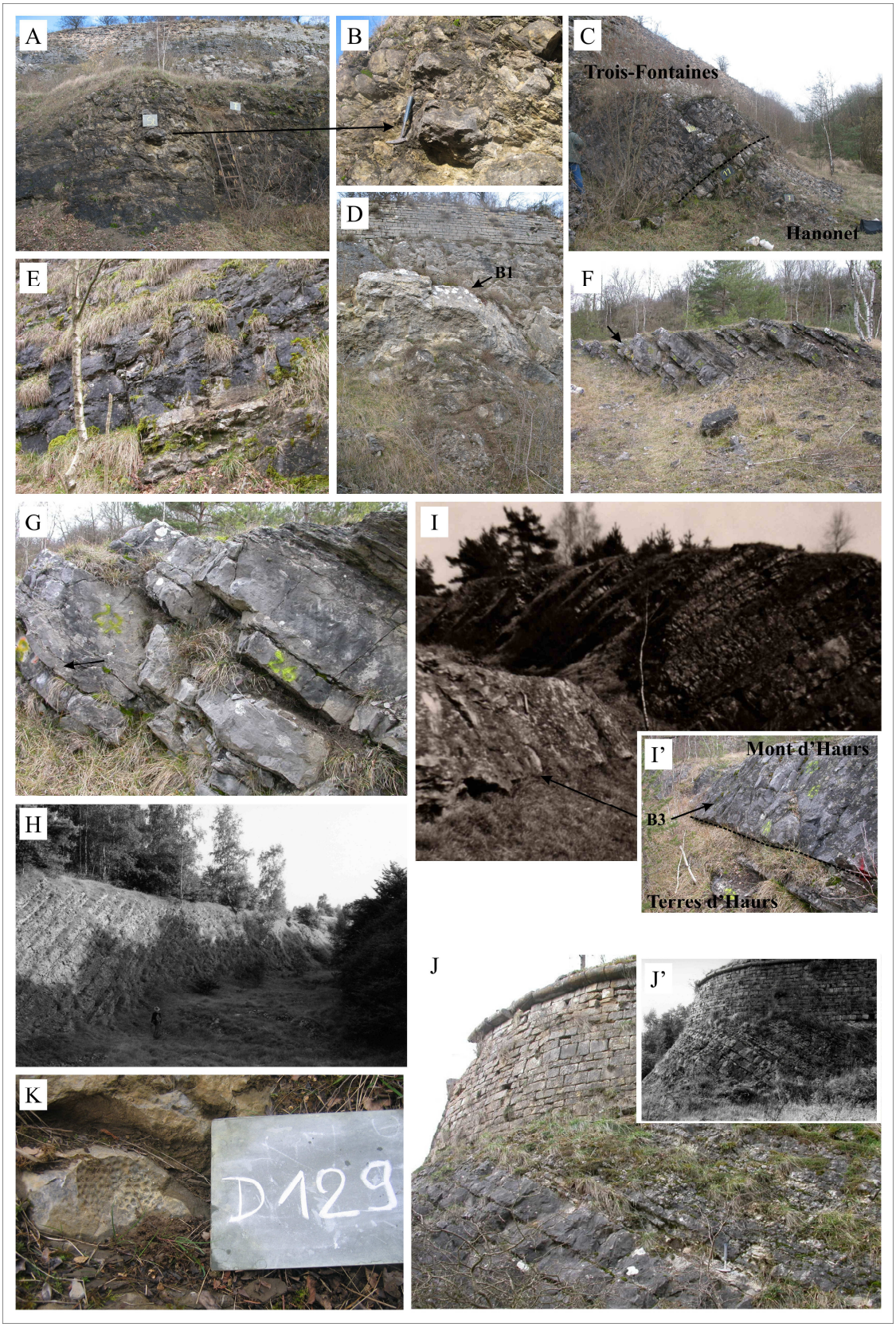


Fig. 15. A-B- Patch reef, Fm. de Hanonet (Coul. E) ; **C-** Limite Hanonet – Trois-Fontaines (Coul. E) ; **D-** Biostrome Fm. des Trois-Fontaines (Coul. E) ; **E-** 1er niveau à faune récifale Fm. des Terres d'Haurs (Coul. C3) ; **F-G-** Banc 285 de Pel 1975 (Coul. C2) ; **H-** Fm. des Terres d'Haurs (Coul. C3) ; **I-I'-** Biostrome Fm. du Mont d'Haurs (Coul. C2), ph. HUBERT 2005 & BRICE 1978 ; **J-J'-** Demi-lune, Fm. du Mont d'Haurs (Coul. D), ph. HUBERT 2005 & BRICE 1978 ; **K-** Stromatopore (*A. verrucosum*).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

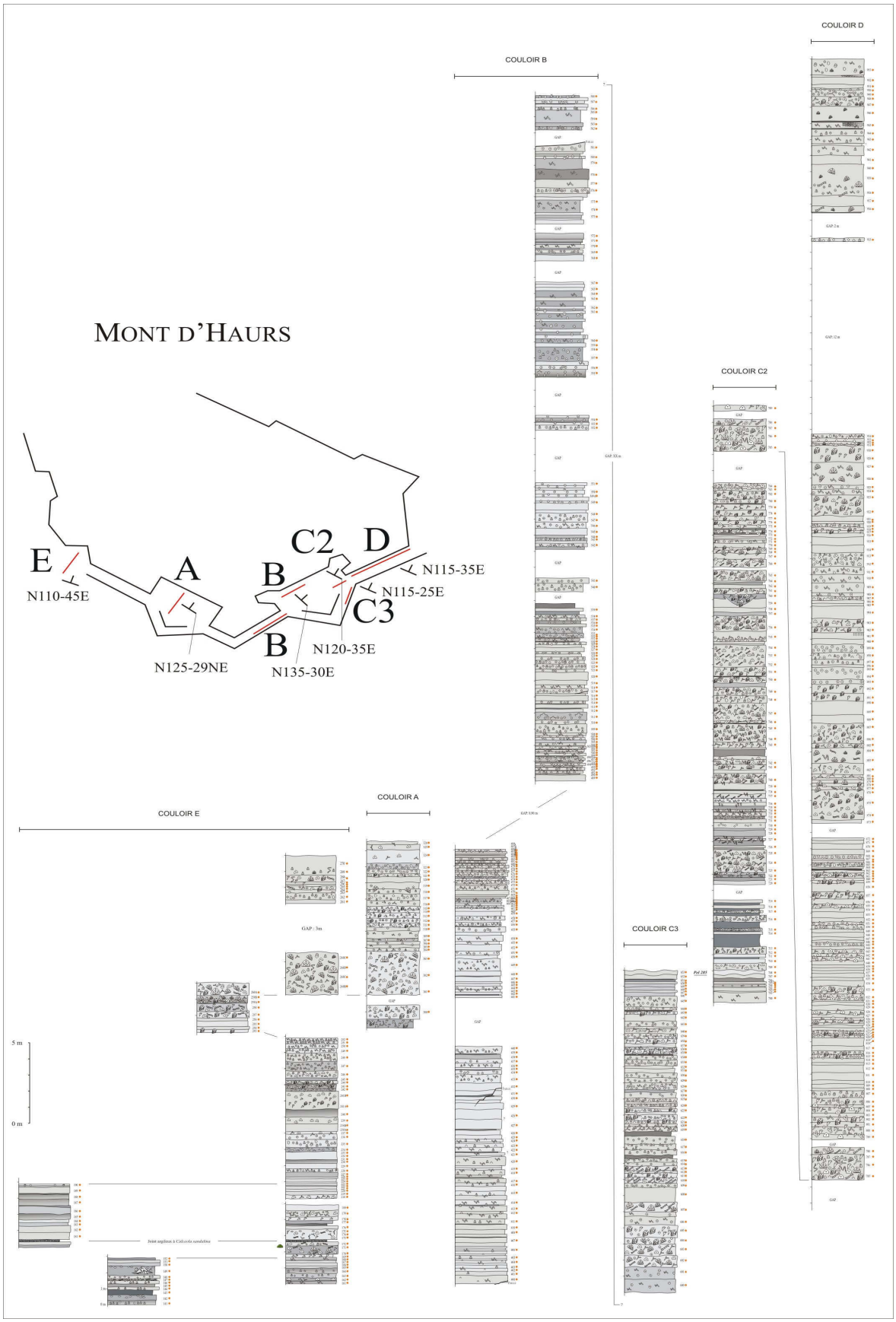


Fig. 16. Corrélations des colonnes sédimentologiques synthétiques par couloir (E-A-B-C3-C2-D) et indication des valeurs de pendage pour chaque couloir de la coupe des fortifications du Mont d'Haurs à Givet, Ardenne.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Couloir C2 - D

Unité 6 : (de 723 à 923 soit environ 75 m)

L'unité 6 débute par un biostrome à stromatopores (Fig. 15 K), coraux tabulés et rugueux (bancs 723 à 726). Ce biostrome (Fig. 15 I-I') marque le début de la Formation du Mont d'Haurs. Au dessus de ce niveau, une série de bancs de calcaires construits (ex : 785, 883 et 922) alterne avec des passées argileuses à silteuses riches en macrofaune ; elle est parfois entrecoupée de failles mineures (créant généralement un hiatus sédimentaire). La faune est largement représentée par des stromatopores (bancs 737-742 ; 750-757 ; 765-768 ; 785-788 ; 825 ; 883-884 ; 922-923), des coraux tabulés et rugueux, des brachiopodes, des ostracodes, …

Certaines structures particulières ont pu être observées comme la présence d'un chenal rempli de tabulés et de rugueux au niveau du banc 760.

Unité 7 : (de 923 à 953 soit environ 25 m)

Cette dernière unité est plus difficile à identifier car largement entrecoupée de lacunes. Elle est majoritairement constituée de bancs calcaires, très faiblement bioclastiques, parfois argileux et souvent finement délités. De rares bancs (927 ; 947) contiennent quelques rugueux solitaires et tabulés lamellaires. Le haut de la série est marqué par une augmentation importante des effets de la tectonique (stries de glissement, joints de calcite pluricentrimétiques, …). L'affleurement se termine au niveau de la dépression annonçant la Formation de Fromelennes et offre un large panorama sur le Membre du Moulin Boreux à l'Est.

¤ ***Description des microfaciès***

Mfh 1 Mudstone (à rare Wackestone) localement argileux (Pl. II, Fig. 8)

Section type : A – MH 813

Ce microfaciès se compose de mudstone et de wackestone.

Les bioclastes, composés de quelques débris de brachiopodes et d'ostracodes, n'excèdent jamais les 10 %.

La matrice est une micrite sombre, localement argileuse.

La bioturbation est rare. Des traces de pyrite (cubique) et d'ankyrite sont parfois observées.

Mfh 2 Wackestone (microsparstone) dolomitisé et faiblement bioclastique (Pl. III, Fig. 1)

Section type : A – MH 881

Mfh 2 se caractérise par des mudstones dolomitisés ou microsparstones (FLUGEL 2004).

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Les bioclastes sont peu nombreux et principalement représentés par des brachiopodes, quelques ostracodes et des tentaculites souvent pyritisés. Des traces de bioturbation sont localement visibles.

Mfh 3 Rudstone crinoïdique (Pl. III, Fig. 2)

Section type : A – MH 611

Mfh 3 est un grainstone presque exclusivement crinoïdique.

Les ossicules, peu altérés, peuvent atteindre 8 mm. Ils sont arrondis, parfois subanguleux et apparaissent régulièrement légèrement micritisés. Quelques rares brachiopodes et ostracodes sont présents.

Le ciment est une sparite, parfois dolomitisée. Des cristaux de pyrite sont localement observés.

Mfh 4 Boundstone à stromatopores, tabulés et rugueux (Pl. III, Fig. 3)

Section type : A – MH 260D ; 749

Mfh 4 est dominé par des grainstones récifaux.

Les bioclastes sont des fragments de stromatopores, des coraux tabulés (Alvéolitides et Favositides) et des coraux rugueux solitaires ou coloniaux. Des débris de crinoïdes, des brachiopodes, des ostracodes et de rares fragments de trilobites sont observés. De rares algues sont présentes.

Le ciment est composé d'une sparite.

Mfh 5 Wackstone (Packstone) – Floatstone à débris récifaux (Pl. III, Fig. 4)

Section type : A – MH 735

Mfh 5 est composé principalement de wackestones et de packstones riches en débris récifaux.

Ces débris sont pricipalement des stromatopores (branchus ou lamellaires encroûtants), des tabulés (Favositides), des chaetetides, et des coraux rugueux (le plus souvent solitaires). Les algues (paléosiphonocladales) sont régulièrement présentes. Localement, des pièces de crinoïdes et des fragments de brachiopodes et d'ostracodes s'insinuent dans la matrice.

La matrice est une micrite, parfois faiblement dolomitisée.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfh 6 Packstone microbioclastique (bryozoaires, algues, ostracodes, gastéropodes et chaetétidés) localement péloïdique et bioturbé (Pl. III, figs. 5-6)

Section type : A – MH 463 ; 464

Ce microfaciès est dominé par des packstones bioclastiques.

Les bioclastes, dont la taille fluctue du millimètre au centimètre, sont majoritairement des brachiopodes et des gastéropodes. Quelques bryozoaires complètent cet assemblage. Les algues, principalement des paléosiphonocladales, sont abondantes.

La matrice est une micrite, localement une microsparite.

Les bioturbations sont fréquentes et partiellement argileuses. Des lithoclastes micritiques sombres sont parfois visibles. Des péloïdes (100 µm), difformes et à contours flous, sont régulièrement observés.

Mfh 7 Mudstone - Wackestone à calcisphères et ostracodes (Pl. III, Fig. 7)

Section type : A – MH 402

Mfh 7 correspond à des mudstones et wackestones algaires.

Les algues, abondantes, sont dominées par les calcisphères et les paléosiphonocladales (*Kamaena*). L'assemblage bioclastique, pauvre, est dominé par les ostracodes dont les valves sont régulièrement jointives.

La matrice est une micrite très fine, parfois argileuse et localement recristallisée.

Les bioturbations sont rares. Les traces de pyrite et de dolomite sont régulières.

Mfh 8 Packstone – Wackestone (rare mudstone) à calcisphères et débris bioclastiques (Pl. III, Fig. 8)

Section type : A – MH 772 ; 900

Ce microfaciès est composé de packstone et plus rarement de wakestone.

Mfh 8 dominé par les algues (calcisphères) est proche du précédent *Mfh 7*, mais la proportion de bioclastes est beaucoup plus importante. Ils se composent, par ordre d'abondance, de brachiopodes, d'ostracodes, de gastéropodes, de débris récifaux (tabulés, rugueux et stromatopores) et parfois de bryozoaires. Ces bioclastes sont souvent brisés hormis les ostracodes.

La matrice est une micrite, localement une microsparite, et certaines porosités montrent des recristallisations de sparite équigranulaire. Les péloïdes sont peu fréquents et de taille faible (40 à 80 µm).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfh 9 Wackestone - Packstone riche en gastéropodes, algues et bioturbations (Pl. IV, Fig. 1)

Section type : A – MH 626

Mfh 9 se compose de packstone et wackestone.

Les bioclastes sont assez abondants, largement dominés par les gastéropodes, les ostracodes, plus rarement par des brachiopodes et parfois par quelques tentaculites. Les algues, isolées (paléosiphonocladales) ou sous forme d'encroûtement, sont habituelles.

La matrice est une micrite, localement d'aspect microsparitique, généralement dolomitisée.

Les bioturbations sont communes et souvent accompagnées de péloïdes et de grains de pyrite.

Mfh 10 Wackestone - Packstone algaire, bioclastiques, parfois riche en lithoclastes micritiques et grains de quartz (Pl. IV, Fig. 2)

Section type : A – MH 533 ; 588

Ce microfaciès se compose de wackestone et de packstone riches en bioclastes.

Les bioclastes, fréquents, sont, par ordre d'abondance, les gastéropodes, les ostracodes, les brachiopodes, les vers serpulidés, les crinoïdes et plus rarement les trilobites, les bryozoaires et les tentaculites. Les algues sont communes et représentées par des paléosiphonocladales (*Kamaena*) et de nombreuses girvanelles.

La matrice est une micrite à remplissage fréquent de sparite équigranulaire, parfois fortement dolomitisée. Les grains de quartz sont régulièrement présents et atteignent parfois les 2 %.

La bioturbation est rare et généralement accompagnée de péloïdes. Les lithoclastes micritiques, anguleux et de grande taille, sont régulièrement présents.

Mfh 11 Packstone bioclastique localement riche en quartz et en argile (Pl. IV, Fig. 3)

Section type : A – MH 174

Mfh 11 se compose de packstone bioclastique.

Les bioclastes, brisés et remaniés, sont des gastéropodes, des brachiopodes, des ostracodes, des crinoïdes et des débris récifaux (stromatopores encroûtants). Les algues sont représentées par des paléosiphonocladales et des girvanelles.

La matrice est une microsparite, localement argileuse et dolomitisée.

Les grains de quartz excèdent rarement les 3 %.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfh 12 Grainstone à crinoïdes, gastéropodes et brachiopodes (Pl. IV, Fig. 4)

Section type : A – MH 819

Mfh 12 correspond à des grainstones moyennement bioclastiques.

Les bioclastes sont des fragments de gastéropodes, de brachiopodes, de crinoïdes (pitting) et d'ostracodes. Des bryozoaires sont fréquemment présents. Les algues sont assez rares.

Le ciment est une sparite équigranulaire.

Les reliquats de matrice primaire et les lithoclastes micritiques plus sombres sont souvent accompagnés de cristaux de pyrite.

Mfh 13 Packstone localement péloïdique et bioclastique (Pl. IV, Fig. 5)

Section type : A – MH 426 ; 801

Mfh 13 se compose de packstone et plus rarement de grainstone.

Les bioclastes sont, par ordre d'abondance, les ostracodes, les brachiopodes, les gastéropodes, quelques crinoïdes, trilobites, tentaculites et vers serpulidés. Les paléosiphonocladales sont abondantes.

La matrice est une micrite localement argileuse, parfois recristallisée en sparite.

Les bioturbations sont régulières. De grandes veines calcitiques sont observées. Les péloïdes (60 à 200 µm) sont généralement très abondants et fluctuent de manière inversement proportionnelle avec les bioclastes.

Mfh 14 Packstone - Grainstone algaire, péloïdique, localement riche en gastéropodes, lumps et fenestrae (Pl. IV, Fig. 6)

Section type : A – MH 318

Mfh 14 se compose de packstone à passées de grainstone.

Les bioclastes sont moyennement abondants, généralement dominés par les gastéropodes et les brachiopodes, plus rarement par les crinoïdes. Les débris récifaux sont communs (tabulés, rugueux et stromatopores). Les paléosiphonocladales, les calcisphères et les codiacées constituent l'assemblage algaire.

La matrice est micritique.

Les péloïdes (40 à 50 µm) souvent foliés peuvent être très abondants.

Mfh 15 Wackestone bioclastique à passées de grainstone oolithique (Pl. IV, Fig. 7)

Section type : A – MH 506

Mfh 15 se compose de wackestone à passées de grainstone.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les bioclastes sont dominés par les ostracodes, les gastéropodes, les crinoïdes et les bryozoaires. Les algues sont présentes mais mal conservées.

La matrice est une micrite.

La bioturbation peut être importante. Les oolithes, localisées dans les grainstones, sont peu déformés et varient entre 0,2 et 0,4 mm. Les péloïdes (50 à 70 µm) sont rares.

Mfh 16 Packstone riche en algues, ostracodes à passées de grainstones oolithiques (Pl. IV, Fig. 8)

Section type : A – MH 546

Mfh 16 se caractérise par des packstones micritiques très riches en algues et en gastéropodes.

Les bioclastes sont ensuite représentés par des ostracodes, des bryozoaires et des vers serpulidés.

La matrice est une micrite, recristallisée en sparite dans les passées de grainstones.

Des oolithes aplatis sont localement observées dans les grainstones. Des grains de quartz (5 à 8 %) sont présents dans la matrice. La présence de lithoclastes micritiques et de péloïdes est assez rare.

Mfh 17 Alternance de Wackestone et Grainstone parfois péloïdique et oolithiques à lithoclastes micritiques (Pl. V, Fig. 1)

Section type : A – MH 483

Mfh 17 est composé de wackestone (parfois packstone) et de grainstone.

L'assemblage faunique est formé par des gastéropodes, des brachiopodes et plus rarement des ostracodes.

La matrice varie selon la texture d'une micrite à une sparite équigranulaire.

Les oolithes et les péloïdes sont fréquents et régulièrement amalgamés, formant parfois des laminations plus ou moins marquées. Les traces de bioturbations sont rares. Les grains de quartz sont ponctuels. Les lithoclastes micritiques, anguleux ou remaniés sont fréquents.

Mfh 18 Packstone micropéloïdique, localement bioclastique et bioturbé (Pl. V, Fig. 2)

Section type : A – MH 190 ; 576

Mfh 18 est composé de packstone très riche en micropéloïdes.

Les gastéropodes, les brachiopodes, les crinoïdes et les ostracodes sont relativement abondants ; les tentaculites et les trilobites sont plus rares. Les algues sont sporadiques.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La matrice est une micrite, parfois une microsparite partiellement argileuse.

Les micropéloïdes (20 à 60 µm) sont très abondants et caractérisent clairement ce microfaciès. Les bioturbations, verticales, souvent soulignées par de nombreux cristaux de pyrite et des traces de dolomitisation sont fréquentes.

Mfh 19 Grainstone péloïdique et bioclastique (Pl. V, Fig. 3)

Section type : A – MH 572 ; 802

Mfh 19 est un grainstone à ciment de sparite équigranulaire.

Les péloïdes et les bioclastes sont très abondants. Les péloïdes, ovoïdes ou déformés, ont une taille comprise entre 80 et 250 µm. Les bioclastes, millimétriques à centimétriques, sont brisés. Les gastéropodes et les brachiopodes sont les plus abondants. Quelques débris récifaux sont parfois présents. Les algues sont souvent représentées par des encroûtements.

Des résidus de matrice primaire micritique et des lithoclastes micritiques souvent algaires sont parfois visibles. Certains grainstones sont exclusivement péloïdiques à lamines entrecroisées.

Mfh 20 Wackestone à lamination péloïdique, encroûtement algaire et fenestrae (Pl. V, Fig. 4)

Section type : A – MH 707

Mfh 20 correspond à des wackestones laminaires.

Les bioclastes sont rares et représentés par quelques fantômes d'ostracodes.

La matrice est une pelmicrite. Les fenestrae sont très importantes (plurimillimétriques) ; elles sont fréquemment soulignées par un liseré pyriteux. Les encroûtements microalgaires sont fréquents. Ce microfaciès s'organise en séquences comprenant une phase de matrice pelmicritique suivi d'encroûtements algaires puis de fenestrae. Les séquences sont régulières et atteignent parfois 13 mm.

Mfh 21 Mudstone à laminations et lithoclastes (Pl. V, Fig. 5)

Section type : A – MH 649 ; 704

Mfh 21 se compose de mudstones à laminations de grainstones.

Les mudstones sont constitués par une matrice micritique, faiblement bioclastique. Un ciment microsparitique caractérise les grainstones. Ce ciment calcitique est partiellement riche en quartz (2 %) et en paillettes de micas (5 %). Des lithoclastes anguleux, plus sombres, sont soulignés par une bordure souvent pyriteuse.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Interprétation des microfaciès*** **(Fig. 17)**

Mfh 1 est similaire au *Mfg 1* (p. 53). Il correspond à un milieu marin ouvert sous ou à proximité de la Z.A.V.

Mfh 2 se différencie du *Mfh 1* par une importante dolomitisation. Les dolomites (voir FLÜGEL 2004, pp. 328 – 332) peuvent se former dans différentes conditions et dans différents milieux de sédimentation. Les ciments dolomitiques apparaissent dans des environnements inter- et supratidaux comme dans des milieux subtidaux profonds. Hormis la dolomitisation, *Mfh 2* est similaire à *Mfh 1* (p. 74) et correspond au milieu marin ouvert, sous la Z.A.V.

Mfh 3 est une encrinite. La conservation des entrocques suggère un dépôt en place. La texture de type rudstone place *Mfh 3* près de la Z.A.V.B.T. dans un milieu relativement ouvert. Ce microfaciès, comparable au SMF 12 de WILSON (1975) et au *Mfg 4* (p. 54), avec prédominance des crinoïdes, a eu un rôle de stabilisateur du fond marin. Cette « semelle crinoïdique » a pu ensuite être colonisée par les larves d'organismes constructeurs qui ont alors édifié le récif. *Mfh 3* est similaire au MF2 à Nismes (PREAT *et al.* 2007), au MF7 à Couvin (MABILLE & BOULVAIN 2007b) et au MF4 à Wellin (MAMET & PREAT 2005).

Mfh 4 est un équivalent de *Mfg 5* (p. 55) et correspond à des fragments du biostrome qui composait la barrière récifale.

Mfh 5 est l'équivalent de *Mfg 6* (p. 55) et correspond au démantèlement des constructions récifales sous l'action des vagues.

Mfh 6 est similaire à *Mfg 3* (p. 54). Cependant, il se différencie du *Mfg 3* par son caractère plus récifal et algaire, ce qui le placerait dans une zone plus restreinte. Il caractérise un milieu marin franc, proche de la pente récifale, à proximité de la Z.A.V.

La microflore algaire (calcisphères) de *Mfh 7* et la microfaune composée majoritairement d'ostracodes indiquent des milieux lagunaires restreints, subtidaux à intertidaux, à faible énergie. *Mfh 7* est comparable au MF10a de PREAT & KASIMI (1995). Ce microfaciès se rapproche également du MF9 de PREAT & MAMET (1989).

Mfh 8 est très proche du précédent *Mfh 7* (p. 76). Il correspond au même environnement de dépôt, lagunaire, subtidal à intertidal. Cependant *Mfh 8* semble moins restreint et correspond à une réouverture du domaine lagunaire fermé vers le domaine marin ouvert (il se situe alors près de la Z.A.V.). *Mfh 8* se caractérise par une biodiversité bioclastique plus importante et des textures plus grossières (les packstones étant plus nombreux). On peut cependant le comparer au MF10a de PREAT & KASIMI (1995) avec néanmoins cet aspect d'ouverture du lagon.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfh 9 est similaire à *Mfg 7* (p. 55). Il caractérise le milieu restreint d'arrière récif, proche de la Z.A.V.

Mfh 10 est similaire au *Mfg 9* (p. 56). Il correspond à la partie médiane d'une rampe, en arrière de shoal, sous ou près de la Z.A.V. et à proximité de chenaux permettant les apports détritiques terrigènes.

Mfh 11 se compose de packstone, riche en faune variée, péri-récifale et pélagique. Les bioclastes, brisés, indiquent un remaniement et donc un milieu assez agité. *Mfh 11* se place donc à proximité de la barrière récifale et en contact avec le milieu ouvert. Il se situe dans la Z.A.V.

Mfh 12 est très proche de *Mfh 11* (p. 77) mais s'en différencie principalement par l'absence d'organismes récifaux. Il se situe dans un milieu de dépôt très similaire au *Mfh 11*, sous la Z.A.V., mais avec une position plus éloignée du récif.

Mfh 13 se situe en milieu subtidal restreint, à proximité de la Z.A.V.T.

Mfh 14 se situe sur la partie médiane de la rampe, proche de la Z.A.V. et peut se retrouver temporairement à l'émersion en cas de baisse du niveau marin (présence de fenestrae).

Mfh 15 et Mfh 16 sont deux microfaciès assez similaires. Ils se caractérisent tous les deux par des wackestones et packstones bioclastiques à passées de grainstones oolithiques. Cependant, *Mfh 16* se différencie de *Mfh 15* par l'abondance des algues et des gastéropodes. *Mfh 16* se situe donc probablement en milieu subtidal (plate-forme interne) sous la Z.A.V. et *Mfh 15* sur la partie médiane d'une rampe, proche de la Z.A.V.

Mfh 17 correspond à un wackestone bioclastique avec des passées de grainstone péloïdique. *Mfh 17* peut être interprété comme un microfaciès d'arrière-récif, à proximité de la Z.A.V. et régulièrement affecté par des évènements énergétiques plus importants, suggérés par la présence des grainstones péloïdiques. *Mfh 17* peut se rapprocher (exception faite des lithoclastes présents dans ce microfaciès) du MF12 à Couvin (MABILLE & BOULVAIN 2007b).

Mfh 18 est dominé par la fraction péloïdique. La présence de bioturbation et de peu de bioclaste place ce faciès en milieu relativement calme et protégé. *Mfh 18* se positionne en milieu subtidal, sous la Z.A.V.

Mfh 19 correspond au SMF 16 décrit par WILSON (1975). Il est similaire au *Mfg 13* (p. 57) et au MF14 à Couvin (MABILLE & BOULVAIN 2007b). Il correspond à un milieu de plate-forme interne, peu profonde, à circulation modérée.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfh 20 correspond à des alternances de laminites finement péloïdiques avec intercalations d'encroûtements algaires et de fenestrae. Cette composition est typique de milieux subtidaux à intertidaux, proche de l'émersion (PREAT *et al.* 1984 ; CASIER & PREAT 1991).

Ce microfaciès est comparable au SMF 19 de WILSON (1975). Il est également similaire au MF8 à Resteigne (PREAT *et al.* 1984), au MF12 de CASIER & PREAT (1991), au MF13 à Couvin (MABILLE & BOULVAIN 2007b), et au MF8 à Nismes (PREAT *et al.* 2007).

Mfh 21 est similaire au *Mfg 15* (p. 58). Il correspond au milieu intertidal de plate-forme interne, sous l'influence des marées.

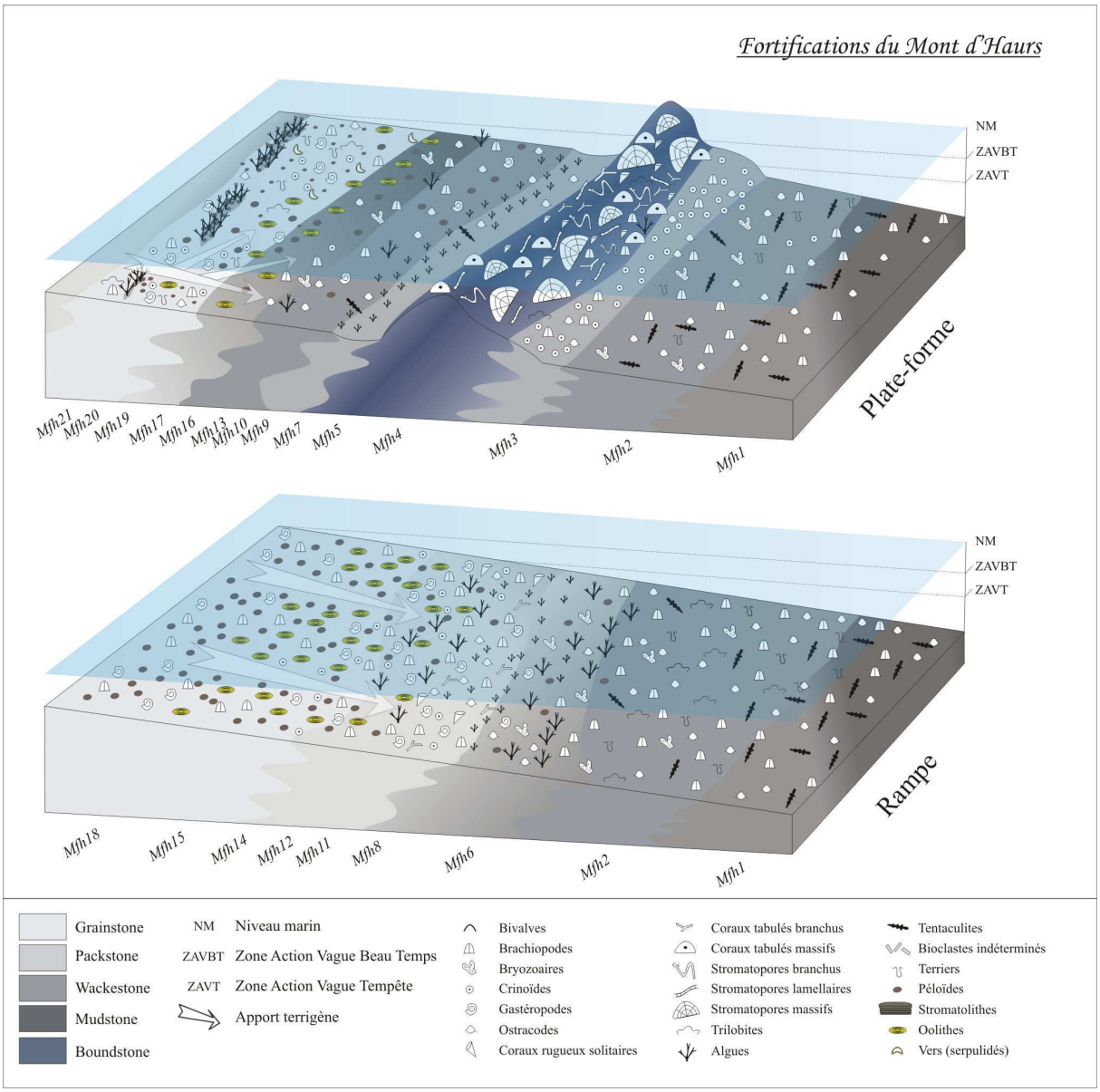


Fig. 17. Modèle de reconstruction paléoenvironnementale proposé pour le Mont d'Haurs.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Evolution des microfaciès*** **(Fig. 18 et 19)**

La Formation de Hanonet

(a) *Séquence de milieu marin péri-récifal ouvert avec passage au milieu subtidal*

La base de la Formation de Hanonet du site des fortifications du Mont d'Haurs se caractérise par une transition nette entre deux microfaciès bien distincts (Fig. 18). Elle débute par des packstones (*Mfh 11*) à bioclastes péri-récifaux (coraux tabulés, rugueux solitaires et stromatopores lamellaires), parfois sous forme de patch reef, souvent en débris. Elle se poursuit par des packstones (*Mfh 18*) à dominante péloïdique, parfois finement bioclastiques (brachiopodes) et bioturbés. Cette succession montre le passage entre un milieu relativement distal et ouvert, agité (*Mfh 11*) et proche du récif, à un milieu plus proximal (*Mfh 18*) et calme (Fig. 19). Le sommet de cette séquence montre de nouveau l'apparition du microfaciès *Mfh 11* dans lequel s'intercale le *Mfh 6*. Ce dernier est un packstone bioclastique à faune ouverte, pourvu d'agrégats péloïdiques.

Cette alternance peut être interprétée comme un épisode régressif court à la transition Formation de Hanonet et Formation des Trois-Fontaines.

Cependant, la réapparition, au sommet de la Formation de Hanonet du *Mfh 11*, et l'intercalation du *Mfh 6* montrent un retour à un milieu plus ouvert et profond, agité (présence de péloïdes dans *Mfh 6* sous forme d'agrégats arrachés au milieu de sédimentation du *Mfh 18*). La limite entre les Formations de Hanonet et des Trois-Fontaines (BULTYNCK *et al.* 1991) est située au sein de cette séquence (*Mfh 11* et *Mfh 6*). Cette limite n'est pas clairement visible sur le site des fortifications du Mont d'Haurs. Pour l'interprétation des microfaciès, j'ai donc choisi de faire débuter la Formation des Trois-Fontaines à la base des niveaux récifaux correspondant au biostrome comme le suggèrent PREAT & BULTYNCK (2006).

La Formation des Trois-Fontaines

(b) *Séquence d'édification du récif en milieu ouvert, agité*

La séquence de base de la Formation des Trois-Fontaines correspond à la mise en place du biostrome connu pour le Givétien, sur l'ensemble du bord Sud du synclinorium de Dinant. Cela se traduit par trois microfaciès à caractère récifal : *Mfh 3*, encrinite qui caractérise le substratum nécessaire à l'implantation des larves récifales ; *Mfh 4* et *Mfh 5*, boundstones et floatstones récifaux (coraux et stromatopores) qui constituent le récif (Fig. 18 et 19).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

(c) *Séquence de mise en place d'un lagon*

Cette deuxième séquence est représentée par des packstones et grainstones algaires, péloïdiques, et bioclastiques (*Mfh 14* et *Mfh 19*). Ils correspondent à la fermeture progressive du bassin de sédimentation. Suite au développement maximum de la barrière récifale, une phase régressive commence à isoler l'arrière récif. Les algues, qui trouvent un milieu plus calme et semi restreint, se développent. La présence de fenestrae dans *Mfh 14* confirme une diminution du niveau marin.

(d) *Séquence de milieu lagunaire restreint, calme*

Les microfaciès *Mfh 7*, *Mfh 8* et *Mfh 9*, wackestones à calcisphères et gastéropodes, sont nettement prépondérants à la base de cette séquence (Fig. 18). Le lagon est maintenant totalement fermé par la barrière récifale (Fig. 19). Le milieu est restreint et calme. Le haut de la séquence, qui enregistre des packstones localement péloïdiques et bioclastiques (*Mfh 13*), indique un milieu plus proximal.

(e) *Séquence de milieu lagunaire semi-fermé, avec disparition de la barière récifale*

Cette séquence est composée à sa base du *Mfh 13* puis de wackestones microalgaires et bioclastiques (*Mfh 10*) et de packstones microbioclastiques à faune de milieu ouvert (*Mfh 6*). Cette transition marque, au sommet de la Formation des Trois-Fontaines, la disparition de la barrière récifale pour laisser place à un lagon ouvert (Fig. 19).

La coupe des fortifications du Mont d'Haurs à Givet montre, pour la Formation des Trois-Fontaines, une séquence typique d'implantation de barrière récifale, d'isolement d'un lagon restreint, puis d'une disparition progressive de la barrière récifale. Cette séquence est connue à travers l'ensemble du synclinorium de Dinant (PEL 1975, PREAT & KASIMI 1995, PREAT & BULTYNCK 2006), hormis à Glageon et à Baileux (BOULVAIN *et al.* 1995, MABILLE & BOULVAIN 2008).

La Formation des Terres d'Haurs

(f) *Séquence de milieu lagunaire ouvert*

Cette séquence est dominée par le microfaciès *Mfh 10*. Il s'agit d'un milieu de lagune ouverte, en zone d'agitation modérée. De nombreux microfaciès (neuf au total) viennent ponctuellement s'intercaller. Cette séquence est composée d'une alternance de microfaciès déposés en milieu distal (*Mfh 6*) et de microfaciès à caractère proximal (*Mfh 16* à *Mfh 19*). Le

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

milieu de sédimentation est donc sous l'influence de fluctuations régulières du niveau marin (Fig. 18 et 19).

(g) *Séquence de milieu lagunaire à péri-récifal ouvert*

Un hiatus sédimentaire sépare la séquence (g) de la séquence (f). Cette séquence se caractérise par des floatstones récifaux (*Mfh 5*), des packstones bioclastiques (*Mfh 6*), des packstones algaires (*Mfh 10*) et des grainstones bioclastiques (*Mfh 12*). La diminution du niveau marin dans ce lagon ouvert permet la réimplantation de niveaux récifaux, mais les variations eustatiques nombreuses ne permettent pas encore l'édification d'une barrière récifale.

(h) *Séquence régressive en milieu intertidal*

Cette séquence est brève et nette. Elle est marquée par deux microfaciès très proximaux : *Mfh 20* et *Mfh 21*, mudstones et wackestones laminaires, à encroûtements algaires. Ces laminites évoquent un épisode régressif brutal (Fig. 19).

La Formation des Terres d'Haurs montre dans cette coupe une grande variation des microfaciès (13 sur 21 reconnus). Elle correspond à une rampe monoclinale, avec réouverture de l'environnement suite à la disparition de la barrière récifale. Cette séquence s'apparente également à ce qui a généralement été décrit pour le synclinorium de Dinant (ERRERA *et al.* 1972, CASIER & PREAT 1991), hormis la présence de patch reef à Glageon, Resteigne (BOULVAIN *et al.* 1995, CASIER & PREAT 1991), leur absence à Baileux (MABILLE & BOULVAIN 2008) et leur probable absence à Givet (en opposition au propos de PREAT & TOURNEUR 1991c).

La Formation du Mont d'Haurs

(i) *Séquence d'édification d'une barrière récifale*

Cette séquence (i), base de la Formation du Mont d'Haurs, est similaire à celle de base de la Formation des Trois-Fontaines (b). Elle correspond à la mise en place d'une barrière récifale (Fig. 19) et se traduit par des boundstones et floatstones récifaux (*Mfh 4* et *Mfh 5*). La présence régulière de grainstones crinoïdiques et bioclastiques (*Mfh 12*) indique cependant des variations du niveau marin et suggère des oscillations régulières entre des milieux récifaux ouverts et des milieux lagunaires.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

(j) *Séquence de milieu lagunaire ouvert*

Cette dernière séquence observée pour la Formation du Mont d'Haurs montre une large étendue de microfaciès (*Mfh 18*, *Mfh 19*, *Mfh 1*, *Mfh 2*, *Mfh 11*, *Mfh 12*, *Mfh 8*, etc). Cette variété suggère des milieux restreints (*Mfh 12*, *Mfh 8*), épisodiquement ouverts et lagunaires (*Mfh 18*, *Mfh 19*), des milieux péri-récifaux (*Mfh 4*, *Mfh 5*) ou parfois distaux et profonds (*Mfh 1*, *Mfh 2*).

La Formation du Mont d'Haurs montre comme à Glageon (BOULVAIN *et al.* 1995) et à Han-sur-Lesse (COEN-AUBERT 1977) une alternance régulière d'environnements ouverts peu profonds, de milieux péri-récifaux à récifaux et d'environnements plus restreints.

¤ ***Courbes de susceptibilité magnétique*** **(Fig. 18)**

L'analyse de la CSM est présentée similairement à celle développée pour le site de Glageon (voir pp. 64-67).

Les valeurs de susceptibilité magnétique varient de manière très importante au sein de cette coupe (entre à 0,01 E-08 m^3/Kg et 2,5 E-07 m^3/Kg). « Huit » phases et neuf évènements (Fig. 17) sont reconnus pour l'ensemble de la coupe des fortifications du Mont d'Haurs:

• **PHASE 1** : Phase dont les valeurs sont partiellement élevées (0,5 à 0,8 E-07 m^3/Kg). Cette phase est rattachée à la partie sommitale de la Formation de Hanonet.

• **PHASE 2** : Phase dont les valeurs de SM sont relativement faibles à la base, en moyenne égale à 1,0 E-08 m^3/Kg, puis augmentent lors du premier évènement. Cette phase correspond à l'unité biostromale de base de la Formation des Trois-Fontaines.

* EVENEMENT 1 : Cet évènement se marque par une augmentation des valeurs de SM (moyenne proche de 0,4 E-07 mais ponctuée de deux pics à 1,0 E-07 m^3/Kg).

• **PHASE 3** : Cette phase est parsemée de hiatus sédimentaire ; elle chevauche donc les Formations des Trois-Fontaines et des Terres d'Haurs dont la limite n'est pas clairement fixée. Les valeurs de SM sont nettement plus élevées que pour les deux phases précédentes et sont globalement comprises entre 0,4 et 1,2 E-07 m^3/Kg. Elle correspond, pour moitié, à

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

l'unité lagunaire de la Formation des Trois-Fontaines. Six évènements ponctuent cette phase ; cinq d'entre eux (EV. 2, 3, 4, 6 et 7) montrent des valeurs très élevées et un seul (EV. 5) des valeurs plus faibles.

* EVENEMENT 2 : Valeurs de SM les plus élevées de toute la série ; elles sont proches de 2,4 E-07 m^3/Kg.

* EVENEMENT 3 : Valeurs de SM proches de 2,0 E-07 m^3/Kg.

* EVENEMENTS 4 et 6 : Valeurs de SM proches de 1,8 E-07 m^3/Kg.

* EVENEMENT 5 : Seul pic où les valeurs de SM diminuent (proches de 0,01 E-08 m^3/Kg).

* EVENEMENT 7 : Ce dernier pic a une intensité de 1,6 E-07 m^3/Kg.

• **« PHASE 4 »** : Phase incertaine car située après un long hiatus sédimentaire ; les valeurs de SM sont globalement faibles (0,1 E-08 m^3/Kg) et coïncident avec l'apparition de quelques niveaux riches en bioclates récifaux.

• **PHASE 5** : Cette cinquième phase correspond au prolongement de la phase 3, interrompue par les niveaux bioclastiques de la phase 4. Elle marque la fin de la Formation des Terres d'Haurs. Les valeurs de SM sont relativement importantes (4,0 à 8,0 E-08 m^3/Kg).

* EVENEMENT 8 : Valeurs de SM proches de 1,0 E-08 m^3/Kg.

• **PHASE 6** : Phase dont les valeurs de SM sont globalement faibles (1,0 à 3,0 E-08 m^3/Kg). Cette phase correspond à la transition entre la Formation des Terres d'Haurs et l'unité récifale de base de la Formation du Mont d'Haurs.

• **« PHASE 7 »** : Phase intermédiaire dont les valeurs de SM sont relativement importantes (4,0 à 8,0 E-08 m^3/Kg).

• **PHASE 8** : Phase dont les valeurs de SM sont de nouveau relativement faibles (0,01 à 0,3 E-08 m^3/Kg).

* EVENEMENT 9 : Pic avec une plus forte amplitude et dont la valeur de SM est de 7,0 E-08 m^3/Kg.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

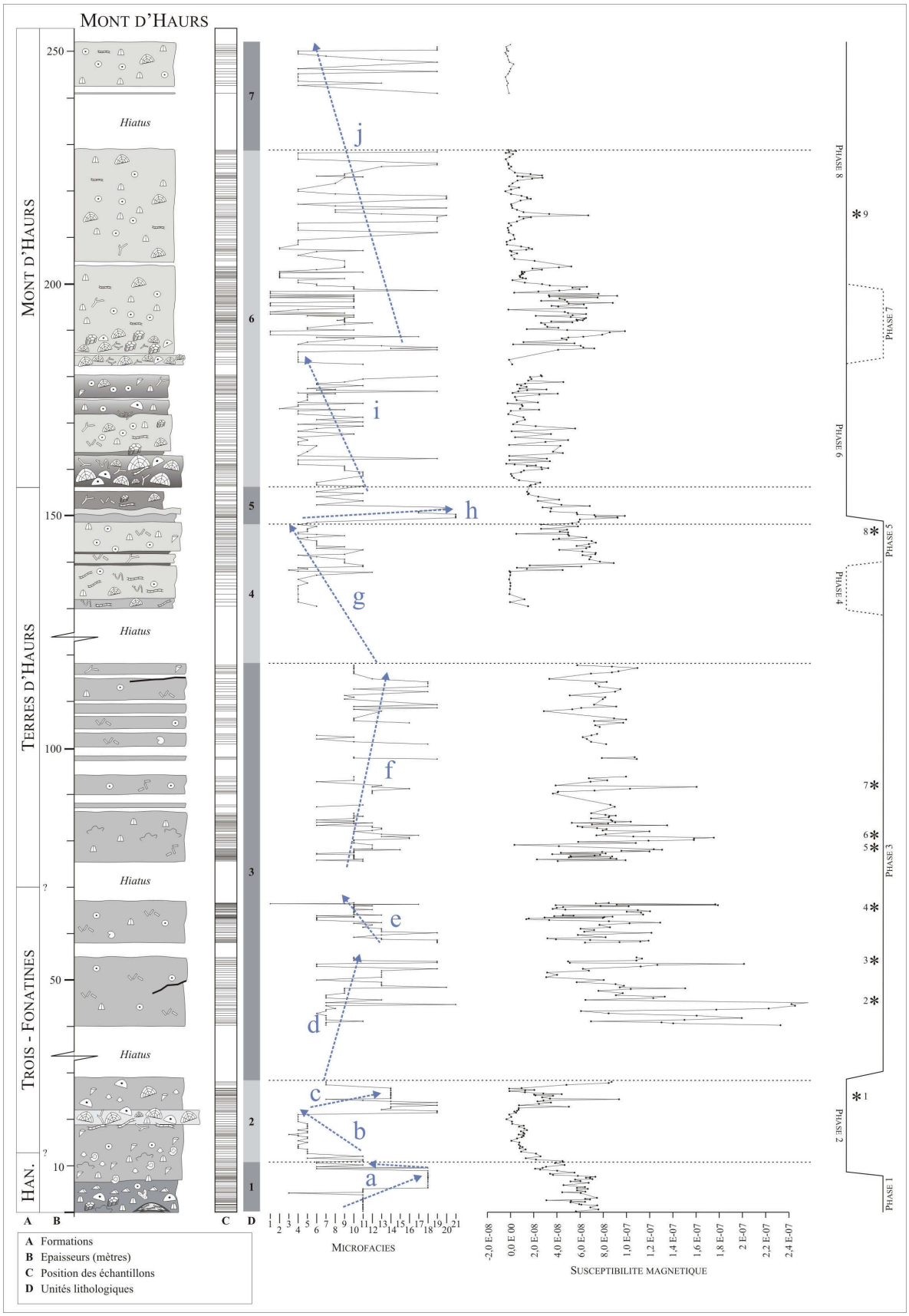


Fig. 18. Colonne sédimentologique synthétique, distribution des échantillons, unité lithologique, courbe d'évolution des microfaciès et courbe d'évolution de la susceptibilité magnétique (en m^3/Kg) pour la coupe des fortifications du Mont d'Haurs. Les flèches indiquent les tendances exprimées par les courbes.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

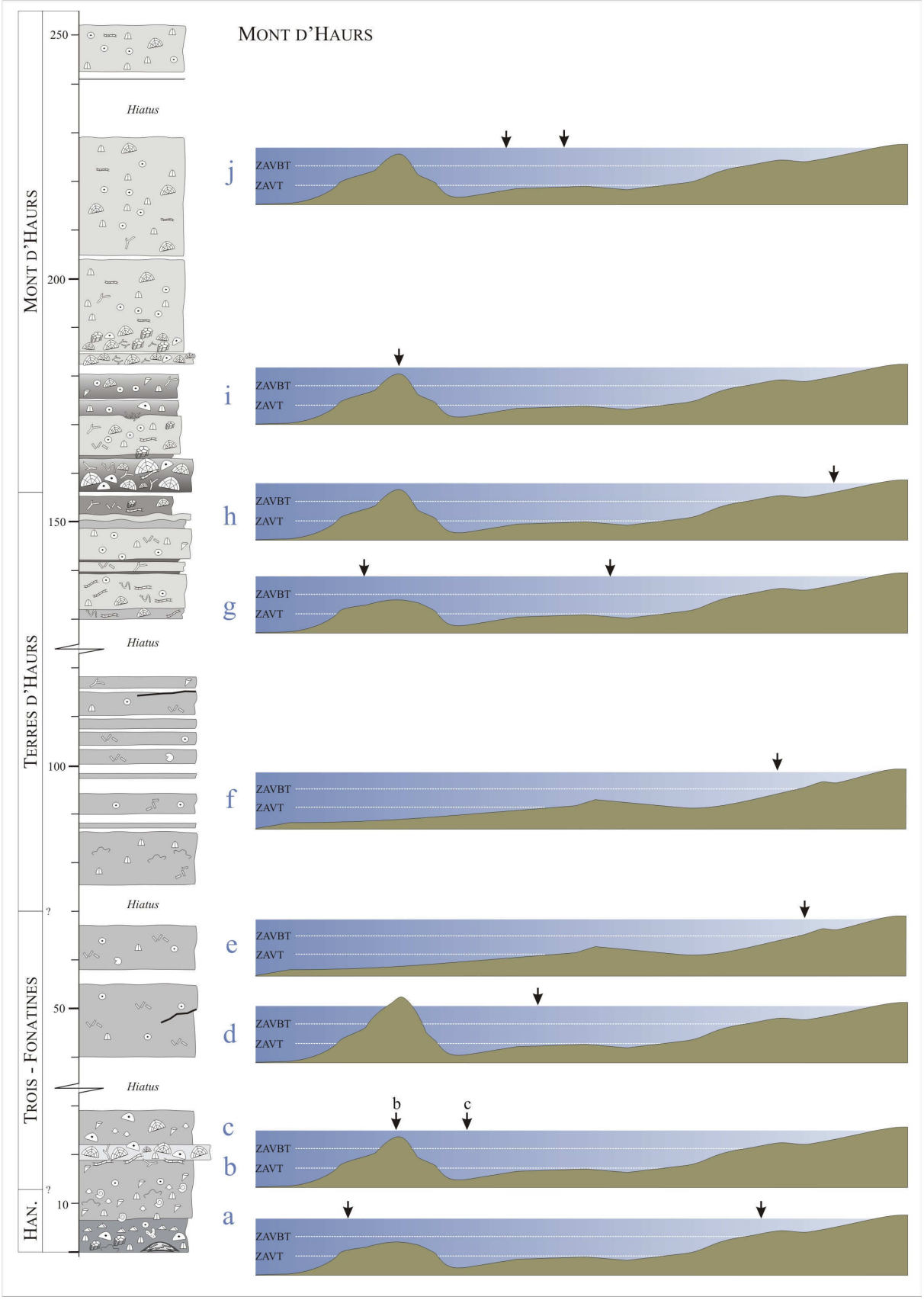


Fig. 19. Modélisation de l'évolution de la morphologie de la plate-forme – rampe au cours du Givétien (Hanonet > Mont d'Haurs) pour la coupe du Mont d'Haurs. La flèche indique le milieu de dépôt.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Section 3 : La carrière de Marenne Est & Centre, Ardenne (Fig. 20 A-H)

¤ *Les unités lithologiques*

La description lithologique de la carrière de Marenne est inspirée du travail de C. DE WILDE (2005) qui a échantillonné la majorité de la coupe lors de son travail de licence. Le levé du sommet de la coupe a été complété par la suite en 2006 par C. MABILLE et moi-même. La description est divisée en deux parties qui correspondent aux deux axes (orientations) d'échantillonnage (Fig. 20 H).

Marenne Est

Unité 1 : (de 1 à 61 soit 24 m)

Cette série lithologique, débutant au niveau de la faille de Marenne (Fig. 20 B-C), est constituée par des bancs de calcaires sombres, localement gréseux et entrecoupés de passées silteuses vers la base de la série. Les bancs, stratifiés, ont une épaisseur comprise entre 15 et 80 cm. Des laminations planes et entrecroisées sont régulièrement observées. La faune est peu diversifiée et se compose principalement de crinoïdes et de brachiopodes, parfois sous forme de lumachelles à stringocéphales (GODEFROID & MOTTEQUIN 2005).

Unité 2 : (de 62 à 177 soit 58 m)

Cette seconde unité lithologique montre une alternance irrégulière de bancs de calcaires clairs, crinoïdiques et riche en faune (des brachiopodes, des coraux rugueux solitaires ou coloniaux, des coraux tabulés branchus et lamellaires et des stromatopores lamellaires et en dôme) avec des bancs de calcaires plus sombres, argileux et pauvres en bioclastes (rares gastéropodes et ostracodes). Cette série est ponctuée de joints argileux décimétriques. Plusieurs niveaux à lumachelles ont été observés (bancs 96 à 98). La faune est très souvent recristallisée.

Unité 3 : (de 178 à 235 soit 33 m)

Cette dernière unité lithologique se distingue par la présence de calcaires de nouveau plus argileux, relativement riche en crinoïdes et en brachiopodes (lumachelle au banc 207, Fig. 20 D-E). De rares fragments de colonies de tétracoralliaires (Fig. 20 F) sont observés ainsi que des coraux tabulés. Cette série est entrecoupée de niveaux argileux parfois décimétriques.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

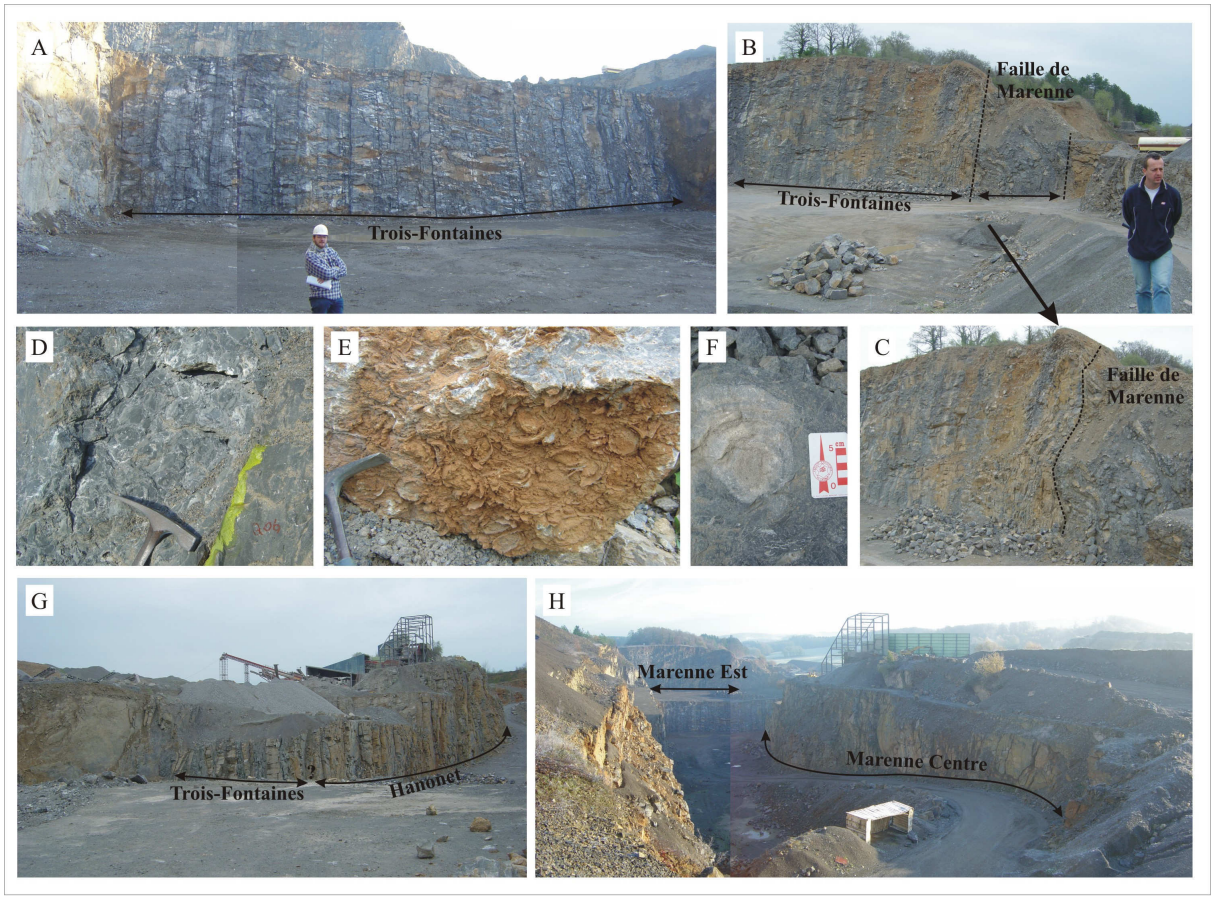


Fig. 20. A- Formation des Trois-Fontaines, Marenne Est ; **B-** Faille de Marenne et base de la Formation des Trois-Fontaines, Marenne Est ; **C-** Faille de Marenne ; **D-E-** Lumachelle à Stringocéphales, en place et sur bloc éboulé et altéré ; **F-** Tabulés Favositidés ; **G-** Formations de Hanonet et ? des Trois-Fontaines, Marenne Centre ; **H-** Vue générale des coupes de Marenne Centre et Est.

Marenne Centre (Fig. 20 G-H)

Unité 1 : (de 1 à 24 soit 11 m)

Cette unité lithologique est constituée de bancs de calcaires sombres, argileux et laminaires (laminations horizontales et « H.C.S. »). La taille des bancs varie de 15 cm à un mètre. Les calcaires très argileux ne comprennent pas de laminations. La faune est peu diversifiée et dominée par des crinoïdes, des brachiopodes et des ostracodes. Quelques traces de bioturbations ont été observées.

Unité 2 : (de 25 à 63 soit 25 m)

Cette 2ème unité est caractérisée par une diminution nette de la fraction argileuse, qui se traduit par la présence de bancs de calcaires francs et plus massifs. Les bancs présentent des laminations horizontales, des traces de terriers et quelques nodules bioclastiques. La faune n'est guère plus diversifiée hormis la présence de quelques coraux tabulés branchus.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Unité 3 : (de 64 à 76 soit 14 m)

Cette dernière unité lithologique, constituée de bancs calcaires, se distingue principalement par sa diversification faunique. Le haut de la série renferme une faune récifale nettement plus abondante (coraux tabulés massifs et branchus, stromatopores bulbeux). Les brachiopodes et les crinoïdes restent associés à cette faune récifale. Les bancs calcaires, bien stratifiés à la base, semblent plus massifs dans la partie sommitale.

¤ ***Description des microfaciès***

Mfm 1 Mudstone (à Grainstone) à bioturbations horizontales, rares bioclastes et passées argileuses sombres (Pl. V, Fig. 6)

Section type : MC 1

Ce microfaciès correspond majoritairement à un mudstone pourvu de lits plus grossiers de type grainstone (microsparstone, FLUGEL 2004). Il est affecté par une bioturbation importante (environ 20 à 25% de la surface des lames minces) et montre des passées argileuses plus sombres.

La faune est pauvre à nulle (principalement des pièces crinoïdiques mal conservées, quelques ostracodes et traces de brachiopodes). Les fantômes clastiques sont parfois ordonnés et donnent une impression de linéation.

La matrice microsparitique, fine, est partiellement silteuse à argileuse. Les bioturbations, disposées horizontalement, présentent une forme d'ocelle et renferment régulièrement une matrice fine, de type wackestone. Des cristaux de pyrite cubiques bien conservés s'accumulent parfois dans les zones les plus claires. Des péloïdes (0,1 à 0,3 mm) à contour diffus se rencontrent localement. La dolomitisation est parfois importante.

Mfm 2 Grainstone à péloïdes, riche en grains de quartz et à laminations (Pl. V, Fig. 7)

Section type : ME 54 – MC 18

Ce microfaciès correspond à un grainstone péloïdique, riche en grains de quartz. Des laminations sont observées et présentent une alternance de lits clairs et sombres (à matrice plus silteuse). Ces laminations parfois entrecroisées sont soutenues par la présence et l'accumulation de péloïdes. Le ciment correspond à une microsparite équigranulaire parfois dolomitisée.

De rares fantômes bioclastiques (majoritairement représentés par des crinoïdes, des brachiopodes, plus rarement par des gastéropodes, des bryozoaires, …) se retrouvent

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

localement et montrent une recristallisation importante d'où une faible conservation. Quelques sections montrent une présence importante de tentaculites.

Les péloïdes (0,1 à 0,4 mm) sont plutôt diffus et se présentent sous des formes irrégulières (sphériques à ovoïdes). La quantité de quartz est relativement importante (concentration comprise entre 15 % et 30%). Les traces de pyritisation sont rares.

Mfm 3 Packstone (à rare Wackestone) crinoïdique et bioclastique (Pl. V, Fig. 8)

Section type : MC 68

Ce microfaciès correspond à un packstone à wackestone très riche en débris crinoïdiques. La faune est dominée par les crinoïdes qui présentent régulièrement des traces de pitting, puis par ordre décroissant, de brachiopodes, de gastéropodes, de bryozoaires, de rares fragments de tabulés et rugueux, de vers (serpulidés), d'algues et de très rares segments de trilobites. Les algues sont principalement représentées par des dasycladales et des paléosiphonocladales *(Triangulirina)*. Les brachiopodes se présentent sous forme de coquilles disjointes très remaniées et non ordonnées. Quelques remplissages semblent pyritisés.

La matrice est constituée d'une micrite et partiellement d'une microsparite équigranulaire. Des plages de la matrice sont dolomitisées.

De rares péloïdes ovoïdes de petite taille (0,1 à 0,2 mm) sont présents. Ce microfaciès est assez proche de *Mfm 6b* mais la présence importante de crinoïdes et de bryozoaires l'en différencie.

Mfm 4 Rudstone récifal à crinoïdes et débris bioclastiques (Pl. VI, Fig. 1)

Section type : ME 178a

Ce microfaciès est représenté par des rudstones à grainstones récifaux et crinoïdiques.

La faune est diversifiée et les fragments coralliens, millimétriques à centimétriques, sont représentés par des tabulés (*Alveolites, Crassialveolites*) et des stromatopores (*Stachyodes*). La fraction restante de bioclastes est dominée par des fragments de coquilles (brachiopodes ponctués, ostracodes et gastéropodes), des trilobites, des rugueux fasciculés et des algues (calcisphères, girvanelles et paléosiphonocladales). Quelques perforations de vers serpulidés sont localement observées.

La matrice est peu représentée et le ciment est composé majoritairement de sparite équigranulaire.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Des fenestrae sont parfois observables lorsque le microfaciès devient plus fin (wackestone). Des lithoclastes diffus et micritiques (0,1 à 0,5 mm) sont rarement observés. La dolomitisation peut parfois être importante et la faune est souvent fort altérée et recristallisée.

Mfm 5 Wackesone - Floatsone à débris récifaux, algues et rares péloïdes (Pl. VI, Fig. 2)

Section type : ME 101

Il s'agit d'un wackestone à floatstone où les débris récifaux sont assez abondants, de taille réduite à moyenne et diversifiés.

L'assemblage faunique est dominé par les espèces récifales. Les stromatopores (*Stachyodes*), coraux tabulés (*Pachypora*) dominent. Par ordre d'importance, suivent ensuite les brachiopodes ponctués et pseudoponctués, les gastéropodes (dans des textures proches du grainstone), les ostracodes, les crinoïdes et quelques algues représentées en majorité par les paléosiphonocladales. Les débris récifaux sont centrimétriques et accompagnés de débris de coquilles de même importance.

La matrice est sombre et interrompue par des plages importantes de ciment sparitique à cristaux irréguliers.

Des péloïdes (0,1 à 0,2 mm) sont régulièrement observés. Les fenestrae sont relativement bien développées sur certaines sections. Des tubes de vers serpulidés sont localement observés.

Mfm 6 Wackestone - Packstone algaire, bioclastique (Pl. VI, Fig. 3-4)

Mfm 6a Packstone algaire et bioclastique (Pl. VI, Fig. 3)

Section type : ME 121B

Ce microfaciès, similaire à *Mfm 3*, correspond à un packstone très riche en algues.

Les algues sont largement représentées par les paléosiphonocladales (proninelles prépondérantes) et les girvanelles. L'une des différences majeures avec le microfaciès précédent est l'abondance de bioclastes divers. Par ordre d'importance, se trouvent de nombreux débris de coquilles millimétriques (des ostracodes dont la taille peut excéder les 5 mm, des brachiopodes, des crinoïdes et parfois des débris d'organismes constructeurs tels que les stromatopores ou les coraux tabulés …). Des bryozoaires sont régulièrement observés en position d'encroûtement sur les bords externes des coquilles de brachiopodes.

La matrice est une micrite, ponctuellement sparitique, souvent dolomitisée.

La présence de bioturbations marquées par un remaniement de sédiments plus fins (type wackestone) est parfois constatée. Des traces de pression – dissolution (stylolithes) sont mises

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

en évidence par une dolomitisation soutenue. Parfois, des péloïdes (régulièrement regroupés en agrégats), ovoïdes à diffus et de taille réduite (environ 0,1 mm), sont présents.

Mfm 6b Wackestone algaire, faiblement bioclastique (Pl. VI, Fig. 4)

Section type : ME 93b – 120

Ce microfaciès correspond à un wackestone - mudstone rarement à tendance de packstone où les algues (calcisphères et paléosiphonocladales) sont très abondantes.

Les bioclastes sont principalement composés d'algues, de gastéropodes, régulièrement d'ostracodes et, rarement, de traces de vers serpulidés. Des pièces de crinoïdes sont localement présentes. La faune est relativement bien conservée et suggère un remaniement faible. Les mudstones constituent les microfaciès les plus riches en algues, suivis des wackestones. Les packstones ont une abondance algaire plus faible en raison du mixage des faunes.

La matrice est une micrite sombre partiellement dolomitisée.

Quelques lames renferment des péloïdes diffus et cimentés. On y remarque également des traces de bioturbation. Des joints stylolithiques ainsi que des micronodules sphériques (framboïdes) de pyrite sont régulièrement présents. Parfois, les joints stylolithiques sont dolomitisés. Des fenestrae à remplissage sparitique sont localement observées.

Mfm 7 Grainstone (à rare Packstone) à péloïdes et bioclastes (Pl. VI, Fig. 5-7)

Mfm 7a Grainstone à rare Packstone, à nombreux péloïdes et très bioclastiques (Pl. VI, Fig. 5)

Section type : ME 7

Ce microfaciès correspond à un grainstone péloïdique et microbioclastique.

L'assemblage faunique se compose de crinoïdes, de tentaculites, de brachiopodes, de sections de trilobites, de bryozoaires (encroûtants ou non), parfois de fragments de coraux tabulés (excédant rarement les 5 mm) et de rares nodules de codiacées.

Les clastes sont englobés par un ciment sparitique équigranulaire.

Une faible dolomitisation est enregistrée sur certaines lames. Des traces de joints stylolithiques pyritisés sont localement présentes. Certains secteurs de la lame sont plus proches du packstone. L'abondance en péloïdes ovoïdes à sphériques (0,1 à 0,3 mm) peut être variable mais reste élevée.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfm 7b Grainstone à rare Packstone, à nombreux péloïdes et rares bioclastes (Pl. VI, Fig. 6)

Section type : ME 198

Ce microfaciès correspond à un grainstone à rare packstone riche en péloïdes et faiblement bioclastique.

Les bioclastes majoritaires sont représentés par des crinoïdes, des brachiopodes souvent remaniés et des algues (des paléosiphonocladales, des calcisphères et des nodules de codiacées). L'un des critères qui différencie ce microfaciès du précédent est la diminution significative du nombre de bioclastes.

Le ciment est une sparite partiellement dolomitisée.

Les nombreux péloïdes sphériques, ovoïdes à aplatis se concentrent localement pour former des linéations plus sombres. Parfois, la présence de joints microstylolithiques semble favoriser l'accumulation de bioclastes.

Mfm 7c Grainstone à rare Packstone, très bioclastiques (Pl. VI, Fig. 7)

Section type : ME 12

Ce microfaciès correspond majoritairement à des grainstones très riches en bioclastes.

Les crinoïdes, les tentaculites (cricoconarides), les brachiopodes et les trilobites dominent l'assemblage faunique. Quelques gastéropodes et des perforations de vers serpulidés sont localement présents. Les organismes sont peu brisés et bien conservés. Leur taille peut fluctuer entre 0,1 mm et 2 cm. Les coquilles présentent parfois une disposition et une orientation préférentielle. Les algues sont représentées par les paléosiphonocladales et certaines codiacées (d'où des relations probables avec le microfaciès *Mfm 6a-b*).

Le ciment montre de larges cristaux sparitiques.

De rares péloïdes, de taille réduite, sont parfois observables. La brutale diminution du nombre de péloïdes est la principale distinction avec les microfaciès *Mfm 7a-b*.

¤ ***Interprétation des microfaciès*** **(Fig. 21)**

Mfm 1 est caractérisé par l'alternance de lits fins (silts) et de lits plus grossiers (sables). Les silts correspondent à une sédimentation de particules fines en suspension dans un milieu calme, contrairement aux lentilles (ocelles) plus grossières (sables) qui suggèrent des dépôts plus agités de type tempestites. Ce microfaciès correspond à un milieu marin ouvert, situé à la limite de la zone d'action des vagues de tempête (PREAT & KASIMI 1995).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfm 1 est comparable au SMF2 de WILSON (1975), au *Mfg 1* et *Mfh 1* (pp. 53, 74), au MF1 à Resteigne (PREAT *et al.* 1984 ; CASIER & PREAT 1991), au MF1 de PREAT & KASIMI (1995).

Les éléments térrigènes de *Mfm 2* (argiles et silts) indiquent un milieu de dépôt calme. La présence de faunes pélagiques telles que les tentaculites et les brachiopodes suggère un milieu ouvert. Les stratifications entrecroisées montrent l'influence des courants. *Mfm 2* est similaire au RMF 6 de WILSON (1975). Il correspond à un milieu ouvert de rampe externe, situé sous la Z.A.V.T.

Mfm 3 est proche du *Mfg 4 et Mfh 3* (pp. 54, 75). Il correspond à la partie ouverte et agitée de la pente récifale.

Mfm 4 peut être également rapproché de *Mfg 4* (p. 54). Cependant, la présence de nombreux fragments récifaux le placerait dans des conditions moins distales. *Mfm 4* correspond donc au microfaciès le plus proche du récif, localisé sur la pente péri-récifale. Les faunes qu'il renferme place *Mfm 4* aussi bien en milieu ouvert qu'en milieu plus protégé et agité (dans la Z.A.V.). *Mfm 4* se rapproche également du SMF 6 de WILSON (1975).

Mfm 5 est proche du *Mfg 6* et *Mfh 5* (pp. 55, 75). Il correspond à un microfaciès d'arrière récif, péri-récifal où l'agitation est relativement importante permettant l'apport des fragments récifaux. La présence de fenestrae indique des émersions ponctuelles lors de variations bathymétriques. Il est similaire au SMF 8 de WILSON (1975).

Mfm 6a caractérise un milieu subtidal partiellement protégé, permettant l'installation de buissons algaires, et proche la Z.A.V.T. comme l'indique la présence de nombreux débris récifaux. La faune pélagique suggère cependant son contact avec le milieu marin ouvert.

Mfm 6b est similaire au microfaciès précédent *Mfm 6a* (p. 95) et au *Mfg 6* (p. 55). Cependant, il se différencie du *Mfm 6a* par la diminution significative de la fraction bioclastique. Il s'apparente donc également au milieu subtidal mais dans des conditions plus protégées et moins agitées.

Mfm 7a correspond au milieu de rampe interne, peu profonde, à proximité de la Z.A.V. et en relation directe avec le milieu marin ouvert dû à la présence de faunes pélagiques (brachiopodes et tentaculites). *Mfm 7a* est comparable au SMF 16 de WILSON (1975) et au *Mfg 12* (p. 57).

Mfm 7b est similaire au *Mfm 7a* (p. 96) mais l'influence du milieu ouvert est plus faible, la diversité bioclastique diminue.

Mfm 7c est proche du microfaciès *Mfg 13* (p. 57). Cependant, la présence de codiacées dans *Mfm 7c* indiquerait plutôt un milieu marin restreint, à l'arrière du récif, à faible profondeur, sous ou à proximité de la Z.A.V.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

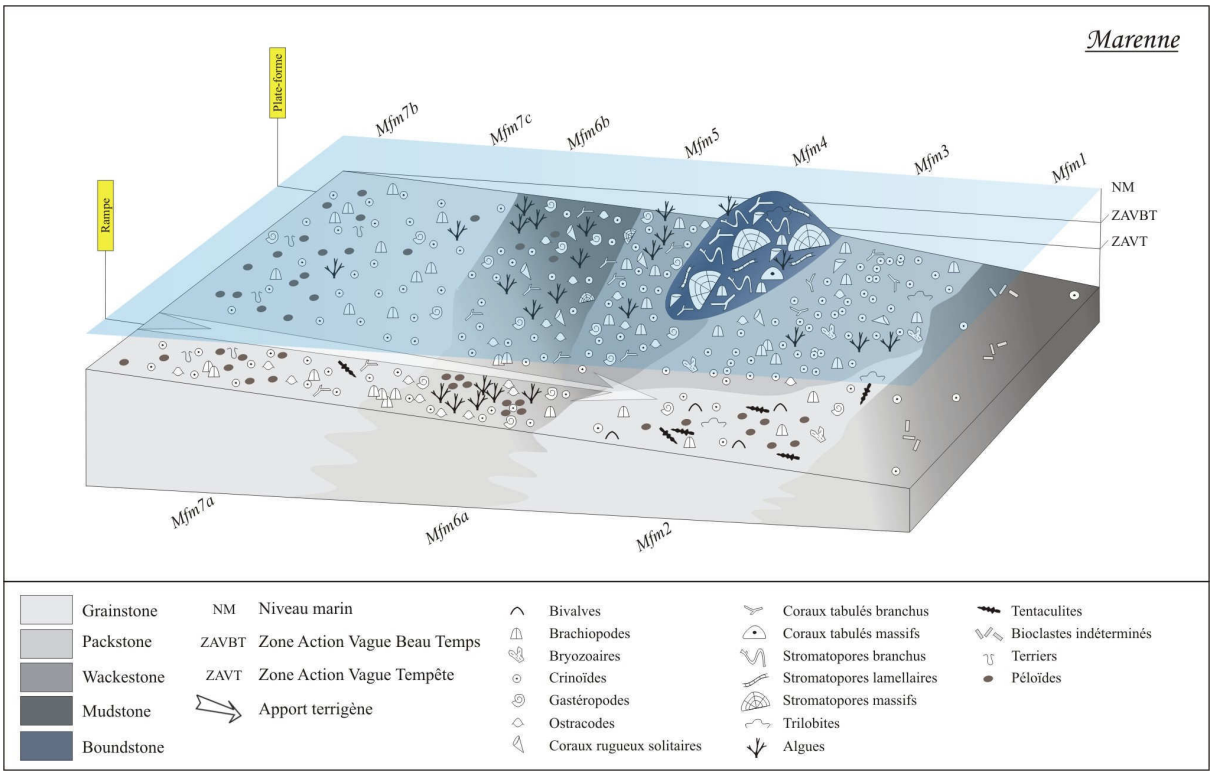


Fig. 21. Modèle de reconstruction paléoenvironnementale proposé pour Marenne.

¤ ***Evolution des microfaciès*** **(Fig. 22 et 23)**

MARENNE EST

La Formation de Hanonet

(a) *séquence de milieu marin ouvert, modérément agité*

Cette séquence est caractérisée par une alternance (Fig. 22) entre des mudstones-grainstones bioturbés (*Mfm 1* et *Mfm 2*) et des grainstones péloïdiques et bioclastiques (*Mfm 7abc*). La fraction terrigène enregistrée par *Mfm 1* et *Mfm 2* est importante. *Mfm 1* et *Mfm 2* sont pourtant associés au milieu distal. La présence de dépôts de tempête proximaux (*Mfm 7*) indique une grande hétérogénéité de l'environnement.

Les sédiments correspondant à la Formation de Hanonet caractérisent des dépôts de rampe moyenne (Fig. 23), par l'abondance du matériel détritique (MABILLE & BOULVAIN 2007b), la présence de tempestites, et par l'absence d'éléments récifaux.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

La Formation des Trois-Fontaines

(b) *séquence de milieu d'arrière récif semi restreint*

Cette deuxième séquence est marquée par quatre microfaciès (Fig. 22). Ces microfaciès correspondent à des dépôts d'arrière récif. Les wackestones et packstones algaires et faiblement bioclastiques (*Mfm 6ab*) sont les microfaciès dominants. Ces derniers caractérisent un milieu lagunaire partiellement restreint. Cette restriction est liée à la présence d'une lentille récifale représentée par les floatstones-rudstones récifaux (*Mfm 4*). Cependant, celle-ci n'a pas isolé totalement l'arrière récif et a permis le passage d'une faune associée aux milieux plus ouverts, lors de périodes de forte agitation, comme le montre la présence des grainstones bioclatiques (*Mfm 7abc*).

La Formation des Trois-Fontaines s'apparente à un modèle de plate-forme récifale (Fig. 23) faiblement développée (*Mfm 4*), permettant l'isolation d'une lagune protégée (*Mfm 6*), mais régulièrement sous l'influence des tempêtes (*Mfm 7*). Cependant, il n'existe pas à Marenne de trace évidente du développement d'une barrière récifale *s. s*.

La Formation des Terres d'Haurs

(c) *séquence de milieu marin ouvert, agité*

Cette séquence est composée à sa base de rudstones récifaux (*Mfm 4*), puis de grainstones péloïdiques et bioclastiques. Elle est, dans une certaine mesure, similaire à la séquence (a) mais apparaît plus proximale. *Mfm 1* et *Mfm 2*, absents de cette séquence, sont remplacés par des dépôts à tendance péri-récifale (*Mfm 4*). Il s'agit du développement, sur la partie moyenne d'une rampe, de petites constructions récifales, balayées par les vagues et n'isolant pas une zone d'arrière récif.

(d) *séquence de milieu marin ouvert à semi-restreint, modérément agité*

Cette séquence est caractérisée par un mixage plus grand des microfaciès (Fig. 22). On y retrouve des dépots de type lagunaires restreints riches en mattes algaires (*Mfm 6*), des dépôts de type tempestites riches en bioclastes divers et péloïdes (*Mfm 7*) et des dépôts de type péri-récifaux riches en débris de coraux tabulés, de coraux rugueux et de stromatopores (*Mfm 3*).

La Formation des Terres d'Haurs peut être modélisée comme une rampe monoclinale, à pente faible, permettant l'installation de « shoals » récifaux, balayée par les vagues de tempêtes (Fig. 23).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

MARENNE CENTRE

La Formation de Hanonet

(a') *séquence de milieu marin ouvert, modérément agité*

Cette séquence de microfaciès est en tout point similaire à la séquence (a). Elle se caractérise par une oscillation entre *Mfm 1 - 2* et *Mfm 7*. Elle s'adapte alors au modèle de rampe moyenne.

(b') *séquence de milieu marin ouvert, agité*

Cette séquence est dominée par des grainstones péloïdiques et bioclastiques (*Mfm 7*). Elle est relativement similaire à la précédente mais s'en différencie par l'absence de faciès plus distaux (*Mfm 1* et *Mfm 2*). Elle correspond également à la partie moyenne d'une rampe interne, mais avec des sédiments déposés en zone plus proximale.

La Formation de Hanonet, pour la coupe de Marenne Centre, enregistre les mêmes types de dépôts que ceux de la coupe de Marenne Est.

La Formation des Trois-Fontaines

(c') *séquence de milieu péri-récifale, agité*

Cette séquence se caractérise principalement par des microfaciès récifaux ou péri-récifaux. Ils correspondent au développement d'une lentille récifale (*Mfm 3* et *Mfm 4*).

La Formation des Trois-Fontaines n'apparaît ici qu'à partir de la lentille récifale. MABILLE *et al.* (2008), sur la base d'une fraction terrigène importante et la présence de laminites considèrent l'ensemble de cette coupe comme appartenant la Formation des Trois-Fontaines. Ils décrivent les variations enregistrées par cette coupe par rapport à ce qui est typiquement connu pour la Formation des Trois-Fontaines et se basent sur ces variations pour introduire le Membre de Marenne.

Dans ce travail, je conserve les Formations de Hanonet et des Trois-Fontaines et utilise pour limite la base de la lentille récifale.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Courbes de susceptibilité magnétique*** **(Fig. 22)**

L'analyse de la CSM est présentée similairement à celle développée pour les sites précédents (voir pp. 64-67 et 87-88). Les coupes de Marenne Centre et Est seront présentées séparément.

Les valeurs de susceptibilité magnétique varient globalement, pour Marenne Centre, entre à 1,0 et 9,0 E-08 m^3/Kg, et pour Marenne Est, entre 0,1 et 1,1 E-07 m^3/Kg. Trois phases et cinq évènements (Fig. 22) sont reconnus pour la coupe de Marenne Est. Deux phases et deux évènements (Fig. 22) sont reconnus pour la coupe de Marenne Centre.

MARENNE EST

• **PHASE 1** : Phase dont les valeurs de SM sont faibles à moyennes, comprises entre 2,0 et 3,0 E-08 m^3/Kg. Cette phase correspond à la Formation de Hanonet.

* EVENEMENT 1 : Situé à la base du levé de la coupe, cet évènement enregistre des valeurs de SM de 7,0 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENT 2 : Cet évènement est similaire à l'évènement précédent. Il semble corrélé avec un niveau argileux intercalé.

• **PHASE 2** : Phase dont les valeurs de SM sont extrêmement irrégulières, comprises entre 0,1 et 1,0 E-07 m^3/Kg. Elle correspond à la Formation des Trois-Fontaines.

• **PHASE 3** : Cette phase est proche de la PHASE 1 avec des valeurs globalement similaires. Trois pics d'intensité variable y sont distingués.

* EVENEMENT 3 : Valeurs de SM proches de 4,0 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENT 4 : Pic de plus forte intensité avec des valeurs légèrement supérieures à 8,0 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENT 5 : Valeurs de SM proches de 5,0 E-08 m^3/Kg.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

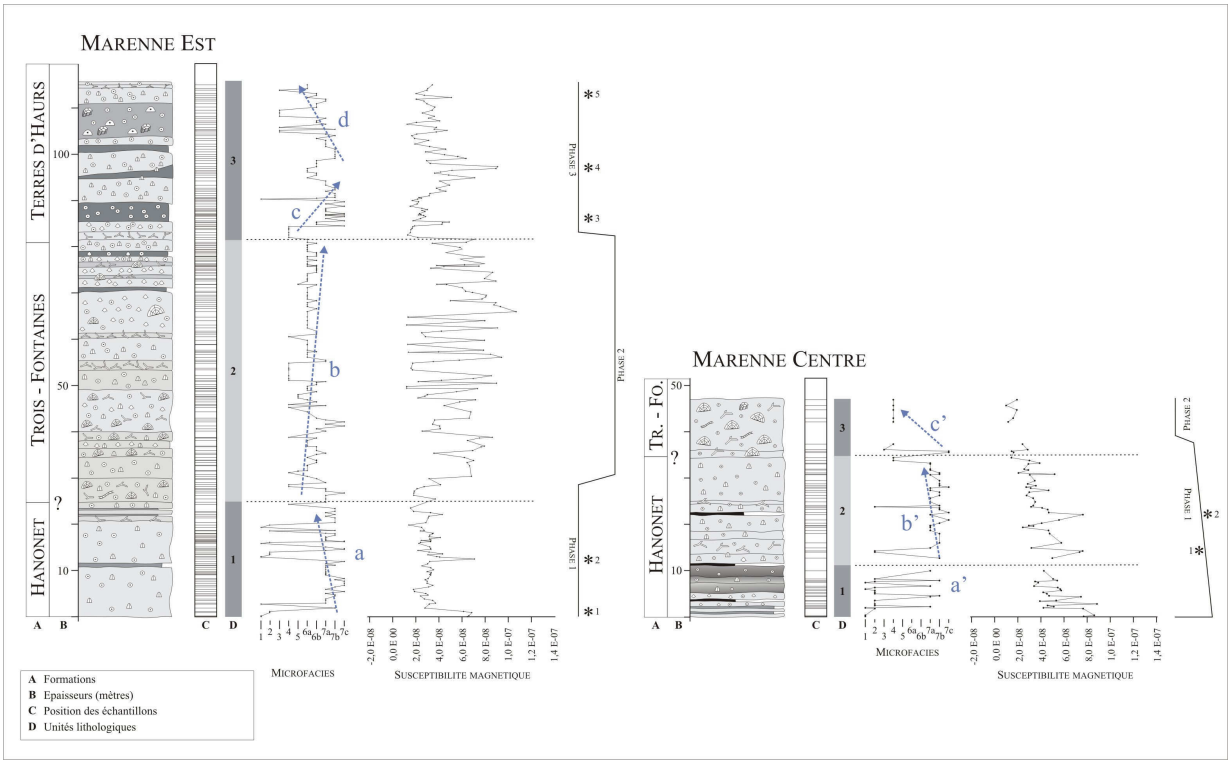


Fig. 22. Colonne sédimentologique synthétique, distribution des échantillons, unité lithologique, courbe d'évolution des microfaciès et courbe d'évolution de la susceptibilité magnétique (en m^3/Kg) pour la coupe de la carrière de Marenne. Les flèches indiquent les tendances exprimées par les courbes.

MARENNE CENTRE

• **PHASE 1** : Une première phase est reconnue pour la coupe de Marenne Centre. Les valeurs de SM fluctuent entre 1,0 et 9,0 E-08 m^3/Kg. La CSM montre une tendance décroissante nette et régulière. Cette phase est ponctuée par deux évènements interrompant la diminution des valeurs de SM. Cette phase chevaucherait les Formations de Hanonet et des Trois-Fontaines.

* EVENEMENTS 1 et 2 : Ces évènements ont des valeurs de SM de 8,0 E-08 m^3/Kg et semblent corrélés avec deux niveaux partiellement plus argileux.

• **PHASE 2** : les valeurs de SM sont faibles (comprises entre 1,0 et 2,0 E-08 m^3/Kg). Cette phase correspond à la lentille récifale.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

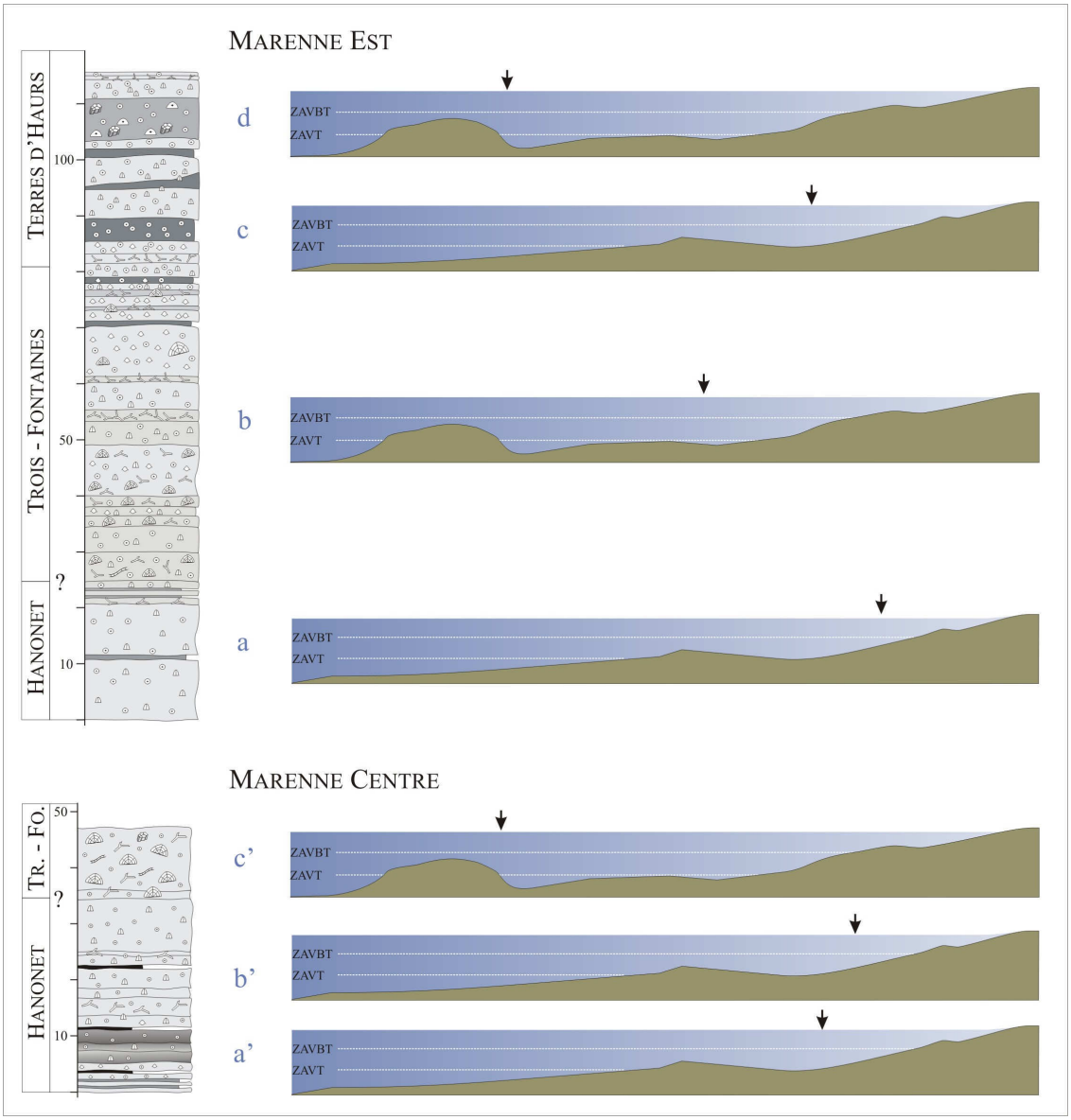


Fig. 23. Modélisation de l'évolution de la morphologie de la plate-forme – rampe au cours du Givétien (Hanonet > Terres d'Haurs) pour les coupes de Marenne (Est et Centre). La flèche indique le milieu de dépôt.

Section 4 *: La coupe du Griset, Boulonnais* **(Fig. 24 A-M)**

L'étude des faciès et microfaciès des carrières Stinkal du Boulonnais a été réalisée sur le matériel récolté par BRICE & MISTIAEN dans les années 80 en vue d'une étude globale (BRICE *et al.* 1988) du Dévonien du massif de Ferques (Boulonnais). Ce travail rassemble une étude structurale, faunique (stromatopores, brachiopodes, coraux, algues, ostracodes, algues, …) et sédimentologique. Notre objectif est de réinterpréter la sédimentologie du Boulonnais à l'aide des nouvelles méthodes et de comparer ce site, exceptionnel par sa conversation, aux terrains situés plus au sud en Avesnois et en Ardenne méridionale.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Les unités lithologiques***

L'étude des faciès est une synthèse du travail réalisé par PELHATE & PONCET (*in* BRICE *et al*. 1988), les affleurements utilisés à l'époque ayant, en grande partie, disparus et la continuité de la coupe n'étant plus assurée. Lors de cette étude, les auteurs avaient pu reconnaître sept grands ensembles de faciès dont nous redonnons brièvement les principales caractéristiques et conclusions. Ces unités lithologiques ne couvrent pas la partie sommitale de la Formation de Blacourt (Fig. 24 A-B-C-D).

Unité 1 : (Bancs 24 à 39, soit 7.90 m)

Il s'agit d'une alternance d'argiles et de bancs carbonatés, riches en quartz représentant des milieux d'énergie faible à moyenne. Il s'agirait de sédiments déposés en zone infratidale, avec proximité de zones émergées. La faune est peu diversifiée et composée majoritairement de crinoïdes, de brachiopodes, de gastéropodes et d'ostracodes.

Unité 2 : (Bancs 40 à 53, soit 18.20 m)

Cet ensemble est caractérisé par une sédimentation carbonatée. Les conditions énergétiques étaient fortes et sont mises en évidence par la présence de stratifications entrecroisées et de ravinements. Ces dépôts caractériseraient la mise en place d'une barrière récifale sur un substrat précocément induré, isolant un lagon. La faune est plus diversifiée et se compose, en plus des groupes cités précédemment, de coraux tabulés, de polypiers, de stromatopores et de bryozoaires.

Unité 3 : (Bancs 54 à 106, soit 31.50 m)

Il s'agit de dépôts calcaires mis en place sous faible énergie, avec traces de remaniement qui pourraient indiquer des augmentations régulières d'énergie. Un niveau récifal (NR1 *sensu* MISTIAEN *in* BRICE *et al.* 1988) implanté sur un conglomérat est observé. La faune est diversifiée. La présence du récif indiquerait un milieu infratidal, avec variations du niveau marin (liées à une phase transgressive).

Unité 4 : (Bancs 107 à 120, soit 12 m)

Les sédiments sont composés de calcaires caractéristiques d'un milieu de faible énergie. Le sommet de la série est composé d'argile. Des figures de remaniement montrent localement une augmentation de l'énergie. La faune est marine et décroît au sommet de la séquence. Cet

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

ensemble caractériserait le milieu infratidal ; la réduction de faune induirait un milieu plus restreint et peu profond (séquence régressive).

Unité 5 : (Bancs 201 à 158, soit 21 m)

La série est composée de calcaires à grain fin à grossier. L'énergie de dépôt est donc variable mais semble majoritairement calme. Des traces de ravinement et des stratifications entrecroisées montrent des périodes d'agitation. Le sommet de la série, composé d'argilites, laisse apparaître des traces de dessication, preuve de l'émersion. La faune est composée, à la base, de gastéropodes et d'ostracodes. Elle se diversifie progressivement (stromatopores et coraux), sans former pour autant de vrais niveaux construits. PELHATE & PONCET (1988) signalent la présence d'un niveau stromatolithique (Fig. 24 G) particulier (NR2). Le haut de la série se caractérise par des sédiments azoïques. Le milieu de sédimentation serait de type intertidal, soumis à des tempêtes (calcaires grossiers) et des exondations (évaporites).

Unité 6 : (Bancs 159 à 303, soit 13 m jusqu'au sommet du NR 4)

La série montre une alternance entre des bancs carbonatés et des niveaux plus argileux. Les bancs d'argilites contiennent le 3ème niveau récifal (Fig. 24 I) algaire (NR3). La faune est assez diversifiée et comprend des niveaux repères à ostracodes et constructions algaires. Cette succession et la mise en place particulière des biohermes algaires (MISTIAEN & PONCET 1983) suggèreraient un cycle transgressif avec le passage de la zone intertidale à infratidale.

Unité 7 : (Du NR 4 jusqu'au front de taille, soit 45 m)

Cet ensemble est constitué de calcaires oolithiques et peloïdiques. La faune se compose de stromatopores, de polypiers et de gastéropodes (murchisonies). La mise en place de ces niveaux s'est faite sous une énergie moyenne à forte. Cette série suggèrerait une séquence régressive et l'amorce d'une séquence transgressive.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

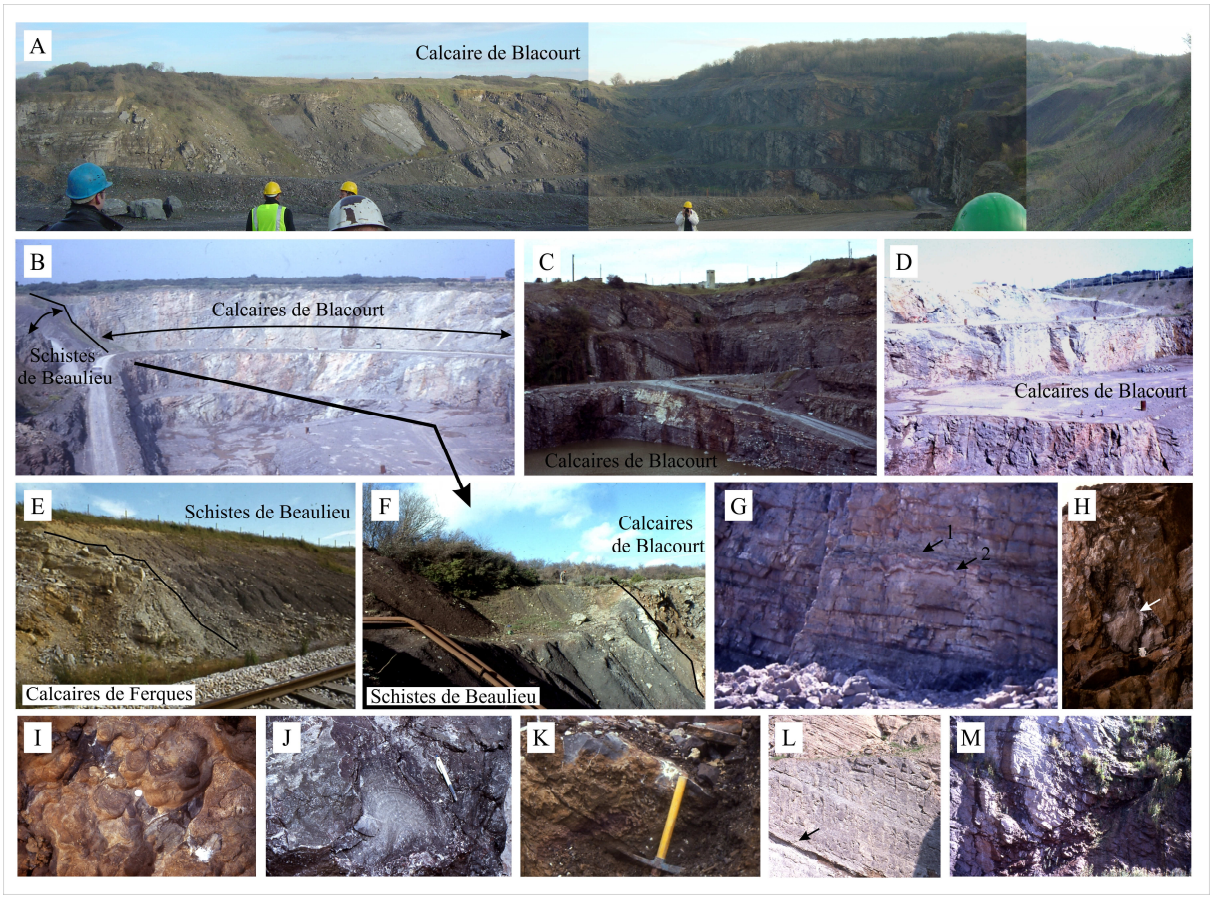


Fig. 24. A- Carrière du Griset ; **B-** Carrière du Banc Noir, Front Ouest et Sud ; **C-** Carrière du Banc Noir, Front Est ; **D-** Carrière du Banc Noir, Front Nord et Est ; **E-** Coupe de la tranchée de Ferques ; **F-** Carrière du Banc Noir, Contact Fm. Blacourt – Fm. Beaulieu ; **G-** Carrière du Banc Noir, 1- 2ème niveau schisteux de MAGNE (1964), 2- Niveau stromatolithique ; **H-** Carrière du Banc Noir, Colonie de tétracoralliaire ; **I-** Niveau récifal de la tranchée de Ferques ; **J-** Niveau récifal de la carrière du Banc Noir ; **K-** 2ème niveau à Scoliopora de la tranchée de Ferques ; **L-** Carrière du Banc Noir, 1er niveau schisteux de MAGNE (1964) ; **M-** Carrière du Banc Noir, Front Est, Faille F2 (BRICE 1988).

¤ ***Description des microfaciès***

Mfb 1 Mudstone – Wackestone argileux à tentaculites et ostracodes (Pl. VI, Fig. 8)

Section type : B – Gr 110.2

Ce microfaciès correspond à des mudstones et des wackestones. Il se caractérise par une microfaune principalement constituée de fragments d'ostracodes, de tentaculites et plus rarement de bryozoaires et de gastéropodes.

La matrice est une micrite, parfois localement bioturbée.

Les remaniements liés à la bioturbation sont argileux et renferment des grains de pyrite.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfb 2 Wackestone – Packstone argileux à crinoïdes, brachiopodes et bryozoaires (Pl. VII, Fig. 1)

Section type : B – Gr 94 ; 139A

Ce microfaciès est constitué de wackestone et de packstone localement argileux.

La faune se compose par ordre d'importance d'ostracodes, de brachiopodes, de bryozoaires, de crinoïdes, de tentaculites et de rares trilobites. La matrice est une micrite. Des passées plus grossières révèlent parfois une microsparite.

Des lithoclastes micritiques sombres et arrondis sont parfois observés. De rares péloïdes ovoïdes et des cristaux de pyrite s'insinuent parfois au sein des bioturbations.

Mfb 3 Boundstone à stromatopores, coraux rugueux et tabulés (Pl. VII, Fig. 2)

Section type: B – Gr 95.2

Mfb 3 correspond à des grainstones récifaux.

Les bioclastes sont des stromatopores (majoritaires), des coraux tabulés et rugueux, puis des brachiopodes, des trilobites, des ostracodes et quelques algues.

Le ciment est composé de larges cristaux de sparite.

Mfb 4 Floatstone à fragments de coraux et bioturbations (Pl. VII, Fig. 3)

Section type : B – Gr 69

Mfb 4 se compose principalement de wackestones.

Les débris récifaux (stromatopores, tabulés et rugeux) caractérisent ce microfaciès et sont accompagnés de brachiopodes, de gastéropodes et de quelques crinoïdes.

La matrice est une micrite relativement sombre.

Mfb 5 Boundstone à codiacées, serpules et gastéropodes (Pl. VII, Fig. 4)

Section type : B – Gr 317.3

Ce microfaciès se compose de packstone renfermant de larges plages calcitiques.

Les bioclastes sont de rares ostracodes et d'abondants gastéropodes. Ces bioclastes sont très fragmentés. Les vers serpulidés sont très nombreux et en association avec les algues codiacées (*sphaerocodium*). De rares calcisphères sont observées.

La matrice est une micrite parfois cimentée en sparite.

Ces packstones montrent régulièrement des teneurs en quartz comprises entre 15 et 20 %. Ces grains de quartz sont généralement agglomérés.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfb 6 Grainstone – Rudstone à bioclastes triés et lithoclastes (Pl. VII, figs. 5-6)

Section type : B – Gr 180 ; 400

Ce microfaciès se caractérise par des grainstones et rudstones bioclastiques.

Les bioclastes, généralement bien triés, sont des gastéropodes (parfois remaniés), des brachiopodes, des crinoïdes, des coraux tabulés (Alvéolitidés et Thamnoporidés), des coraux rugueux, et plus rarement des ostracodes. Des algues (codiacées) sont localement présentes.
Le ciment est une sparite équigranulaire.

Des traces de dolomitisation et d'ankeritisation sont régulièrement observées. Des lithoclastes micritiques, à bordures anguleuses, s'ajoutent aux éléments figurés.

Mfb 7 Wackestone – Packstone (à rares grainstones), riche en gastéropodes, crinoïdes et localement quartzeux (Pl. VII, figs. 7-8)

Section type : B – Gr 65 ; 68a

Ce microfaciès se compose de wackestones, de packstones et de grainstones.

Les bioclastes, brisés, sont principalement des gastéropodes, des brachiopodes, des crinoïdes, plus rarement des bryozoaires et quelques débris d'origine récifale. Les paléosiphonocladales sont également bien représentées.

De nombreuses passées quartzeuses (atteignant parfois 15%) sont visibles dans les textures de type wackestone.

Les wackestones et packstones se caractérisent par une matrice micritique partiellement argileuse, les grainstones par un ciment sparitique équigranulaire.

Ce microfaciès est marqué par une importante dolomitisation. Des lithoclastes micritiques, parfois péloïdiques, ainsi que des bioturbations sont localement observés.

Mfb 8 Packstone micropéloïdique et microbioclastique (Pl. VIII, Fig. 1)

Section type : B – Gr 168

Ce microfaciès se compose de packstone et de grainstone.

La faune se compose par ordre d'abondance, de gastéropodes, d'ostracodes, de brachiopodes et de rares tentaculites. Quelques encroûtements algaires sont parfois présents.
La matrice est une micrite, parfois cimentée en microsparite, localement argileuse, souvent dolomitisée.

Les péloïdes, ovoïdes, à contours diffus ont une taille comprise entre 40 et 100 µm. La pyrite apparaît régulièrement en petits cristaux cubiques. Des bioturbations, avec localement des péloïdes, sont observés.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfb 9 Grainstone bioclastique parfois crinoïdique (Pl. VIII, Fig. 2)

Section type : B – Gr 39

Ce microfaciès correspond à des grainstones très bioclastiques.

L'assemblage est varié mais trois groupes dominent : les gastéropodes, les brachiopodes et les crinoïdes. Les bioclastes sont triés. De rares débris algaires sont parfois observés.

Le ciment est une sparite équigranulaire, avec parfois des traces de dolomitisation. Le quartz n'excède jamais les 3 %.

Mfb 10 Packstone – Grainstone péloïdique, bioclastique, lithoclastique à laminations (Pl. VIII, Fig. 3)

Section type : B – Gr 142 ; B – FJ 11.3

Ce microfaciès se compose en majorité de grainstone et plus rarement de packstone.

Les bioclastes sont variés et principalement dominés par des brachiopodes, des ostracodes, des gastéropodes et des crinoïdes. Des encroûtements algaires formant de petites colonnettes se rapprochent des structures thrombolithiques du *Mfb 12*.

Le ciment est une sparite avec localement des résidus de matrice primaire.

Quelques lames renferment des oolithes légèrement déformés. De fins péloïdes, souvent amalgamés, dont la taille varie entre 40 et 100 µm, s'agencent régulièrement en structures laminaires. Le quartz n'excède que très rarement les 1%. Des lithoclastes de formes variées, petits et anguleux, grands et arrondis, sont localement présents.

Mfb 11 Grainstone oolithique, péloïdique et bioclastique, parfois faiblement argileux (Pl. VIII, Fig. 4)

Section type : B – Gr 12

Ce microfaciès se compose exclusivement de grainstones.

Il se caractérise par une alternance régulière de lamines, parfois entrecroisées, d'oolithes (0,2 à 0,4 mm) et de péloïdes ovoïdes (70 à 200 µm). De rares bioclastes, composés de fragments de coquilles de brachiopodes et d'ostracodes, sont observés au sein des niveaux péloïdiques.

Le ciment sparitique, équigranulaire, présente localement de grandes porosités. Des résidus de matrice argileuse y sont parfois visibles. De rares lames minces présentent une matrice micritique et s'apparentent à des wackestones oolithiques.

Des lithoclastes micritiques s'intercalent localement dans les lamines péloïdiques.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfb 12 Wackestone à colonettes thrombolithiques (Pl. VIII, Fig. 5)

Section type : B – Gr 121

Ce microfaciès se compose de wackestone et de grainstone. Il se caractérise par la croissance de structures thrombolithiques en colonnettes. Ces colonnes, dont la hauteur varie entre 1,3 et 3 cm, sont régulièrement affectées par la présence de vers serpulidés. De rares crinoïdes et brachiopodes sont également présents.

Mfb 13 Grainstone oolithique à encroûtement stromatolithique (Pl. VIII, figs. 6-7)

Section type : B – Gr 7.2

Ce microfaciès se caractérise par des grainstones oolithiques et péloïdiques encroûtés par des niveaux stromatolithiques. Les oolithes et les péloïdes se disposent en lits réguliers. Les péloïdes sont ovoïdes, leur contour est net et leur taille varie entre 10 et 20 µm. Les oolithes, subcirculaires à circulaires, ont une taille comprise entre 0,3 et 1,6 mm. Les stromatolithes tronquent régulièrement la surface des oolithes.

Des vers serpulidés s'intercalent dans les cavités (fenestrae) formées au sein de stromatolithes.

Le ciment sparitique apparaît microgranulaire au contact des éléments et se compose de grands cristaux dans les interstices.

De rares lithoclastes micritiques sont visibles.

Mfb 14 Mudstone – Grainstone à laminations (Pl. VIII, Fig. 8)

Section type : B – Gr 118 ; 120

Ce microfaciès se compose de mudstones entrecoupés par des lamines plus ou moins larges de grainstones quartzeux. Le quartz constitue 15 à 20 % des lamines ; les micas, en fines paillettes, représentent environ 10 %. Les lamines sont régulièrement entrecroisées (HCS).

Les bioclastes sont très peu représentés (fantômes d'ostracodes et de brachiopodes). La matrice est une micrite fine partiellement dolomitisée et pyritisée.

¤ ***Interprétation des microfaciès*** **(Fig. 25)**

Mfb 1 est similaire au *Mfg 1* et *Mfh 1* (pp. 53, 74). Il correspond à un milieu marin ouvert situé sous la Z.A.V.

Mfb 2 est l'équivalent du *Mfg 2* (p. 54). Il se situe en milieu marin calme et profond, à la limite de la Z.A.V.T.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Mfb 3 est un équivalent de *Mfg 5* et *Mfh 4* (pp. 55, 75). *Mfb 3* correspond à la barrière récifale.

Mfb 4 est similaire à *Mfg 6* et *Mfh 5* (pp. 55, 75). Il caractérise la partie péri-récifale protégée.

Mfb 5, proche du *Mfg 7* (p. 55), correspond à de petites constructions algaires dominées par les codiacées. Les vers serpulidés trouvent alors dans ce contexte un milieu propice à leur développement. La présence de quartz s'explique par la proximité du littoral et l'existence probable de chenaux facilitant l'apport de ces éléments terrigènes plus large. L'élaboration de ces édifices algaires indique un milieu de plate-forme interne, peu profonde, et à agitation modérée. Ce microfaciès peut se rapprocher du SMF 7 de WILSON (1975).

Mfb 6 se rapproche du *Mfg 10* (p. 56) qui traduit un milieu de plate-forme interne et péri-récifal, à la limite de la Z.A.V.

Mfb 7 est similaire au *Mfg 8* (p. 56). Il caractérise un milieu subtidal calme, sous l'influence de milieux plus agités.

Mfb 8 correspond à un microfaciès de milieu relativement ouvert par l'abondance de sa faune variée (brachiopodes, ostracodes, tentaculites et gastéropodes). La présence de bioturbations partiellement comblée de péloïdes indique un milieu relativement calme. *Mfb 8* se situe sur la rampe médiane sous ou à proximité de la Z.A.V.

Mfb 9 est similaire au *Mfm 7c* (p. 97) et correspond à la plate-forme interne, peu profonde, à la limite de la Z.A.V.

Mfb 10 est un microfaciès intermédiaire entre *Mfb 11* et *Mfb 12* (pp. 110, 111). La présence de structures algaires particulières tend à le rapprocher de *Mfb 12* ; cependant son caractère plus subtidal (cf. *Mfb 11*) est mis en évidence par la présence d'oolithes, de lithoclastes remaniés et de faune plus variées (brachiopodes, ostracodes, …).

Mfb 11 est similaire au *Mfg 14* (p. 58). Il traduit des environnements de haute énergie le long de cordons oolithiques.

Mfb 12 correspond à des développements algaires en milieu calme, permettant l'élaboration de structures en colonnettes. La présence de crinoïdes et de brachiopodes, souvent à valves disjointes, induit des agitations temporaires du milieu. Ce microfaciès peut être comparé au *Mfh 20* (p. 80). *Mfb 12* correspond donc à un milieu intertidal, peu profond, à proximité de la Z.A.V. Ce microfaciès n'a pas d'équivalent dans la littérature.

Mfb 13 est similaire au *Mfg 14* (p. 58). Il ne s'en distingue que par la présence d'encroûtements stromatolithiques. Les stromatolithes correspondent à des constructions microbiennes laminaires (RIDING 2000). Ils traduisent des environnements de haute énergie,

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

généralement en milieu intertidal (stromatolithes laminaires), le long de cordons oolithiques (présence de grainstones oolithiques), proche de l'émersion (présence de fenestrae).

Mfb 14 est similaire à *Mfg 15* et *Mfh 21* (pp. 58, 80). Il correspond à un environnement de dépôt intertidal, mis à l'émersion sous l'influence des marées.

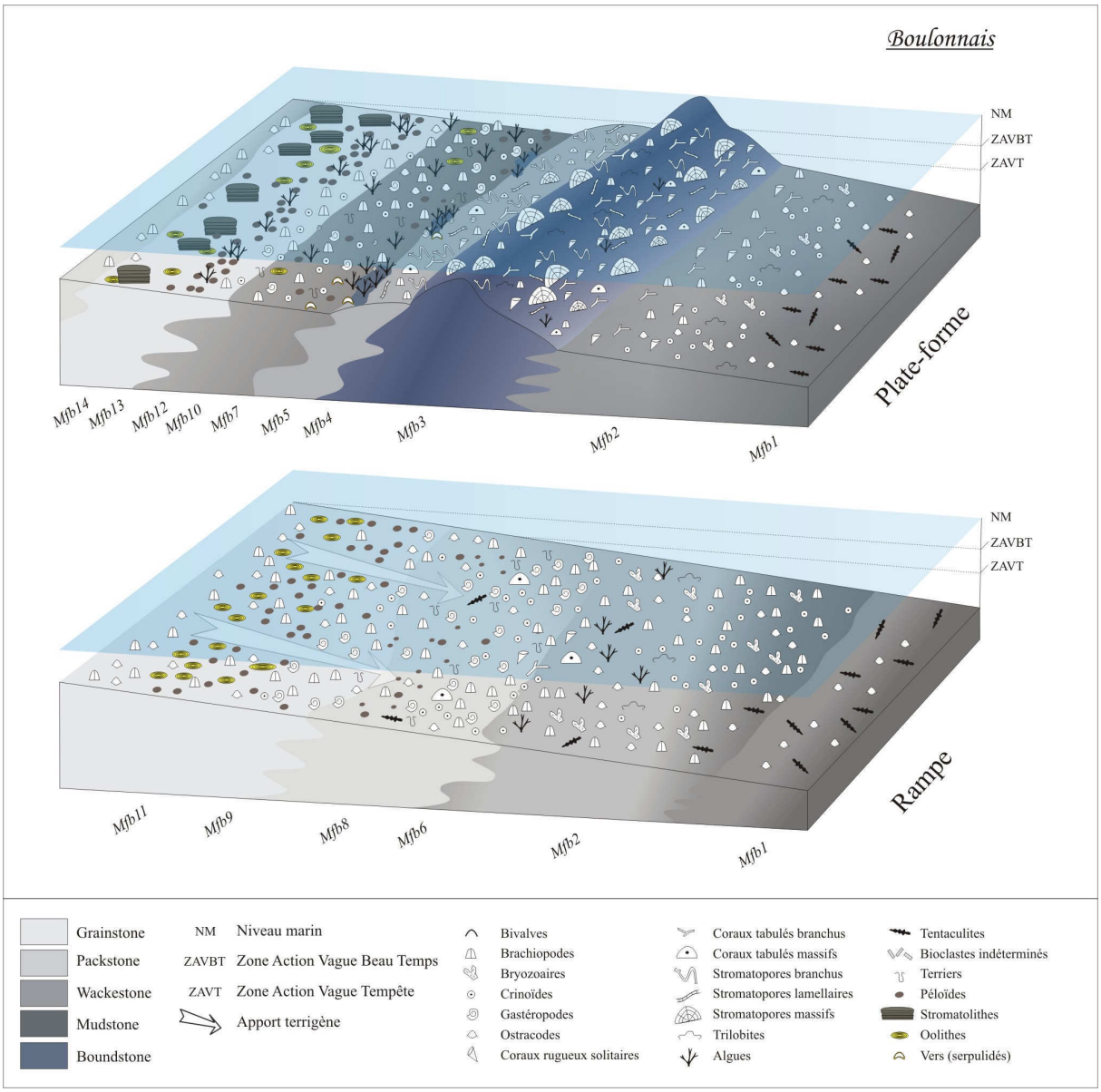


Fig. 25. Modèle de reconstruction paléoenvironnementale proposé pour le Boulonnais.

¤ ***Evolution des microfaciès*** **(Fig. 26 et 27)**

L'analyse de ces microfaciès est basée sur le matériel récolté par différents auteurs lors de la réalisation du mémoire sur le Boulonnais (BRICE *et al.* 1988). Les différents sites étudiés n'ont pu être que partiellement visité et ma connaissance de ces terrains reste donc

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

approximative. L'ensemble du matériel utilisé dans les années 1980 pour l'analyse sédimentologique se révèle trop ponctuel. Ce crée de nombreux hiatus dans les logs ainsi qu'un lissage de la courbe de susceptibilité magnétique. Pour ce site, la résolution de l'évolution des microfaciès sera, moins précise que pour les précédents. J'utiliserai donc plus largement les travaux de PELHATE & PONCET (1988) au cours de ce paragraphe.

La Formation de Blacourt

(a) *séquence de milieu infratidal, à énérgie moyenne à forte*

Cette séquence (Fig. 26) se caractérise par des grainstones bioclastiques (*Mfb 9*), parfois péloïdiques et oolithiques (*Mfb 11*). La présence de passées argileuses et de quartz détritique dans *Mfb 11* semble indiquer un milieu relativement proximal, en relation avec des terres émergées, permettant des apports éoliens (PELHATE & PONCET, *in* BRICE *et al.* 1988). Les grainstones et la présence d'oolithes indiquent des milieux régulièrement agités par l'action des courants.

(b) *séquence de milieu récifal, à forte énergie*

Cette deuxième séquence (Fig. 26) est marquée par la présence de boundstones à coraux et stromatopores (*Mfb 3*). La présence de cette faune récifale variée indique un changement du milieu (Fig. 27). Les dépôts se font en milieu plus calme et permettent l'implantation du récif. Cependant, la fraction démantelée de la faune est importante et indique des périodes régulières de forte énergie. PELHATE & PONCET (1988) signalent la présence de niveaux d'accumulation (oolithique) permettant, par la suite, l'édification d'une barrière récifale éphémère (présence de polypiers), fixée sur un substrat précocement induré (trace de remaniement de galets).

(c) *séquence de milieu lagunaire semi-restreint, ponctuellement proche de l'émersion*

L'édification de la barrière récifale de la séquence précédente a permis d'isoler un lagon caractérisé par les wackestones-packstones à gastéropodes et algues (*Mfb 7*). Ce lagon, proche de la barrière récifale (*Mfb 3*), s'est développé à faible profondeur dans un milieu semi-restreint (présence régulière de brachiopodes, crinoïdes, etc). L'apparition de niveaux stromatolithiques (*Mfb 13*) et de laminites (*Mfb 14*) dans la partie sommitale de cette séquence suggère un comblement rapide de la lagune (PELATHE & PONCET, *in* BRICE *et al.* 1988), afin de parvenir presque à l'émersion.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les séquences (b) et (c) peuvent donc se résumer par :

1- la mise en place d'une barrière, le plus souvent d'origine récifale,

2- l'isolement d'une lagune partiellement restreinte,

3- le comblement rapide de la lagune,

4- la réduction de la tranche d'eau et le développement de niveaux stromatolithiques.

Ces deux séquences (Fig. 26 et 27) suggèrent donc une oscillation rapide autour d'un cycle T-R (Transgression-Régression).

(d) *séquence de milieu péri-récifal, sous forte influence des courants*

La base de la séquence (Fig. 26) est marquée par la présence de mudstone-wackestone (*Mfb 1* et *Mfb 2*) argileux à faune caractéristique d'un milieu ouvert (tentaculites, ostracodes, bryozoaires, …). Ils indiquent une réouverture vers le large du milieu de sédimentation, provoquée par la destruction de la barrière d'accumulation à tendance récifale [voir séquence (b)].

La partie supérieure de la séquence caractérise de nouveau l'implantation d'une unité récifale [marquée par la présence de boundstone (*Mfb 3*) et floatstone récifaux (*Mfb 4*)]. La présence des floatstones à débris récifaux suggère un milieu à forte énergie. PELHATE & PONCET (*in* BRICE *et al.* 1988) indiquent une implantation différente du récif. Certains secteurs ne permettent pas une implantation massive des récifs mais seulement un peuplement lâche sur le fond marin, alors qu'au Nord-Ouest de la carrière du Griset, une barrière récifale consolidée (Fig. 27) existe (Niveau récifale R1 de LE MAITRE). Au sein de cette barrière s'insinuent des résidus de niveaux d'accumulation oolithique de la séquence précédente (*Mfb 11*). Cela confirme que le milieu a été balayé par les courants. Cette séquence peut être interprétée comme une séquence transgressive.

(e) *séquence de milieu lagunaire semi-restreint, ponctuellement proche de l'émersion*

La séquence (e) correspond à un milieu lagunaire semi-restreint marqué par la présence de *Mfb 7* ; cette lagune va se combler rapidement (Fig. 27) pour mettre presque à l'émersion le fond marin où vont alors se développer des constructions stromatolithiques (*Mfb 13* et *Mfb 14*). Cette séquence est très similaire à la séquence (c). Elle semble se répéter deux fois (Fig. 26) au cours de cette séquence (e), ce qui indique de faibles variations de la tranche d'eau.

Les séquences (d) et (e) caractérisent de nouveau un cycle T-R.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

(f) *séquence de milieu lagunaire à faible énergie*

Cette séquence (Fig. 26 et 27), plus brève que la précédente, correspond également à un milieu lagunaire. Elle se compose de boundstones à codiacées (*Mfb 5*) et de rudstones bioclastiques et crinoïdiques (*Mfb 6*). Le milieu de sédimentation est similaire à la zone précédente ; cependant l'énergie au sein du milieu est nettement différente. Des périodes relativement calmes permettent l'implantation des biohermes algaires. Elles sont suivies par des périodes plus agitées, avec un remaniement plus grand des sédiments et un mixage plus important des faunes (*Mfb 6*). Cette séquence apparaît comme une transition avant un cycle transgressif.

(g) *séquence de milieu infratidal*

Cette séquence (Fig. 26) se caractérise par un large panel de microfaciès (10 microfaciès représentés sur les 14 reconnus) lié à de nombreuses variations eustatiques. Le début de la séquence est marqué, dans un premier temps, par des packstones-grainstones bioclastiques, péloïdiques et lithoclastiques à laminations (*Mfb 10*), puis par des microfaciès thrombolithiques (*Mfb 12*). Ces microfaciès traduisent un milieu lagunaire (présence d'algues, structure en colonnette) mais évoque également un contact régulier avec le milieu marin ouvert (faune variée, texture de type grainstone). L'énergie est généralement modérée et ponctuellement agitée.

Le haut de la séquence est plus perturbé avec des microfaciès qui s'étendent (Fig. 27) depuis le milieu infratidal (*Mfb 1* et *Mfb 2*), le milieu péri-récifal et lagunaire (*Mfb 3* à *Mfb 9*), jusqu'à des milieux plus proximaux (*Mfb 14*). Cette large variation est le signe d'une phase transgressive principale marquée par une hétérogénéité des dépôts, ponctuée de phases régressives.

(h) *séquence de milieu récifal, à forte énergie*

Cette séquence est similaire à la séquence (d). Elle correspond à l'implantation progressive d'une barrière récifale (présence de *Mfb 3* et *Mfb 4*). Les floatstones montrent que l'énergie du milieu est élevée mais la présence ponctuelle de microfaciès à tendance lagunaire restreinte (*Mfb 7*) indique que la barrière s'est bien développée et a permis d'isoler temporairement un lagon. Cette séquence correspond à un cycle transgressif.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

(i) *séquence de milieu lagunaire*

La barrière récifale édifiée dans l'unité précédente aboutit à l'isolement d'un arrière-récif lagunaire, caractérisé par *Mfb 7*. Des variations verticales de la tranche d'eau sont marquées par le développement périodique de structures thrombolithiques (*Mfb 12*) en milieu peu profond. Cette séquence correspond à un cycle régressif.

(j) *séquence de milieu subtidal*

Cette dernière séquence est marquée par la présence des *Mfb 1* et *Mfb 2*. Ces microfaciès suggèrent une période transgressive permettant la réouverture vers le large du milieu de sédimentation.

¤ ***Courbes de susceptibilité magnétique***

L'analyse de la CSM est présentée similairement à celle développée pour les sites précédents (voir pp. 64-67, 87-88 et 102-103). Les mesures de SM réalisées pour la coupe du Boulonnais ont été réalisées à partir d'échantillons de collection. Le levé de la coupe étant antérieur à cette étude et n'ayant pu être réalisé de nouveau, la densité des mesures est plus faible que pour les autres sites de cette thèse. Cette disparité semble biaiser les résultats créant un lissage de la CSM. Une seule phase, ponctuée de quatre évènements mineurs, est alors reconnue pour le Boulonnais.

Les valeurs de susceptibilité magnétique varient faiblement (entre 1,0 et 6,0 E-08 m^3/Kg).

• **PHASE 1** : Phase dont les valeurs de SM sont faibles à moyennes, comprises entre 1,0 et 4,0 E-08 m^3/Kg. L'absence d'échantillons dans les niveaux très argileux et l'espacement parfois très lâche des mesures ne permettent pas une analyse détaillée.

* EVENEMENT 1 : Pic ayant la plus forte magnitude avec des valeurs de SM proches de 6,5 E-08 m^3/Kg.

* EVENEMENTS 2, 3 et 4 : Trois pics de faible intensité avec des valeurs de SM comprises entre 3,5 et 5,0 E-08 m^3/Kg.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

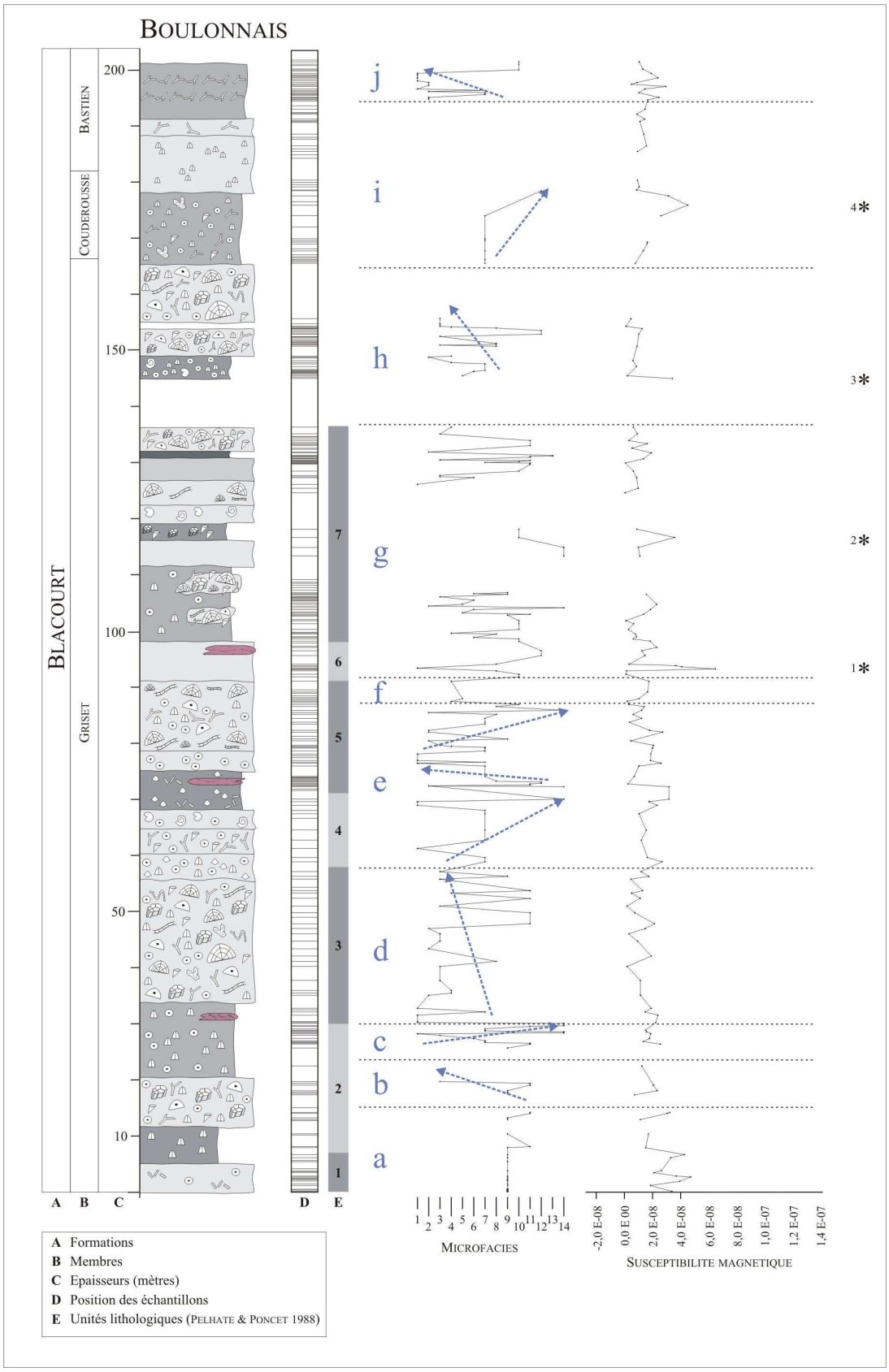


Fig. 26. Colonne sédimentologique synthétique, distribution des échantillons, unité lithologique, courbe d'évolution des microfaciès et courbe d'évolution de la susceptibilité magnétique (en m^3/Kg) pour la coupe de la carrière du Griset. Les flèches indiquent les tendances exprimées par les courbes.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

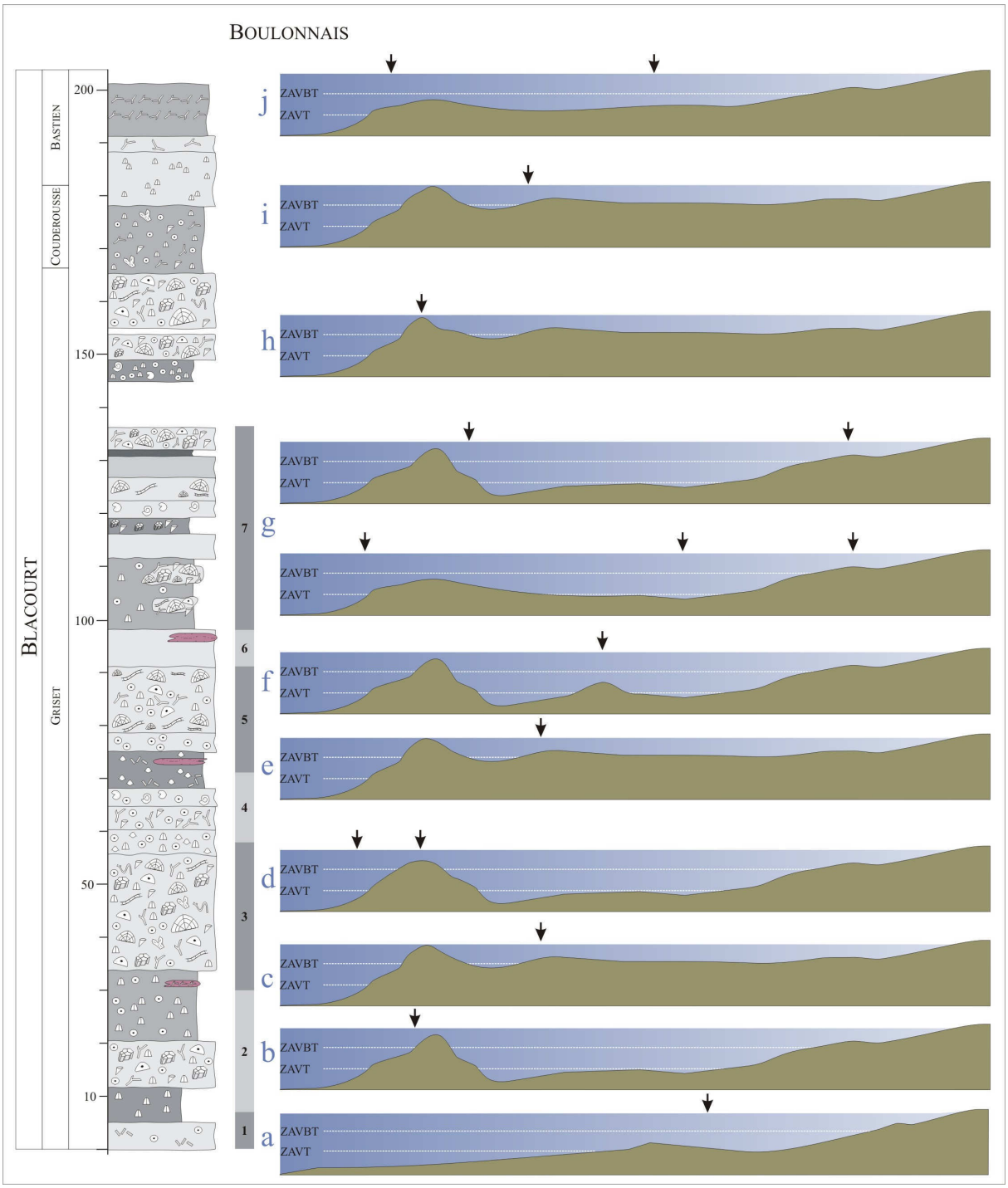


Fig. 27. Modélisation de l'évolution de la morphologie de la plate-forme – rampe au cours du Givétien (Blacourt) pour la coupe du Boulonnais. La flèche indique le milieu de dépôt.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

1.2.2 Synthèse

¤ *Les milieux de dépôts*

L'ensemble des microfaciès des quatre coupes peut être modélisé selon deux modèles, rampe ou plate-forme, et par dix milieux de dépôt, résumé ci-dessous (Fig. 28).

01 Milieu marin ouvert situé sous ou à proximité de la ZAV,
02 Milieu périrécifal ouvert fortement agité,
03 Barrière récifale, agité
04 Milieu périrécifal semi-restreint modérément agité,
05 Milieu subtidal restreint situé sous la ZAV,
06 Milieu subtidal, développement de bancs algaires et/ou d'édifices récifaux,
07 Milieu de rampe médiane, parfois sous l'influence d'apports détritiques, situé dans ou à proximité de la ZAV,
08 Milieu subtidal ouvert ou restreint,
09 Milieu intertidal ouvert,
10 Milieu intertidal semi-restreint (lagune) ponctuellement à l'émersion,

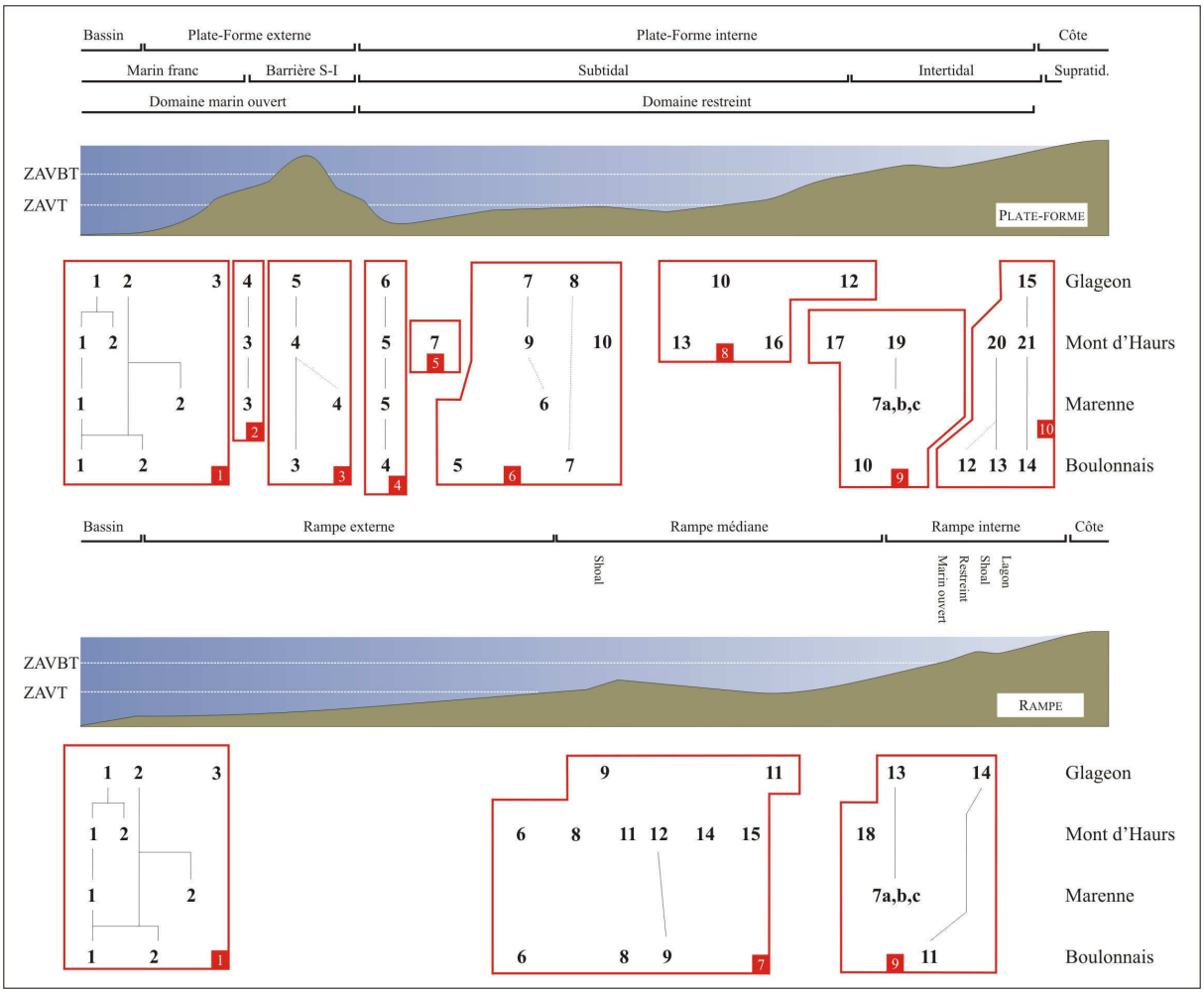


Fig. 28. Distribution et liens entre les différents microfaciès adaptés aux modèles de dépôts de Plate-forme et/ou de Rampe.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***La susceptibilité magnétique***

La susceptibilité magnétique a été globalement employée pour établir des corrélations paléogéographiques (à différentes échelles : intrabassin ; interbassin ; interrégion ; intercontinent) pour des périodes englobant les limites d'étages (CRICK *et al.* 1994, 1997 ; ELLWOOD *et al.* 1999). Les corrélations sont faites sur la base de pics significatifs de susceptibilité magnétique, lesquels sont isochrones et indépendants du faciès (lithologie). Ces auteurs montrent également que les variations de la susceptibilité magnétique, liées à l'éloignement de deux bassins, sont minimes.

Différents travaux, portant sur l'utilisation de la SM, ont été menés sur les terrains dévoniens (Givétien – Frasnien). Je présente ci-après une brève synthèse des résultats apportés par ces études.

CRICK *et al.* (1997) utilisent la susceptibilité magnétique dans les bassins du Tafilalt et du Mader au Maroc pour décrire la transition Eifélien – Givétien. Ils montrent que la fin de l'Eifélien se caractérise par une phase transgressive qui se traduit par un évènement abiotique. Celui-ci entraîne une diminution de la SM liée à l'augmentation du niveau marin. Le début du Givétien enregistre, quant à lui, une régression. Les oscillations du niveau marin sont responsables de la variation des valeurs de susceptibilité magnétique à la limite Eifélien – Givétien en Europe et au Maroc (CRICK *et al.* 1997).

ELLWOOD *et al.* (1999) indiquent, lors d'une seconde étude dans le bassin du Tafilalt, qu'un évènement régressif est présent à la transition Givétien - Frasnien (démontré par l'enregistrement de valeurs élevées de SM).

DA SILVA & BOULVAIN (2003) démontrent, pour les coupes d'Aywaille et de Tailfer (Frasnien, Ardenne), que le signal de SM, pour les dépôts marins carbonatés, n'est pas corrélé à des faciès spécifiques mais plutôt à des séquences de faciès ou plus précisément à des unités sédimentologiques. Ces deux auteurs (DA SILVA & BOULVAIN 2006) signalent que les variations de SM sont liées à la proximalité des dépôts. Ainsi la SM sera faible pour les unités récifales, plus forte pour les unités lagunaires, et sera de nouveau faible pour les unités déposées en milieu supratidal (milieux affectés par la pédogenèse). La SM est donc liée aux environnements de dépôt et donc corrélable aux variations du niveau marin. Finalement, ils indiquent pour le Frasnien de Belgique que la SM a permis d'établir des corrélations plus précises que les biozonations à conodontes, mais également que cette technique ne peut se suffire à elle même.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Interprétation des CSM (Fig. 29)

DA SILVA & BOULVAIN (2004) ont montré que les valeurs de susceptibilité magnétique sont corrélées aux variations faciétales des unités sédimentaires. Ainsi les faciès récifaux se distingueront des faciès lagunaires par des valeurs de SM plus faibles. Les valeurs de SM pour les coupes de Glageon et des fortifications du Mont d'Haurs montrent clairement cette tendance. Les phases (2) et (4) à Glageon et les phases (2), (4) et (6-8) au Mont d'Haurs ont des valeurs de SM faibles (globalement comprises entre 0,01 et 0,2 E-08 m^3/Kg). Elles peuvent logiquement être corrélées à des faciès récifaux. Les phases (2) des deux sites correspondent à l'unité biostromale située à la base de la Formation des Trois-Fontaines. Deux pics de SM (3 et 4) sont présents à Glageon. Ces pics semblent être corrélés aux niveaux argileux intercalés. DEVLEESHOUVER (1999) indique que les minéraux argileux (illite, chlorite, etc) ne peuvent pas être mis en corrélation avec les pics de SM. Les niveaux argileux pourraient cependant traduire une augmentation ponctuelle de l'apport en éléments détritiques. A Marenne Centre, la phase (2) présente également des valeurs de SM faibles qui peuvent être mises en relation avec une lentille récifale rattachée à la base de la Formation des Trois-Fontaines.

La « phase (4) » des fortifications du Mont d'Haurs est située dans la Formation des Terres d'Haurs. Les valeurs de SM sont faibles et indiquent des faciès récifaux. Cette phase pourrait correspondre aux niveaux bioclastiques (coraux et tabulés) classiquement reconnus à Resteigne, Wellin, etc (COEN-AUBERT 2003). Cependant, ces niveaux sont situés plus tardivement au Mont d'Haurs (en raison de la position incertaine de la limite entre les Formations des Trois-Fontaines et des Terres d'Haurs).

Les phases (4) à Glageon et (6-8) au Mont d'Haurs correspondent à la Formation du Mont d'Haurs. Cette formation est classiquement connue comme une alternance de calcaires biostromaux et de calcaires fins (voir chapitre I : ***Contexte géologique***). Les valeurs de SM enregistrées pour ces différentes phases correspondent bien à des milieux récifaux. Toutefois, cinq évènements (10 à 14) à Glageon, une « phase (7) » et un évènement (9) au Mont d'Haurs présentent des valeurs de SM plus fortes (parfois proches de 1,1 E-07 m^3/Kg). Ces évènements sont à mettre en relation avec des passées moins bioclastiques et à faciès plus lagunaire situées entre les niveaux biostromaux de la Formation du Mont d'Haurs.

Les phases (3) à Glageon et (3-5) au Mont d'Haurs montrent des valeurs de SM globalement élevées (moyenne comprise entre 1,0 et 1,2 E-07 m^3/Kg). Ces différentes phases

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

peuvent être corrélées à des faciès plus lagunaires. A Glageon, les évènements (5) et (6), montrant des valeurs de SM plus faibles, peuvent être interprétés comme les niveaux coralliens situés à la base de la Formation des Terres d'Haurs. Au Mont d'Haurs, la phase (3) est ponctuée de six pics de SM (2 à 7) présentant des valeurs extrêmes (parfois proches 2,5 E-07 m^3/Kg). Ces évènements pourraient indiquer une zone lagunaire particulièrement restreinte par l'édification d'une barrière récifale de taille importante, isolant totalement le lagon. Les apports terrigènes (liés à l'augmentation des valeurs de SM en milieu marin) seraient alors retenus au sein du lagon, contrairement à Glageon où la barrière récifale devait être moins développée, entraînant des valeurs de SM plus faibles pour l'unité lagunaire. La phase (3) au Mont d'Haurs montre également une tendance globale à la décroissance. Cette diminution progressive et continue des valeurs de SM peut être mise en relation avec un démantèlement progressif de la barrière récifale. Une telle dislocation permettrait une réouverture du milieu lagunaire vers le large et donc une plus grande dispersion des minéraux ferromagnétiques [principaux minéraux porteurs du signal de SM, DEVLEESHOUVER (1999)].

Les phases (1) au Mont d'Haurs et à Marenne Centre montrent un comportement similaire. Les valeurs de susceptibilité magnétique sont moyennement élevées et tendent à diminuer progressivement. La fraction terrigène est relativement importante à Marenne (MABILLE *et al.* 2008), ce qui explique les fortes valeurs de SM. PEL (1975) indique quant à lui, pour la base de la série des fortifications du Mont d'Haurs, une tendance régressive. Ces deux facteurs se corrèlent donc avec les valeurs de SM indiquées. La décroissance de la CSM pour les phases (1) s'explique par la présence sus-jacente du biostrome de base de la Formation des Trois-Fontaines, qui traduirait le passage progressif vers une phase transgressive. Les évènements (1 et 2) indiqués pour la coupe de Marenne Centre pourraient être expliqués par la présence de niveaux argileux intercalés.

La phase (1) de la coupe de Glageon montre majoritairement des valeurs de SM élevées. Cependant, les fluctuations de la CSM sont importantes et rapides. Il s'avère alors difficile d'interpréter le comportement magnétique des roches pour cette phase.

La coupe de Marenne Est se compose de trois phases. Les phases (1 et 3) semblent avoir des valeurs de SM relativement faibles, ce qui indiquerait une proximité avec le milieu récifal. Au sein de la phase (1), l'évènement (1) est une nouvelle fois corrélable avec le niveau plus argileux. La phase (2) à Marenne Est montre une forte variabilité des valeurs de SM. Comme pour Glageon (phase 1), cette partie de CSM est difficilement interprétable.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La CSM réalisée pour la coupe du Boulonnais ne montre presque pas de variations. Quatre évènements semblent se distinguer, sans pourtant être significatifs. Le pic (1), qui correspond aux valeurs les plus hautes de SM, est lié à un microfaciès relativement distal (*Mfb 1*). MABILLE & BOULVAIN (2008) ont mis en évidence la présence de quartz détritique dans les milieux d'avant-récif, ce qui expliquerait ce pic. Le manque de variations globales de SM au sein de la coupe du Boulonnais peut être expliqué par un échantillonnage trop faible de la coupe (seuls les niveaux calcaires ont permis une mesure de SM ; tous les niveaux plus argileux n'ont pu être mesurés). De plus, la colonne stratigraphique synthétique de cette coupe se base sur la corrélation de plusieurs coupes réalisées dans diverses localités autour de Ferques, à diverses périodes (en fonction de la mise à jour de nouveaux affleurements). Enfin, le Boulonnais semble globalement correspondre à un milieu marin durablement restreint sans apport significatif d'éléments terrigènes.

Apport de la méthode Susceptibilité Magnétique

L'interprétation globale des CSM, dont les valeurs de SM sont relativement faibles, reste délicate ; la « plate-forme » givétienne ardennaise devait être, par sa position méridionale, assez peu alimentée en matériel détritique érodé du continent (comm. pers. AVERBUCH).

L'analyse des CSM a montré, similairement aux travaux de DA SILVA & BOULVAIN (2006), que les valeurs de susceptibilité magnétique sont globalement faibles pour les unités faciétales à tendance récifale et sensiblement plus fortes pour les milieux lagunaires.

Les fortes valeurs de SM enregistrées dans la partie sommitale de la Formation des Trois-Fontaines, dans la coupe des fortifications du Mont d'Haurs, semblent indiquer le développement d'une barrière récifale s.s. importante isolant la zone d'arrière-récif. Cet aspect n'est pas reconnu pour les autres sites, ce qui indiquerait un développement latéral moindre de l'unité biostromale de même âge.

La présence régulière de pics significatifs de SM, localisés dans des niveaux argileux intercalés, semble indiquer une corrélation entre l'augmentation des valeurs de SM et la présence de minéraux argileux. DEVLEESHOUVER (1999) indique cependant que le signal de SM n'est pas corrélé aux cortèges argileux. Le signal de SM est alors peut être lié à une présence plus importante d'éléments détritiques dans ces niveaux, ou n'est simplement pas

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

dilué par la production carbonatée. Toutefois, une étude minéralogique des cortèges argileux s'avère nécessaire pour connaître la cause réelle de cette corrélation.

L'échantillonnage des coupes nécessite une rigueur importante (un échantillon a été collecté chaque 10 ou 20 cm). La coupe du Boulonnais ne respecte pas ces conditions et montre une CSM monotone.

La coupe de Glageon présente la CSM la plus intéressante. Sa résolution permet d'y observer des cycles emboités (phases 1-3 / phases 2-4) à « moyen terme ». Cependant, l'absence d'une seconde coupe aussi continue que celle de Glageon ne permet pas d'effectuer des corrélations rigoureuses de ces cycles. Le comblement des hiatus sédimentaires au Mont d'Haurs est donc une perspective à envisager. Les corrélations pourraient permettre de préciser, au Mont d'Haurs, la limite sommitale de la Formation des Terres d'Haurs à partir des analyses sédimentologiques.

De manière plus générale et sur la base des publications consultées, il me semble important de signaler que :

- Les corrélations de CSM « pic à pic » semblent globalement délicates. Certains auteurs les utilisent pour corréler des coupes au niveau intercontinental, sans toutefois tenir compte de leur qualité d'échantillonnage ni des valeurs réelles du signal de susceptibilité magnétique. Des valeurs proches de 10^{-10} m^3/Kg seraient insignifiantes dans les CSM proposées ici. D'après ces critères, corréler des pics ayant des valeurs aussi faibles est-il cohérent ?

- La susceptibilité magnétique me semble indissociable d'une étude de microfaciès ou d'autres analyses complémentaires (également signalé par DA SILVA & BOULVAIN 2006). De plus, elle ne semble apporter pour le moment qu'une confirmation des milieux de dépôts déjà définis par l'analyse des microfaciès.

Finalement, la méthode de la « susceptibilité magnétique » n'en est qu'à ses débuts. Il est nécessaire de multiplier les analyses afin d'en évaluer son potentiel réel.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

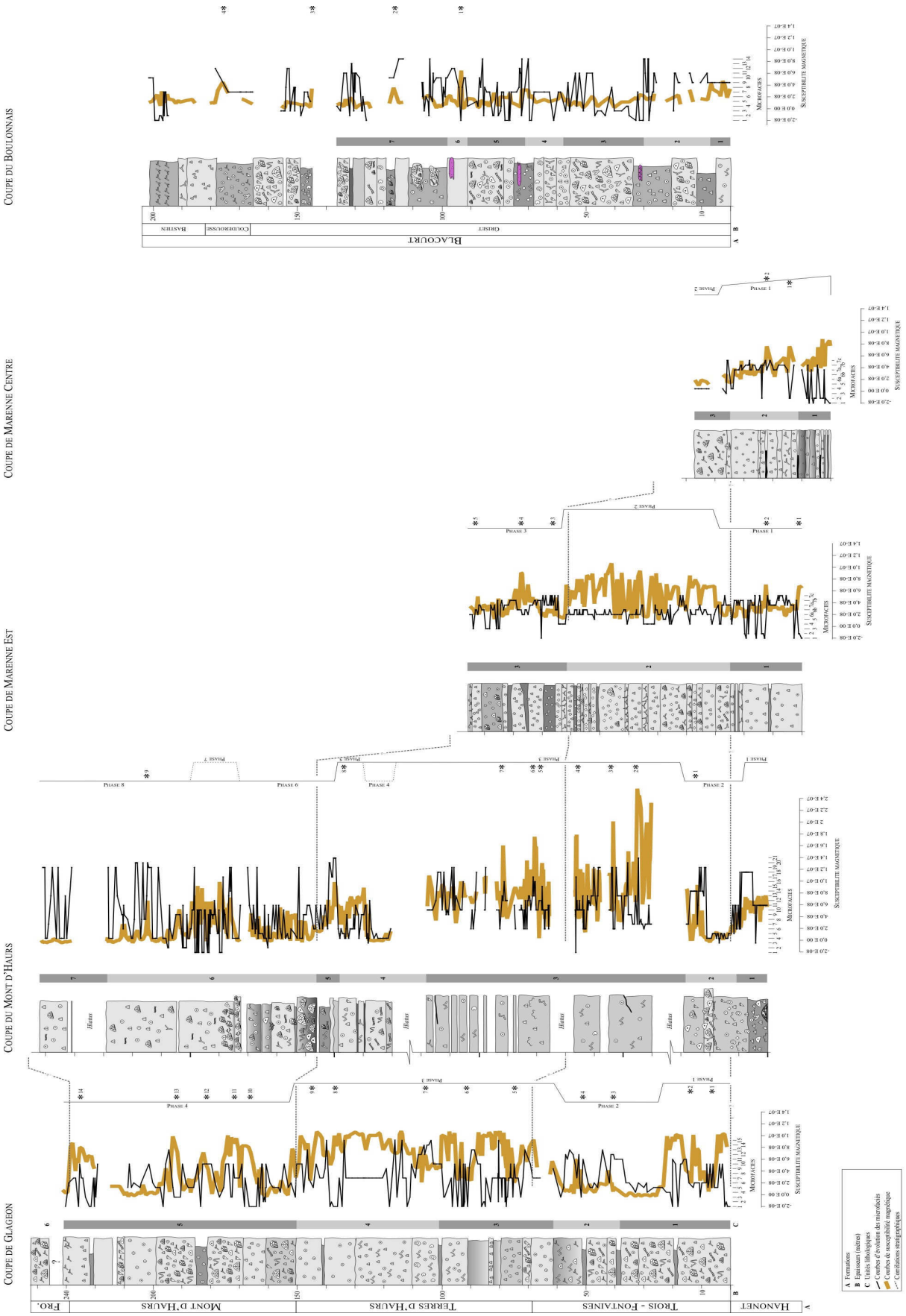


Fig. 29. Corrélations globales (colonnes stratigraphiques, courbes d'évolution des microfaciès, courbes de susceptibilité magnétique) des quatres sections étudiées.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Modèles paléoenvironnementaux*** (Fig. 30)

Formation de Hanonet (à Givet et à Marenne)

La présence de dépôts fins argileux et silteux (laminites, *Mfm 1* et *Mfm* 2), ponctués de grainstones grossiers riches en quartz (tempestites), la présence de faune mixte caractéristique d'un milieu ouvert (tentaculite, brachiopode), la présence de microfaciès à faunes pélagiques variées (*Mfm 7*) et l'absence de faune récifale m'ont incité à suggérer pour la Formation de Hanonet à Marenne (Est et Centre) un modèle de rampe. L'hypothèse d'un milieu d'avant récif sur un modèle de plate-forme externe pourrait également être proposé, mais des débris récifaux auraient dû être observé dans les microfaciès.

A Givet, le modèle de plate-forme a été préféré pour la présence de faunes péri-récifales (*Mfh 3 et 11*), de patch reef, l'absence de tempestites et le plus faible mixage de faunes.

Formation des Trois-Fontaines (à Glageon, à Givet et à Marenne)

Le modèle de plate-forme a été privilégié sur l'ensemble des sites pour la Formation des Trois-Fontaines, exception faite de Marenne Est. La présence à Glageon et Givet d'un biostrome (*Mfg 4*, *5* et *6*, *Mfh 3* et *4*) à la base de la formation en est la preuve la plus évidente. A Marenne Centre, la base de la formation ne se caractérise pas par un biostrome mais par une lentille récifale plus réduite (*Mfm 3* et *4*). Cette lentille suggère le passage progressif du modèle de rampe vers le modèle de plate-forme. Cependant, à Marenne Est, il n'existe aucune trace du développement d'un récif. Pour la coupe de Marenne, le développement limité de la lentille récifale suggère des variations latérales de faciès entre rampe et plate-forme à la base de la formation, et donc la coexistence des deux modèles.

Formation des Terres d'Haurs (à Glageon, à Givet et à Marenne)

La présence de packstones et grainstones riches en bioclastes variés, la disparition de la faune récifale et la présence de calcaires globalement plus argileux et riches en éléments détritiques, m'ont incité à choisir un modèle de rampe pour la base de la Formation des Terres d'Haurs.

Le sommet de la formation enregistre la présence de niveaux riches en bioclastes récifaux. Ceux-ci semblent indiquer le passage progressif du modèle de rampe vers un système de plate-forme carbonatée.

Formation du Mont d'Haurs (à Glageon et à Givet)

Le système de plate-forme a été préféré pour la Formation du Mont d'Haurs pour la présence d'un biostrome à Givet et la présence de plusieurs lentilles récifales à Glageon.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Formation de Blacourt (dans le Boulonnais)

Le choix d'un modèle de plate-forme pour l'ensemble de la Formation de Blacourt est largement discuté dans les travaux de PELHATE & PONCET (*in* BRICE *et al.* 1988). Cependant, ils indiquent à la base (banc 26) et au sommet (Membre Bastien) de la coupe une sédimentation terrigène plus prononcée. Ajouté à la présence de grainstones à bioclastes mixtes (*Mfb 9* à base de la coupe), de mudstones et wackestones à tentaculites et ostracodes (*Mfb 1* et *2* pour le Membre Bastien), j'ai alors préféré proposer un modèle de rampe pour la base et le sommet de cette formation.

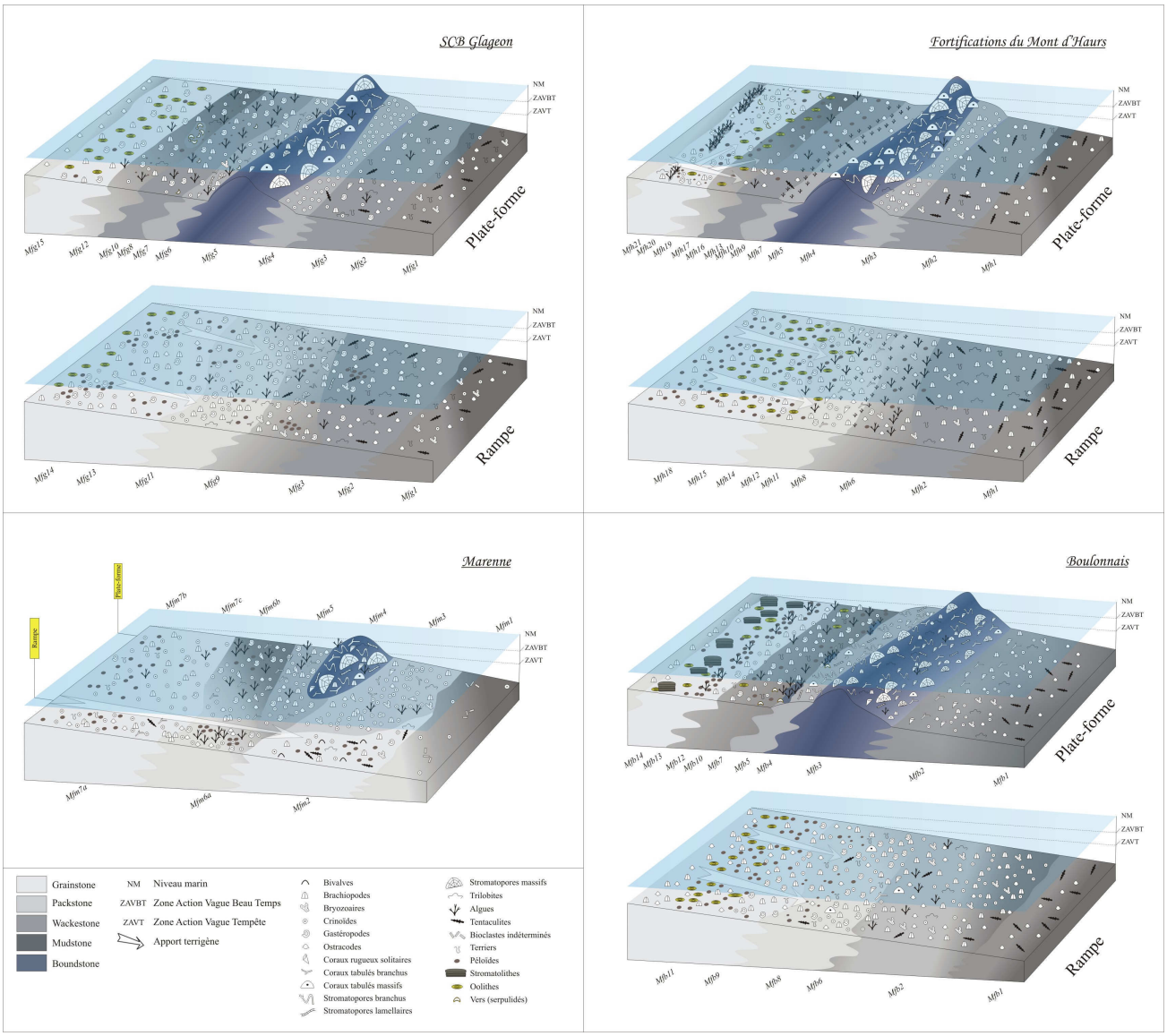


Fig. 30. Synthèse des modèles paléoenvironnementaux au Givétien pour les coupes de Glageon, Givet, Marenne et de Ferques (Boulonnais).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

¤ ***Conclusions***

L'analyse sédimentologique a été consacrée à l'étude de quatre sites givétiens de l'Ardenne méridionale (Tabl. 1).

SITES	ABR.	FORMATIONS	LEVE	EP.	ECH.	FACIES	MF	SM
Glageon	BG	Han-TrF-TdH-MdH-Fro	x	231	350	x	x	x
Mont d'Haurs	MH	Han-TrF-TdH-MdH	x	250	600	x	x	x
Marenne Est	MAR. E	Han-TrF-TdH	x - EA	115	250	x - EA	x	x - EA
Marenne Centre	MAR. C	Han-TrF	EA	48	100	x - EA	x	EA
Griset	B-Gr	Bla	EA	202	500	EA	x	x

Tabl. 1. Tableau synthétique des analyses en sédimentologie par site. x : réalisé pour ce travail ; EA : Etude Antérieure ; EP : Epaisseur en mètre de la série ; ECH : Nombre d'échantillons récoltés ; MF : Microfaciès ; SM : Susceptibilité Magnétique.

Les conclusions de cette étude seront synthétisées, pour chaque formation, sous forme de tableaux (Tabl. 2 à 6) indiquant : l'épaisseur de la formation, le nombre de microfaciès décrit, les valeurs de SM, la tendance générale de la CSM (Fig. 30), le(s) modèle(s) de dépôt (Fig. 30), l'environnement de dépôt (Fig. 32), les variations du niveau marin (VNM), le(s) type(s) de récifs rencontrés, et les niveaux repères. Un commentaire sera finalement proposé pour la Formation particulière de Blacourt (Boulonnais).

Remarques : Les termes bioherme et biostrome, largement employés dans la littérature, ont été introduit en 1932 par CUMINGS pour décrire respectivement : « … *reeflike, moundlike, lenselike or otherwise circumscribed structures of strictly organic origin* », et « … *purely bedded structures… consisting of and built mainly by sedimentary organisms, and not swelling into moundlike or lenselike form* ». TSIEN (1980), dans sa publication intitulée « les régimes récifaux dévoniens en Ardenne », décrit six types de récifs, au sein desquels il reconnaît quatre types pour les biostromes, un type de barrière récifale, deux types pour les complexes biohermaux, deux types pour les mud-mounds et un type de récif frangeant (Fig. 31). KERSHAW (1994) établit une seconde classification pour décrire les unités biostromales et y reconnaît cinq nouveaux types de biostromes. Face à la profusion des descriptions et des critères utilisés pour définir le terme de récif, j'utiliserai, dans ce travail, le terme biostrome

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

pour décrire une construction récifale stratifiée et le terme bioherme, pour décrire une contruction récifale non stratifiée ou partiellement stratifiée latéralement et montrant généralement une croissance longitudinaleplus forte que sa croissance latérale. Le terme lentille récifale sera utilisé pour décrire les niveaux construits de faible amplitude et qui ne correspondent pas aux critères précédents.

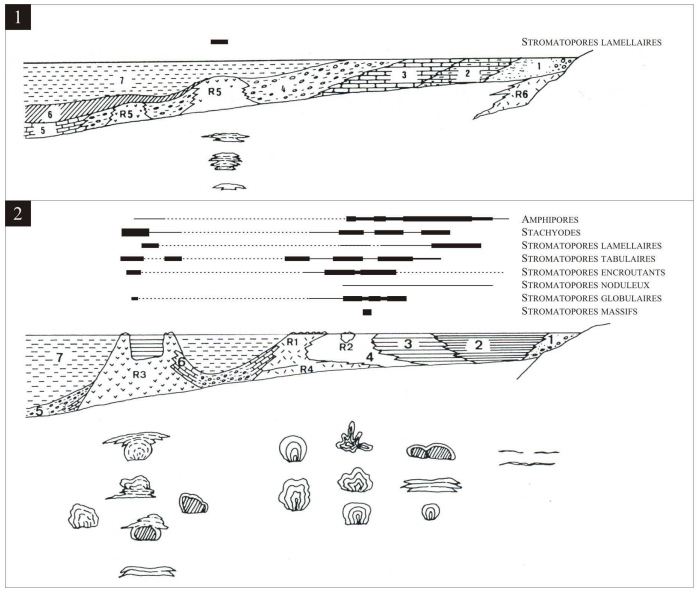


Fig. 31. 1. Modèle simplifié d'un complexe récifal développé pendant une phase transgressive, distribution et morphologie des stromatopores (TSIEN 1980, modifié). **2.** Modèle simplifié d'un complexe récifal développé pendant une phase relativement stable, distribution et morphologie des stromatopores (TSIEN 1980, modifié). Légende détaillée, voir TSIEN 1980.

Nomenclature utilisée pour les tableaux 2 à 5 :

Epaisseur : m : mètres,

SM : valeurs de SM en m^3/Kg,

CSM : ↘ : Tendance décroissante des valeurs de SM,

→ : Stabilité des valeurs de SM,

↗ : Tendance croissante des valeurs de SM,

Δ : Fortes variations des valeurs de SM,

Modèle (Fig. 32) : PF : Plate-forme ; RP : Rampe,

Variation NM : ↘ : Régression,

↗ : Transgression.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

2- HANONET	GIVET	MARENNE EST	MARENNE CENTRE
Epaisseur	14 m	24 m	34 m
Microfaciès	5	5	5
SM	0,5 à 0,8 E-07	0,2 à 0,3 E-07	0,2 à 0,9 E-07 m^3/Kg
CSM	↘	→ ↘	↘
Modèle	PF ouverte	RP	RP
Environnement	Périrécifal, subtidal	Marin ouvert franc	Marin ouvert franc
VNM	↘	↘	↘
Récifs	Patch reef	-	-
Niv. repères	*Calceola sandalina*	Stringocéphales	-

3- TROIS-FONTAINES	GLAGEON	GIVET	MARENNE EST	MARENNE CENTRE
Epaisseur	70 m	> 55 m	57 m	14 m
Microfaciès	10	16	6	2
SM	Ba.: 0,8 à 1,0 E-07 So: 0,01 à 1,0 E-08	Ba.: 1,0 E-08 So: 0,4 à 2,5 E-07	0,1 à 1,0 E-07	0,1 à 0,2 E-07
CSM	↘ →	↘ ↗	↗ Δ	→
Modèle	PF ouverte	PF fermée	PF ouverte	PF ouverte
Environnement	Récifal puis semi-lagunaire	Récifal puis lagunaire restreint	Subtidal	Récifal
VNM	↗ ↘	↗ ↘	↗	↗
Récifs	Biostrome	Barrière récifale	-	Lentille récifale
Niv. repères	Stringocéphales Léperditidés	Sem. crinoidique Stringocéphales Léperditidés	Sem. crinoidique Stringocéphales Léperditidés	Sem. crinoidique

4- TERRES D'HAURS	GLAGEON	GIVET	MARENNE EST
Epaisseur	80 m	> 80 m	35 m
Microfaciès	13	12	7
SM	2,0 E-08 à 1,0 E-07	1,0 E-08 à 1,8 E-07	2,0 E-08 à 9,0 E-08
CSM	→	↘	↗
Modèle	RP vers PF	RP vers PF	RP vers PF
Environnement	Infratidal à subtidal	Subtidal	Subtidal
VNM	↘ ↗	↘ ↗	↘ ↗
Récifs	Lentilles récifales	Lentilles récifales	-
Niv. repères	Patch reef algaires	*Pel 285*	-

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

5- MONT D'HAURS	GLAGEON	GIVET
Epaisseur	> 90 m	> 100 m
Microfaciès	8	14
SM	1,0 E-08 à 1,5 E-07	1,0 E-08 à 7,0 E-08
CSM	↘ Δ	↘ →
Modèle	PF	PF
Environnement	Récifal, périrécifal et subtidal	Récifal, périrécifal et subtidal
VNM	↗	↗
Récifs	« Biostromes »	Biostromes
Niv. repères	-	-

La section de Ferques (Boulonnais) constitue un site difficilement corrélable (au niveau des formations) avec les sites de l'Ardenne méridionale. Le tableau 6 correspond à la synthèse des résultats (par membres) de cette coupe.

6- BOULONNAIS	GRISET	COUDEROUSSE	BASTIEN
Epaisseur	168	10	24
Microfaciès	14	3	5
SM	1,0 E-08 à 4,0 E-08	1,0 E-08 à 4,0 E-08	1,0 E-08 à 3,0 E-08
CSM	→ Δ	→	→
Modèle	(RP) puis PF	PF	PF
Environnement	Récifal, subtidal à intertidal	Subtidal	Subtidal
VNM	↗ ↘ ↗ ↘	↗	↘
Récifs	Biostromes	-	Lentilles récifales
Niv. repères	Stromatolites et algues - Repères schisteux de Magne (1964)	-	Niveaux à *Scoliopora*

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

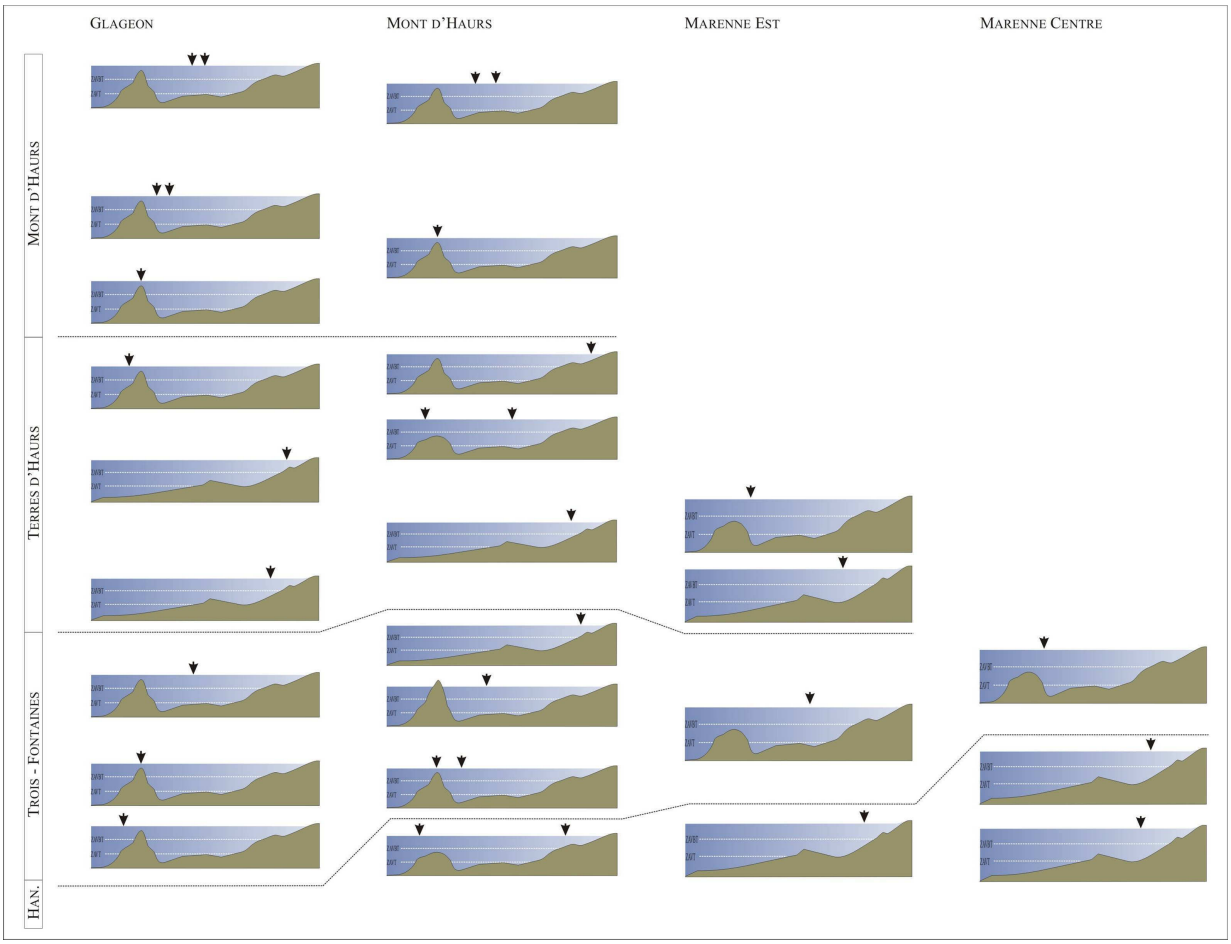


Fig. 32. Corrélations globales (Modélisation de l'évolution des morphologies : plate-forme – rampe) pour les sites de Glageon, du Mont d'Haurs et de Marenne Est et Centre. La flèche indique le(s) milieu(x) de dépôt.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

1.3 Paléobiodiversité des stromatopores

Les indices de biodiversité (voir chapitre ***Méthodes***) et les coefficients d'affinités fauniques ont été utilisés pour analyser les unités récifales majeures, **1-** l'unité récifale située à la base de la Formation des Trois-Fontaines puis **2-** l'unité récifale située à la base de la Formation du Mont d'Haurs, enfin **3-** l'unité récifale de la Formation de Fromelennes, puis pour analyser la diversité des stromatopores sur l'ensemble Givétien. La distribution des faunes de stromatopores, par coupe, est figurée à la fin de ce chapitre (Fig. 33 à 38).

1.3.1 Biodiversité et affinités fauniques du Biostrome de la Formation des Trois-Fontaines

Le nombre d'échantillon (N) utilisé pour les calculs de biodiversité est indiqué dans chaque tableau lorsque cela était possible.

Les applications des indices de diversité sont indiquées dans le ***chapitre II Méthodes*** et brièvement rappelées ci-dessous.

Pour les unités récifales, la biodiversité (espèce – **[genre]**) a uniquement été calculée à partir de trois indices. Les tendances exprimées par ces indices seront les suivantes :

Pour l'indice de SIMPSON, lorsque (D) tend vers 0, la diversité est élevée, et lorsque (D) tend vers 1, la diversité est faible.

Pour l'indice de SHANON – WIENER (H), lorsque (H) se rapproche de 0, la diversité est faible. Et si (H) se rapproche de valeur de H_{max}, la diversité est élevée.

H_{max} sera précisé entre parenthèse à coté de l'indice de SHANNON – WIENER. L'indice de PIELOU (E_P) ne sera indiqué que dans les commentaires suivant les tableaux de diversité de manière à préciser l'équitabilité ou non de la faune.

Enfin, pour l'indice de HILL (Hill), lorsque cet indice tend vers 0, la diversité est élevée et contrairement, lorsqu'il tend vers 1 ou plus, la diversité est faible.

Site	**GLAGEON**	**GIVET**	**MARENNE ***
N	50	54	23
d_{TOT}	24 **[13]**	13 **[9]**	6 **[6]**
(D)	0,051 **[0,108]**	0,212 **[0,227]**	0,482 **[0,482]**
(H)	4,223 (4,584) **[3,271]**	3,019 (3,700) **[2,510]**	1,567 (2,584) **[1,567]**
(Hill)	0,289 **[0,351]**	0,231 **[0,358]**	0,433 **[0,433]**

Tabl. 7. Biodiversité des unités récifales de la base de la Formation des Trois-Fontaines. (* cf texte).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Commentaires :

1 – Le nombre de spécimen est équivalent pour les coupes de Glageon et de Givet, et plus faible pour la coupe de Marenne où l'unité récifale ne correspond qu'à une lentille(*) contrairement à Glageon et à Givet où il s'agit d'un biostrome.

2 – La diversité totale apparaît forte à Glageon, moindre à Givet et plus faible à Marenne.

3 – Les indices de diversité indiquent des tendances similaires à celle de la diversité totale pour l'ensemble des coupes, sauf pour l'indice de HILL avec lequel Givet possède la plus forte diversité.

4 – Les indices d'équitabilité sont de 0,92 pour Glageon et de 0,81 pour Givet, ce qui semble indiquer une répartition harmonieuse des espèces au sein de ces populations. Cet indice est de 0,33 pour Marenne, ce qui signifie qu'une espèce domine (*S. parallelopoides* représente 69 % des spécimens de cette coupe), ce qui indique probablement que le milieu était plus restreint où que cette espèce constituerait à Marenne une espèce « pionnière » dans une communauté qui ne serait pas encore à l'équilibre (i. e. antérieurement à la mise en place d'une unité biostromale).

Remarque :

Les tendances exprimées par les indices de similarités [Jaccard (J), Simpson (S) et Otsuka (OC)] seront les suivantes : Si l'indice a une valeur importante, les faunes comparées présentent de fortes affinités ; par exemple si J = 0, 22 alors les deux faunes étudiées présentent 22 % d'affinités.

	Site	GLAGEON	GIVET
(J)	GIVET	0,088 **[0,467]**	-
	MARENNE	0,034 **[0,118]**	0,118 **[0,250]**
(S)	GIVET	0,231 **[0,777]**	-
	MARENNE	0,167 **[0,333]**	0,333 **[0,500]**
(OC)	GIVET	0,170 **[0,647]**	-
	MARENNE	0,083 **[0,226]**	0,226 **[0,408]**

Tabl. 8. Affinités fauniques des unités récifales de la base de la Formation des Trois-Fontaines.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Commentaires :

1 – Les affinités fauniques sont, par ordre d'importance, entre la coupe de Givet et de Marenne (J = 0,118), puis entre Givet et Glageon (J = 0,088), enfin entre Glageon et Marenne (J = 0,034).

2 – L'ensemble des trois coefficients indique des tendances similaires au niveau spécifique.

3 – Au niveau générique, les tendances changent puisque les coupes de Givet et de Glageon présentent alors plus d'affinités, puis celles de Givet et Marenne et enfin celles de Marenne et Glageon.

4 – La coupe de Givet, géographiquement plus proche de Glageon que de Marenne, semble cependant présenter plus d'affinités avec Marenne.

1.3.2 Biodiversité et affinités fauniques du Biostrome de la Formation du Mont d'Haurs

A l'époque du levé stratigraphique de la coupe de Marenne, la Formation du Mont d'Haurs n'affleurait pas. Les unités récifales n'ont donc pas pu être échantillonnées. Récemment, des avancements dans l'exploitation de la carrière ont mis à jour la base de cette formation.

Site	GLAGEON	GIVET
N	11	105
d_{TOT}	10 **[7]**	28 **[15]**
(D)	0,018 **[0,091]**	0,078 **[0,156]**
(H)	3,278 (3,321) **[2,664]**	4,061 (4,807) **[3,058]**
(Hill)	2,074 **[0,767]**	0,222 **[0,301]**
(J)	0,118 **[0,294]**	
(S)	0,400 **[0,714]**	
(OC)	0,239 **[0,488]**	

Tabl. 9. Biodiversité et affinité faunique des unités récifales de la base de la Formation du Mont d'Haurs.

Commentaires :

1 – Le nombre de spécimens échantillonnés est très différent d'un site à l'autre (10 fois plus important à Givet qu'à Glageon). Cette différence est liée à la préservation des unités

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

récifales. A Givet, le biostrome est très bien préservé et très facilement observable. A Glageon, l'unité récifale correspond à un large renfoncement de calcaires très argileux, fortement altérés. Cette unité récifale de Glageon rappelle beaucoup celle qui est observée au Nord-Est de la faille de Marenne, à Marenne.

2 – Les indices (D) et (H) semblent indiquer une diversité spécifique et générique un peu plus importante à Glageon.

3 – L'indice de HILL, à Givet, est cohérent avec les deux autres indices. A Glageon la valeur de cet indice apparaît biaisée.

4 – Les indices de PIELOU sont de 0,98 pour Glageon, ce qui indique une équitabilité quasi parfaite (ce qui apparaît logique puisqu'il n'y a que 11 spécimens et 10 espèces), et de 0,84 pour Givet où là la distribution espèce-spécimen semble également équilibrée.

5 – Les affinités fauniques entre les deux sites sont relatives, dues à la grande variation du nombre de spécimens.

1.3.3 Biodiversité et affinités fauniques des récifs de la Formation de Fromelennes

Pour les unités récifales appartennant à la Formation de Fromelennes, je n'ai malheureusement pas eu l'occasion d'échantillonner de sites dans la région de Givet. Mes résulats se basent sur des données bibliographiques (CORNET 1975). En Avesnois, par contre, deux sites ont pu être visités et échantillonnés (Carrière de Glageon et site du « Moulin de Wallers »).

Site	GLAGEON	WALLERS	FROMELENNES
N	43	61	351
d_{TOT}	12 **[7]**	11 **[8]**	34 **[13]**
(D)	0,150 **[0,231]**	0,147 **[0,219]**	0,100 **[0,205]**
(H)	2,333 (3,584) **[2,249]**	2,343 (3,459) **[2,408]**	3,987 (5,087) **[2,673]**
(Hill)	0,649 **[0,456]**	0,653 **[0,412]**	0,185 **[0,337]**

Tabl. 10. Biodiversité des unités récifales de la Formation de Fromelennes.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Commentaires :

1 – Le nombre de spécimens est similaire entre les deux sites de l'Avesnois, mais beaucoup plus important pour la coupe de Fromelennes.

2 – La diversité totale est plus forte à Fromelennes, mais équivalente pour Glageon et Wallers et les valeurs calculées à partir des indices indiquent les mêmes tendances.

3 – Ces indices montrent, pour l'ensemble des sites, une diversité relativement élevée.

4 – L'indice de HILL indique cependant une valeur de biodiversité plus faible pour les sites de Glageon et Wallers.

5 – Les valeurs de l'indice de PIELOU sont équivalentes à Glageon et à Wallers (0,65 et 0,67), mais divergent de celle de Fromelennes (0,78). A Glageon l'espèce *Stachyodes* sp. 1 représente 35 % des spécimens collectés, et à Wallers les espèces *Idiostroma crassum* et *Amphipora laxeperforata* représentent (à parité) 50 % des spécimens collectés.

	Site	GLAGEON	WALLERS
(J)	WALLERS	0,150 **[0,363]**	-
	FROMELENNES	0,070 **[0,428]**	0,125 **[0,235]**
(S)	WALLERS	0,273 **[0,571]**	-
	FROMELENNES	0,250 **[0,857]**	0,455 **[0,750]**
(OC)	WALLERS	0,261 **[0,535]**	-
	FROMELENNES	0,149 **[0,629]**	0,259 **[0,588]**

Tabl. 11. Affinités fauniques des unités récifales de la Formation de Fromelennes.

Commentaires :

1 – Les coefficients de JACCARD et d'OTSUKA expriment, au niveau spécifique, des tendances similaires : le maximum de similarités est entre les sites de Wallers – Glageon (proximité géographique) et le minimum entre les sites de Glageon - Fromelennes.

2 – Au niveau générique, les tendances sont constantes entre les trois coefficients et indiquent un maximum de diversité entre Glageon – Fromelennes et une biodiversité sensiblement plus faible entre Wallers - Glageon.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

1.3.4 Biodiversité et affinités fauniques au Givétien

L'Avesnois (2) correspond ici (Tabl. 12) aux sites de la carrière de Glageon et du Moulin de Wallers. L'Ardenne* (4) correspond à la coupe des Fortifications du Mont d'Haurs à Givet, à la coupe de Marenne et au site de la carrière du Cul d'Houille à Fromelennes décrit par CORNET (1975).

LECOMPTE (1951, 1952) indique la répartition des stromatopores de l'Ardennes à partir de l'étude de 46 sites (répartis sur les bords nord et sud du synclinorium de Dinant, les bords nord et sud du synclinorium de Namur, et l'anticlinorium de Philippeville). A partir de ces données, 15 sites ont été rattachés au bord sud du synclinorium de Dinant sur les 28 qui recensaient la présence de stromatopores appartenant aux terrains du Givétien.

Je considère donc, d'Ouest en Est pour le bord sud du synclinorium de Dinant [Ardenne LECOMPTE (5)], les sites de Mâcon, Séloignes, Chimay, Couvin, Olloy (Dourbes), Olloy-sur-Viroin, Pondrôme, Wellin, Han-sur-Lesse, Rochefort, Aye, Maffe, Durbuy, Hamoir et Ferrières. J'y exclue les sites de Beaumont, Nâlinnes, Senzeille, Philippeville, Sautour, Surice, Rosée, Spy, Houyet, Esneux, Louveigné, Marche et Verviers.

L'Ardenne « méridionale » (6) correspond à l'ensemble des zones citées précédemment.

12 espèces (*Hermatostroma* sp. 1, *H.* sp. 2, *H.* sp. B, *Trupetostroma* sp. B, *Parallelopora* sp. A, *Clathrocoilona* sp. B, *Pseudostictostroma* sp., *Ferestromatopora* sp. B, *Stictostroma* sp. B, *Stromatopora* sp. B, *Taleastroma* sp. B, *Amphipora* sp. B) sur les 52 citées par MISTIAEN (1980, 1988, 2002) dans le Boulonnais (7) ne sont pas prises en compte pour les calculs de diversité du à l'absence de description et de recensement du matériel étudié.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Site	GLAGEON (1)	AVESNOIS (2)	GIVET (3)	ARDENNE* (4)	ARDENNE LECOMPTE (5)	ARDENNE Mérid. (6)	FERQUES BOULONNAIS (7)
N	101	162	260	634	> 15000	-	545
d_{TOT}	37 **[17]**	45 **[20]**	43 **[19]**	70 **[25]**	65 **[20]**	119 **[28]**	40 (52)
d_{my}	9,024	10,976	10,498	17,073	15,853	29,024	9,51 (12,43)
d_{NORM}	18,5	-	21,5	-	-	-	19,5 (25,5)
d_{ST}	55,5	-	57,5	-	-	-	56,5 (64,5)
d_{MSD}	9,237	-	12,681	-	-	-	9,535
(D)	0,053	0,051	0,050	0,048	-	-	0,067
(H)	4,60 (5,20)	4,74 (5,49)	4,66 (5,42)	5,06 (6,12)	-	-	4,49 (5,32)
(Hill)	0,188	0,173	0,191	0,132	-	-	0,167

Tabl. 12. Biodiversité comparée au Givétien.

Commentaires :

1 – Le nombre de spécimens entre chaque site ou région varie fortement (i. e. Ardenne *sensu* lecompte, plus de 15 000 spécimens). Le nombre de spécimens par espèce n'étant pas connu pour tous ces sites, tous les indices de diversité n'ont pas pu être calculés.

2 – La diversité totale est logiquement la plus forte pour l'Ardenne méridionale (qui regroupe plusieurs sites).

3 – Les coupes de Glageon, Givet et Ferques présentent une diversité totale semblable.

4 – L'Avesnois a une d_{TOT} similaire à celle du Boulonnais, mais plus faible que celle de l'Ardenne*.

5 – Les indices d_{my}, d_{NORM} et d_{ST} montrent des tendances similaires, même si les données chiffrées sont foncièrement différentes.

6 – L'indice d_{MSD} montre des valeurs plus élevées pour la coupe de Givet, et des valeurs similaires pour les coupes de Glageon et Ferques.

7 – Les indices de diversité D, H et Hill, ont pour chaque site des tendances similaires qui indiquent une diversité globalement élevée. L'indice de Piélou est compris entre 0,80 et 0,90 pour l'ensemble des sites. L'équitabilité des espèces est donc forte.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Site		(1)	(2)	(4)
(J)	**(3)**	**0,250 [0,500]**	-	-
	(4)	-	0,250 [0,552]	-
	(5)	-	0,133 [0,538]	0,337 [0,731]
(S)	**(3)**	**0,432 [0,706]**	-	-
	(4)	-	0,511 [0,800]	-
	(5)	-	0,324 [0,700]	0,523 [0,950]
(OC)	**(3)**	**0,401 [0,668]**	-	-
	(4)	-	0,410 [0,716]	-
	(5)	-	0,245 [0,700]	0,504 [0,850]

Tabl. 13. Affinités fauniques (espèces – [genres]) au Givétien. (1) GLAGEON, (2) AVESNOIS, (3) GIVET, (4) ARDENNE*, (5) ARDENNE LECOMPTE. Les chiffres en gras indiquent la comparaison entre les deux coupes majeures de ce travail.

Commentaires :

1 – Les affinités entre les coupes de Glageon et de Givet sont bien exprimées par les coefficients d'OTSUKA et de SIMPSON (même si elles sont plus faibles que certaines affinités entre régions).

2 – Les tendances région-région sont concordantes avec les tendances coupe-coupe.

3 – L'Ardenne *sensu* LECOMPTE, qui intègre des coupes situées à l'extérieur du bord sud du synclinorium de Dinant, montre les valeurs de similarités avec l'Avesnois les plus faibles.

Remarques finales sur le Givétien

1 – La biodiversité semble d'abord plus forte à Glageon au Givétien inférieur puis à Givet pour le Givétien moyen et supérieur.

2 – Les tendances exprimées par les indices de biodiversité sont globalement cohérentes avec les valeurs de diversité totale observées. Les valeurs calculées pour les biostromes de la Formation du Mont d'Haurs (à Glageon et à Givet) sont les seules à montrer des tendances qui s'inversent par rapport à la diversité totale observée. Cet aspect est probablement à mettre en relation avec le nombre d'échantillons pour la coupe de Glageon.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

3 – Les affinités fauniques calculées pour les unités récifales des coupes de Glageon et de Givet semblent constantes, et restent cohérentes avec la biodiversité globale calculée pour le Givétien.

4 – Les équitabilités des espèces de stromatopores au sein des unités récifales sont parfois ambigues : A Marenne, l'unité récifale de la Formation des Trois-Fontaines semble dominée par l'espèce *S. parallelopoproides* ; à Glageon, l'unité récifale de la Formation de Fromelennes semble dominée par l'espèce *Stachyodes* sp. 1 ; et à Wallers, le bioherme semble dominé par les espèces *I. crassum* et *A. laxeperforata*. Cette prédominance de stromatopores dendroïdes semble indiquer des milieux plus restreints propices à leur développement ou des faunes pionnières au sein de communautés non à l'équilibre.

5 – HUBERT *et al*. (2007) ont montré que la diversification des stromatopores est liée, depuis l'Eifélien, à l'expansion des faciès carbonatés en Ardenne. Les stromatopores connaissent leur apogée, en Ardenne, au Givétien et sont moins bien représentés au Frasnien (HUBERT *et al*. 2007, ZAPALSKI *et al*. 2007). La diminution de la biodiversité des stromatopores et le développement de faunes plus adaptées à des milieux plus restreints semblent alors déjà initiés au Givétien terminal.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

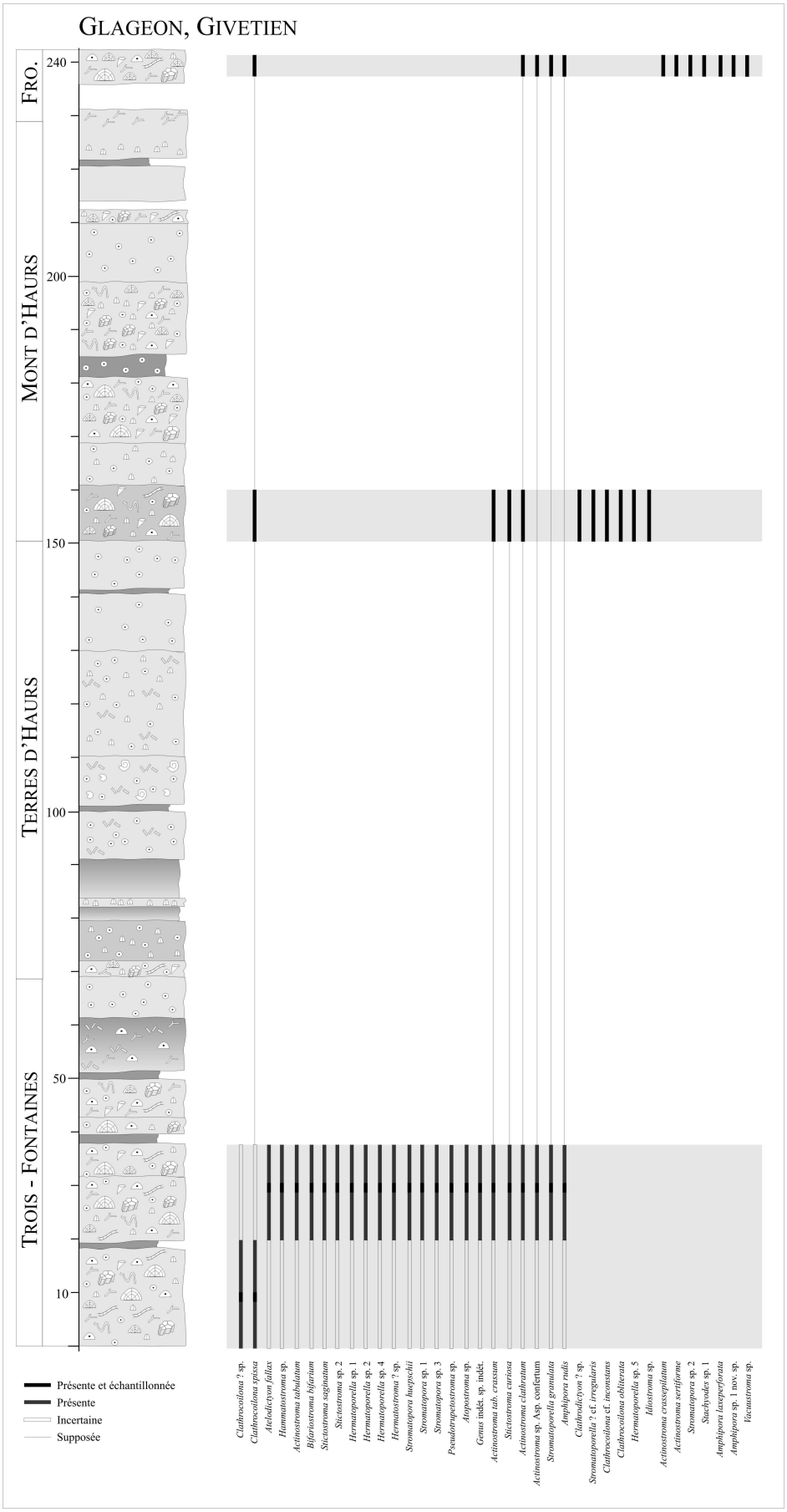


Fig. 33. Distribution des stromatopores de la carrière de Glageon (Givétien).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

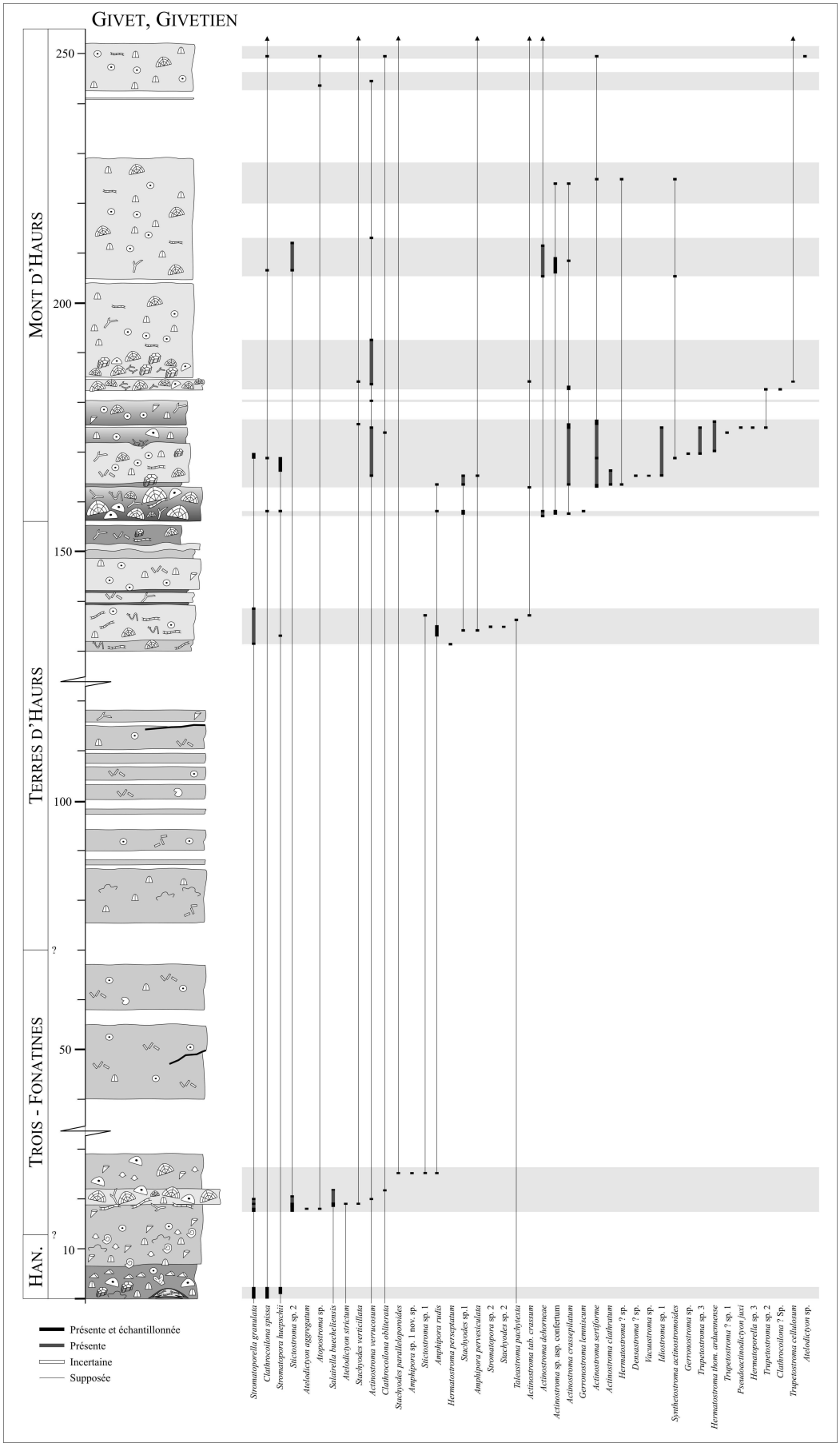


Fig. 34. Distribution des stromatopores de la coupe du Mont d'Haurs à Givet (Givétien).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

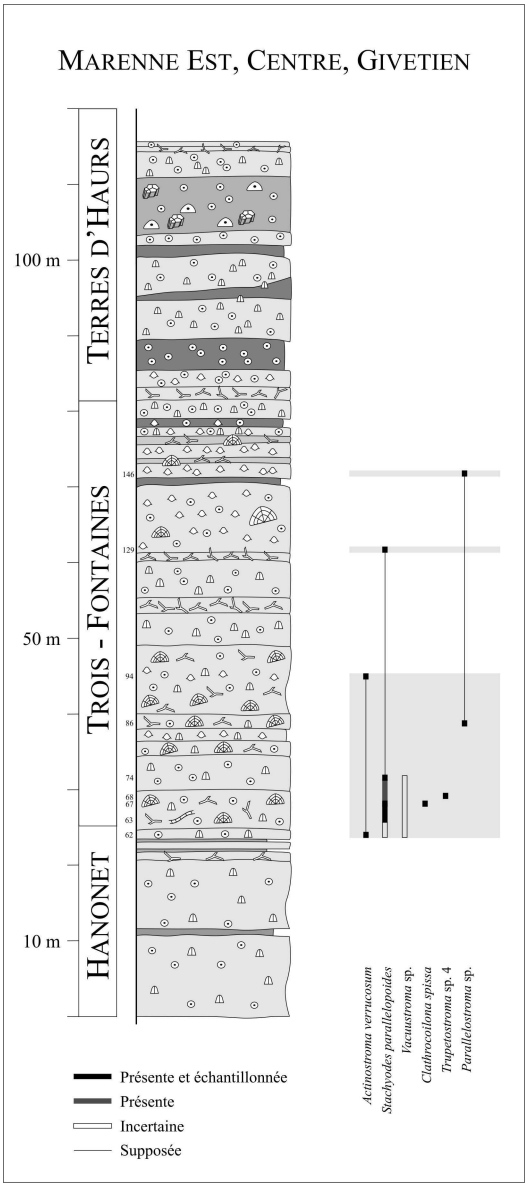


Fig. 35. Distribution des stromatopores de la carrière de Marenne (Givétien).

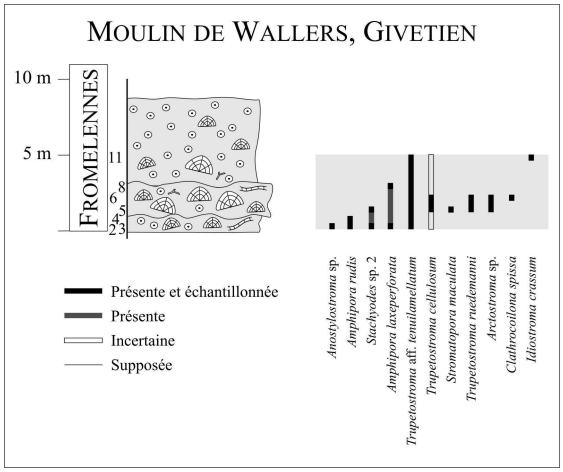


Fig. 36. Distribution des stromatopores du Moulin de Wallers (Givétien).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

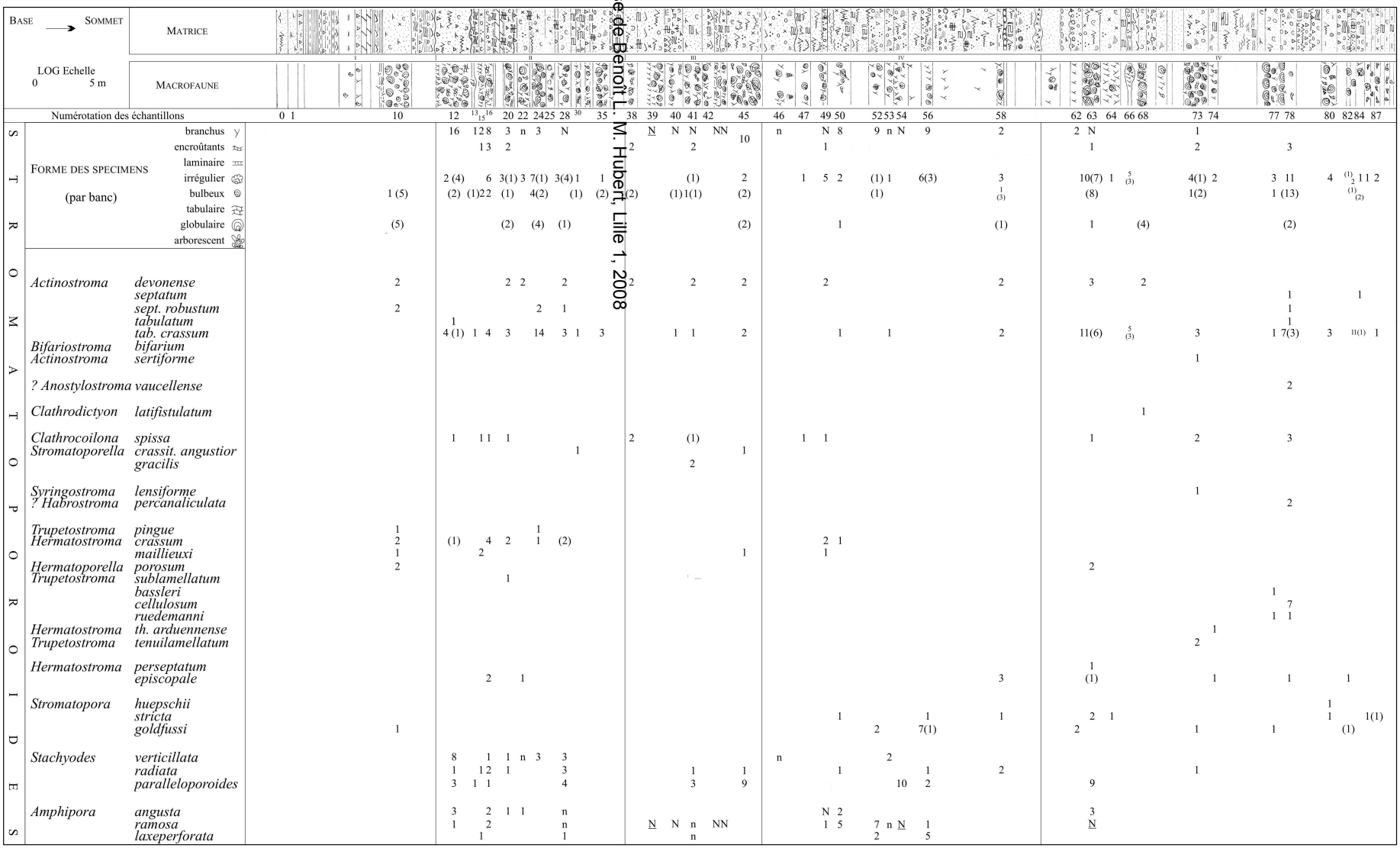


Fig. 37. Distribution des stromatopores du Membre de Fromelennes, Givétien (d'après les travaux de CORNET 1975).

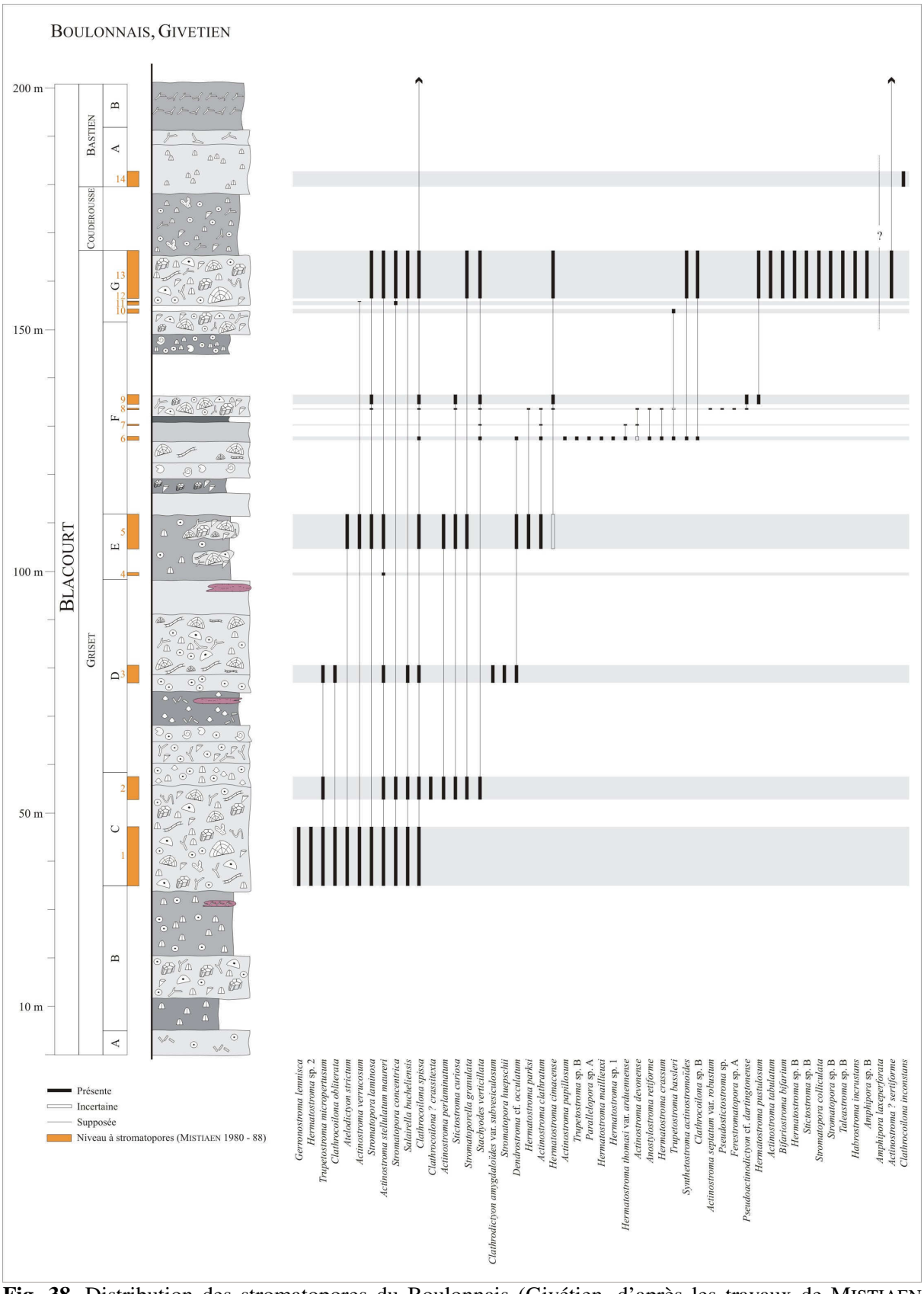


Fig. 38. Distribution des stromatopores du Boulonnais (Givétien, d'après les travaux de MISTIAEN 1980, 1985, 1988).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

2. FRASNIEN

L'étude de la biodiversité des stromatopores au Frasnien est réalisée pour trois sites : le biostrome du Membre du Bois du Boulonnais (MISTIAEN 1988-2007), le récif du Membre du Lion (CORNET 1975) et le récif du Membre de l'Arche (CORNET 1975).

2.1 Remarques sur la morphologie des récifs frasniens

Les récifs du Dévonien moyen et supérieur sont fortement diversifiés et se distribuent en deux grands types : « *large reef complexes* » (majoritairement au Givétien) et « *small reef mounds and mud mounds (e. g. Frasnian of Belgium)* » (FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1992).

Trois niveaux superposés de monticules récifaux sont différenciés dans le Frasnien du bord sud du synclinorium de Dinant.

Le **niveau biohermal inférieur** (Fm. du Moulin Liénaux, Mb. de l'Arche), bien exposé dans la carrière de l'Arche près de Frasnes (LECOMPTE 1954 ; BOULVAIN *et al.* 2004 ; BOULVAIN 2007) est formé de lentilles de calcaires fins, massifs, rouges à gris clair, renfermant une faune abondante de stromatopores, crinoïdes, brachiopodes et coraux (TSIEN 1980 ; BOULVAIN *et al.* 1999). Latéralement, ces édifices cèdent la place à des calcaires argileux (Mb. de Chalon). Ils sont envasés par les schistes gris parfois carbonatés du Membre de l'Ermitage. Sus-jacent au Membre de l'Arche se développent des édifices de type bioherme (Mb. de la Boverie). Le **niveau biohermal moyen** (Fm. des Grands Breux, Mb. du Lion), exposé dans les carrières du Nord et du lion (LECOMPTE 1954 ; BOULVAIN & HERBOSH 1996 ; BOULVAIN & COEN-AUBERT 1997 ; BOULVAIN *et al.* 2004 ; BOULVAIN 2007) se compose de lentilles biohermales de calcaires gris à *stromatactis* et stromatopores. Latéralement, ces édifices sont remplacés par des calcaires argileux noirs, localement coralliens et riches en crinoïdes (Mb. de Bieumont). Ces édifices biohermaux sont envasés par les dépôts schisteux du Membre de Boussu-en-Fagne (TSIEN 1980 ; BOULVAIN *et al.* 1999). Les **monticules micritiques récifaux rouges supérieurs** (Fm. de Neuville, Mb. de Petit-Mont) sont principalement constitués par des faciès à *stromatactis* (BOULVAIN 1989, 1993 ; BOULVAIN *et al.* 1999 ; BOULVAIN 2001, 2007).

Le Membre du Bois (Boulonnais) serait à mettre en relation avec le niveau biohermal moyen du bord sud du synclinorium de Dinant (cf. Fig. 5A p.25).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

2.2 Paléobiodiversité des stromatopores

La distribution des faunes de stromatopores, par coupe, est figurée à la fin de ce chapitre (Fig. 39 à 41).

Afin d'établir des corrélations entre les unités récifales de l'Ardenne et du Boulonnais, je présenterai (Tabl. 14) les indices estimés pour le Membre de l'Arche (carrière de l'Arche à Frasnes) et le Membre du Lion (carrière du Lion à Frasnes). Ces diversités ont été calculées à partir des travaux de CORNET (1975) sur ces deux sites. CORNET (1975) y signale la présence de 33 espèces. Cependant, aucune analyse systématique n'est indiquée dans son mémoire. Cela soulève de nouveau les problèmes de synonymie et le cas des espèces non déterminées. J'exclue donc pour l'analyse de diversité deux espèces pour la carrière de l'Arche (*Stromatoporella* sp., et *Amphipora* sp.) et une espèce pour la carrière du Lion (*Stachyodes verticillata*). Trois espèces indiquées par MISTIAEN (1988) comme appartenant au Membre du Bois ne sont pas comptabilisées pour cette étude de biodiversité : aucune information sur le nombre de spécimens et/ou description n'a été trouvée. Il s'agit de *Stachyodes* sp., *Habrostroma* sp., et *Stromatoporoid* aspect *confertum*.

Site	**MEMBRE DU BOIS, BOULONNAIS**	**MEMBRE DU LION**	**MEMBRE DE L'ARCHE**
N	276	179	150
d_{TOT}	9 (12) **[6]**	19 (20) **[9]**	11 (13) **[7]**
(D)	0, 258 **[0,271]**	0,095 **[0,163]**	0,280 **[0,318]**
(H)	2,285 (3,169) **[2,116]**	3,621 (4,247) **[2,749]**	2,213 (3.321) **[1,959]**
(Hill)	0,394 **[0,446]**	0,283 **[0,393]**	0,390 **[0,443]**

Tabl. 14. Biodiversité des unités récifales frasniennes, **[genres]**.

Commentaires :

1 – Le nombre d'échantillons est similaire pour le Membre de l'Arche et le Membre du Lion. Il est sensiblement plus important pour le Membre du Bois.

2 – Le Membre du Lion présente la diversité totale la plus importante avec 19 espèces, le Membre du Bois la plus faible avec 9 espèces. Au niveau générique les tendances sont

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

similaires mais les écarts sont moins tranchants (Mb. de l'Arche : 9 genres – Mb. du Bois : 6 genres).

3 – Les indices de diversité (espèces et genres) ont des comportements similaires pour chaque site.

4 – La diversité est globalement la même pour le Membre du Bois et le Membre de l'Arche. Elle est beaucoup plus importante pour le Membre du Lion.

5 – L'indice de PIELOU indique des valeurs de 0,72 (Membre du Bois), de 0,85 (Membre du Lion) et de 0,66 (Membre de l'Arche). Le Membre de l'Arche se distingue par une valeur légèrement plus faible liée à la présence de deux espèces dominantes, *S. parallelopoides* (44 % des spécimens) et *Syringostromella* ? *cooperi* (25 % des spécimens).

Pour les analyses d'affinités fauniques, toutes les espèces seront prises en compte. Cependant CORNET (1975) évoque *Stachyodes* sp. dans les deux sites. Je considère dans mes analyses que ces deux espèces sont distinctes et qu'elles ne sont pas similaires au *Stachyodes* sp. de MISTIAEN (1988).

	Site	MEMBRE DU BOIS	MEMBRE DE L'ARCHE
(J)	**MEMBRE DE L'ARCHE**	0,136 **[0,444]**	-
	MEMBRE DU LION	0,103 **[0,500]**	0,320 **[0,600]**
(S)	**MEMBRE DE L'ARCHE**	0,250 **[0,500]**	-
	MEMBRE DU LION	0,250 **[0,833]**	0,615 **[0,857]**
(OC)	**MEMBRE DE L'ARCHE**	0,240 **[0,617]**	-
	MEMBRE DU LION	0,194 **[0,680]**	0,496 **[0,756]**

Tabl. 15. Affinités fauniques des unités récifales frasniennes, **[genres]**.

Commentaires :

1 – Le Membre du Lion et le Membre de l'Arche présentent les plus grandes affinités au niveau spécifique et au niveau générique, mais si elles sont nettement moins prononcées au pour les genres.

2 – Le Boulonnais présentent des affinités similaires avec chacune des deux unités récifales de l'Ardenne. Cependant au niveau générique les affinités fauniques semblent plus importantes entre le Membre du Bois et le Membre du Lion.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Remarques finales sur le Givétien et le Frasnien

1 – Les valeurs du coefficient de Simpson (D) sont globalement pour l'ensemble des unités récifales givétiennes inférieures à 0,150 (sauf à Marenne, D_{TRF} = 0,482 et à Givet, D_{TRF} = 0,212). Au Frasnien, les valeurs de (D) sont généralement supérieures à 0,250 sauf pour le biostrome de la Membre du Lion (D = 0,095).

2 – Les tendances exprimées par le coefficient de HILL semblent généralement corrélables à celles exprimées par le coefficient de SIMPSON (sauf, par exemple, pour le cas aberrant de l'unité récifale du Mont d'Haurs à Glageon où HILL = 2,074).

3 – L'association des coefficients de SHANON – WIENER et d'équitabilité de PIELOU nous a permis d'identifier les unités récifales où une ou plusieurs espèces de stromatopores étaient dominantes. Il apparaît que le coefficient (S) exprime des tendances différentes des coefficients (D) et (Hill) lorsqu'il y a dominance de quelques espèces au sein de la faune. Cette dominance est souvent associée à des stromatopres dendroïdes et semble donc soit corrélée à des faciès particuliers ou à des faunes pionnières. CORNET (1975) signale déjà cet aspect pour la carrière de l'Arche à Frasnes.

4 – L'ensemble des indices semble indiquer que la diversité des stromatopores est légèrement plus forte pour les unités récifales givétiennes par rapport aux récifs frasniens. HUBERT *et al.* (2007) et ZAPALSKI *et al.* (2007) ont montré que la diversité des faunes récifales, en Ardenne, diminuait au Frasnien (par rapport au Givétien).

Cependant, les variations de la taille des échantillonnages et les déterminations parfois anciennes de certaines faunes étudiées dans ce travail m'incitent à relativiser cette observation.

5 – Dans l'ensemble, les estimateurs de biodiversité ont donné des tendances qui semblent correspondre avec ce qui est observé sur le terrain (notamment au niveau générique, ce qui permet d'ôter une partie des problèmes liés à la détermination et à la synonymie). Cependant les valeurs de biodiversité calculée à partir de certains estimateurs (i. e. d_{NORM}, etc) ne doivent en aucun cas être utilisées pour estimer une valeur « mathématique » de la biodiversité mais juste pour en indiquer ses tendances.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

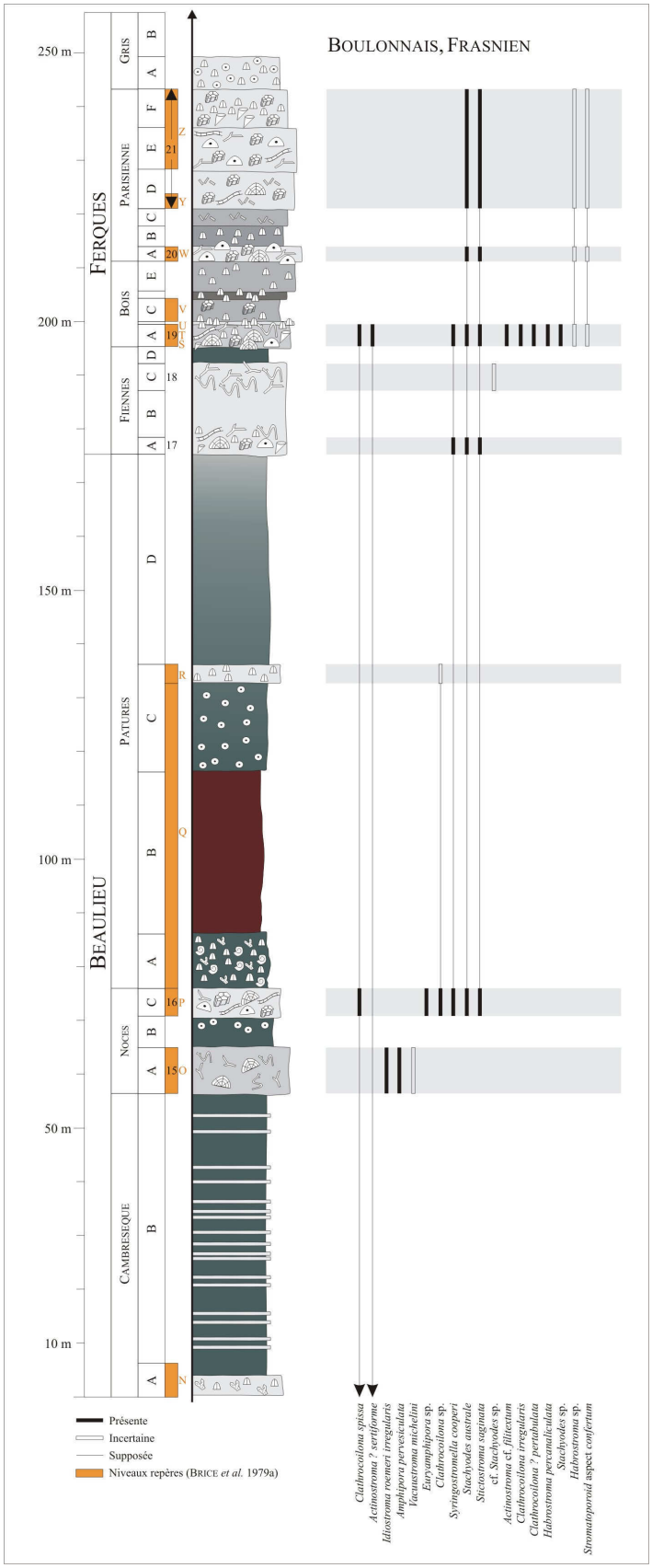


Fig. 39. Distribution des stromatopores du Boulonnais au Frasnien (d'après les travaux de MISTIAEN 1982, 1988, 2002, 2006).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

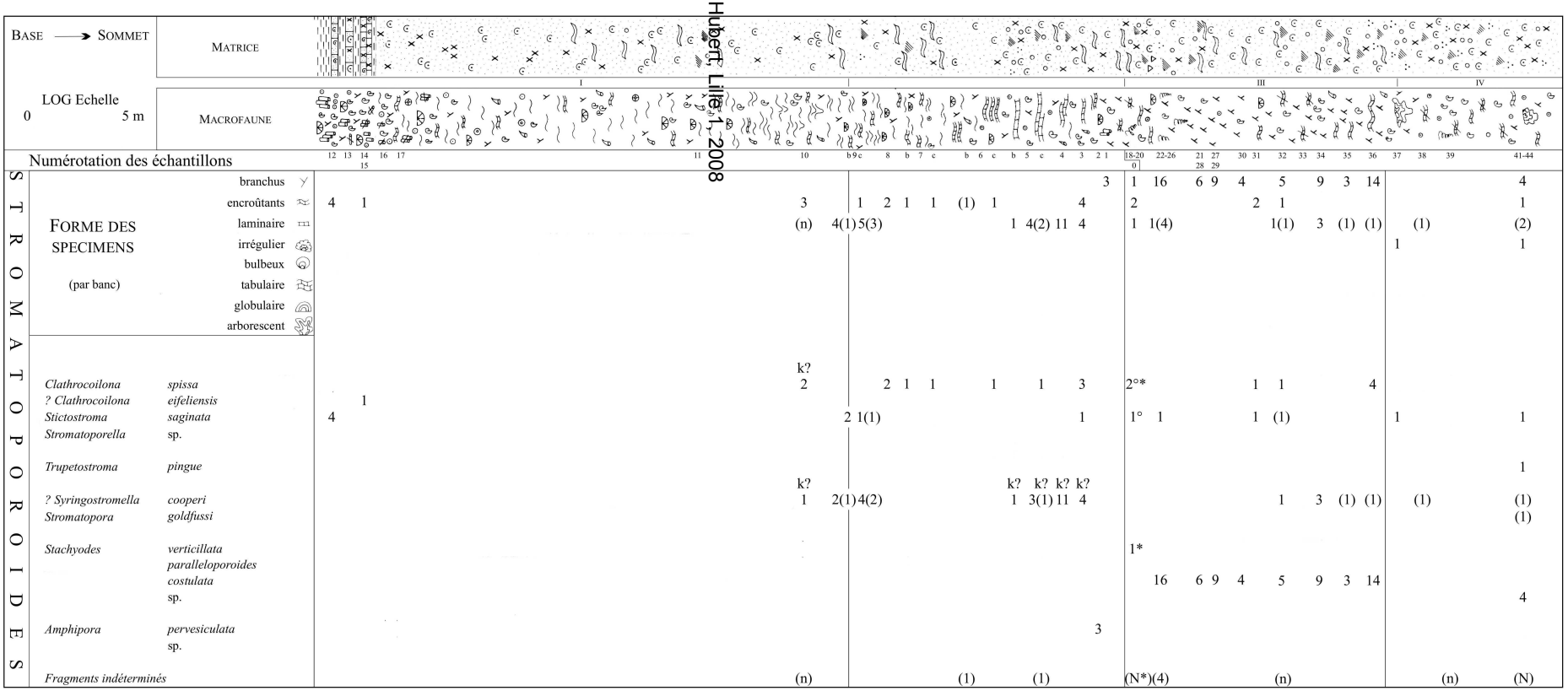
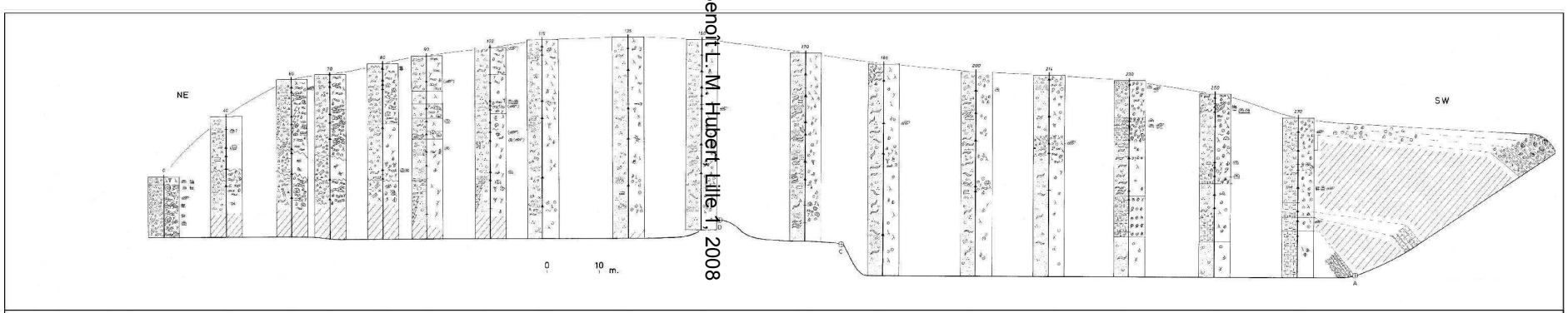


Fig. 40. Distribution des stromatopores du Membre de l'Arche au Frasnien (d'après les travaux de CORNET 1975).

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



Numérotation des échantillons	0	40	60	70	80	90	102	115	135	150	170	185	200	214	230	250	270
FORME DES SPECIMENS (par banc) branchus	14 N	4	1.n	7.n	5.n	(n)	7(n)	(20)	(4)	5(n)	1(4)	(3)			(n)	1(N)	1.n(1)
encroûtants	1		n		2	1	3	(1)	3	1				2	1		1
laminaire		2	(1) 5 (3)	13.n	1	5(3)	5(2)	1								1(2)	
irrégulier	3					1											
bulbeux	2 (1)																
tabulaire	18 (4)		1		1	1	1									1	
globulaire	6															1	
Actinostroma septatum	2																
sept. robustum	2																
tab. crassum	1																
dehorneae	22 (4)					1										2	
Clathrocoilona spissa			(1)	n?												(2)	1
Stictostroma saginata				4	1												
Stromatoporella damnoniensis	1																
Stromatopora laminosa			6	4	1	2	3	2	1					2?	1?		
goldfussi									1							1	
? Syringostromella cooperi	1(1)	3	(3)	6.n?		(3)	2.1?(2)	(1)	1	1?							
Stachyodes verticillata	N																
radiata	(n)	1															
paralleloporoide	1.n		n	1	5	1?	1(2)				(2)						
costulata	6		1	2	n	11	1			2	(1)	(2)				1	1
sp.	N	2		1			1	(7)			(1)						(1)
Idiostroma roemeri	8				1												
crassum				3	1						1	(1)					
Amphipora laxeperforata			n	n	n		(4)	(13)	(2)	(n)							n
pervesiculata	n									3					(n)		
sp.		1	n			(n)	(n)		(2)							(N)	

Fig. 41. Distribution des stromatopores du Membre du Lion au Frasnien (d'après les travaux de CORNET 1975).

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

La distribution des espèces de stromatopores au Givétien a été comparée entre différentes régions (décrites ci-après). Leur répartition a été synthétisée (Ann. VIII), analysée (Tabl. 16) et comparée à l'aide de quatre indices (Tabl. 17).

1. METHODES

Les affinités paléobiogéographiques sont établies pour les régions suivantes (Fig. 42) :

- 1 Ardenne méridionale (**AR m**), France – Belgique : LECOMPTE 1951, 1952, CORNET 1975, ce travail ;
- 2 Boulonnais (**Bo**), France : MISTIAEN 1980, 1988, 2002 ;
- 3 Bergischen Land (**Berg**), Allemagne: KREBEDÜNKEL 1995 ;
- 4 Montagnes Sainte-Croix (**MsC**), Pologne : KAZMIERCZAK 1971 ;
- 5 Bohême centrale (**BoC**), République Tchèque : MAY 2005 ;
- 6 Karst morave (**MoK**), Moravie : ZUKALOVA 1971;
- 7 Montagnes centrales (**Afg**), Afghanistan : MISTIAEN 1985.

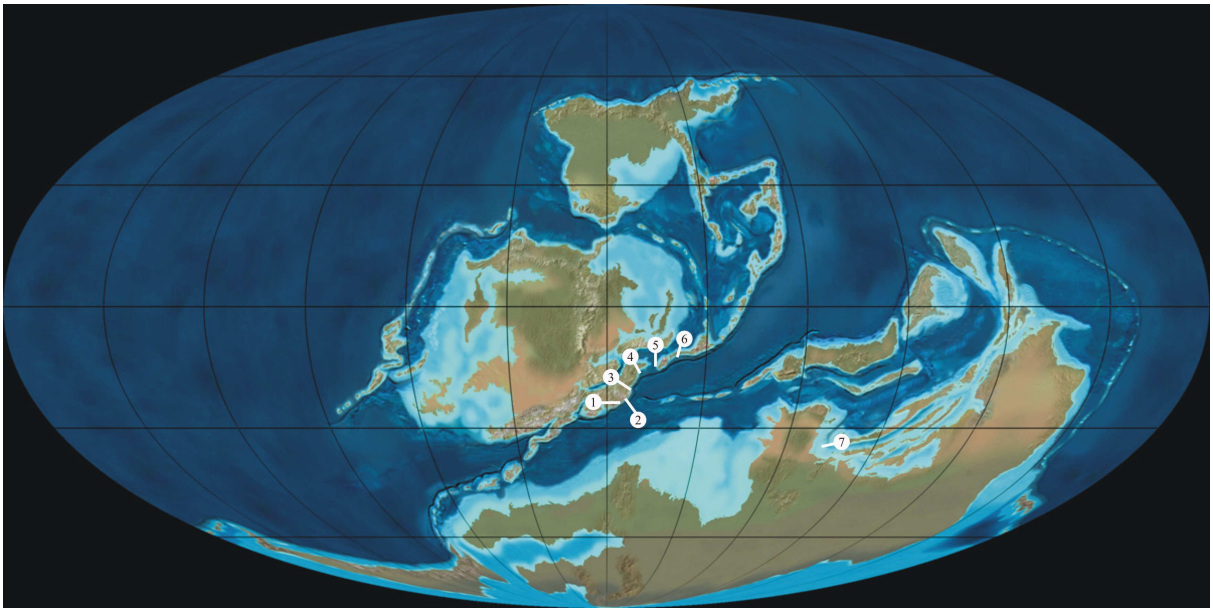


Fig. 42. Reconstitution paléogéographique au Givétien (d'après BLAKEY 2007). Position synthétique des différents sites : 1 Arm, 2 Bo, 3 Berg, 4 MsC, 5 BoC, 6 MoK, 7 Afg.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Ces différentes aires géographiques ont été choisies en fonction de la littérature accessible au Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique. Les travaux, dans lesquels les déterminations ou les répartitions biostratigraphiques des stromatopores étaient incomplètes ou semblaient douteuses, ont été écartés de l'étude.

L'Ardenne méridionale, région centrale de cette étude, servira de point de départ pour les comparaisons avec les autres régions. Statistiquement, toutes les régions seront comparées entre elles. Graphiquement, je ne comparerai que l'Ardenne méridionale avec les autres régions (Fig. 43).

La synthèse de plusieurs travaux réalisés par différents auteurs à différentes périodes soulève de nombreuses incertitudes, principalement basées sur la qualité de la détermination. Seule une révision complète de toutes les collections permettrait de pouvoir comparer chaque espèce de chaque site à sa juste valeur. Bien sûr, il s'avère impossible sur la durée d'une thèse de réaliser ce genre de révision.

Je m'appuierai donc, pour réaliser cette approche paléobiogéographique, sur les déterminations établies par chaque auteur.

L'intégralité des espèces (y compris aff., cf., et sp.) décrites dans ces travaux a été comptabilisée. Les listes synonymiques ont été étudiées pour établir les corrélations entre les différentes espèces.

Le « genre indét. sp. indét. » décrit dans ce travail n'a pas été comptabilisé pour les calculs d'affinités fauniques. Il me semble nécessaire d'attribuer à ces spécimens une détermination taxonomique plus précise avant de les intégrer dans les analyses de paléobiogéographie.

Les limites stratigraphiques utilisées par ZUKALOVA (1971) ont été actualisées à partir des travaux de HLADIL (1994, 2003), celles utilisées par KAZMIERCZAK (1971) à partir des travaux de RACKI (1992) et celles utilisées par LECOMPTE (1951-1952) à partir des travaux de HUBERT *et al.* (2007).

Les affinités paléobiogéographiques sont calculées avec les coefficients de JACCARD, de SIMPSON, d'OTSUKA (voir Chapitre II, Méthodes) et du coefficient de similarités (R). Ce dernier coefficient permet de mesurer les affinités entre bio-associations (CHEETHAM & HAZEL, 1969).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ Le coefficient de similarités (R)

$$R = \frac{C^2}{N_1 N_2}$$

N_1 et N_2 sont le nombre de taxons reconnus pour chacune des faunes étudiées et C est le nombre de taxons communs entre ces deux faunes.

La réalisation d'une étude des affinités fauniques entre plusieurs régions peut se faire à différents niveaux taxonomiques. RACHEBOEUF (1981) indique que ce type d'étude peut être fait au niveau spécifique. SAVAGE *et al*. (1979), CECCA (2002) préconisent cependant qu'il est préférable de les réaliser au niveau générique afin d'éviter les biais liés à la détermination « douteuse » de certaines espèces. Afin d'évaluer les variations des résultats genre *versus* espèce, j'ai réalisé les analyses à ces deux niveaux hiérarchiques, et les ai représenté graphiquement que pour les résultats obtenus avec le coefficient de JACCARD.

2. RESULTATS

Les différents résultats de cette étude sont présentés sous la forme de deux tableaux. Le premier reprend les données brutes (par espèce et **par genre**) pour chaque site et entre chaque site, le second indique les résultats obtenus après l'application des indices de similarités.

L'ensemble des données recueillies pour cette étude paléobiogéographique regroupe 253 espèces réparties sur 39 genres. Le nombre d'espèces et de genres reconnus pour chaque site peut varier très fortement (Tabl. 16). Par exemple, 119 espèces et 30 genres sont reconnus en Ardenne méridionale et seulement 9 espèces et 6 genres en Bohême.

Les différents résultats ont été comparés au niveau spécifique pour l'ensemble des coefficients et, au niveau générique, uniquement à partir du coefficient de JACCARD. Les chiffres soulignés correspondent aux exceptions.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Site	ARm	Bo	Berg	MsC	BoC	MoK	Afg
TOTAL	119 **[30]**	52 **[24]**	57 **[17]**	32 **[14]**	9 **[6]**	54 **[19]**	30 **[15]**
Bo	21 **[20]**	-	-	-	-	-	-
Berg	24 **[16]**	12 **[16]**	-	-	-	-	-
MsC	9 **[10]**	5 **[9]**	6 **[9]**	-	-	-	-
BoC	5 **[6]**	1 **[5]**	1 **[4]**	1 **[3]**	-	-	-
MoK	24 **[15]**	7 **[14]**	14 **[13]**	5 **[9]**	2 **[4]**	-	-
Afg	15 **[14]**	12 **[14]**	6 **[10]**	2 **[5]**	4 **[4]**	8 **[7]**	-

Tabl. 16. Données brutes, nombre d'espèces reconnues, **[nombre de genres reconnus]**, Arm : Ardenne méridionale, Bo : Boulonnais, Berg : Bergischen Land, MsC : Montagnes Saintes-Croix, BoC : Bohême centrale, MoK : Karst de Moravie, Afg : Afghanistan.

	Site	ARm	Bo	Berg	MsC	BoC	MoK
JACCARD	Bo	0,140 **[0,588]**	-	-	-	-	-
	Berg	0,158 **[0,516]**	0,124 **[0,640]**	-	-	-	-
	MsC	0,063 **[0,294]**	0,063 **[0,310]**	0,072 **[0,409]**	-	-	-
	BoC	0,041 **[0,200]**	0,017 **[0,200]**	0,015 **[0,211]**	0,025 **[0,176]**	-	-
	MoK	0,161 **[0,441]**	0,071 **[0,483]**	0,144 **[0,565]**	0,062 **[0,375]**	0,033 **[0,190]**	-
	Afg	0,112 **[0,452]**	0,171 **[0,560]**	0,074 **[0,455]**	0,033 **[0,208]**	0,114 **[0,235]**	0,105 **[0,259]**
SIMPSON	Bo	0,404 **[0,833]**	-	-	-	-	-
	Berg	0,421 **[0,941]**	0,231 **[0,667]**	-	-	-	-
	MsC	0,281 **[0,714]**	0,156 **[0,643]**	0,188 **[0,643]**	-	-	-
	BoC	0,556 **[1,000]**	0,111 **[0,833]**	0,111 **[0,667]**	0,111 **[0,500]**	-	-
	MoK	0,444 **[0,789]**	0,135 **[0,583]**	0,259 **[0,684]**	0,156 **[0,643]**	0,222 **[0,667]**	-
	Afg	0,500 **[0,933]**	0,400 **[0,933]**	0,200 **[0,667]**	0,067 **[0,333]**	0,444 **[0,667]**	0,267 **[0,467]**
OTSUKA	Bo	1,606 **[2,722]**	-	-	-	-	-
	Berg	1,809 **[2,334]**	1,149 **[2,499]**	-	-	-	-
	MsC	0,732 **[1,508]**	0,546 **[1,460]**	0,636 **[1,616]**	-	-	-
	BoC	0,442 **[1,000]**	0,128 **[0,913]**	0,123 **[0,834]**	0,156 **[0,671]**	-	-
	MoK	1,825 **[2,143]**	0,680 **[2,135]**	1,329 **[2,167]**	0,539 **[1,567]**	0,252 **[0,800]**	-
	Afg	1,229 **[2,087]**	1,325 **[2,242]**	0,643 **[1,768]**	0,254 **[0,928]**	0,641 **[0,873]**	0,873 **[1,200]**
BIO-ASSOCIATION (R)	Bo	0,071 **[0,555]**	-	-	-	-	-
	Berg	0,084 **[0,501]**	0,048 **[0,627]**	-	-	-	-
	MsC	0,021 **[0,238]**	0,015 **[0,241]**	0,019 **[0,340]**	-	-	-
	BoC	0,023 **[0,200]**	0,002 **[0,173]**	0,002 **[0,156]**	0,003 **[0,107]**	-	-
	MoK	0,089 **[0,394]**	0,017 **[0,429]**	0,063 **[0,523]**	0,014 **[0,304]**	0,008 **[0,140]**	-
	Afg	0,063 **[0,435]**	0,092 **[0,544]**	0,021 **[0,392]**	0,004 **[0,119]**	0,059 **[0,177]**	0,039 **[0,171]**

Tabl. 17. Affinités paléobiogéographiques au niveau spécifique au Givétien, **[affinités génériques]**.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Trois coefficients d'affinités fauniques semblent indiquer des tendances similaires (Fig. 43) : le coefficient de JACCARD (J), le coefficient d'OTSUKA (OC) et le coefficent de similarités (R).

A partir de ces trois coefficients (J – OC – R), les affinités fauniques au niveau spécifique (Tabl. 17) sont, par ordre d'importance :

- Pour l'Ardenne méridionale avec : le Karst de Moravie (0,161 – 1,825 – 0,089), le « Bergischen Land » (0,158 – 1,809 – 0,084), le Boulonnais (0,140 – 1,606 – 0,071) et les Montagnes centrales d'Afghanistan (0,112 – 1,229 – 0,063),
- Pour le Boulonnais avec : l'Afghanistan (0,171 – 1,325 – 0,092), l'Ardenne méridionale (0,140 – 1,606 – 0,071) hormis un coefficient sur trois et le « Bergischen Land » (0,124 – 1,149 – 0,048),
- Pour le « Bergischen Land » avec : l'Ardenne méridionale (0,158 – 1,809 – 0,084) et le Karst de Moravie (0,144 – 1,329 – 0,063),
- Pour la Bohême centrale avec : l'Afghanistan (0,114 – 0,641 – 0,059),
- Pour le Karst de Moravie avec : l'Ardenne méridionale (0,161 – 1,825 – 0,089), le « Bergischen Land » (0,144 – 1,329 – 0,063), et l'Afghanistan (0,105 – 0,873 – 0,039).
- Pour l'Afghanistan avec : le Boulonnais (0,171 – 1,325 – 0,092), l'Ardenne méridionale (0,112 – 1,229 – 0,063) et la Bohême centrale pour un des trois coefficients (0,114 – 0,641 – 0,059).
- Les Montagnes Sainte-Croix de Pologne représentent globalement l'aire géographique la plus isolée avec un coefficient de JACCARD inférieur à 0,100.

Le coefficient de SIMPSON se distingue des trois précédents en montrant des tendances différentes, notamment :

- Pour l'Ardenne méridionale qui se rapproche de : la Bohême centrale (0,556), puis de l'Afghanistan (0,500) et enfin du Karst de Moravie (0,444).
- Pour la Bohême centrale avec : l'Ardenne méridionale (0,556) puis l'Afghanistan (0,444).
- Et pour l'Afghanistan avec : l'Ardenne méridionale (0,500), la Bohême centrale (0,444) puis avec le Boulonnais (0,400).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

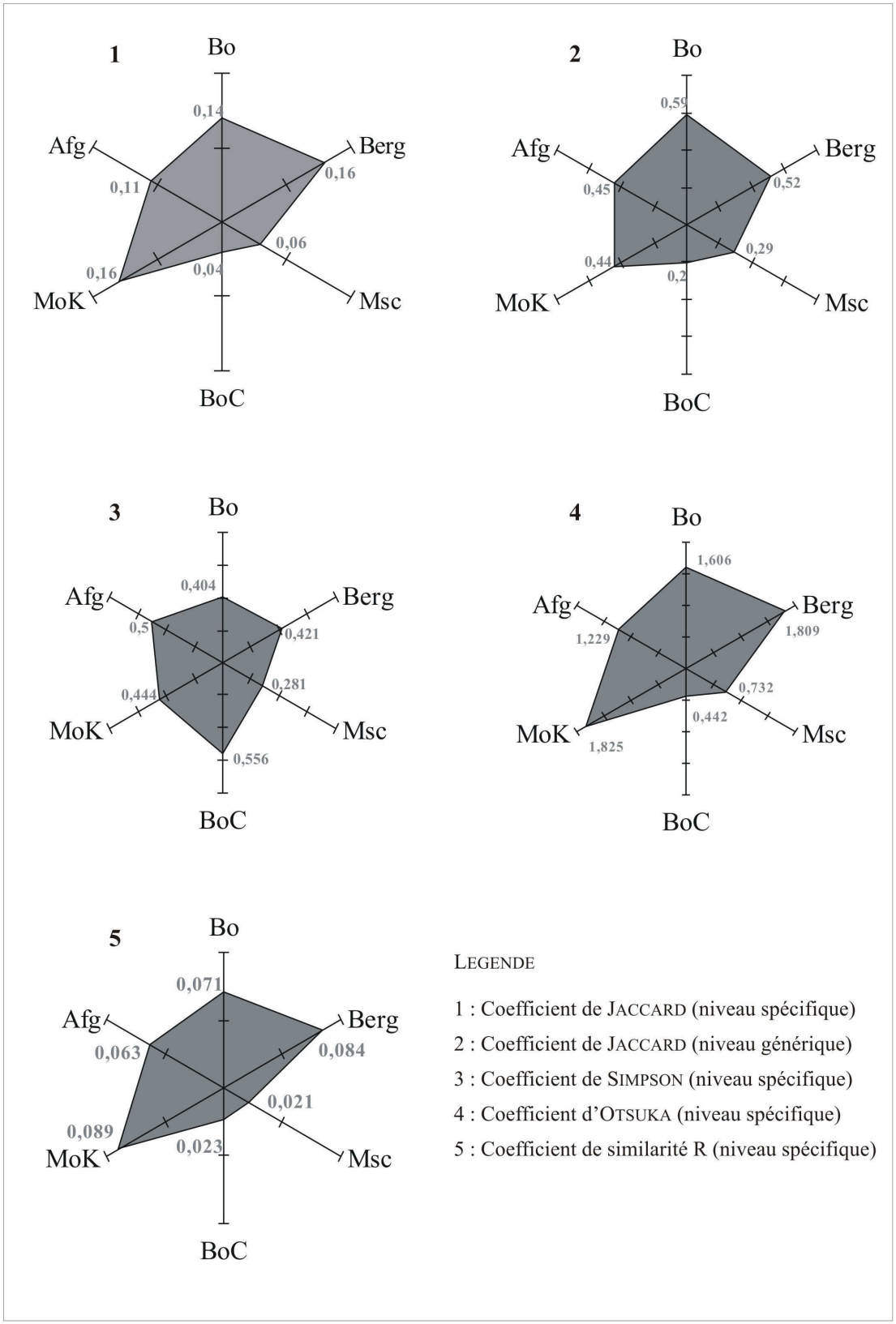


Fig. 43. Affinités fauniques avec l'Ardenne méridionale au Givétien. L'Ardenne méridionale se situe à l'intersection des axes. Plus les affinités sont grandes, plus la valeur est élevée. **1** : Graduation = 0,1 ; **2**, **3** : Grad. = 0,2 ; **4** : Grad. = 0,5 ; **5**: Grad. = 0,05.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Au niveau générique, les affinités fauniques (pour les coeffficients J – OC et R) se répartissent sensiblement comme celle calculée au niveau spécifique, c'est-à-dire :

- Pour l'Ardenne méridionale avec : le Boulonnais (0,588 – 2,722 – 0,555), le « Bergischen Land » (0,516 – 2,334 – 0,501), l'Afghanistan (0,452 – 2,087 – 0,435) et le Karst de Moravie (0,441 – 2,143 – 0,394) pour deux coefficients sur trois,
- Pour le Boulonnais avec : le « Bergischen Land » (0,640 – 2,499 – 0,627) pour deux coefficients sur trois, l'Ardenne méridionale (0,588 – 2,722 – 0,555) et l'Afghanistan (0,560 – 2,242 – 0,544),
- Pour le « Bergischen Land » avec : le Boulonnais (0,640 – 2,499 – 0,627) et le Karst de Moravie (0,565 – 2,167 – 0,523) pour deux coefficients sur trois, et l'Ardenne méridionale (0,516 – 2,334 – 0,501),
- Pour les Monts Sainte-Croix avec : le « Bergischen Land » (0,409 – 1,616 – 0,340), et le Karst de Moravie (0,375 – 1,567 – 0,304),
- Pour la Bohême centrale avec : l'Ardenne méridionale (0,200 – 1,000 – 0,200) pour deux coefficients sur trois, et l'Afghanistan (0,235 – 0,873 – 0,177),
- Pour le Karst de Moravie avec : le « Bergischen Land » (0,565 – 2,167 – 0,523), le Boulonnais (0,483 – 2,135 – 0,429), et l'Ardenne méridionale (0,441 – 2,143 – 0,394),
- Pour l'Afghanistan avec : le Boulonnais (0,560 – 2,242 – 0,544), l'Ardenne méridionale (0,452 – 2,087 – 0,435).

De même que pour les calculs effectués au niveau spécifique, le coefficient de Simpson montre, au niveau générique, des inversions d'affinités notamment pour les régions où les faunes sont faiblement connues (i. e. Bohême centrale).

3. DISCUSSION

1- Avec le coefficient de JACCARD, le calcul des affinités fauniques entre différentes régions semble pouvoir se faire aussi bien au niveau spécifique qu'au niveau générique. Même si les valeurs obtenues (Fig. 43, 1-2) apparaissent légèrement différentes, les tendances exprimées visuellement sont similaires.

2 - Les affinités fauniques estimées à partir du coefficient de SIMPSON ne sont pas en accord avec celles exprimées par l'ensemble des autres coefficients. Le coefficient de SIMPSON est le

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

seul coefficient à utiliser comme base de calcul la diversité de la faune la plus réduite enregistrée pour les sites comparés, alors que les autres coefficients intègrent l'ensemble des données relatives aux sites comparés. Il semble donc que le coefficient de SIMPSON soit le moins performant pour établir des relations paléobiogéographiques entre des aires où la biodiversité est sensiblement différente.

3 - Les coefficients de JACCARD, d'OTSUKA et de similarités (R) donnent des tendances globalement similaires aussi bien au niveau de l'espèce qu'au niveau du genre.

4 - L'Ardenne méridionale présente de nettes affinités fauniques avec le Karst de Moravie, le Bergischen Land et le Boulonnais, de bonnes affinités avec l'Afghanistan, et peu d'affinités avec les Monts Sainte-Croix et la Bohême centrale.

Les faunes décrites par ZUKALOVA 1971 en Moravie présentent des affinités fortes avec l'Ardenne méridionale notamment pour les genres dendroïdes *Stachyodes* et *Amphipora* (qui représentent environ 25 % des espèces décrites dans ses travaux). Ces genres sont également largement développés (12 espèces citées) dans les travaux de LECOMPTE 1952. Les affinités fauniques « globales » entre ces deux sites semblent alors fortement contraintes par les espèces dendroïdes.

Au Givétien, les aires géographiques du « Bergischen Land » et du Boulonnais appartiennent globalement au même bassin sédimentaire. Les affinités fauniques entre ces deux sites sont donc cohérentes.

Les affinités plus faibles entre l'Ardenne méridionale et les Monts Sainte-Croix et l'Afghanistan peuvent être liées à l'éloignement géographique des faunes. Cependant, ce critère reste incertain lorsque l'on observe les coefficients de similarité, élevés, entre le Boulonnais et l'Afghanistan. Il est toutefois important de préciser que les faunes de ces deux sites ont été décrites par le même auteur, ce qui peut avoir une incidence sur les résultats d'affinités fauniques de ces régions.

Enfin, la Bohême centrale, qui présente de faibles affinités fauniques avec l'Ardenne méridionale et avec l'ensemble des aires géographiques, constitue un bloc isolé (EDEL & WEBER 1994, TORSVIK & COCKS 2004). Des conclusions similaires ont été obtenues lors d'une analyse paléobiogéographique réalisée à partir des brachiopodes (HALAMSKI 2008).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Systématique des stromatopores *Chapitre V*

1. GENERALITES

Les stromatopores sont des organismes marins, épibenthiques, possédant un squelette calcifié, constitué d'un empilement de couches, proche de celui de certaines éponges. Ils sont largement présents au Paléozoïque et sont utilisés pour l'étude et l'interprétation des paléoenvironnements récifaux.

Décrit initialement par GOLDFUSS (1826) dans des roches dévoniennes, ils existeraient sporadiquement depuis le Cambrien : « *Stromatoporoid-like archeocyaths of Cambrian age* » (WEBBY 1979a, 1993), sont bien représentés durant l'Ordovicien (KAPP & STEARN 1975 ; WEBBY 1993 ; KELLER & FLÜGEL 1996) et connaissent leur apogée au Silurien et au Dévonien (au Givétien en Ardenne *s.l.*), dominant alors l'ensemble du milieu récifal (MISTIAEN & HUBERT *in* BLIECK *et al.* 2006). Ils subissent de plein fouet la crise Frasnien / Fammenien, sont encore présents au Strunien et disparaissent à la limite D/C, pour (? ré)-apparaître de nouveau au Mésozoïque.

1.1 Terminologie

Ce paragraphe, relatif à la terminologie utilisée pour la description des stromatopores, n'a pas pour objectif de redire ce qui se trouve déjà dans la littérature (FLÜGEL 1958a, b, c, 1959 ; FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1968 ; BOGOYAVLENSKAYA 1968 ; STEARN 1966a, 1975a, 1980, 1982, 1983, 1997a, b, c ; STEARN *et al.* 1999) mais d'offrir aux lecteurs les bases nécessaires à la compréhension de ce groupe.

Les Stromatopores

¤ CARACTERES EXTERNES

 # La forme et la taille des stromatopores

KERSHAW (1998), dans un papier consacré à l'étude de la morphologie des stromatopores, propose une classification raisonnée (Fig. 44) basée sur la variation morphologique des

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

stromatopores. Il propose alors trois niveaux hiérarchiques. Le premier, basé sur la forme externe, regroupe neuf morphotypes. Le second niveau concerne l'ornementation. Enfin, le troisième s'intéresse aux schémas de croissance.

La morphologie des stromatopores renseigne sur divers aspects paléoécologiques (KERSHAW 1998, 1999). L'étude des environnements récifaux, des processus de diagenèse, du transport, etc, est associée à leur croissance.

 # Les latilaminations

Les latilaminations correspondent à une zonation en bandes épaisses des lamines du squelette de l'organisme. Leur origine peut être mise en relation avec les rythmes de croissance, saisonnalité (YOUNG & KERSHAW 2005).

 # Les granulations

Les granulations sont dues à la terminaison des éléments verticaux (piliers) constituant le squelette de l'organisme. Ces piliers peuvent donner un aspect finement granuleux à la surface du squelette.

 # Les structures mamelonnées

Les mamelons sont des petites boursouflures situées sur la partie supérieure du squelette. Leur diamètre et leur hauteur sont variables (quelques millimètres). Ils sont en relation avec des cavités présentes dans le squelette des stromatopores : les astrorhizes. La présence des mamelons n'est pas un caractère commun à toutes les espèces de ce groupe mais ils ne sont bien développés que chez certaines espèces (exemple : *Actinostroma verrucosum*).

Le système astrorhizal

Les astrorhizes sont des petits canaux étoilés, ramifiés autour d'un canal axial, parfois visibles à la surface des zones successives de croissance du stromatopore. Elles sont généralement associées aux mamelons. Elles sont facilement discernables en lame mince, en coupes transversale (section étoilée) et verticale. Parfois la structure des astrorhizes est renforcée par un système plus ou moins important de septes ou dissépiments (exemple : *Stictostroma, Atelodictyon*).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

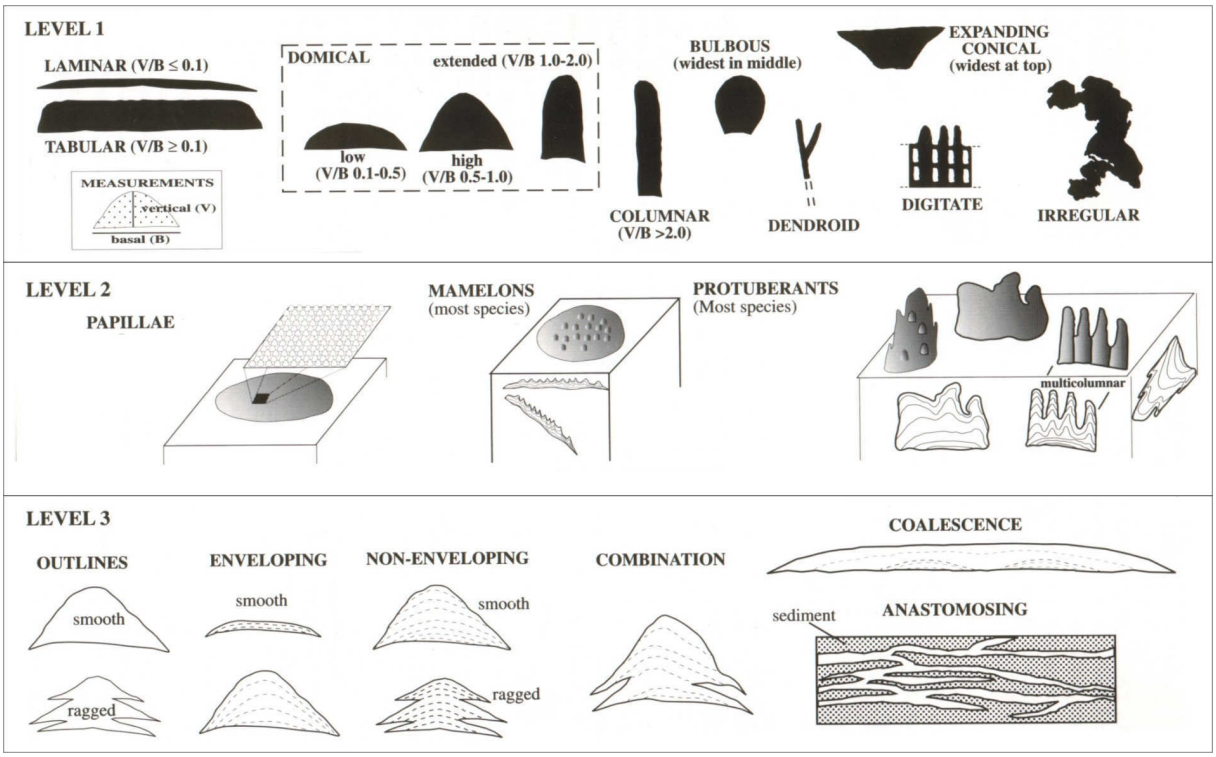


Fig. 44. Classification hiérarchique des modes de croissance utilisée pour la description des stromatopores d'après KERSHAW (1998). **LEVEL 1** : Morphologie externe ; **LEVEL 2** : Ornementation ; **LEVEL 3** : Morphologie de croissance.

¤ CARACTERES INTERNES

 # La lamination (ou laminae) / coenostrome

Section longitudinale

Les lamines sont des éléments squelettiques (lamelles *sensu* LECOMPTE 1956) horizontaux, réguliers, continus ou non et plus ou moins parallèles entre eux. Elles délimitent des espaces interlaminaires. Si ces éléments sont irréguliers, contournés, on parle de coenostrome.

 # Les piliers / coenostèle

Section longitudinale

Les piliers constituent les éléments verticaux cylindriques du squelette. Ils se développent perpendiculairement aux lamines dans les espaces interlaminaires et réunissent entre elles deux ou plusieurs lamines. Ils peuvent donc être alignés sans interruption d'un espace interlaminaire à un autre (piliers continus), réduits à un simple espace laminaire (piliers courts), ou simplement superposés (lorsque la lamine les recoupe). Selon la morphologie des piliers en section verticale, on utilisera, pour préciser leur apparence, les termes droits (filiformes), évasés ou bobiniformes. Si le pilier atteint une amplitude importante (le plus

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

souvent accompagné d'une microstructure de type compact), on parle alors de mégapiliers. Certains genres tels *Bifariostroma* ou *Oslodictyon* réunissent des piliers courts et des mégapiliers.

Section tangentielle

Lorsque la coupe tangentielle des éléments verticaux du squelette laisse apparaître une section circulaire, arrondie, on parlera de piliers (*Atelodictyon*). Si toutefois ces structures n'ont pas cette morphologie, mais prennent un aspect de « murailles » plus ou moins continues, on parle alors de coenostèle (*Stictostroma*).

 # Les dissépiments

Les dissépiments appartiennent au tissu coenostéal et se présentent sous la forme de fines cloisons horizontales, incurvées ou obliques. Ils sont le plus souvent observés au niveau des espaces interlaminaires ou dans les canaux astrorhizaux. Ces dissépiments semblent avoir un rôle de soutien dans la structure du squelette.

 # La structure coenostéale

L'association des différents éléments du squelette va aboutir à la formation de la structure coenostéale qui pourra alors être décrite différemment selon la section observée. Ces structures coenostéales (Fig. 45) sont largement décrites par MISTIAEN (1985, p.6 vol. 2) et simplement rappelées ci-dessous.

Section longitudinale

On peut définir trois types de structure coenostéale :

- quadrillée (*Actinostroma*)
- vésiculaire (*Clathrodictyon*)
- enchevêtrée (*Stromatopora*)

Section tangentielle

Sept types de structures sont reconnus :

- ponctuée (*Actinostroma*, au niveau des piliers)
- caténiforme (*Atelodictyon*)
- hexactinelloïde (*Actinostroma*, au niveau des lamines)
- vermiforme (*Stictostroma*)
- méandriforme (*Stromatopora*)
- criblée (*Salairella*)
- coalescente (*Clathrocoilona*)

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

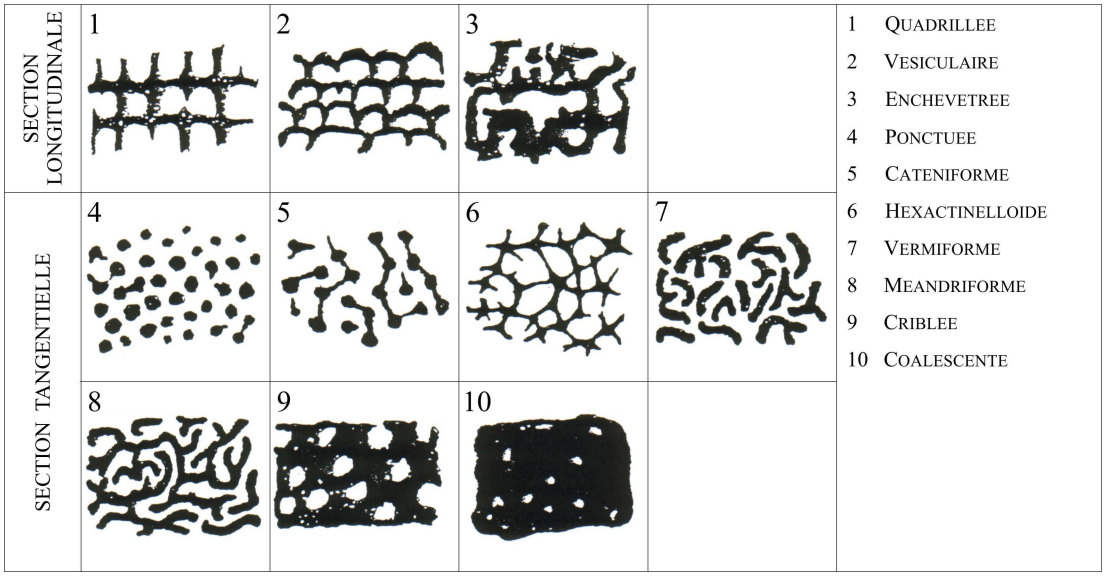


Fig. 45. Classification hiérarchique des morphologies des structures coénostéales utilisée pour la description des stromatopores d'après MISTIAEN (1985).

 # La microstructure

La microstructure (Fig. 46) reflète l'organisation microscopique (à partir de granules sombres irréguliers appelées « specks ») des éléments du squelette (lamines, piliers). Les types usuels de microstructure sont décrits par STEARN 1966a (12 types), STEARN *et al.* 1999 (8 types) et rappelés ci-après (définition transcrites de STEARN *et al.* 1999). La variation du nombre de types de microstructures définis par la littérature s'explique par l'existence de microstructures intermédiaires liées aux processus de fossilisation et de diagenèse (par exemple, le type cellulaire passant au type mélanosphérique, STEARN 1966a).

Type cellulaire

Le tissu squelettique apparaît tâcheté, pourvu de vides (cellules) subsphériques distribués irrégulièrement au sein des lamines et des piliers.

Type microréticulé

Les éléments structuraux sont composés de micropiliers et microlamines (composés eux-mêmes de microcolliculi), donnant un aspect tridimensionnel et un arrangement en colonne et charpente rectilignes.

On y distingue les sous-types :

- clinoréticulé : les micropiliers sont inclinés vers l'extérieur depuis l'axe du pilier et les microlamines incurvées vers sa partie sommitale ;
- orthoréticulé : les micropiliers et les microlamines sont disposés orthogonalement au sein de la lamines ;

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

- acosmoréticulé : les micropiliers et microcolliculi sont disposés aléatoirement.

Type ordinicellulaire

Les plans axiaux des lamines sont marqués par la présence de trois couches de vésicules subsphériques (cellules) ou tripartites, en section longitudinale. Lorsque les espaces entre ces cellules sont absents ou mal définis, la couche centrale accentue l'effet tripartite. Dans ce type de microstructure, la couche centrale peut alors apparaître plus opaque que les couches supérieure et inférieure.

Type tubulé

Le tissu squelettique est composé de vides vermiformes, clairs, distribués irrégulièrement au sein d'un matériel squelettique tacheté.

Type compact

Le type compact est caractérisé par un tissu tacheté dont l'organisation apparaît nettement homogène.

Type strié

Les specks sont concentrés en petites masses subcirculaires en section tangentielle, et forment des stries fines en section longitudinale.

Type fibreux

Les specks et les microcristaux du tissu squelettique sont alignés perpendiculairement aux lamines et semblent former des structures en « jet d'eau » dans les piliers.

Type mélanosphérique

Les specks sont concentrés dans des espaces restreints, irrégulièrement distribués, formant des tâches subsphériques opaques, séparées par des zones plus claires.

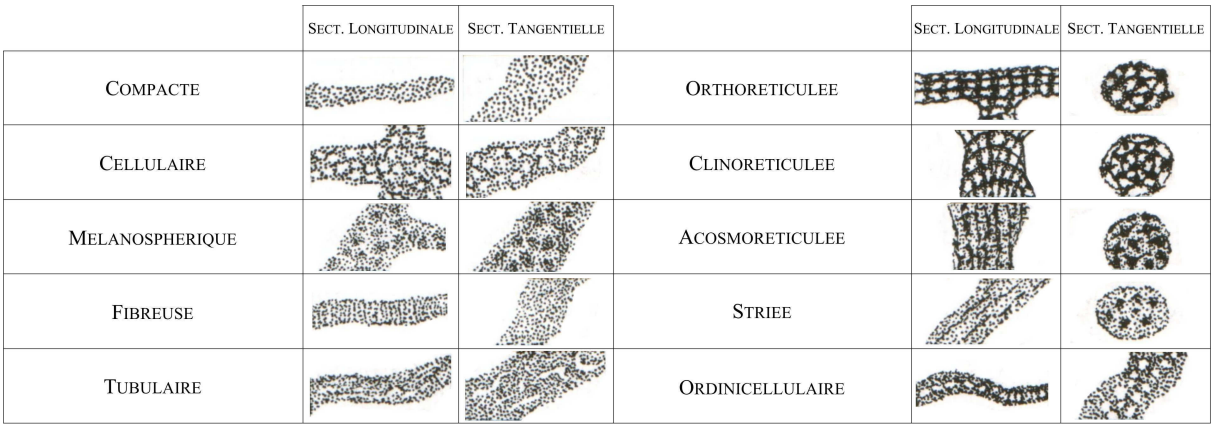


Fig. 46. Classification hiérarchique des morphologies des microstructures usitées pour la description des stromatopores d'après STEARN *et al.* (1999).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les lamines peuvent parfois être soulignées par la présence d'une ligne axiale sombre ou claire appelée microlamines. Cette microlamine constitue à un élément de la microstructure. Diverses hypothèses ont été suggérées quant à l'origine de cette dernière. NICHOLSON (1886a) l'interprétait comme un fin canal central rempli postérieurement de sédiments, TRIPP (1929) y voit l'origine plurilamellaire des lamines, LECOMPTE (1951, 1956) suggère un alignement des centres de calcification pigmentés par de la matière organique, STEARN (1966a) considère cet alignement de petites cellules comme une microstructure intermédiaire proche du type ordinicellulaire, KAZMIERCZAK (1971) interprète, quant à lui, la microlamine comme un indicateur d'une interruption dans le rythme de croissance et finalement STEARN & PICKETT (1994) rejoignent LECOMPTE et postulent pour l'altération des centres de calcification.

1.2 Position systématique du groupe

« *Palaeozoic stromatoporoids comprise an extinct class of non-spiculate poriferans that are represented as fossils by their basal carbonate skeleton* » (STEARN *et al.* 1999: p.1).

¤ Historique (concernant les stromatopores paléozoïques)

La position systématique des stromatopores est un problème qui depuis longtemps est soulevé par les différents spécialistes du groupe. Ce premier paragraphe est un rappel (non exhaustif) des principales positions adoptées depuis le XIX^{ème} siècle (les auteurs ne sont pas indiqués dans les références bibliographiques). Les arguments justifiant ces opinions sont en partie rappelées dans les ouvrages de LECOMPTE (1951 ; 1956), GALLOWAY (1957), CORNET (1975) et brièvement par STEARN *et al.* (1999).

MADREPORAIRES

GOLDFUSS 1826

FORAMINIFERES

D'ORBIGNY 1830; LINDSTROM 1876; STEINMAN 1878; BARGATSKY 1881; ZITTEL 1883; NICHOLSON 1886; SOLLAS 1887; WAAGEN & WENTZEL 1887; POCTA 1894; DEHORNE 1924; TRIPP 1929; KÜHN 1927-39; STEINER 1932 ; DAWSON 1935; PARKS 1936;

SPONGIAIRES

STEININGER 1834; D'ORBIGNY 1849; QUENSTEDT 1852; ROSEN 1867; VON ROSEN 1869; SALTER 1873; CARTER 1877-78; NICHOLSON & MURIE 1878; KIRKPATRICK 1909-12; HEINRICH 1914; TWITCHELL 1928-1929; HICKSON 1934; HARTMAN & GOREAU 1970; STEARN 1972-99; TERMIER & TERMIER 1975; VACELLET 1980-85; MISTIAEN 1985; BOYAJIAN & LABARBERA 1987; REITNER 1987; WOOD 1987-91; STEARN & PICKETT 1994

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

BRYOZOAIRES

SANDBERGER 1850-56; ROEMER ?

HYDROZOAIRES

CARTER 1877-78; CORNET 1975; MORI 1976-84

ALGUES

KAZMIERCZAK 1980-82, 2003; KAZMIERCZAK & KRUMBEIN 1983; KAZMIERCZAK & KEMPE 1990

¤ Position adoptée dans cet ouvrage

Affinités entre spongiaires et stromatopores :

- Corrélation entre astrorhizes des stromatopores et canaux exhalants des spongiaires,
- Le squelette basal des stromatopores est composé de fibres calcitiques riche en magnésium et de fibres aragonitiques similaires à celui de certaines éponges calcaires,
- Morphologie de croissance du squelette,
- Analogie des éléments structuraux,
- Présence de « spicules » dans le tissu squelettique chez les formes du Paléozoïque (e. g. *Stachyodes australe*, MISTIAEN *et al.*, non publ.).

L'argument majeur qui manquait pour le rapprochement des stromatopores au groupe des éponges était l'absence de traces de spicules au sein du tissu squelettique. WOOD (1987) avait noté la présence de structures proches des spicules chez les formes du Mésozoïque, mais les formes du Paléozoïque semblaient aspiculaires. MISTIAEN *et al*. (non publ.) ont cependant mis en évidence la présence de spicules pour une espèce du Paléozoïque : *Stachyodes australe*. L'argument manquant est enfin apparu ! De plus, cela affirmerait les liens entre les formes du Paléozoïque et du Mésozoïque, déjà évoqués par MISTIAEN (1984) et conforterait l'hypothèse d'un seul ordre.

Cependant, l'espèce *Stachyodes australe* n'a été reliée au groupe des stromatopores que tardivement (RIDDING 1974) ; on peut alors se demander si celle-ci apporte la preuve reliant les stromatopores aux éponges, présentant alors de nombreuses analogies avec les spongiaires, ou si au contraire cette espèce devrait être éloignée du groupe des stromatopores.

Des analyses complémentaires sur l'étude de la microstructure, chez différents genres provenant de différentes plates-formes carbonatées, semblent indispensables pour confirmer la présence de spicules au sein du squelette des stromatopores. La découverte de nouveaux spicules pourra résoudre ce problème.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les stromatopores s'apparentent, aux vues des arguments cités précédemment, à un groupe proche de celui des éponges « *stromatoporoid-like sponges* » (HARTMAN & GOREAU 1970).

2. MATERIEL ET METHODES

¤ Matériel

Lorsque les conditions d'affleurement s'y prêtaient, les échantillons ont été collectés en position de vie, mais certains spécimens ont dû être collectés en éboulis (ex : carrière de Glageon). Ce travail regroupe près de 370 spécimens (Givétien et Frasnien) sur lesquels environ 530 lames minces ont été préparées (réalisation des lames minces par P. DEVILLE, Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique).

Commentaires sur la préservation du matériel

Les déterminations systématiques sont intimement liées à la préservation du matériel. Les effets de la diagenèse peuvent affecter les mesures et les observations faites sur un spécimen. Chez les stromatopores, cet aspect a été discuté par STEARN (1962) pour l'espèce *Taleastroma* ? *confertum*.

Taleastroma ? *confertum* puis *Syringostroma* ? *confertum* (STEARN 1966b) est finalement considérée (STEARN 1967, 1972, 1975b ; BIRKHEAD & MURAY 1970) comme le résultat de modifications diagenétiques pouvant affecter différents genres de stromatopores: " *This species is now believed to be a product of diagenesis of several different species of stromatoporoids, and hence invalid* " (STEARN 1975b).

Par ailleurs, cette modification diagénétique se retrouve régulièrement chez les stromatopores (i.e. en Afghanistan, dans le Boulonnais, MISTIAEN 1985, 1988). J'utiliserai donc, comme C. W. STEARN le préconise, l'aspect confertum pour décrire des stromatopores ayant des piliers particulièrement élargis masquant les espaces interlaminaires, une microstructure diagenétiquement modifiée, etc : "*These specific structures produced by the neomorphism require a convenient name and in this paper are informally called confertum structures*" (STEARN 1975b).

Les sections du Mont d'Haurs à Givet (Bancs 725, 875-6, 883-4 et 922) et de Glageon (Biostromes des Trois-Fontaines et de Fromelennes) ont fourni ce type de matériel.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

¤ **Méthodes d'études**

La description systématique des stromatopores s'est déroulée en deux étapes.

Tout d'abord, une observation globale du spécimen a été réalisée afin d'en définir la morphologie générale externe, d'y repérer les caractères macroscopiques tels que la présence de granulations, de mamelons ou de latilaminations.

Ensuite, des lames minces (longitudinales et tangentielles) ont été préparées. Suivant les conseils de B. MISTIAEN, les sections ont été faites sur des lames de verres de grande taille (généralement 60 mm x 80 mm, mais pouvant parfois excéder 100 mm) afin d'observer les variations intra-spécifiques du squelette. Des mesures indispensables à l'attribution spécifique des stromatopores ont été réalisées en suivant les « standards » utilisés dans la littérature. Lorsque cela s'avérait nécessaire, des dessins en chambre claire ont été réalisés pour affiner notre compréhension dans l'organisation du tissu squelettique.

Mesures effectuées en lames minces et abréviations utilisées

L'ensemble des valeurs indiquées est une moyenne établie à partir de 10 mesures par place et par individu (lorsque cela est possible). Les données synthétisées dans les tableaux de mesures comprennent parfois les mesures réalisées sur un spécimen (indiquées par le n° de l'échantillon), et parfois la moyenne des mesures réalisées sur l'ensemble des spécimens (indiquées par la mention « Ce travail »).

Piliers
Nombre de piliers sur 5 mm : Nb.P
Epaisseur des piliers: Ep.P
Diamètre des piliers en section tangentielle : Dia.P (principalement pour les espèces présentant une structure ponctuée)
Lamines
Nombre de lamines sur 5 mm : Nb.L
Epaisseur des lamines : Ep.L

3. CLASSIFICATION DES STROMATOPORES

La classification des stromatopores est, depuis longtemps, très controversée (voir MISTIAEN 1985). Les auteurs se sont principalement opposés sur l'importance des critères à utiliser pour

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

établir une classification (inclure les formes du Mésozoïque, tenir compte de la microstructure, …). Ces différents problèmes ne sont toujours pas résolus et aucune classification intégrant l'évolution phylogénétique du groupe n'existe.

Le présent travail s'accorde donc à respecter la classification systématique établie par STEARN *et al.* (1999), classification qui semble, dans l'état actuel des connaissances, être la plus adéquate (dans l'attente de la rédaction du « *Treatise of palaeontology* » consacré aux stromatopores).

4. DESCRIPTION RAISONNEE DES ESPECES

¤ *Rappel des règles synonymiques usitées pour ce travail* (RICHTER 1948 modifié)

1977 : la littérature mentionne l'espèce sans description et sans figuration.

• 1977 : nous assumons la responsabilité de l'attribution de l'espèce nommée dans le titre.

1977 : l'attribution de l'espèce doit être considérée comme probable.

? 1977 : l'attribution de l'espèce doit être considérée comme douteuse.

partim 1977 : l'attribution d'une partie du matériel de l'espèce doit être considérée comme probable et l'autre partie comme douteuse.

v 1977 : (*vidimus*) nous avons vu le type de l'espèce.

non 1977 : nous n'assumons pas la responsabilité de l'espèce nommée dans le titre.

(1977) : le millésime de la publication est incertain.

¤ *Remarque 1*

Les listes synonymiques établies pour chaque espèce se veulent être les plus précises possibles. Cependant, j'ai consulté de nombreux ouvrages, rédigés dans la langue natale des auteurs (i. e. chinois, russe, etc), à partir desquels je n'ai parfois pu extraire toutes les informations (i.e. références et synonymie). J'ai également utilisé ces ouvrages pour établir une partie de mes comparaisons (cf. discussions), qui ne reposent alors uniquement que sur l'observation des planches.

¤ *Les règles de nomenclature ouverte*

Elles seront actées d'après les travaux de MATTHEWS (1973) et de FELDMAN (1994).

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

- Le signe « cf. » avant le nom d'une espèce indique une détermination provisoire pour cette espèce,
- Le signe « aff. » avant le nom d'une espèce indique une nouvelle espèce, non décrite, en relation avec l'espèce citée,
- Le signe « ? » indique une identification (générique ou spécifique) incertaine.

¤ *Remarques 2*

Une large proportion des espèces décrites dans ce travail est placée en nomenclature ouverte. J'ai préféré, pour diverses raisons (i. e. peu d'échantillons correspondant à une même espèce, manque de littérature sur un genre précis, problème de traductions des données biométriques, etc) ne pas attribuer un nom spécifique qui pourrait, par la suite, ne pas correspondre au nom de l'espèce qui sera publiée après ce travail de thèse. Parfois, il sera également nécessaire de retourner sur les différents sites pour collecter, de nouveau, du matériel et étoffer la quantité de spécimens étudiés.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Phylum Porifera Grant, 1836

Classe Stromatoporoidea Nicholson & Murie, 1878

= Stromatoporata Stearn, 1972

Ordre Clathrodictyida Bogoyavlenskaya, 1966

Famille Clathrodictyidae Kühn, 1939

Genre *Clathrodictyon* Nicholson & Murie, 1878

Espèce type: *C. vesiculosum* Nicholson & Murie, 1878 (Nicholson & Murie 1878: p. 220, pl. 2: 1-13). [Silurien (Clinton ; Niagara) : Yellow Springs, Ohio, USA ; Thorold, Ontario, Canada].

Diagnose: Voir Nicholson & Murie 1878: p. 220. Stearn *et al*. 1999 : p. 24.

Clathrodictyon ? sp.

Pl. IX Fig. 1 – 3

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 159–160. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen correspond à un petit fragment mamelonné à sa surface et associé à un deuxième stromatopore.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique a une allure pseudo-vésiculaire. Les éléments du squelette apparaissent parfois très fins parfois beaucoup plus épais.

Les piliers, le plus souvent filiformes parfois évasés à leur sommet, sont rarement bien superposés. Ils se distribuent à raison de 23 à 24 sur 5 mm, pour une épaisseur moyenne comprise entre 0,06 et 0,10 mm.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les lamines, souvent fines et discrètes, sont généralement remplacées par de fins dissépiments convexes. Elles se distribuent à raison de 21 sur 5 mm. Les galeries sont petites, planes à leur base et arrondies à leur sommet.

Les astrorhizes, rares dans l'ensemble du squelette, sont fortes et pourvues de nombreux dissépiments. Le diamètre du canal axial est d'environ 0,60 mm.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle révèle une maille finement ponctuée à vermiforme. Les sections circulaires des piliers ont un diamètre compris entre 0,03 et 0,06 mm. De rares dissépiments relient parfois les sections circulaires des piliers. Les éléments du squelette s'épaississent légèrement au niveau des astrorhizes.

DISCUSSION

La présence de lamines continues, souvent d'aspect vésiculaire, et de piliers fins limités à un espace interlaminaire m'incitent à rattacher ce spécimen au genre *Clathrodictyon* NICHOLSON & MURIE 1878. J'exprime un doute sur son attribution générique car l'aspect vésiculaire des lamines n'est pas uniforme sur l'ensemble du tissu squelettique. Parfois, l'épaississement des lamines donne un aspect plutôt quadrillé ce qui pourrait alors faire penser au genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951.

Il se distingue très nettement de l'espèce type du genre, *C. vesiculosum* NICHOLSON & MURIE 1878, par une moins grande régularité dans la distribution des lamines et par la présence d'une maille plus régulièrement vermiforme.

L'allure générale de ce spécimen évoque *C. amygdaloides* LECOMPTE 1951, mais pour avoir pu observer ce type, l'allure des lamines, leur densité et la présence d'une maille très finement ponctuée chez l'espèce ardennaise diffèrent avec ceux du matériel de l'Avesnois.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Famille Gerronostromatidae Bogoyavlenskaya, 1969

Genre *Gerronostroma* Yavorsky, 1931

Espèce type: *G. elegans* Yavorsky, 1931 (Yavorsky 1931: p. 1393, pl. 1: 12; pl. 2: 3-6). [Dévonien moyen: Village de Bachat, Territoire de Kuznetks, URSS].

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Diagnose: Voir Yavorsky 1931: p. 1392. Stearn *et al*. 1999 : p. 28.

Gerronostroma lemniscum (Lecompte 1951)

Pl. IX Fig. 4 – 6

v •	1951.	*Stromatoporella lemnisca* ; Lecompte, p. 191, Pl. 28, Fig. 4-5.
	1968.	*Stromatoporella lemnisca* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 241 (*cum syn.*).
	1971.	*Stromatoporella lemnisca* ; Zukalova, p. 55.
v	1976.	*Stromatoporella lemnisca* ; Mistiaen, p. 133, Pl. 7, Fig. 3.
v	1977.	*Stromatoporella lemnisca* ; Mistiaen *in* Brice, p. 139-144.
?	1984.	*Clathrocoilona saginata* ; Cockbain, p. 25, Pl. 10 A-D.
v	1985.	*Gerronostroma lemniscum* ; Mistiaen, p. 128, Pl. 10, Fig. 1-3.
v	1988.	*Gerronostroma lemniscum* ; Mistiaen, p. 179-180, Pl. 21, Fig. 10 (*cum syn.*).
?	1993.	*Gerronostroma lemniscum* ; May, p. 30-31, Pl. 3, Fig. 1-2.
?	2005.	*Gerronostroma lemniscum* ; May, p. 68, Pl. 14, fig. 1.

MATERIEL ET GISEMENTS (3 spécimens)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 725.1

[BOULONNAIS : 2 spécimens (voir MISTIAEN 1988)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment de 3,5 cm de large pour 2 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le tissu squelettique est quadrillé.

Les piliers sont courts, limités à un espace interlaminaire et parfois superposés. Légèrement bobiniformes, ils se distribuent à raison de 16 à 18 piliers sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,16 et 0,22 mm.

Les lamines, sombres, sont soulignées par une microlamine axiale claire. Elles sont peu ondulées, bien continues et semblent parfois s'anastomoser. Elles se distribuent à raison de 12 à 13 sur 5 mm et ont une épaisseur moyenne de 0,16 mm.

Les galeries sont globalement bien circulaires et souvent traversées de quelques dissépiments courbés et redressés reliant les piliers entre eux.

Les astrorhizes sont relativement bien présentes. Les canaux astrorhizaux sont parfois pourvus de quelques dissépiments faiblement courbés. Leur largeur peut atteindre 0,30 mm.

La microstructure apparaît compacte et parfois partiellement mélanosphérique. La microlamine a une épaisseur moyenne de 0,06 mm.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, la maille apparaît ponctuée à faiblement vermiforme. Les sections circulaires des piliers sont régulièrement reliées par des dissépiments courbés.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 725. 1	16 – 18	0,16 – 0,22	–	12 – 13	0,16
LECOMPTE 1951	17	0,06 – 0,22	–	18	0,06 – 0,22
MISTIAEN 1988	15 – 20	0,12 – 0,20	0,08 – 0,15	25 – 35	0,03 – 0,1 (0,24)

DISCUSSION

Je rattache le spécimen de l'Avesnois au genre *Gerronostroma* YAVORSKY 1931 car il en possède toutes les caractéristiques : des éléments coenostéaux bien différenciés, des piliers courts et bien superposés.

La microstructure du genre a été initialement définie par YAVORSKY 1931 comme compacte. Par la suite, plusieurs auteurs (GALLOWAY & ST JEAN 1957, STEARN, 1966a) l'ont considérée comme poreuse à vacuolaire. Cependant, STEARN *et al.* 1999 n'utilisent pas la microstructure comme caractère générique.

Le genre *Gerronostroma* est également proche du genre *Stictostroma* PARKS 1936. Il s'en distingue principalement par une superposition plus nette des éléments verticaux, comme observée dans mon matériel. STEARN *et al.* 1999 mettent en synonymie le genre *Clathrostroma* YAVORSKY 1960 avec le genre *Gerronostroma*, car la présence simultanée de piliers courts superposés ou de longs piliers se retrouve également chez le genre *Gerronostroma*. Mon matériel possède clairement des piliers courts superposés, parfois d'aspect continu lorsque la microlamine est difficilement discernable.

L'allure globale de mon spécimen m'a également fait penser au genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886, mais l'absence de ring-pillars, caractéristiques de ce dernier m'a incité à le rattacher au genre *Gerrosnostroma*.

J'ai pu observer, durant mon séjour à Bruxelles, les types de l'espèce *Gerronostroma lemniscum* (LECOMPTE 1951). Les densités squelettiques signalées par ce dernier me sont apparues légèrement surestimées. Sur les lames belges du type 7250, j'ai comptabilisé 5 à 6 lamines sur 2 mm (soit environ 13 à 15 lamines sur 5 mm). Les densités squelettiques de mon spécimen, le nombre de piliers, de lamines et leurs épaisseurs semblent alors correspondre parfaitement à l'espèce *G. lemniscum.*

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Mon spécimen se différencie de *G. elegans* YAVORSKY 1931 par une moins grande régularité des éléments squelettiques, des densités différentes (15 à 20 piliers sur 5 mm, 30 à 35 lamines sur 5 mm) et par des épaisseurs laminaires légèrement plus fortes.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Surice, Givet) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Afghanistan (Cawak, Dewal) : Givétien, Australie (Canning Basin) : Givétien.

Gerronostroma sp.

Pl. IX Fig. 7, Pl. X Fig. 1 – 2

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 752. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment de 8 cm de large pour 6 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le tissu squelettique est quadrillé.

Les piliers sont courts, bobiniformes, parfois fortement évasés à leur sommet et limités à un espace interlaminaire. Les piliers se distribuent à raison de 12 à 13 piliers sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,12 et 0,22 mm.

Les lamines, sombres, sont soulignées par une microlamine axiale claire. Les lamines sont fortement ondulées (caractère lié à la présence importante d'astrorhizes), bien continues et s'anastomosent parfois. Elles se distribuent à raison de 12 à 13 sur 5 mm et ont une épaisseur moyenne de 0,15 mm.

Les galeries sont globalement bien circulaires, parfois légèrement étirées verticalement et très rarement pourvues de dissépiments courbés.

Les astrorhizes sont fortes et bien présentes. Les canaux astrorhizaux sont rarement pourvus de dissépiments.

La microstructure apparaît cellulaire et parfois partiellement mélanosphérique. La microlamine a une épaisseur moyenne de 0,04 mm.

Coupe tangentielle

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Sur la coupe tangentielle, le stromatopore est intimement associé à un tabulé. La maille apparaît ponctuée à faiblement vermiforme, coalescente près des astrorhizes. Les sections circulaires des piliers sont régulièrement reliées par des dissépiments courbés. La microstructure est clairement mélanosphérique (réticulée selon STEARN *et a l.* 1999).

DISCUSSION

Ce spécimen est proche du spécimen A – MH 725. 1 décrit précédemment comme *G. lemniscum* (LECOMPTE 1951). Je le rattache, pour les mêmes raisons qu'énoncées ci-dessus (p. 173), au genre *Gerronostroma* YAVORSKY 1931. Il n'en diffère que par des densités coenostéales plus faibles et une microstructure parfois cellulaire. Il diffère également de *G. elegans* YAVORSKY 1931 par ses densités beaucoup plus faibles. Il se rapproche partiellement de l'espèce *G. gromotuchense* YAVORSKY 1957, mais s'en différencie principalement par des lamines nettement plus ondulées et par une densité squelettique apparemment plus faible.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Famille Atelodictyidae Khalfina, 1968

Genre *Atelodictyon* Lecompte, 1951

Espèce type: *A. fallax* Lecompte, 1951 (Lecompte 1951: p. 125, pl. 15: 1-2). [Dévonien moyen (Co2b, Schistes à *Calceola Sandalina*, Couvin) : Bassin de Dinant, Belgique].

Diagnose: Voir Lecompte 1951: p.124. Stearn *et al*. 1999 : p. 29.

Remarque : Le genre *Atelodictyon* présente des caractères intermédiaires entre ceux des genres *Actinostroma* NICHOLSON 1886 (mais chez *Atelodictyon* LECOMPTE 1951 les piliers sont limités à un espace interlaminaire) et *Clathrodictyon* NICHOLSON & MURIE 1878 (mais chez *Atelodictyon*, les piliers sont filiformes et la maille ponctuée alors que les piliers sont bobiniformes et la maille vermiforme chez *Clathrodictyon*).

Atelodictyon aggregatum Lecompte 1951

Pl. X Fig. 3 – 4

v • 1951. *A. aggregatum* ; Lecompte, p. 128, Pl. 16, Fig. 1-2.
1968. A. aggregatum ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 19 (*cum syn.*).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

v • 1985. *A. aggregatum* ; Mistiaen, p. 59-62, Pl. 3, Fig. 1-3.

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 258. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen se présente sous la forme d'un fragment lamellaire de 6 à 7 cm de longueur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines sont difficile à observer, à cause de la faible épaisseur du spécimen. Leur espacement ne peut pas être estimé mais leur présence semble se traduire par une pigmentation plus sombre au niveau supérieur de certaines lamines.

Le tissu squelettique, bien quadrillé et largement parsemé d'astrorhizes, est régulier.

Les piliers, sombres et limités à un espace interlaminaire, sont bien superposés. Leur forme est bien rectiligne, parfois légèrement évasée au contact de la lamine supérieure. Ils se distribuent à raison de 27 à 29 sur 5 mm et ont une épaisseur de 0,08 à 0,12 mm.

Les lamines faiblement ondulées, épaisses, sont bien continues et tranchantes. Leur espacement généralement constant semble pourtant pouvoir varier. Elles sont au nombre moyen de 14 à 15 sur 5 mm et ont une épaisseur de 0,08 à 0,14 mm.

Les astrorhizes sont peu visibles en coupe verticale. Elles se différencient principalement par une modification des espaces interlaminaires qui deviennent nettement plus arrondies. Les astrorhizes sont dépourvues de dissépiments.

La microstructure semble compacte mais certains secteurs laissent apparaître une microstructure plutôt cellulaire.

Coupe tangentielle

Le tissu squelettique fait clairement apparaître une structure caténiforme. Les astrorhizes sont bien présentes (1 par mm^2). Le diamètre des canaux axiaux est de 0,3 à 0,4 mm. La microstructure apparaît plus clairement compacte en section tangentielle.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 258. 1	27 – 29	0,08 – 0,12	–	14 – 15	0,08 – 0,14
LECOMPTE 1951	28 – 36	–	–	17 – 22	0,07 – 0,12
MISTIAEN 1988	24 – 26	0,05 – 0,08	–	18 – 20	0,03 – 0,05

DISCUSSION

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Le spécimen décrit dans ce travail correspond en tout point à l'espèce décrite par LECOMPTE 1951 sous le nom d'*Atelodictyon aggregatum*. Il présente des lamines fines et continues et des piliers filiformes, limités à un espace interlaminaire, typique du genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951. Ces caractéristiques peuvent également faire penser au genre *Atopostroma* YANG & DONG 1979, mais les piliers sont parfaitement superposés chez les espèces de ce genre ce qui n'est pas toujours le cas chez celles appartenant au genre *Atelodictyon*.

Les densités squelettiques, notamment au niveau des piliers, le caractère tranchant des lamines et la superposition régulière des piliers me permettent d'associer ce spécimen à l'espèce *A. aggregatum*.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Senzeille) : Givétien, Afghanistan (Takhtakay, Tanabed) : ? Givétien – Frasnien.

Atelodictyon fallax Lecompte 1951

Pl. X Fig. 5 – 7

v• 1951. *A. fallax* ; Lecompte, p. 125, Pl. 15, Fig. 1-2.
1968. A. fallax ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 156 (*cum syn.*).
1995. *A. fallax* ; Krebedunkel, p. 48-49, Pl. 4, Fig. 7-8.
2001. A. fallax ; Dong D.-Y, p. 123, Pl. 40, Fig. 7-8 (*cum syn.*).

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 11–27. 2, 22

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen est hémisphérique et mesure environ 8 cm de large pour 4 cm de haut.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le tissu squelettique semble aéré, probablement dû au fort espacement entre les lamines.

Les piliers apparaissent nettement superposés bien qu'à fort grossissement ils semblent continus. Ils sont très clairement filiformes, rarement évasés dans leur partie sommitale. Cependant ils se bifurquent régulièrement (aspect bifide) au contact de la lamine supérieure. Ils se distribuent à raison de 17 à 20 piliers sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,12 et 0,14 mm.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les lamines sont bien marquées mais peu nombreuses (seulement 8 à 10 lamines sur 5 mm). Elles semblent régulièrement recoupées par les piliers continus. Un fin liseré noir semblent pourtant limiter la partie sommitale de la lamine. Les dissépiments sont rares dans les espaces interlaminaires.

Les galeries ont souvent un aspect très étiré verticalement.

Cependant, l'observation à faible grossissement en donne un aspect très différent : les lamines semblent limitées les piliers à un espace interlaminaire ; les piliers se superposent alors régulièrement.

Les astrorhizes sont limitées à de simples perturbations du tissu squelettique et sont donc faiblement développées.

La microstructure semble compacte mais est fortement altérée par la présence de calcite fibreuse.

Coupe tangentielle

La section transversale fait apparaître une maille ponctuée à caténiforme, avec pour certains secteurs un aspect de maille hexactinelloïde.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 11–27. 2	17 – 20	0,12 – 0,14	0,10 – 0,14	8 – 10	0,06 – 0,10
LECOMPTE 1951	29 – 35	–	–	12 – 16	0,05 – 0,10

DISCUSSION

Les spécimens de l'Avesnois correspondent parfaitement au genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951. Ils en possèdent en effet toutes les caractéristiques majeures : des lamines tranchantes, des piliers courts parfois bien superposés, une maille ponctuée à caténiforme. La présence d'une maille d'allure hexactinelloïde dans certaines zones peut faire penser au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886. Cependant, les piliers sont ici nettement limités à un espace interlaminaire alors qu'ils sont longs et continus chez le genre *Actinostroma.*

LECOMPTE 1951 indique, comme caractéristique majeure pour *A. fallax*, la superposition nette des piliers. Ce caractère est prépondérant dans mon matériel, ce qui me permet de rattacher ces spécimens à cette espèce. Toutefois, il est important de noter que les densités squelettiques indiquées par LECOMPTE 1951 pour *A. fallax* sont sensiblement plus fortes que celles notées pour les spécimens de l'Avesnois.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien. Ardenne (Couvin, Surice) : Eifelien – Givétien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien.

Atelodictyon strictum Lecompte 1951

Pl. XI Fig. 1 – 2

v • 1951. *A. strictum* ; Lecompte, p. 126, Pl. 15, Fig. 3-3a, Pl. 16, Fig. 1-3.
1968. A. strictum ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 410 (*cum syn.*).
1979. *A. strictum* ; Yang & Dong, p. 23, Pl. 4, Fig. 4-6.
v • 1980. *A. strictum* ; Mistiaen, p. 189, Pl. 4, Fig. 1-4.
1982. *A. strictum* ; Dong & Wang, p. 11, Pl. 2, Fig. 1-2.
v • 1985. *A. strictum* ; Mistiaen, p. 55-59, Pl. 2, Fig. 7-11.
1988. A. strictum ; Mistiaen, p. 166.
2001. *A. strictum* ; Dong, p. 127, PL. 43, Fig. 3-4.

MATERIEL ET GISEMENTS (3 spécimens)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 260A. 6

[BOULONNAIS : 2 spécimens (voir MISTIAEN 1980)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen se présente sous la forme d'un dôme de 5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines sont régulièrement épaisses de 3 à 4 mm. La densité des lamines varie au sein des latilamines.

Le tissu squelettique, dense, est nettement quadrillé.

Les piliers, dont la disposition rappelle des structures en gerbe, sont filiformes, limités à un espace interlaminaire et parfois superposés. Certains s'évasent légèrement à leur sommet. Leur densité est de 27 à 29 piliers sur 5 mm, pour une épaisseur de 0,08 à 0,10 mm.

Les lamines, tranchantes et sombres, sont régulièrement espacées dans les latilamines. Distribuées à raison de 28 à 31 lamines sur 5 mm, elles sont fortement ondulées, notamment au passage des canaux astrorhizaux. Certaines lamines semblent s'anastomoser dans ces ondulations.

Les astrorhizes sont bien présentes et se distribuent uniformément au sein du tissu squelettique. Elles sont souvent limitées à un canal axial (d'un diamètre de 0,24 à 0, 26 mm), les ramifications latérales étant peu visibles. Ces canaux astrorhizaux contiennent 5 à 6 dissépiments par mm.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

La microstructure semble uniformément compacte.

Coupe tangentielle

La section tangentielle révèle une maille bien caténiforme, parfois à aspect hexactinelloïde. Les astrorhizes sont bien visibles et montrent des canaux latéraux relativement bien développés (d'un diamètre de 0,10 à 0,14 mm). La densité astrorhizale est d'environ 2 à 3 astrorhizes sur 4 mm^2.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 260A. 6	27 – 29	0,08 – 0,10	–	28 – 31	0,06 – 0,10
LECOMPTE 1951	22 – 26	0,05	–	33 – 40	0,02 – 0,05 (0,15)

DISCUSSION

Ce spécimen possède toutes les caractéristiques du genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951 : des éléments verticaux superposés, limités à un espace interlaminaire, une maille caténiforme voire hexactinelloïde et des lamines tranchantes. La présence d'une maille hexactinelloïde peut également faire penser au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886 (voir la discussion portant sur l'espèce *A. fallax*).

Les densités en lamines, la présence d'une maille parfois hexactinelloïde et la distribution des astrorhizes au sein du tissu squelettique m'autorisent à rapprocher mon matériel de l'espèce *A. strictum* LECOMPTE 1951. Je le différencie de *A. aggregatum* LECOMPTE 1951 par sa densité plus faible en éléments horizontaux et la présence plus sporadique des astrorhizes. De même, *A. fallax* LECOMPTE 1951 présente une densité laminaire plus importante, ce qui ne permet pas, malgré la présence d'une maille hexactinelloïde pour ces deux espèces, de rattacher cette partie du matériel à cette espèce.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Couvin, Givet) : Eifelien – Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Afghanistan (Dewal, Samsersang) : Givétien, Chine (Guangxi, Yunan) : Dévonien moyen.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

B. L. M. HUBERT

Atelodictyon sp.

Pl. XI Fig. 3 – 4

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 947. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen correspond à un dôme d'environ 4 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination se marque par un resserrement de quelques lamines. L'épaisseur de chaque latilamine est de 2 à 7 mm.

Le tissu squelettique, dense, apparaît bien quadrillé. Quelques rares bioclastes (rugueux solitaire, ostracode et débris de lamellibranches) sont intégrés au tissu.

Les piliers sont courts, filiformes à très légèrement bobiniformes et parfois bien superposés. Ils se distribuent à raison de 20 à 22 piliers sur 5 mm et sont épais de 0,16 à 0,22 mm.

Les lamines sont continues et généralement peu ondulées, parfois anastomosées. Elles présentent à leur sommet une microlamine sombre qui remplace parfois la totalité de la lamine. Elles se distribuent à raison de 13 à 16 lamines sur 5 mm (avec parfois 6 à 7 lamines sur 1 mm au sommet des latilamines) et ont une épaisseur moyenne de 0,12 mm.

Les espaces interlaminaires sont petits (0,20 à 0,32 mm).

Les astrorhizes sont très rares et ne se traduisent que par quelques nœuds astrorhizaux.

La microstructure semble compacte mais le spécimen est partiellement recristallisé.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le tissu apparaît ponctué parfois vermiforme, voire coalescent dans les secteurs fortement recristallisés (donnant parfois un aspect « confertum » au squelette).

DISCUSSION

Ce spécimen possède les caractères majeurs définissant le genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951: des piliers courts, parfois superposés, des lamines tranchantes. Certes, la conservation du matériel n'est pas toujours idéale mais les aspects généraux de cet échantillon me permettent de le rapprocher de ce genre.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

L'attribution spécifique n'a pu être faite. Cependant, cette espèce se différencie nettement de trois espèces reconnues en Ardenne par LECOMPTE 1951, *A. aggregatum*, *A. fallax* et *A. strictum* par sa faible densité en éléments verticaux.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

Famille Tienodictyidae Bogoyavlenskaya, 1965

Genre *Anostylostroma* Parks, 1936

Espèce type: *A. hamiltonense* Parks, 1936 (Parks 1936: p. 46, pl. 8: 1, 3, 4), revised by Stearn 1991: p. 612. [Dévonien moyen (Hamilton Formation): Long Lake, Alpena, Michigan, USA].
Diagnose: Voir Parks 1936: p. 44. Stearn *et al*. 1999 : p. 31.

Anostylostroma sp.

Pl. XI Fig. 5 – 6

v 1985. *Anostylostroma* ? sp. ; Mistiaen, p. 79-82, Pl. 5, Fig. 8-9, Pl. 6, Fig. 1-2.

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

WALLERS : 1 spécimen : AV – MW 2. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen correspond à un bulbe de 3,6 cm à sa base.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique, irrégulier, montre de fortes variations de densité.

Les piliers montrent une organisation particulière. Lorsque les lamines sont proches, ils sont courts, bobiniformes, limités à un espace interlaminaire et globalement bien superposés. Leur densité est alors de 3 piliers sur 1 mm et leur épaisseur moyenne est comprise entre 0,12 et 0,14 mm. Lorsque les lamines sont plus espacées, les piliers deviennent tortueux, fins, se bifurquent, s'anastomosent et sont réunis par de nombreux dissépiments convexes. Leur

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

densité augmente pour atteindre 4 à 5 piliers sur 1 mm. Leur épaisseur moyenne est alors comprise entre 0,08 et 0,10 mm.

Lorsque les lamines sont proches, on en dénombre jusqu'à 4 à 5 lamines sur 1 mm, lorsqu'elles sont espacées, leur densité tombe à 1 à 2 lamines sur 1 mm. Elles sont généralement bien continues, sombres et semblent parfois se dédoubler. Les galeries ont des aspects très variables.

Les astrorhizes sont bien développées et créent de nombreuses perturbations au sein du squelette. Les canaux axiaux mesurent entre 0,60 et 0,80 mm de diamètre. Ils sont parfois pourvus de dissépiments.

La microstructure est cellulaire, parfois mélanosphérique. Une microlamine axiale, d'aspect parfois cellulaire, semble les traverser.

Coupe tangentielle

En section tangentielle, le tissu apparaît généralement coalescent, délimitant quelques espaces vides circulaires d'un diamètre compris entre 0,12 et 0,14 mm, parfois légèrement méandriforme. La microstructure peut parfois apparaître acosmoréticulée.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MW 2.1	14 – 21	0,08 – 0,14	-	environ 10	0,02 – 0,04
MISTIAEN 1985	environ 20	0,06 – 0,12	-	environ 10	0,03

DISCUSSION

Je rattache ce spécimen au genre *Anostylostroma* PARKS 1936 car il en possède les principaux caractères structuraux, c'est-à-dire des lamines fines, des piliers tortueux et bifurqués à leurs sommet : « … *laminae, thin, planar, penetrated by scattered pores, …, pillars expanding and branching at tops* » (STEARN *et al.* 1999), bien que la microstructure diffère légèrement.

Il présente cependant, par rapport à l'aspect habituel du genre *Anostylostroma*, une plus grande irrégularité dans l'organisation des éléments verticaux, ce qui a déjà été signalé par MISTIAEN 1985 pour l'espèce ? *Anostylostroma* sp. MISTIAEN 1985 que je mets en synonymie avec le spécimen de l'Avesnois. MISTIAEN 1985 discute largement des ressemblances entre le genre *Anostylostroma* et les genres *Tienodictyon* YABE & SUGIYAMA 1941, *Hammatostroma* STEARN 1961, *Intexodictyon* YAVORSKY 1963, *Plexodictyon* NESTOR 1966, *Pseudoactinodictyon* FLÜGEL 1958 et *Atelodictyon*. Il retient comme principale différence l'aspect prédominant des éléments verticaux entre les lamines.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La présence d'une microlamine cellulaire peut également faire penser au genre *Trupetostroma* PARKS 1936, mais la morphologie des piliers est trop différente de celle connue chez ce genre.

Comme le signale MISTIAEN 1985, *Plectostroma guangxiense* DONG 1974, apparemment plus proche du genre *Anostylostroma*, semble similaire en coupe longitudinaleau spécimen de l'Avesnois et de l'Afghanistan, mais s'en différencie nettement en coupe tangentielle par sa structure très clairement vermiforme.

Ces spécimens évoquent également *Hammatostroma albertense* STEARN 1961, mais s'en différencient, outre la prédominance des éléments verticaux (cf. ante), par une plus grande régularité et continuité des lamines.

Enfin, le spécimen de l'Avesnois évoque encore *Atelodictyon latitextum* WANG 1974, mais s'en différencie par une plus nette subdivision des piliers au contact de la lamine supérieure.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers-Trélon) : Givétien, Afghanistan (Spin Ghar) : ? Givétien – Frasnien.

Genre *Hammatostroma* Stearn, 1961

Espèce type: *H. albertense* Stearn, 1961 (Stearn 1961: p.940, pl. 106: 2, 4, text-fig. 3), [Dévonien supérieur (ou moyen), (Cearn Formation): Mount Remus Formation ; Southesk formation, Fairholme Group) : Alberta, Canada].

Diagnose: Voir Stearn 1961: p.940. Stearn *et al*. 1999 : p. 31.

Hammatostroma sp.

Pl. XI Fig. 7 – 8

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 3

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen se compose d'un fragment de 4,5 cm de hauteur et de 4 cm de largeur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique apparaît vésiculaire et montre une organisation très irrégulière.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les piliers sont filiformes et parfois faiblement évasés à leur sommet ou encore bifides, courts et très tortueux. Ils se superposent très rarement. Ils se distribuent à raison de 13 à 17 piliers sur 5 mm et sont épais en moyenne de 0,06 mm.

Les lamines sont également tortueuses, souvent fortement ondulées et parfois discontinues. Elles sont irrégulièrement espacées (0,12 et 0,40 mm) au sein du squelette. Elles se distribuent à raison de 11 à 12 lamines sur 5 mm, et ont une épaisseur comprise entre 0,06 et 0,12 mm. Parfois les lamines semblent contenir une fine fissure axiale claire.

Les galeries, d'aspect vésiculaire, sont parfois riches en fins dissépiments courbés et redressés.

Les astrorhizes se présentent sous la forme de quelques sections circulaires de canaux astrorhizaux facilement repérables. A leur passage, les lamines sont fortement resserrées et redressées.

La microstucture apparaît compacte, parfois d'aspect légèrement poreux.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, l'organisation est très particulière. Les sections des éléments verticaux, situés entre deux lamelles, apparaissent circulaires à vermiformes et sont réunies par des dissépiments très recourbés et tortueux. Les lamines apparaissent sous la forme de fines plages homogènes très réduites La microstructure est compacte.

DISCUSSION

Je rapproche ce spécimen du genre *Hammatostroma* STEARN 1961 car il en possède les principales caratéristiques : des lamines tortueuses, continues, fortement ondulées, réunies par des piliers courts et tortueux. L'aspect vésiculaire exprimé par l'agencement des différents éléments du squelette peut parfois faire penser au genre *Clathrodictyon* NICHOLSON & MURIE 1878. Toutefois, l'aspect lenticullaire des galeries, la finesse et la régularité des piliers entre deux lamines chez le genre *Clathrodictyon*, ne se retrouvent pas chez mon spécimen.

STEARN 1961 indique, en partie sur la morphologie des piliers et leur comportement vis-à-vis du système lamellaire, que le genre *Hammatostroma* présente des caractéristiques des genres *Stictostroma* PARKS 1936, *Stromatoporella* NICHOLSON 1886 et *Clathrodictyon*. Le genre *Hammatostroma* se distingue cependant du genre *Stictostroma* par l'épaisseur de ses éléments squelettiques et du genre *Stromatoporella* par l'absence de structures annulaires (ring pillar).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Le spécimen de l'Avesnois rappelle *H. albertense* STEARN 1961, espèce dont il est probablement le plus proche, mais s'en distingue par un système laminaire nettement moins régulier et plus fin.

Il se différencie de *H. concentricum* WANG 1978 par son organisation squelettique nettement moins homogène que chez l'espèce chinoise.

Il évoque *H. delicatum* KLOVAN 1966, mais s'en distingue par des piliers plus nets et des lamines plus fines.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Genre *Pseudoactinodictyon* Flügel, 1958

Espèce type: *P. juxi* Flügel 1958 (Flügel 1958: p. 137, pl. 1: a-d). [Dévonien moyen (Massenkalk, oberes Givet) : Delstern-Milchenbach, Sauerland, Allemagne].

Diagnose: Voir Flügel 1958: p.137. Stearn *et al*. 1999 : p. 32.

Pseudoactinodictyon juxi Flügel 1958

Pl. XII Fig. 1 – 2

- 1958. *P. juxi* ; Flügel, p. 137, Pl. 1, Fig. 1a-b-c-d.
  1968. P. juxi ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 216 (*cum syn.*).
? 1971. *P. juxi* ; Kaźmierczak, p. 110-111, Pl. 29 fig. 2a-d.
  1979. *P. juxi* ; Yang & Dong, p. 48, Pl. 21, fig. 3-4
- 2001. *P. juxi* ; Dong, p. 148, Pl. 58, fig. 1-2 *(cum syn).*

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 765. 12

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen correspond à un fragment en forme de dôme de 7 à 8 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination n'est pas visible.

Le tissu squelettique se caractérise par un équilibre entre les éléments verticaux et horizontaux, par des espaces interlaminaires importants et par une densité en dissépiments très importante.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Les piliers, limités à un espace interlaminaire, sont localement bien superposés. Ils sont le plus souvent bobiniformes. Des espaces vides de petite taille sont fréquemment observés dans la partie supérieure des piliers. Les piliers se distribuent à raison de 2 à 3 piliers sur 1 mm et ont une épaisseur de 0,12 à 0,26 mm.

Les lamines, fines et dentelées, sont continues. Elles montrent des ondulations régulières de faibles amplitudes. Elles sont au nombre de 10 à 12 sur 5 mm et leur épaisseur varie de 0,10 à 0,24 mm. Elles prennent rarement un aspect dissépimentaire. Certaines lamines se terminent en biseau sur la lamine inférieure puis réapparaissent latéralement.

Les espaces interlaminaires sont larges. Ils sont traversés de très nombreux dissépiments convexes (jusqu'à 17 dissépiments dans un espace interlaminaire entre deux piliers).

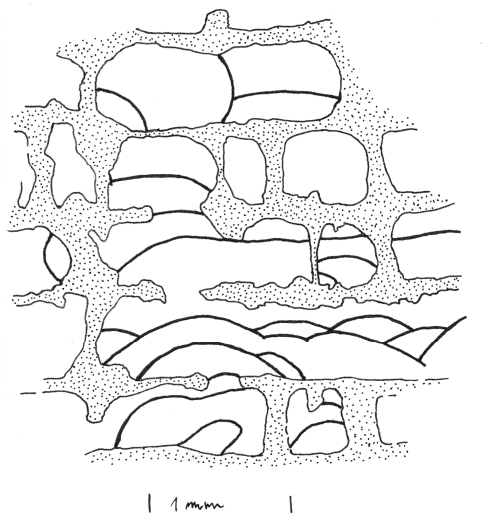
De rares désorganisations du tissu squelettique marquent l'emplacement d'astrorhizes.

La microstructure varie de compacte à mélanosphérique. Les mélanosphères, disposées aléatoirement, sont rarement alignées. Une microlamine, parfois peu visible, est pourtant bien présente.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle laisse apparaître une structure ponctuée très clairement dominée par les dissépiments. Des perforations (foramens) sont relativement abondantes dans les zones laminaires. La microstructure apparaît plus nettement mélanosphérique voire cellulaire.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 765. 12	2 – 3 (/ 1mm)	0,12 – 0,26	–	10 – 12 (/ 5mm)	0,10 – 0,24
FLÜGEL 1958	3 – 4 (/ 1mm)	0,08 – 0,20	–	2 – 3 (/ 1mm)	0,10 – 0,20
KAZMIERCZAK 1971	5 – 7 (/ 2mm)	0,08 – 0,20	–	6 – 10 (/ 2mm)	0,05 – 0,16



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Fig. 47. Section longitudinalede *Pseudoactinodictyon juxi* FLÜGEL 1958.

DISCUSSION

Je rapproche ce spécimen de l'Ardenne au genre *Pseudoactinodictyon* FLÜGEL 1958. Il en possède toutes les caractéristiques principales : des lamines fines et irrégulières, des galeries très riches en dissépiments et une microstructure mélanosphérique. STEARN *et al.* 1999 reconnaissent 23 espèces pour le genre *Pseudoactinodictyon*.

Le spécimen de l'Ardenne correspond parfaitement au type décrit par FLÜGEL 1958, *Pseudoactinodictyon juxi*, par ses densités squelettiques, sa microstructure mélanosphérique et l'abondance de ses dissépiments dans les espaces interlaminaires.

Il rappelle *P. densatum* DONG & YANG 1982 mais ce dernier s'en différencie par les sections de ses éléments verticaux plus larges et par un système lamellaire moins apparent en coupe tangentielle. Il rappelle également *P. lenticulare* YANG & DONG 1979 duquel il se différencie par des lamines plus espacées et par des piliers moins individualisés. La coupe tangentielle de *P. lenticulare* montre une maille méandriforme à coalescente que l'on ne retrouve pas chez l'espèce ardennaise. Enfin, il évoque également *P. mammillatum* DONG & WANG 1982 duquel il se distingue par des éléments squelettiques plus épais.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien, Allemagne (Aachen) : Givétien.

Ordre Actinostromatida Bogoyavlenskaya, 1969

Famille Actinostromatidae Nicholson, 1886

Genre *Actinostroma* Nicholson, 1886

Espèce type: *A. clathratum* Nicholson, 1886 (Nicholson 1886: p.226, pl. 6: 1-3). [Dévonien moyen : Gerolstein, Eifel ; Schladetal, Bergisches Land ; Devonshire, Angleterre].

Diagnose: Voir Nicholson 1886: p. 75. Stearn *et al*. 1999 : p. 32.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Actinostroma clathratum Nicholson 1886

Pl. XII Fig. 3 – 5

- 1886. *A. clathratum* ; Nicholson, p. 226, Pl. 6, Fig. 1-3.
  1968. A. clathratum ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 69-74 (*cum syn.*).
  1971. *A. clathratum* ; Zukalova, p. 31-32, Pl. 3, Fig. 3-5.
  1975. A. clathratum ; Cornet, An. 1a.
  1977. A. clathratum ; Brice et al., p. 141-144.
v 1980. *A. clathratum* ; Mistiaen, p. 178-180, Pl. 1, Fig. 1-4 (*cum syn*).
  1982. *A. clathratum* ; Dong & Wang, p. 12, Pl. 3, Fig. 1-4.
  1985. A. clathratum ; Bogoyavlenskaya & Khromych, p. 11.
  1995. *A. clathratum* ; Krebedünkel, p. 23-25, Pl. 1, Fig. 1-2 (*cum syn.*).
  2001. *A. clathratum* ; Dong, p.110, Pl. 31, Fig. 5-6 (*cum syn*).
  2002. *A. clathratum* ; May, p. 121-122, Pl. 1, Fig. 1.
  2005. *A. clathratum* ; May, p. 18-20, Pl. 1, Fig. 1-2, Pl. 27, Fig. 3-5, Pl. 29, Fig. 2 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (43 spécimens)

GLAGEON : 11 spécimens : AV – BG 11–27. 1, 5, 9, 12, 14, 15 ; 159–160. 5 ; 317. 1, 7, 8, 10

GIVET : 3 spécimens : A – MH 741. 4, 746. 2, 3

[BOULONNAIS : 26 spécimens (voir MISTIAEN 1980) ; 3 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens de l'Avesnois correspondent à des fragments massifs récoltés en éboulis au pied du biostrome après un tir de carrier. Ceux de l'Ardenne ont été collectés en place. Dans les deux cas, il s'agit de fragments de taille comprise entre 8 et 10 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines sont régulièrement observées. Elles sont épaisses de 3 à 8 mm et sont soulignées par des zones où les lamines sont plus denses.

La structure du squelette montre un quadrillage le plus souvent régulier.

Là où la section est parfaitement verticale, les éléments verticaux (piliers) sont bien continus. Parfois ils semblent légèrement tortueux, mais sont plus généralement filiformes. Au contact de la lamine supérieure, ils s'évasent légèrement. Leur densité est régulièrement comprise entre 19 et 23 piliers sur 5 mm, mais peut diminuer pour n'atteindre que 17 piliers sur 5 mm. Leur épaisseur est de 0,10 à 0,16 mm.

Les lamines sont régulières et montrent une faible ondulation. Leur distribution est variable. Elles sont plus denses aux limites des latilamines. Leur densité est de 19 à 28 lamines sur 5 mm. Leur épaisseur peut atteindre 0,10 à 0,12 mm, mais localement elles peuvent prendre l'allure de simples dissépiments et être nettement moins épaisses.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les espaces interlaminaires varient depuis des espaces circulaires à d'autres beaucoup étirés verticalement.

Le système astrorhizal est peu développé et se limite à de simples nœuds astrorhizaux.

La microstructure, de type compact, est perturbée par la présence importante de calcite fibreuse (recristallisation). Certaines lamines semblent parfois soulignées par une microlamine mais ce caractère n'est qu'exceptionnellement visible.

Coupe tangentielle

La structure coenostéale montre une maille hexactinelloïde caractéristique. Cependant, dans certaines sections, cette maille est mal exprimée. Le diamètre des piliers est compris entre 0,14 et 0,20 mm.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 11–27.12	18 – 21	0,12	0,14	19 – 22	0, 10
Ce travail	(17) 19 – 23	0,10 – 0,16	0,10 – 0,18	19 – 28	0,04 – 0,10
Mistiaen 1980	19 – 22 (24)	0,10 – 0,15	0,15	19 – 22	0,10

DISCUSSION

Par la présence de piliers longs et continus et d'une maille hexactinelloïde, je rapporte ces spécimens au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886. Je rattache ces spécimens à l'espèce *A. clathratum* NICHOLSON 1886 par leur lamines parfois irrégulièrement espacées et leurs densités coenostéales similaires.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Esneux, Fromelennes, Givet, Hamoir, Houyet, Olloy, Rochefort, Sautour, Séloignes, Senzeille, Surice, Wellin) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien, Moravie (karst morave) : Givétien.

Actinostroma crassepilatum Lecompte 1951

Pl. XII Fig. 6 – 7, Pl. XIII Fig. 1 – 2

v • 1951. *A. crassepilatum* ; Lecompte, p. 122, Pl. 13, Fig. 3.
1968. A. crassepilatum ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 109-110 (*cum syn.*).
1971. *A. crassepilatum* ; Kazmierczak, p. 137-138, Pl. 40, Fig. 3a-b, Pl. 41, Fig. 6.
1971. *A. crassepilatum* ; Zukalova, p. 35, Pl. 4, Fig. 6, Pl. 6, Fig. 6-7.
2001. *A. crassepilatum* ; Dong, p. 11, Pl. 32, Fig. 1-2 (*cum syn*).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

MATERIEL ET GISEMENTS (20 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 317. 11, 12

GIVET : 18 spécimens : A – MH 724. 1, 2, 3, 4, 8 ; 741. 2 ; 765. 4, 5, 6, 9, 10, 11 ; 766. 1, 3 ; 785. 3 ; 786. 1 ; 883. 1 ; 922. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les échantillons présentent des morphologies depuis des formes tabulaires, à des formes en petits dômes aplatis ou encore à des en bulbes de taille centimétrique.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines sont absentes.

Le tissu squelettique apparaît aéré, principalement dû à la finesse des éléments horizontaux. Les piliers dominent nettement l'ensemble du squelette. Ils sont régulièrement bobiniformes, parfois légèrement tortueux, larges et continus. Ils se distribuent à raison de 10 à 15 piliers sur 5 mm et sont épais de 0,12 à 0,24 mm selon le spécimen.

Les lamines sont extrêmement fines, à allure de dissépiments, souvent tremblotantes, bien continues mais localement réduites à quelques fines ponctuations. Le plus souvent faiblement ondulées, elles peuvent se contorsionner autour des nœuds astrorhizaux. Elles se regroupent parfois par 4 ou 5 et prennent un aspect plus irrégulier et vésiculaire. Elles se distribuent à raison de 21 à 25 lamines sur 5 mm. Leur épaisseur maximale est de 0,08 mm.

Les espaces interlaminaires sont régulièrement pourvus de dissépiments.

Les astrorhizes sont sporadiquement dispersées dans le tissu squelettique. Leur contour est généralement mal délimité. Des dissépiments sont présents au sein des astrorhizes mais il s'avère délicat de les différencier parfois des lamines.

La microstructure est compacte.

Coupe tangentielle

Les sections tangentielles montrent régulièrement une maille hexactinelloïde caractéristique, parfois épaissie et empatée ; d'autres sections, fortement recristallisées, sont moins éloquantes.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 765. 6	13 – 15	0,18 – 0,22	–	22 – 25	–
A – MH 765. 11	11 – 13	0,16 – 0,20	–	19 – 21	0,06
Ce travail	10 – 15	0,12 – 0,24	–	21 – 25	0,08
LECOMPTE 1951	11 – 12	0,20 – 0,23 (0,35)	–	25	–

DISCUSSION

Ces spécimens se rattachent aisément, par la présence de piliers continus, d'une maille hexactinelloïde et par leur structure nettement quadrillée au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886. Ils correspondent en tout point, par la finesse de leurs éléments horizontaux, la robustesse de leurs piliers et leur densité squelettique, à l'espèce *A. crassepilatum* LECOMPTE 1951. Cette espèce évoque fortement *A. filitextum* LECOMPTE 1951 mais la densité lamellaire est nettement plus faible chez *A. crassepilatum*.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne : (Beaumont, Givet, Senzeille) : Givétien – Frasnien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

Actinostroma dehorneae Lecompte 1951

Pl. XIII Fig. 3 – 6

v • 1951. *A. dehorneae* ; Lecompte, p. 96, Pl. 4, Fig. 1-4.
1968. *A. dehorneae* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 126-127 (*cum syn.*).
1971. *A. dehorneae* ; Zukalova, p. 35, Pl. 5, Fig. 1-4.
cf 1995. *A.* cf. *dehorneae* ; Krebedunkel, p. 39-40, Pl. 3, Fig. 1-2.

MATERIEL ET GISEMENTS (5 spécimens)

GIVET : 5 spécimens : A – MH 723. 1, 725. 4, 874. 2, 3 ; 889. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens présentent une morphologie généralement plus ou moins irrégulière en forme de bulbe d'une hauteur de 6,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est rarement observée. Elle se traduit le plus souvent périodiquement par quelques lamines plus resserrées et plus irrégulières.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Le tissu squelettique montre une forte variabilité probablement liée à l'état de conservation des différents spécimens. De nombreuses zones sont totalement empâtées dans un ciment calcaire. Dans ces zones, les éléments squelettiques sont peu discernables. D'autres zones moins altérées permettent une meilleure observation.

Là où ils sont observables, les piliers sont forts et continus. Ils sont généralement bobiniformes et se distribuent à raison de 14 à 16 sur 5 mm. Ces éléments verticaux se caractérisent également par leur lien avec les lamines. Ces lamines semblent s'épaissir au contact des piliers, ce qui révèle, même en coupe verticale, la probable présence d'une maille hexactinelloïde.

Les lamines sont le plus souvent limitées à de simples dissépiments, à aspect vésiculaire, ce qui donne aux galeries une allure lenticullaire. Elles se distribuent en moyenne à raison de 18 à 21 sur 5 mm. Les lamines apparaissent fortement ondulées dans les zones cimentées et beaucoup moins dans les zones plus claires.

Les astrorhizes se présentent sous la forme de quelques perturbations au sein du squelette.

La microstructure est compacte.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle laisse apparaître une maille ponctuée localement hexactinelloïde. Les sections tangentielles laissent également apparaître un empâtement du tissu squelettique.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 889.1	14 – 16	0,12 – 0,16	–	18 – 21	0,02 – 0,10
LECOMPTE 1951	(11) 14 – 16	0,12 – 0,20	–	16 – 20	–

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens à l'espèce *Actinostroma dehorneae* LECOMPTE 1951. Ils en possèdent toutes les caractéristiques : un système lamellaire irrégulier, une maille hexactinelloïde, des piliers longs et continus, des densités squelettiques similaires. LECOMPTE 1951 signale que l'irrégularité du système lamellaire pourrait être lié à des conditions particulières du milieu et que cette espèce pourrait correspondre à une espèce proche de *A. clathratum* NICHOLSON 1886. Cependant, je retrouve au sein des mêmes bancs des spécimens, appartenant à d'autres espèces, parfaitement conservés. Je pense donc que cette espèce se justifie pleinement par l'irrégularité de son tissu squelettique.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Ferrière-la-Grande) : Frasnien, Ardenne (Beaumont, Couvin, Givet, Maffe, Rance, Sautour, Senzeille, Silenrieux, Surice, Thuin) : Givétien – Frasnien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

Actinostroma sertiforme Lecompte 1951

Pl. XIV Fig. 1 – 4

v • 1951. *A. sertiforme* ; Lecompte, p. 123, Pl. 14, Fig. 2-3.
1968. A. sertiforme ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 383 (*cum syn.*).
v 1988. *A.*? cf. *sertiforme* ; Mistiaen, p. 170-172, Pl. 20, Fig. 4-5 (*cum syn.*).
2002. *A. sertiforme* ; May, p. 122-124, Pl. 1, Fig. 2-3.
2005. *A. sertiforme* ; May, p. 20-23, Pl. 2, Fig. 1-2.

MATERIEL ET GISEMENTS (25 spécimens)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 317. 4

GIVET : 8 spécimens : A – MH 740. 2 ; 741. 5 ; 750. 3 ; 766. 2 ; 768. 1 ; 923. 1, 2, 3 ; 947. 1

[BOULONNAIS : 8 spécimens (voir MISTIAEN 1988) ; 8 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de fragments tabulairesde taille centimétriques.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination n'est pas observée.

Au premier abord, le tissu squelettique aéré a un aspect tremblotant dû à l'allure des lamines finement vésiculaires.

Les piliers sont continus, fins et s'évasent parfois légèrement au contact de la lamine supérieure. Ils sont le plus souvent bien filiformes. Ils se distribuent à raison de 17 à 24 piliers sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,05 et 0,08 mm.

Les lamines, continues, d'aspect vésiculaire, s'épaississent au contact des piliers. Elles sont faiblement ondulées au passage des canaux astrorhizaux. Elles sont au nombre de 17 à 29 par 5 mm ; leur épaisseur est de 0,04 à 0,06 mm.

Les astrorhizes, fréquentes, se marquent par la présence de perturbations dans l'organisation du tissu squelettique. Leur contour est généralement mal discernable ; la dimension des canaux axiauxest difficilement mesurable.

La microstructure est compacte.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Coupe tangentielle

Le squelette montre une maille hexactinelloïde. Des astrorhizes bien ramifiées sont régulièrement observées.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 740. 2	22 – 24	0,05 – 0,08	–	17 – 22	0,04
Ce travail	17 – 24	0,05 – 0,08	–	17 – 29	0,04 – 0,06
LECOMPTE 1951	26 – 31	0,05	–	20 – 30	–

DISCUSSION

Je rapporte ces spécimens au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886 principalement pour la continuité et la finesse des piliers et la présence d'une maille hexactinelloïde bien exprimée. L'absence d'une microlamine distincte me permet d'écarter le genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951.

L'aspect nettement vésiculaire du tissu squelettique m'incite à les rapprocher de *A. sertiforme* LECOMPTE 1951. Cependant les densités squelettiques mesurées (piliers) semblent légèrement plus faibles que celles mentionnées par LECOMPTE 1951. De plus, je n'ai pas souvent remarqué une robustesse importante et nette des piliers. Lorsque celle-ci est nette, la densité squelettique des éléments verticaux est alors relativement faible, comparée à celle des lamines. Ces variations peuvent être imputées à la préservation du matériel ou à une certaine obliquité de la section.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet, Nalinnes, Olloy, Surice, Wellin) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien – Franien.

Actinostroma tabulatum Lecompte 1951

Pl. XIV Fig. 5 – 7

v • 1951. *A. tabulatum* ; Lecompte, p. 102, Pl. 7, Fig. 2.
1968. *A. tabulatum* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 417 (*cum syn.*).
1975. *A. tabulatum* ; Cornet, An. 2a, 3a, 3c.
1979. *A. tabulatum* ; Yang & Dong, Pl. 10, Fig. 5-6.
v • 1980. *A. tabulatum* ; Mistiaen, p. 183-184, Pl. 3, Fig. 3-4.
1985. *A. tabulatum* ; Bogoyavlenskaya & Khromych, p. 57.
non 1993. *Plectostroma tabulatum*, Hladil, p. 34, Pl. 8, Fig. 3-4.
1995. *A. tabulatum* ; Krebedunkel, p. 36-37, Pl. 2, Fig. 5-6.
2001. *A. tabulatum* ; Dong, p. 118, Pl. 37, Fig. 1-2.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

MATERIEL ET GISEMENTS (9 spécimens)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 25

[BOULONNAIS : 1 spécimen (voir MISTIAEN 1980) ; 7 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen correspond à un fragment de 6 cm, ramassé en éboulis au pied du biostrome. Cet échantillon est traversé par de nombreuses veines de calcite.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente ou non visible.

Le squelette montre une prédominance des piliers sur les lamines mais conserve un aspect bien organisé et quadrillé.

Les piliers sont très nettement continus, faiblement bobiniformes, le plus souvent filiformes et bien parallèles entre eux. Ils se distribuent à raison de 20 à 22 sur 5 mm et sont moyennement épais (0,08 à 0,14 mm).

Les lamines sont presque systématiquement remplacées par des dissépiments droits, continus, faiblement convexes, montrant irrégulièrement des ondulations. Ils sont accompagnés de nombreuses ponctuations bien visibles disposées entre les piliers et accentuant la minceur des lamines. Ces lamines sont au nombre de 18 à 24 sur 5 mm.

Les astrorhizes sont rares et très peu marquées mais perturbent très localement l'organisation squelettique.

La microstructure est compacte.

Coupe tangentielle

Le squelette présente une maille hexactinelloïde, épaissie et légèrement empâtée.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV– BG 11–27.25	20 – 22	0,08 – 0,14	–	18 – 24	–
LECOMPTE 1951	17 – 20	0,12 – 0,17 (0,20)	–	22 – 30	–

DISCUSSION

Je rapproche ce spécimen du genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886 par la présence d'une maille hexactinelloïde caractéristique du genre et la continuité bien exprimée des piliers.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

L'allure dégénéré de l'appareil lamellaire qui prend un aspect dissépimentaire, la présence de ponctuations au sein des lamines et la densité squelettique me permettent de le rattacher à l'espèce *A. tabulatum* LECOMPTE 1951. HLADIL 1993 place cette espèce dans le genre *Plectostroma* NESTOR 1964. Toutefois, ce dernier se caractérise par des lamines discontinues et non alignées. Je ne retrouve pas cet aspect au sein de mon matériel et privilégie le genre *Actinostroma*.

Le spécimen de l'Avesnois évoque l'espèce *A. septatum* LECOMPTE 1951 mais s'en différencie par un nombre de piliers plus réduit. Il rappelle également *A. septatum robustum* LECOMPTE 1951 mais s'en différencie par des densités squelettiques plus fortes et des piliers plus fins.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Chimay, Couvin, Durbuy, Froidchapelle, Hamoir, Merbes-le-Château, Olloy, Rosée, Rochefort, Sautour, Senzeille, Surice) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien.

Actinostroma tabulatum var. *crassum* Lecompte 1951

Pl. XV Fig. 1 – 2

v •	1951.	*Actinostroma tabulatum crassum* ; Lecompte, p. 103, Pl. 7, Fig. 3.
	1968.	*Actinostroma tabulatum crassum* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 417 (*cum syn.*).
	1971.	*Actinostroma tabulatum crassum* ; Zukalova, p. 37, Pl. 6, Fig. 1-2.
v ?	1985.	*Actinostroma crassum* ; Mistiaen, p. 44-46, Pl. 1, Fig. 5-7.
?	1995.	*Actinostroma tabulatum* var. *crassum* ; Krebedünkel, p. 38-39, Pl. 2, Fig. 7-8
	2001.	*A. tabulatum crassum* ; Dong, p. 118, Pl. 37, Fig. 3-4.
?	2002.	*Plectostroma crassum* ; May, p. 126-127, Pl. 1, Fig. 4.
?	2005.	*Plectostroma crassum* ; May, p. 38-40, Pl. 4, Fig. 2, Pl. 5, Fig. 1-2, Tab. 12.

MATERIEL ET GISEMENTS (5 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 11–27. 28 ; 159–160. 1

GIVET : 3 spécimens : A – MH 608. 3, 740. 1 ; 788. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens sont de formes bulbeuses. Ils mesurent entre 4 et 6,5 cm. L'un d'eux (A – MH 740.1) s'est développé autour d'un rugueux solitaire.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le squelette montre une latilamination. Les latilamines sont épaisses de 1 et 5 mm.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Le tissu squelettique est largement marqué par la présence de piliers. Verticaux, parallèles, ils semblent s'amalgamer par « paquet » et limités à une latilamine. Ils sont bien continus et épais (0,18 à 0,26 mm) et sont distribués à raison de 11 à 14 sur 5 mm. Entre ces « paquets », ils ne sont représentés que par des ponctuations positionnées sur les lamines (Fig. 48).

Les éléments horizontaux sont généralement fins, parfois réduits à de simples dissépiments à convexité faible. Leur continuité est clairement observée. Les lamines se répartissent à raison de 18 à 21 lamines sur 5 mm. Ponctuellement, elles prennent une allure d'arches dissépimentaires.

Les astrorhizes sont généralement représentées par des nœuds astrorhizaux accompagnés de quelques dissépiments. Certaines sont délimitées par du tissu squelettique plus irrégulier mettant en évidence un canal axial d'un diamètre compris entre 0,26 et 0,30 mm ; d'autres sont, au contraire, sont plus diffuses et uniquement représentées par des espaces vides verticaux.

La microstructure est compacte.

Coupe tangentielle

Le tissu squelettique révèle une maille hexactinelloïde typique.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
Ce travail	11 – 14	0,18 – 0,26	0,18 – 0,22	18 – 21	0,02 – 0,06
LECOMPTE 1951	14 – 17 (24)	0,15 – 0,20	–	20 – 26 (28)	–

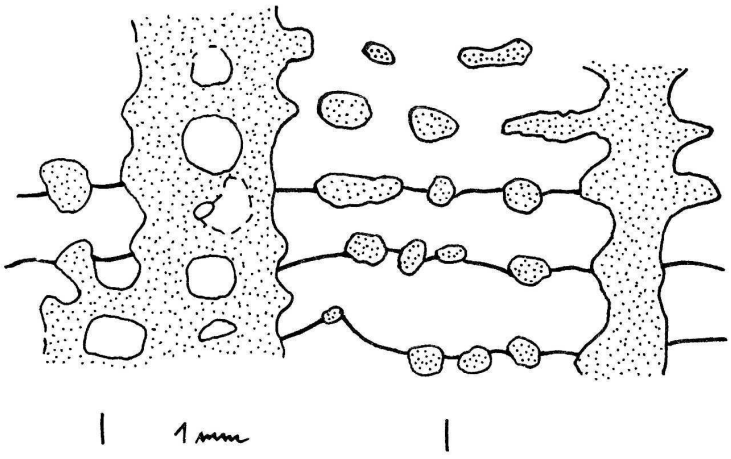


Fig. **48**. Section longitudinalede *Actinostroma tabulatum* var. *crassum* LECOMPTE 1951 (A – MH 788. 2). Ponctuations et dissépiments.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DISCUSSION

La présence d'une maille hexactinelloïde et de piliers longs et continus caractérisent le genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886. La dégénérescence de l'appareil lamellaire évoque l'espèce *A. tabulatum* LECOMPTE 1951.

Mes spécimens s'en différencient par une densité en éléments verticaux plus faible et par des piliers nettement plus épais. Par ces caractéristiques, ils correspondent en tous points à l'espèce *A. tabulatum* var. *crassum* LECOMPTE 1951.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Bioul, Chimay, Couvin, Givet, Merbes-le-Château, Rance, Rochefort, Rosée, Senzeille) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes, Münster) : Givétien, République Tchèque (Bohême centrale) : Givétien - Frasnien, Moravie (Karst morave) : Givétien, Afghanistan (Badragha) : Givétien (supérieur ?).

Actinostroma verrucosum (Goldfuss 1826)

Pl. XV Fig. 3 – 7

1826. *Ceriopora verrucosa* ; Goldfuss, p. 33, Pl. 10, Fig. 6a-b-c.
1968. *Ceriopora verrucosa* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 465-468 (*cum syn.*).
1971. *Actinostroma verrucosum* ; Kaźmierczak, p. 130, 133, 135.
1971. *Actinostroma verrucosum* ; Zukalova, p.36, Pl. 5, Fig. 5-6.
1976. *Actinostroma verrucosum* ; Brice *et al.*, p.143-144.
1977. *Actinostroma verrucosum* ; Brice *et al.*, p. 144.
v 1980. *Actinostroma verrucosum* ; Mistiaen, p. 185-186, Pl. 2, Fig. 7-9, Pl. 3, Fig. 1-3.
1984. *Actinostroma verrucosum* ; Mendez-Bedia, p. 154, Fig. 3a-b.
v 1985. *Actinostroma verrucosum* ; Mistiaen, p. 50-53, Pl. 2, Fig. 1-3.
2001. *Actinostroma verrucosum* ; Dong, p. 120, Pl. 38, Fig; 5-6 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (18 spécimens)

GIVET : 8 spécimens : A – MH 260B. 1 ; 744. 2 ; 765. 1 ; 784. 1 ; 787. 1, 2 ; 825. 1, 892. 1 ; 939. 1

MARENNE : 2 spécimens : A – MAR. E. 62, 94

[BOULONNAIS : 8 spécimens (voir MISTIAEN 1980)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens se répartissent entre des formes tabulaires et en dômes partiellement aplatis. Certains (A – MH 825.1) montrent, à leur surface, des mamelons astrorhizaux bien développés (Pl. XV Fig. 3 – 4). La latilamination est souvent observée.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines sont bien visibles (épaisses de 3 à 10 mm), nettement individualisées par l'épaississement périodique de quelques lamines.

Le tissu squelettique est dense ; la recristallisation du matériel est importante.

Les éléments verticaux filiformes sont bien continus. Ils se distribuent à raison de 18 à 24 sur 5 mm et sont épais de 0,06 à 0,16 mm.

Les lamines, généralement fines, sont régulièrement ondulées. Au passage des astrorhizes, elles montrent un léger épaississement et/ou un dédoublement de leur partie inférieure. Elles sont au nombre de 16 à 25 sur 5 mm.

Les astrorhizes sont bien présentes au sein du tissu squelettique, mais l'altération d'une majorité des échantillons ne permet pas d'effectuer des mesures précises. Le diamètre du canal axial est de l'ordre de 0,20 mm. Elles apparaissent faiblement ramifiées.

La microstructure est compacte.

Coupe tangentielle

Les rares spécimens bien consevés montrent une maille hexactinelloïde tout à fait caractéristique. Ceux qui sont recristallisés montrent alors une maille épaissie, empâtée, parfois difficilement reconnaissable. La présence de laminations concentriques est, par contre, très bien observée autour des très nombreux canaux astrohizaux (jusqu'à 7 astrorhizes par 9 mm^2).

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 260B. 1	20 – 22	0,08 – 0,10	0,08 – 0, 10	21 – 22	0,02 – 0,06 (0,10)
A – MAR E. 62	20 – 22	0,10 – 0,12	0,08 – 0,12	17 – 19	0,04 – 0,12
A – MH 765. 1	13 – 16	0,14 – 0,16	0,14	18 – 20	0,04 – 0,12
Ce travail	(13) 18 – 24 (26)	0,06 – 0,16	–	16 – 25	0,02 – 0,12
LECOMPTE 1951	20 – 24	0,07 – 0,15	–	15 – 28	0,10
MISTIAEN 1980	16 – 25	0,10 – 0,15	0,10	9 – 25	0,05 – 0,10

REMARQUES

Deux variations morphologiques sont observées au sein des spécimens rattachés ici à l'espèce *A. verrucosum* (GOLDFUSS 1826) :

- spécimen montrant un quadrillage bien régulier, proche de l'espèce *A. clathrathum* LECOMPTE 1951 (A – MAR E. 62)

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

- spécimens montrant des éléments verticaux, plus épais et moins nombreux, proches de l'espèce *A. filitextum* LECOMPTE 1951 (A – MH 765. 1)

DISCUSSION

La présence d'une maille hexactinelloïde et de piliers filiformes et continus me permettent de rattacher les spécimens de l'Ardenne au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886.

Un échantillon macroscopique (A – MH 825. 1, Pl. XV Fig. 1 – 2) révèle une surface couverte de larges mamelons pustuleux. Par la présence de nombreuses astrorhizes dans un système lamellaire très ondulé, des piliers filiformes et continus et des densités squelettiques cohérentes, je rattache mes spécimens à l'espèce *A. verrucosum* (GOLDFUSS 1826).

L'allure générale du squelette rappelle parfois *A. clathratum* LECOMPTE 1951, mais la présence d'un système astrorhizal fortement développé les différencie. Ils rappellent également un autre genre décrit en Ardenne par LECOMPTE 1951, *A. filitextum* ; ils s'en différencient cependant par la robustesse de leurs lamelles qui contraste avec ce qui est connu pour l'espèce *A. filitextum*.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Couvin, Durbuy, Givet, Houyet, Marenne, Olloy, Pondrôme, Rochefort, Surice, Wellin) : Eifélien – Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes, Sauerland) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien, Afghanistan (Hoh-e Kagir) : Givétien ?, Chine (Gheizhou) : Givétien, Angleterre (Teigmouth) : Dévonien moyen, Maroc : Dévonien moyen, URSS (Kuznetsk) Dévonien moyen, Espagne (Montagnes cantabriques) : Dévonien moyen.

Actinostroma sp. aspect confertum

Pl. XVI Fig. 1 – 4

MATERIEL ET GISEMENTS (12 spécimens)

GIVET : 9 spécimens : A – MH 724. 7, 725. 3, 6, 875. 1, 2, 876. 1, 883. 4, 884. 1, 922. 2

GLAGEON : 3 spécimens : AV – BG 11–27. 7, 35 ; 317. 6

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les différents spécimens correspondent à des fragments de dimension variable (entre 3 et 7 cm). Leur morphologie est difficile à déterminer.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est parfois visible. Les latilamines sont épaisses de 3 à 7 mm.

Le tissu squelettique, quadrillé, apparaît très dense. Les lamines et les espaces interlaminaires ne sont que rarement discernables à fort grossissement. Seuls les éléments verticaux restent bien visibles.

Les piliers semblent continus. Ils sont très larges et tous accolés les uns aux autres. Ils se distribuent à raison de 19 à 21 piliers sur 5 mm et ont une épaisseur moyenne comprise entre 0,22 et 0,24 mm.

Les lamines, également fortement épaissies, apparaissent moins nettement que les piliers. Elles sont marquées par d'amples ondulations, continues et serrées à raison de 19 à 20 lamines sur 5 mm. A fort grossissement, elles ne sont plus discernables. Les galeries sont réduites (recristallisation).

Les astrorhizes sont complètement effacées par la recristallisation du tissu squelettique et n'apparaissent que sous la forme de petites irrégularités astrorhizales.

La microstructure semble compacte.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle laisse apparaître une maille à allure ponctuée, parfois partiellement hexactinelloïde. Cependant, la densité des piliers donne un aspect très compact. Les sections de piliers apparaissent circulaires et semblent soulignées par un axe plus sombre.

Certains spécimens sont associés à d'autres organisnes (coraux rugueux et tabulés : *Roselopora* sp.) qui eux ne semblent pas ou peu affectés par la diagenèse.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 876. 1	19 – 21	0,22 – 0,24	–	19 – 20	–
Ce travail	19 – 23	0,20 – 0,24	–	18 – 22	–

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886 car ils présentent une maille ponctuée à hexactinelloïde et des piliers continus typiques du genre. La conservation du matériel ne permet pas de détermination spécifique (voir discussion préservation du matériel, p. 166).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Genre *Bifariostroma* Khalfina, 1968

Espèce type: *Actinostroma bifarium* Nicholson 1886 (Nicholson 1886a: p. 231, pl. 4: 4-5). [Dévonien moyen : Büchel, Rheinische Schiefergebirge, Allemagne].

Diagnose: Voir Khalfina 1968: p. 149. Stearn *et al*. 1999 : p. 33.

Bifariostroma bifarium (Nicholson 1886)

Pl. XVI Fig. 5 – 7

1886. *Actinostroma bifarium* ; Nicholson, p. 231, Pl. 6, Fig. 4-5.
1968. *Actinostroma bifarium* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 46 (*cum syn.*).
1971. *Actinostroma bifarium* ; Kaźmierczak, p. 125, Pl. 38, Fig. 2-3, Pl. 39, Fig. 1-2.
cf 1971. *Actinostroma* cf. *bifarium* ; Zukalova, p. 38, Pl. 6, Fig. 3-5
1972. *Actinostroma bifarium* ; Lacroix, p. 208.
1975. *Actinostroma bifarium* ; Cornet, An. 2a, 3a.
1976. *Actinostroma bifarium* ; Brice *et al*., p. 144-145.
1977. *Actinostroma bifarium* ; Brice *et al*., p. 144.
v 1980. *Actinostroma bifarium* ; Mistiaen, p. 184-185, Pl. 2, Fig. 5-6.
v 1988. *Bifariostroma bifarium* ; Mistiaen, p. 166
1995. *Actinostroma* cf. *bifarium* ; Krebedunkel, p. 34.

MATERIEL ET GISEMENTS (9 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 11–27. 19, 21

[BOULONNAIS : 3 spécimens (voir MISTIAEN 1980) ; 4 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de spécimens subsphériques d'environ 6 à 7 cm de diamètre.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La structure squelettique apparaît vésiculaire.

Deux types de piliers se distinguent nettement dans le squelette. De larges piliers (0,30 mm), parfois continus sur une quinzaine de lamines, dominent largement le tissu squelettique. Ils sont pourvus d'un axe généralement plus sombre de 0,04 mm. Les autres piliers, nettement plus petits (0,10 mm de largeur), sont courts, parfois bien superposés, et généralement assez tortueux et peuvent être continus sur quelques lamines. Ils s'évasent très régulièrement à leur

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

sommet donnant cet aspect vésiculaire au squelette. Dans leur ensemble, les piliers se distribuent à raison de 3 à 4 sur 1 mm.

Les lamines sont très fines (0,07 mm) et prennent parfois un aspect presque dissépimentaire. Elles sont généralement faiblement ondulées, parfois réduites à de simples ponctuations et se distribuent à raison de 16 à 17 lsur 5 mm. Les galeries sont généralement arrondies ou ovales.

De rares perturbations au sein du squelette semblent indiquer la présence d'un système astrorhizal faiblement développé.

La microstructure est compacte.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, la structure du squelette apparaît ponctuée, vermiforme, parfois légèrement méandriforme. Les sections circulaires de faibles et de forts diamètres des piliers confirment la présence des deux types d'éléments verticaux. La microstructure est compacte.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 11–27. 19	3 – 4 (/ 1mm)	0,08 – 0,12 / 0,20 – 0,30	0,08 – 0,26	17 – 18	0,04 – 0,10
LECOMPTE 1951	3 – 4 (/ 2 mm)	0,07 – 0,10 / 0,20 – 0,30	–	18 – 22	–
MISTIAEN 1980	3 (/ 1mm)	0,1 / 0,4	–	21	0,05 – 0,10

DISCUSSION

La présence de deux types de piliers, les uns longs, continus et épais, les autres courts, fins et parfois superposés m'incite à rattacher ces spécimens au genre *Bifariostroma* KHALFINA 1968. Ces spécimens de l'Avesnois possèdent des densités squelettiques similaires à celles de *Actinostroma bifarium* NICHOLSON 1886 signalées en Ardenne et dans le Boulonnais par LECOMPTE 1951 et MISTIAEN 1980. Je rattache donc mon matériel à cette espèce.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Couvin, Olloy, Surice) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Boulonnais, Allemagne (bergischen Landes) : Givétien, Pologne (Holy Cross Mountains) : Givétien - Frasnien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Genre *Densastroma* Flügel, 1959

Espèce type: *Stromatopora astroites* Rosen, 1867 (Rosen 1867: p. 62, pl. 2: 6-7). [Silurien (Obere Oeselgruppe oder Zone 8 nach Rosen, Kaugatoma-Horizont, Ludlow nach Nestor 1962) : Insel Saaremaa (früher Oesel), Estnische SSR, USSR].

Diagnosis: Voir Nestor 1970 : d'après syntype de Rosen 1867: p. 62. Stearn *et al*. 1999 : p. 37.

Densastroma ? sp.

Pl. XVII Fig. 1 – 3

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 744. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un spécimen lamellaire, parfois finement tabulaire d'environ 1,5 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique est très dense et fin. La coupe longitudinaleest marquée par la présence d'une colonie d'aulopores disposée parallèlement aux lamines.

Les piliers sont presque indiscernables. Ils semblent généralement courts et mal superposés. Leur densité n'a pu être évaluée.

Les lamines sont fines et très serrées. Elles sont continues et très faiblement ondulées. Elles se distribuent à raison de 22 à 24 sur 2 mm dans les secteurs où elles se distinguent les unes des autres.

Aucune astrorhize n'est observée.

La microstructure semble compacte à très finement cellulaire. Ils n'apparaissent que sous la forme de petites ponctuations (microcolliculi) disposées dans un réseau laminaire fin et très dense.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, la maille apparaît ponctuée à partiellement vermiforme.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

DISCUSSION

La densité en lamines et l'alignement régulier des microcolliculi m'incite à rattacher ce spécimen au genre *Densastroma* FLÜGEL 1959.

La finesse du tissu squelettique ne permet pas de réaliser un comptage des éléments squelettiques mais seulement une estimation de leur densité. Par ces densités, mon matériel se rapproche de l'espèce *D. astroites* (ROSEN 1867). Les figurations faites par FLÜGEL 1958b, puis par STEARN *et al.* 1999, ne sont pas suffisamment nettes pour me permettre d'attribuer avec certitude mon spécimen à cette espèce. Il se rapproche également de l'espèce *D. podolicum* YAVORSKY 1929 mais s'en distingue par son système astrorhizal très peu développé et par des densités en lamines apparemment plus faibles.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

Ordre Stromatoporellida Stearn, 1980

Famille Stromatoporellidae Lecompte, 1951

Genre *Stromatoporella* Nicholson, 1886

Espèce type: *Stromatopora granulata* Nicholson, 1873 (Nicholson 1873: pl. 4: 3-3a; Nicholson & Murie 1878: pl. 1: 11-13; Nicholson 1886: pl. 1: 4, 5, 14-15, pl. 4: 6, pl. 7: 5-6). [Dévonien (Corniferous lst.) : Port Colborne, Lac Erié, Canada].

Diagnose: Voir Nicholson 1886: p. 92. Stearn *et al*. 1999 : p. 39.

Stromatoporella granulata (Nicholson 1873)

Pl. XVII Fig. 4 – 6

1873. *Stromatopora granulata* ; Nicholson, p. 94, Pl. 4, Fig. 3-3a.
1968. *Stromatopora granulata* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 180-182 (*cum syn*).
1971. *Stromatopora granulata* ; Zukalova, p. 52, Pl. 11, Fig. 1-4.
1976. *Stromatopora* cf. *decora* ; Mistiaen, p. 131, Pl. 6, Fig. 4.
1976. *Stromatopora laminata* ; Mistiaen, *in* Brice *et al*., p. 143-144.
1977. *Stromatopora decora* ; Mistiaen, *in* Brice *et al*., p. 139, 140, 144.
1980. *Stromatopora laminata* ; Mistiaen, p. 199, Pl. 8, Fig. 8-9, Pl. 9, Fig. 1-2.
1985. *Stromatopora granulata* ; Mistiaen, p. 123-127, Pl. 9, Fig. 1-9.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

MATERIEL ET GISEMENTS (25 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 11–27. 40, 317. 5

GIVET : 15 spécimens : A – MH 148 PR 3. 1, 149 PR 16. 1ab, 16. 2ab 150 PR 25. 5, 25. 8ab ; 257. 4, 258. 4, 260A. 11, 260B. 2, 602. 1, 3, 603. 1, 612. 2, 750. 5abcd, 752. 2

[BOULONNAIS : 8 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens de l'Avesnois et de l'Ardenne se présentent sous la forme de dômes aplatis ou de lamelles épaisses de 0,5 à 2 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le tissu squelettique est dense, variable d'un spécimen à l'autre, mais d'aspect bien quadrillé, parfois d'aspect plus vésiculaire. La présence de très nombreux caunopores, dans la quasi-totalité des spécimens, perturbe fortement la disposition des éléments squelettiques.

Les éléments verticaux, bobiniformes et limités à un espace interlaminaire, sont généralement bien superposés. Parfois, ils sont presque jointifs. Ils se distribuent à raison de 15 à 17 sur 5 mm. Des structures annulaires (ring pillar) sont présentes, mais leur abondance est relative et variable selon les spécimens.

Là où elles sont régulières, les lamines ont une densité est comprise entre 15 à 22 sur 5 mm, mais elles sont parfois irrégulièrement espacées et ondulées. Leur épaisseur est de 0,14 et 0,18 mm.

Les galeries sont généralement bien délimitées par les piliers bobiniformes et prennent un aspect arrondi à faiblement aplati horizontalement.

Les astrorhizes sont bien développées (le diamètre du canal axial atteint parfois 0,60 mm). Les canaux astrorhizaux sont régulièrement pourvus de dissépiments.

La microstructure apparaît le plus souvent finement cellulaire ou légèrement mélanosphérique. Une microlamine axiale, le plus souvent claire, tranchante et d'épaisseur est variable (0,02 à 0,06 mm), est présente au sein de la lamine.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le tissu squelettique a un aspect variable. Le plus souvent, il apparaît sous la forme de coenostèles méandriformes, mais dans certains secteurs, la structure est clairement ponctuée. Des dissépiments, généralement incurvés, relient alors les différentes sections circulaires des éléments verticaux. Les astrorhizes sont particulièrement bien

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

développées en sections tangentielles. Certaines lames (A – MH 752.2) montrent une microstructure réticulée passant à une microstructure cellulaire.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 150 PR 25 .5	15 – 16	0,08 – 0,18	–	19 – 22	0,06 – 0,10
Ce travail	13 – 17	0,08 – 0,18	–	15 – 22	0,14 – 0,18
LECOMPTE 1951	(15) 17 – 19	0,12 – 0,15	–	20	0,075 – 0,15

DISCUSSION

Les spécimens décrits présentent tous les caractères du genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886, notamment par la présence caractéristique de structures annulaires de type ring pillars caractéristiques de ce genre.

Je rattache mes échantillons à l'espèce *Stromatoporella granulata* (NICHOLSON 1873) car ils en possèdent toutes les caractéristiques et notamment des éléments coenostéaux de densité et d'épaisseur similaires.

Par la présence de dissépiments parfois nombreux dans les galeries interlaminaires, certains spécimens évoquent l'espèce ? *Clathrocoilona pertabulata* (LECOMPTE 1951) que LECOMPTE plaçait dans le genre *Stromatoporella*. Cependant ils s'en distinguent par des lamines plus fines et moins souvent ondulées. Ils rappellent également *S. decora* LECOMPTE 1951. Plusieurs auteurs (KAZMIERCZAK 1971, MISTIAEN 1985) ont d'ailleurs mis ces espèces (*S. granulata et S. decora*) en synonymie. Cependant, je pense qu'elles se différencient principalement par l'épaisseur de leurs lamines, plus fines chez *S. decora*, et par la taille des espaces interlaminaires, également plus largement développés chez *S. decora*.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Chimay, Givet, Couvin) : Eifelien – Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien, Afghanistan (Dewal, Takhtakay) : Givétien – Frasnien ?, Espagne (Montagnes cantabriques) : Dévonien moyen, URSS (Kuznetsk) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Stromatoporella ? cf. *irregularis* Lecompte 1951

Pl. XVII Fig. 7 – 9

cf. 1951. *Stromatoporella irregularis* ; Lecompte p. 184, Pl. 26, Fig. 1.

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 159-160. 5

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un spécimen lamellaire d'une épaisseur de 0,9 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les piliers, bobiniformes, ne sont pas systématiquement superposés. Ils se distribuent à raison de 5 à 6 sur 2 mm (soit environ 12 à 15 sur 5 mm) et ont une épaisseur comprise entre 0,10 et 0,10 mm, mais certains peuvent atteindre 0,20 mm. Quelques ring pillars sont visibles.

Les lamines, bien continues, sont généralement fortes et modérément ondulées. Elles se distribuent à raison de 14 sur 5 mm. Leur épaisseur moyenne est comprise entre 0,14 et 0,16 mm. Les galeries sont circulaires, subcirculaires ou souvent étirées horizontalement. Le diamètre de ces espaces interlaminaires est d'environ 0,20 mm.

Les astrorhizes se marquent principalement par quelques perturbations au sein du squelette ou par la présence de galeries de taille plus importante. De rares dissépiments, toujours en relation avec les astrorhizes, sont observés.

La microstructure apparaît homogène.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle montre une structure ponctuée à vermiforme relativement lâche. La microstructure apparaît très finement compacte ou fibreuse.

DISCUSSION

Je rattache mon spécimen au genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886 car il en possède les caractéristiques principales notamment une microstructure de type fibreuse et des structures en ring pillars, mais avec doute, car il rappelle aussi par certains caractères (lamines épaisses) le genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931.

Le spécimen de l'Avesnois est proche de *S. irregularis* LECOMPTE 1952, mais le nombre de dissépiments est trop faible pour correspondre parfaitement à cette espèce.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

L'espèce *S. irregularis* LECOMPTE 1951 a été assignée au *Clathrocoilona* par GALLOWAY & ST JEAN 1957. Toutefois, la présence de ring pillars, de lamines bien discernables et d'épaisseurs variables m'incitent à la laisser dans le genre *Stromatoporella*.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Frasnien.

Genre *Clathrocoilona* Yavorsky, 1931

Espèce type: *C. abeona* Yavorsky, 1931 (Yavorsky 1931: pl. 2: 2-2a). [Dévonien moyen: Villages de Kuznets, USSR].

Diagnose: See Yavorsky 1931: p. 1394. Stearn *et al*. 1999 : p. 39.

Clathrocoilona obliterata (Lecompte 1951)

Pl. XVIII Fig. 1 – 3

v • 1951. *Stromatoporella obliterata* ; Lecompte, p. 185, Pl. 26, Fig. 2-2a-b-c-d.
1968. *Stromatoporella obliterata* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 291 (*cum syn*).
v 1980. *Clathrocoilona obliterata* ; Mistiaen, p. 197-198, Pl. 8, Fig. 1-5.
v 1985. *Clathrocoilona obliterata* ; Mistiaen, p. 100-104, Pl. 6, Fig. 9 -10, Pl. 7, Fig. 1-2.
2001. *Clathrocoilona obliterata* ; Dong, p. 203, Pl. 95, Fig. 3-4.

MATERIEL ET GISEMENTS (8 spécimens)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 159–160. 4

GIVET : 3 spécimens : A – MH 260E. 9, 10 ; 762. 1, 947. 1

[BOULONNAIS : 4 spécimens (voir MISTIAEN 1980)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de spécimens lamellaires généralement d'épaisseur millimétrique.

CARACTERES INTERNES

Les coenostea sont souvent associés à d'autres organismes récifaux (coraux tabulés et rugueux).

Coupe longitudinale

La latilamination est marquée par une individualisation nette des éléments verticaux dans la partie supérieure des latilamines.

Le tissu squelettique se caractérise par sa forte densité.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les éléments du squelette sont souvent empâtés et épaissis mais restent souvent discernables.

Les piliers, bobiniformes et évasés à leurs extrêmités, limités à un espace interlaminaire, se distribuent à raison de 16 à 17 sur 5 mm. Leur épaisseur varie entre 0,12 et 0,18 mm là où ils sont bien discernables et pas agglutinés les uns aux autres.

Les lamines, souvent épaisses (0,20 mm en moyenne), sont au nombre de 3 à 4 sur 1 mm.

Les astrorhizes sont relativement rares dans les spécimens étudiés. Lorsqu'elles sont présentes, elles se marquent par une faible ondulation mamelonnaire. Les canaux qui les composent peuvent atteindre un diamètre compris entre 0,20 et 0,35 mm et sont alors traversés de dissépiments le plus souvent convexes.

La microstructure est compacte, spongieuse ou parfois cellulaire mais souvent mal conservée. Elles sont régulièrement marquées d'une fine microlamine axiale claire ou sombre.

Coupe tangentielle

Les spécimens récoltés n'ont pas permis la réalisation d'une coupe transversale.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 947. 1	16 – 17	0,12 – 0,18	–	3 – 4 (/ 1mm)	0,20
LECOMPTE 1951	8 – 10 (/ 2,5 mm)	0,12 – 0,15	–	7 – 8 (/ 2,5 mm)	0,15 – 0,20

DISCUSSION

Je rattache mes spécimens au genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 car ils en possèdent toutes les caractéristiques notamment un tissu squelettique très épais.

La présence d'éléments coenostéaux relativement bien distincts, de piliers parfois bien superposés dans la partie supérieure des latilamines et le faible développement du système astrorhizal, m'incite à rapprocher mes spécimens de l'espèce *C. obliterata* (LECOMPTE 1951). De plus, les densités en piliers et en lamines correspondent parfaitement avec celles connues chez le type.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Eifélien – Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Afghanistan (Koh-e Qutun, Cawak, Dewal) : Givétien – Frasnien ?, Australie (Canning Basin) : Frasnien ?.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Clathrocoilona spissa (Lecompte 1951)

Pl. XVIII Fig. 4 – 6

v • 1951. *Stromatoporella spissa* ; Lecompte, p. 187, Pl. 27, Fig. 1-4.
1968. *Stromatoporella spissa* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 399 (*cum syn*).
1971. *Stromatopora spissa* ; Kaźmierczak, p. 92-93, Pl. 21, Fig. 2.
1971. *Clathrocoilona spissa* ; Zukalova, p. 56, Pl. 15, Fig. 1-2.
1974. *Clathrocoilona spissa* ; Flügel, p. 165-170, Pl. 24, 26,27.
1978. *Clathrocoilona obliterata* (Lecompte 1951) ; Dong & Huang, p. 32, Pl. 7, Fig. 1.
v • 1980. *Clathrocoilona spissa* ; Mistiaen, p. 196-197, Pl. 7, Fig. 3-9 (*cum syn*).
v • 1985. *Clathrocoilona spissa* ; Mistiaen, p. 96-101, Pl. 6, Fig. 6-8.
1985. *Clathrocoilona spissa* ; Bogoyavlenskaya & Khromych, p. 54.
v • 1988. *Clathrocoilona spissa* ; Mistiaen, p. 174-175 (*cum syn*).
1993. *Clathrocoilona obliterata* (Lecompte 1951) ; Hladil, p. 34, Pl. 5, Fig. 4, Pl. 2, Fig. 3.
1993. *Clathrocoilona (Clath.) solidula spissa* ; May, p. 38-39, Pl. 7, Fig. 2, Pl. 8, Fig. 1-2 (*cum syn*).
2001. *Clathrocoilona spissa* ; Dong, p. 204, Pl. 95, Fig. 7-8.
2005. *Clathrocoilona (Clath.) solidula spissa* ; May, p. 64-66, Pl. 13, Fig. 2-3.

MATERIEL ET GISEMENTS (106 spécimens)

GLAGEON : 3 spécimens : AV – BG 11–27. 24, 159–160. 5, 317.4, 13

WALLERS : 2 spécimens : AV – MW 6.6, 6.8

GIVET : 23 spécimens : A – MH 148 PR 1, 3.1, 6 ; 148-149 PR 9 ; 149 PR 8.1, 14, 15, 16. 1a, 16.3, 16.4, 16.5ab, 16.6, 17 ; 150 PR 18.1a, 19, 25.1, 25.3 ; 725. 1, 6, 7, 750. 3, 876. 1, 947. 1

MARENNE : 1 spécimen : A – MAR E. 67

[BOULONNAIS : 60 spécimens (voir MISTIAEN 1980, 1988) ; 19 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de spécimens lamellaires généralement d'épaisseur inférieure à 4 cm.

CARACTERES INTERNES

Les différents spécimens encroûtent souvent des coraux tabulés, rugueux ou autres bioclastes. Parfois, il semble y avoir compétition entre différents organismes constructeurs puisque que l'on peut remarquer des encroûtements successifs entre deux ou plusieurs espèces.

Coupe longitudinale

La latilamination se caractérise par des encroûtements successifs millimétriques à centimétriques. Elle s'observe par une diminution périodique de la densité squelettique.

Le tissu squelettique se caractérise par son aspect très dense. Les éléments horizontaux et verticaux sont le plus souvent indiscernables.

Lorsque les piliers sont visibles, généralement dans la partie sommitale (Fig. 49) du spécimen, on en dénombre 7 à 11 sur 2 mm.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les lamines sont souvent très épaisses et accolées les unes dans les autres. Lorsqu'elles sont visibles, elles se distribuent à raison de 7 au maximum sur 2 mm.

Généralement, seuls quelques vides coenostéaux distribués aléatoirement, dont le diamètre est généralement compris entre 0,16 et 0,32 mm, sont présents le squelette.

Les astrorhizes sont relativement rares, souvent limitées à de simples perturbations au sein du squelette. Les canaux astrorhizaux sont rarement pourvus de dissépiments.

La microstructure est compacte mais peut parfois prendre un aspect spongieux ou partiellement cellulaire.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le tissu squelettique est d'aspect variable. Il présente des plages denses uniformes, et des plages présentant de larges perforations probablement en lien avec les rares astrorhizes, souvent ramifiées.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
Ce travail	7 – 11 (/ 2mm)	0,06 – 0,12	-	7 (/ 2mm)	épaisse
LECOMPTE 1951	5 – 6 (/ 1mm)	fort	-	2 – 3 (/ 1mm)	0,15 – 0,20



Fig. 49. Dessin de *Clathrocoilona spissa* (LECOMPTE 1951) montrant la densité des éléments squelettiques et la présence de piliers en périphérie du spécimen (A – MH 149 PR 16. 5b).

DISCUSSION

Je rapproche mes spécimens du genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 car ils en possèdent tous les caractères génériques.

Par la présence de lamines souvent coalescentes, de rares galeries constituées de vides circulaires, par l'uniformité du tissu squelettique particulièrement dense, et par le

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

développement de grandes astrorhizes ramifiées observées en coupe tangentielle, ils correspondent parfaitement à l'espèce *C. spissa* (LECOMPTE 1951).

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Ferrière-la-Grande, Glageon, Wallers) : Givétien – Frasnien, Ardenne (Givet, Han-sur-Lesse, Marenne, Sautour, Surice) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien – Frasnien, République Tchèque (Bohême centrale) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien, Afghanistan (Koh-e Qutun, Koh-e Zardak, Caraghsang, Ghujurak, Sayed tabib nord, Dewal, Spin Ghar, Borgod) : Givétien – Frasnien, Australie (Canning Basin) : Dévonien supérieur, Canada (Montagnes Rocheuses ?) : Dévonien supérieur.

Clathrocoilona cf. *inconstans* Stearn 1962

Pl. XVIII Fig. 7 – 8

cf 1962. *Clathrocoilona inconstans* ; Stearn, p. 15-17, Pl. 7, Fig. 1-5, Pl. 8, Fig. 6-7

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 159–160. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment d'environ 5 cm d'épaisseur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu, fortement épaissi, apparaît parfois bien quadrillé, parfois complètement désorganisé.

La latilamination n'est pas clairement observée ; elle semble se marquer par un tissu légèrement moins dense.

Les piliers, bobiniformes, tortueux ou encore complètement difformes, se distribuent dans les zones les plus lâches à raison de 8 à 9 sur 5 mm. Dans les zones les plus denses, leur nombre augmente pour atteindre 15 à 16 piliers sur 5 mm. Leur épaisseur, relative à leur densité, fluctue entre 0,16 et 0,30 mm.

Les lamines sont épaisses, 0,36 mm en moyenne mais parfois moins (0,18 mm) et faiblement ondulées. Elles se distribuent en moyenne à raison de 9 à 11 sur 5 mm. Ces

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

lamines délimitent des chambres interlaminaires souvent réduites (0,14 à 0,20 mm), parfois absentes, arrondies ou difformes.

Les astrorhizes sont distribuées au sein du tissu squelettique mais ne le perturbent que très faiblement. Les canaux astrorhizaux, souvent mal préservés, semblent pourvus de quelques dissépiments droits ou faiblement incurvés.

La microstructure, en partie masquée par les effets de la diagenèse, semble mélanosphérique à cellulaire.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le tissu squelettique apparaît coalescent à criblé.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 159–160. 2	8 – 16	0,16 – 0,30	–	9 – 11	0,30
MISTIAEN 1988	10 – 15	–	–	10	0,06 – 0,30

DISCUSSION

Je rattache ce spécimen au genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 car il en possède tous les caractères : des éléments coenostéaux épaissis, une microstructure mélanosphérique ou cellulaire.

Je rapproche mon spécimen de l'espèce *C. inconstans* FLÜGEL 1962 car les densités squelettiques sont très similaires. Cependant, la variation de la morphologie des zones coenostéales m'incite à laisser un doute sur l'attribution spécifique de ce spécimen. Par certains caractères, notamment un tissu squelettique parfois tellement épaissi que lamines et piliers sont indiscernables, il se rapproche de *C. spissa* LECOMPTE 1951. Mais ce caractère n'étant que localement observé, il me semble difficile de l'assigner à cette espèce.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien

Clathrocoilona ? sp.

Pl. XIX Fig. 1 – 4

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 9

GIVET : 1 spécimen : A – MH 785. 1

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens ont des formes de bulbes et de dômes.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination, marquée à son sommet par un tissu plus lâchement disposé, est espacée de 4 à 7 mm.

Le tissu squelettique est dense.

Les piliers, courts, bobiniformes et limités à un espace interlaminaire, se superposent assez bien. Ils se distribuent à raison de 18 à 20 sur 5 mm et ont une épaisseur moyenne comprise entre 0,12 et 0,16 mm. Quelques structures similaires à des ring pillars sont parfois observées.

Les lamines, continues et parfois nettement ondulées sont épaisses de 0,06 et 0,16 mm. Elles sont particulièrement épaissies au niveau des bombements astrorhizaux et se distribuent à raison de 14 à 16 sur 5 mm. Les galeries sont souvent réduites à de petites chambres arrondies.

Les dissépiments sont peu nombreux sauf au niveau des astrorhizes.

Les astrorhizes créent de larges mamelons au sein du tissu squelettique. Elles sont relativement abondantes et fortement développées. Le canal axial, pourvu de nombreux dissépiments légèrement courbés, mesure entre 0,30 et 0,36 mm de diamètre.

La microstructure apparaît partiellement mélanosphérique. Elles sont généralement axées par une microlamine claire.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le squelette montre une structure coalescente traversée de petites chambres arrondies d'un diamètre compris entre 0,14 et 0,28 mm.

DISCUSSION

Je rapproche ces spécimens du genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 pour les caractéristiques communes qu'ils présentent avec ce genre : un tissu épais et une microstruture mélanosphérique, mais la présence de ring pillar pourrait également suggérer le genre *Stictostroma* PARKS 1936. Cependant la très faible distribution de ces structures annulaires, souvent imparfaitement fermées, m'incite à préférer le genre *Clathrocoilona*.

Les densités squelettiques mesurées, associées à la relative finesse des éléments coenostéaux ne semblent correspondre à aucune espèce connue pour ce genre. Cependant mes

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

spécimens évoquent, par la superposition régulière des piliers, l'espèce *C. obliterata* (LECOMPTE 1951). Ils s'en distinguent par leurs lamines beaucoup plus fines et ondulées.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Genre *Stictostroma* Parks, 1936

Espèce type: *S. gorriense* Stearn, 1995 (Stearn 1995a; Stearn 1995b: figs 1.6, 1.7, 2.5, 2.6).
Diagnose: Voir Parks 1936: p. 78. Stearn *et al*. 1999 : p. 42.

Stictostroma curiosa (Bargatsky 1881)

Pl. XIX Fig. 5 – 7

1881. *Stromatopora curiosa* ; Bargatsky, p. 285.
1968. *Stromatopora curiosa* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 116-117 (*cum syn*).
1971. *Stromatopora curiosa curiosa* ; Zukalova, p. 74.
v • 1976. *Stromatoporella curiosa* ; Mistiaen, p. 123, Pl. 6, Fig. 2.
1980. *Stromatopora curiosa* ; Mistiaen, p. 177.
v • 1988. *Stictostroma curiosa* ; Mistiaen, p. 179, Pl. 21, Fig. 10 (*cum syn*).
? 1995. *Stromatoporella curiosa* ; Krebedunkel, p. 93-95, Pl. 12, Fig. 5-6.

MATERIEL ET GISEMENTS (5 spécimens)

GLAGEON : 3 spécimens : AV – BG 11–27. 8, 26, 159–160. 4

BOULONNAIS : 2 spécimens (voir MISTIAEN 1988) ; 1 spécimen (voir MISTIAEN 2002)

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de larges fragments d'environ 8 x 6,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le tissu du squelette, coalescent, est dominé par les éléments horizontaux.

Les piliers, courts et limités à un espace interlaminaire, sont légèrement évasés à leur extrémité. Ils sont majoritairement superposés, d'épaisseur comprise entre 0,10 et 0,16 mm. Ils délimitent de petites galeries arrondies parfois irrégulières, dont le diamètre varie globalement entre 0,14 et 0,20 mm. Ils se distribuent à raison de 14 à 16 sur 5 mm, mais dans

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

de nombreuses zones il est difficile de faire la distinction entre piliers et lamines. De rares structures de type ring pillar sont parfois esquissées.

Les lamines, généralement très épaisses (0,10 à 0,36 mm) sont globalement bien continues. Elles se distribuent à raison de 11 à 13 sur 5 mm.

Les astrorhizes, de petites tailles, sont très bien développées au sein du tissu squelettique et se superposent sur toute la hauteur de la lame. Le diamètre du canal axial est compris entre 0,30 et 0,35 mm et celui des canaux latéraux est de 0,16 à 0,20 mm. Aucune structure dissépimentaire n'est visible en section verticale.

La microcrostructure est finement mélanosphérique à cellulaire. Une microlamine sombre souligne parfois la partie sommitale de la lamine.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le tissu squelettique apparaît criblé à coalescent. De rares dissépiments réunissent les sections circulaires des piliers isolés.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 11–27. 8	14 – 16	0,10 – 0,16	–	11 – 13	0,10 – 0,36
LECOMPTE 1951	14	0,15 – 0,30	–	12 – 14	0,10 – 0,23
MISTIAEN 1988	14 – 15	0,15	–	13 – 14	0,10 – 0,25

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens de l'Avesnois au genre *Stictostroma* PARKS 1936 car ils en possèdent toutes les caractéristiques : un tissu relativement épais (proche du genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931), associé à peu de ring-pillars (typique du genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886) et une microstructure uniformément cellulaire à mélanosphérique. Je les distingue du genre *Clathrocoilona* qui présente une microstructure plus complexe et variée, et du genre *Stromatoporella* qui présente des structures annulaires très abondantes.

Je rapproche mes spécimens à l'espèce *S. curiosa* BARGATSKY 1881 car les éléments squelettiques lui sont parfaitement similaires en épaisseur et en densité.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Sautour, Dourbes, Senzeille, Surice) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Stictostroma saginatum (Lecompte 1951)

Pl. XX Fig. 1 – 3

v • 1951. *Stromatoporella saginata* ; Lecompte, p. 171, Pl. 22, Fig. 5-7
1968. *Stromatoporella saginata* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 373 (*cum syn*).
v • 1976. *Stromatoporella saginata* ; Mistiaen, p. 125, Pl. 6, Fig. 3.
cf. 1983. *Clathrocoilona* cf. *saginata* ; Stearn, p. 549, Fig. 5 G-H.
v • 1985. *Stictostroma saginatum* ; Mistiaen, p. 115, Pl. 8, Fig. 6-11.
v • 1988. *Stictostroma saginatum* ; Mistiaen, p. 176-179, Pl. 21, Fig. 5-9 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (167 spécimens)

GLAGEON : 3 échantillons (12 spécimens) : AV – BG 11–27. 31, 32, 33.

[BOULONNAIS : 155 spécimens (voir MISTIAEN 1988, 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de spécimens lamellaires dont l'épaisseur varie entre 0,2 et 2,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La taille des spécimens ne permet pas d'observer de latilaminations.

Le tissu squelettique est irrégulièrement quadrillé parfois avec un léger aspect vésiculaire. Quelques sections de caunopores sont visibles au sein du squelette.

Les piliers sont courts et irréguliers, parfois bien superposés sur quelques lamines et généralement bobiniformes ou uniquement évasés dans leur partie supérieure. Ils sont épais de 0,14 à 0,20 mm et se distribuent à raison de 6 à 7 sur 5 mm.

Les lamines sont généralement assez continues, épaisses de 0,08 à 0,16 mm, distribuées à raison de 6 à 8 sur 5 mm. Elles apparaissent ondulées au passage des systèmes astrorhizaux.

Les galeries sont souvent petites et arrondies (0,16 à 0,24 mm), parfois étirées horizontalement, mais presque systématiquement pourvues de dissépiments verticaux.

Les astrorhizes, réduites, sont présentes et s'accompagnent généralement d'un épaississement des lamines.

La microstructure est mélanosphérique à cellulaire.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle montre une structure criblée. De rares sections annulaires sont visibles et évoquent des sections de ring pillars.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
Ce travail	6 – 7 (/ 2 mm)	0,14 – 0,20	–	6 – 8 (/ 2 mm)	0,08 – 0,16
LECOMPTE 1951	8 – 10 (/ 2,5 mm)	0,12 – 0,15	–	12 – 13 (/ 2,5 mm)	0,08 – 0,17
MISTIAEN 1988	22 (/ 5 mm)	0,10 – 0,15	–	4 – 8 (/ 1 mm)	0,05

DISCUSSION

Ces spécimens m'ont d'abord fait penser au genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886 mais la rareté ou la quasi absence de ring pillars m'incite à les rapprocher du genre *Stictostroma* PARKS 1936. Ils se distinguent du genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 par un tissu beaucoup moins épais et une microstructure plus clairement cellulaire.

Je les rattache à *S. saginatum* LECOMPTE 1951 car les densités squelettiques, même si légèrement plus faibles, sont équivalentes à cette espèce. Ils se rapprochent du 1er groupe de *Stictostroma saginatum* défini par MISTIAEN 1988 dans le matériel du Boulonnais. Cependant les chambres coenstéales apparaissent plus réduites dans mon matériel.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon, Ferrière-la-Grande) : Givétien – Frasnien, Ardenne (Rance, Surice, Sautour, Rochefort, Couvin, Olloy, Hamoir, Beaumont, Forrières) : Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Frasnien.

Stictostroma sp. 1

Pl. XX Fig. 4 – 6

MATERIEL ET GISEMENTS (3 spécimens)

GIVET : 3 spécimens : A – MH 267. 1, 608. 1, 3

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de petits spécimens lamellaires de 1 à 1,5 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le squelette, irrégulièrement quadrillé, prend parfois un aspect vésiculaire.

Les piliers, courts et limités à un espace interlaminaire, bobiniformes, sont irrégulièrement superposés. Ils se distribuent à raison de 12 à 13 sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,14 et 0,24 mm. Des structures annulaires de type ring pillars semblent parfois présentes.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les lamines sont fortement ondulées et s'épaississent au passage des astrorhizes. Elles se distribuent à raison de 14 à 16 sur 5 mm. Parfois ces éléments horizontaux peuvent prendre l'allure de dissépiments.

Les galeries sont généralement arrondies ou étirées horizontalement. Des dissépiments sont régulièrement visibles dans ces espaces interlaminaires.

Les astrorhizes sont bien développées et continues au sein du tissu squelettique. Le diamètre du canal axial est compris entre 0,24 et 0,52 mm. Les canaux latéraux plus étroits présentent un diamètre compris entre 0,16 mm et 0,44 mm.

La microstructure est mélanosphérique. Les lamines sont marquées par une microlamine axiale claire.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, les lamines se répartissent de manière concentrique autour des astrorhizes. La structure apparaît ponctuée et vermiforme autour des astrorhizes. Elle devient coalescente au sein de ces dernières. Les dissépiments sont nombreux dans les galeries. La microstucture apparaît finement mélanosphérique.

DISCUSSION

La présence simultanée de ring pillars et d'un tissu globalement épais m'incite à rapprocher ces spécimens du genre *Stictostroma* PARKS 1936. Je les distingue du genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 par la régularité, la relative finesse des éléments squelettiques et la présence de ring pillars. Ils se distinguent du genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886b par des lamines plus épaisses et par la très faible densité en structures annulaires.

Ils sont proches de *S. saginatum* (LECOMPTE 1951) et de *S. curiosa* (BARGATSKY 1881) mais s'en distinguent par des densités squelettiques plus réduites.

Ils rappellent encore *S. mccannelli* FAGERSTROM 1961, mais s'en distinguent, en section tangentielle, par l'absence de dissépiments concaves reliant les sections isolées de piliers.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

B. L. M. HUBERT

Stictostroma sp. 2

Pl. XX Fig. 7 – 9

MATERIEL ET GISEMENTS (12 spécimens)

GLAGEON : 3 spécimens : AV – BG 11–27. 29, 40

GIVET : 9 spécimens : A – MH 257. 2, 7, 258. 2, 259B. 7, 260A. 3, 11, 260C.1, 876. 2, 890. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de spécimens lamellaires ou tabulaires dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 3,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination n'est pas observée.

Le tissu squelettique, désordonné, est dense et finement vésiculaire. Tous les spécimens sont associés à des caunopores (parfois très abondants).

Les piliers sont courts, légèrement bobiniformes, parfois assez bien superposés. Leur épaisseur est comprise entre 0,10 et 0,18 mm. Ils se distribuent à raison de 5 à 6 sur 5 mm.

Les lamines se distribuent à raison de 14 à 15 sur 5 mm et ont une épaisseur moyenne de 0,14 mm. Les galeries circulaires à subcirculaires sont souvent aplaties.

Le système astrorhizal, mal développé, est souvent marqué, au sein du coenostrome, par des galeries plus larges pourvues de dissépiments. Les rares canaux visibles ont un diamètre compris entre 0,44 et 0,54 mm.

La microstructure est généralement compacte.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, la structure apparaît méandriforme. La microstructure, généralement compacte, apparaît parfois mélanosphérique. Les lamines sont parfois pourvues d'une fissure axiale claire.

DISCUSSION

J'ai longuement hésité sur l'attribution générique de ces spécimens, pour finalement les rattacher au genre *Stictostroma* PARKS 1936 avec lequel ils présentent le plus de similitudes. Ils se différencient du genre *Stromatoporella* NICHOLSON 1886b par l'absence de ring pillars, et du genre *Clathrocoilona* YAVORSKY 1931 par ses éléments squelettiques relativement bien distincts, sutout au niveau des lamines.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Ils rappellent *Stictostroma* sp. 1 mais présentent des densités en éléments verticaux beaucoup plus faibles.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Famille Trupetostromatidae Germovsek, 1954

Genre *Trupetostroma* Parks, 1939

Espèce type: *T. warreni* Parks, 1936 (Parks 1936: p. 55, pl. 10: 1-2). [Dévonien moyen (Presquile Dolomite): Great Slave Lake, Canada].

Diagnose: Voir Parks 1936: p. 55. Stearn *et al*. 1999 : p. 43.

Trupetostroma cellulosum Lecompte 1952

Pl. XXI Fig. 1 – 3

v• 1952. *T. cellulosum* ; Lecompte, p. 233, Pl. 41, Fig. 1-2.
1968. *T. cellulosum* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 65 (*cum syn*).
1971. *T. cellulosum* ; Zukalova, p. 77, Pl. 25, Fig. 1-6.
1995. *T. cellulosum* ; Krebedunkel, p. 81-82, Pl. 10, Fig. 5-6.
2001. *T. cellulosum* ; Dong, p. 218, Pl. 103, Fig. 7-8 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (5 spécimens)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 788. 1

WALLERS : 4 spécimens : AV – MW 5. 3ab, 6'. 2ab, 6. 6ab, 12. 3ab,

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens se présentent sous la forme de bulbe, la taille du plus grand étant de 6,7 cm de hauteur et de 4,7 cm de largeur (à sa base).

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines, soulignée par une fine zone de tissu désorganisé, sont espacées de 0,6 à 1,1 mm.

Le tissu squelettique est quadrillé.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les éléments verticaux, courts, bobiniformes et parfois superposés, se distribuent à raison de 19 à 22 sur 5mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,10 et 0,14 mm.

Les lamines, continues et tranchantes, se distribuent à raison de 20 à 23 sur 5 mm. Elles sont fines et ont une épaisseur moyenne de 0,06 mm. A leur sommet, s'observent de nombreuses vacuoles. Elles semblent s'épaissir légèrement au contact des astrorhizes. Les galeries sont circulaires à subcirculaires.

Les astrorhizes sont bien développées et continues. Elles se disposent régulièrement (l'espace moyen entre deux astrorhizes est de 5 à 7 mm, parfois 10 mm) dans l'ensemble du squelette. Elles sont souvent pourvues de dissépiments. Le canal axial mesure entre 0,40 et 0,50 mm.

La microstructure est mélanosphérique à vacuolaire. Les lamines sont marquées par une microlamine axiale claire et cellulaire.

Coupe tangentielle

Les coenostèles méandriformes prennent parfois un aspect légèrement vermiforme avec quelques sections plus circulaires et isolées. De très nombreuses vacuoles sont visibles.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – MW 6'. 2	19 – 22	0,10 – 0,14	–	20 – 23	environ 0,06
LECOMPTE 1952	(19) 20 – 22	0,10 – 0,20	–	(19) 20 – 22	–

DISCUSSION

La présence d'une microlamine, d'éléments verticaux courts, d'une microstructure typiquement vacuolaire m'incite à placer ces individus dans le genre *Trupetostroma* PARKS 1936.

Les densités en éléments squelettiques correspondent parfaitement à l'espèce *T. cellulosum* LECOMPTE 1952. La présence des astrorhizes et leur densité confortent cette attribution. Certains spécimens ont une densité squelettique légèrement plus faible (éléments verticaux) que celle de *T. cellulosum*, mais possèdent cependant tous les caractères de cette espèce.

Ces spécimens s'écartent de *T. ruedemanni* LECOMPTE 1952 par leurs densités plus fortes en éléments squelettiques comme le signale d'ailleurs LECOMPTE. La densité relativement faible en éléments verticaux de mon matériel pourrait être liée à une certaine obliquité des lames.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien, Ardenne (Han-sur-Lesse, Louveigné, Rochefort, Rance, Surice) : Givétien – Frasnien, Pologne (Holy Cross Mountains) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

Trupetostroma ruedemanni Lecompte 1952

Pl. XXI Fig. 4 – 6

v• 1952. *T. ruedemanni* ; Lecompte, p. 243, Pl. 39, Fig. 4-5, Pl. 40, Fig. 1-3.
1968. *T. ruedemanni* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 369 (*cum syn*).
? 1995. *T. ruedemanni* ; Krebedunkel, p. 79-81, Pl. 10, Fig. 2-3.
2001. *T. ruedemanni* ; Dong, p. 225, Pl. 108, Fig. 5-6 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

WALLERS : 2 spécimens : AV – MW 5. 23ab, 6. 8ab

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens se présentent sous la forme de dômes d'environ 8 cm de large pour 5 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines, relativement bien marquées par une lamine plus forte, sont épaisses de 1,2 à 1,3 cm.

Le tissu squelettique présente une structure essentiellement quadrillée, prenant parfois un aspect vésiculaire.

Les éléments verticaux, courts et bobiniformes, parfois nettement superposés, se distribuent à raison de 18 à 19 sur 5 mm. Leur épaisseur est globalement comprise entre 0,08 et 0,16 mm.

Les lamines, faiblement ondulées, présentent une densité plus importante au passage des astrorhizes, où elles sont souvent plus déformées. Les lamines se distribuent à raison de 20 à 22 sur 5 mm.

Régulièrement, des vacuoles, dont le diamètre n'excède pas 0,05 mm, s'observent au sommet des piliers.

Les galeries, circulaires à légèrement étirées verticalement, contiennent de nombreux dissépiments faiblement incurvés.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les astrorhizes, peu ramifiées, sont étroites, longiformes et pourvues de très nombreux dissépiments droits ou faiblement courbées. Leur canal axial présente un diamètre compris entre 0,32 et 0,46 mm.

La microstructure apparaît mélanosphérique parfois cellulaire. Les lamines sont soulignées par une microlamine fine et sombre ou parfois claire et cellulaire.

Coupe tangentielle

La structure coenostéale apparaît méandriforme. De nombreuses sections circulaires des canaux astrorhizaux sont visibles et peuvent atteindre une densité de 7 astrorhizes par 1 cm^2.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – MW 5. 23	18 – 19	0,08 – 0,16	–	20 – 22	–
LECOMPTE 1952	25	0,10 – 0,20	–	22 – 27	–

DISCUSSION

Je rattache mes spécimens au genre *Trupetostroma* PARKS 1936 car ils en possèdent tous les critères génériques (cf. discussion *T. cellulosum*).

Malgré des densités squelettiques sensiblement plus faibles que celles énoncées par LECOMPTE 1952, je rapproche mes spécimens à l'espèce *T. ruedemanni*. Après avoir observé et remesuré le matériel type de LECOMPTE, je pense que les densités chez cette espèce sont plus étendues que ce qu'il indique et peuvent englober les valeurs mesurées chez mes spécimens. De plus, LECOMPTE souligne l'aspect polymorphe de cette espèce qui peut montrer des variations au niveau de la distribution et de l'épaisseur de ces éléments squelettiques.

Mes spécimens correspondent morphologiquement en tous point avec *T. ruedemanni*. Je retrouve cette même distribution en bouquet des piliers, des astrorhizes bien développées et nombreuses, de nombreux dissépiments dans les espaces interlaminaires et une latilamination bien marquée.

Ils évoquent également *T. sublamellatum* LECOMPTE 1952 mais s'en distinguent, en coupe tangentielle, par une maille méandriforme et non coalescente. Enfin, ils se distinguent de *T. bassleri* LECOMPTE 1952 par des lamines qui ne s'anastomosent pas au niveau des astrorhizes et par des densités squelettiques sensiblement différentes.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien, Ardenne (Couvin, Rochefort, Sautour, Surice) : Givétien – Frasnien.

Trupetostroma aff. *tenuilamellatum* Lecompte 1952

Pl. XXI Fig. 7 – 8

cf 1952. *T. tenuilamellatum* ; Lecompte, p. 223, Pl. 36, Fig. 1-5.
1968. *T. tenuilamellatum* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 422 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS

WALLERS : 3 spécimens : AV – MW 3. 2abc, 5. 6ab, 11. 3

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens ont généralement la forme de petits bulbes pluricentimétriques accolés ou superposés les uns aux autres. D'autres ont parfois un aspect plus tabulaire.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination semble marquée par un resserrement périodique de quelques lamines et par la disposition presque systématique des astrorhizes dans la partie supérieure des latilamines.

Le tissu squelettique apparaît relativement quadrillé, mais les éléments verticaux donnent cependant l'impression d'être prépondérants.

Les coenostèles, tortueuses, filiformes et bobiniformes, parfois tremblotantes et irrégulièrement épaissies sont généralement bien superposées. Elles se distribuent à raison de 17 à 21 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,12 et 0,20 mm.

Les lamines, fines et tranchantes, sont généralement bien continues. Elles sont parfois remplacées par des structures dissépimentaires. Elles se distribuent à raison de 22 à 25 (rarement 32) sur 5 mm. Leur densité varie là où elles sont fortement incurvées.

Les galeries sont généralement bien arrondies, alignées verticalement et parfois jumelées. Des dissépiments, droits ou légèrement incurvés, s'observent généralement dans ces galeries.

Les astrorhizes sont nombreuses et fortes. Le diamètre du canal axial est globalement compris entre 0,44 et 0,50 mm. Elles sont très souvent bien ramifiées et pourvues de nombreux dissépiments.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

La microstructure est très nettement cellulaire mais là où la lame mince est très fine, elle peut prendre une allure mélanosphérique. Les lamines sont régulièrement soulignées par une microlamine axiale cellulaire et claire.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle montre une structure méandriforme, rarement vermiforme, et parfois parsemée de sections circulaires isolées. De nombreuses vésicules circulaires sont visibles dans le tissu squelettique.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
Ce travail	17 – 21	0,12 – 0,20	–	22 – 25 (32)	–
LECOMPTE 1952	20	0,15 – 0,20	–	30 – 32	–

REMARQUES

Certains spécimens, dont la majorité des caractères est semblable à cette espèce, ont été intégrés à ce groupe même s'ils en diffèrent légèrement par des densités laminaires plus faibles (ex : AV - MW 5.6ab).

DISCUSSION

La présence d'une microlamine et d'une microstructure cellulaire m'incite à placer ces spécimens dans le genre *Trupetostroma* PARKS 1936.

Les spécimens décrits rappellent beaucoup l'espèce *T. tenuilamellatum* LECOMPTE 1952. Ils n'en diffèrent que par des éléments squelettiques verticaux légèrement plus fins et par des densités en lamines apparemment plus faibles. Cependant, pour avoir vu les types de LECOMPTE, je pense que les densités en lamines qu'il donne sont un peu surestimées (je n'ai compté que 25 à 27 lamines sur 5 mm sur le type 17277 au lieu de 30 à 32 pour Lecompte chez cette espèce).

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien, Ardenne (Couvin, Esneux, Hamoir, Phillipeville, Rance, Rochefort, Sautour, Senzeille, Spy, Surice) : Givétien – Frasnien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

B. L. M. HUBERT

Trupetostroma ? sp. 1

Pl. XXII Fig. 1 – 3

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 762. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen est hémisphérique et mesure environ 6,5 cm de large pour 6 cm de haut.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est mal exprimée et se marque par des zones où le tissu squelettique est perturbé.

La strucure squelettique est aérée par le développement important des espaces interlaminaires et des canaux astrorhizaux.

Les éléments verticaux sont relativement fins, filiformes et parfois légèrement bobiniformes. Ils sont limités à un espace interlaminaire et sont parfois bien superposés. Leur épaisseur varie entre 0,14 et 0,20 mm. Ils se distribuent à raison de 10 à 11 sur 5mm. Des vésicules marginales (0,04 à 0,06 mm) les bordent régulièrement.

Les lamines sont irrégulièrement réparties au sein du spécimen. Leur densité moyenne est comprise entre 11 et 13 lamines par 5 mm. Elles ont une épaisseur comprise entre 0,06 et 0,08 mm. Des vacuoles se disposent réguilèrement dans et autour les lamines.

Les astrorhizes sont développées. Le diamètre des canaux latéraux peut atteindre 0,64 mm mais est plus souvent compris entre 0, 32 et 0, 44 mm. Les astrorhizes sont régulièrement traversées de dissépiments. Cependant, ils sont relativement peu abondants dans les galeries interlaminaires. Ces galeries ont une hauteur régulièrement comprise entre 0,30 et 0,42 mm.

La microstructure est cellulaire, mais certaines zones semblent présenter une microstructure plus compacte. Une microlamine axiale, claire, parfois ponctuée est très régulièrement présente dans les lamines.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle fait apparaître de larges sections astrorhizales. La maille est nettement ponctuée, parfois légèrement vermiforme.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

DISCUSSION

La présence d'une microlamine, d'éléments verticaux courts et d'une microstructure cellulaire à vacuolaire m'incite à placer ce spécimen dans le genre *Trupetostroma* PARKS 1936, malgré l'apspect de quelques vacuoles qui pourraient être interprétées comme des vésicules marginales, ce qui placerait alors cette espèce dans le genre *Hermatostroma* NICHOLSON 1886.

Mon spécimen, très différent par sa structure coenostéale lâche et très aérée des espèces connues classiquement en Ardenne, rappelle beaucoup l'espèce chinoise *T. doupenglingense* YANG & DONG 1979. Elle ne s'en différencie que par des densités qui semblent plus fortes chez le spécimen chinois et par des piliers apparemment plus régulièrement superposés.

Parmi les espèces de l'Ardenne, celle avec laquelle elle a le plus de similarités est probablement *T. sublamellatum* LECOMPTE 1952. Cependant, elle s'en distingue très nettement par ses éléments verticaux moins bien superposés et par ses chambres coenostéales largement plus grandes.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

Trupetostroma sp. 2

Pl. XXII Fig. 4 – 6

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GIVET : 2 spécimens : A – MH 765. 3, 785. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens ont une forme en dôme (3*6,5 cm) ou en bulbe (7*6 cm).

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente. Certains espaces interlaminaires sont comblés par du sédiment.

Le squelette aéré montre une structure relativement bien quadrillée, parsemée de larges sections astrorhizales.

Les piliers courts, limités à un espace interlaminaire, sont parfois bien superposés. Leur épaisseur varie entre 0,14 et 0,28 mm. Ils se distribuent à raison de 9 à 10 sur 5 mm, mais

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

lorsque les galeries sont fortement développées, leur nombre peut tomber à 1 ou 2 sur 5 mm. Dans leur partie sommitale, ils sont souvent perforés de petites vacuoles dont le diamètre n'excède pas 0,08 mm.

Les lamines sont généralement bien continues, tremblotantes et irrégulièrement espacées. Leur épaisseur est comprise entre 0,10 et 0,20 mm, mais elles semblent parfois remplacées par de simples dissépiments. Des vacuoles, similaires à celles observées dans les piliers, se disposent aléatoirement à la base de certaines lamines. Les lamines se distribuent à raison de 8 à 10 sur 5 mm.

Les galeries interlaminaires sont pourvues de très nombreux dissépiments concaves (jusqu'à huit par galeries).

Le système astrorhizal est large et bien développé. Certains canaux astrorhizaux peuvent atteindre 0,60 mm. Ces astrorhizes sont pourvues de très nombreux dissépiments courbés.

La microstructure cellulaire à mélanosphérique en coupe tangentielle apparaît plus compacte en coupe verticale. Les lamines sont pourvues d'une microlamine axiale sombre ou parfois claire.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle montre une structure nettement ponctuée à caténiforme. Les sections circulaires des piliers sont généralement reliées par des dissépiments incurvés. Les astrorhizes sont bien développées. Le remplissage des galeries est nettement dolomitisé.

DISCUSSION

Je rapporte ces spécimens au genre *Trupetostroma* PARKS 1936 car ils en présentent les principales caractéristiques : des piliers courts, de larges espaces interlaminaires et une microlamine axiale cellulaire.

Par son tissu squelettique également très aéré, ce spécimen rappelle fortement *Trupetostroma* sp. 1. Cependant, il s'en distingue par la présence, dans les chambres coenostéales, de très nombreux dissépiments, ceux-ci étant quasiment absent chez *Trupetostroma* sp. 1.

Pour les mêmes raisons que celles citées précédemment, il se différencie des espèces *T. doupenglingense* YANG & DONG 1979 et *T. sublamellatum* LECOMPTE 1952.

Les espèces ? *Trupetostroma* sp.1 et *Trupetostroma* sp. 2 sont très proches l'une de l'autre et pourraient appartenir à une seule et même espèce présentant des variabilités morphologiques.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

Trupetostroma sp. 3

Pl. XXIII Fig. 1 – 2

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GIVET : 2 spécimens : A – MH 752. 3, 765. 8

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de spécimens tabulaires d'environ 6 cm de largeur et 4 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Les éléments verticaux, courts, limités à un espace interlaminaire, bobiniformes, se distribuent à raison de 12 à 13 sur 5 mm. Leur épaisseur varie entre 0,14 et 0,22 mm. Les vacuoles, observées au sommet des piliers, se confondent parfois avec la microstructure.

Les lamines, faiblement ondulées, se distribuent à raison de 11 à 13 sur 5 mm. Les galeries sont généralement bien arrondies, parfois fortement étirées horizontalement et rarement pourvues de dissépiments.

Les sections astrorhizales sont assez abondantes et traversées de nombreux dissépiments incurvés.

La microstructure est très clairement cellulaire. La taille des cellules est comprise entre 0,04 et 0,06 mm. Les lamines sont marquées par une microlamine axiale et claire qui donne l'impression que les lamines dominent le tissu squelettique, mais les densités ne s'accordent pas avec cet aspect visuel. La microlamine se confond parfois avec la microstructure cellulaire.

Coupe tangentielle

Le squelette présente en coupe tangentielle une structure méandriforme. La microstructure cellulaire est nettement observée.

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens au genre *Trupetostroma* PARKS 1936 car ils en possèdent toutes les principales caractéristiques structurales.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Par ces larges astrorhizes parsemant le tissu squelettique, ces spécimens évoquent beaucoup l'espèce de LECOMPTE 1952, *T. laceratum*. Ils s'en distinguent principalement par des éléments squelettiques plus épais et donc moins denses.

Ils évoquent également l'espèce *T. nandanense* DONG 1989, mais ils s'en différencient par leurs éléments verticaux moins filiformes et par des densités squelettiques plus faibles. Enfin, ils évoquent l'espèce *T. exquisitum* YANG & DONG 1979, de laquelle ils se distinguent par un système astrorhizal beaucoup plus développé.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

Trupetostroma sp. 4

Pl. XXIII Fig. 3 – 5

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

MARENNE : 1 spécimen : A – MAR E. 68

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment en forme de bulbe d'une hauteur de 4 cm pour une largeur d'environ 3 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est marquée par une alternance périodique de zones sombres (tissu squelettique dense) et de zones plus claires (squelette plus aéré).

Les éléments verticaux, le plus souvent filiformes, parfois légèrement bobiniformes et limités à un espace interlaminaire, sont très bien superposés. Ils semblent parfois traversés par un canal axial clair.

Des vacuoles se disposent régulièrement dans la partie supérieure des éléments verticaux. Parfois elles leurs donnent un aspect bifide. Ils se distribuent à raison de 16 à 19 sur 5 mm et ont une épaisseur de 0,10 à 0,16 mm.

Les lamines semblent généralement continues. Les galeries apparaissent généralement subcirculaires ou ovoïdes, parfois étirées verticalement. En comparaison aux éléments du tissu squelettique, elles semblent minoritaires. Les lamines se distribuent à raison de 6 à 7 sur

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

1 mm dans les zones les plus denses, et à raison de 3 à rarement 4 sur 1 mm dans les zones les plus aérées.

Les astrorhizes sont bien présentes. Les canaux astrorhizaux sont pourvus de nombreux dissépiments légèrement courbés (jusqu'à 9 dissépiments par 1 mm). Le canal axial mesure entre 0,20 et 0,24 mm.

La microstructure apparaît mélanosphérique à cellulaire. Les lamines sont soulignées par une microlamine (d'aspect cellulaire : 0,02 à 0,06 mm de diamètre) axiale et claire.

Coupe tangentielle

En section tangentielle, la microstructure mélanosphérique prend un aspect réticulé. La structure est globalement coalescente.

DISCUSSION

Je rattache mon spécimen au genre *Trupetostroma* PARKS 1936 car il en possède tous les critères génériques (cf. discussion *T. cellulosum*).

Ce spécimen évoque, par ses caractères structuraux, l'espèce *T. compressum* LECOMPTE 1952. Il s'en différencie principalement par une microlamine moins accusée et par des densités coenostéales plus fortes. Il rappelle également l'espèce *T. nandanense* DONG 1987 (voir discussion *Trupetostroma* sp. 3), mais s'en différencie par des densités laminaires plus fortes et par des éléments verticaux légèrement plus épais et localement plus irréguliers (i.e. bobiniformes).

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Marenne) : Givétien.

Genre *Hermatostroma* Nicholson, 1886

Espèce type: *H. schlueteri* Nicholson, 1886 (Nicholson 1886: p. 215, pl. 3: 1-2; pl. 28: 12-13; text-figs 1, 16, 29, 30-32). [Dévonien moyen : Hebborn ; Paffrath, Rheinisches Schiefergebirge, Allemagne].

Diagnose: Voir Nicholson 1886: p. 105. Stearn *et al*. 1999 : p. 43.

REMARQUES : Le genre *Hermatostroma* NICHOLSON 1886 se distingue du genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969 par la présence de piliers et non de coenostèle.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Hermatostroma perseptatum Lecompte 1952

Pl. XXIV Fig. 8 – 11

v • 1952. *H. perseptatum* ; Lecompte, p. 251, Pl. 45, Fig. 2.
1968. *H. perseptatum* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 314 (*cum syn*).
1971. *H. perseptatum* ; Zukalova, p. 83, Pl. 27, Fig. 3-6.
non 1971. *H. perseptatum* ; Kazmierczak, p. 124, Pl. 8, Fig. 6, Pl. 34, Fig. 2a-b.
1979. *H. perseptatum* ; Yang & Dong, p. 69, Pl. 37, Fig. 3-4.
v • 1985. *H. perseptatum* ; Mistiaen, p. 180-185, Pl. 16, Fig. 2-8.
1995. *H. perseptatum* ; Krebedunkel, p. 68-69, Pl. 8, Fig. 3-4.
2001. *H. perseptatum* ; Dong, p.213 , Pl. 101, Fig. 3-4.

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 602. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen correspond à un fragment en forme de bulbe de 8 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination se marque par une dolomitisation plus importante au sommet des latilamines. Son épaisseur varie entre 0,5 et 2,5 cm.

Le tissu squelettique apparaît relativement bien quadrillé. Cet aspect est dû à des densités similaires entre les éléments verticaux et horizontaux. Les astrorhizes, très développées, perturbent le squelette. Les lamines sont fortement ondulées à leur contact.

Les piliers sont bobiniformes, forts, limités à un espace interlaminaire et généralement bien superposés. Ils délimitent des galeries globalement bien circulaires mais de taille variable (en fonction de l'épaisseur des piliers). Ils se distribuent à raison de 12 à 14 sur 5 mm et ont une épaisseur qui varie fortement entre 0,14 et 0,34 mm.

Sur certains secteurs de la lame mince, une lamine bien définie est observée. Cette lamine est intimement liée aux évasements des piliers à leurs extrêmités. Elles se distribuent alors à raison de 15 à 17 sur 5 mm.

Des vésicules marginales, partiellement recristallisées, sont observées sur les pourtours des éléments verticaux.

Les astrorhizes sont fortes et bien développées (parfois continues sur l'ensemble de la latilamine, soit 2,5 cm). A leur contact, les lamines s'épaississent et se densifient. Les canaux astrorhizaux (0,34 mm) sont traversés de dissépiments convexes.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

La microstructure apparaît le plus souvent finement mélanosphérique, parfois partiellement cellulaire. Les lamines sont souvent axées par une microlamine nette, sombre et tranchante. Parfois, cette microlamine remplace la lamine elle-même.

Coupe tangentielle

Les structures astrorhizales dominent la section tangentielle. Le squelette montre une structure ponctuée à partiellement vermiforme.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 602. 2	12 – 14	0,14 – 0,34	–	15 – 17	–
LECOMPTE 1952	14 – 18	0,10 – 0,40	–	9 – 16	–

DISCUSSION

Je rapporte mon spécimen au genre *Hermatostroma* NICHOLSON 1886 car il en possède les principales caractéristiques : des piliers courts régulièrement superposés, des lamines ou microlamines tranchantes, des vésicules marginales bordant les éléments squelettiques et une microstructure principalement cellulaire.

Je rattache ce spécimen à l'espèce *H. perseptatum* LECOMPTE 1952 par la similitude de leurs densités, leur système astrorhizal fortement développé et riche en dissépiments, et leurs lamines généralement fines et rarement épaissies.

Il évoque également *H. thomasi* var. *arduennense* (LECOMPTE 1952) mais s'en distingue par son système astrorhizal plus fort. Il rappelle encore *H. episcopale* NICHOLSON 1886 mais s'en distingue par des lamines moins contournées.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Couvin, Givet) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien, Pologne (Holy Cross Mountains) : Givétien, Moravie (karst morave) : Givétien – Frasnien?, Afghanistan (Sayed Tabib nord, Dewal) : Givétien, Australie (canning Basin) : Frasnien, Chine (Guangxi) : Dévonien moyen.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Hermatostroma thomasi var. *arduennense* (Lecompte 1952)

Pl. XXV Fig. 1 – 3

v • 1952. *Trupetostroma thomasi* var. *arduennensis* ; Lecompte, p. 241, Pl. 44, Fig. 2-3.
1968. *Trupetostroma thomasi arduennense* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 426 (*cum syn*).
1975. *Trupetostroma thomasi* var. *arduennensis* ; Cornet, An. 2a, 3a.
v • 1980. *Hermatostroma thomasi* var. *arduennense* ; Mistiaen, p. 205, Pl. 11, Fig. 2-6.
2001. *Trupetostroma thomasi arduennense* ; Dong, p. 226, Pl. 109, Fig. 7-8 (cum syn).

MATERIEL ET GISEMENTS (9 spécimens)

GIVET : 2 spécimens : A – MH 753. 1, 767. 1

[BOULONNAIS : 7 spécimens (voir MISTIAEN 1980)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens ont une morphologie lenticulaire à bulbeuse et une taille d'environ 6 x 7,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est marquée par un resserrement des lamines à son sommet, et est épaisse de 3 à 6 mm.

Le tissu squelettique montre des piliers forts, une lamine tranchante et sombre et un sytème astrorhizal développé.

Les piliers, très larges, courts et évasés (bobiniformes), sont régulièrement bien superposés. Ils se distribuent à raison de 9 à 13 sur 5 mm et ont une épaisseur globalement proche de 0,40 mm (parfois plus faible : 0,18 mm).

Les lamines se limitent parfois à de fins filaments noirs ou s'épaississent souvent pour leur donner un aspect de « vraie » lamine. Elles semblent régulièrement épaissies par l'évasement quasi systématique des larges piliers à leur contact. Elles sont au nombre de 11 à 15 sur 5 mm.

De rares vésicules marginales sont présentes à la périphérie supérieure des espaces interlaminaires et aux contours des éléments squelettiques.

Les espaces interlaminaires sont généralement bien circulaires ou étirés horizontalement.

Les astrorhizes sont larges (0,70 mm), bien ramifiées et traversées de dissépiments faiblement incurvés.

La microstructure est cellulaire. Les lamines sont souvent axées par une microlamine sombre et tranchante.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Coupe tangentielle

La section tangentielle montre une structure ponctuée parfois partiellement vermiforme.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 753. 1	12 – 13	0,16 – 0,20	–	13 – 15	–
A – MH 767. 1	9 – 11	0,18 – 0,40	–	11 – 13	–
LECOMPTE 1952	7 – 9	(0,20) 0,40 – 0,50	–	9 – 11	–

DISCUSSION

Je rapproche ces spécimens au genre *Hermatostroma* NICHOLSON 1886 car ils en possèdent les principales caractéristiques (voir discussion *H. perseptatum*). Toutefois, le spécimen A – MH 753. 1, aux microlamines moins nettement exprimées, et aux vésicules marginales moins régulièrement observées en bordure des piliers rappelle le genre *Trupetostroma* PARKS 1936.

Mes spécimens présentent de fortes similitudes avec l'espèce *H. thomasi* var. *arduennense* (LECOMPTE 1952) : une microlamine tranchante, des piliers épais, des vésicules marginales bien différenciées, même si les densités squelettiques semblent ici plus fortes que celles indiquées par LECOMPTE. Cependant, le type 4625 de LECOMPTE 1952 révèle des densités différentes à celles indiquées pour cette espèce (seulement 11 piliers sur 5 mm et 15 lamines sur 5 mm).

Ils évoquent également l'espèce *H. crassum* (LECOMPTE 1952) mais s'en différencient par des densités squelettiques (notamment au niveau des lamines) plus faibles.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet, Olloy, Surice) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien.

Hermatostroma ? sp.

Pl. XXV Fig. 4 – 5

MATERIEL ET GISEMENTS (3 spécimens)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 4

GIVET : 2 spécimens : A – MH 741. 1, 923. 3

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de deux fragments pris dans la masse calcaire et d'un spécimen en forme de bulbe de 5 cm de hauteur et de 5 cm de largeur.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination n'est pas visible.

Le tissu squelettique, quadrillé et partiellement recristallisé, est traversé de nombreux caunopores.

Les éléments verticaux, courts et bien superposés, sont largement évasés au contact de la lamine supérieure. Ils se distribuent à raison de 14 à 16 sur 5 mm. Leur épaisseur moyenne est comprise entre 0,12 et 0,22 mm.

Les lamines sont difficilement observées. Elles semblent discontinues et se distribuent à raison de 15 à 17 sur 5 mm.

Les galeries sont généralement bien circulaires mais peuvent prendre un aspect étiré (le plus souvent verticalement) lorsque la lamine disparaît. Leur diamètre est compris entre 0,20 et 0,26 mm. Très rarement, quelques dissépiments se disposent au sein de ces espaces interlaminaires.

Des canaux astrorhizaux sont régulièrement présents dans le squelette. Ces canaux sont généralement traversés de quelques dissépiments incurvés.

De nombreuses vésicules marginales, d'un diamètre de 0,04 mm, entourent les éléments verticaux.

La microstructure est mélanosphérique à partiellement cellulaire. Les lamines sont soulignées par une microlamine axiale, claire et cellulaire.

Coupe longitudinale

La coupe tangentielle fait apparaître une structure généralement méandriforme parfois ponctuée ou au contraire coalescente.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 741.1	14 – 16	0,12 – 0,22	–	15 – 17	–

DISCUSSION

Je rapporte ces spécimens au genre *Hermatostroma* NICHOLSON 1886 principalement par la présence de vésicules bordant les éléments squelettique set d'une microstructure cellulaire, mais, avec doute car la structure en coupe tangentielle semble parfois méandriforme.

Les éléments squelettiques sont très denses et apparaissent épaissis par la recristallisation ce qui leur donne parfois un aspect « confertum ».

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Ils rappellent l'espèce *H. parksi* LECOMPTE 1952 mais s'en distinguent par un système astrorhizal plus restreint et des chambres coenostéales plus réduites. Ils rappellent également l'espèce *H. crassum* LECOMPTE 1952 mais s'en distinguent nettement par des piliers beaucoup plus fins.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Genre *Hermatoporella* Khromych, 1969

Espèce type : Trupetostroma maillieuxi Lecompte, 1952 (Lecompte 1952 : pp. 237-239, pl. 43 : 2, 3). [Dévonien supérieur (F1b, Frasne) : Bassin de Dinant, Belgique].

Diagnose : Voir Khromych, 1969 : p. 34. Stearn *et al*. 1999 : p. 44.

REMARQUES : le genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969 se distingue du genre *Trupetostroma* PARKS, 1939 par la présence de vésicules marginales formant une bordure autour des éléments du squelette.

Hermatoporella sp. 1

Pl. XXIII Fig. 6 – 8

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 27

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment de 6 x 8 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le squelette, aéré, présente une structure enchevêtrée.

Les éléments verticaux sont courts, généralement superposés et bobiniformes. Ils se distribuent à raison de 10 à 11 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,18 et 0,20 mm. Les lamines, d'une épaisseur moyenne de 0,18 mm, se distribuent à raison de 8 à 9 sur 5 mm. Elles sont régulièrement ondulantes.

Les galeries sont très riches en dissépiments convexes.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Les astrorhizes sont fortes et bien développées. Le diamètre des canaux est compris entre 0,48 et 0,80 mm. Ces canaux sont très riches en dissépiments incurvés (jusqu'à 6 dissépiments sur 1 mm).

Des vésicules marginales, d'épaisseur comprise entre 0,03 à 0,04 mm, forment une bordure continue autour des éléments squelettiques.

La microstructure semble compacte, voire parfois cellulaire. Une microlamine axiale (0,02 à 0,06 mm) claire se situe au sein des lamines.

Coupe tangentielle

En section tangentielle, le squelette montre une structure méandriforme, parfois localement ponctuée. Là où les sections circulaires sont observées, elles sont réunies par des dissépiments courbés.

DISCUSSION

Je rapporte mes spécimens au genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969 car ils en possèdent les principales caractéristiques : des éléments verticaux courts régulièrement superposés, des lamines ou microlamines tranchantes, des vésicules marginales et une microstructure typiquement cellulaire ou vacuolaire.

Ce spécimen évoque fortement l'espèce *H. parksi* (LECOMPTE 1952) par ses densités coenostéales similaires et par son allure générale

Elle s'en distingue par une coenostèle mieux affirmée en coupe tangentielle. Je rattache, avec doute, l'espèce *parksi* au genre *Hermatoporella* car Les sections tangentielles montrent conjointement des sections isolées et méandriformes et des éléments verticaux.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Hermatoporella sp. 2

Pl. XXIII Fig. 9 – 11

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 11–27. 17, 18

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de petits dômes centimétriques.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La disposition de caunopores au sein du squelette semble en relation avec un système latilaminaire qui pas toujours clairement observé.

Les éléments verticaux sont parfaitement superposés, généralement bobiniformes. Ils se distribuent à raison de 15 à 17 sur 5 mm, pour une épaisseur comprise entre 0,14 et 0,20 mm. Les lamines sont régulièrement ondulées, ce qui donne aux éléments verticaux un aspect divergent. Cette disposition est en relation avec le système astrorhizal bien développé. Elles se distribuent à raison 18 à 20 sur 5 mm.

Les galeries sont petites et généralement bien arrondies. Les astrorhizes, bien développées, sont traversées par de nombreux dissépiments incurvés. Le diamètre des canaux astrorhizaux est compris entre 0,30 et 0,60 mm.

Des vésicules marginales, sous forme de petites cellules arrondies isolées (0,004 à 0,030 mm, rarement 0,050 mm), bordent les éléments squelettiques. Elles sont principalement observées le long des piliers et semblent parfois fusionner pour former une vésicule marginale plus ample.

La microstructure semble globalement mélanosphérique à cellulaire. Une microlamine claire et tranchante est visible au sein des lamines, dans les secteurs où le squelette est le moins recristallisé.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle montre une structure méandriforme. Les vésicules marginales sont peu apparentes.

DISCUSSION

Mes spécimens correspondent parfaitement au genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969 (voir discussion *Hermatoporella* sp. 1).

Ils rappellent beaucoup l'espèce *H. dahekouense* (YANG & DONG 1963). Ils s'en différencient principalement par des lamines plus nettement ondulées, une microlamine plus prononcée et par leur microstructure.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

B. L. M. HUBERT

Hermatoporella sp. 3

Pl. XXIV Fig. 1 – 2

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GIVET : 1 spécimen : A – MH 765. 7

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Le spécimen corresponde à un bulbe d'environ 4,5 x 4,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique présente une structure relativement bien quadrillée.

Les éléments verticaux, parfois d'aspect filiformes lorsqu'ils sont bien superposés, sont le plus souvent bobiniformes et évasés à leurs extrémités. Ils se distribuent à raison de 16 à 18 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,16 et 0,20 mm. Une bordure sombre (vésicules marginales) délimite les éléments verticaux. Ils présentent assez régulièrement un fin axe vertical sombre.

Les lamines sont généralement peu ondulées sauf au passage des canaux astrorhizaux, où elles s'incurvent fortement. Elles se distribuent à raison de 15 à 19 sur 5 mm.

Des vésicules marginales arrondies, d'un diamètre de 0,04 mm et très nombreuses, s'observent de part et d'autre de chaque lamine.

Les galeries sont généralement bien arrondies (0,16 à 0,22 mm de diamètre), parfois étirées horizontalement.

Les astrorhizes, généralement bien continues, sont fortes et bien développées. Le canal axial mesure entre 0,20 et 0,26 mm, et les canaux latéraux entre 0,10 et 0,18 mm. Les astrorhizes sont pourvues de nombreux dissépiments très faiblement incurvés.

La microstructure est mélanosphérique à cellulaire, et semble parfois compacte dans les secteurs les moins bien conservés. Une microlamine claire est parfois visible dans l'axe de la lamine.

Coupe tangentielle

La section tangentielle révèle une structure ponctuée, vermiforme à méandriforme.

DISCUSSION

Je rapproche ce spécimen, malgré la présence quelques sections circulaires isolées des éléments verticaux en coupe tangentielle, au genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969. Il en

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

possède les principales caractéristiques : des lamines tripartites, des vésicules marginales, des éléments verticaux parfois bien superposés et une microstructure cellulaire.

Ce spécimen rappelle légèrement l'espèce chinoise *H. dahekouense* (YANG & DONG 1963). Il s'en différencie principalement par des lamines plus épaisses, des éléments verticaux plus tortueux et moins nettement superposés.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

Hermatoporella sp. 4

Pl. XXIV Fig. 3 – 5

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 6

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un spécimen tabulaire de taille centimétrique.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le squelette, relativement bien quadrillé, est traversé de nombreux caunopores. La disposition des caunopores souligne la latilamination peu visible.

Les éléments verticaux sont longs et filiformes, parfois bifurqués à leur sommet. Ils sont limités à un espace laminaire et se superposent régulièrement. Ils se distribuent à raison de 19 à 22 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,10 et 0,20 mm.

Les lamines sont irrégulièrement espacées. Elles sont denses aux extrêmités de chaque latilamine et sont plus lâches dans la latilamine elle même. Elles se distribuent à raison de 11 à 15 sur 5 mm.

Des vésicules marginales arrondies (0,02 mm) s'observent dans la partie supérieure des éléments verticaux et dans la partie basale des lamines.

Les galeries sont souvent bien arrondies, ou parfois fortement étirées verticalement.

Les astrorhizes sont rares. Lorsqu'elles sont visibles, on observe au sein des canaux qui les composent quelques dissépiments légèrement incurvés. Le diamètre des canaux astrorhizaux n'excède pas 0,20 mm.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

La microstructure est mélanosphérique à partiellement cellulaire, parfois compacte. Les lamines sont soulignées par une microlamine axiale sombre et tranchante.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le squelette montre une structure méandriforme.

DISCUSSION

Je rapproche ce spécimen du genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969 par la présence de vésicules marginales et par la structure méandriforme observée en coupe tangentielle. Il rappelle, par ses éléments verticaux légèrement obliques et partiellement cassiculés, le genre *Hammatostroma* STEARN 1961, mais s'en distingue nettement par la présence de vésicules en périphérie des éléments coenostéaux.

Il se rapproche de l'espèce *H. porosa* (LECOMPTE 1952) mais s'en différencie par des piliers moins nettement superposés et des densités sensiblement différentes. Il rappelle également, par son allure générale, l'espèce *H. perseptatum* (LECOMPTE 1952) mais s'en distingue par son système astrorhizal nettement moins développé.

Remarque : LECOMPTE 1952 rattache l'espèce *H. perseptatum* au genre *Hermatostroma* NICHOLSON 1886. La présence, en section tangentielle, d'éléments coenostéaux vermiformes à légèrement méandriformes, fortement perturbés par les sections d'astrorhizes, m'incite à rattacher cette espèce au genre *Hermatoporella*.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Hermatoporella sp. 5

Pl. XXIV Fig. 6 – 7

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 159–160. 3

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un large fragment d'environ 35 cm^2.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique est fort et globalement vésiculaire.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les éléments verticaux, courts et bobiniformes, sont limités à un espace interlaminaire. Ils se superposent quasi systématiquement ce qui leur donne parfois un aspect continu. Ils se distribuent à raison de 9 à 10 sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,24 et 0,32 mm.

Les lamines apparaissent relativement bien continues à faible grossissement mais plus réduites à fort grossissement. Cet effet est dû à la taille imposante des éléments du squelette. Elles se distribuent à raison de 10 à 12 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,20 et 0,30 mm, mais elles peuvent également prendre l'aspect de simples dissépiments.

Les galeries, arrondies, sont régulièrement étirées verticalement et horizontalement. De rares dissépiments sont observés au sein de ces galeries.

Les astrorhizes sont régulièrement présentes et parfois traversées de dissépiments. La microstructure des éléments verticaux est cellulaire à orthoréticulé. Les lamines semblent parfois soulignées par une fine microlamine axiale mais ce critère n'est pas observé dans l'ensemble du squelette.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le squelette montre une structure méandriforme. Des vésicules marginales étendues, d'une épaisseur de 0,05 mm, délimitent les éléments du squelette. Le système astrorhizal est bien développé. Le diamètre du canal axial peut atteindre 1,5 mm et les canaux latéraux 0,50 mm. La microstructure est compacte à cellulaire (caractère probablement lié à la conservation).

DISCUSSION

Malgré des éléments verticaux méandriformes bien superposées et la dégénérescence du système laminaire (qui rappellent alors les genres *Stromatopora* GOLDFUSS 1826 et *Taleastroma* GALLOWAY 1957), je rapproche, par la présence de vésicules marginales et d'une microstructure compacte à cellulaire, ce spécimen au genre *Hermatoporella* KHROMYCH 1969.

Il rappelle l'espèce *H. tiaomajianense* (LI 1977) mais s'en distingue par des éléments verticaux nettement moins disposés en gerbe.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Genre *Synthetostroma* Lecompte, 1951

Espèce type: *S. actinostromoides* Lecompte, 1951 (Lecompte 1951: p. 194, pl. 20: 3-4). [Dévonien moyen (Givet) : Bassin de Dinant, Belgique].

Diagnose: Voir Lecompte 1951: p. 193. Stearn *et al*. 1999 : p. 45.

Synthetostroma actinostromoides Lecompte 1951

Pl. XXV Fig. 6 – 8

v •	1951.	*S. actinostromoides* ; Lecompte, p. 194, Pl. 20, Fig. 3-4.
	1968.	*S. actinostromoides* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 18 (*cum syn*).
	1971.	*S. actinostromoides* ; Zukalova, p. 53, Pl. 12, Fig. 1-5.
cf.	*1977*.	*S.* cf. *actinostromoides* ; Brice et al., p. 144.
cf. v	1980.	*S.* cf. *actinostromoides* ; Mistiaen, p. 201-202, Pl. 9, Fig. 3-6.
	2001.	*S. actinostromoides* ; Dong, p. 209-210, Pl. 98, Fig. 7-8 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (14 spécimens)

GIVET : 3 spécimens : A – MH 750. 6, 874. 1, 923. 1

[BOULONNAIS : 7 spécimens (voir MISTIAEN 1980) ; 4 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens correspondent à des encroûtements lamellaires (sur des coraux tabulés et rugueux) d'une épaisseur moyenne de 3,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination se marque par un tissu squelettique plus aéré et des piliers mieux définis au sommet de la latilamine.

Le tissu squelettique est dense. Il est parsemé d'astrorhizes.

Les piliers sont limités à un espace interlaminaire et se superposent très régulièrement. Ils sont généralement filiformes parfois bobiniformes, montrant alors un léger évasement à leur périphérie. Ils se distribuent à raison de 16 à 20 sur 5 mm, et ont une épaisseur moyenne de 0,11 mm.

Les lamines ont une épaisseur variable selon qu'on les regarde à proximité des astrorhizes où elles sont fortement épaissies (0,24 mm) ou qu'on les regarde là où elles sont plus régulières et plus fines (0,16 mm). Elles sont au nombre de 12 à 14 sur 5 mm. Les galeries sont le plus souvent circulaires ou étirées horizontalement. Leur diamètre est compris entre 0,24 et 0,28 mm. Elles sont ponctuellement traversées de dissépiments incurvées.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les astrorhizes sont fortes. Le canal axial peut atteindre 0,56 mm et les canaux latéraux 0,30 mm. Elles sont traversées par des dissépiments, mais peuvent parfois en contenir beaucoup. Au contact des astrorhizes, les lamines s'épaississent.

La microstructure est cellulaire, parfois mal conservée ce qui lui donne un aspect plus compact. La lamines, fortement ondulées, se caractérisent par un entrelas de microlamines claires, appelées « lamelles en fibrilles » par LECOMPTE 1951.

Coupe tangentielle

La section tangentielle montre un tissu squelettique qui se répartit entre une structure ponctuée avec des sections de piliers nettement circulaires et une structure plutôt coalescente notamment au niveau des astrorhizes.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 750. 6	16 – 20	0,10 – 0,12	–	12 – 14	0,16 – 0,24
LECOMPTE 1951	15 – 22	0,10	–	12	0,20
MISTIAEN 1980	17 – 23	0,10	–	2 – 3	0,10 – 0,40

DISCUSSION

La présence de fibrilles dans les éléments squelettiques horizontaux et la présence d'une microstructure cellulaire m'incitent à rapprocher mes spécimens du genre *Synthetostroma* LECOMPTE 1951.

Je les rapproche de l'espèce type du genre, *S. actinostromoides* LECOMPTE 1951 par leur morphologie encroûtante, leurs éléments coenostéaux bien différenciés et superposés, et par leurs densités en tous points similaires.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet, Surice) : Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

Famille Idiostromatidae Nicholson, 1886

Genre *Idiostroma* Winchell, 1867

Espèce type: *Stromatopora caespitosa* Winchell, 1867 (Winchell 1866: p. 91). [Devonien moyen (Traverse group): Michigan, USA].

Lectotype: Voir Galloway & Ehlers 1960: p. 63, pl. 4: 1a-e.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Diagnose: Voir Winchell 1867: p. 99. Stearn *et al*. 1999 : p. 45.

Idiostroma crassum Lecompte 1952

Pl. XXV Fig. 9 – 10

v • 1952. *Idiostroma crassum* Lecompte ; Lecompte p. 318-319, Pl. 66, Fig. 2
1968. Idiostroma crassum Lecompte ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 112 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

WALLERS : 1 échantillon, 15 spécimens : AV – MW 11. 2a

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens sont tous empâtés dans la masse calcaire.

CARACTERES INTERNES

Coupe tangentielle

Les sections des rameaux, généralement bien circulaires, mesurent entre 5 et 6 mm de diamètre. Certaines sont plus étirées et peuvent atteindre une taille comprise entre 11 et 13 mm.

Le tissu squelettique apparaît constitué par un ensemble de piliers, fortement serrés et ne laissant apparaître que de minuscules galeries. Ils rayonnent vers la périphérie à partir d'un canal axial. Les piliers, bien superposés, se distribuent à raison de 6 à 7 sur 2 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,16 et 0,26 mm.

Les lamines, fines, sont généralement bien visibles car axées par une microlamine sombre, à laquelle la lamine est d'ailleurs le plus souvent réduite. Elles se distribuent à raison de 7 à 8 lamines sur 2 mm.

Les galeries sont de très petite taille. Lorsqu'elles sont visibles, souvent en périphérie, elles apparaissent circulaires ou étirées parallèlement aux piliers. Elles sont parfois traversées de quelques dissépiments droits ou faiblement incurvés.

Un canal axial, fort, dont le diamètre varie entre 0,40 et 0,72 mm, est présent mais souvent mal exprimé, désaxé et parfois traversé par un ou deux dissépiments.

La microstructure apparaît compacte à maculée. Régulièrement de petits amalgames sombres sont visibles au sein du tissu squelettique, lui donnant un aspect « mélanosphérique ».

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – MW 11. 2a	6 – 7 (/ 2mm)	0,16 – 0,26	–	7 – 8 (/ 2mm)	microlamine
LECOMPTE 1951	6	> 0,30	–	8 (/ 1mm)	–

DISCUSSION

Je rapproche mes spécimens au genre *Idiostroma* WINCHELL 1867 car ils en présentent les caractéristiques principales : des lamines épaissies soulignées par une microlamine tranchante, des coenostèles bien superposés, la présence d'un canal axial et des caractères microstructuraux similaires.

Je les différencie du genre *Stachyodes* BARGATSKY 1881, avec lequel ils ont le plus de ressemblances, par les lamines plus continues et plus épaisses, la présence d'une microlamine nette et leur microstructure.

Je rapproche mes spécimens de l'espèce *I. crassum* LECOMPTE 1952 car ils présentent des densités squelettiques très similaires. La présence mal exprimée du canal axial et la grossièreté de son tissu caractéristisent aussi cette espèce.

Je les distingue de l'espèce *I. fililaminatum* LECOMPTE 1952 par ses piliers plus épais, mieux superposés et ses galeries nettement plus réduites.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien, Ardenne (Chimay, Couvin, Hamoir, Philippeville, Rance, Sautour, Senzeille, Surice) : Givétien – Frasnien.

Idiostroma sp. 1

Pl. XXVI Fig. 1 – 4

MATERIEL ET GISEMENTS (12 spécimens)

GIVET : 4 échantillons, 12 spécimens : A – MH 744. 1, 3, 5ab, 765. 5

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens sont empâtés dans la masse calcaire et ont une épaisseur comprise entre 3,4 et 7 mm.

CARACTERES INTERNES

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les piliers, qui rayonnent à partir du canal axial, se distribuent à raison de 5 à 7 sur 2 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,16 à 0,22 mm. Ces piliers, parfaitement superposés, semblent s'élargir en périphérie pour atteindre une épaisseur proche de 0,30 mm.

Les lamines, soulignées par une microlamine axiale parfois difficilement observée, se distribuent à raison de 6 à 7 sur 2 mm. Leur épaisseur est comprise 0,10 à 0,14 mm.

Les espaces interlaminaires sont souvent circulaires, parfois légèrement étirées horizontalement. Quelques dissépiments peu courbés les traversent. Leur diamètre est compris entre 0,14 et 0,36 mm.

De nombreuses vésicules marginales s'observent autour des éléments du squelette (piliers et lamines). Leur diamètre varie entre 0,02 et 0,04 mm.

Le canal axial a un diamètre compris entre 0,46 et 0,62 mm.

La microstructure semble cellulaire mais prend parfois un aspect compact.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 744. 3	5 – 7 (/ 2mm)	0,16 – 0,22	–	6 – 7 (/ 2mm)	0,10 – 0,14

DISCUSSION

Je rapproche mes spécimens au genre *Idiostroma* WINCHELL 1867 car ils en présentent les caractéristiques principales : des lamines soulignées par une microlamine, des piliers parfaitement superposés et une microstructure cellulaire.

Mes spécimens évoquent l'espèce *I.* aff. *uralicum* YAVORSKY 1961, par ses larges piliers bien différenciés et superposés et ses lamines régulièrement concentriques. Ils s'en distinguent par des espaces interlaminaires plus régulièrement arrondis, une microstructure plus nettement vacuolaire et un canal axial plus large. Ils rappellent également l'espèce *I. fililaminatum* LECOMPTE 1952 mais s'en distinguent par des éléments squelettiques moins denses et mieux superposés, et par une microlamine moins prononcée. Ils se rapprochent enfin, mais moins nettement, de l'espèce *I. roemeri* NICHOLSON 1886 de laquelle ils se distinguent par des éléments squelettiques plus épais.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

B. L. M. HUBERT

Idiostroma sp.

Pl. XXVI Fig. 5 – 6

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 échantillon, 2 spécimens : AV – BG 159–160. 5

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens, dendroïdes, sont empâtés dans la masse calcaire. Leurs sections mesurent entre 0,9 cm de largeur et 1,5 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Les spécimens sont fortement recristallisés. Les éléments squelettiques semblent légèrement épaissis et de nombreuses microfractures perturbent l'observation.

Les piliers, qui rayonnent probablement à partir d'un canal axial, se distribuent à raison de 3 à 4 sur 2 mm. Ils sont longs et semblent continus. Leur épaisseur est comprise entre 0,26 et 0,30 mm. Ces piliers, parfaitement superposés, semblent s'épaissir en périphérie.

Les lamines se distribuent à raison de 4 à 5 sur 2 mm. Leur épaisseur, variable, est comprise entre 0,10 et 0,18 mm. Les espaces interlaminaires, souvent arrondis à la base et parfois légèrement étirés horizontalement en périphérie, sont particulièrement larges. Quelques dissépiments peu incurvés s'y observent.

De nombreuses vésicules marginales, bien marquées, entourent les éléments du squelette (piliers). Leur diamètre varie entre 0,02 et 0,04 mm.

La microstructure semble très finement cellulaire mais prend parfois un aspect compact.

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens au genre *Idiostroma* WINCHELL 1867 par la présence de vésicules marginales très nettes et par l'allure dendroïde de ces stromatopores. L'échantillon est fracturé et ne laisse apparaître que partiellement les spécimens. Il m'est donc impossible de tenter une comparaison ou d'essayer de trouver des similitudes entre cet individu et une espèce appartenant au genre *Idiostroma*. Cependant il me paraît important de signaler sa présence.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Ordre Stromatoporida Stearn, 1980

Famille Stromatoporidae Winchell, 1867

Genre *Stromatopora* Goldfuss, 1826

Espèce type: *S. concentrica* Goldfuss, 1826 (Goldfuss 1826: p.22, pl. 8: 5a-c). [Dévonien moyen ("Übergangschalk"): Gerolstein, Eifel, Allemagne].

Diagnose: Voir Goldfuss 1826: p. 21. Stearn *et al*. 1999 : p. 46.

Stromatopora huepschii (Bargatsky 1881)

Pl. XXVI Fig. 7 – 10

1881. *Caunopora hüpschii* ; Bargatsky, p. 290.
1968. *Caunopora hüpschii* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 190-192, (*cum. syn.*).
1979. *Stromatopora huepschii* ; Yang & Dong, p. 52-53, Pl. 22, Fig. 7-8.
v • 1980. *Stromatopora hüpschii* ; Mistiaen, p. 209-210, Pl. 13, Fig. 3-6.
1982. *Stromatopora hupschii* ; Dong & Wang, p. 19, Pl. 10, Fig. 5-6.
1983. *Stromatopora* cf. *S. hupschii* ; Stearn, p. 552-553, Abb. 5E-F.
v • 1985. *Stromatopora huepschii* ; Mistiaen, p. 139-142, Pl. 12, Fig. 1-6.
1985. *Stromatopora huepschii* ; Bogoyavlenskaya & Khromych, p. 26 (*cum syn.*).
1993. *Stromatopora huepschii* ; May, p. 48-49, Pl. 10, Fig. 2, Pl. 11, Fig. 2 (*cum syn.*).
1995. *Stromatopora huepschii* ; Krebedünkel, p. 109-110, Pl. 14, Fig. 5-6.
2001. *Stromatopora hupschii* ; Dong, p. 236, Pl. 115, Fig. 7-8 (*cum syn.*).
2005. *Stromatopora huepschii* ; May, p. 78-80, Pl. 22, Fig. 1, Pl. 30, Fig. 1.

MATERIEL ET GISEMENTS (23 spécimens)

GLAGEON : 2 spécimens : AV – BG 11–27. 16, 23

GIVET: 17 spécimens : A – MH 149.2 ; 149 PR 12, 14, 15 ; 150 PR 18.1, 18.2, 25.1, 25.2, 25.4, 25.6, 25.7, 25.10, 25.12 ; 603. 2 ; 725. 5 ; 746. 1 ; 750.2

[BOULONNAIS : 4 spécimens (voir MISTIAEN 1980)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de fragments massifs parfois tabulaires pluricentimétriques.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines ne sont pas toujours clairement discernables.

Le tissu squelettique apparaît souvent dense pour les spécimens recristallisées et plus aéré pour ceux bien conservés. De nombreuses sections de caunopores et de vers sont visibles.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Les éléments verticaux, partiellement tortueux, sont généralement bien rectilignes, parfois obliques et continus. Ils semblent parfois s'amalgamer pour former de larges structures verticales parfois bien continues, ou peuvent au contraire simplement apparaitre sous la forme de ponctuations. Ils se distribuent à raison de 13 à 17 sur 5 mm, et ont une épaisseur comprise entre 0,16 et 0,24 mm.

Les éléments horizontaux sont bien présents principalement sous la forme de dissépiments légèrement bombés. Ils se distribuent à raison de 5 à 6 sur 2 mm.

Les espaces vides, généralement circulaires, subcirculaires ou étirés verticalement, se superposent régulièrement. Ces galeries sont traversées par de nombreux dissépiments.

Les astrorhizes, bien développées chez certains spécimens, se fondent parfaitement dans le tissu squelettique. En coupe verticale, elles apparaissent bien ramifiées (diamètre des canaux latéraux compris entre 0,20 et 0,30 mm).

La microstructure est mélanosphérique, parfois légèrement cellulaire.

Coupe tangentielle

Le tissu squelettique montre une structure criblée, parfois partiellement méandriforme. Les astrorhizes, relativement bien ramifiées en coupe tangentielle (2 à 7 canaux latéraux, de diamètre compris entre 0,22 et 0,26 mm), présentent un large canal axial (diamètre compris entre 0,30 et 0,40 mm) rarement traversé par des dissépiments.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 11–27. 23	14 – 17	0,16 – 0,24	–	5 (/ 2mm)	Dissépiments ou (0,12)
Ce travail	13 – 17	0,12 – 0,24	–	5 – 6 (/ 2mm)	Dissépiments
LECOMPTE 1951	16	0,15 – 0,25	–	4 (/ 1mm)	0,06 – 0,17

DISCUSSION

Je rapproche ces spécimens du genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826 car ils en possèdent toutes les caractéristiques : un tissu squelettique cassiculé, dominé par les éléments verticaux, une coenostèle méandriforme en coupe tangentielle et une microstructure cellulaire. Au sein de ce genre, ils correspondent parfaitement aux densités connues chez l'espèce *S. huepschii* (BARGATSKY 1881).

Les coupes verticales évoquent fortement, par leur morphologie et leurs densités squelettiques similaires, une espèce anciennement placée dans le genre *Stromatopora* : *Salairella buecheliensis* (BARGATSKY 1881). Mes spécimens s'en différencient par la tortuosité plus prononcée des éléments verticaux.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Couvin, Givet, Rance, Surice) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes, Büchel) : Givétien, Afghanistan (Dewak, Cawak, Takhtakay) : Givétien, URSS (Kuznetsk Basin) : Givétien, Chine (Yunnan, Guangxi) : Dévonien moyen.

Stromatopora maculata Lecompte 1952

Pl. XXVII Fig. 1 – 3

v • 1952. *S. maculata* ; Lecompte, p. 283, Pl. 59, Fig. 1.
1968. *S. maculata* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 251 (*cum syn*).
1986. *S. maculata* ; Wang, Dong & Fu, p. 75, Pl. 4, Fig. 3a-b.
1995. *S. maculata* ; Krebedunkel, p. 113, Pl. 15, Fig. 3-4.
2001. *S. maculata* ; Dong, p. 238, Pl. 117, Fig. 5-6 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

WALLERS : 1 spécimen : A – MW 5. 4 abc

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un spécimen en forme de bulbe, d'environ 4 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines, épaisses de 2 mm, sont soulignées par une pigmentation brune plus prononcée.

Le tissu squelettique, relativement épais, est marqué par des éléments verticaux plus tranchants que les lamines qui sont globalement réduites à de simples structures dissépimentaires.

Les éléments verticaux, longs, fins et tortueux, souvent jointifs, parfois bifurqués à leur sommet, se distribuent à raison de 7 à 8 sur 2 mm (soit environ 18 à 20 sur 5 mm). Leur épaisseur est comprise entre 0,08 et 0,16 mm.

Les lamines sont quasi absentes. Elles sont remplacées par de très nombreux dissépiments le plus souvent rectilignes et sombres, parfois légèrement incurvés. Ces dissépiments traversent des galeries étirées verticalement.

Les astrorhizes sont fortes et continues sur plusieurs espaces interlaminaires. Elles sont relativement bien ramifiées. Le canal axial mesure entre 0,40 et 0,60 mm de large. Les

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

ramifications peuvent atteindre un diamètre de 0,36 mm. Ces astrorhizes sont régulièrement pourvues de dissépiments.

La microstructure, mélanosphérique souvent orthoréticulée, apparaît parfois, dans les éléments verticaux, légèrement striée.

Coupe tangentielle

Le tissu squelettique montre des coenostèles finement méandriformes. La microstructure est très nettement réticulée.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – MW 5. 4	7 – 8 (/ 2 mm)	0,08 – 0,16	–	–	–
LECOMPTE 1952	10 (/ 2 mm)	0,08 – 0,12	–	–	–

DISCUSSION

Je rattache ce spécimen au genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826 car il en possède toutes les caractéristiques principales : de longs éléments verticaux tortueux, des coenostromes dissépimentaires et une microstructure mélanosphérique.

Je rapporte mes spécimens à l'espèce *S. maculata* LECOMPTE 1952 par la présence d'éléments squelettiques de densité et d'épaisseurs similaires et par leur microstructure orthoréticulée.

Ils évoquent également l'espèce *S. goldfussi* (BARGATSKY 1881) qui s'en distingue par des éléments verticaux plus fins et mieux distribués.

Mes spécimens rappellent aussi l'espèce *S. beichuanensis* WANG 1978 par la présence d'éléments squelettiques épais, de nombreux dissépiments et une allure très similaire en section tangentielle. Ils s'en distinguent cependant par des coenostèles plus continues et un système astrorhizal apparemment plus développé.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien, Ardenne (Durbuy, Han-sur-Lesse, Olloy, Sautour) : Givétien – Frasnien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien.

Stromatopora sp. 1

Pl. XXVII Fig. 4 – 6

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 8

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un petit fragment pluricentimétrique.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est absente.

Le tissu squelettique est très nettement dominé par les éléments verticaux.

Ils sont très épais et apparaissent bien continus d'une lamine à l'autre (parfois ils traversent 6 à 7 lamines). Ils sont généralement filiformes, parfois légèrement évasés à leur sommet, mais apparaissent parfois plus tortueux. Ils se distribuent à raison de 12 à 13 sur 5 mm, et ont une épaisseur de 0,24 à 0,30 mm.

Les lamines, fortement espacées, sont réduites à de simples structures dissépimentaires. Elles sont souvent mises en évidence par du remplissage sédimentaire déposé sur leur partie supérieure. Ce remplissage, plus sombre que le reste du squelette, peut parfois combler l'intégralité de l'espace interlaminaire. Elles sont parfois assez continues mais apparaissent le plus souvent discontinues. Elles se distribuent à raison de 8 à 9 sur 5 mm.

Les galeries sont très étirées verticalement. Des sections circulaires (de diamètre compris entre 0,16 et 0,24 mm) s'intercalent régulièrement au sein des espaces interlaminaires. De rares dissépiments y sont observés.

Le système astrorhizal est peu développé. Il se limite à de simples perturbations dans la structure du squelette.

La microstructure est compacte, parfois à allure mélanosphérique dans les zones les mieux conservées.

Coupe tangentielle

La section tangentielle montre une structure parfaitement méandriforme.

DISCUSSION

Je rattache mes spécimens au genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826 par la présence d'éléments verticaux longs et continus, de lamines souvent réduites à de simples dissépiments et la microstructure mélanosphérique.

Ils rappellent beaucoup l'espèce *S. elegans* DONG & WANG 1989. Ils s'en différencient par des piliers plus tortueux et plus épais, et par leur microstructure sensiblement moins cellulaire. Ils rappellent encore l'espèce *S. goldfussi* (BARGATSKY 1881) de laquelle ils se différencient par l'absence d'une microstructure apparemment vacuolaire. Ils rappellent

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

encore *S. huepschii* (BARGATSKY 1881) mais s'en différencient par la quasi absence de structures dissépimentaires dans les espaces interlaminaires.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Stromatopora sp. 2

Pl. XXVII Fig. 7 – 9

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 317. 9

GIVET : 1 spécimen : A – MH 605. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de fragments lamellaires à tabulaires de 1,5 cm de hauteur et 5,5 cm de largeur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination, soulignée par du sédiment intercalé, est espacée de 2 à 5 mm.

Le tissu squelettique est dominé par les éléments verticaux.

Les éléments verticaux sont épais et apparaissent bien continus. Ilss sont généralement tortueux, parfois légèrement évasés, mais apparaissent parfois filiformes. Ils se distribuent à raison de 14 à 15 sur 5 mm, et ont une épaisseur de 0,12 à 0,18 mm.

Les lamines sont peu marquées, souvent fines et discontinues. Elles sont régulièrement remplacées par de simples dissépiments. Elles semblent plus épaisses dans la partie basale de chaque latilamine. Elles se distribuent à raison de 11 à 12 sur 5 mm.

Les galeries sont circulaires à subcirculaires lorsque les lamines sont bien visibles, étirées verticalement dans le reste du squelette.

Le système astrorhizal est peu développé et se limite à de simples perturbations dans la structure du squelette : l'espacement entre éléments verticaux et lamines y semble légèrement plus important.

La microstructure, cellulaire, apparaît parfois microréticulée ou encore compacte lorsque la conservation est moins bonne.

Coupe tangentielle

La section tangentielle montre une structure méandriforme.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DISCUSSION

La présence d'éléments verticaux prédominant sur les coenostromes réduits à leurs plus simples expressions et d'une microstructure cellulaire me permettent de rattacher mes spécimens au genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826.

Ils rappellent l'espèce *S. huepschii* (BARGATSKY 1881) qui s'en différencie par des lamines généralement plus épaisses et plus régulières. La présence d'une latilamination bien marquée peut également rappeler l'espèce *S. concentrica* GOLDFUSS 1826. Cette dernière s'en différencie par la présence d'éléments verticaux bien développés, de lamines nettement discernables et d'une organisation nettement moins cassiculée et oblique.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Stromatopora sp. 3

Pl. XXVIII Fig. 1 – 2

MATERIEL ET GISEMENTS (1 spécimen)

GLAGEON : 1 spécimen : AV – BG 11–27. 13

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment de 4 cm de hauteur et 5,5 cm de largeur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique est très perturbé par la présence abondante de corallites appartenant à l'espèce *Nemphyma dalcqae* COEN-AUBERT 1992 (comm. pers. M. COEN-AUBERT).

La structure du squelette est cassiculée.

Les lamines se redressent fortement au contact des corallites, mais sont le plus souvent difficilement discernables. Les éléments verticaux sont fins et tortueux, parfois localement réduits à de simples ponctuations. Les galeries prennent des aspects très variables, parfois circulaires ou vermiformes.

La microstructure est cellulaire à mélanosphérique. Les densités squelettiques ne sont pas estimables. Une microlamine sombre est parfois observée. A cause de la présence du rugueux, les densités squelettiques n'ont pu être mesurées.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Coupe tangentielle

La structure apparaît méandriforme. La microstructure est cellulaire à mélanosphérique.

DISCUSSION

Je rattache ce spécimen au genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826 par son tissu squelettique cassiculé et sa microstructure cellulaire. La présence, au sein du tissu squelettique, du rugueux *Nemphyma dalcquae* COEN-AUBERT 1992 perturbe fortement la densité et la morphologie des éléments coenostéaux. Je préfère donc laisser cette espèce en nomenclature ouverte.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Genre *Pseudotrupetostroma* Khalfina & Yavorsky, 1971

Espèce type: *Stromatopora pellucida artyschensis* Yavorsky, 1955 (Yavorsky 1955: p. 100, pl. 52: 1, 2). [Dévonien moyen (*Indospirifer*-Horizont, Givétien) : Fluss Artyshta, SW-Begrenzung des Kuznetks-Bekkens, USSR].

Diagnose: Voir Khalfina & Yavorsky 1971: p. 120. Stearn *et al*. 1999 : p. 48.

Pseudotrupetostroma sp.

Pl. XXVIII Fig. 3 – 6

MATERIEL ET GISEMENTS (4 spécimens)

GLAGEON : 1 échantillon, 4 spécimens : AV – BG 11–27. 4

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens correspondent à de petits dômes, dont la largeur est d'environ 7,5 cm et la hauteur d'environ 5 cm. Ils sont associés à de nombreux caunopores.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le tissu squelettique est cassiculé.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les éléments verticaux courts, filiformes ou parfois légèrement tortueux et souvent très bien superposés, sont prépondérants. Ils se distribuent à raison de 16 à 18 sur 5 mm pour une épaisseur moyenne comprise entre 0,16 et 0,22 mm.

Les lamines, presque inexistantes, sont remplacées par une microlamine extrêment fine,très peu visible. Lorsque les lamines sont légèrement épaissies, elles montrent une microstructure similaire à celle des éléments verticaux. Les galeries sont fortement contournées, rarement circulaires.

Les astrorhizes sont très rares.

La microstructure est très clairement cellulaire.

Coupe tangentielle

La coupe tangentielle montre une structure vermiforme, rarement ponctuée, plus souvent méandriforme.

DISCUSSION

Je rattache ce spécimen au genre *Pseudotrupetostroma* KHALFINA & YAVORSKY 1971 car il en possède toutes les principales caractéristiques : une structure squelettique cassiculée que l'on retrouve également chez le genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826, des piliers courts, superposés, limités par une microlamine et une microstructure cellulaire, caractère également présent chez le genre *Trupetostroma* PARKS 1936.

Le genre *Pseudotrupetostroma* présente des caractères intermédiaires entre les genres *Stromatopora* et *Trupetostroma*.

Mes spécimens évoquent beaucoup l'espèce *P. pellucida artyschensis* YAVORSKY 1955 mais semblent s'en différencier en coupe tangentielle par un aspect général plus désorganisé et des éléments squelettiques plus épais.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Genre *Taleastroma* Galloway, 1957

Espèce type: *Stromatopora cumingsi* Galloway & St. Jean, 1957 (Galloway & St. Jean 1957: p. 182, pl. 15: 4). [Dévonien moyen (Logansport lst.) : Logansport, Indiana, USA].

Diagnose: Voir Galloway 1957: p. 448. Stearn *et al*. 1999 : p. 48.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Taleastroma pachytexta (Lecompte 1952)

Pl. XXVIII Fig. 7 – 8, Pl. XXIX Fig. 1 – 2

v • 1952. *Stromatopora pachytexta* ; Lecompte, p. 275-276, Pl. 54, Fig. 6, Pl. 55, Fig. 1-2.
1957. *Taleastroma pachytextum* ; Galloway, p. 448.
1968. *Stromatopora pachytexta* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 300-301 (*cum syn.*).
2001. *Taleastroma pachytextum* ; Dong, p. 268-269, Pl. 138, Fig. 5-6 (*cum syn.*).

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

GIVET : 2 spécimens : A – MH 607. 1, 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de deux fragments pluricentimétriques, l'une probablement en dôme et l'autre plutôt du type bulbeux.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Les latilamines sont d'épaisseur centimétrique.

Le tissu squelettique montre une organisation enchevêtrée, largement dominée par des éléments verticaux larges et bien développés.

Les éléments verticaux, épais et continus, sont généralement rectilignes, parfois légèrement bobiniformes. Ils se distribuent à raison de 9 à 12 sur 5 mm mais peuvent atteindre, là où ils sont le moins épais, une densité de 14 sur 5 mm. Leur épaisseur fluctue entre 0,20 et 0,36 mm. Parfois, un axe central légèrement clair semble les traverser.

Les lamines sont presque inexistantes, réduites à de simples prolongements dissépimentaires entre les éléments verticaux. On distingue environ 5 lamines sur 2 mm.

Les galeries sont tortueuses et très nettement étirées verticalement. Elles sont parfois traversées de fins dissépiments légèrement incurvés.

Les astrorhizes ne sont pas visibles.

La microstructure apparaît cellulaire ou parfois légèrement mélanosphérique.

Coupe tangentielle

Le tissu squelettique montre une structure méandriforme, parfois criblée, ou ponctuée par de rares sections circulaires isolées. La microstructure apparaît plus mélanosphérique que cellulaire.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
Ce travail	9 – 12 (14)	0,20 – 0,36	–	5 (/ 2 mm)	–
LECOMPTE 1952	8 – 10	0,30 – 0,35	–	12	0,20

DISCUSSION

La présence de longs éléments verticaux dans un squelette présentant une morphologie proche de celle reconnue pour le genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826, associée à une microstructure cellulaire, m'incite à rattacher mes spécimens au genre *Taleastroma* GALLOWAY 1957.

MISTIAEN 1985 expose très largement les différences entre le genre *Taleastroma* et les genres *Stromatopora* (différencié par l'absence de longs piliers) et *Glyptostroma* YANG & DONG 1979 mis en synonymie avec le genre *Glyptostromoides* par STEARN 1980. MISTIAEN 1985 rattache finalement le genre *Glyptostroma* au genre *Taleastroma*. Enfin, STEARN *et al.* 1999 indiquent que le genre *Glyptostroma* est valide.

Je rattache mes spécimens à l'espèce *T. pachytexta* (LECOMPTE 1952) car ils présentent avec cette espèce des densités coenostéales parfaitement similaires.

Ils évoquent l'espèce *T. boiarschinovi* (YAVORSKY 1961) mais s'en différencient, en section tangentielle, par une structure méandriforme et non ponctuée.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Chimay, Couvin, Givet) : Eifelien – Givétien.

Famille Ferestromatoporidae Khromych, 1969

Genre *Arctostroma* Yavorsky, 1967

Espèce type: *A. ignotum* Yavorsky, 1967 (Yavorsky 1967: p. 30; pl. 12: 4-5-6). [CNIGR number unknown. = *Ferestromatopora contexta* Stearn, 1963 (Stearn 1963 : p. 666 ; pl. 88: 3-5); GSC 16,856. = *Stromatopora mikkwaensis* Stearn, 1966 (Stearn 1966 : p. 55)], [Dévonien supérieur (Frasnien supérieur): Dorf Topka, NW-Grenze des Kuznetks-Beckens, USSR].

Diagnose: Voir Yavorsky 1967: p. 30. Stearn *et al*. 1999 : p. 50.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

B. L. M. HUBERT

Arctostroma sp.

Pl. XXIX Fig. 3 – 6

MATERIEL ET GISEMENTS (4 spécimens)

WALLERS : 4 spécimens : AV – MW 5. 7b, 5. 9, 5. 13b, 6. 5ab

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens présentent une morphologie bulbeuse. Leur hauteur varie entre 5,5 et 6,5 cm et leur largeur est comprise entre 4 et 5,5 cm.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination est marquée par un épaississement des éléments squelettiques, accompagnée d'une coloration brune. Les latilamine sont épaisses de 5 à 7 mm.

Le tissu squelettique est très nettement vésiculaire.

Les coenostèles, tortueuses et mal organisées, se distribuent à raison de 15 à 16 sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,10 et 0,16 mm.

Les lamines sont très souvent réduites à de simples structures dissépimentaires incurvées et très nombreuses. Les galeries prennent alors la forme d'une arche à base plane.

Les astrorhizes, fréquentes et bien continues, sont souvent ramifiées. Les canaux astrorhizaux sont traversés de dissépiments sombres et incurvés. Le diamètre du canal axial est compris entre 0,40 et 0,56 mm. Les canaux latéraux, plus petits, ont un diamètre d'environ 0,26 à 0,32 mm.

La microstructure apparaît partiellement mélanosphérique.

Coupe tangentielle

En coupe tangentielle, le tissu squelettique est méandriforme et présente parfois des vacuoles d'un diamètre compris entre 0,02 et 0,06 mm. La microstructure est mélanosphérique, de type apparemment acosmoréticulé.

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens au genre *Arctostroma* YAVORSKY 1967. Ils en possèdent toutes les caractéristiques : des coenostèles obliques formant un maillage cassiculé, délimitant des galeries en forme d'arche, une microstructure cellulaire et une structure labyrinthique.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

L'aspect irrégulier du tissu squelettique rappelle le genre *Clathrodictyon* NICHOLSON & MURIE 1878. Ils s'en différencient par l'aspect légèrement plus massif des éléments squelettiques, leurs sections tangentielles, et leur microstructure.

Mes spécimens évoquent fortement *A. contexta* (STEARN 1963) mais cette dernière espèce se différencie, en coupe tangentielle, par une strcuture plus coalescente que méandriforme et par l'absence de petites vacuoles dans les éléments squelettiques.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien.

Genus *Salairella* Khalfina, 1961

Espèce type: *S. multicea* Khalfina, 1961 (Khalfina 1961: p. 331, pl. D-5: 3). [Dévonien moyen (podshandinskische Kalke, Eifel): Berg Gurevsk, Salair, URSS].

Diagnose: Voir Khalfina 1961: p. 230. Stearn *et al*. 1999 : p. 51.

Salairella buecheliensis (Bargatsky 1881)

Pl. XXIX Fig. 7 – 10

1881. *Caunopora bücheliensis* ; Bargatsky, p. 290.
1968. *Caunopora bücheliensis* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 53-54, (*cum syn*.).
v 1980. *Stromatopora* cf. *bücheliensis* ; Mistiaen, p. 210-211, Pl. 13, Fig. 7-9, Pl. 14, Fig. 1-3.
v • 1985. *Salairella buecheliensis* ; Mistiaen, p. 145-148, Pl. 12, Fig. 10-12, Pl. 13, Fig. 1 (*cum syn*.).
1985. *Stromatopora bücheliensis* ; Bogoyavlenskaya & Khromych, p. 10 (*cum syn*.).
1999. *Salairella buecheliensis* ; May, p. 129, Pl. 1, Fig. 6.
2005. *S. buecheliensis* ; May, p. 88-90, Pl. 21, Fig. 1-2, Pl. 30, Fig. 2-3, Pl. 31, Fig. 1, Pl. 32, Fig. 1.

MATERIEL ET GISEMENTS (70 spécimens)

GIVET : 23 spécimens : A – MH 259B. 1–6 ; 260A. 2, 5, 7–10 ; 260E. 1–11

[BOULONNAIS : 36 spécimens (voir MISTIAEN 1980) ; 11 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens sont massifs parfois tabulaires.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

De très nombreux caunopores verticaux se répartissent dans l'intégralité du squelette.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les latilamines sont fines, faiblement ondulées et bien visibles. Certaines prennent latéralement une allure de microlamine. Les latilamines sont épaisses de 2 à 4 mm.

Le tissu squelettique dense, régulier, semble continu sur toute l'épaisseur de la latilamine. Une zone irrégulière, sombre et dense s'observe à la base du squelette.

Les éléments verticaux sont relativement bien rectilignes, peu tortueux, continus et légèrement renflés au passage des éléments horizontaux (notamment au sommet des latilamines). Ils se distribuent à raison de 13 à 16 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,12 et 0,25 mm (rarement 0,36 mm).

Les éléments horizontaux sont presque toujours réduits à de simples dissépiments légèrement bombés. Très localement, quelques lamines plus épaisses (0,09 à 0,12 mm) sont observées. Là où ces éléments sont nombreux, on en dénombre jusqu'à 5 ou 6 sur 1 mm. Ces lamines, à allure dissépimentaire, semblent parfois continues.

Les espaces interlaminaires sont globalement circulaires. Leur taille (diamètre : 0,20 mm) est identique ou légèrement supérieure à celles des cœnostèles. Ils se superposent verticalement. A la base des latilamines, ces espaces connectés horizontalement semblent en relation avec le système astrorhizal.

Le système astrorhizal est très mal exprimé, et se traduit uniquement par quelques petites irrégularités qui ne perturbent que faiblement la structure du squelette. Le diamètre des canaux astrorhizaux ne dépasse pas 0,30 mm.

La microstructure est mélanosphérique à cellulaire.

Coupe tangentielle

La structure du squelette est méandriforme à criblée. La taille de des éléments varie de 0,15 à 0,18 mm. Les espaces vides, de même taille, sont circulaires et parfois irréguliers. Les canaux astrorhizaux ont un diamètre d'environ 0,36 mm.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 259B. 1	14 – 15	0,20 – 0,25	–	–	dissépiments
Ce travail	13 – 16	0,12 – 0,25 (0, 36)	–	5 – 6 (/ 1mm)	dissépiments
LECOMPTE 1952	6 – 7 (/ 2mm)	0,15 – 0,20	–	10 – 11 (/ 2mm)	dissépiments

DISCUSSION

Par l'agencement des éléments verticaux en coenostèles, l'aspect dissépimentaire des éléments verticaux et la microstructure cellulaire, je rattache ces spécimens au genre *Salairella* KHALFINA 1961.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Par leurs densités squelettiques ils correspondent parfaitement à l'espèce *S. buecheliensis* (BARGATSKY 1881).

(Voir également la discussion proposée pour l'espèce *Stromatopora huepschii*).

REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Ardenne (Chimay, Couvin, Rochefort, Surice) : Eifelien – Givétien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, République Tchèque (Bohême centrale) : Givétien, Afghanistan (Badragha) : Givétien.

Ordre Syringostromatida Bogoyavlenskaya, 1969

Famille Syringostromatidae Lecompte, 1952

Genre *Atopostroma* Yang & Dong, 1979

Espèce type: *A. tuntouense* Yang & Dong, 1979 (Yang & Dong 1979: p. 74; pl. 41: 7-8). [NIGP : Bd 343-9].

Diagnose: Voir Yang & Dong 1979: p. 74. Stearn *et al*. 1999 : p. 52.

Atopostroma sp.

Pl. XXIX Fig. 11 – 12, Pl. XXX Fig. 1 – 2

MATERIEL ET GISEMENTS (6 spécimens)

GLAGEON : 3 spécimens: AV – BG 11–27. 18, 30, 36

GIVET : 3 spécimens: A – MH 258. 3, 938. 1, 947. 2

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de larges fragments en dômes de 6 à 8 cm de hauteur et de diamètre.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

Le squelette présente une structure quadrillée bien exprimée.

Les piliers, filiformes, limités à un espace interlaminaire, sont très clairement superposés. Ils s'évasent souvent à leur sommet. Ils se distribuent à raison de 15 à 21 sur 5 mm, mais

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

parfois seulement de 13 sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,10 et 0,22 mm pour une moyenne à 0,14 mm. Parfois ils ne sont pas en contact avec la lamine sous-jacente.

Les lamines sont continues et faiblement ondulées. Elles se distribuent à raison de 20 à 25 sur 5 mm, plus rarement 16 sur 5 mm. Elles sont généralement fines et prennent souvent un aspect dissépimentaire.

Les galeries sont généralement planes à leur base et arrondies à leur sommet, ce qui donne parfois un aspect vésiculaire à fort grossissement. Leur largeur est en moyenne de 0,16 mm.

Les astrorhizes sont très rares et uniquement représentées par des nœuds astrorhizaux.

La microstructure, souvent de type compact, laisse apparaître des granulations qui font penser à une microstructure mélanosphérique.

Coupe tangentielle

En section tangentielle, le squelette révèle une maille ponctuée parfois vermiforme. Les piliers sont alors réunis par de fins dissépiments. Une microlamine sombre et fine s'observe au sommet de la lamine.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
AV – BG 11–27. 36	20 – 21	0,12 – 0,16	–	23 – 25	–
A – MH 938. 1	20 – 24	0,10 – 0,16	–	18 – 19	–

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens au genre *Atopostroma* YANG & DONG 1979 car ils en possèdent toutes les caractéristiques : une microlamine sombre sur la partie supérieure de la lamine, des lamines continues, régulières et faiblement ondulées, des piliers systématiquement superposés et une microstructure proche du type mélanosphérique. Je les différencie du genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951 par la superposition plus régulière des piliers et la microstructure mélanosphérique chez le genre *Atopostroma*. Cette superpostion leur donne parfois un aspect continu qui peut faire penser au genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886. Je les en distingue par l'absence d'une maille hexactinelloïde caractéristique et la microstructure nettement diffèrente.

Mes spécimens évoquent, par l'aspect dissépimentaire de la lamine l'espèce *A. grossum* DONG & WANG 1982, mais s'en distinguent, en section tangentielle, par une maille ponctuée et non méandriforme. Ils évoquent *A. tuntouense* YANG & DONG 1979 mais s'en distinguent par la distribution plus régulière des éléments verticaux chez mes spécimens. Ils se différencient de *A. ertaiziense* WANG 1988 par des densités coenostéales plus fortes et de *A.*

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

definitum DONG & WANG 1982 par des piliers mieux superposés et des galeries mieux délimitées. Enfin, ils se distinguent de *A. flexuosum* (YAVORKY 1955) par des densités squelettiques apparemment plus faibles.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Famille Coenostromatidae Waagen & Wentzel, 1887

Genre Parallelostroma Nestor, 1966

Espèce type: *Stromatopora typica* Rosen, 1867 (Rosen 1867: p. 58, pl. 1: 1-3, pl. 2: 1). [Silurien (Ludlow) : Hoheneichen (heute pulguze), Insel Oesel (heute Saaaremaa), Estland, USSR].

Diagnose: Voir Rosen 1867: p. 58. Stearn *et al*. 1999 : p. 54.

Parallelostroma sp.

Pl. XXX Fig. 2 – 4

1952. *Stromatopora typicum* ; Rosen, p. 58, Pl. 1, Fig. 1-3, Pl. 2, Fig. 1.
1968. *Stromatopora typicum* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 442 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (2 spécimens)

MARENNE : 2 spécimens : A – MAR E 86, 146

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit d'un fragment centimétrique (A – MAR E 86) accolé à un autre stromatopore. Le second spécimen (A – MAR E 146) correspond à une forme bulbeuse de 3,5 cm de hauteur.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination n'est pas clairement visible mais est suggérée par une alternance de zones claires et sombres épaisses de 2 à 5 mm.

Le tissu squelettique montre une structure enchevêtrée.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Les éléments verticaux, limités à un espace interlaminaire, évasés à leurs extrêmités (bobiniformes), sont généralement bien superposés. Ils se distribuent à raison de 19 à 20 sur 5 mm et ont une épaisseur comprise entre 0,08 et 0,16 mm.

Les lamines, parfois épaisses (0,14 à 0,20 mm), sont continues et régulièrement ondulées. Elles se distribuent à raison de 18 à 20 sur 5 mm. Les galeries sont globalement circulaires (d'un diamètre compris entre 0,16 et 0,20 mm), parfois légèrement étirées verticalement.

Le système astrorhizal se marque par la présence de nœuds dans le tissu squelettique et par un épaississement des lamines à leur contact. De rares sections obliques de canaux astrorhizaux sont observées.

La microstructure est clairement mélanosphérique. Les lamines semblent soulignées par une microlamine axiale claire.

Coupe tangentielle

La section tangentielle fait apparaître une structure méandriforme à criblée. Des sections astrorhizales partiellement étoilées (entre 4 et 7 canaux latéraux d'un diamètre de 0,14 à 0,20 mm) sont visibles. Le diamètre du canal axial des astrorhizes varie entre 0,24 et 0,38 mm. La microstructure est très clairement mélanosphérique.

DISCUSSION

Je rattache ces spécimens au genre *Parallelostroma* NESTOR 1966 car ils en possèdent les caractéristiques principales notamment l'organisation des éléments verticaux limités entre des microlamines fortement espacées et une microstructure de type mélanosphérique.

Ils évoquent également le genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826, duquel ils se différencient par leur microstructure mélanosphérique et par la présence d'une microlamine bien marquée. Ils rappellent encore le genre *Ferestromatopora* YAVORSKY 1955 mais s'en différencient en coupe tangentielle par la présence de coenostèles méandriformes.

J'ai tendance à rapprocher mes spécimens de l'espèce type du genre, *P. typicum* (ROSEN 1867) mais cette espèce présente un alignement nettement plus régulier d'espaces vides sur la partie supérieure de chaque microlamine. Je ne retrouve pas ce critère chez mes spécimens et préfère donc laisser mon espèce en nomenclature ouverte. Mes spécimens présentent également des similitudes avec *P. sinense* YANG & DONG 1979, mais semblent principalement s'en différencier au niveau des épaisseurs coenostéales. Il rappelle finalement l'espèce de KHROMYCH 1974, *P. penetypicum*, mais s'en distingue par des éléments verticaux moins restilignes et par des densités coenostéales plus fortes.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Couvin, Marenne) : Givétien.

Famille Stachyoditidae Khromych, 1967

Genre *Stachyodes* Bargatsky, 1881

Espèce type: *Stachyodes ramosa* Bargatsky, 1881 (Bargatsky 1881: p. 691); synonymized by Nicholson (1886) with *Stromatopora verticillata* (M'Coy, 1850). [Dévonien moyen ; Paffrath, Rheinisches Schiefergebirge, Allemagne].

Diagnose: Voir Bargatsky 1881: p. 688. Stearn *et al*. 1999 : p. 56.

Stachyodes paralleloporoides Lecompte 1952

Pl. XXX Fig. 5 – 6

v	1952. *S. paralleloporoides* ; Lecompte, p. 308, Pl. 63, Fig. 3-3a, Pl. 64, Fig. 1-1a-2-2a-b.
	1968. *S. paralleloporoides* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 304-305 (*cum syn*).
	1971. *S. (Stachyodes) paralleloporoides* ; Zukalova, p. 102-103, Pl. 34, Fig. 1-2.
non	1995. *S. (Stachyodes) paralleloporoides* ; Krebedunkel, p. 87-88, Pl. 11, Fig. 5-6.
	2001. *S. paralleloporoides* ; Dong, p. 314, Pl. 161, Fig. 5-6 (*cum syn*).

MATERIEL ET GISEMENTS (20 spécimens)

GIVET : 1 échantillon, 4 spécimens : A – MH 264. 1ab

MARENNE : 4 échantillons, 16 spécimens : A – MAR.E 63, 67, 74b, 129, MAR.E ?

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les différents spécimens sont englobés dans la masse calcaire ; les caractères externes ne sont pas observables.

CARACTERES INTERNES

Les branches ont un diamètre compris entre 4 et 8 mm.

Les piliers semblent courts, légèrement tortueux. Ils sont filiformes à parfois légèrement bobiniformes, répartis à raison de 3 à 4 sur 1 mm, ont une épaisseur comprise entre 0,14 et 0,16 mm, et ne s'observent correctement qu'en périphérie.

Les lamines sont généralement continues, faiblement marquées et difficile à vor lorsque le spécimen est mal conservé.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Le système astrorizal est bien développé. Les canaux astrorhizaux, riches en dissépiments (parfois 8 à 9 dissépiments sur 1 mm), ont un diamètre compris entre 0,60 et 0,65 mm. Les canaux latéraux, moins développés, ont un diamètre compris entre 0,30 et 0,52 mm.

Les sections tangentielles, circulaires, ont un diamètre compris entre 5 et 6 mm. Les canaux axiaux du système astrorhizal, d'un diamètre compris entre 0,54 et 0,58 mm, accompagnés de canaux latéraux d'un diamètre compris entre 0,30 et 0,44 mm, occupent une place importante dans le tissu squelettique. Des dissépiments sont rarement observés.

Le tissu squelettique, lâche et parsemé d'espaces vides, est pourvu de nombreuses galeries ou foramens arrondies, d'un diamètre de 0,14 mm.

La microstructure apparaît mélanosphérique (réticulée) à cellulaire en zone axiale et semble composée de fibres parallèles à l'allongement des piliers en périphérie,

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MAR. E 129	3 – 4 (/ 1 mm)	0,14 – 0,16	–	–	–
LECOMPTE 1951	7 (/ 2 mm)	0,12 – 0,25	–	4 (/ 2,5 mm)	–
ZUKALOVA 1971	2 – 3, 4 – 5	0,054 – 0,216	–	–	–

DISCUSSION

Je rapproche mes spécimens du genre *Stachyodes* BARGATSKY 1881 car ils en possèdent toutes les caractéristiques principales : des lamines filiformes, un canal axial à partir du duquel se distribuent des piliers courts et une microstructure réticulée.

Je rattache mes spécimens à l'espèce *S. parallelopoides* LECOMPTE 1952 car ils correspondent parfaitement au niveau des densités coenostéales. De plus, je retrouve dans mes spécimens les caractères distinctifs que LECOMPTE 1952 signale pour cette espèce, c'est-à-dire, un tissu lâche et réticulé, et un système astrorhizal particulièrement bien développé.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Givet, Marenne, Philippeville, Rance, Sautour, Senzeille, Surice) : Givétien – Frasnien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

Stachyodes verticillata (M'Coy 1850)

Pl. XXX Fig. 7 – 8

1850. *Stromatopora (Caunopora) verticillita* ; M'Coy, p. 377.
1968. *Stromatopora (Caunopora) verticillita*; Flügel & Flügel-Kahler, p. 469-471 (*cum syn*).

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

1971. *Stachyodes verticillata* ; Zukalova, p. 99, Pl. 32, Fig. 6, Pl. 33, Fig. 4-5.
1972. *Stachyodes verticillata* ; Lacroix, p. 208.
1975. *Stachyodes verticillata* ; Cornet, An. 2a, 3a, 4a, 6a.
1976. *Stachyodes* ex. gr. *verticillata* ; Brice *et al*., p. 144.
1977. *Stachyodes* sp. ; Brice *et al*., p. 144.
1980. *Stachyodes verticillata* ; Mistiaen, p. 217, Pl. 17, Fig. 3-5.
1985. *Stachyodes verticillata* ; Mistiaen, p. 193-197, Pl. 18, Fig. 1-6.
1995. *Stachyodes (Stachyodes) verticillata* ; Krebedunkel, p. 88-89, Pl. 11, Fig. 7-8.

MATERIEL ET GISEMENTS (30 spécimens)

GIVET : 3 échantillons, 5 spécimens : A – MH 260A.1, 766. 1, 788. 1

[BOULONNAIS : 23 spécimens (voir MISTIAEN 1980) ; 2 spécimens (voir MISTIAEN 2002)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les branches montrent globalement un aspect cylindrique lorsque la surface de l'échantillon, altérée, permet leur observation.

CARACTERES INTERNES

Les branches ont un diamètre compris entre 6 et 7 mm. Au centre du spécimen se dispose régulièrement un ou plusieurs canaux majeurs (d'un diamètre compris entre 0,90 et 1 mm) accompagnés de canaux secondaires régulièrement répartis dans le tissu squelettique et parfois légèrement ramifiés (diamètre compris entre 0,48 et 0,64 mm). Certains de ces canaux présentent exceptionnellement un ou deux dissépiments.

Le tissu squelettique se caractérise par des piliers filiformes, parfois flexueux, relativement bien dégagés en périphérie sur une zone étroite d'environ 0,8 à 1 mm et par des piliers plus resserrés et difficilement discernables vers le centre. Les piliers sont au nombre de 3 à 4 sur 1 mm pour une épaisseur moyenne de 0,25 mm. Ils montrent en périphérie une microstructure composée de fines fibres noires (d'épaisseur comprise entre 0,015 à 0,02 mm et espacées de 0,02 à 0,025 mm) et dans la partie axiale du spécimen une microstructure de type mélanosphérique.

Les lamines sont réduites à des microlamines finement pigmentée en noire. Elles sont mieux visibles dans la zone périphérique. Elles se distribuent à raison de 5 à 6 sur 1 mm.

Les galeries sont généralement réduites, étirées en raison du faible développement des lamines.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Dia.P	Nb.L	Ep.L
A – MH 766.1	5 – 7 (/ 2 mm)	0,20 – 0, 30	–	5 – 6 (/ 1 mm)	microlaminaire
LECOMPTE 1951	7 – 10 (/ 2 mm)	0,10 – 0,25	–	10 (/ 2 mm)	fines
ZUKALOVA 1971	3 – 4 (/ 1 mm)	0,108 – 0,16	–	6 (/ 1 mm)	fines

DISCUSSION

Je rapproche ces spécimens au genre *Stachyodes* BARGATSKY 1881, par la présence d'un canal axial bien développé, la présence de lamines contrastées et d'une microstructure de type mélanosphérique. Je les distingue du genre *Idiostroma* WINCHELL 1867 par l'absence de vésicules marginales chez mes spécimens.

Malgré des densités en éléments verticaux légèrement différentes, la présence de larges canaux axiaux, de piliers fibreux nettement dissociés en périphérie et d'une microlamine finement pigmentée m'incite à rapprocher mes individus de l'espèce *S. verticillata* (MC COY 1850). Ils se différencient de l'espèce voisine *S. caespitosa* LECOMPTE 1952 par un canal axial beaucoup plus large.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ardenne (Chimay, Couvin, Durbuy, Givet, Olloy, Rance, Rochefort, Sautour, Senzeille, Surice) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Allemagne (Bergischen Landes) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien - Frasnien, Afghanistan (Koh-e Qutun, Sar-e Pori, Okak, Dewal) : Givétien – Frasnien, Italie (Alpes Carniques) : Dévonien moyen, France (Ville-Dé-d'Ardin) : Givétien, URSS (Oural septentrional) : Givétien – Frasnien, Pologne (Kadzielna) : Frasnien.

Stachyodes sp. 1

Pl. XXX Fig. 9, Pl. XXXI Fig. 1 – 2

MATERIEL ET GISEMENTS (35 spécimens)

GLAGEON : 2 échantillons, 15 spécimens : AV – BG 317. 1, 5

GIVET : 7 échantillons, 20 spécimens : A – MH 604. 1, 724. 9b, 725. 2, 741. 4a, 744. 1, 3, 5ab

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les branches sont systématiquement empâtées dans la masse calcaire. Certaines sections ont été trouvées au hasard de coupes dans les échantillons. Les branches mesurent entre 2 et 19 mm.

CARACTERES INTERNES

Les piliers, filiformes au centre des spécimens, s'épaississent, se bifurquent parfois et se courbent en périphérie. Ils sont globalement bien superposés, voire continus, et se distribuent à raison de 2 à 5 rarement 6 sur 1 mm. Leur épaisseur est globalement comprise entre 0,20 et 0,32 mm.

Les lamines fines, sombres et discrètes, semblent recouper l'intégralité du tissu. Elles ne sont malheureusement pas facile à observées sur la plupart des spécimens. Elles se distribuent à raison de 2 à 6 sur 1 mm. Les espaces interlaminaires sont limités à de petites galeries circulaires (0,06 à 0,24 mm) ou à de petites fentes étirées.

Le canal axial, dont le diamètre varie entre 0,26 et 0,50 mm, est régulièrement pourvu de dissépiments droits ou faiblement incurvés.

La microstructure apparaît parfois compacte, parfois partiellement cellulaire, mais clairement striée lorsqu'elle est bien conservée.

Les coupes tangentielles sont globalement recristallisées. Les éléments squelettiques sont alors peu discernables. Les sections, circulaires, mesurent entre 0,20 et 0,40 cm. Les piliers sont très épais et généralement. Le canal axial n'est traversé que rarement par des dissépiments et mesure entre 0,30 et 0,34 mm.

Spécimen	Nb.P	Ep.P	Canal axial	Nb.L	Ep.L
A – MH 741. 4a	2 – 3 (/ 2 mm)	0,20 – 0, 30	0,50	6 (/ 1 mm)	microlaminaire

DISCUSSION

Je rapproche ces spécimens au genre *Stachyodes* BARGATSKY 1881 principalement par la présence d'une microstructure striée, caractéristique du genre. La présence d'une microstructure cellulaire à aspect parfois vésiculaire peut rappeler le genre *Idiostroma* WINCHELL 1867, mais la densité et l'absence de vésicules marginales écartent ce genre. Ils rappellent également le genre *Dendrostroma* LECOMPTE 1952 mais s'en distinguent par des lamines fines, peu visibles, et par des piliers généralement bien superposés.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Ils évoquent fortement l'espèce *S. lagowiensis* GOGOLCZYK 1959, mais s'en distinguent par des branches globalement plus grandes et une organisation plus régulière des piliers au centre des spécimens.

Ils évoquent l'espèce *S. sinensis* WANG 1974 mais s'en distinguent par une organisation squelettique plus uniforme. Ils rappellent également l'espèce *S. wongchiaoensis* YANG & DONG 1963 de laquelle ils se différencient nettement par des galeries plus fines et par un canal axial moins prononcé.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Stachyodes sp. 2

Pl. XXXI Fig. 3

MATERIEL ET GISEMENTS (11 spécimens)

WALLERS : 2 échantillons, 7 spécimens: AV – MW 2. 1, 5. 4

GIVET : 1 échantillon, 4 spécimens : A – MH 605. 1

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les spécimens sont toujours englobés dans la masse calcaire.

CARACTERES INTERNES

Les branches, généralement bien circulaires, mesurent entre 0,3 et 1 cm.

Les piliers sont individualisés dès le centre du spécimen. Ils sont épais, bien superposés et se distribuent à raison de 5 à 6 piliers sur 2 mm pour une épaisseur comprise entre 0,28 et 0,32 mm. Leur microstructure est très clairement striée dans l'axe d'allongement du pilier.

Le canal axial, bien circulaire et parfois pourvu d'un dissépiment légèrement incurvés, a un diamètre compris entre 0,40 et 0,66 mm.

Les lamelles sont généralement soulignées par une pigmentation sombre. Elles se distribuent à raison de 3 à 4 lamines sur 1 mm. Les galeries, arrondies ou finement étirées, sont souvent très réduites. De petites vacuoles semblent parfois se disposer en bordure des éléments verticaux.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DISCUSSION

Je rapproche ces spécimens au genre *Stachyodes* BARGATSKY 1881 par la présence d'une microstructure striée et d'une microlamine sombre et tranchante, caractéristique du genre.

La présence de petites vacuoles disposées en marge de quelques éléments squelettiques peut rappeler le genre *Idiostroma* WINCHELL 1867 mais par la présence d'une microstructure striée, j'écarte ce genre.

Certaines sections semblent rappeler, par la disposition radiante des piliers et l'étroitesse des galeries, l'espèce *S. radiata* LECOMPTE 1952. Elles s'en différencient principalement par un canal axial plus étroit et l'absence de dissépiments forts.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Wallers) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Ordre Amphiporida Rukhin, 1938

Famille Amphiporidae Rukhin, 1938

Genre *Amphipora* Schulz, 1883

Espèce type: *Caunopora ramosa* Phillips, 1841 (Phillips 1841: p. 19, pl. 8: 22a, b, c).
Neotype: Voir Stearn 1997. [Dévonien moyen : Chudleigh, South Devon, Angleterre].
Diagnose: Voir Schulz 1883: p. 245 ; Stearn 1997 : p. 841; Stearn *et al.* 1999 : p. 57.

Amphipora laxeperforata Lecompte 1952

Pl. XXXI Fig. 4 – 5

1952. *A. laxeperforata* ; Lecompte, p. 330, Pl. 70, Fig. 1-2.
1968. *A. laxeperforata* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 238 (*cum syn*).
1971. *A. laxeperforata* ; Zukalova, p. 123, Pl. 39, Fig. 1-2.
1988. *A. laxeperforata* ; Mistiaen, p. 186-187, Pl. 23, Fig. 3-4 (*cum syn*).
2001. *A. laxeperforata* ; Dong, p. 291, Pl. 151, Fig. 3-4 (*cum syn*)

MATERIEL ET GISEMENTS (117 spécimens)

GLAGEON : 1 échantillon, 2 spécimens : AV – BG 317. 1

WALLERS : 2 échantillons, 15 spécimens : AV – MW 2. 1, 8

[BOULONNAIS : 100 sections (voir MISTIAEN 1988)]

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les branches sont empâtées dans le sédiment. Les spécimens mesurent entre 1,6 et 2,3 mm.

CARACTERES INTERNES

Les branches sont perforées par un canal axial remarquablement large qui mesure entre 0,80 et 0,88 mm. Le reste du tissu squelettique semble parfois limité à une simple auréole autour de ce canal. Des galeries, subcirculaires à ovoïdes, sont généralement observées. Leur diamètre varie entre 0,16 et 0,30 mm. Un spécimen révèle au sein du canal axial une petite digitation (d'une longueur de 0,36 mm et d'une largeur de 0,10 mm) faisant penser à une « épine », ce qui est probablement lié à une déformation post-sédimentaire. La microstructure est fibroradiée.

DISCUSSION

Je rattache mes spécimens au genre *Amphipora* SCHULZ 1883 car ils en possèdent toutes les caractéristiques principales, notamment un large canal axial et la microstructure fibroradiée.

L'observation de certains types de LECOMPTE 1952 me permet de rattacher mes échantillons à l'espèce *Amphipora laxeperforata*. Cette espèce se caractérise par un large canal axial occupant la plus grande partie du squelette et des piliers plus ou moins bien différenciés.

L'absence de vacuoles marginales et de dissépiments dans les galeries coenostéales la distingue de *A. pervesiculata* LECOMPTE 1952. Enfin, elle se distingue encore de *A. ramosa* (PHILIPS 1841) par la taille plus importante du canal axial.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon, Wallers) : Givétien, Ardenne (Couvin, Sautour, Senzeille) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

Amphipora pervesiculata Lecompte 1952

Pl. XXXI Fig. 6

v 1952. *A. pervesiculata* ; Lecompte, p. 331, Pl. 70, Fig. 3-5.
1968. A. pervesiculata ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 314-315 (*cum syn*).
1971. *A. pervesiculata* ; Zukalova, p. 123, Pl. 39, Fig. 1-2.
v 1976. *A. pervesiculata* ; Mistiaen, p. 195, Pl. 15, Fig. 2.
v 1988. *A. pervesiculata* ; Mistiaen, p. 186, Pl. 23, Fig. 1-2.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

MATERIEL ET GISEMENTS (9 spécimens)

GIVET : 3 échantillons, 8 spécimens : A – MH 604. 1, 744. 1, 3

[BOULONNAIS : 1 spécimen (voir MISTIAEN 1988)]

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de petites sections circulaires ou légèrement ovoïdes de 1,8 à 2,4 mm de diamètre.

CARACTERES INTERNES

Les rameaux sont perforés d'un canal large axial dont le diamètre est régulièrement compris entre 0,46 et 0,65 mm. Les contours de ce canal sont généralement irréguliers.

Des galeries marginales (0,24 à 0,30 mm de largeur), assez souvent étirées et limitées par des piliers souvent fins et tortueux, s'alignent en périphérie pour constituer une zone canaliculaire presque continue. Des galeries circulaires se répartissent uniformément autour du canal axial.

A la périphérie des spécimens, quelques piliers s'individualisent et se disposent perpendiculairement au canal axial. Leur épaisseur est comprise entre 0,12 et 0,16 mm.

La microstructure est compacte à maculée.

DISCUSSION

Je rattache mes spécimens au genre *Amphipora* SCHULZ 1883 par la présence d'un large canal axial et de galeries bien développées.

Ces galeries se répartissent en périphérie des spécimens pour parfois former une zone canaliculaire périphérique presque continue. Par ce caractère très spécifique, je rattache mes spécimens à l'espèce *A. pervesiculata* LECOMPTE 1952. Ils se distinguent de *A. laxeperforata* LECOMPTE 1952, espèce la plus proche, par la présence de ces galeries marginales. Ils se distinguent de *A. ramosa* (PHILIPS 1841) par l'absence de dissépiments dans les chambres coenostéales.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Ferrière-la-Grande): Frasnien, Ardenne (Couvin, Givet, Hamoir, Rance, Sautour) : Givétien – Frasnien, Boulonnais (Ferques) : Frasnien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Amphipora rudis Lecompte 1952

Pl. XXXI Fig. 7, Pl. XXXII Fig. 1 – 2

1952. *A. rudis* ; Lecompte, p. 329, Pl. 69, Fig. 3-3a-4-5-5a-c.
1968. *A. rudis* ; Flügel & Flügel-Kahler, p. 369 (*cum syn*).
1971. *A. rudis* ; Zukalova, p. 123, Pl. 36, Fig. 5-6, Pl. 37, Fig. 2.
1995. *A. rudis* ; Krebedunkel, p. 53-54, Pl. 5, Fig. 5-6.

MATERIEL ET GISEMENTS (43 spécimens)

GLAGEON : 4 échantillons, 12 spécimens : AV – BG 11–27. 24, 29, 37b, 318. 1

WALLERS : 2 échantillons, 7 spécimens : AV – MW 2. 1, 4

GIVET : 6 échantillons, 24 spécimens: A – MH 264. 1ab, 603. 1, 604. 1, 605. 1, 725. 2, 741. 4ab

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Les branches sont complètement englobées dans le calcaire. La section des rameaux mesure en moyenne entre 3,1 et 4,7 mm.

CARACTERES INTERNES

Les spécimens semblent légèrement recristallisés et partiellement déformés. Le tissu squelettique montre une certaine désorganisation autour d'un canal axial. Les galeries sont généralement circulaires parfois étirées. Des piliers (d'une épaisseur comprise entre 0,12 et 0,16 mm) semblent parfois rayonner depuis le centre du spécimen vers sa périphérie. Les chambres marginales semblent absentes ou très discrètes. Aucun dissépiment n'est observé. Le canal axial mesure 0,64 mm en moyenne mais peut être plus large. La microstructure est nettement fibroradiée.

DISCUSSION

Par la présence d'une microstructure fibroradiée, d'un canal axial et la morphologie dendroïde, mes spécimens appartiennent au genre *Amphipora* SCHULZ 1883.

Par la présence d'une microstructure très clairement fibroradiée, de piliers tortueux parfois bien développés et l'absence de vésicules marginales m'incitent à rattacher mes spécimens à l'espèce *A. rudis* LECOMPTE 1952. Ils se différencient de *A. ramosa* PHILIPS 1841 par leur canal axial moins régulier et l'absence de vésicules marginales.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon, Wallers) : Givétien, Ardenne (Beaumont, Givet, Senzeille, Surice) : Givétien, Moravie (Karst morave) : Givétien.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Amphipora sp. 1 nov. sp.

Pl. XXXII Fig. 3 – 5

MATERIEL ET GISEMENTS (5 spécimens)

GLAGEON : 2 échantillons, 4 spécimens : AV – BG 317. 1, 5

GIVET : 1 échantillon, 1 spécimen : A – MH 264. 1a

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de petites branches millimétriques dans la masse calcaire.

CARACTERES INTERNES

Les rameaux, parfaitement circulaires, sont larges de 2,5 à 4 mm. Ils sont pourvus d'un canal axial circulaire ou parfois contourné. Son diamètre est de 0,34 mm.

De ce canal axial, rayonnent des piliers (3 à 4 sur 1 mm) parfaitement définis, filiformes à légèrement contournés, parfois bifurqués à leur sommet. Leur épaisseur varie entre 0,06 et 0,10 mm. Parfois, de fines vacuoles s'insinuent au sein du tissu squelettique (0,02 à 0,03 mm de diamètre). Les lamines (2 à 3 sur 1 mm), d'épaisseur comprise entre 0,12 et 0,16 mm, semblent soulignées par un fin axe clair. Les galeries, arrondies, s'étirent verticalement parallèllement aux longs piliers. Elles sont généralement pourvues d'un ou deux dissépiments très fins et se disposent régulièrement en périphérie des spécimens.

La microstructure apparaît nettement fibroradiée.

DISCUSSION

Ces spécimens dendroïdes, pourvus d'un canal axial et présentant une microstructure fibroradiée sont caractéristiques du genre *Amphipora* SCHULZ 1883. Ils rappellent également le genre *Clavidityon* SUGIYAMA 1939 mais s'en distinguent par son canal axial, absent chez *Clavidictyon*.

Spécifiquement ils se rapprochent de l'espèce *A. ramosa* (PHILIPS 1841) par la présence de vacuoles marginales mais s'en distinguent par l'organisation très régulière de leur tissu squelettique et la différenciation très nette des éléments coenostéaux. Ils rappellent encore *A. rudis* LECOMPTE 1952 mais s'en différencient par la présence de vacuoles marginales. Ils se distinguent de *A. angusta* LECOMPTE 1952 par la présence d'un canal axial plus large et mieux différencié. Ils rappellent également *A. regularis* YANG & DONG 1979, mais s'en différencient, en coupe verticale, par des piliers mieux individualisés, un canal axial mieux marqué et des éléments squelettiques apparemment plus épais.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien, Ardenne (Givet) : Givétien.

Genre *Vacuustroma* Mistiaen & Hung, 1997

Espèce type: *Vacuustroma michelini* Mistiaen & Hung, 1997 (Mistiaen & Hung 1997: pp. 195-199, figs. 4a-c, 7.1-7, 8-10). [Dévonien supérieur : (Franien inférieur), Fm. Beaulieu, Mb. Noces, term. a, Boulonnais, Nord - France,]

Diagnose: Voir Mistiaen & Hung 1997: pp. 195-199. Stearn *et al*. 1999 : p. 58.

Vacuustroma sp.
Pl. XXXII Fig. 6 – 7

MATERIEL ET GISEMENTS (8 spécimens)

GLAGEON : 3 échantillons, 3 spécimens : AV – BG 317. 1, 4, 5

GIVET : 2 échantillons, 3 spécimens : A – MH 744. 1, 744. 5b

MARENNE : 1échantillon, 2 spécimens : A – MAR E X

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de petites branches entièrement enrobées dans la masse calcaire.

CARACTERES INTERNES

Les spécimens se présentent sous la forme de petites branches souvent bien arrondies de 2 à 4 mm de diamètre. Le canal axial, souvent présent, parfois déformé, est régulièrement accompagné de canaux latéraux. Le diamètre du canal axial est compris entre 0,42 et 0,46 mm. Les éléments coenostéaux sont généralement répartis de façon concentrique.

Parfois, quelques éléments du tissu se distinguent en piliers bobiniformes de 0,12 à 0,18 mm d'épaisseur et en lamines continues de 0,12 mm. Les galeries, parfois bien arrondies (0,14 à 0,20 mm de diamètre), sont souvent déformées.

Le tissu squelettique est marqué par la présence importante de nombreuses vacuoles de taille variable (0,02 à 0,04 mm de diamètre). Ces vacuoles semblent parfois s'aligner pour former, au sein d'une lamine située en périphérie, une sorte de microlamine cellulaire axiale.

La microstructure apparaît très clairement vésiculaire. Sur certains spécimens (A – MAR X), la microstructure peut parfois prendre un aspect légèrement mélanosphérique.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DISCUSSION

Cette espèce possède tous les caractères du genre *Vacuustroma* HUNG & MISTIAEN 1997 : une structure similaire au genre *Amphipora* SCHULZ 1883 mais une microstructure typiquement vacuolaire.

Elle se différencie de l'espèce type *V. michelini* par une plus grande régularité dans sa morphologie et dans la distribution de ses éléments squelettiques répartis presque toujours de manière concentrique autour du canal axial. Chez les espèces *V. michelini* HUNG & MISTIAEN 1997 et *V. thanhlangense* HUNG & MISTIAEN 1997, les éléments sont plus contournés, le canal axial est plus large, et le tissu squelettique est plus fin.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (glageon) : Givétien, Ardenne (Givet, Marenne) : Givétien.

Genus Indét. sp.

Pl. XXXII Fig. 8 – 10

MATERIEL ET GISEMENTS (4 spécimens)

GLAGEON : 4 spécimens : AV – BG 11–27. 10, 11, 18, 30

DESCRIPTION

CARACTERES EXTERNES

Il s'agit de fragments centimétriques.

CARACTERES INTERNES

Coupe longitudinale

La latilamination semble marquée par un tissu plus lâche faisant apparaître les éléments du tissu squelettique sous forme de sections circulaires. Son épaisseur est de 2 à 5 mm.

Les piliers sont généralement courts, bobiniformes à filiformes, bien superposés, ce qui leur donne parfois un aspect continu. Les piliers se distribuent à raison de 16 à 20 sur 5 mm. Leur épaisseur est comprise entre 0,10 et 0,18 mm.

Les lamines, fines, sont parfois remplacées par de simples structures dissépimentaires. Elles sont, en général, faiblement ondulées mais sont particulièrement redressées et épaissies au passage des astrorhizes. Dans les zones les moins denses, on en dénombre 4 à 5 sur 1 mm. Les galeries sont larges et associées aux astrorhizes. Les astrorhizes sont bien développées.

Les canaux astrorhizaux sont traversés par de nombreux dissépiments légèrement incurvés.

La microstructure est compacte (parfois largement masquée par la recristallisation).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Coupe verticale

En section tangentielle, la structure apparaît vermiforme à méandriforme, parfois coalescente (surtout au niveau des astrorhizes). Les astrorhizes sont très bien visibles. Elles forment de larges structures étoilées et ramifiées ; le canal axial a, en moyenne, un diamètre proche de 0,40 mm et les canaux latéraux un diamètre compris entre 0,30 et 0,38 mm.

DISCUSSION

Ces spécimens évoquent le genre *Atelodictyon* LECOMPTE 1951 par la superposition régulière des piliers et la présence d'une maille ponctuée. Cependant, ils s'en distinguent par l'absence d'une microlamine tranchante. Ils rappellent également le genre *Actinostroma* NICHOLSON 1886, mais s'en différencient par l'absence d'une maille hexactinelloïde et de piliers continus. Ils évoquent encore, dans les secteurs les mieux préservés, le genre *Stromatopora* GOLDFUSS 1826 par l'organisation parfois un peu cassiculée des éléments squelettiques mais s'en distinguent par des éléments ponctués en coupe tangentielle.

Ces spécimens, dont le tissu squelettique est très dense et donc difficilement observable, n'ont pu être rattachés, avec certitude, à un genre précis.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Avesnois (Glageon) : Givétien.

Remarques finales

Certains spécimens n'ont pas permis de détermination au niveau de l'espèce, du genre ou au niveau de la famille (non détermination souvent liée à une mauvaise préservation ou la fragmentation de l'échantillon). Je précise en annexe (An. VII), pour chaque site, ces spécimens.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Conclusions générales & perpectives

Cette thèse propose une étude de la biodiversité des stromatopores au Givétien et au Frasnien en Ardenne méridionale.

Pour compléter ce travail réalisé, une comparaison avec le Boulonnais a été réalisée. Même si cette région n'appartient pas au niveau tectonique au synclinorium de Dinant, mais au synclinorium de Namur, elle est souvent comparée, sur le plan faunique, à l'Ardenne méridionale.

Cette étude a été menée sur plusieurs axes :

- L'étude de la sédimentologie de la plate-forme carbonatée bien connue en Ardenne au Givétien a été réalisée sur trois sites répartis d'Est en Ouest (Glageon, Givet et Marenne) afin de bien comprendre les environnements sédimentaires propices au développement des stromatopores. Cette étude est accompagnée de mesures de susceptibilité magnétique qui ont permis d'enrichir les données liées à l'évolution des modèles sédimentaires, notamment au niveau des variations du niveau marin.

- Une analyse systématique des stromatopores a permis de compléter la connaissance des faunes de stromatopores en Ardenne méridionale (déjà largement documentée par les travaux de LECOMPTE 1951, 1952 et CORNET 1975). Parallèlement, les faunes de stromatopores de l'Avesnois, encore méconnues pour ce qui est du Givétien, ont été étudiées.

- L'évaluation de la biodiversité et des similarités fauniques des stromatopores a ensuite été réalisée. Elle s'est déroulée en plusieurs étapes et à plusieurs niveaux. Ainsi, les diversités et affinités fauniques entre chaque unité récifale (biostrome et bioherme, pour chaque formation du Givétien) et entre chacun des sites de l'étude ont été calculées. Puis, cette étude a été élargie à l'ensemble du Givétien et les diversités et affinités fauniques ont été estimées pour les différentes coupes et entre les différentes régions. Ces analyses ont alors été poursuivies au Frasnien pour trois unités récifales. Enfin, les résultats obtenus pour chacune des unités récifales, au Givétien et au Franien, ont été comparés.
- Les faunes givétiennes de l'Ardenne méridionale ont été comparées avec celles connues dans d'autres régions du monde afin d'établir les relations paléobiogéographiques. Cinq

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

régions, disposées le long du bloc Laurentia, et une région située plus au Sud, le long du bloc Gondwana, ont servi pour établir ces comparaisons.

Résultats

Aspect sédimentologique de l'Ardenne méridionale

1 – Au Givétien, les coupes de Glageon et de Givet montrent, au niveau des modèles paléoenvironnementaux reconstitués, des tendances similaires.

La Formation des Trois-Fontaines se caractérise par un modèle de plate-forme carbonatée avec le développement d'un récif à sa base (soit sur une semelle crinoïdique, soit sur une semelle bioconstruite) puis l'isolement d'un lagon (très partiellement à Glageon et plus nettement à Givet). A Marenne, cette formation montre des faciès différents. Elle se distingue par des apports détritiques plus prononcés et par le moindre développement de l'unité récifale, limitée à une simple lentille riche en organismes bioconstructeurs.

La Formation des Terres d'Haurs correspond, quant à elle, à un modèle de rampe monoclinale profonde et faiblement bioclastique (uniquement quelques trilobites et brachiopodes).

La Formation du Mont d'Haurs se marque par la présence à Glageon de quelques unités récifales (petits biostromes souvent altérés) et par la présence à Givet d'un biostrome massif à stromatopores. Le modèle paléoenvironnemental proposé pour cette région est une plate-forme carbonatée peu profonde.

2 – Le site du Boulonnais correspond également à une plate-forme carbonatée plus ou moins homogène sur l'ensemble du Givétien.

3 – La susceptibilité magnétique donne des concordances intéressantes entre les sites de Glageon, Givet et Marenne. Les valeurs de SM enregistrées pour ces sites ont des amplitudes différentes, ce qui est probablement lié à la position des sites sur la grande plate-forme carbonatée connue en Ardenne. Cependant, les tendances (augmentation ou diminution des valeurs de SM) exprimées sur chacun des sites sont corrélables entre elles. Ces tendances ont été rapprochées aux variations du niveau marin. Ainsi, la Formation des Trois-Fontaines se caractérise d'abord par un approfondissement du milieu puis, lors de l'isolement du lagon, par une diminution du niveau marin. Cette tendance va perdurer durant une partie de la Formation des Terres d'Haurs. Ensuite, le niveau marin semble remonter. Cela se caractérise par des

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

faciès plus homogènes qui correspondent au modèle de rampe. Cette « trangression » semble continuer pendant la Formation du Mont d'Haurs.

Le site du Boulonnais, quant à lui, présente des valeurs de susceptibilité magnétique très faibles et monotones. Ces tendances peuvent être liées à la position plus restreinte du Boulonnais ou à un biais dû à un échantillonnage partiel de cette coupe.

Paléobiodiversité et affinités des stromatopores au Givétien et au Frasnien

1 – La diversité des stromatopores a été étudiée en Ardenne au Givétien et au Frasnien. Cette faune, liée aux plates-formes carbonatées, connaît son apogée en Ardenne à ces périodes (HUBERT *et al*. 2007, ZAPALSKI *et al*. 2007).

2 – L'ensemble des indices et coefficients de diversité et de calcul des affinités fauniques semblent montrer des tendances similaires, hormis quelques rares exceptions.

3 – La biodiversité des différentes unités récifales givétiennes semble varier dans le temps et dans l'espace. Les unités récifales présentant un maximum de diversité sont le biostrome de la Formation des Trois-Fontaines à Glageon, le biostrome de la Formation du Mont d'Haurs à Givet et le biostrome de la Formation de Fromelennes à Fromelennes.

4 – Malgré quelques variations, l'ensemble des unités récifales semble montrer une biodiversité uniforme sur l'ensemble du bord sud du synclinorium de Dinant.

5 – Le coefficient d'équitabilité des faunes de PIELOU a cependant permis de mettre en évidence la prédominance de faunes à stromatopores dendroïdes, notamment à Marenne. Cette prédominance semble concorder avec les faciès plus restreints de cette coupe.

6 – Les affinités fauniques calculées pour le Givétien n'ont pas montré de différences significatives entre les différents biostromes.

7 – Les diversités fauniques calculées pour les unités récifales frasniennes ont montré des tendances similaires entre chaque site, avec cependant une biodiversité légèrement plus forte pour l'unité récifale du Membre du Lion.

8 – La comparaison de la diversité en stromatopores des unités récifales givétienne et frasnienne a permis de mettre en évidence une légère diminution de la biodiversité au Frasnien. Cette tendance a également été montrée dans les travaux de HUBERT *et al*. 2007 et de ZAPALSKI *et al*. 2007. Le renouvellement des faunes entre les espèces givétiennes et les espèces frasniennes est faible, contrairement à ce qui est montré pour les faunes fameniennes (ZAPALSKI *et al*. 2007) qui montrent un taux de renouvellement très élevé. Cela semble indiquer une conquête du milieu par un maximum d'individus au Givétien et le développement d'individus mieux adaptés au Frasnien.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Affinités paléobiogéographiques des stromatopores au Givétien

1 – Les coefficients utilisés pour le calcul des affinités fauniques semblent montrer des tendances similaires hormis pour le coefficient de Simpson.

2 – Les affinités paléogéographiques semblent pouvoir se calculer aussi bien au niveau spécifique qu'au niveau générique (au moins pour les stromatopores).

3 – L'analyse paléobiogéographique a permis de mettre en évidence diverses relations entre l'Ardenne méridionale et le Bergischen Land, le Karst morave et le Boulonnais. Cependant, l'ensemble de ces résultats doit être modulé. Tout d'abord parce qu'ils se basent en partie sur des travaux anciens et que les attributions spécifiques d'une partie du matériel ont besoin d'être révisées (notamment pour les travaux de LECOMPTE 1951, 1952). Ensuite, même si l'utilisation de coefficients d'affinités paléobiogéographiques a permis d'obtenir des résultats cohérents, ces coefficients sont souvent remis en cause par de nombreux auteurs. Il faut donc les utiliser avec précaution. De plus, les biais liés à ce genre de calcul sont importants et il n'existe aucun moyen de les supprimer en totalité. Il est donc important de prendre du recul sur l'interprétation de ces résultats et de ne pas oublier que le monde vivant ne se résume pas à une formule mathématique.

Etude systématique des stromatopores de l'Ardenne méridionale

Ce travail regroupe la description d'environ 70 espèces de stromatopores de l'Ardenne méridionale et de l'Avesnois. Toutes ces espèces ont été déterminées à partir du matériel collecté durant les nombreuses missions de terrain. Environ 40% des espèces décrites ont été laissées en nomenclature ouverte. Leur attribution spécifique n'a pas toujours été possible pour plusieurs raisons :

- Soit la quantité de matériel n'était pas suffisante pour leur donner une attribution spécifique ;
- Soit la préservation du matériel n'était pas parfaite et semblait modifier les caractères observés (densités coenostéales, épaisseur des éléments squelettiques, etc): cf l'aspect confertum ;
- Soit la mise en synonymie avec des espèces connues n'a pas été possible par manque d'informations (notamment en ce qui concerne la littérature russe, chinoise, etc) sur les espèces qui semblaient le mieux correspondre.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Perpectives

Ce travail est une approche pluridisciplinaire. Il a permis de répondre aux questions posées dans des domaines variés tels que la sédimentologie, la paléobiodiversité et les affinités paléobiogéographiques des stromatopores. Au cours de ce type de travail, de nouvelles interrogations apparaissent : chaque réponse apportée soulève de nouvelles questions. Celles-ci méritent d'être approfondies et nécessiteront donc d'autres travaux.

C'est pourquoi, les perspectives de ce travail sont nombreuses et variées.

1 – Il me semble important de poursuivre l'analyse systématique des stromatopores au Givétien et au Frasnien, sur l'ensemble de l'Ardenne. Cela passera par l'acquisition de nouveau matériel et par la révision des faunes existantes.

2 – Parallèlement, il s'avère indispensable de reproduire les analyses de diversité des stromatopores sur un maximum d'unité récifale en Ardenne afin de vérifier les tendances exprimées dans ce travail.

3 – Il faut poursuivre ces analyses de diversité en les liant à de nouveaux modèles sédimentologiques afin d'établir des corrélations précises entre faciès et diversité.

4 – Ces différentes études passent inéluctablement par une approche paléoécologique et par une adaptation des modèles sédimentologiques.

5 – Durant ce travail, des parasites ont été trouvés au sein des stromatopores. Parallèlement, ces parasites se retrouvent chez de nombreuses espèces de tabulés. Il me semble intéressant d'essayer de comprendre quelles sont les relations entre le parasite et son hôte.

6 – De même, de nombreux stromatopores sont associés à d'autres organismes bioconstructeurs. Là également, il me semble intéressant d'étudier les relations entre ces différents organismes.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

7 – Enfin, il me faudra élargir l'ensemble des résultats à d'autres régions du monde et également à d'autres étages. Je pense alors à l'Eifélien de l'Ardenne. Effectivement, STOCK (2005) a montré que les organismes constructeurs connaissaient leur apogée à l'Eifelien. Ce n'est pas le cas en Ardenne, pourquoi ? Voilà une dernière question à laquelle je me propose de répondre.

Bien sûr, l'ensemble des perspectives énoncées ci-dessus ne correspond qu'à une infime partie des travaux à réaliser pour appréhender correctement les questions de diversité, de milieu de vie, d'écologie, etc.

A suivre, …

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Références bibliographiques

- A -

ALROY J., 1996 ; Constant extinction, constrained diversification, and uncoordinated stasis in North American mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **127**, 285–311.

ALROY J., 2000 ; New methods for quantifying macroevolutionary patterns and processes. *Paleobiology*, **26**, 707–733.

ALROY J., 2002 ; Global database will yield reliable measures of global biodiversity. *Paleobiology*, **29**, 26-29.

ALROY J., MARSHALL C. R., BAMBACH R. K., BEZUSKO K., FOOTE M., FÜRSICH F. T., HANSEN T. A., HOLLAND S. M., IVANY L. C., JABLONSKI D., JACOBS D. K., JONES D. C., KOSNIK M. A., LIDGARD S., LOW S., MILLER A. I., NOVACK-GOTTSHALL P. M., OLSZEWSKI T. D., PATZKOWSKY M. E., RAUP D. M., ROY K., SEPKOSKY J. J. JR., SOMMERS M. G., WAGNER P. J. & WEBER A., 2001 ; Effects of sampling standardization on estimates of Phanerozoic marine diversification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **98**, 6261–6266.

ANDRE L., HERTOGEN J., & DEUTSCH S., 1986; Ordovician – Silurian magmatic provinces in Belgium and the caledonian orogeny in middle Europe. *Geology*, **14**, 879–882.

- B -

BARCHY L., COEN-AUBERT M., MARION J.M. & COEN M. 2004; Mise en évidence de la Faille de Marenne sur la carte géologique de Aye – Marche-en-Famenne. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, Suppl. **74**, 59–71.

BARGATZKY A., 1881 ; Die Stromatoporen des rheinischen Devons. *Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde bei der hohen philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn*. Bonn. 1–78.

BARTHOLOMEW A., 2007 ; Paleoenvironmental and eustatic context of middle Devonian bioevents in Eastern North America, Germany and Morocco. *Subcommision of Devonian Stratigraphy, Eureka, Nevada, August 2007*, Abstract, p. 14.

BELLIERE J., 1996 ; Projet d'exploitation de la carrière de Marenne (commune de Hotton). Etude géologique et Hydrogéologique. *Rapport interne, Laboratoires associés de Géologie, Pétrologie et Géochimie, Université de Liège*. 5 p.

BIRKHEAD P. K. & MURRAY J. W., 1970 ; *Actinostroma papillosum* (Bargatsky 1881), a Stromatoporoid from the Swan Hill Member of the Waterways Formation (Upper Devonian) of Alberta. *Journal of Paleontology*, **44**, 1067–1070.

BLAKEY R., 2007; Detailed global palaeogeography, Mollewide Globes – World Wide Web: http://jan.ucc.nau.edu/.

BLIECK A., BRICE D., COURVILLE P., CRONIER C., DERYCKE C., HUBERT B., MISTIAEN B., NICOLLIN J.-P. & ZAPALSKI M.K., 2006 ; La Vie en Ardenne occidentale au Paléozoïque supérieur (Dévonien-Carbonifère, -416 à -299 Ma) : paléobiodiversité, évènements paléobiologiques, paléoenvironnements, paléobiogéographie. *In* F.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Lacquement (*ed.*) Géologie de l'Ardenne occidentale (Journées spécialisées, Givet, 4-6 mai 2006). *Géologie de la France*, 21–27.

BOBIER C., 1970 ; L'utilisation des propriétés magnétiques des roches en stratigraphie. *In* Colloque sur les méthodes et tendances de la stratigraphie, p. 1–4.

BOGOYAVLENSKAYA O. V., 1968 ; Morphological terminology of Stromatoporoidea. *Paleontological Journal*, **2**, 2, 149–156.

BOGOYAVLENSKAYA O. V., 1973 ; Silurijskie stromatoporoidei Urala. *Akademia Nauk SSSR*, Moscou, 1–97.

BOGOYAVLENSKAYA O. V. & KHROMYCH V. G., 1985 ; Ukazatel' rodov I vidov Stromatoporat. *Akademiya Nauk SSSR, Sibirskoe Otdelenie, Trudy Instituta Geologii i Geofiziki*, **545**, 1-103.

BONTE A., & RICOUR J., 1948 ; Structure du massif du Mont d'Haurs. *Bulletin du Service de la Carte géologique de France et des topographies souterraines*, **47**, 225, 25–33.

BOUCOT A. J., 1975 ; Evolution and extinction rate controls. Developments in Palaeontology and Stratigraphy. *Elsevier Scientific Publishing Company*, Amsterdam, Oxford, New York, 411 p.

BOULVAIN F., 1989 ; Origine microbienne du pigment ferrugineux des monticules micritiques du Frasnien de l'Ardenne. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **112**, 1, 79-85.

BOULVAIN F., 1993 ; Sédimentologie et diagenèse des monticules micritiques frasniens "F2j" de l'Ardenne. *Service Géologique de Belgique, Professional Paper*, **260**, 1–427.

BOULVAIN F., 2001; Facies architecture and diagenesis of Belgian Late Frasnian carbonate mounds. *Sedimentary Geology*, **145**, 269–294.

BOULVAIN F., 2007; Frasnian carbonate mounds from Belgium: sedimentology and palaeoceanography. *In* J.J. Alvaro, M. Aretz, F. Boulvain, A. Munnecke, D. Vachard & E. Vennin, (*eds*) Palaeozoic reefs and bioaccumulations: Climatic and Evolutionary Controls. *Geological Society*, *London*, *Special Publication*, **275**, 125–142.

BOULVAIN F. & COEN-AUBERT M., 1991 ; Sédimentologie, diagenèse et stratigraphie des biohermes de marbre rouge de la partie supérieure du Frasnien belge. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **100,** 3–55.

BOULVAIN F., COEN-AUBERT M., MANSY J.L., PROUST J.N. & TOURNEUR F., 1995 ; Le Givétien en Avesnois (Nord de la France) : paléoenvironnements et implications paléogéographiques. *Bulletin de la Société belge de géologie,* **103**, 171–203.

BOULVAIN F. & HERBOSCH A., 1996 ; Anatomie des monticules micritiques du Frasnien belge et contexte eustatique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **197**, 391–398.

BOULVAIN F. & COEN-AUBERT M., 1997 ; Le monticule Frasnien de la carrière du Nord à Frasnes (Belgique) : Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et coraux. *Service Géologique de Belgique, Professional Paper*, **285**, 1–47.

BOULVAIN F., BULTYNCK P., COEN M., COEN-AUBERT M., HELSEN S., LACROIX D., LALOUX M., CASIER J.G., DEJONGHE L., DUMOULIN V., GHYSEL P., GODEFROID J., MOURAVIEFF N., SARTENAER P., TOURNEUR F. & VANGUESTAINE M., 1999. Les formations du Frasnien de la Belgique. *Memoirs of the Geological Survey of Belgium*, **44**, 1–125.

BOULVAIN F., CORNET P., DA SILVA A.C., DELAITE G., DEMANY B., HUMBLET M., RENARD M. & COEN-AUBERT M. 2004; Reconstructing atoll-like mounds from the Frasnian of Belgium. *Facies*, 50, 2, 313–326 .

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

BRETSKY P. W., 1974 ; Evolutionary patterns in the Paleozoic Bivalvia : documentation and some theorical considerations : reply. *Geological Society of America, Bulletin*, **85**, 667–668.

BRICE D., 1980 ; Givétien. *In* C. Cavelier & J. Roger (*eds)*, Les étages français et leurs stratotypes. *Mémoires du B.R.G.M.*, **109**, 9–25.

BRICE D., 1985 ; Le Dévonien. *In* J.P. Colbeaux (*ed.*), Géologie du Boulonnais. Parc naturel régional du Nord-Pas-de-Calais. *Sciences et Nature*, **3**, 142–144.

BRICE D., 1986 ; Place et morphologie des Brachiopodes dans des assemblages benthiques du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais, Nord de la France). *In* P. Racheboeuf & C. Emig (*eds*), Les Brachiopodes fossiles et actuels. *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **4**, 197–208.

BRICE D., 1988 ; Le Dévonien de Ferques (Boulonnais – France). Historique. Synthèse des nouvelles données en Stratigraphie, Sédimentologie, Paléontologie et Tectonique. Conclusions. *In* D. Brice (*ed.*) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**, 7–24.

BRICE D., 1988 ; Brachiopodes du Dévonien de Ferques. *In* D. Brice (*ed.*), Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**, 323–395.

BRICE D., 2006 ; Annotations to the Devonian Correlation Table B 125 dm-ds 06 : Brachiopod biostratigraphy in the Middle and Upper Devonian of Ferques area, Boulonnais (North of France). *Senckenbergiana Lethaea*, **86**, 322.

BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.-P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.C. & BIGEY F., 1976 ; Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, **96**, 135–155.

BRICE D., COLBEAUX J.-P., MISTIAEN B. & ROHART J.-C., 1979a ; Les Formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, **98**, 307–324.

BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. & STREEL M., 1979b; Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, **98**, 325–344.

BRICE D., COEN M., LOBOZIAK, S. & STREEL M., 1981 ; Précisions biostratigraphiques relatives au Dévonien supérieur de Ferques (Boulonnais – France). *Annales de la Société géologique du Nord*, **100**, 159–166.

BRICE D., OLIVER A.W.JR., PELHATE A., PONCET J., CHAMLEY H., MISTIAEN B., COLBEAUX J.-P., LOBOZIAK S., STREEL M., VACHARD D., LE HERISSE A., DEUNFF J., PARIS F., ROHART J.-C., BIGEY F., RACHEBOEUF P. R., GODEFROID J. , BABIN C., LE MENN J., MILHAU B., MORZADEC P., LELIEVRE H., GOUJET D., BLIECK A. & JANVIER P., 1988 ; Le Dévonien de Ferques (Boulonnais – France). *In* D. Brice (*ed.*) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 1-432.

BRICE D., MILHAU B., MISTIAEN B., ROHART J.-C. & VIDIER J.-P., 1989 ; Le Givétien supérieur (Dévonien) à Ferques (Boulonnais – France) : Observations nouvelles. *Annales de la Société géologique du Nord*, **108**, 113–123.

BRICE D., MILHAU B., MISTIAEN B., ROHART J.-C. & WEYANT M., 1991 ; Précisions stratigraphiques sur le Frasnien de Ferrière-la-Grande (Dévonien supérieur ; Avesnois, Nord, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, **2**, (2ème série), 91–104.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

BRICE D. & MISTIAEN B., 2003 ; Le Dévonien : ses subdivisions. Le Strunien un sous-étage du Fammenien ? *Annales de la Société géologique du Nord*, 2ème série, **10**, 97–109.

BULTYNCK P., 1974 ; Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givétien de l'Ardenne franco-belge. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, **50**, 10, 1–30.

BULTYNCK P., with contribution by JACOBS L., 1982 ; Conodont succession and general faunal distribution across the Givetian-Frasnian boundary beds in the type area. *In* Papers on the Frasnian – Givetian boundary, *Subcommission on Devonian Stratigraphy*, *Geological Survey of Belgium*, *Brussels*, 34-59.

BULTYNCK P., 1986 ; Accuracy and reliability of conodont zones: the Polygnathus asymmetricus "zone" and the Givetian – Frasnian boundary. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, **56**, 269–280.

BULTYNCK P., 1987 ; Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, **57**, 149-181.

BULTYNCK P. & COEN M., 1982 ; Rasprostranenie konodontov v svite Fromelen i nijnei tchasti « sloev Fran » (granitsa srednego i verkhnego devona v Ardennakh). *In* B. S. Sokolov & M. A. Rjonsnitzkaia (*eds*) Biostratigrafia pogranitchnykh otlojenii nijnego i srednego devona. Leningrad, Nauka, 38–45.

BULTYNCK P., CASIER J.-G., COEN-AUBERT M., GODEFROID J., JACOBS L., LOBOZIAK S., SARTENAER P. & STREEL M., 1988 ; Pre-congress excursion to the Devonian stratotypes in Belgium. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, **96**, 249–288.

BULTYNCK P., COEN-AUBERT M., DEJONGHE L., GODEFROID J., HANCE L., LACROIX D., PREAT A., STAINIER P., STEEMANS P., STREEL M. & TOURNEUR F., 1991 ; Les formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoires pour servir à l'Explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, **30**, 1–106.

BULTYNCK P. & HOLLEVOET C., 1999; The Eifelian-Givetian boundary and Struve's Middle Devonian Great Gap in the Couvin area (Ardennes, Southern Belgium). *Senckenbergiana Lethaea*, **79**, 3–11.

BULTYNCK P. & COEN-AUBERT M., 2000; Dinant synclinorium, South side (Belgium) – R410 dm 00, The Devonian correlation table. *Senckenbergiana Lethaea*, **80**, 714–720.

BULTYNCK P., COEN-AUBERT M. & GODEFROID J., 2000; Summary of the state of correlation in the Devonian of the Ardennes (Belgium – NE France) resulting from the decisions of the SDS. *In* P. Bultynck (*ed.*), Subcommission on Devonian Stratigraphy, Recognition of Devonian series and stage boundaries in geological areas. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **225**, 91–114.

BULTYNCK P. & DEJONGHE L., 2001; Devonian lithostratigraphic units (Belgium). *Geologica Belgica*, **4**, (1-2), 39–69.

- C -

CARTER H. J., 1880; On *Stromatopora dartingtoniensis*, n. sp. with the tabulation in the larger branches of the Astrorhiza. *Annual Magazine Natural History*, **5**, 339–347.

CASIER J.-G. & PREAT A., 1990; Sédimentologie et ostracodes de la limite Eifelien-Givetien à Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **60**, 75–105.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

CASIER J.-G. & PREAT A., 1991; Evolution sédimentaire et ostracodes de la base du Givetien à Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **61,** 157–177.

CASIER J.-G. & PREAT A., 2006; Ostracods and lithofacies close to the Eifelian-Givetian boundary (Devonian) at Aisemont (Namur Synclinorium, Belgium). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Science de la Terre*, **76**, 5–29.

CECCA F., 2002 ; Palaeobiogeography of Marine Fossil Invertebrates – Concepts and Methods. *In* Taylor & Francis (*eds*), London and New York, 1–273.

CHEETHAM A. H. & HAZEL J. E., 1969; Binary (presence – absence) similarity coefficients. *Journal of Paleontology*, **43**, 1130–1136.

COCKBAIN A., 1984; Stromatoporoids from Devonian reef complexesCanning Basin Western Australia. *Western Australia Geology Survey*, 129, 1–108.

COCKBAIN A., 1989; Distribution of Frasnian and Famennian stromatoporoids. *Memoir of the Association of the Australasian Palaeontologists*, **8**, 339–345.

COCKS L. R. M., MC KERROW W. S. & STAAL C. R., 1997; The margins of Avalonia. *Géological Magazine.*, **134**, 627–636.

COEN M., 1973 ; Faciès, conodontes et stratigraphie du Frasnien de l'Est de la Belgique pour servir à une révision de l'étage. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **95**, 239–253.

COEN M., 1974 ; Le Frasnien de la bordure orientale du bassin de Dinant. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **92**, 383–395.

COEN M., 1977 ; La Klippe du Bois Niau. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **86**, 41–44.

COEN M., 1985 ; Ostracodes givétiens de l'Ardenne. *Mémoire de l'Institut de Géologie*, *Université de Louvain*, **32**, 1–48.

COEN M., BULTYNCK P. & PEL J., 1974 ; Excursion E. *In* J. Bouckaert & M. Streel (*eds*), Guidebook of the International Symposium on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Visean, Namur, September 1st to 10th 1974, 20 p.

COEN M., COEN-AUBERT M. & CORNET P., 1977 ; Distribution et extension stratigraphique des récifs à « *Phillipsastrea* » dans le Frasnien de l'Ardenne. *Annales de la Société géologique du Nord*, **96**, 325–331.

COEN-AUBERT M., 1977 ; Distribution stratigraphique des Rugueux massifs du Givetien et du Frasnien de la Belgique. *Annales de la Société géologique du Nord*, **97**, 49–56.

COEN-AUBERT M., 1992 ; Rugueux coloniaux mésodévoniens du Fondry des Chiens à Nismes (Ardenne, Belgique). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, **62**, 5–21.

COEN-AUBERT M., 2003 ; Description of a few rugose corals from the Givetian Terres d'Haurs Formation in Belgium. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, **73**, 11–27.

COLBEAUX J.-P., 1983 ; Le Boulonnais : sa géologie. *In* A.M.B.E. (*ed.*). Colloque A.M.B.E. : Le patrimoine Naturel Régional Nord/Pas-de-Calais, 149–156.

COLBEAUX J.-P., 1988 ; Données structurales relatives au Dévonien de Ferques (Bas-Boulonnais – France). *In* D. Brice (*ed.*), Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**, 65–70.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

CONIL R., 1961 ; Les gîtes à stromatopores du Strunien de la Belgique. *Mémoires de l'Institut de Géologie de l'Université de Louvain*, **22**, 339–369.

COOPER R. A., 2003; Measures of diversity. *In* B. D. WEBBY, F. PARIS, M. L. DROSER & I. G. PERCIVAL (*eds*), The Great Ordovician Biodiversification Event. 52–57.

COPPER P., 2002; Silurian and Devonian reefs: 80 millions years of global greenhouse between two ice ages. *In* Phanerozoic Reef Patterns SEPM Special Publication, **72**, 181–238

CORNET P., 1975 ; Morphogenèse, caractères écologiques et distribution des stromatoporoïdes dévoniens au bord sud du bassin de Dinant (Belgique). *Thèse de doctorat Université catholique de Louvain*. Louvain la Neuve. 1–195.

CORNET P., 1978 ; Le biostrome « F2h » de la tranchée du chemin de fer de Neuville (Bassin de Dinant – Belgique). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **100**, 31–40.

CORSIN P., 1928 ; Découverte d'une Goniatite dans les Schistes rouges de Fiennes (Boulonnais). *Annales de la Société géologique du Nord*, **53**, 283–286.

CORSIN P., 1933 ; La flore dévonienne de Caffiers (Bas-Boulonnais). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **197**, 600–602.

CRICK R.E., ELLWOOD B.B. & EL HASSANI A., 1994; Integration of biostratigraphy, magnetic susceptibility and relative sea-level change: A new look at high resolution correlation. *Subcommission on Devonian Stratigraphy*, *Newsletter*, **11**, 59–66.

CRICK R.E. & ELLWOOD B.B., 1997; Magnetosusceptibility event and cyclostratigraphy (MSEC). *Subcommission on Devonian Stratigraphy*, *Newsletter*, **14**, 35–50.

CRICK R.E., ELLWOOD B.B., HLADIL J., EL HASSANI A., FEIST R. & HLADIL J., 1997 ; Magnetosusceptibility event and cyclostratigraphy (MSEC) of the Eifelian-Givetian GSSP and associated boundary sequences in north Africa and Europe. *Episodes*, **20**, 167–175.

CRICK R.E., ELLWOOD B.B., EL HASSANI A. & FEIST R., 2000; Proposed magnetostratigraphy susceptibility magnetostratotype for the Eifelian-Givetian GSSP (Anti-Atlas, Morocco). *Episodes*, **23**, 93–101.

CRICK R.E., ELLWOOD B.B., HLADIL J., EL HASSANI A., HROUDA F. & CHLUPAC I., 2001 ; Magnetostratigraphy susceptibility of the Pridolian-Lochkovian (Silurian-Devonian) GSSP (Klonk, Czech Republic) and coeval sequence in Anti-Atlas Morocco. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **167**, 73–100.

CRICK R.E., ELLWOOD B.B., FEIST R., EL HASSANI A., SCHINDLER E., DREESEN R., OVER D.J. & GIRARD C., 2002 ; Magnetostratigraphy susceptibility of the Frasnian / Famennian boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **181**, 67–90.

CUMINGS E. R., 1932 ; Reefs or bioherms ? *Bulletin of the Geological Society of America*, **43**, 331–352.

- D -

DA SILVA A. C., 2004 ; Sédimentologie de la plate-forme carbonatée frasniennne belge. *Thèse doctorale de 3ème cycle*. Université de Liège, 423 p., (non publié).

DA SILVA A. C. & BOULVAIN F., 2003 ; Sedimentology, magnetic susceptibility and correlations of Middle Frasnian platform limestone (Tailfer and Aywaille sections, Belgium). *Geologica Belgica*, **6**, 81–96.

DA SILVA A. C. & BOULVAIN F., 2004 ; From palaeosols to carbonate mounds: facies and environments of the middle Frasnian platform in Belgium. *Geological Quaterly*, **48** (3), 253–266.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

DA SILVA A. C. & BOULVAIN F., 2006 ; Upper Devonian carbonate platform correlations and sea-level variations recorded in magnetic susceptibility. *Geologica Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **240**, 373–388.

DE WILDE C., 2005 ; Sédimentologie de la Formation des Trois-Fontaines à Marenne. *Mémoire de Licence en Sciences Géologiques*, Université de Liège, 46 p., (non publié).

DEHORNE Y., 1916 ; Stromatopores du Givétien de Glageon (Nord). *Bulletin de la Société géologique de France*, **16**, 180–185.

DEHORNE Y., 1920 ; Les Stromatoporoïdes des terrains secondaires. *Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique de France*, 1–170.

DEJONGHE L., 1987 ; Lithogéochimie des sédiments de plate-forme déposés au Sud du Massif du Brabant (Belgique) pendant le Mésodévonien et le Frasnien. *Mémoires pour servir à l'Explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, **23**, 1–147.

DEVLEESCHOUWER X., 1999 ; La transition Frasnien-Famennien (Dévonien Supérieur) en Europe: Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et susceptibilité magnétique, *Thèse inédite de Doctorat en Sciences présenté à l'Université Libre de Bruxelles*, 411p.

DICKINS J.M., 1993; Climate of Late Devonian to Triassic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **100**, 89–94.

DONG D.-Y., 1974; *In* DONG D.-Y. 2001, Stromatoporoids of China 中国层孔虫, *Sciences Press*, 129, 340.

DONG D.-Y., 1989; Devonian stromatoporoids from Ningland of Yunnan. *Acta Micropalaeontologica Sinica* **6**, 2, 171–178.

DONG D.-Y. 2001 ; Stromatoporoids of China [in Chinese]. Beijing, *Sciences Press*, 423 pp.

DONG D.-Y. & WANG C.-Y., 1982 ; Devonian stromatoporoids of eastern Yunnan [in Chinese with English summary]. *Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*, **4,** 1–40.

DONG D.-Y. & WANG S.-B., 1989; Devonian stromatoporoid biota of Northern Guangxi and Mountlike superimposed bioherm of Huanjland county - with remarks on the distribution of the Devonian and sedimentary paleogeography in this area. *Memoir of Nanjing Institut of geology and Palaeontology, Academia Sinica*, **25**, 235–290.

DONG D.-Y. & YANG J.-Z., 1982; *In* DONG D.-Y. 2001, Stromatoporoids of China 中国层孔虫, *Sciences Press*, 148, 340.

DUMOULIN V., COEN M. & BLOCKMANS S., 2006 ; Les coupes de référence et au-delà… la cartographie géologique : le cas de la Formation de Couvin et le passage de celle-ci à la Formation de Jemelle. *Géologie de la France*, **1-2**, 41–44.

DUNHAM R. J., 1962 ; Classification of carbonate rocks according to depositional textures. *The American Association of Petroleum geologists*, *Memoirs*, **1**, 108–121.

DUNLOP D.J., 1995 ; Magnetism in rocks. *Journal of Geophysical Research*, **100**, 2161–2174.

- E -

EDEL J. B. & WEBER K., 1994; Cadomian terranes, wrench faulting and thrusting in the central Europe Variscides: geophysical and geological evidence. *International Journal of Earth Sciences*, **84**, 2, 412–432.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

ELLWOOD B.B., CRICK R.E. & EL HASSANI A., 1999 ; Magnetosusceptibility event and cyclostratigraphy (MSEC) method used in geological correlation of Devonian rocks from Anti-Atlas Morocco. *The American Association of Petroleum geologists*, *Bulletin*, **83**, 1119–1134.

ELLWOOD B.B., CRICK R.E., EL HASSANI A., BENOIST S.L. & YOUNG R.H., 2000; Magnetosusceptibility event and cyclostratigraphy method applied to marine rocks: detrital input versus carbonate productivity. *Geology*, **8**, 1135–1138.

ELLWOOD B.B., CRICK R.E., GARCIA-ALCADE J.L., SOTO F.M., TRUYÓLS-MASSONI M., EL HASSANI A. & KOVAS E.J., 2001 ; Global correlation using magnetic susceptibility data from Lower Devonian rocks. *Geological Society of America*, *Bulletin*, **29**, 583–586.

ELLWOOD B.B., BENOIST S.L., EL HASSANI A., WHEELER C. & CRICK R.E., 2003a; Impact ejecta layer from the Mid-Devonian: possible connection to global mass extinctions. *Science*, **300**, 1734–1737.

ELLWOOD B.B., MACDONALD W.D., WHEELER C. & BENOIST S.L., 2003b; The K-T boundary in Oman: identified using magnetic susceptibility field measurements with geochemical confirmation. *Earth and Planetary Science Letters*, **206**, 529–540.

ELLWOOD B.B., SCHINDLER E., PHUONG LAN L. T. & PHUONG T.H., 2007 ; The Frasnian/Famennian Boundary interval from the Xom Nha cave section, Quang Binh Province, Central Vietnam: Correlation to the Type Kellwasser locality, Oker Reservoir, Harz Mountains, Germany, using magnetic susceptibility data sets. *Subcommision of Devonian Stratigraphy*, *Eureka*, *Nevada*, *August 2007*, Abstract, p.32.

EMBRY A. F. & KLOVAN J. E., 1972 ; Absolute water depths limits of Late Devonian paleoecological zones. *Geologische Rundschau*, **61**, 672–686.

ERRERA M., MAMET B. & SARTENAER P., 1972 ; Le Calcaire de Givet et le Givetien à Givet. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Sciences de la Terre*, **48**, 1–159.

- F -

FAGERSTROM J. A., 1961; The fauna of the Middle Devonian Formosa Reef limestone of southwestern Ontario. *Journal of Paleontology*, 35, 1, 1–48.

FAGERSTRÖM J.A., 1982; Stromatoporoids of the Detroit River Group and adjacent rocks (Devonian) in the vicinity of the Michigan Basin. *Geological Survey Canada*, *Bulletin*, **339**, 1–81.

FELDMAN H. R., 1994; Brachiopods of the Onondaga Formation, Moorehouse Member (Devonian, Eifelian), in the Genesee Valley, Western New York. *Bulletins of American Paleontology*, **107**, 1–56.

FISCHER A. G. & ARTHUR M. A., 1977; Secular variations in the pelagic realm. *Society of Economic Paleontogists and Mineralogists*, *Special Publication*, **25**, 18–50.

FLÜGEL E., 1958a; Artenrevision von *Actinostroma* NICHOLSON (Stromatoporoidea). *Anzeiger der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 1958/4, 25–29.

FLÜGEL E., 1958b ; *Pseudoactinodictyon* n. gen. und *Actinodictyon* Parks (Stromatoporoidea). *Senckenbergiana lethaea*, **39**, 3-4, 135–151.

FLÜGEL E., 1958c ; Revision der Hydrozoen des Grazer Devons. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, **49**, 129–172.

FLÜGEL E., 1959 ; Die Gattung *Actinostroma* NICHOLSON und ihre Arten (Stromatoporoidea). *Annalen des Naturhistorhischen Museums in Wien*, **63**, 90–273.

FLÜGEL E., 2004 ; Microfacies of carbonate rocks. Springer-Verlag, Berlin, 1–97.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

FLÜGEL E. & FLÜGEL-KHALER E., 1968 ; Stromatoporoidea. *Fossilium Catalogus*, *I-II [Animalia]* W. Junk, s'Gravenhage, **115/116**, 1–681.

FLÜGEL E. & FLÜGEL-KAHLER E., 1975a ; Stromatoporen aus dem Unteren Kohlenkalk (Tn 1b, Strunium) von Aachen. *Neues Jahrbuch für Geologie and Paläontologie, Abhandlungen*, **149**, 1–38.

FLÜGEL E. & FLÜGEL-KAHLER E., 1975b ; Phanerozoic Reef Evolution: Basic Questions and Data Base. *Facies*, **26**, 167–278.

FLÜGEL E. & FLÜGEL-KAHLER E., 1992 ; Phanerozoic Reef Evolution: Basic Questions and Data Base, *Facies*, **26**, 167–278.

FOOTE M., 1991; Morphological patterns of diversification: Examples from trilobites. *Palaeontology*, **34**, 461–485.

FOOTE M., 1993; Discordance and concordance between morphological and taxonomic diversity. *Paleobiology*, **19**, 185–204.

FOOTE M., 1997a ; Sampling, taxonomic description, and our evolving knowledge of morphological diversity. *Paleobiology*, **23**, 181–206.

FOOTE M., 1997b ; Estimating taxonomic durations and preservability. *Paleobiology*, **23**, 278–300.

FOOTE M., 2000a ; Origination and extinction components of taxonomic diversity: Paleozoic and post Paleozoic dynamics. *Paleobiology*, **26**, 4, 578–605.

FOOTE M., 2000b ; Origination and extinction components of taxonomic diversity: General problems. *In* D. H. Erwin & S. L. Wing (*eds*), Deep Time: Paleobiology's perspective. *25th Anniversary Special volume of Paleobiology, Paleontological Society*, 74–102.

FOOTE M., 2001; Evolutionary rates and the age distribution of living and extinct taxa. *In* J. B. C. Jackson, S. Lidgard & F. K. McKinney (*eds*), Evolutionary Patterns: Growth, Form and Tempo in the Fossil Record. University of Chicago Press, Chicago, 245–294.

FOOTE M., 2002 ; Inferring temporal patterns of preservation, origination, and extinction from taxonomic survivorship analysis. *Paleobiology*, **27**, 602–630.

FOOTE M. & SEPKOSKI J. JR., 1999; Absolute measures of the completeness of the fossil record. *Nature*, **398**, 415–417.

- G -

GALLOWAY J. J., 1957 ; Structure and classification of the stromatoporoidea. *Bulletins of American Paleontology*, **37**, 345–462.

GALLOWAY J. J. & ST-JEAN J., 1957 ; Middle Devonian Stromatoporoidea of Indiana, Kentucky and Ohio. *Bulletins of American Paleontology*, **37**, 24–308.

GODEFROID J. & MOTTEQUIN B., 2005; Givetian brachiopods from the Trois-Fontaines Formation at Marenne (Belgium, Dinant Synclinorium). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre,* **75**, 5–23.

GOGOLCZYK W., 1959; Rodzaj *Stachyodes* (Stromatoporoidea) w dewonie Polski. *Acta Palaeontologica Polonica*, **4**, 4, 354–384.

GOLDFUSS G. A., 1826 ; Petrefacta Germaniae. Arnz and company, Düsseldorf, **1**, 1–252.

GOSSELET J., 1860 ; Sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais. Thèse. *Imprimerie Martinet,* Paris, 1–164.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

GOSSELET J., 1861 ; Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **17**, 27–29.

GOSSELET J., 1876 ; Esquisse géologique du département du Nord et des contrées voisines. *Bulletin de la Société d'Histoire et de Littérature du Nord*, **2**, 109–215.

GOSSELET J., 1879 ; Description géologique du Canton de Maubeuge. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **6**, 129 – 211.

GOSSELET J., 1888. L'Ardenne ; *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, Baudry & Cie ; Paris, 1–889.

GOSSELET J., 1899. Aperçu général sur la géologie du Boulonnais. *28ème Congrès de l'Association Française Avanc. Soc*., Boulogne-sur-Mer, 3-50.

GOUWY S. & BULTYNCK P., 2003 ; Conodont based graphic correlation of the Middle Devonian formations of the Ardenne (Belgium): implication for stratigraphy and construction of regional composite. *Revista española de Micropaleontologia*, **35**, 315–344.

GRADSTEIN F.M., OGG J.G. & SMITH A.G., (*eds*), 2004 ; A Geologic Time Scale, Cambridge University Press, 1–589.

- H -

HALAMSKI A. T., 2008 ; Paleobiogeographical signature of the Middle Devonian Łysogóry Region brachiopod fauna. *Fossils and Strata*, **54**, 87– 98.

D'OMALIUS D'HALLOY J. J., 1862 ; Abrégé de géologie. 7ème édition y compris celle publiées sous les titres d'éléments et de précis de géologie. P. Leiber (Bruxelles – Leipzig) & A. Schnée, 626 pp.

HARLAND W. B., ARMSTRONG R. L., COX A. V., CRAIG L. E., SMITH A. G. & SMITH D. G., 1989 ; A Geologic Time Scale. Cambridge University Press, 279 pp.

HARPER C. W., 1975; Standing diversity of fossil groups in successive intervals of geologic time: A new measure. *Journal of Paleontology*, **49**, 752–757.

HARPER C. W., 1996 ; Patterns of diversity, extinction and origination in the Ordovician-Devonian Stropheodontacea. *Historical Biology*, **11**, 267–288.

HARTMAN W. T. & GOREAU T. F., 1970 ; Jamaican coralline sponges: their morphology, ecology and fossil relatives. *Zoological Society of London Symposium*, **25**, 205–243.

HEINRICH M., 1914; Uber den Bau und das System der Stromatoporen. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 732–736.

HEYWOOD V. H. & BASTE I., 1995; Introduction. *In* V. H. Heywood (*ed*.), Global Biodiversity Assessment. *Cambridge University Press*, 5–19.

HLADIL J. 1993 ; Tabulatomorphs and stromatoporoids below and above the upper boundary of the Acanthopyge Limestone (Eifelian/Givetian transitional interval, Central Bohemia). *Vestnik Ceskeho geologického Ústavu*, **68**, 27–42.

HLADIL J. 1994 ; Moravian Middle and Late Devonian Buildups: evolution in time and space with respect to Laurussian shelf. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **172**, 111–125.

HLADIL J. 2003 ; Devonian and Carboniferous of the Moravian karst (Czech Republic). *IX Fossil cnidaria and porifera Congress, Graz : Guidebook B2 "Moravian Karst"* 11 July 2003, 1–15.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

HOUSE M. R., SCRUTTON C. T. & BASSET M. G. (*eds*), 1979 ; The Devonian system. *The Palaeontological Association*, *London*, *Special Paper in Palaeontology*, **23**, 1–353.

HUBERT B. L. M., ZAPALSKI M. K., NICOLLIN J.-P., MISTIAEN B. & BRICE D. 2007 ; Selected benthic faunas from the Devonian of the Ardennes: An estimation of palaeobiodiversity. *Acta Geologica Polonica*, **57**, 223–262.

HUNG N.H. & MISTIAEN B., 1997 ; *Vacuustroma,* un genre nouveau de stromatopore dendroïde du Dévonien du Vietnam et du Boulonnais (France). *Geobios*, **30**, 2, 193–204.

- J -

JABLONSKI D., 1991; Extinctions: A paleontological perspective. *Science*, **253**, 754–757.

JABLONSKI D., 1995 ; Extinctions in the fossil record. *In* J. H. Lawton & R. M. May (*eds*), Extinction Rates, Oxford University Press, 25–44.

JOHNSON J. G., KLAPPER G. & SANDBERG C. A., 1985 ; Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. *Geological Society of America, Bulletin*, **96**, 567–587.

- K -

KAPP U. S. & STEARN C. W., 1975 ; Stromatoporoids of the Chazy Group (Middle Ordovician), Lake Chaplain, Vermont and New York. *Journal of Paleontology*, **49**, 163–186.

KAUFMANN B., 2006; Calibrating the Devonian Time Scale: A synthesis of U-Pb ID-TIMS ages and conodont stratigraphy. *Earth Science Reviews*, **76**, 175–190.

KAŹMIERCZAK J., 1971 ; Morphogenesis and systematics of the Devonian stromatoporoidea from the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, **26**, 1–150.

KELLER M. & FLÜGEL E., 1996 ; Early Ordovician reefs from Argentina: stromatoporoid vs stromatolite origin. *Facies*, **34**, 177–192.

KERSHAW S., 1994; Classification and Geological Signifiance of Biostromes. *Facies*, **31**, 81–92.

KERSHAW S., 1998 ; Stromatoporoid palaeobiology and its applications in palaeoenvironment analysis. *Palaeontology*, **41**, 509–544.

KERSHAW S., 1999; The applications of stromatoporoid palaeobiology in palaeoenvironmental analysis. *Palaeontology*, **41**, 509–544.

KERSHAW S. & BRUNTON F. R., 1999; Palaeozoic stromatoporoid taphonomy: ecologic and environmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **149**, 313–328.

KHALFINA V. K., 1961 ; Order Stromatoporoidea. Devonian system [in Russian]. *In* L. L. Khalfin (*ed.*), Paleozoic Biostratigraphy of the Sayan-Altai Mountain Region, 2. Middle Paleozoic. *Trudy Sibirskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Geologii, Geofiziki Mineral'nogo Syr'ya*, **20**, 245-256, 323–349.

KHALFINA V. K., 1968 ; On new genera of stromatoporoids from Devonian deposits of the south-eastern margin of the Kuznetsk Basin and Altai [in Russian]. *In* V. A. Ivania (*ed.*), New Contributions on the Paleontology of the Lower and Middle Paleozoic of Western Siberia. *Trudy Tsomkogo Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Gosudarstvennogo Universiteta im V. V. Kuibysheva, Seriya Geologicheskaya*, **202**, 147–152.

KHALFINA V. K. & YAVORSKY V. I., 1971 ; New group of stromatoporoids [in Russian]. *Akademiya Nauk SSSR, Sibirskoe Otdelenie, Trudy Instituta Geologii i Geofiziki*, **8**, 118–121.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

KHROMYCH V. G., 1969 ; Stromatoporoids from the Middle Devonian of the Omolon Massif [in Russian]. *In* A. B. Ivanovskii (*ed.*), Upper Paleozoic of Sibiria and the Far East. *Akademiya Nauk SSSR, Sibirskoe Otdelenie, Trudy Instituta Geologii i Geofiziki*, **68**, 29–37.

KHROMYCH V. G., 1974 ; Devonian stromatoporoid of the north-east USSR [in Russian]. *Akademiya Nauk SSSR, Sibirskoe Otdelenie, Trudy Instituta Geologii i Geofiziki*, **68**, 1–104.

KIESSLING W., FLÜGEL E., & GOLONKA J., 1999 ; Paleoreef maps : Evaluation of a comprehensive database on Phanerozoic reefs, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **83**, 1552–1587.

KLOVAN J. E., 1966 ; Upper Devonian stromatoporoids from the Redwater Reef complex, Alberta. *Bulletin of Geological Survey of Canada*, **133**, 1–33.

KNOLL A. H., 1994 ; Proterozoic and Early Cambrian protists: evidence for accelerating evolutionary tempo. *Proceedings of the National Academy of Science*, **91**, 6143–6150.

KOPTIKOVA L., 2007 ; The precise position and structure of the basal Chotec event: Lithological, MS-and-GRS and geochimical characterisation of the Emsian-Eifelian carbonate strates successions in the Prague syncline (Tepla-Barrandian Unit, Central Europe). *Subcommission of Devonian Stratigraphy*, *Eureka*, *Nevada*, *August 2007*, Abstract, 55–57.

KREBEDÜNKEL J., 1995 ; Stromatoporen aus dem Givet und Frasne des Bergischen Landes. *Geologisches Institut der Universitaet zu Koeln Sonderveroeffenlichungen*, **106**, 1–182.

- L -

LACQUEMENT F., 2001 ; L'Ardenne varisque. Déformation progressive d'un prisme sédimentaire préstructuré ; de l'affleurement au modèle de chaîne. *Société géologique du Nord*, *Publication*, **29**, 1–285.

LACROIX D., 1972 ; Contribution à l'étude stratigraphique et paléoécologique du Mésodévonien et du Frasnien du Synclinorium de Namur. *Thèse Université de Louvain*, 228 pp.

LACROIX D., 1974a ; Sur la stratigraphie du Mésodévonien et du Frasnien du bord Sud du Synclinorium de Namur. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **97**, 11–21.

LACROIX D., 1974b ; Lithostratigraphie comparée du Givétien aux bords Nord et Sud du Synclinorium de Namur. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **97**, 59–65.

LECOMPTE M., 1936 ; Contribution à la connaisance des « récifs » du Frasnien de l'Ardenne. Etude lithologique du « récif exploité à la nouvelle carrière du Château Gaillard à Trélon (France). *Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain*, **10**, 29–112.

LECOMPTE M., 1951 ; Les stromatoporoïdes du Dévonien moyen et supérieur du Bassin de Dinant. Première partie. *Mémoires - Institut royal des sciences naturelles de Belgique*, **116**, 1–216.

LECOMPTE M., 1952 ; Les stromatoporoïdes du Dévonien moyen et supérieur du Bassin de Dinant. Deuxième partie. *Mémoires - Institut royal des sciences naturelles de Belgique*, **117**, 217–259.

LECOMPTE, M. 1954; Quelques données relatives à la genèse et aux caractères écologiques des "récifs" du Frasnien de l'Ardenne. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *Volume jubilaire Victor van Straelen,* **1**,153–181.

LECOMPTE M., 1956; Stromatoporoidea. *In* R.C. Moore (*ed.*), Treatise on Invertebrate Paleontology. Geological Society of America & University of Kansas Press, Lawrence, part F, F107–F144.

LECOMPTE M., 1967 ; Le Dévonien de la Belgique et du Nord de la France. *In* D.H. Oswald (*ed.*), International Symposium on the Devonian System, *Alberta Society of Petroleum Geology*, **1**, 15–52.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

LE MAITRE D. & DEVOS I., 1961a ; Le Dévonien de la carrière du Banc Noir (Massif de Ferques – Boulonnais). Note préliminaire. *Annales de la Société géologique du Nord*, **81**, p. 63.

LE MAITRE D. & DEVOS I. 1961b ; Observations nouvelles sur le Dévonien du massif de Ferques en Boulonnais. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **252**, 761–763.

LESUISSE A., STREEL M. & VANGUESTAINE M., 1979 ; Observations palynologiques dans le Couvinien (Emsien terminal et Eifelien) du bord oriental du Synclinorium de Dinant, Belgique. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **102**, 325–355.

LI ?, 1977 ; *In* DONG D.-Y. 2001, Stromatoporoids of China 中国层孔虫, *Sciences Press*,p. 216, 340.

- M -

MABILLE C. & BOULVAIN F., 2007a ; Sedimentology and magnetic susceptibility of the Upper Eifelian – Lower Givetian (Middle Devonian) in southwestern Belgium: insights into carbonate platform initiation. *In* J. J. Alvaro, M. Aretz, F. Boulvain, A. Munnecke, D. Vachard & E. Vennin, (*eds*), Palaeozoic Reefs and Bioaccumulations: Climatic and Evolutionnary Controls. *Geological Society, London, Special Publications*, **275**, 109–123.

MABILLE C. & BOULVAIN F., 2007b. Sedimentology and magnetic susceptibility of the Couvin Formation (Eifelian, south western Belgium): carbonate platform initiation in a hostile world. *Geologica Belgica*, **10**, 47–67.

MABILLE C. & BOULVAIN F., 2008. Les Monts de Baileux section: detailed sedimentology and magnetic susceptibility of Hanonet, Trois-Fontaines and Terres d'Haurs Formations (upper Eifelian – lower Givetian, Southwestern Belgium). *Geologica Belgica*, **11**, 93–121.

MABILLE C., DE WILDE C., HUBERT B. L. M. & BOULVAIN F., 2008. Detailed sedimentological study of a non-classical lower Givetian succession for Trois-Fontaines and Terres d'Haurs Formations (Givetian, Marenne, Belgium) – Introduction of the Marenne Member. *Geologica Belgica,* **11** (3/4), 217–238.

MAGNE F., 1964; Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique). *Thèse de 3ème cycle Université de Paris*, 172 pp.

MAILLIEUX E., 1921; The Palaeozoic Formations of the southern part of the Dinant Basin. *Proceedings of the Geologists' Association*, 1–13.

MAILLIEUX E., 1922a ; Terrains, roches et fossiles de la Belgique. *Les Naturalistes Belges*, 1–217.

MAILLIEUX E., 1922b; The Geology of Belgium, II: The Palaeozoic formations of the southern part of the Dinant Basin. *Proceedings of the Geologists' Association*, **33**, 9–19.

MAILLIEUX E., 1933 ; Terrain, Roches et Fossiles de la Belgique. Deuxième édition. *Patrimoine du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, 1–217.

MAILLIEUX E., 1940 ; Contribution à la connaissance du Frasnien moyen (Assise de Frasnes) de la Belgique. *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, **16**, 1–44.

MAILLIEUX E. & DEMANET F., 1929 ; L'échelle stratigraphique des terrains primaires de la Belgique. *Bulletin de la Société géologique de Belgique*, **38**, 124–131.

MALEC J. & TURNAU E., 1997; Middle Devonian Conodont, Ostracod and Miospore Stratigraphy of the Grzegorzowice – Skaly Section, Holy Cross Mountains, Poland. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Earth Sciences*, **45**, 67–86.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

MAMET B. & PREAT A., 2005 ; Microfaciès d'une lentille biohermale à la limite Eifelien/Givetien (Wellin, bord Sud du Synclinorium de Dinant). *Geologica Belgica*, **8**, 85–111.

MATTHEWS S. C., 1973; Notes on open nomenclature and on synonymy lists. *Paleontology*, **16** (4), 713–719.

MAY A., 1999 ; Revision of the Silurian and Devonian Stromatoporoids of Bohemia described by Pocta (1894). *Journal of the Czech Geological Society*, **44**, 167–180.

MAY A., 2005 ; Die Stromatoporen des Devons und Silurs von Zentral-Böhmen (Tschechische Republik) und ihre Kommensalen. *Zitteliana*, **B 25**, 117–250.

MC COY, 1850 ; Descriptions of three new Devonian zoophytes. *Annals and Magazine of Natural History*, **6**, 2, 377–378.

MC GHEE G. R. & BAYER U., 1985 ; The local signature of sea-level changes. *In* U. BAYER & A. SEILACHER (*Eds*), Sedimentary and Evolutionnary Cycles. Springer, New York, 98 –112.

MEILLIEZ F., 1989 ; Tectonique distensive et sédimentation à la base du Dévonien, en bordure NE du massif de Rocroi (Ardennes). *Annales de la Société géologique du Nord*, **107**, 281–295.

MEILLIEZ F., ANDRE, L., BLIECK, A., FIELITZ, W.,GOFETTE, O., HANCE, L., KHATIR, A., MANSY, J.-L., OVERLAU, P., VERNIERS, J., 1991; Ardennes – Brabant. *Bulletin de la Société Géologique de Strasbourg*, **44**, 1–2, 3–29.

MEILLIEZ F. & MANSY J. L., 1990 ; Déformation pelliculaire différenciée dans une série à lithologie hétérogène : le Dévono-Carbonifère de l'Ardenne. *Bulletin de la Société géologique de France*, **8** , 177–188.

MENDEZ – BEDIA I., 1984 ; Primera nota sobrelos Estromatoporidos de la Formacion Moniello (Devonico de la cordillera cantabrica, NW de Espana). *Trabajos de Geologia*, **14**, 151–159.

MILHAU B., 1983 ; Ostracodes du Givétien supérieur du Boulonnais. Corrélations avec l'Ardenne. *Annales de la Société géologique du Nord*, **102**, 217–236.

MILHAU B., 1988 ; Ostracodes du Givétien de Ferques (Dévonien moyen, Boulonnais – France). *In* D. Brice (*ed*.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**, 479–491.

MILLER A. I., 2000 ; Conversations about Phanerozoic global diversity ; *In* D. H. Erwin & S. L. Wing (*eds*), Deep Time: Paleobiology's perspective. *25th Anniversary Special volume of Paleobiology, Paleontological Society*, 53–73.

MILLER A. I. & FOOTE M., 2000 ; Calibration the Ordovician Radiation of marine life: implications for Phanerozoic diversity trends. *Paleobiology*, **22**, 304–309.

MISTIAEN B., 1980; Stromatopores du Givétien de Ferques (Boulonnais, France). *Bulletin du Museum National d'Histoire naturelle de Paris*, 4ème série, 2, section C, **3**, 167–257.

MISTIAEN B., 1982 ; Comments on the stratigraphic distribution of Stromatoporoids around the Middle Upper Devonian boundary. *In* F. Bigey *et al.* (*eds*). *Papers on the Frasnian-Givetian boundary*. *Subcommission on Devonian Stratigraphy and Ministry of Economic Affairs*. *Brussels*, 91–100.

MISTIAEN B., 1984 ; Disparition des stromatopores paléozoïques ou survie du groupe: hypothèse et discussion. *Bulletin de la Société géologique de France*, **26** (6), 1245–1250.

MISTIAEN B., 1985 ; Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan (Montagnes Centrales): Analyse et systématique des stromatopores. *Société géologique du Nord*, Publication **11** (2), 1–245.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

MISTIAEN B., 1988 ; Stromatopores du Givétien et du Frasnien de Ferques (Boulonnais – France). *In* D. Brice (*ed.*) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**, 163–195.

MISTIAEN B., 2002 ; Stromatopores et coraux tabulés du Membre de Pâtures, Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques, Boulonnais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **9**, 2ème série, 85–90.

MISTIAEN B., 2006 ; Annotations to the Devonian Correlation Table B 144–145 dm–ds 06 : Stromatoporoid and Tabulate Coral biostratigraphy in the Middle and Upper Devonian of Ferques area, Boulonnais (North of France). *Senckenbergiana Lethaea*, **86**, 321.

MOURAVIEFF A., 1974 ; Excursion F. *In* J. Bouckaert & M. Streel (*eds*), Guidebook of the International Symposium on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Visean, Namur September 1st to 10th 1974. *Service géologique de Belgique*, *Bruxelles*, 1–13.

MOURAVIEFF A., 1982 ; Conodont stratigraphic scheme of the Frasnian of the Ardennes. *In* Papers on the Frasnian – Givetian boundary. *Subcommission on Devonian Stratigraphy*. *Geological Survey of Belgium*, *Brussels*, 101–118.

- N -

NAWROCKI J. & POPRAWA P., 2006 ; Development of Trans–European Suture Zone in Poland: from Ediacaran rifting to Early Palaeozoic accretion. *Geological Quaterly*, **50**, 59–76.

NESTOR H. A., 1964 ; Ordovician and Llandoverian Stromatoporoidea of Estonia [in Russian with English summary]. *Akademiya Nauk Estonskoi S.S.R*, *Institut Geologii*, Tallinn, 1–112.

NESTOR H. A., 1966 ; Wenlockian and Ludlovian Stromatoporoidea of Estonia [in Russian with English summary]. *Akademiya Nauk Estonskoi S.S.R*, *Institut Geologii*, "Valgus", Tallinn, 1–87.

NICHOLSON H. A., 1873 ; On some new species of *Stromatopora*. *Annual Magazine of Natural History*, **4**, 4–14.

NICHOLSON H. A., 1886a ; On some New or Imperfectly-known species of Stromatoporoids. *Annual Magazine of Natural History*, **5**, 225–239.

NICHOLSON H. A., 1886b ; A Monograph of the British Stromatoporoids. Part I. General introduction. *Palaeontographical Society of London*, **39**, 1–130.

NICHOLSON H. A., 1891 ; A Monograph of the British Stromatoporoids. Part III. Description of Species. *Palaeontographical Society of London*, **44**, 159–202.

NICHOLSON H. A., 1892 ; A Monograph of the British Stromatoporoids. Part IV. Table of Content, Description of Species. Supplement, Appendix, Index. *Palaeontographical Society of London*, **46**, 203–234.

NICHOLSON H. A. & MURIE J., 1878 ; On the minute structure of *Stromatopora* and its Allies. *Journal of the Linnean Society, Zoology*, **14**, 187–246.

NORSE E. A., ROSENBAUM K. L., WILCOVE D. S., WILCOX B.A., ROMME W. H., JOHNSON D. W. & STOUT L. M., 1986 ; Conserving biological diversity in our national forests. The Wilderness Society, Washington D.C.

- O -

ODIN G.-S. & ODIN C., 1990 ; Echelle numérique des temps géologiques, mise à jour 1990. *Géochronique*, **35**, 12–19.

OGG J. G., 2004 ; Status of Divisions of the International Geologic Time scale. *Lethaia*, **37**, 182–201.

ORBIGNY A. M. D'., 1850 ; Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. Volume 2, Masson, Paris, 428 pp.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

- P -

PARKS W. A., 1904 ; Devonian Fauna of Kwataboahegan River. *Ontario Bulletin of Mines*, **13**, 1–?. [not consulted]

PARKS W. A., 1936 ; Devonian Stromatoporoids of North America. *University of Toronto Studies, Geological Serie*, **39**, 1–125.

PATTERSON C. & SMITH A. B., 1987 ; Is the periodicity of extinctions a taxonomic artefact? *Nature*, **330**, 248–251.

PEDDER A. E. H., 2006 ; Zoogeographic data from studies of Paleozoic corals of the Alexander terrane, southeastern Alaska and British Columbia. *In* J.W. Haggart, R.J. Enkin, and J.W.H. Monger, (*eds*), Paleogeography of the North American Cordillera: Evidence For and Against Large-Scale Displacements. *Geological Association of Canada, Special Paper*, **46**, 29–57.

PEL J., 1967a ; Etude sédimentologique du Givétien, au Nord-Est de Givet. *International symposium on the Devonian system*, *Calgary*, **2**, 441–451.

PEL J., 1967b ; Interprétation nouvelle du Givétien de Givet. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **264**, série D, 1961–1964.

PEL J., 1975 ; Etude sédimentologique et stratigraphique du Givetien Synclinorium de Dinant, de Givet à liège. *Extrait de la collection des Publications de la faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège,* **53**, 61–114.

PEL J. & LEJEUNE M., 1975 ; Le Givetien de Givet (coupe du Mont d'Haurs). *In* R.Conil *et al*. (*eds*), Livret Guide du 2ème Symposium International sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles, Excursion C, 1–9.

PELHATE A. & PONCET J., 1988 ; Evolution sédimentaire de la Formation de Blacourt (Givetien de Ferques – Boulonnais. *In* D. Brice (*ed*.) Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**, 25–37.

PETERS S.E. & FOOTE M., 2002 (for 2001); Biodiversity in the Phanerozoic: a reinterpretation. *Paleobiology*, **27**, 584–601.

PHILLIPS J., 1841; Figures and descriptions of the Palaeozoic fossils of Cornwall, Devon, and West Somerset observed in the course of the Ordinance Geological Survey of that district. Longman, Brown, Green & Longmans, London 1–231.

PREAT A., COEN-AUBERT M., MAMET B. & TOURNEUR F., 1984 ; Sédimentologie et paléoécologie de trois niveaux récifaux du Givétien inférieur de Resteigne (bord sud du bassin de Dinant, Belgique). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **93**, 227–240.

PREAT A. & BOULVAIN F., 1987 ; Les calcaires laminaires du Givetien Inférieur du Bassin de Dinant : témoins paléogéographiques et paléoclimatiques. *Annales de la Société géologique du Nord*, **106**, 49–64.

PREAT A. & MAMET B., 1989 ; Sédimentation de la plate-forme carbonatée givetienne franco-belge. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, **13**, 47–86.

PREAT A. & TOURNEUR F., 1991a ; Formation de Hanonet. *In* P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J.Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Preat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (*eds*), Les Formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoire pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, Bruxelles*, **30**, 45–48.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

PREAT A. & TOURNEUR F., 1991b ; Formation de Trois–Fontaines. *In* P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J.Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Preat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (*eds*), Les Formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoire pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, Bruxelles*, **30**, 49–52.

PREAT A. & TOURNEUR F., 1991c ; Formation des Terres d'Haurs. *In* P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J.Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Preat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (*eds*), Les Formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoire pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, Bruxelles*, **30**, 53–54.

PREAT A. & TOURNEUR F., 1991d ; Formation du Monts d'Haurs. *In* P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J.Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Preat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (*eds*), Les Formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoire pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, Bruxelles*, **30**, 55–59.

PREAT A. & TOURNEUR F., 1991e ; Formation de Fromelennes. *In* P. Bultynck, M. Coen-Aubert, L. Dejonghe, J.Godefroid, L. Hance, D. Lacroix, A. Preat, P. Stainier, Ph. Steemans, M. Streel & F. Tourneur (*eds*), Les Formations du Dévonien moyen de la Belgique. *Mémoire pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, Bruxelles*, **30**, 61–64.

PREAT A. & KASIMI R., 1995 ; Sédimentation de rampe mixte silico-carbonatée des couches de transition eifeliennes-givetiennes franco-belges. Première partie : microfaciès et modèle sédimentaire. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf Aquitaine*, **19**, 329–375.

PREAT A. & BULTYNCK P., (Coll. D. BRICE) 2006 ; Givetian. *In* L. Dejonghe (*ed.*), Current status of chronostratigraphic units named from Belgium and adjacent areas. *Geologica Belgica*, **9**, 9–18.

PREAT A., BLOCKMANS S., CAPETTE L., DUMOULIN V. & MAMET B., 2007; Microfaciès d'une lentille biohermale à la limite Eifélien/Givétien ("Fondry des Chiens", Nismes, bord sud du Synclinorium de Dinant). *Geologica Belgica*, **10**, 3–25.

- R -

RACHEBOEUF P., 1981; Chonétacés (Brachiopodes) siluriens et dévoniens du Sud-Ouest de l'Europe (systématique – phylogénie – biostratigraphie – paléobiogéographie). *Mémoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, **27**, 1–294.

RACKI G., 1992 ; Evolution of the bank to reef complex in the Devonian of the Holy Cross Mountains. *Acta Palaeontologica Polonica*, **37**, 87–182.

RACKI G., RACKA M., MATYJA H. & DEVLEESCHOUWER X., 2002 ; The Frasnian/Famennian boundary interval in the South Polish-Moravian shelf basins: integrated eventstratigraphical approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **181**, 251–297.

RAUP D., 1972 ; Taxonomic diversity during the Phanerozoic. *Science*, **177**, 1065–1071.

RAUP D., 1976 ; Species diversity in Phanerozoic: an interpretation. *Paleobiology*, **2**, 289–297.

RAUP D., 1985 ; Mathematical models of cladogenesis, *Paleobiology*, **11**, 42–52.

RICHTER R., 1948 ; Introduction à la Nomenclature Zoologique par l'explication des règles internationales [Traduction 1448, M.M. BAYLE, DEL MEDICO & ROGER] (Einführung in die Zoologische Nomenklatur dem Erlängterung der internationalen regeln). 2ème édition. Frankfurt a. Main. 1–252.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

RIDING R., 1974; The devonian genus *Keega* (Algae) reinterpreted as a stromatoporoid basal layer. *Palaeontology*, **17**, 565–577.

RIDING R., 2000 ; Microbial carbonates : the geological record of calcified bacteria-algal mats and biofilms. *Sedimentology*, **47** (1), 179–214.

RIGAUX E., 1872 ; Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mémoire de la Société Académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, **5**, 1–16.

RIGAUX E., 1873 ; Notice géologique sur le Bas–Boulonnais, Boulogne-sur-Mer. *Mémoires de l'Association Académique de l'Arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, **5**, 1–16.

RIGAUX E., 1892 (pour 1889); Notice géologique sur le Bas-Boulonnais, Boulogne-sur-mer. *Extrait des Mémoire de la Société Académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, **14**, 1–108.

RIGAUX E., 1908 ; Le Dévonien de Ferques et ses brachiopodes. Boulogne-sur-Mer, 1–33.

ROHR D. M. & BOUCOT A. J., 1974 ; Evolutionary patterns in the Paleozoic Bivalvia : documentation and some theorical considerations. *Geological Society of America*, *Bulletin*, **85**, 667–668.

ROSEN F. B., 1867 ; Ueber die Natur der Stromatoporen and über die Erhaltung der Hornfaser der Spongien im fossilen Zustande. *Verhandlungen der Russisch-Kaiserlischen Mineralogischen Gesellschaft zu St-Petersburg*, Series 2, **4**, 1–98.

- S -

SANDBERG C. A. & ZIEGLER W., 1996 ; Devonian conodont biochronology in geologic time calibration. *Senckenbergiana Lethaea*, **76**, 259–265.

SAVAGE N. M., PERRY D. G. & BOUCOT A. J., 1979; A quantitative analysis of Lower Devonian brachiopod distribution. *In* J. Gray & A. J. Boucot (*eds*): Historical Biogeography, Plate Tectonics and the Changing Environment. *Oregon State University Press, corvallis, Oregon*, 169–200.

SCHULZ E., 1883 ; Die Eifelkalkmude von Hillesheim, Nebst einem palaeontologischen Anhang. *Königliche Preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin, Jahrbuch für 1882*, 158–250.

SCOTESE C.R., BAMBACH R.K., BARTON C., VAN DER VOO R., ZIEGLER A., 1979 ; Paleozoic base map *Journal of Geology*, **87**, 217–227.

SCOTESE C.R. & MC KERROW W.S., 1990 ; Revised maps and introduction. *In* W.S. Mc Kerrow & C.R. Scotese (*eds*): Paleozoic palaeogeography and biogeography. *The Geological Society Memoir*, 1–12.

ST JEAN J., 1960 ; The widespread distribution of characteristic Devonian stromatoporoids microstructure and their stratigraphical significance. *International Geological Congress, Report, 21st Session*, 21, 239–250.

SEPKOSKI J. J. JR., 1975 ; Stratigraphic biases in the analysis of taxonomic survivorship. *Paleobiology*, **1**, 343–355.

SEPKOSKI J. J. JR., 1978 ; A kinetic mode of Phanerozoic taxonomic diversity, I. Analysis of marine orders. *Paleobiology*, **4**, 233–251.

SEPKOSKI J. J. JR., 1979 ; A kinetic mode of Phanerozoic taxonomic diversity, II. Early Phanerozoic families and multiple equilibria. *Paleobiology*, **5**, 222–251.

SEPKOSKI J. J. JR., 1981 ; A factor analytic description of the Phanerozoic marine fossil record. *Paleobiology*, **7**, 36–53.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

SEPKOSKI J. J. JR., 1984 ; A kinetic mode of Phanerozoic taxonomic diversity, III. Post–Paleozoic families and multiple equilibria. *Paleobiology*, **10**, 246–267.

SEPKOSKI J. J. JR., 1986 ; Global bioevents and the question of periodicity. *In* O. H. Walliser (*ed.*), Global Bio-Events. *Lecture Notes in Earth Sciences*, **8**, 47–61.

SEPKOSKI J. J. JR., 1988 ; Alpha, beta, or gamma: Where does all the diversity go? *Paleobiology*, **14**, 221–234.

SEPKOSKI J. J. JR., 1991 ; A model of onshore-offshore change in faunal diversity. *Paleobiology*, **17**, 157–176.

SEPKOSKI J. J. JR., 1995; The Ordovician Radiations: Diversification and extinction shown by global genus-level taxonomic data. *In* J. D. Cooper, M. L. Droser & S. C. Finney (*eds*), Ordovician Odyssey: Short Papers, *7th International Symposium on the Ordovician System. Pacific Section Society for Sedimentary Geology* (*SEPM*), *Fullerton*, *California*, 77, 393–396.

SEPKOSKI J. J. JR., 1996 ; Patterns of Phanerozoic extinction: A perspective from global databases. *In* O. H. Walliser (*ed.*), Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Springer-Verlag, Berlin, 35–51.

SEPKOSKI J. J. JR., 1997 ; Biodiversity: Past, present and future (Presidential Address). *Journal of Paleontology*, **71**, 533–539.

SEPKOSKI J. J. JR., 1998 ; Rates of speciation in the fossil record. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **B 353**, 315–326.

SEPKOSKI J. J. JR., BAMBACH R. K., RAUP D. M. & VALENTINE J. W., 1981; Phanerozoic marine diversity and the fossil record, *Nature*, **293**, 435–437.

SEPKOSKI J. J. JR. & KOCH C. E., 1996 ; Evaluating paleontologic data relating to bio-events. *In* O. H. Walliser (*ed.*), Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Springer–Verlag, Berlin, 21–34.

SHI G. R., 1993 ; Multivariate data analysis in palaeoecology and palaeobiogeography – a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **105**, 199–234.

SŁUPIK A., 1993 ; Genus *Amphipora* (Stromatoporoidea) in the Frasnian from Jaworznia of the Holy Cross Mts, Poland. *Geologia*, **12/13**,126–136.

SMITH A.B., 2001 ; Large-scale heterogeneity of the fossil record: implications for Phanerozoic biodiversity studies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **B 356**, 351–367.

SOLLE R. V. & NEWMAN M. E. J., 2002 ; Extinctions and biodiversity in the fossil record. The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental changes, **2**, 297–301.

STEARN C. W., 1961 ; Devonian stromatoporoids from the Canadian Rocky Mountains. *Journal of Paleontology*, **35**, 932–948.

STEARN C. W., 1962 ; Stromatoporoids fauna of the Waterways Formation (Devonian) of Northeastern Alberta. *Geological Survey of Canada, Bulletins*, **92**, p. 23.

STEARN C. W., 1963; Some stromatoporoids from the Beaverhill Lake Formation (Devonian) of the Swan Hills area, Alberta. *Journal of Paleontology*, **37**, 651–668.

STEARN C. W., 1966a ; The microstructure of stromatoporoids. *Paleontology*, **9**, 74–124.

STEARN C. W., 1966b ; Upper Devonian Stromatoporoids from Southern Nothwest Territories and Northern Alberta. *Geological Survey of Canada, Bulletins*, **133**, 35–68.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

STEARN C. W., 1967 ; A preliminary study of the distribution of stromatoporoids of the Southern flank of the Ancient Wall carbonate complex, Alberta. *In* D. H. Oswald (*ed.*), International Symposium on Devonian System, Calgary. *Alberta Society of Petroleum Geologists*, **2**, 797–806.

STEARN C. W., 1972 ; The relationship of the stromatoporoids to the sclerosponges. *Lethaia*, 5, 369–388.

STEARN C. W., 1975a ; The stromatoporoid animal. *Lethaia*, **8**, 89–100.

STEARN C. W., 1975b ; Stromatoporoid assemblages, Ancient Wall reef complex (Devonian), Alberta. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **12**, 1631–1667.

STEARN C. W., 1980 ; Classification of the Paleozoic stromatoporoids. *Journal of Paleontology*, **54**, 881–902.

STEARN C. W., 1982 ; The Unity of the Stromatoporoidea. *Proceedings of the Third North American Paleontological Convention,* 511–516.

STEARN C. W., 1983 ; Stromatoporoids from the Blue Fiord Formation (Lower Devonian) of Ellesmere Island, Arctic Canada. *Journal of Paleontology*, **57**, 539–559.

STEARN C.W., 1991; Revision of *Anostylostroma*, *Atelodictyon* and related genera (Paleozoic stromatoporoidea). *Journal of Paleontology*, **65**, 611–622.

STEARN C.W., 1993 ; Revision of the order Stromatoporida. *Palaeontology*, **36**, 201–229.

STEARN C. W., 1995a ; The type species of *Stictostroma* PARKS, 1936 (Porifera, Stromatoporoidea). *Journal of Paleontology*, **69**, 20–27.

STEARN C. W., 1995b ; *Stictostroma* PARKS, 1936 (Porifera, Stromatoporoidea): Proposed conservation and designation of *S. gorriense* STEARN, 1995 as the type species. *Bulletin of Zoological Nomanclature*, **52,** 18–20.

STEARN C. W., 1997a ; Biostratigraphy of the Devonian reef facies in Western and arctic Canada based on stromatoporoids. *Bolletin de la Real Sociedad Espanola de Historia Natural, Seccion Geologica*, **92**, 1-4, 339–348.

STEARN C. W., 1997b ; Intraspecific variation, diversity, revised systematics and type of the Devonian stromatoporoid, *Amphipora*. *Palaeontology*, 40, 833–854.

STEARN C. W., 1997c ; Stromatoporoid faunas in correlation chart and biostratigraphy of the Silurian rocks of Canada. *International Union of Geological Sciences Publication*, **33,** 26–27.

STEARN C.W., HALIM-DIHARDJA, M.K. & NISHIDA, D.K., 1987 ; An Oil-Producing Stromatoporoid Patch Reef in the Famennian (Devonian) Wabamun Formation, Normandville Field, Alberta. *Palaios*, **2**, 560–570.

STEARN C. W. & PICKETT J. W., 1994 ; The stromatoporoid animal revisited: building the skeleton. *Lethaia*, **27**, 1–10.

STEARN C.W., WEBBY B.D., NESTOR H. & STOCK C.W., 1999 ; Revised classification and terminology of Palaeozoic stromatoporoids. *Acta Palaeontologica Polonica*, **44**, 1–70.

STOCK C. W., 2005 ; Devonian stromatoporoids originations, extinctions, and paleobiogeography : How they relate to the Frasnian – Famennian extinction. *In* D. J. Over, J. R. Morrow & P. B. Wignall (*eds*), Understanting Late Devonian and Permian - Triassic biotic and climatic events : towards an integrated approach. *Devonian Palaeontology Stratigraphy, Elsevier, Amsterdam*, 71–92.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

SUGIYAMA T., 1939; Geological and geographical distribution of stromatoporoids in Japan, with notes on some interesting forms. *Jubilee Publication in the Commemoration of Professor H. Yabe, M.I.A. Sixtieth Birthday*, **2**, 427–456.

SZANIAWSKI R., LEWANDOWSKI M., MANSY J. L., AVERBUSH O. & LACQUEMENT F., 2003 ; Syn-folding remagnetization events in the French-Belgium Variscan thrust front as markers of the fold –and-thrust belt kinematics. *Bulletin de la Société géologique de France*, **174**, 511–523.

- T -

TALENT J. A., 1988 ; Organic reef-building: episodes of extinction and symbiosis? *Senckenbergiana Lethaea*, **69**, 315–368.

The PACE TMR Network TEAM & WINCHESTER J.A., 2002 ; Paleozoic amalgamation of Central Europe: new result from recent geological and geophysical investigations. *Tectonophysics*, **360**, 5–21.

TORSVIK H. T. & COCKS R. M., 2004; Earth geography from 400 to 250 Ma: a palaeomagnetic, faunal and facies review. *Journal of the Geological Society*, *London*, **161**,555–572.

TRIPP K., 1929 ; Untersuchungen über den Skelettbau von Hydractinien zu einer vergleichenden Betrachtung der Stromatoporen. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*., Abt. B, **62**, 467–508.

TSIEN H. H., 1980 ; Les régimes récifaux dévoniens en Ardenne. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **89**, 71–102.

TUCKER R. D., BRADLEY D. C., VER STRAETEN C. A., HARRIS A. G., EBERT G. R. & MC CUTCHEON S. R., 1998 ; New U-Pb zircon ages and the duration and division of Devonian time. *Earth Planetary Scientific Letters*, **158**, 175–186.

- V -

VAIL P. R., MITCHUM R. M., TODD R. G., VIDIMIER J. M., THOMPSON S., SANGREE J. B., BUBB J. W. & HATLEID W. G., 1977 ; Seismic stratigraphy – Application to hydrocarbon exploration. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, **26**, 49–212.

VANDELAER E., VANDORMAEL C. & BULTYNCK P., 1989 ; Biofacies and refinement of conodont succession in the lower Frasnian (Upper Devonian) of the type area (Frasnes – Nismes, Belgium). *Courier Forschunginstitut Senckenberg*, **117**, 321–351.

- W -

WAGNER P. J., 1995 ; Diversity patterns among early gasteropods: constrating taxonomic and phylogenetic descriptions. *Paleobiology*, **21**, 410–439.

WANG S.-B., 1978; In DONG D.-Y. 2001, Stromatoporoids of China 中国层孔虫, *Sciences Press*, 315, 340.

WANG S.-B., 1978 ; Stromatopororoidea. *In* Atlas of the Fossils of Southwest China. Sichuan Volume, Part 2, from Carboniferous to Mesozoic [in Chinese]. Geological Publishing House, Beijing, 123–137, 616–618.

WANG S.-B., DONG D.-Y. & FU J.-H., 1986 ; Upper Devonian Stromatoporoids from Luocheng and Rong'an of Guangxi. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, **3**, 1, 69–80.

WATERLOT G., BEUGNIES A. & BINTZ J., 1973 ; Ardenne – Luxembourg. Guides géologiques régionaux, Masson , Paris, 206 p.

WEBBY, B. D., 1979a ; The oldest Ordovician stromatoporoids from Australia. *Alcheringa*, **3**, 237–251.

WEBBY, B. D., 1979b ; The Ordovician stromatoporoids. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 103, 83–121.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

WEBBY, B. D., 1979c ; The Ordovician stromatoporoids from the Mjosa district, Nørway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, **59**, 199–211.

WEBBY, B. D., 1993 ; Evolutionary history of Palaeozoic Labechiida (Stromatoporoidea). *Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists*, **15**, 57–67.

WEDDIGE K., (*ed.*) 1996 ; Devon-Korrelationstabelle. *Senckenbergiana Lethaea*, **76**, 267–286.

WEDDIGE K. & ZIEGLER W., 1996 ; Devon-Korrelationstabelle. *Senckenbergiana Lethaea*, **76**, 278.

WHALEN M.T., DAY J.E., MISSLER R. & OVER D.J., 2007 ; Magnetic susceptibility and insights into Devonian sea level and climate change, Alberta rocky Mountains, Western Canada. *Subcommision of Devonian Stratigraphy*, *Eureka*, *Nevada*, *August 2007*, Abstract, 85–86.

WINCHELL A. N., 1867 ; Stromatoporidae: their structure and zoological affinities. *American Association for the Advancement of Science*, **15**, 91–99.

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

WILSON E. O., (*ed.*) 1988 ; Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C., 521 pp.

WOOD R. A., 1987 ; Biology and revised systematics of some late Mesozoic stromatoporoids. *Special Papers in Palaeontology*, **37**, 1–89.

WORSLEY T.R. & DAVIES T.A., 1979 ; Sea-level fluctuation and deep-sea sedimentation rates. *Science*, **203**, 455–456.

- Y -

YABE H. & SUGIYAMA T., 1941 ; *Tienodictyon zonatum*, a new stromatoporoid from eastern Yunnan, China. *Proceedings of the Imperial Academy, Tokyo*, **17**, 139–141.

YANG J.-Z. & D.-Y. DONG, 1979; Devonian stromatoporoids from central and eastern parts of Guangxi, China [in Chinese with English summary]. *Palaeontologia Sinica, new series B*, **157**, 14, 1–89.

YAVORSKY V. I., 1931 ; Some Devonian Stromatoporoidea from the margins of the Kuznetsk basin, the Urals, and other places [in Russian with English summary]. *Izvestiya Vsesodznogo Geologo-Razvedochnogo Ob'edineniya*, **94**, 1387-1415.

YAVORSKY V. I., 1955 ; Stromatoporoidea of the Soviet Union, Part 1. *Trudy Vsesodznogo Nauchno-Issledovatel'skogo, Geologicheskogo Instituta (VSEGEI), Novaya Seriya,* **8**, 1–173.

YAVORSKY V. I., 1957 ; Stromatoporoidea of the Soviet Union, Part 2 [in Russian]. *Trudy Vsesodznogo Nauchno-Issledovatel'skogo, Geologicheskogo Instituta (VSEGEI)*, **18**, 1–168.

YAVORSKY V. I., 1960; A new species of Lower Carboniferous stromatoporoids. *Paleontologitchesky Zhurnal*, **4**, 132–133.

YAVORSKY V. I., 1961 ; Stromatoporoidea of Soviet Union, Part 3 [in Russian]. *Trudy Vsesodznogo Nauchno-Issledovatel'skogo, Geologicheskogo Instituta (VSEGEI)*, *Novaya Seriya*, **44**, 1–144.

YAVORSKY V. I., 1963 ; Stromatoporoidea of the Soviet Union, Part 4 [in Russian]. *Trudy Vsesodznogo Nauchno-Issledovatel'skogo, Geologicheskogo Instituta (VSEGEI)*, *Novaya Seriya*, **87**, 1–160.

YAVORSKY V.I., 1967 ; Stromatoporoidea of the Soviet Union, Part 5 [in Russian]. *Trudy Vsesodznogo Nauchno-Issledovatel'skogo, Geologicheskogo Instituta (VSEGEI)*, *Novaya Seriya*, **148**, 1–120.

YOUNG G. A., 1995 ; Classification and controls of internal banding in Palaeozoic stromatoporoids and colonial corals. *Palaeontology*, **48**, 623–651.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

YOUNG G. A. & KERSHAW, S., 2005 ; Classification and controls of internal banding in Palaeozoic stromatoporoids and colonial corals. *Palaeontology*, **48**, 623–651.

- Z -

ZAPALSKI M. K., HUBERT B.L.M., NICOLLIN J.-P., MISTIAEN B. & BRICE D., 2007 ; The palaeodiversity of stromatoporoids, tabulates and brachiopods in the Devonian of the Ardennes. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **178**, 383–390.

ZIEGLER P. A., 1984 ; Caledonian and Hercynian crustal consolidation of western and central Europe – A working hypothesis. *Geologie en Mijnbouw*, **16**, 93–108.

ZIEGLER W., 1962 ; Taxonomie und phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre Stratigraphische Bedeutung. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, **38**, 1–166.

ZIEGLER W. & SANDBERG C. A., 1990 ; The Late Devonian Standart conodont Zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **121**, 1–115.

ZUKALOVÁ V., 1971 ; Stromatoporoidea from the Middle and Upper Devonian of the Moravian karst. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, **37**, 1–144.

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

Annexes

Ann. I	Légende des colonnes stratigraphiques
Ann. II.1 à II.10	Colonnes stratigraphiques détaillées de la coupe de Glageon (Glageon, Avesnois)
Ann. III.1 à III.13	Colonnes stratigraphiques détaillées de la coupe des Fortifications du Mont d'Haurs (Givet, Ardenne)
Ann. IV.1 à IV.5	Colonnes stratigraphiques détaillées de la coupe de Marenne-Est (Marenne, Ardenne)
Ann. V.1 à V.2	Colonnes stratigraphiques détaillées de la coupe de Marenne-Centre (Marenne, Ardenne)
Ann. VI.1 à VI.9	Colonnes stratigraphiques détaillées de la coupe de la carrière du Griset (Ferques, Boulonnais)
Ann. VII	Liste des fragments de stromatopores : Genres et espèces indéterminés.
Ann. VIII	Table de distribution des espèces de stromatopores du Givétien : Aperçu paléobiogéographique.

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

LEGENDE DES COLONNES STRATIGRAPHIQUES

LITHOLOGIE

- Calcaires très argileux
- Calcaires argileux
- Calcaires faiblement argileux
- Calcaires
- Calcschistes
- " Shales "
- Argiles
- Grès

FAUNES

- Niveaux algaires
- Bioclastes indéterminés
- Bivalves
- Brachiopodes
- Bryozoaires
- Crinoïdes
- Gastéropodes
- Ostracodes
- Coraux rugueux massifs
- Coraux rugueux solitaires
- Stromatopores branchus
- Stromatopores lamellaires
- Stromatopores massifs
- Coraux tabulés branchus
- Coraux tabulés massifs
- Trilobites

FIGURES MICROFACIES - FACIES - FAUNES

- xxx N° et position de l'échantillon
- Niveau repère à brachiopodes (BRICE)
- Niveau repère à stromatopores (MISTIAEN)
- Niveau repère à coraux tabulés (MISTIAEN)
- NR X Niveau récifal repère (BRICE & MISTIAEN)
- Mfx Microfaciès
- Texture
- Faune

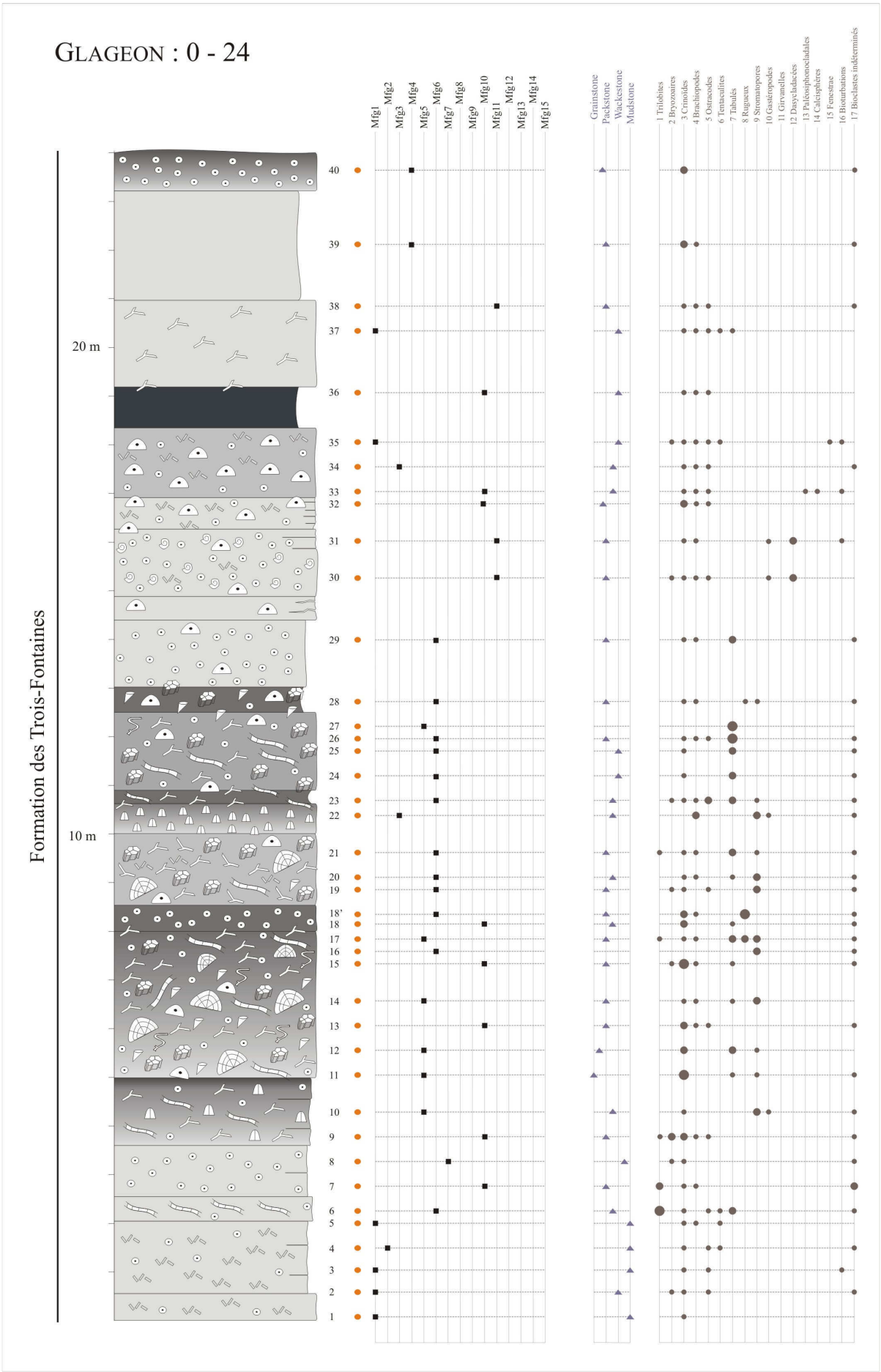
ABONDANCE RELATIVE

- Présence ou Faible
- Moyenne
- Forte

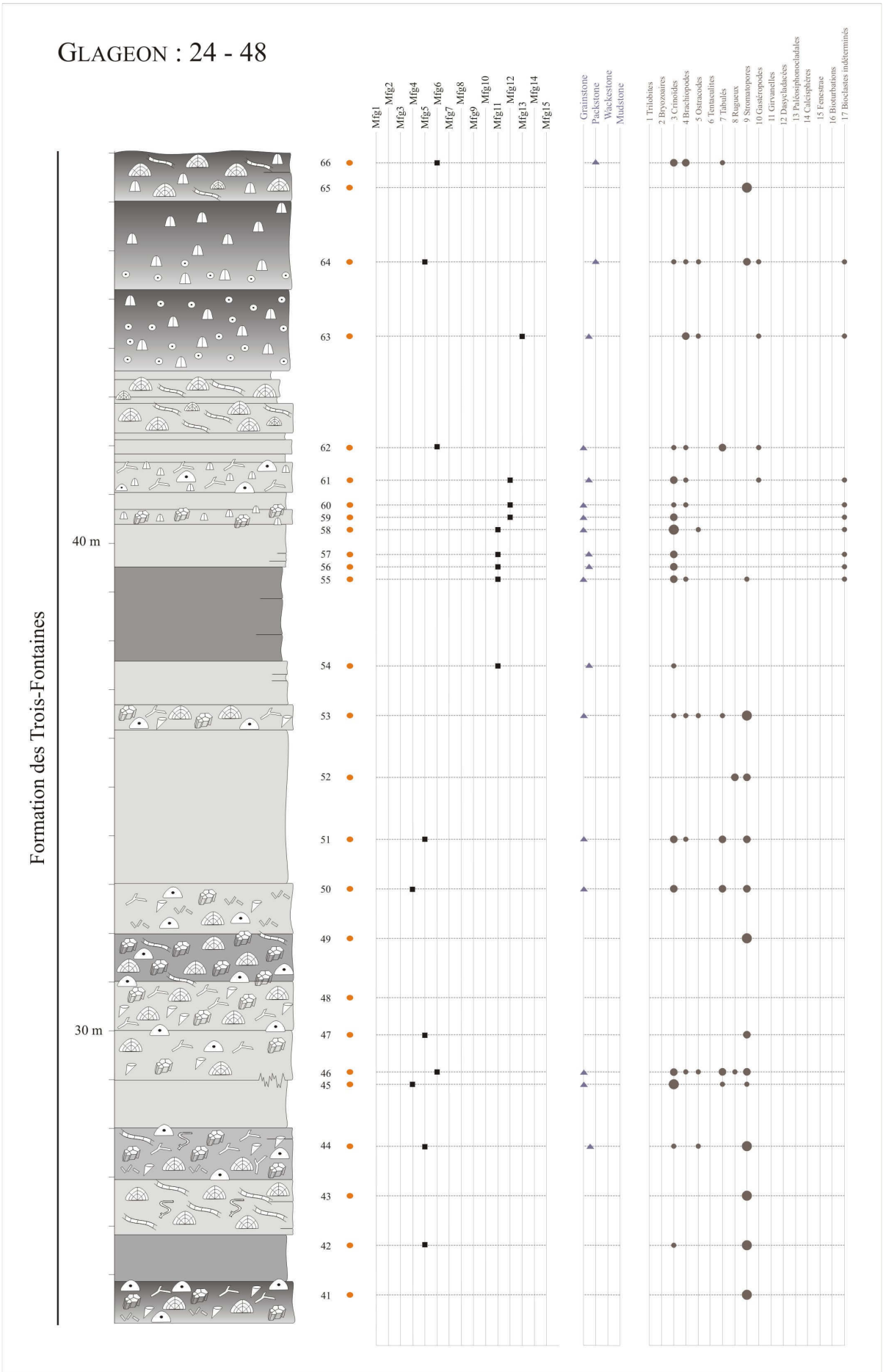
ELEMENTS LITHOGIQUES

- Structures géopétales
- Lentilles bioclastiques
- Stylolithes
- Joints argileux
- Bioturbations
- Terriers
- Laminations horizontales
- Stratifications entrecroisées
- Ripple Marks

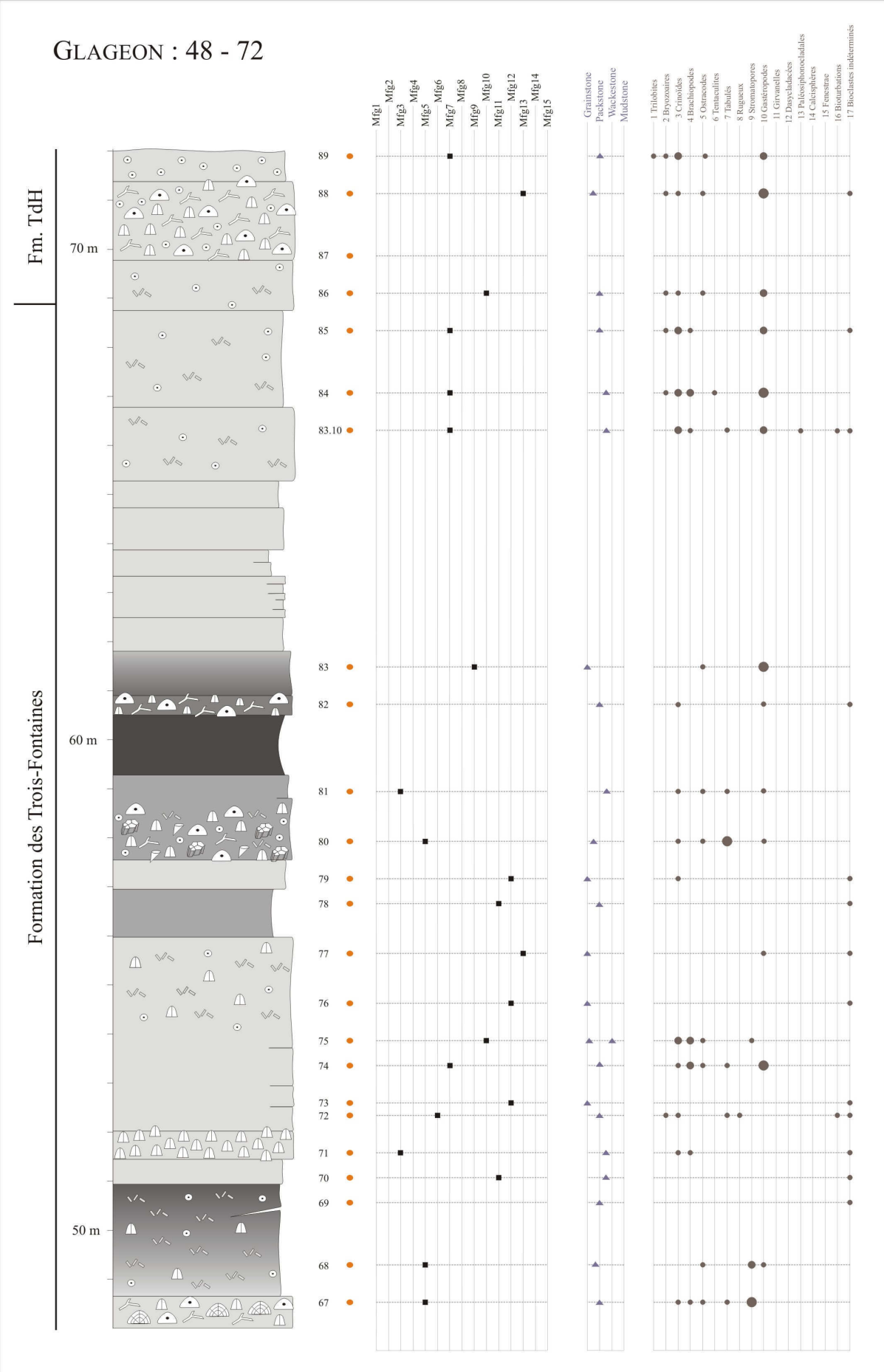
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



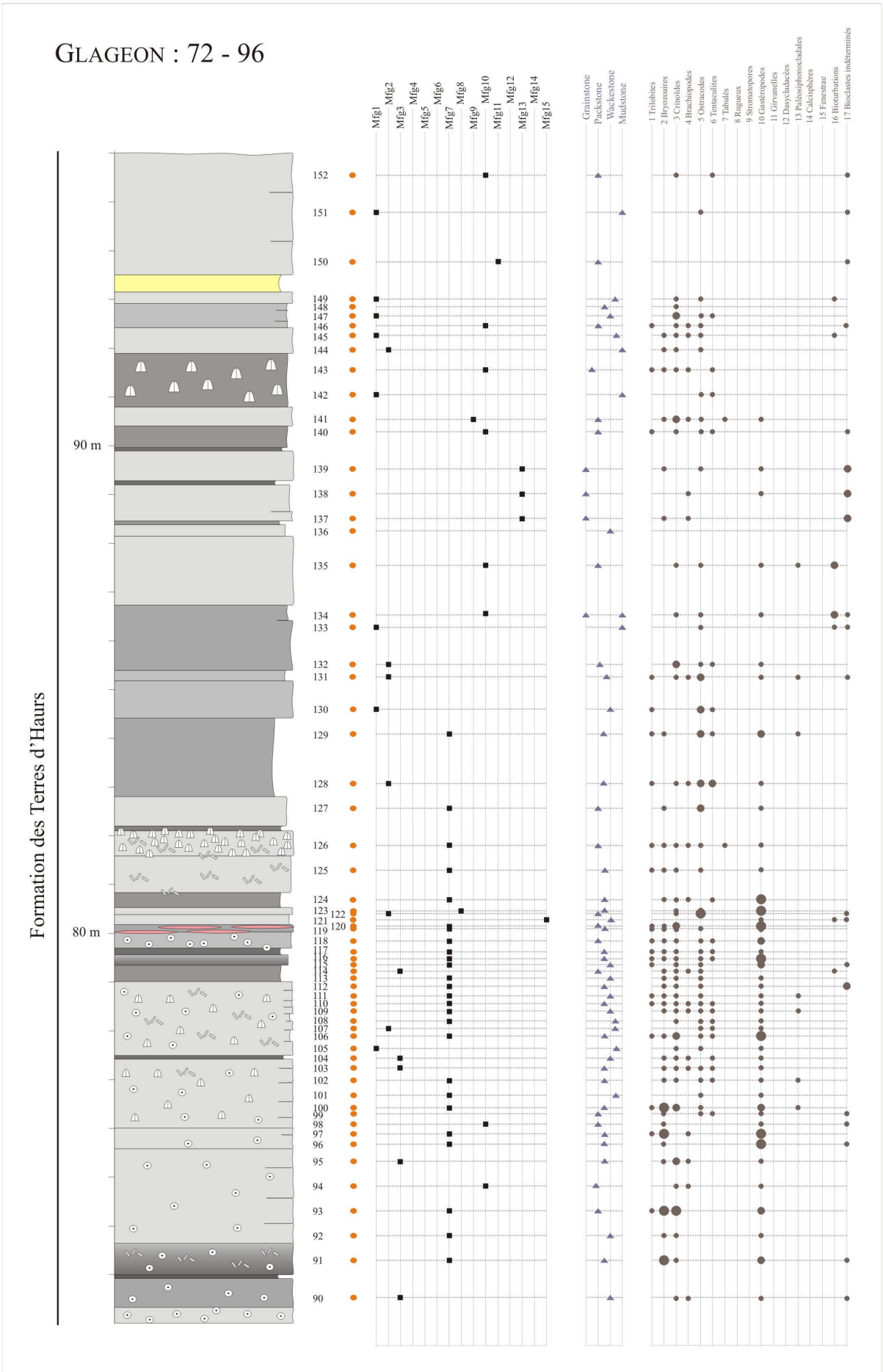
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



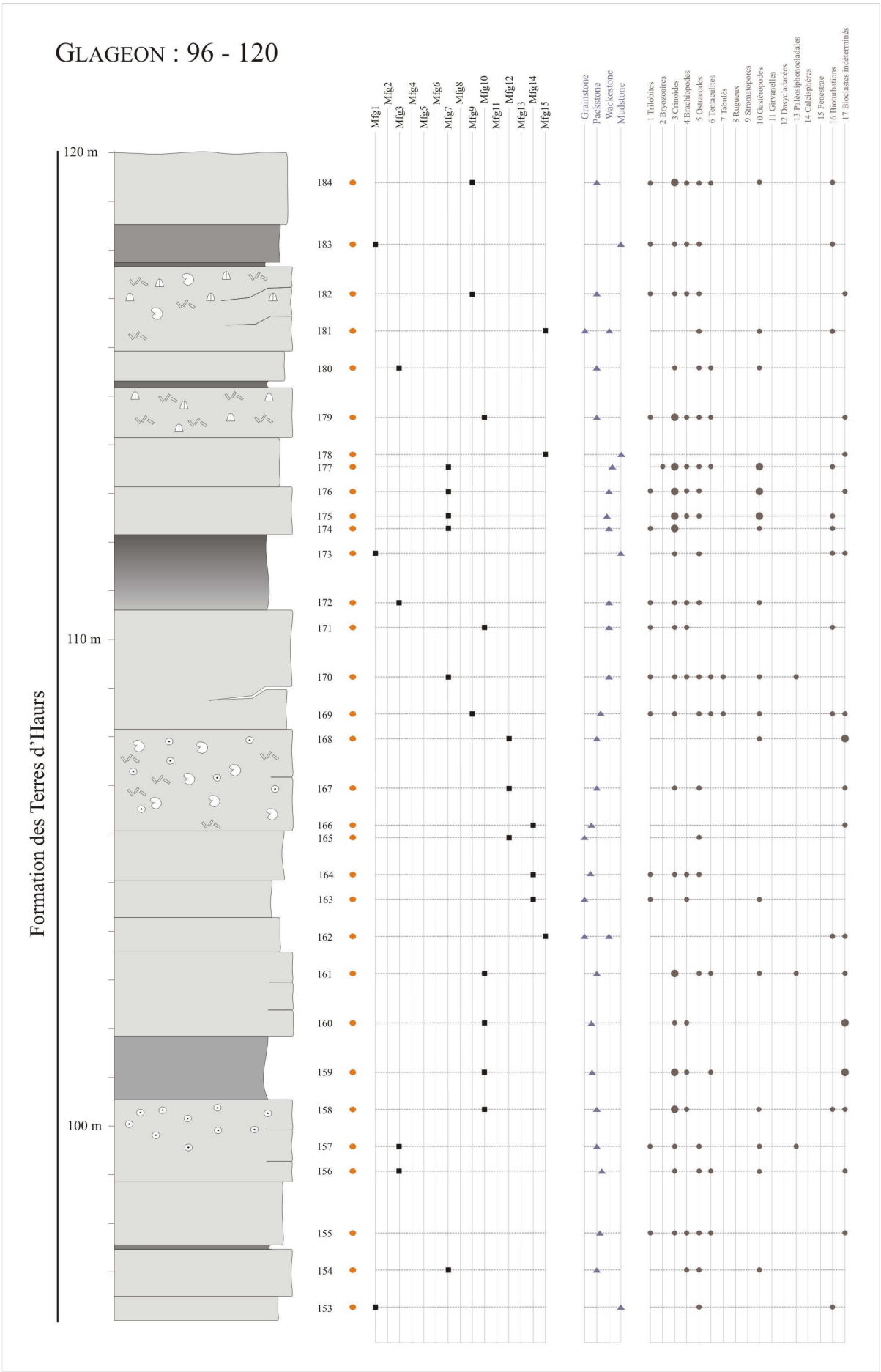
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



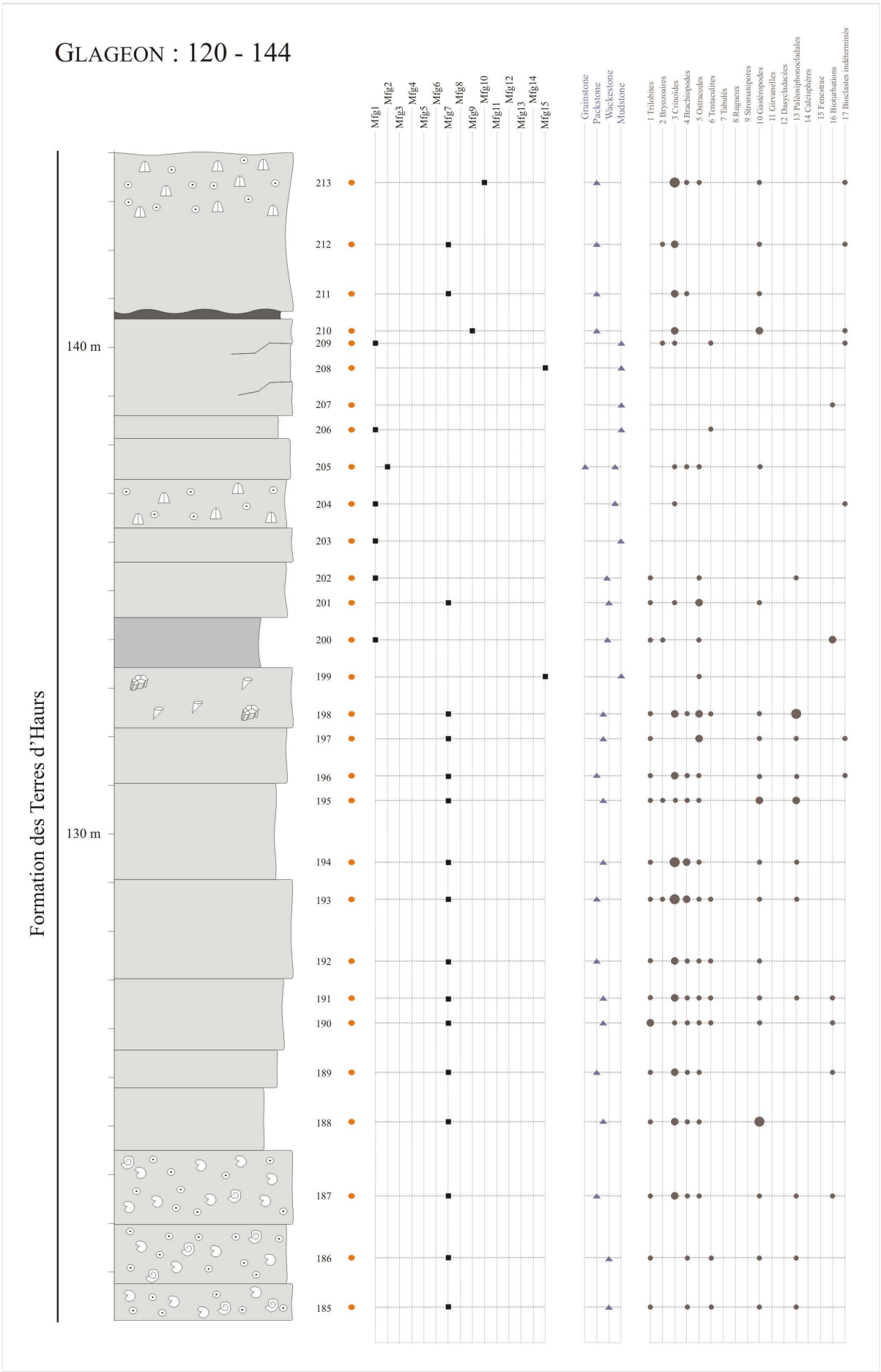
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



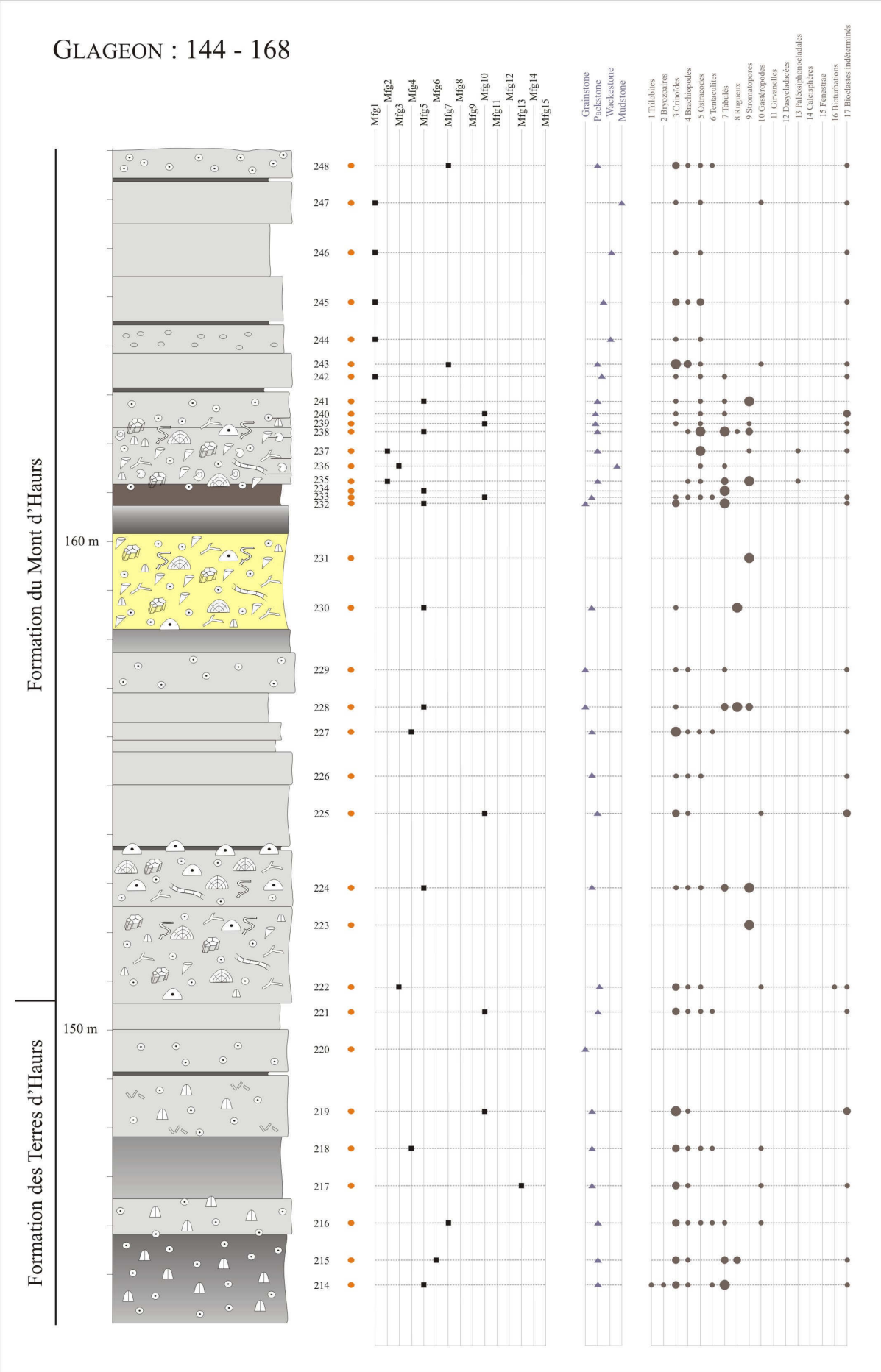
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



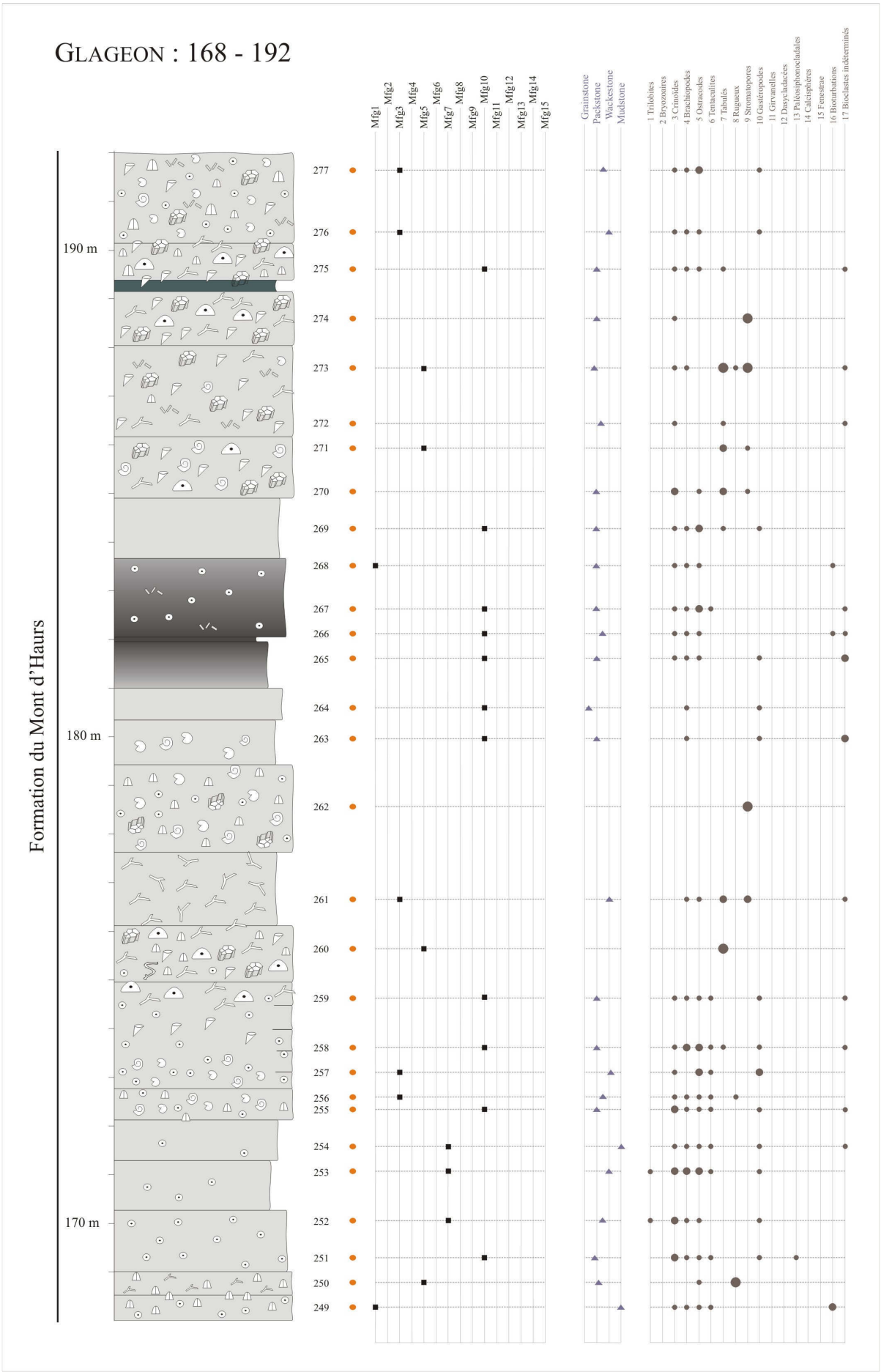
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



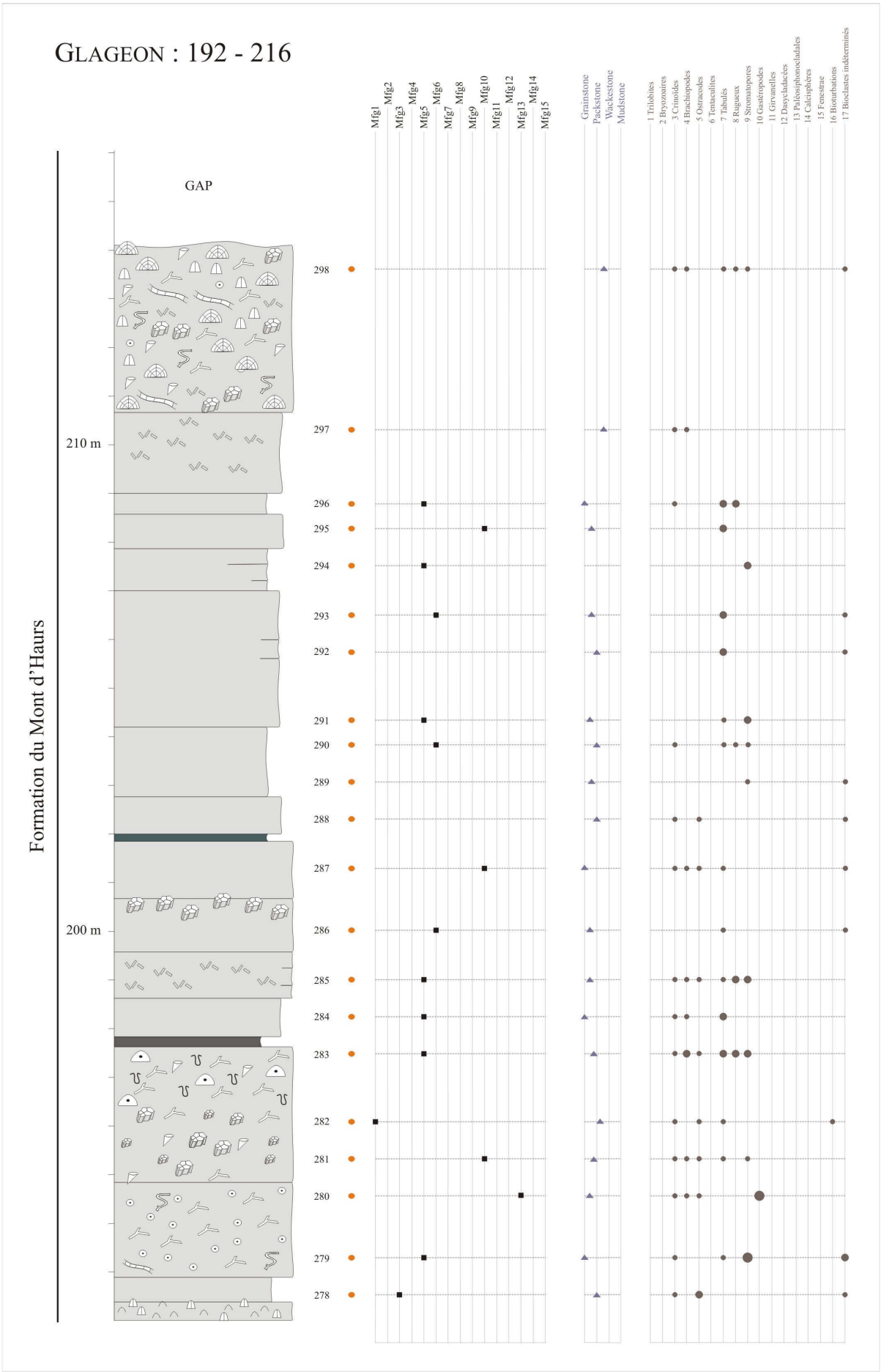
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



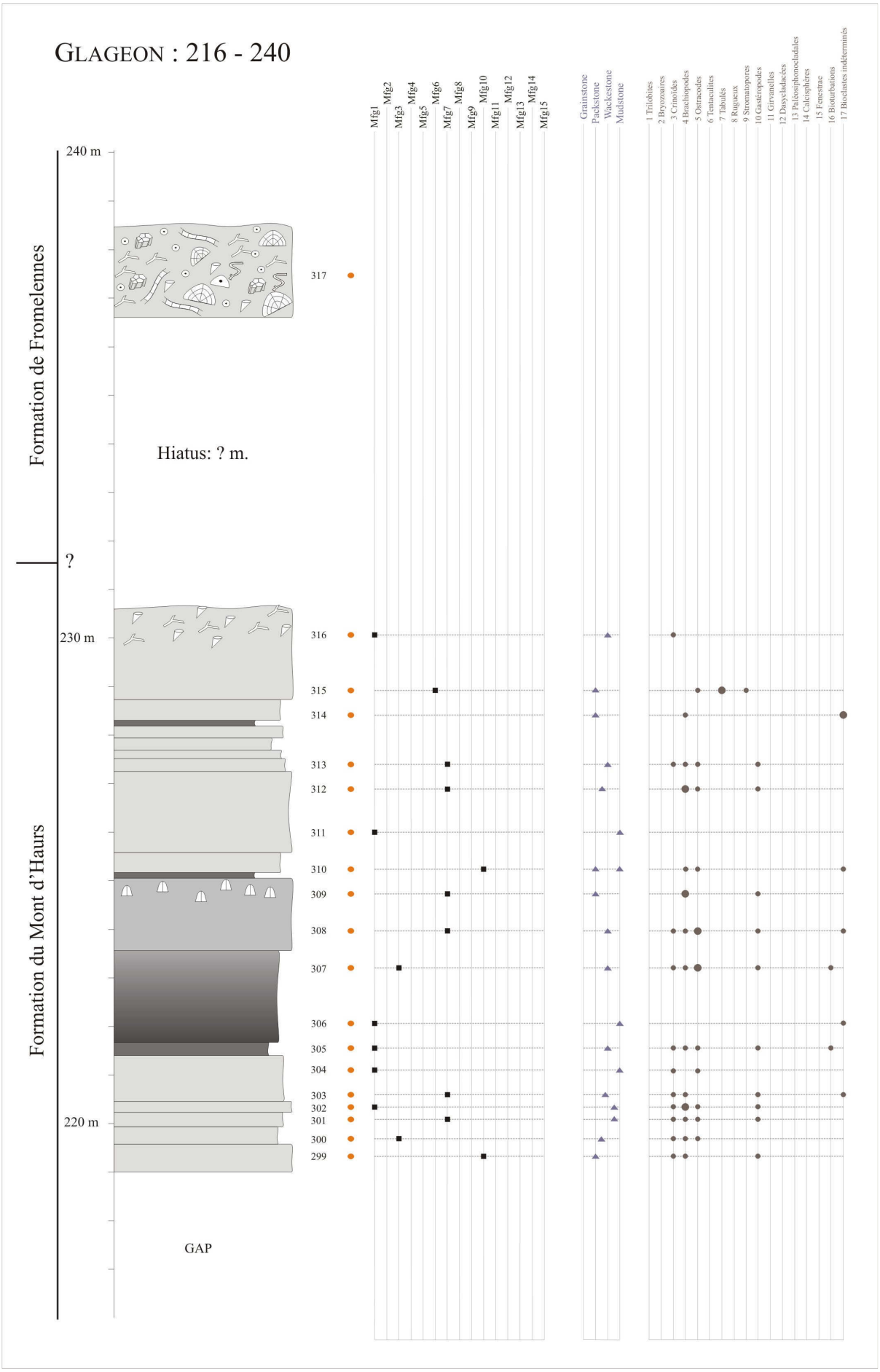
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



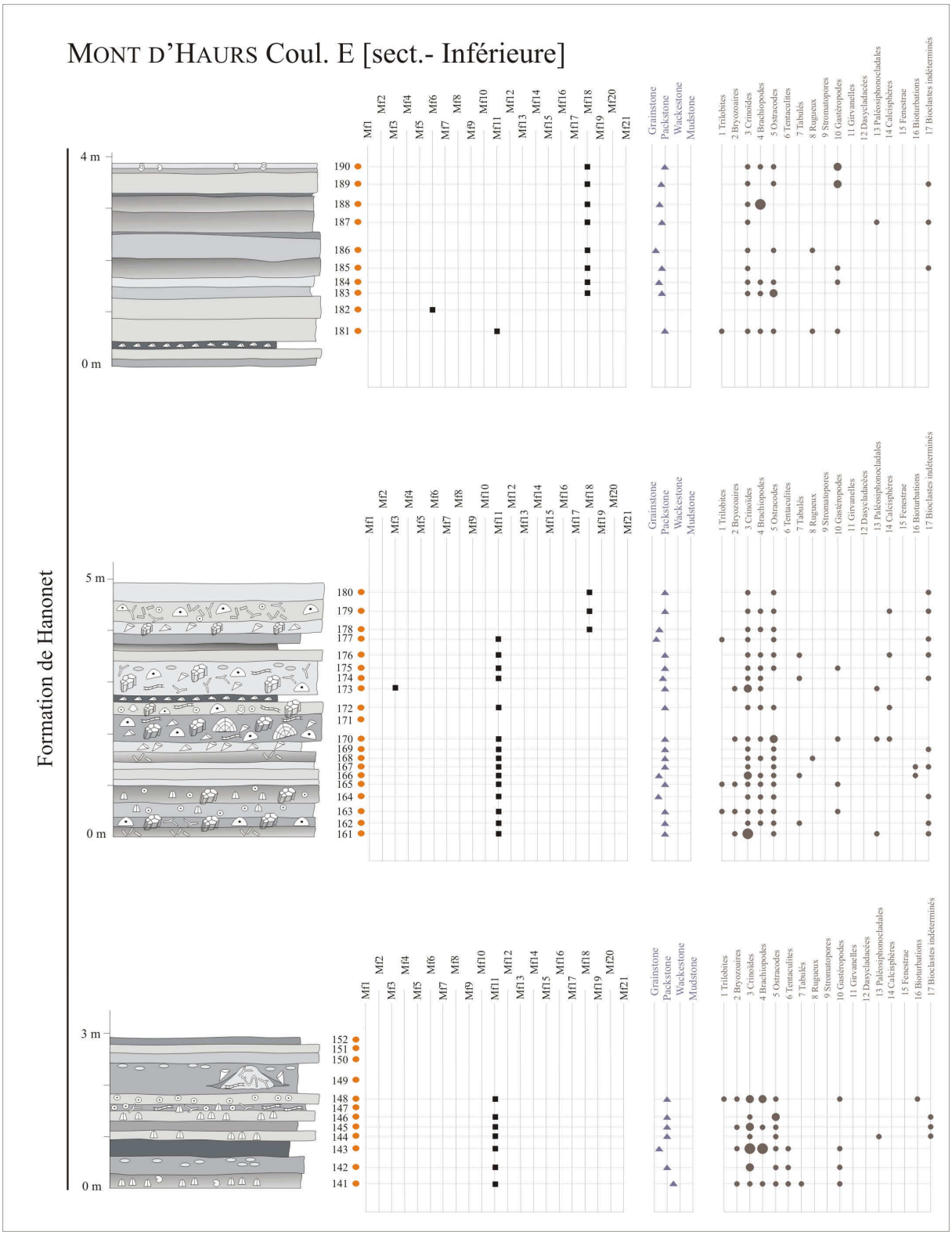
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



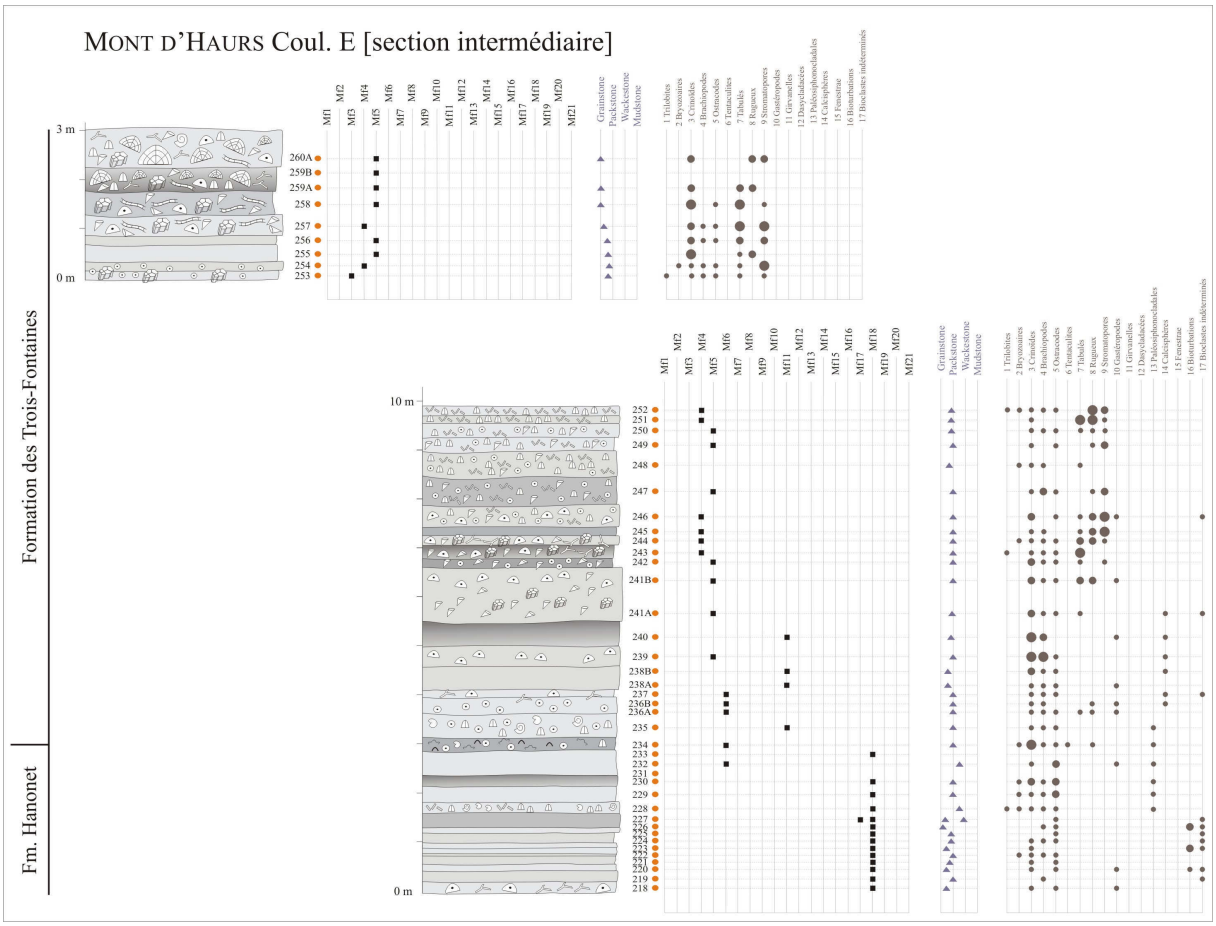
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

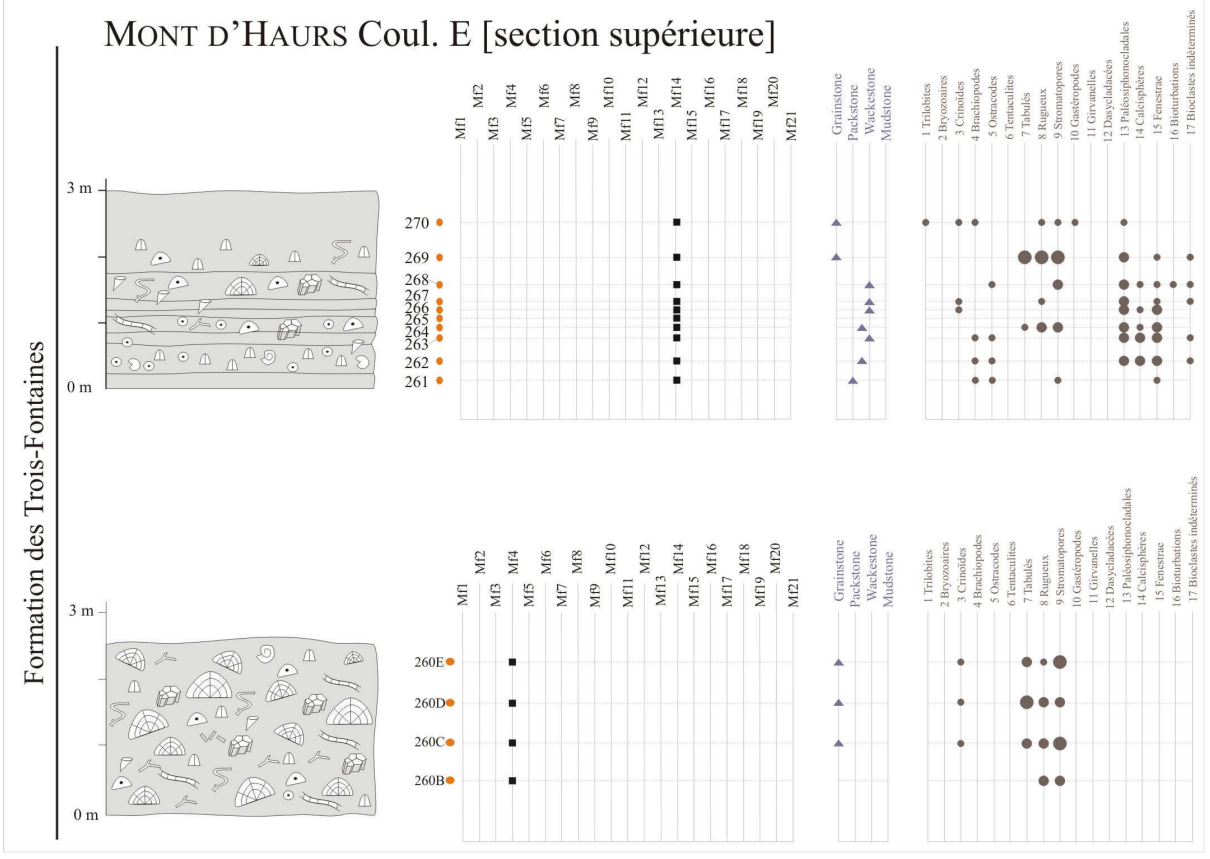


© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

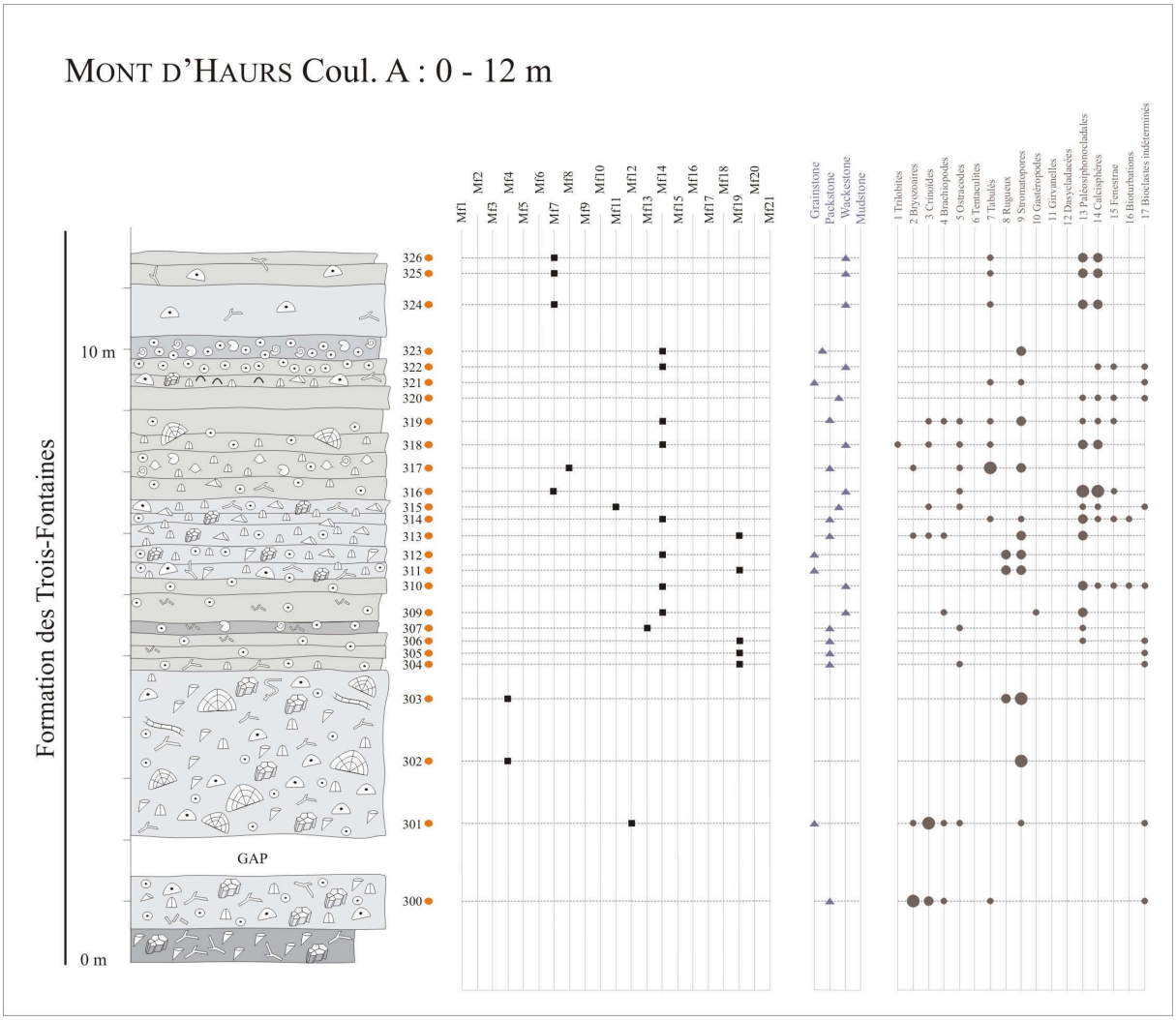


© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

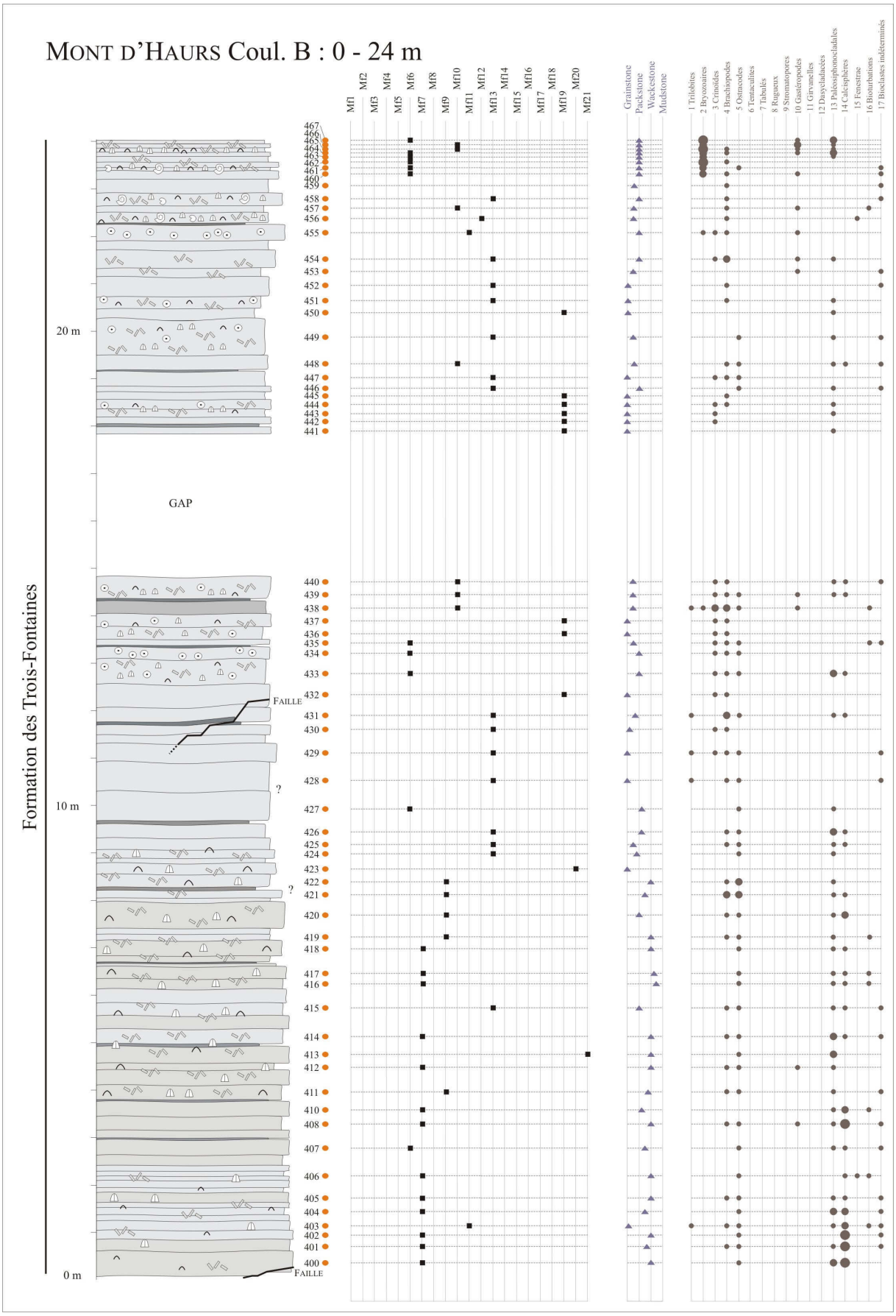




© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



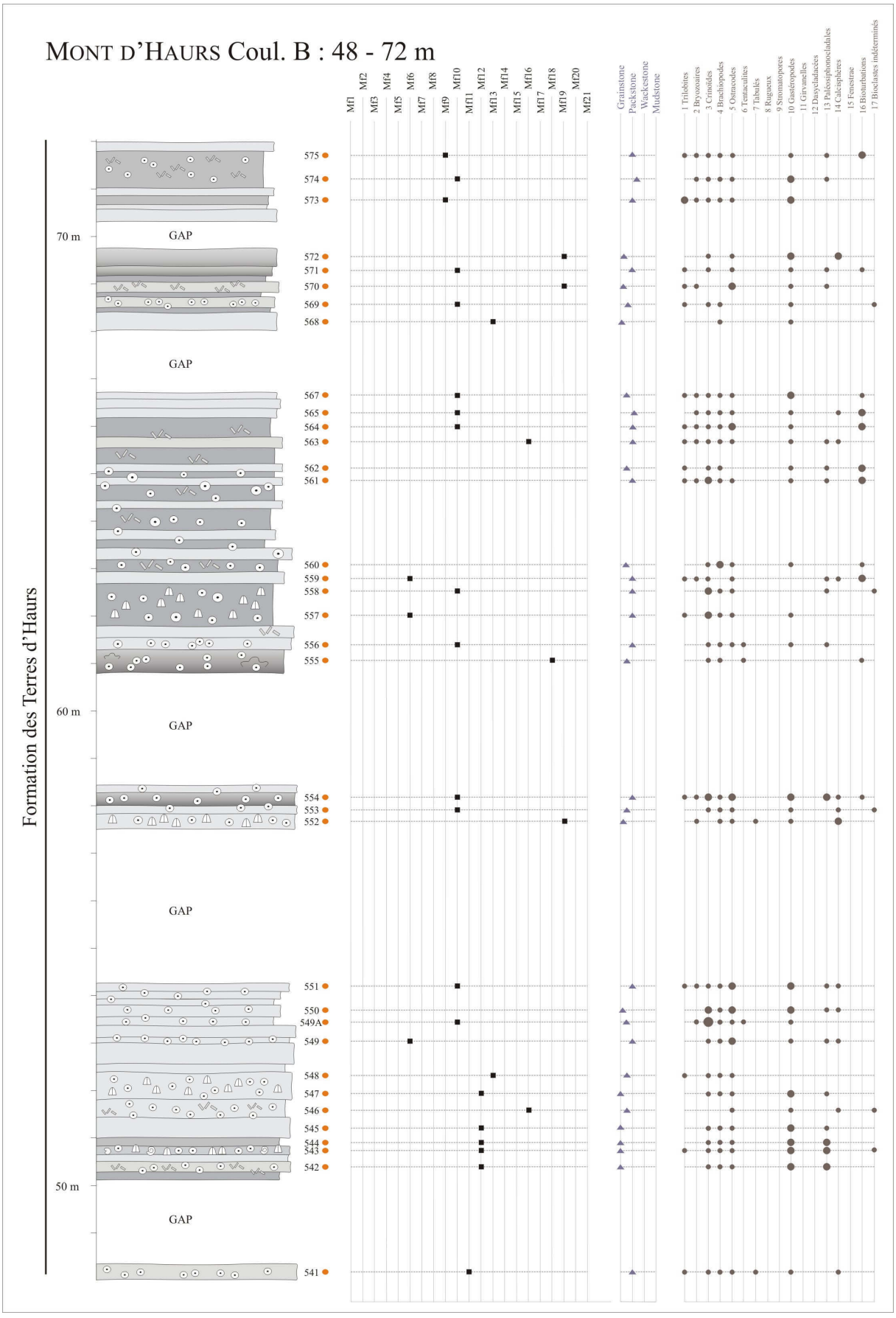
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



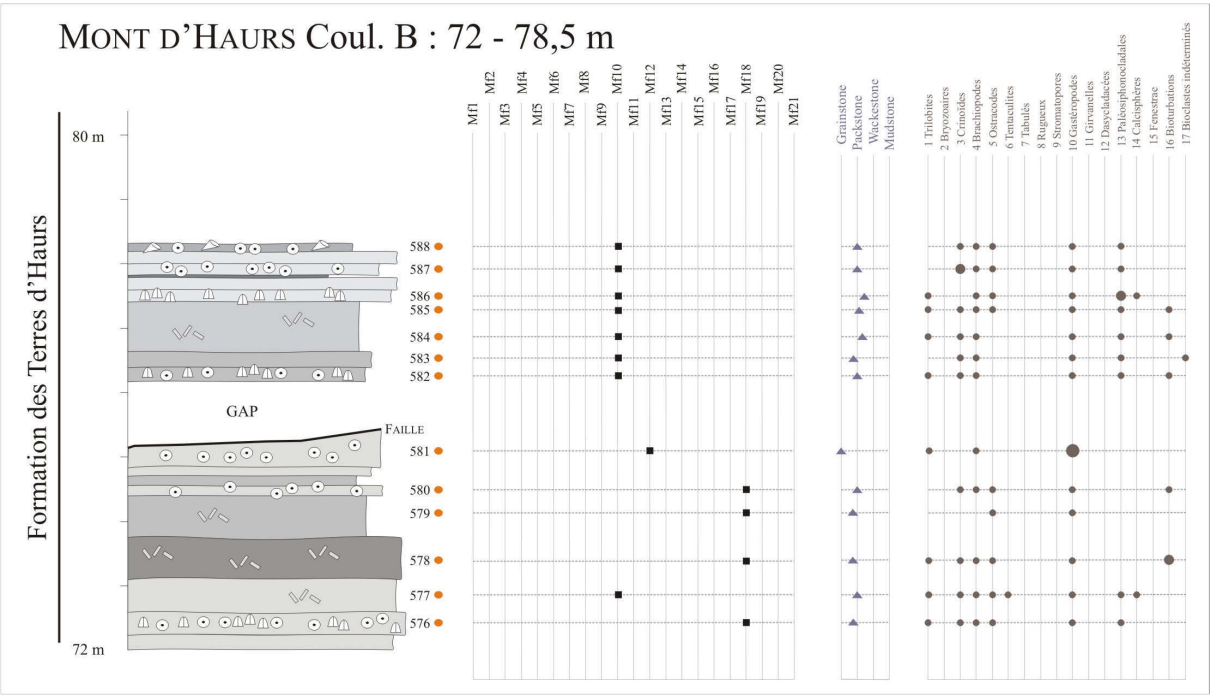
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



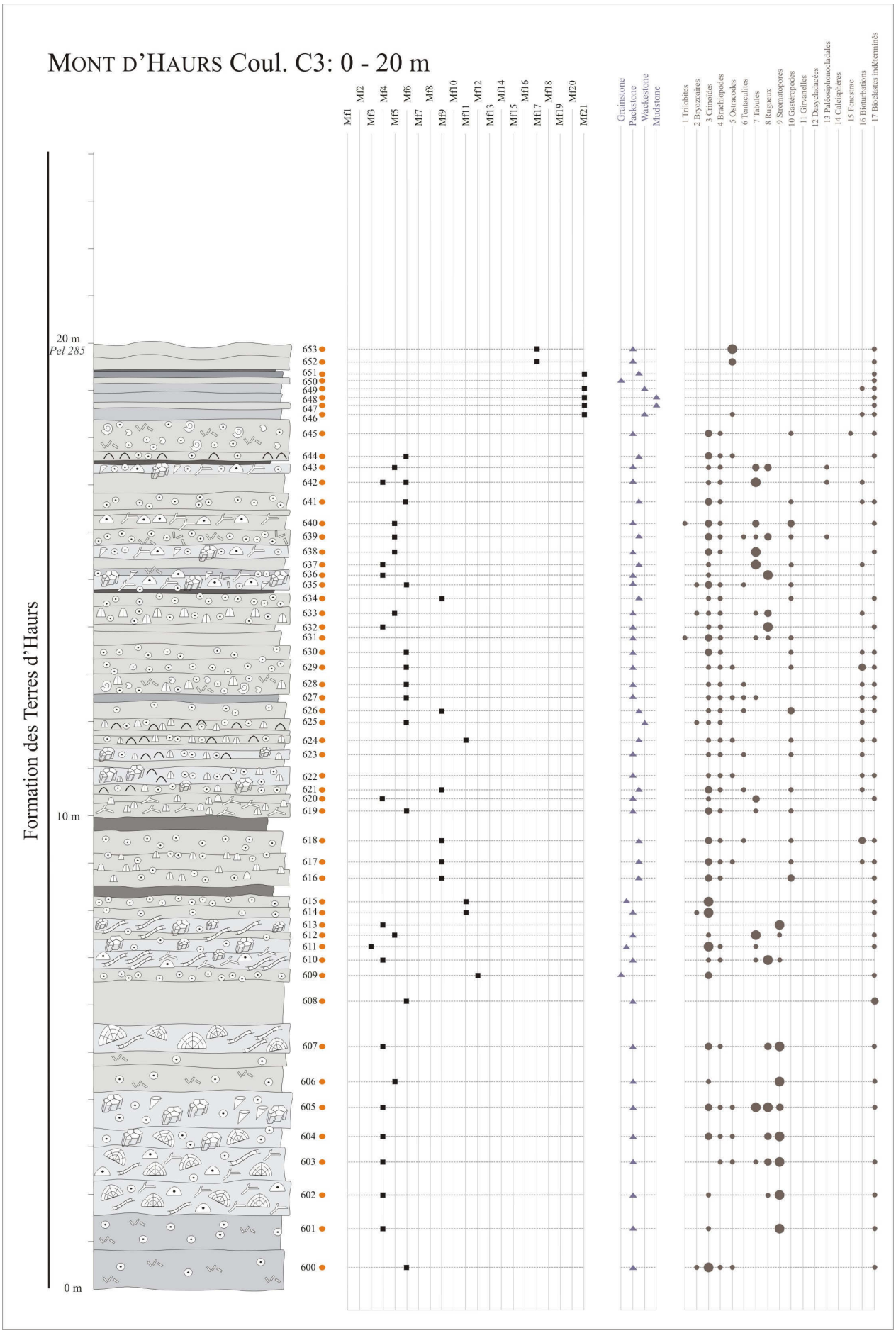
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



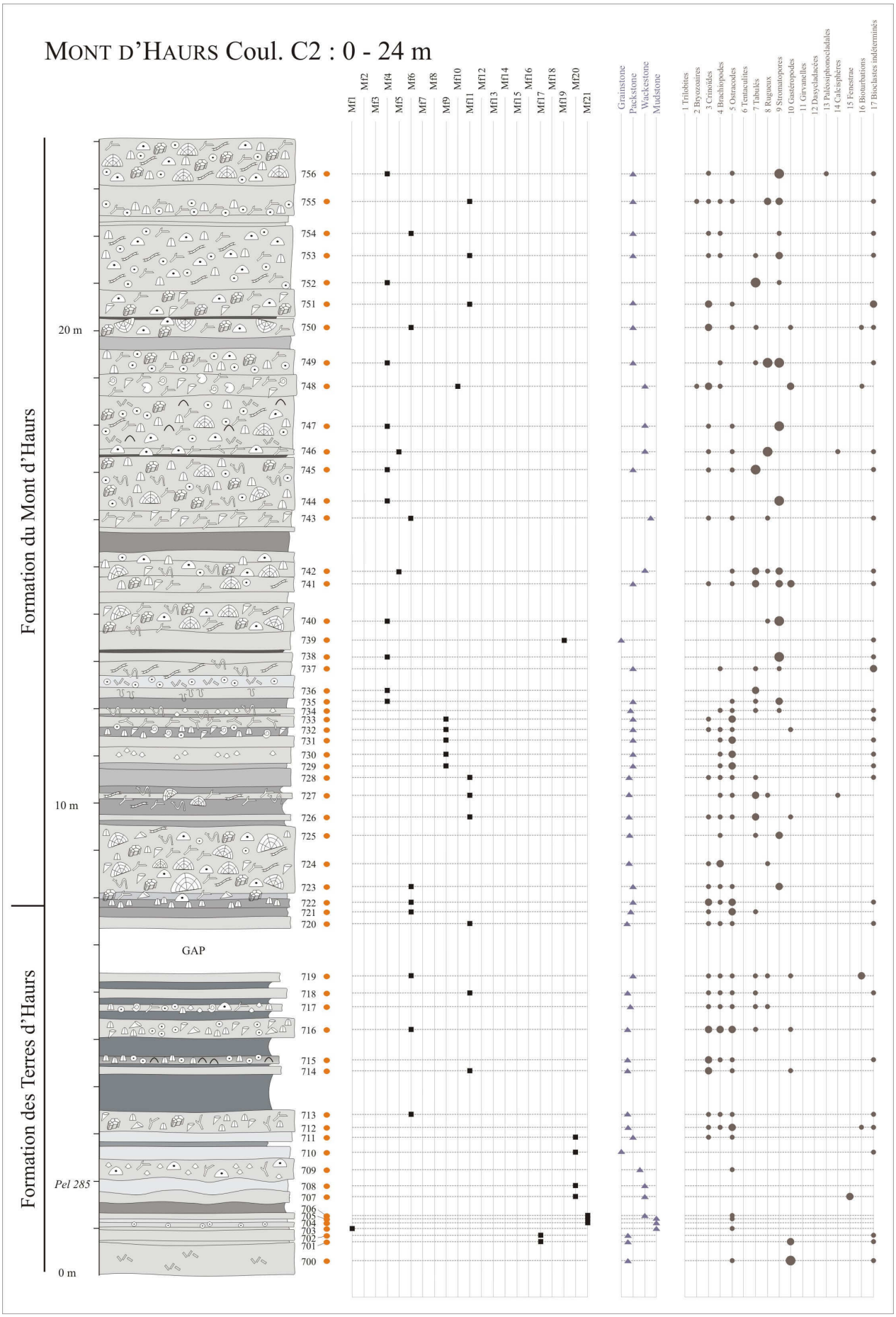
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



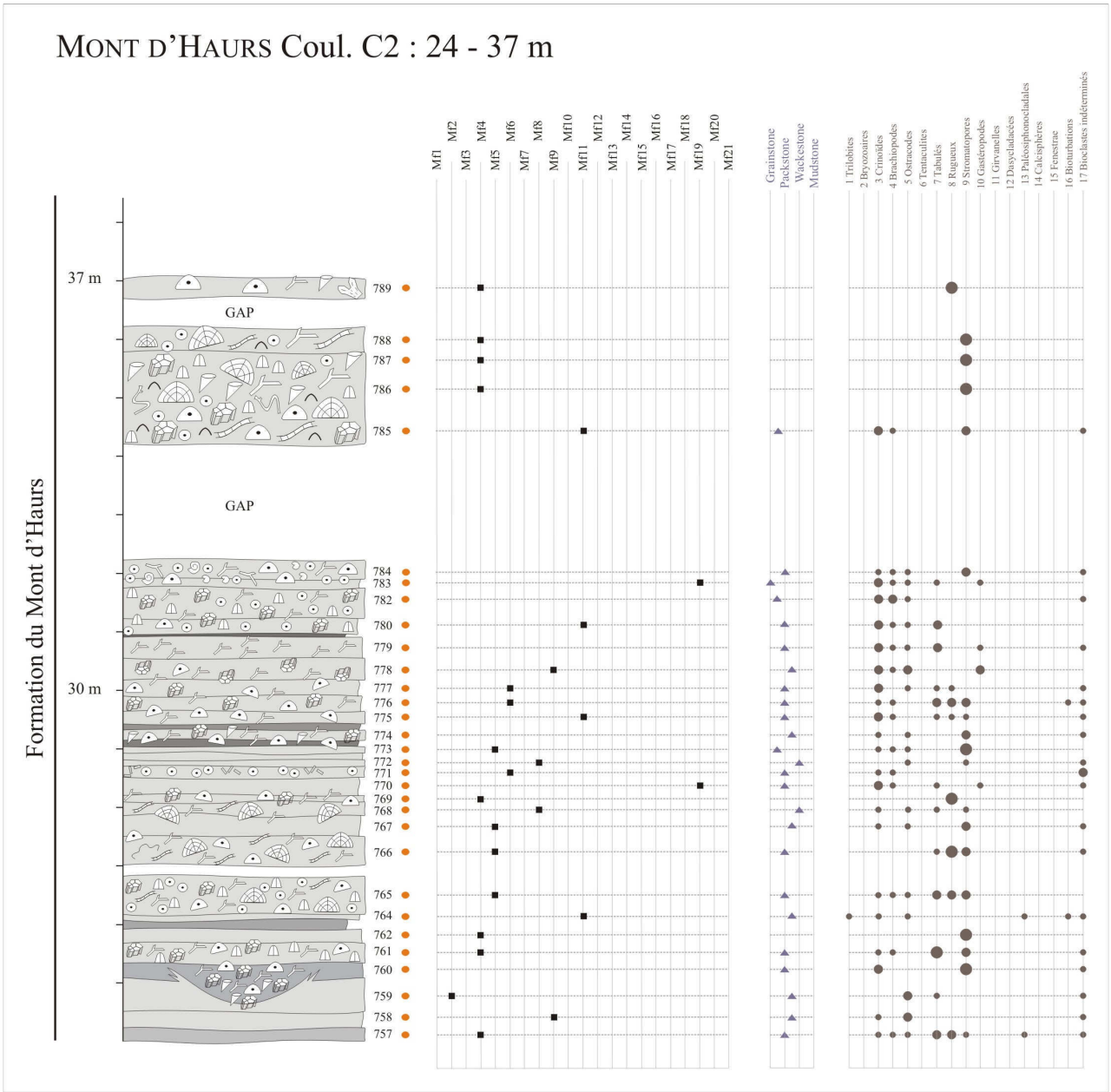
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



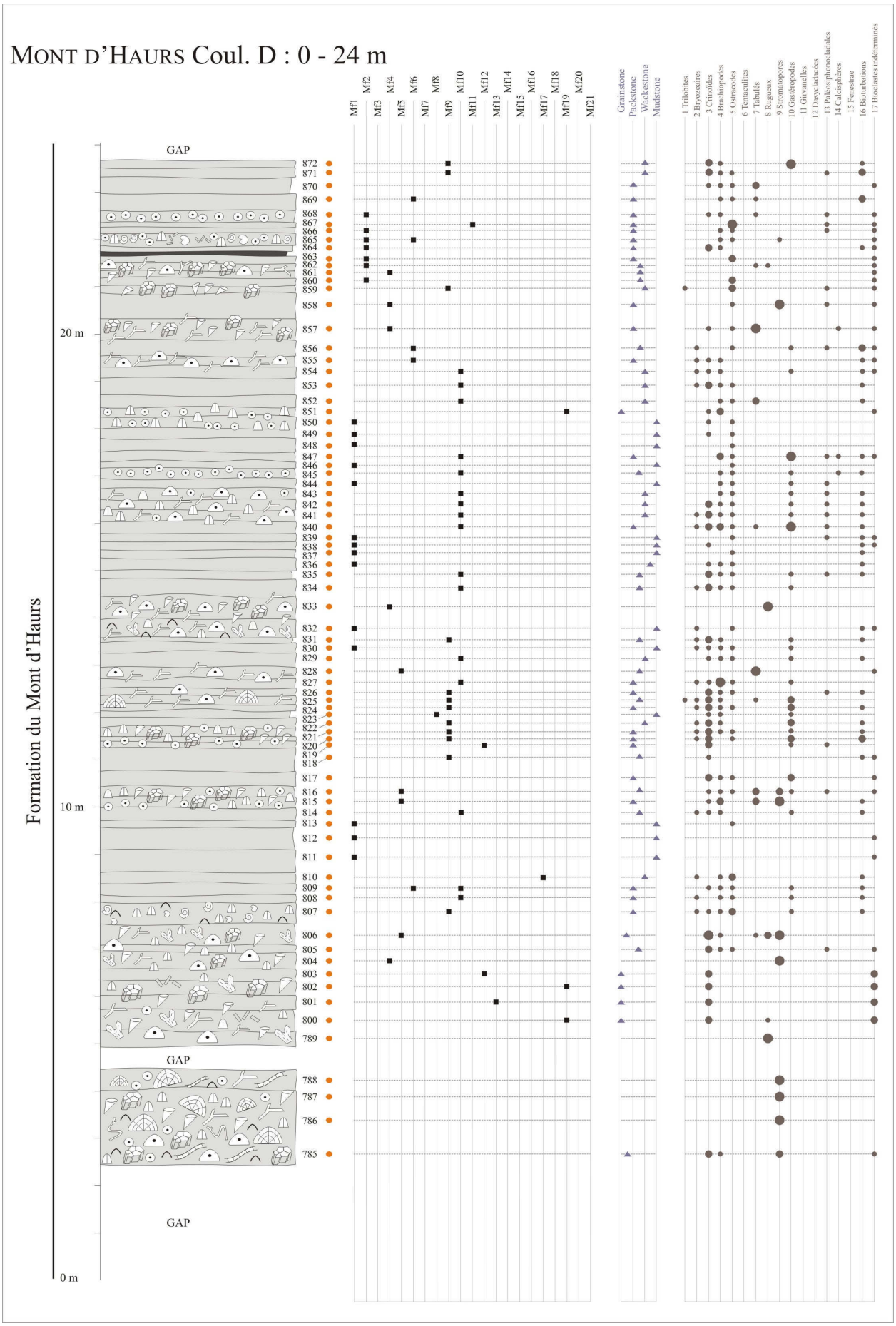
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



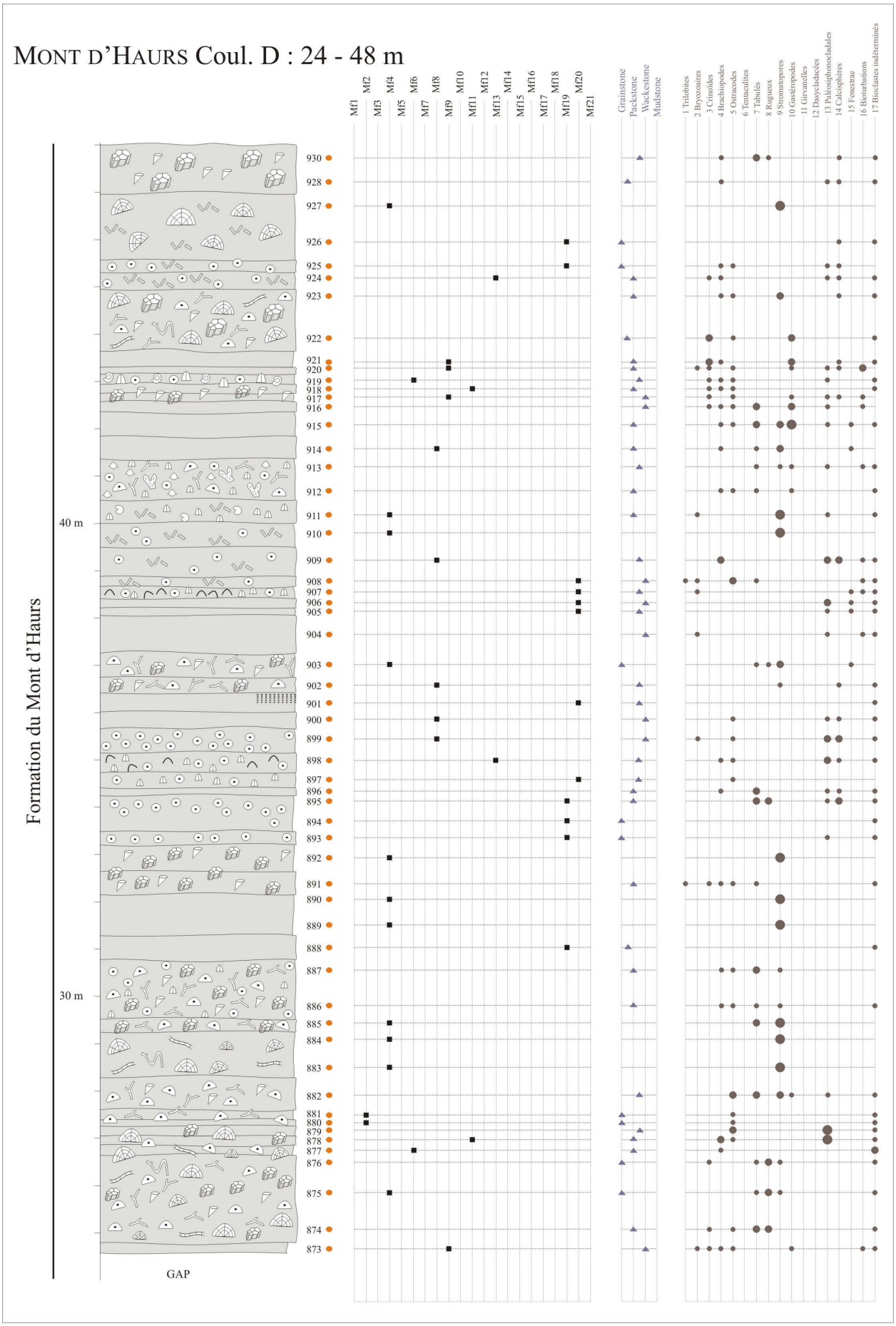
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



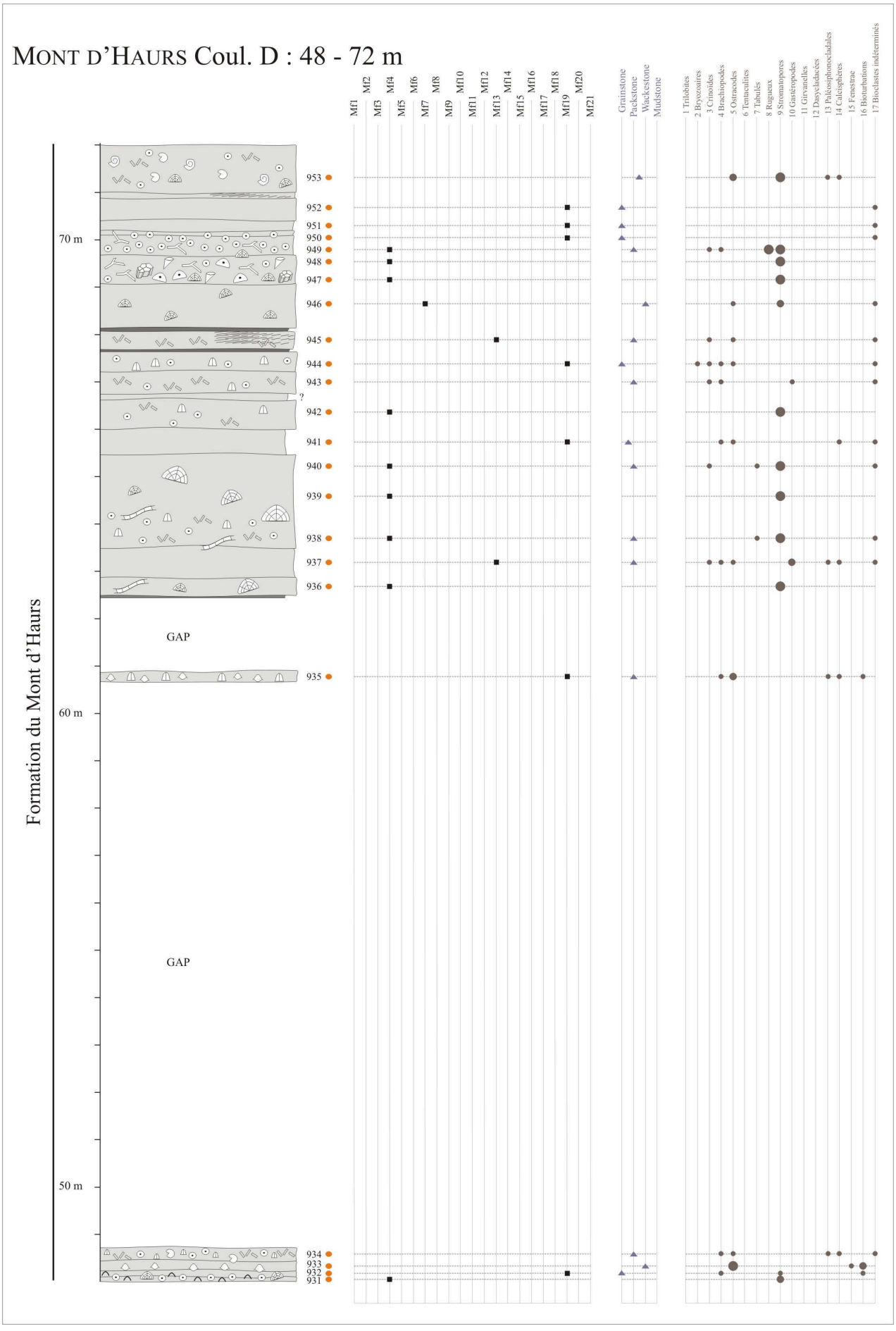
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



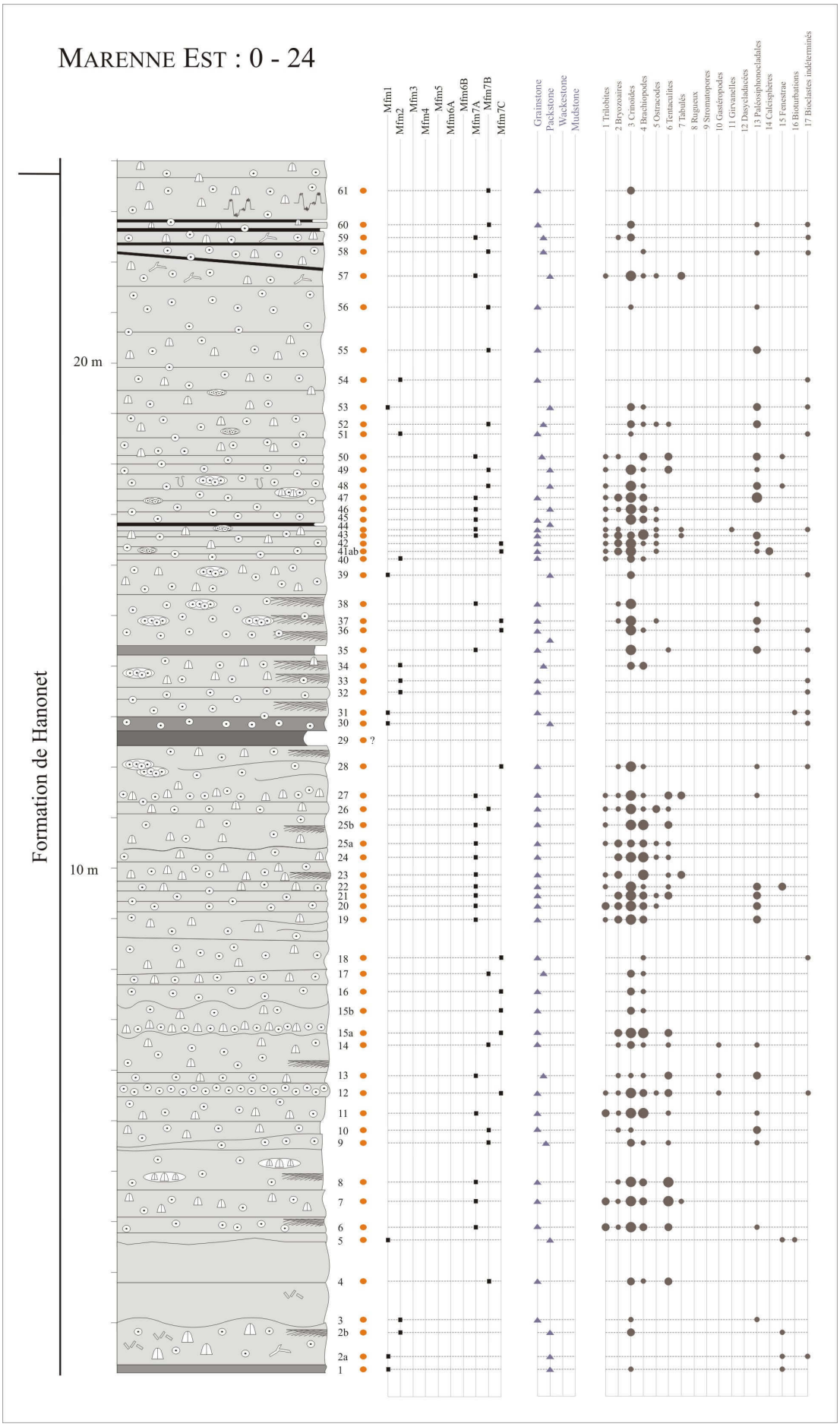
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



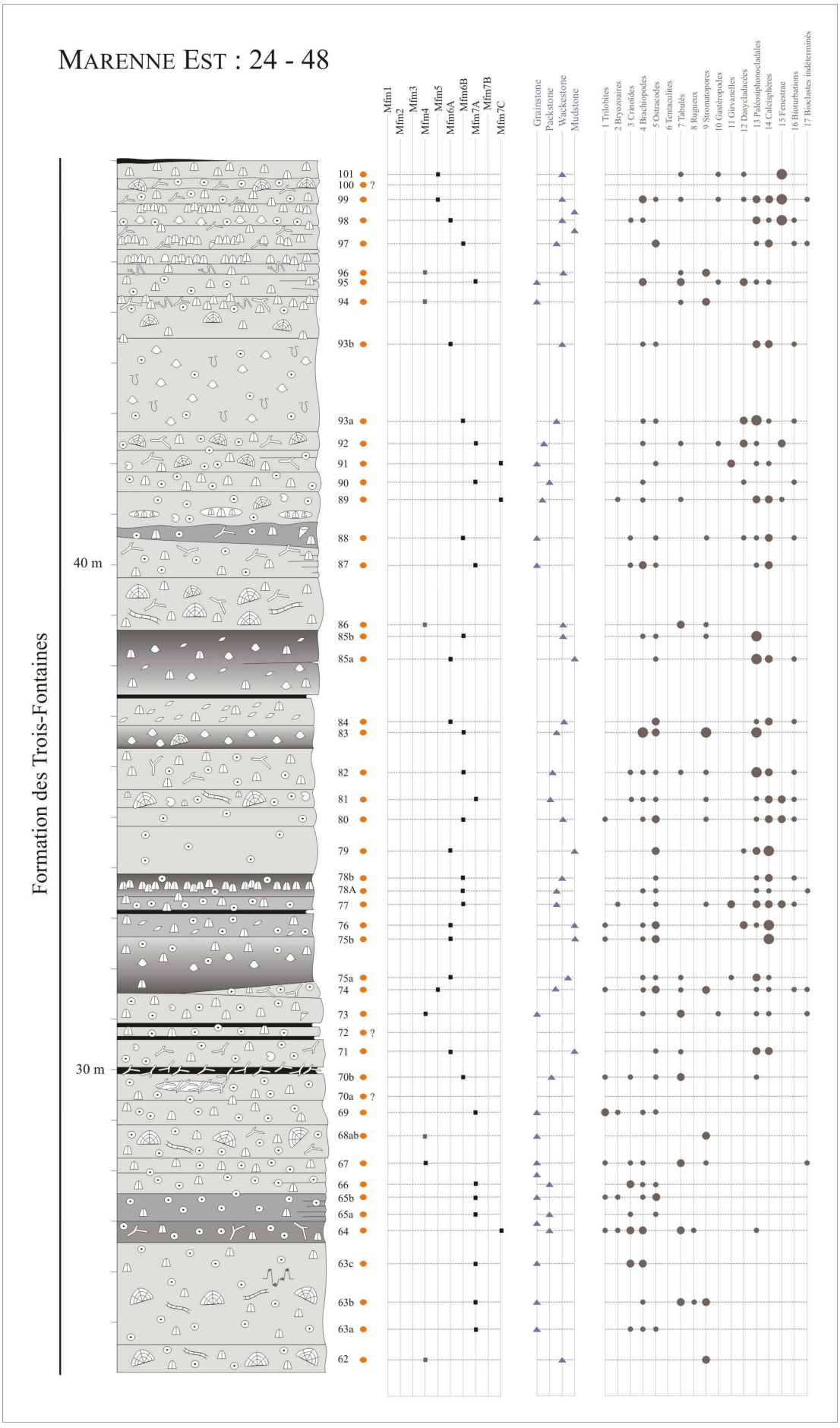
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



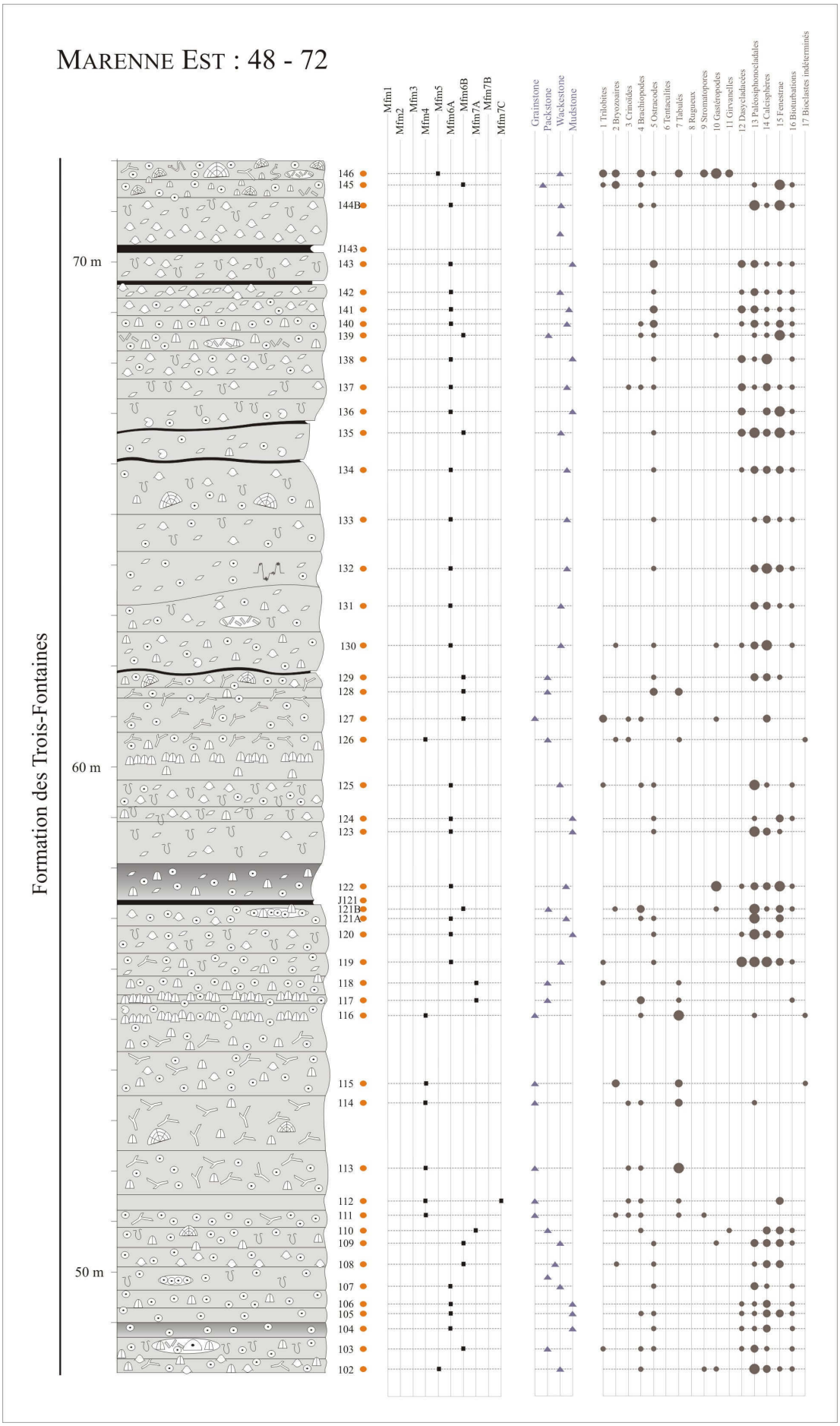
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



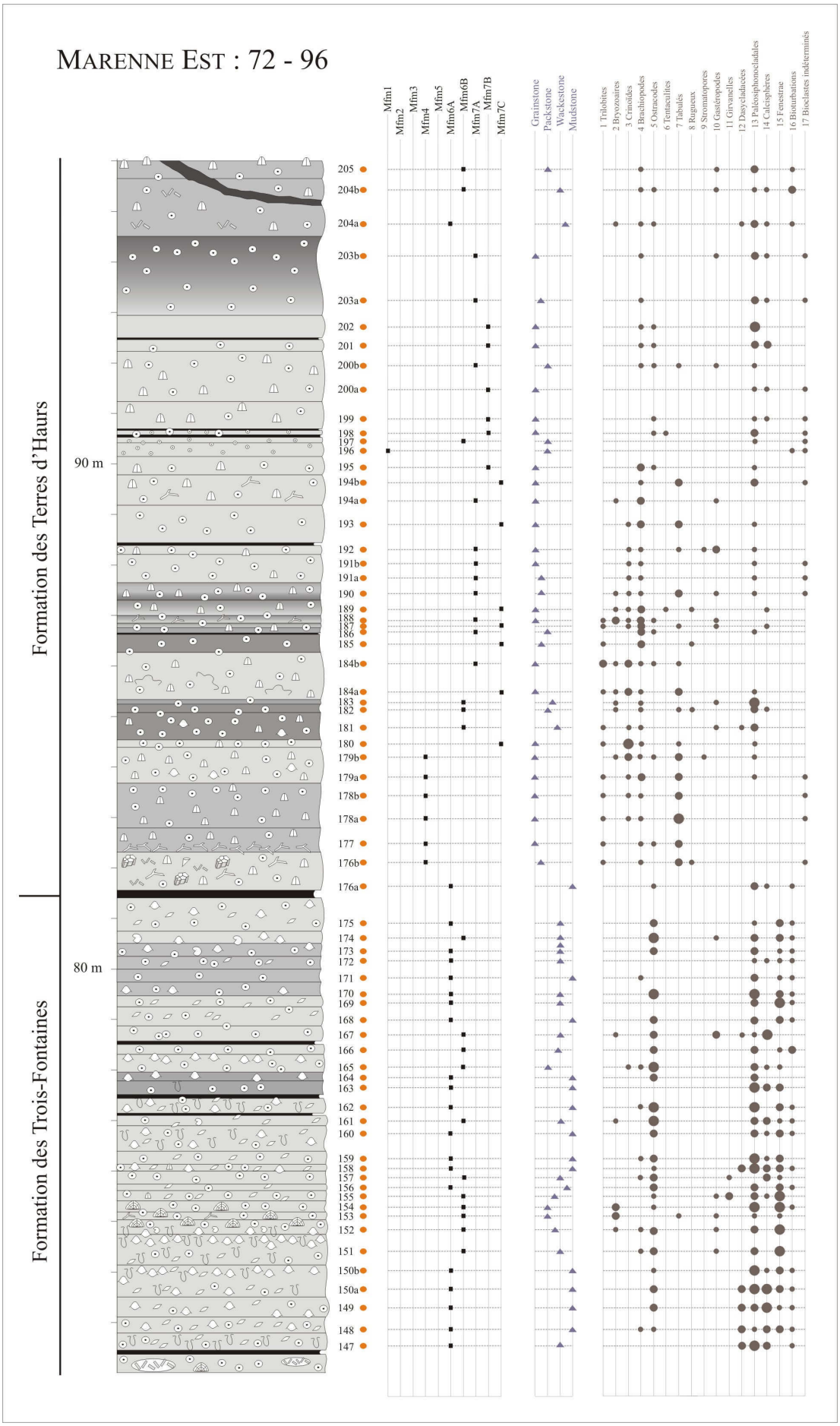
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



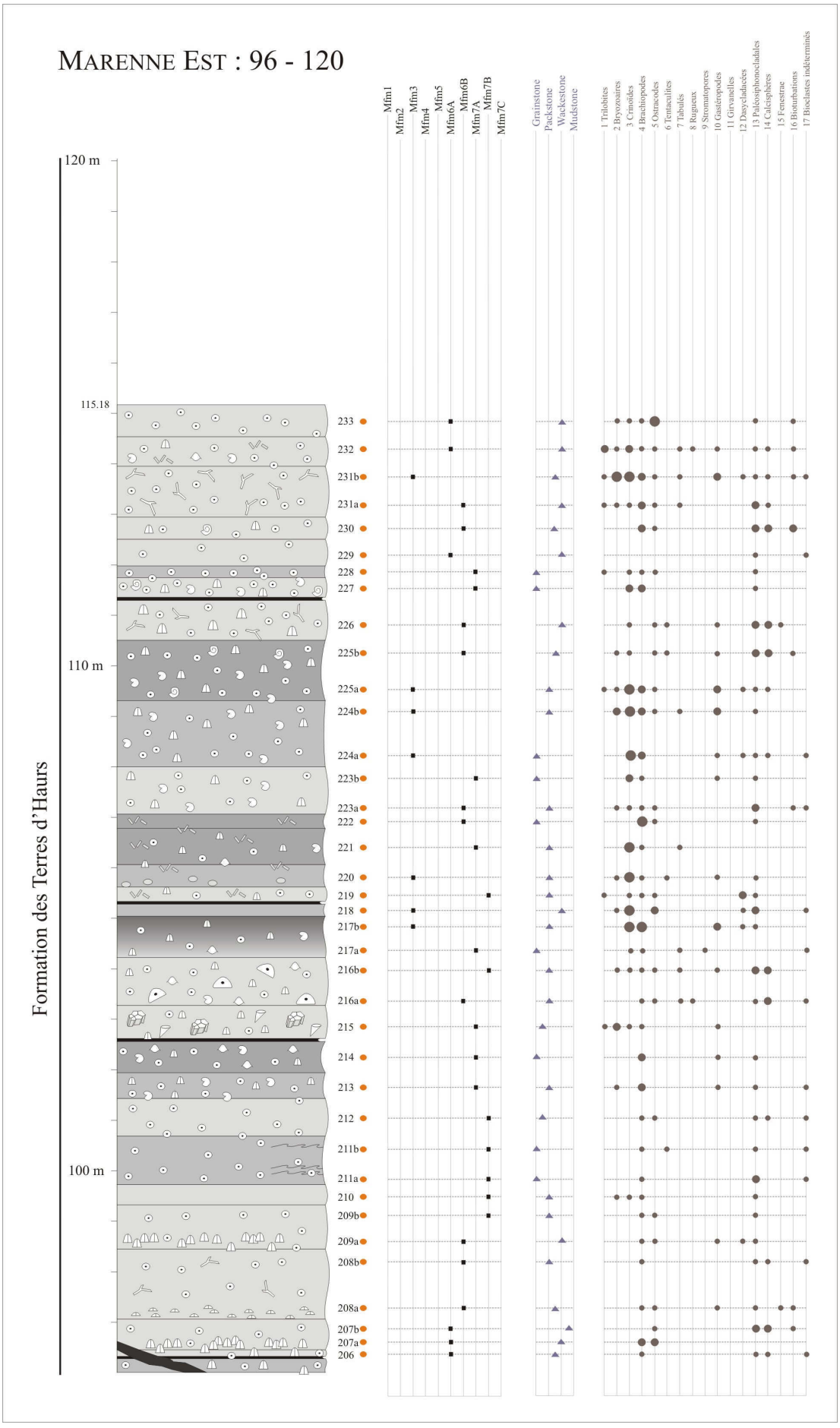
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



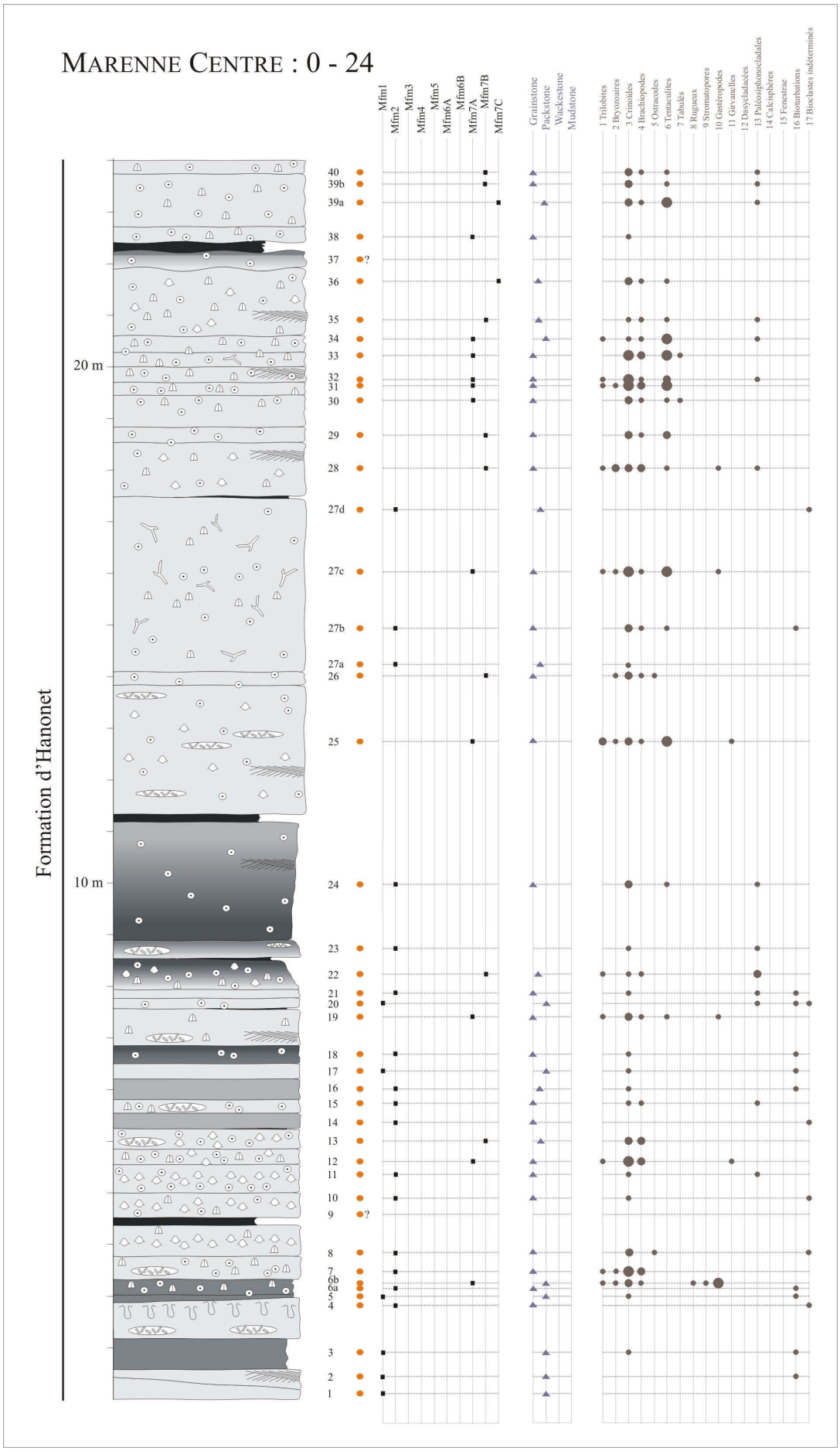
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



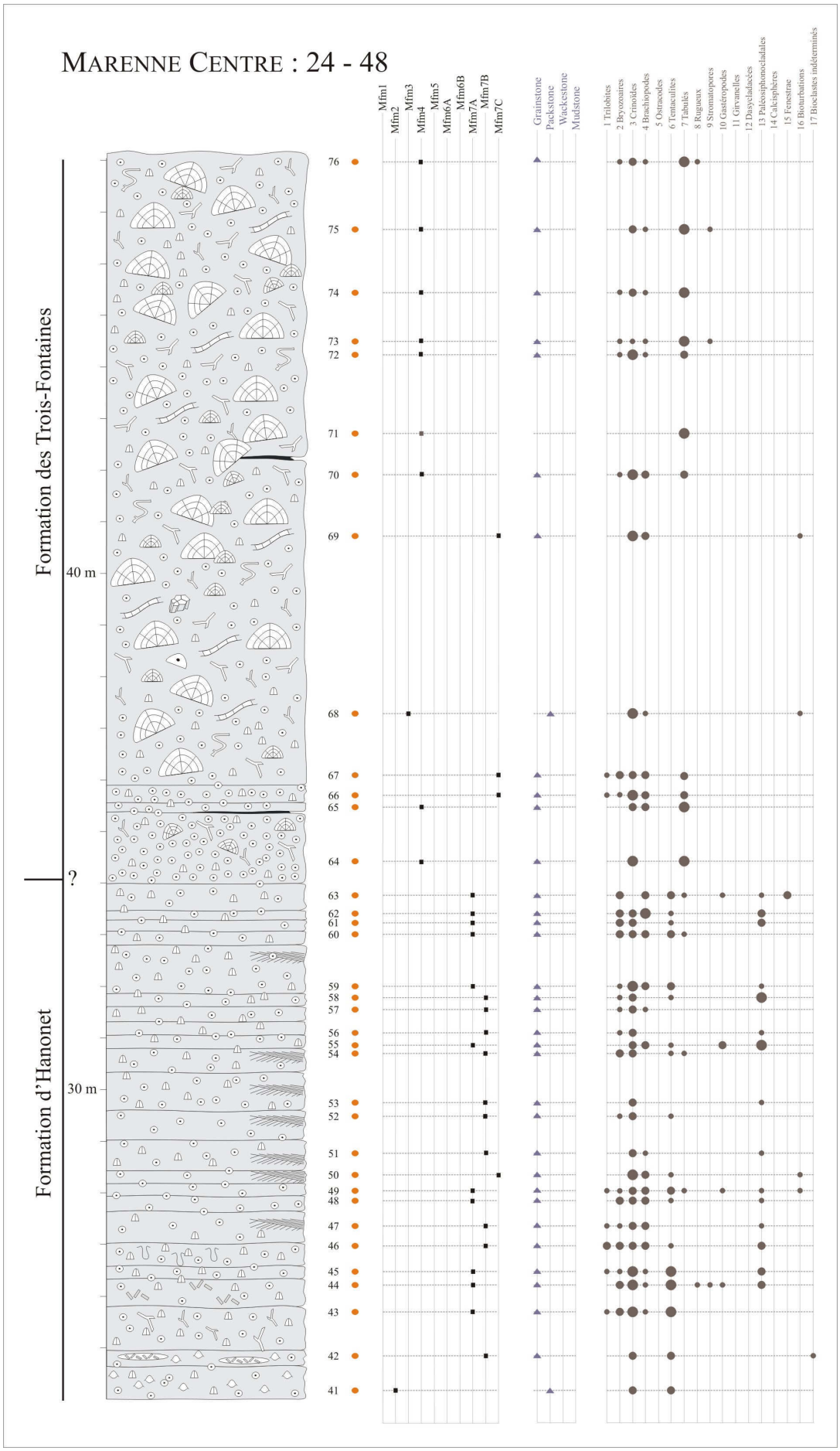
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



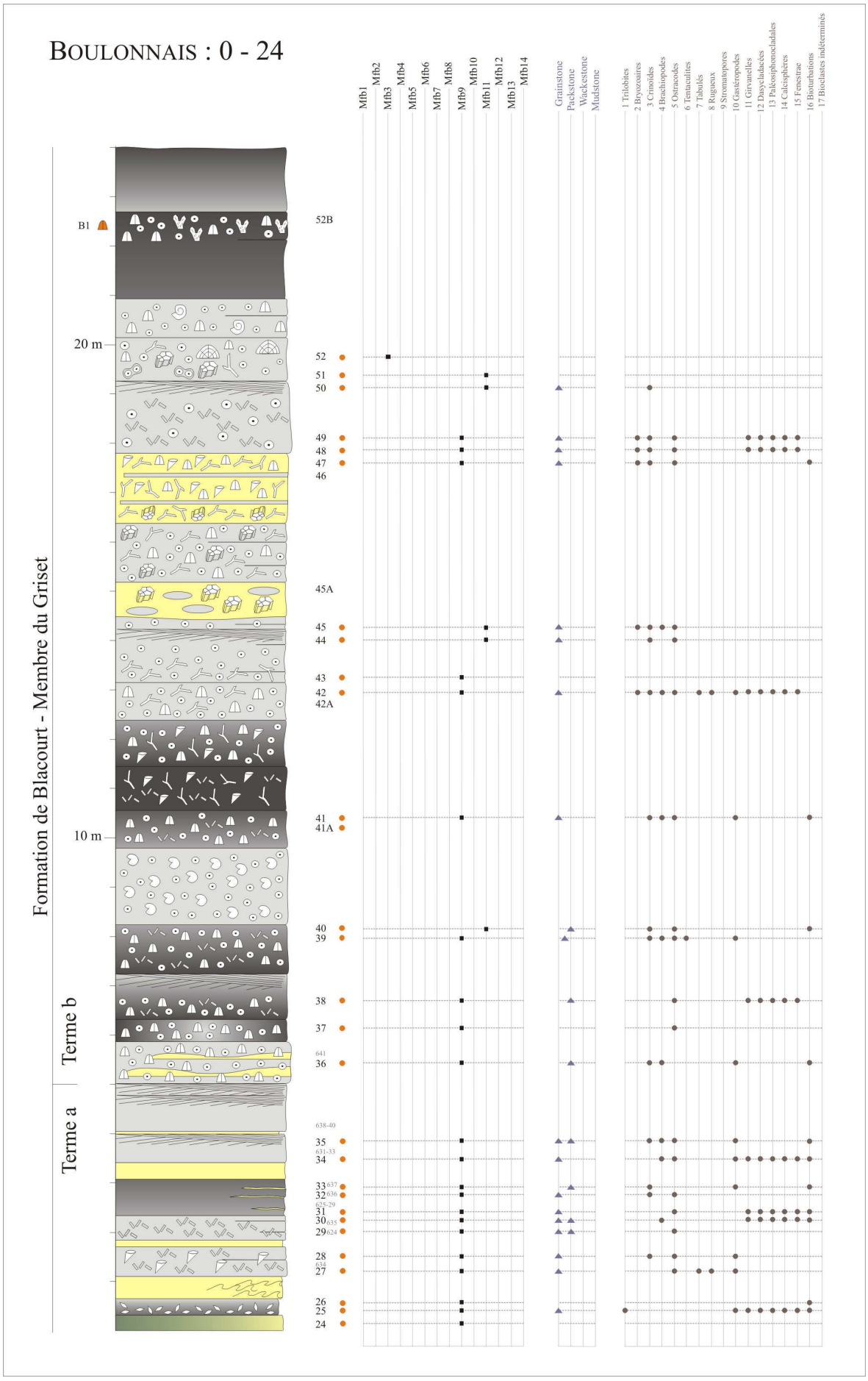
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



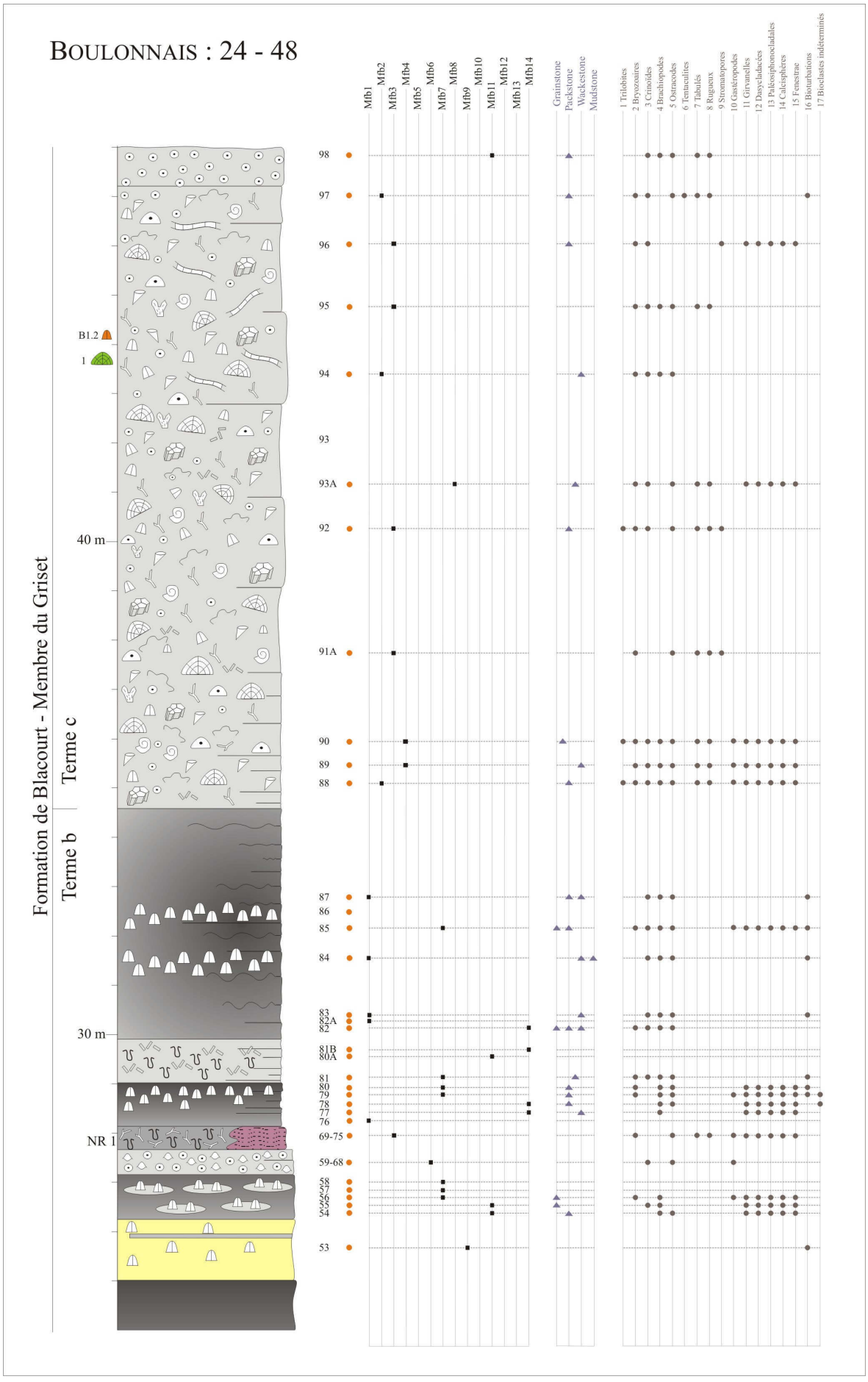
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



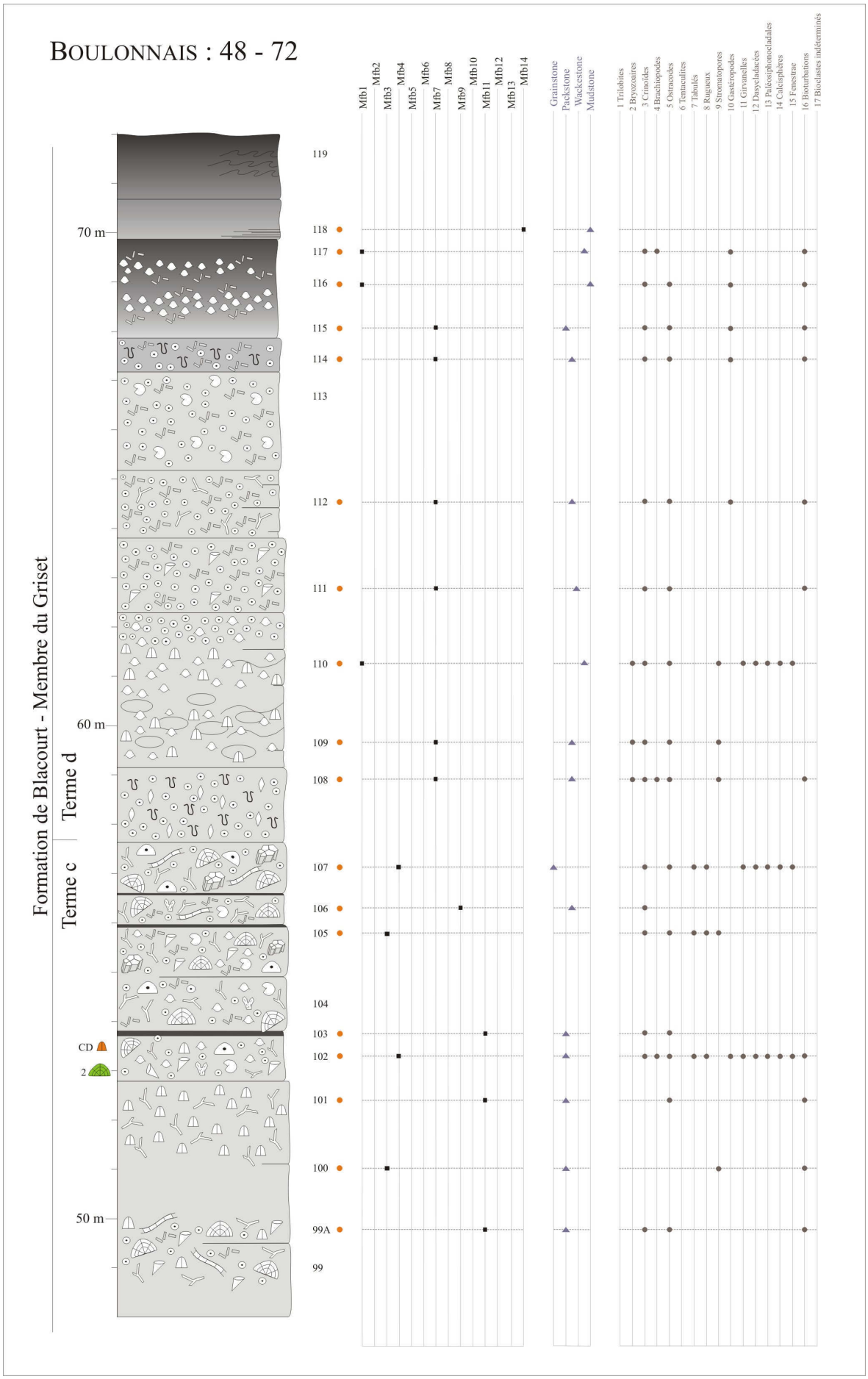
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



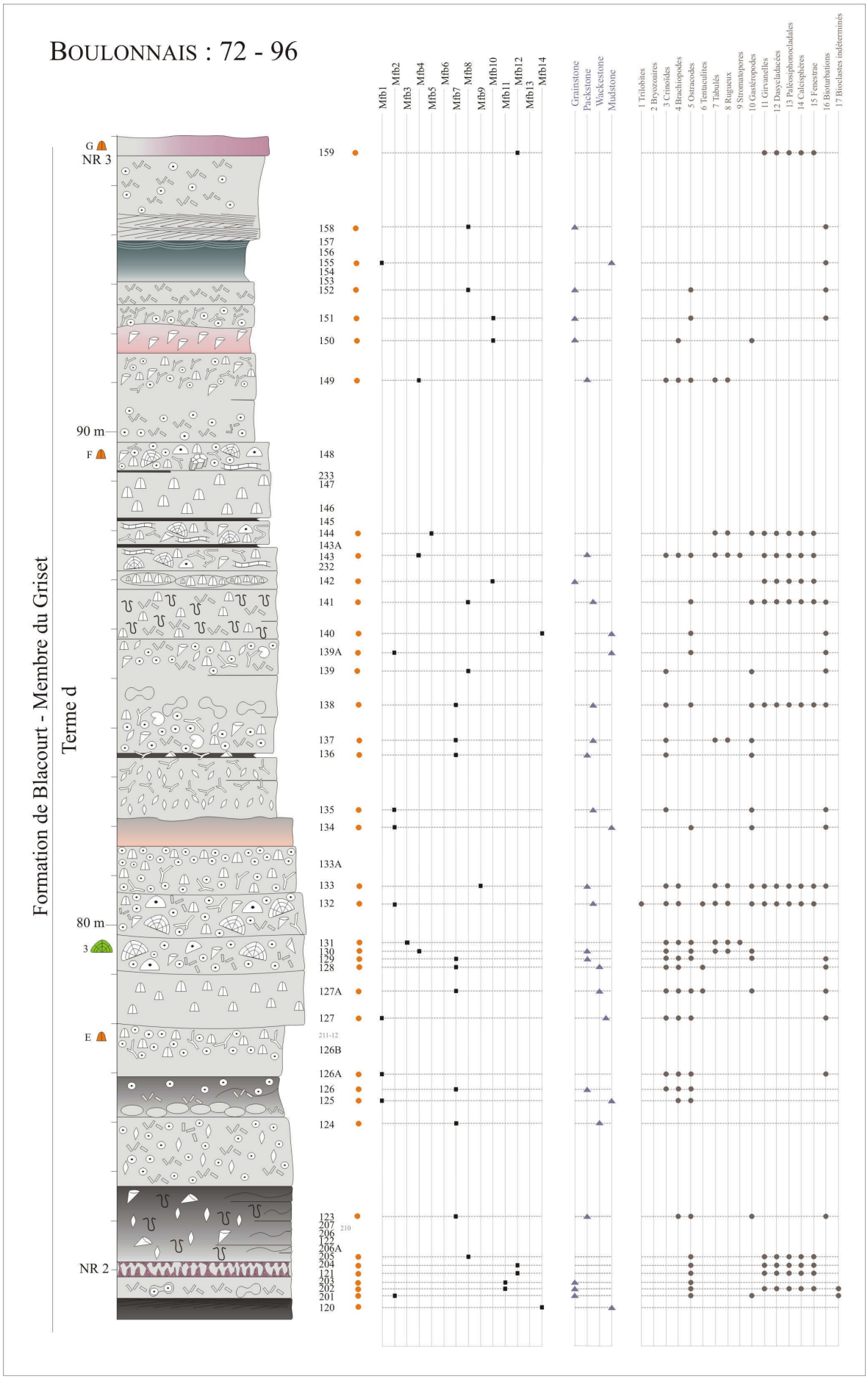
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



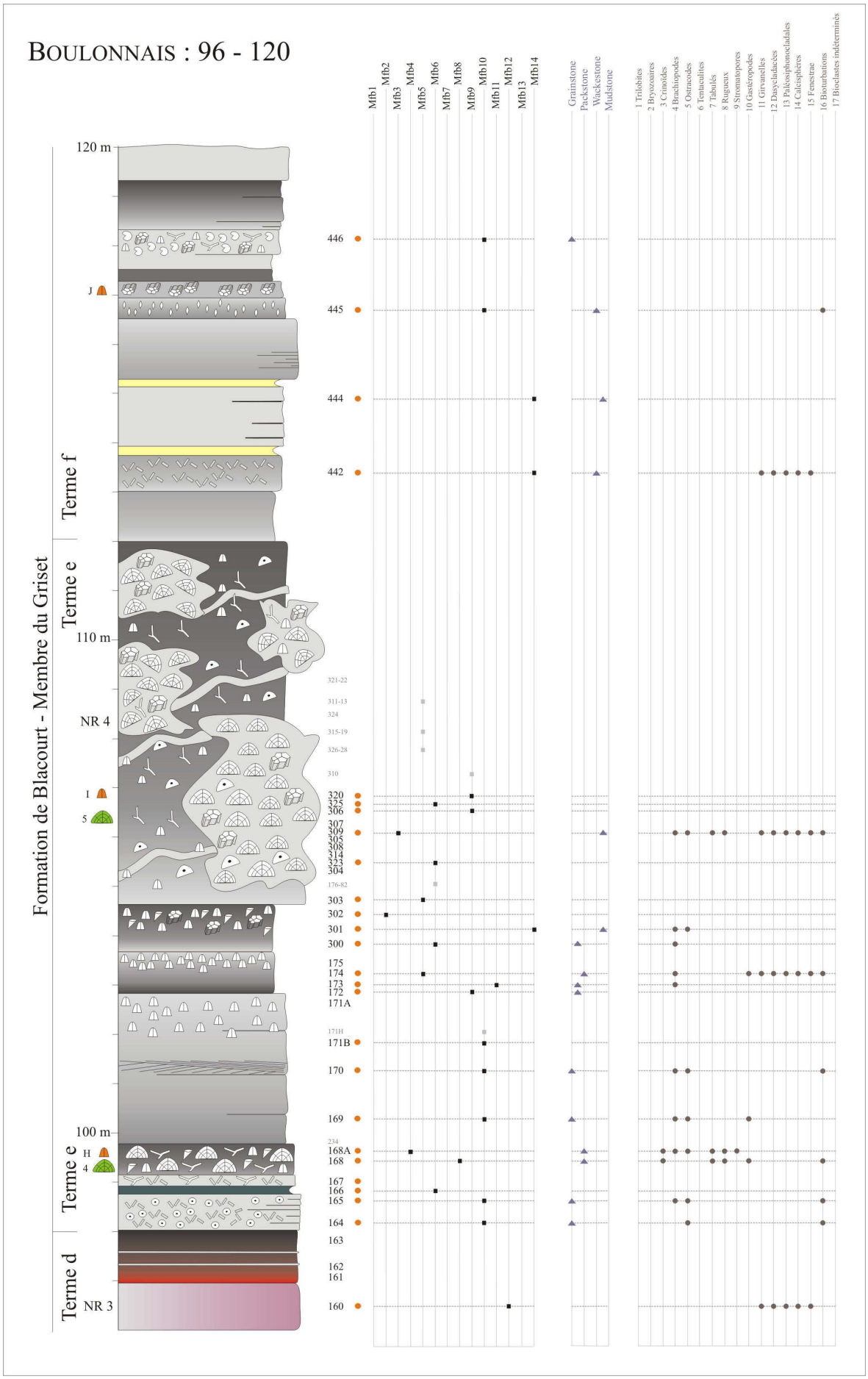
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



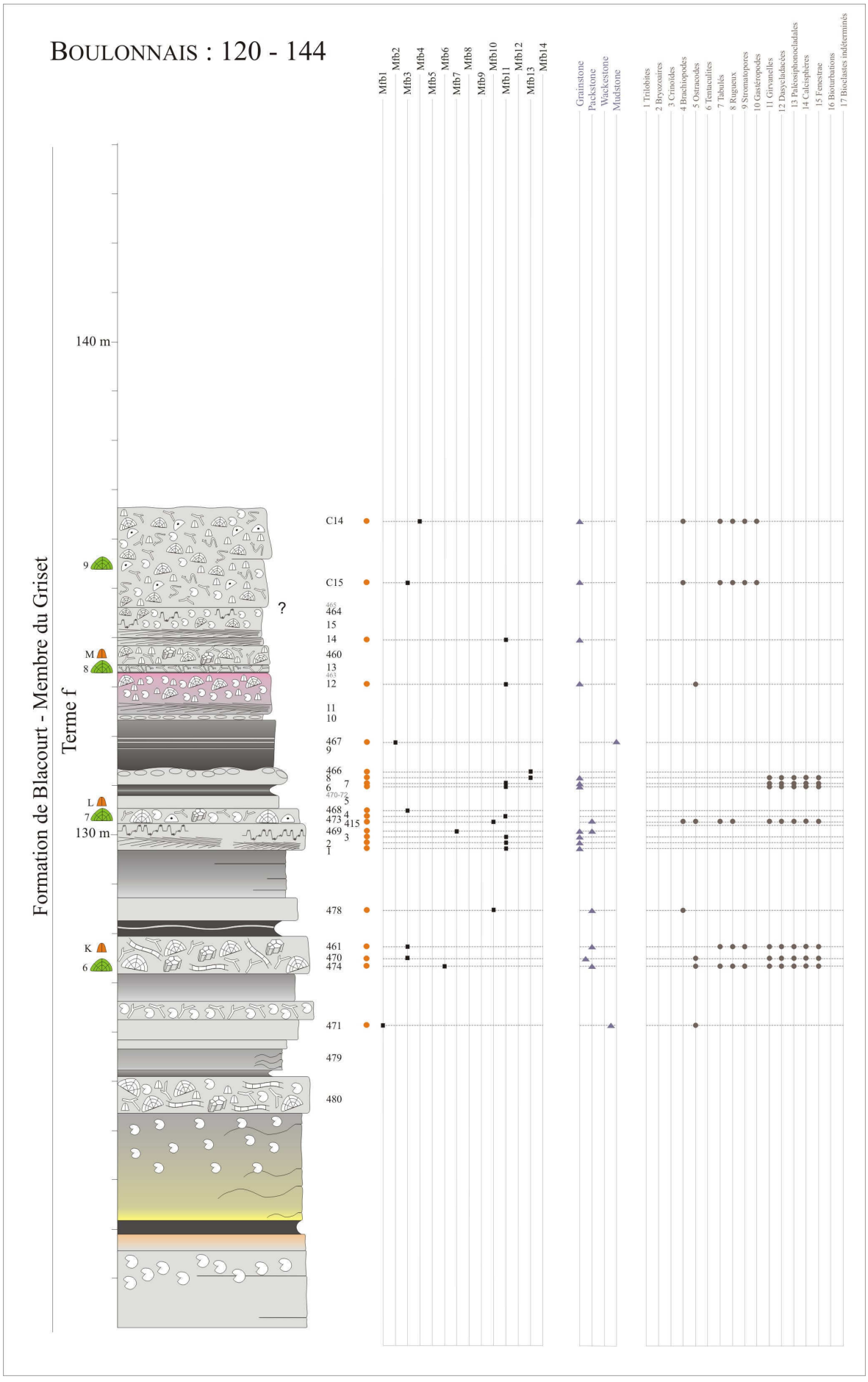
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



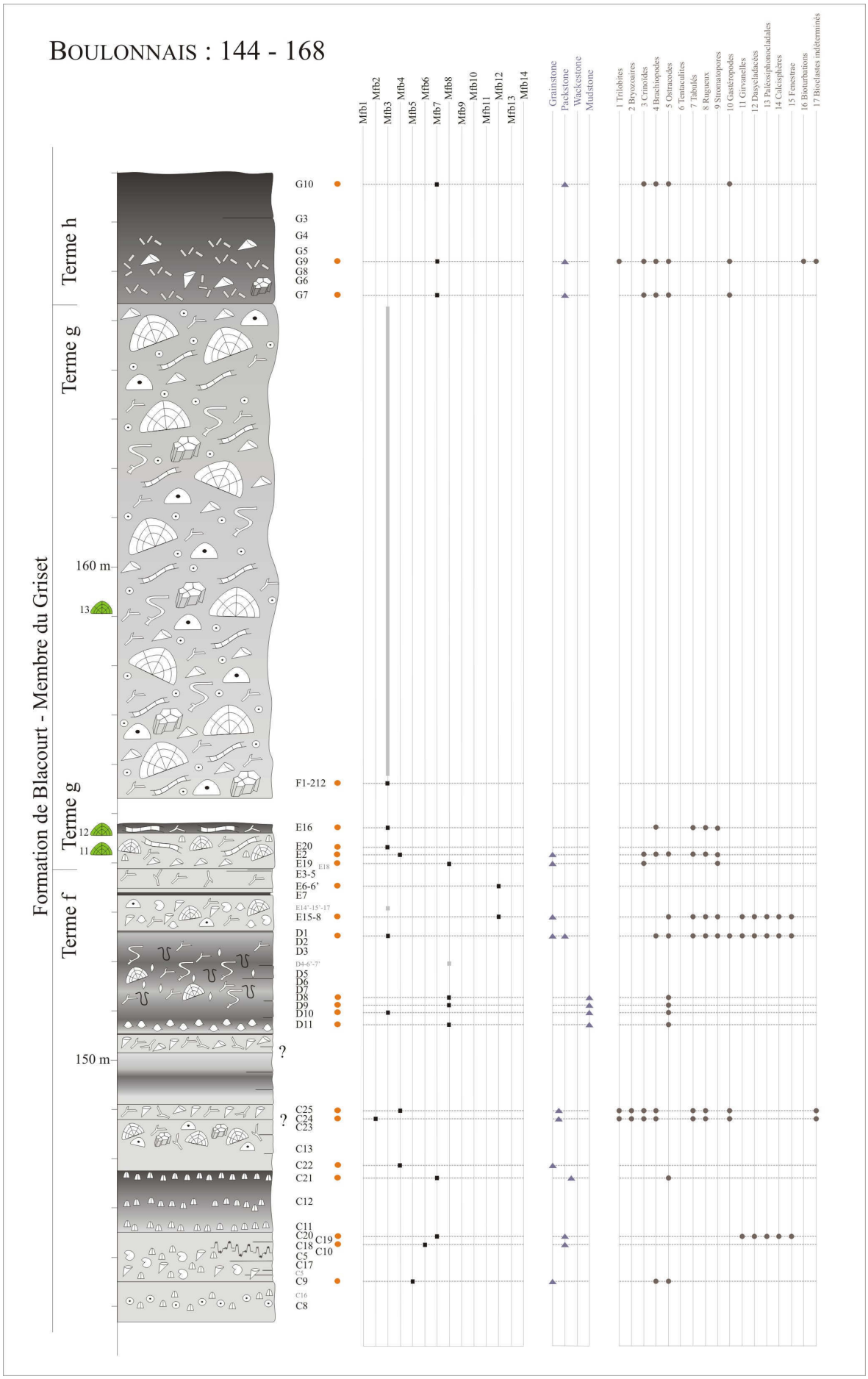
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



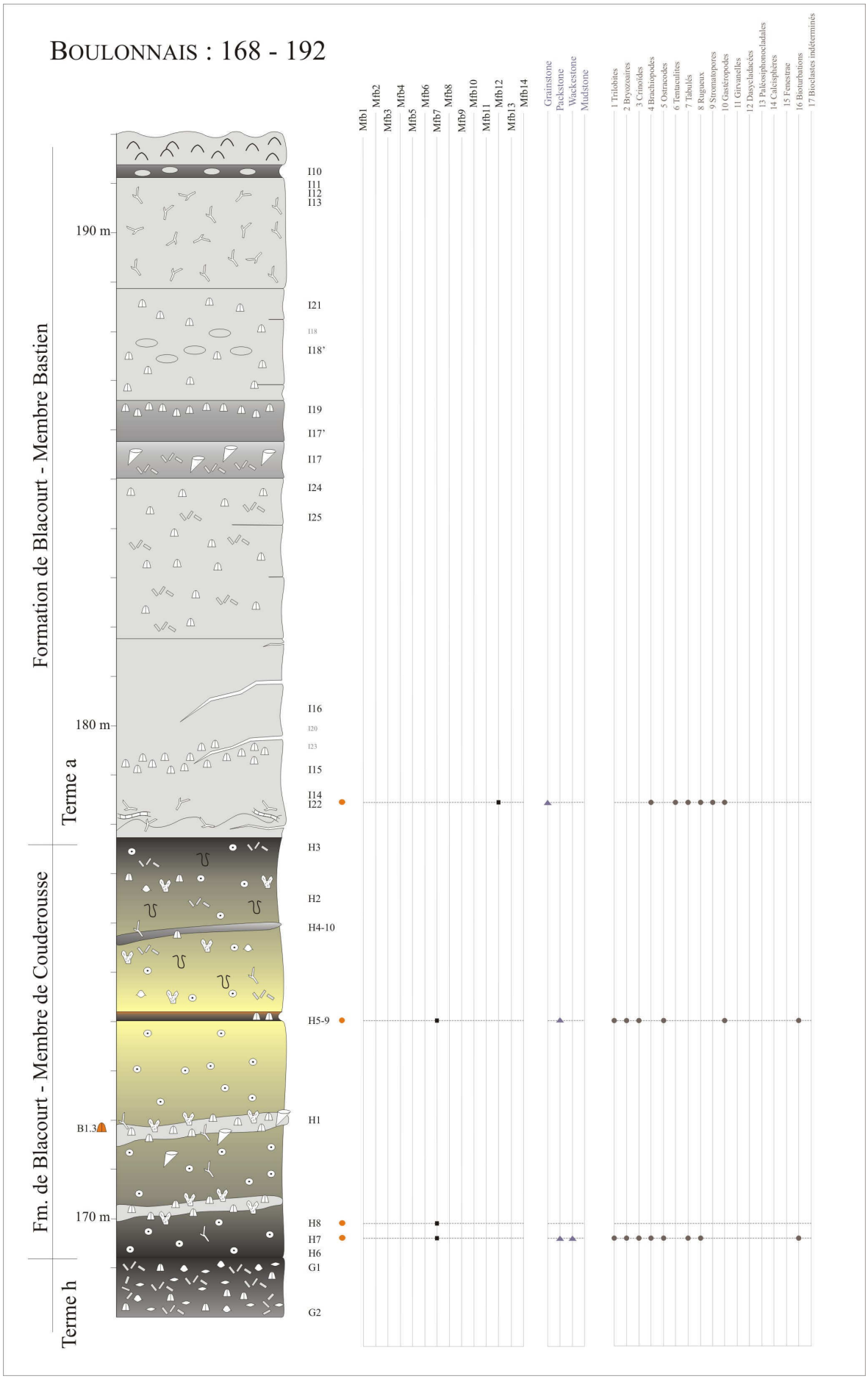
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

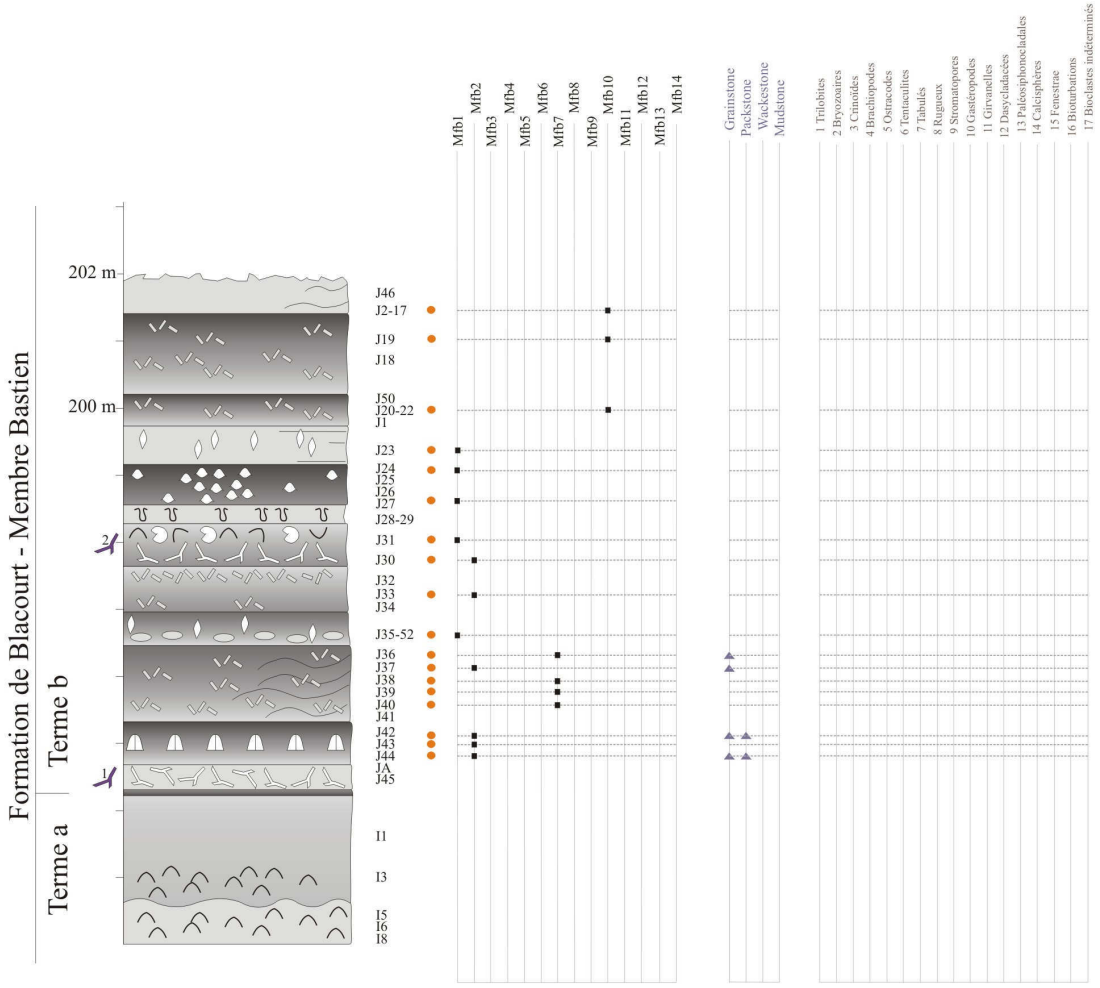


© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

BOULONNAIS : 192 - 202



© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

LISTE DES FRAGMENTS DE STROMATOPORES

Genre et espèce indéterminés

- A Glageon

AV - BG 11-27. 10, 11, 18, 30 : gen.1 et sp.1 indet. (Description en annexe)
AV - BG 11-27. 3 : gen. et sp. indet.
AV - BG 11-27. 20 : Actinostromatidae, gen. indet, sp. indet.
AV - BG 11-27. 33 : gen. et sp. indet.
AV - BG 11-27. 34 : ? Stromatoporellidae, gen. et sp. indet.
AV - BG 11-27. 38 : gen. et sp. indet.
AV - BG 11-27. 39 : gen. et sp. indet.
AV - BG 159-160. 5 : Stromatoporellidae, gen. et sp. indet.
AV - BG 317. 3 : gen. et sp. indet.
AV - BG 317. 13 : Syringostromatidae, gen. et sp. indet.

- A Givet

A - MH 149. 2 : Trupetostromatidae, gen. et sp. indet.
A - MH 257. 1: gen. et sp. indet.
A - MH 602. 3 : gen. et sp. indet.
A - MH 723. 1 : Gerronostromatidae, gen. et sp. indet.
A - MH 724. 8: gen. et sp. indet.
A - MH 741. 3 : Actinostromatidae, gen. et sp. indet.
A - MH 724. 4, 5 : Actinostromatidae, gen. et sp. indet.
A - MH 742. 1ab : gen. et sp. indet.
A - MH 750. 1 : gen. et sp. indet.
A - MH 756. 1 : gen. et sp. indet.
A - MH 766. 4, 938. 2 : gen. et sp. indet.
A - MH 786. 1 : Actinostromatidae, gen. et sp. indet.
A - MH 788. 1 : Trupetostromatidae, Stromatoporellidae gen. et sp. indet. (2 spécimens)
A - MH 883. 2, 3 : Actinostromatidae, gen. et sp. indet.
A - MH 892. 1 : Trupetostromatidae, gen. et sp. indet.

- A Marenne

A - MAR C 74 : gen. et sp. indet.

- A Wallers

AV - MW 5.17 ab : Trupetostromatidae, gen. et sp. indet.
AV - MW 5.20 abc : gen. et sp. indet.
AV - MW 6.1 abc : gen. et sp. indet.
AV - MW 12.7 abc : gen. et sp. indet.

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Table de distribution des espèces de stromatopores du Givétien

Aperçu paléobiogéographique

Genre, espèce, AUTEUR, DATE	AR sl	AR m	Av	Bo	Berg	MsC	BoC	MoK	Afg	TOTAL
Ordre des Labechiidés										
Labechia ? cf. *crassa* YAVORSKY 1957								+		1
Ordre des Clathrodictyidés										
Clathrodictyon cf. *amygd.* var. *subvesiculosum* LECOMPTE 1951				+						1
Clathrodictyon latifistulatum LECOMPTE 1951	+	+								2
Clathrodictyon stellulatum (NICHOLSON 1886)	+	+								2
Clathrodictyon ? sp.	+	+	+							3
Gerronostroma batschatense YAVORSKY 1931					+					1
Gerronostroma lemniscum (LECOMPTE 1951)	+	+		+					+	4
Gerronostroma undatum YAVORSKY 1961					+					1
Gerronostroma sp.	+	+								2
Atelodictyon aggregatum LECOMPTE 1951	+	+							+	3
Atelodictyon cf. *connectum* YANG & DONG 1979									+	1
Atelodictyon dewalense MISTIAEN 1985									+	1
Atelodictyon fallax LECOMPTE 1951	+	+	+		+					4
Atelodictyon moravicum ZUKALOVA 1958								+		1
Atelodictyon pseudocolumnare (RIABININ 1941)						+				1
Atelodictyon strictum LECOMPTE 1951	+	+		+					+	4
Atelodictyon ? sp. ZUKALOVA 1971								+		1
Atelodictyon sp.	+	+								2
Tienodictyon cf. *tschussovense* (YAVORSKY 1930)								+		1
Tienodictyon zonatum YABE & SUGIYAMA 1941						+				1
Schistodictyon amygdaloides (LECOMPTE 1951)	+									1
Anostylostroma columnare (PARKS 1936)					+					1
Anostylostroma hamiltonense PARKS 1936					+					1
Anostylostroma cf. *retiforme* (NICHOLSON & MURIE 1878)				+						1
Anostylostroma vaucellense (LECOMPTE 1951)	+	+								2
Anostylostroma sp. 1 (MISTIAEN 1985)	+	+	+						?	4
Hammatostroma sp.	+	+	+							3
Pseudoactinodictyon actinostromiforme (RIABININ 1941)						+				1
Pseudoactinodictyon ? *dartingtoniense* (CARTER 1880)	+			+		+				3
Pseudoactinodictyon ? cf *dartingtoniense* (CARTER 1880)	+									1
Pseudoactinodictyon ? *dart.* var. *filitexta* (NICHOLSON 1886)	+									1
Pseudoactinodictyon juxi (FLÜGEL, 1958)	+	+								2
Pseudoactinodictyon zonatum ZUKALOVA 1971								+		1
Ordre des Actinostromatidés										
Actinostroma clathratum NICHOLSON 1886	+	+	+	+	+			+		6
Actinostroma cf. *clathratum* NICHOLSON 1886					+					1

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Actinostroma clathatum var. *intricatum* LECOMPTE 1951	+	+								2
Actinostroma compactum RIPPER 1933						+				1
Actinostroma constrictum LECOMPTE 1951	+	+								2
Actinostroma crassepilatum LECOMPTE 1951	+	+	+					+		4
Actinostroma dehorneae LECOMPTE 1951	+	+						+		3
Actinostroma cf. *dehorneae* LECOMPTE 1951					+					1
Actinostroma densatum LECOMPTE 1951	+	+			+					3
Actinostroma densicolumnatum LECOMPTE 1951	+									1
Actinostroma devonense LECOMPTE 1951	+	+						+	+	4
Actinostroma cf. *devonense* LECOMPTE 1951				+						1
Actinostroma expansum (HALL & WITHFIELD 1873)					+	+				2
Actinostroma filitextum LECOMPTE 1951							+		+	2
Actinostroma aff. *geminatum* (LECOMPTE 1951)						+				1
Actinostroma hebbornense NICHOLSON 1886	+	+			+			+		4
Actinostroma cf. *hebbornense* NICHOLSON 1886					+					1
Actinostroma papillosum (BARGATSKY 1881)				+	+	+		+		4
Actinostroma perlaminatum LECOMPTE 1951	+			+					+	3
Actinostroma piriformes KHALFINA 1953					+					1
Acinostroma reversum LECOMPTE 1951							+			1
Actinostroma septatum LECOMPTE 1951	+	+								2
Actinostroma septatum var. *robustum* LECOMPTE 1951	+	+		+						3
Actinostroma sertiforme (LECOMPTE 1951)	+	+	+							3
Actinostroma cf. *sertiforme* (LECOMPTE 1951)				+						1
Actinostroma stellulatum NICHOLSON 1886	+				+	+				3
Actinostroma cf. *stellulatum distans* RIPPER 1937					+					1
Actinostroma stellulatum maureri HEINRICH 1914	+	+		+	+					4
Actinostroma tabulatum LECOMPTE 1951	+	+	+	+	+					5
Actinostroma cf. *tabulatum* LECOMPTE 1951					+					1
Actinostroma tabulatum var. *crassum* (LECOMPTE 1951)	+	+	+		+		+	+	+	7
Actinostroma tyrelli NICHOLSON 1891					+					1
Actinostroma verrucosum (GOLDFUSS 1826)	+	+		+	+			+	+	6
Actinostroma sp aspect confertum	+	+	+							3
Bifariostroma bifarium (NICHOLSON 1886)	+	+	+	+	+	+				6
Bifariostroma cf. *bifarium* (NICHOLSON 1886)								+		1
Bifariostroma cf. *bifarium* (NICHOLSON 1886)	+	+			+					1
Densastroma ? sp.	+	+								2
Ordre des Stromatoporellidés										
Stromatoporella alveolata LECOMPTE 1951	+	+								2
Stromatoporella crassitexta var. *angustior* LECOMPTE 1951	+	+								2
Stromatoporella decora LECOMPTE 1951	+				+					2
Stromatoporella frasniensis ZUKALOVA 1958								+		1
Stromatoporella gracilis LECOMPTE 1951	+	+								2
Stromatoporella granulata (NICHOLSON 1873)	+	+	+	+				+	+	6
Stromatoporella ? cf. *irregularis*	+	+	+							3
Stromatoporella laminata (BARGATSKY 1881)	+	+								2
Stromatoporella sp. (CORNET 1975)	+									1
Pseudostromatoporella moosensis (PARKS 1936)						+				1
Clathrocoilona abeona YAVORSKY 1931					+					1

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Clathrocoilona crassitexta (LECOMPTE 1951)	+	+						+		3
Clathrocoilona cf. *crassitexta* (LECOMPTE 1951)				+						1
Clathrocoilona eifeliensis (NICHOLSON 1886)	+	+								2
Clathrocoilona inconstans STEARN 1962				+						1
Clathrocoilona cf. *inconstans* STEARN 1962	+	+	+							3
Clathrocoilona irregularis LECOMPTE 1951	+									1
Clathrocoilona lemnisca (LECOMPTE 1951)	+						+			2
Clathrocoilona obliterata (LECOMPTE 1951)	+	+	+	+					+	5
Clathrocoilona ? *solitaria* (NICHOLSON 1886)	+									1
Clathrocoilona spissa (LECOMPTE 1951)	+	+	+	+			+	+	+	7
Clathrocoilona sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Clathrocoilona sp. KREBEDÜNKEL 1994					+					1
Clathrocoilona sp. ZUKALOVA 1971								+		1
Clathrocoilona ? sp.	+	+	+							3
Dendrostroma mutabile ZUKALOVA 1971								+		1
Dendrostroma oculatum (NICHOLSON 1892)				+						1
Stictostroma cf. *brylkini* (YAVORSKY 1955)									+	1
Stictostroma curiosa (BARGATSKY 1881)	+	+	+	+	+					5
Stictostroma lensiforme (LECOMPTE 1952)						+				1
Stictostroma mamilliferum GALLOWAY & ST JEAN 1957					+					1
Stictostroma uralense (YAVORSKY 1955)									+	1
Stictostroma saginatum (LECOMPTE 1951)	+	+	+							3
Stictostroma sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Stictostroma sp. 1	+	+								2
Stictostroma sp. 2	+	+								2
Pseudostictostroma sp. (MISTIAEN 1980)				+						1
Trupetostroma bassleri LECOMPTE 1952	+	+		+						3
Trupetostroma cellulosum LECOMPTE 1952	+	+	+			+		+		5
Trupetostroma coalescens GALLOWAY & ST JEAN 1957					+					1
Trupetostroma densum ZUKALOVA 1971								+		1
Trupetostroma gebum (YAVORSKY 1931)						+				1
Trupetostroma ideale BIRKHEAD 1967					+					1
Trupetostroma laceratum LECOMPTE 1952	+	+				+				3
Trupetostroma micropertusum (LECOMPTE 1951)	+	+		+						3
Trupetostroma nux (WINCHELL 1886)								+		1
Trupetostroma pertabulatum ZUKALOVA 1971								+		1
Trupetostroma pingue LECOMPTE 1952	+	+				+				3
Trupetostroma aff. *pingue* LECOMPTE 1952	+									1
Trupetostroma rectum ZUKALOVA 1971					+			+		2
Trupetostroma cf. *regulamellatum* YANG & DONG 1963							+			1
Trupetostroma ruedemanni LECOMPTE 1952	+	+	+							3
Trupetostroma ? *solidulum* ? (HALL & WITHFIELD 1873)	+									1
Trupetostroma sublamellatum LECOMPTE 1952	+	+								2
Trupetostroma tenuilamellatum LECOMPTE 1952	+	+								2
Trupetostroma aff. *tenuilamellatum* LECOMPTE 1952			+							1
Trupetostroma sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Trupetostroma ? sp. 1	+	+								2
Trupetostroma sp. 2	+	+								2
Trupetostroma sp. 3	+	+								2

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Trupetostroma sp. 4	+	+								2
Hermatostroma afghanense MISTIAEN 1985									+	1
Hermatostroma beuthii (BARGATSKY 1881)								+		1
Hermatostroma cimacense LECOMPTE 1952	+	+								2
Hermatostroma cf. *cimacense* LECOMPTE 1952				+						1
Hermatostroma crassum (LECOMPTE 1952)	+	+		+		+				4
Hermatostroma episcopale NICHOLSON 1892	+	+			+	+		+		5
Hermatostroma longipilatum ZUKALOVA 1971								+		1
Hermatostroma maillieuxi (LECOMPTE 1952)	+	+		+	+					4
Hermatostroma parksi LECOMPTE 1952	+	+		+	+					4
Hermatostroma perseptatum LECOMPTE 1952	+	+			+	+		+	+	6
Hermatostroma polymorphum LECOMPTE 1952	+				+			+		3
Hermatostroma pustulosum LECOMPTE 1952	+	+			+			+		4
Hermatostroma cf. *pustulosum* LECOMPTE 1952				+						1
Hermatostroma schlüteri NICHOLSON 1886						+			+	2
Hermatostroma cf. *schlüteri* NICHOLSON 1886								+		1
Hermatostroma thomasi var. *arduennense* (LECOMPTE 1952)	+	+		+						3
Hermatostroma sp.1 MISTIAEN 1988				+						1
Hermatostroma ? sp.1	+	+	+							3
Hermatostroma sp.2 MISTIAEN 1988				+						1
Hermatostroma sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Hermatoporella porosum (LECOMPTE 1952)	+	+				+	+			4
Hermatoporella sp. 1	+	+	+							3
Hermatoporella sp. 2	+	+	+							3
Hermatoporella sp. 3	+	+								2
Hermatoporella sp. 4	+	+	+							3
Hermatoporella sp. 5	+	+	+							3
Synthetostroma actinostroimoides LECOMPTE 1951	+	+						+		3
Synthetostroma cf. *actinostroimoides* LECOMPTE 1951				+						1
Synthetostroma bifarium ZUKALOVA 1971								+		1
Synthetostroma crassum YAVORSKY 1963					+					1
Idiostroma caespitosum (WINCHELL 1866)								+		1
Idiostroma crassum LECOMPTE 1952	+	+						+		3
Idiostroma fililaminatum LECOMPTE 1952	+	+	+							3
Idiostroma moravicum ZUKALOVA 1971								+		1
Idiostroma roemeri var. *irregularis* (HEINRICH 1914)	+	+								2
Idiostroma sp. 1	+	+								2
Idiostroma sp.	+	+	+							3
Ordre des Stromatoporidés										
Stromatopora colliculata NICHOLSON 1886				+		+				2
Stromatopora concentrica GOLDFUSS 1826	+	+		+	+				+	5
Stromatopora cooperi LECOMPTE 1952						+		+		2
Stromatopora cygnea STEARN 1963					+					1
Stromatopora divergens GALLOWAY & ST JEAN 1957						+				1
Stromatopora eumaculosa GALLOWAY & ST JEAN 1957					+					1
Stromatopora huepschii (BARGATSKY 1881)	+	+	+	+	+				+	6
Stromatopora laminosa LECOMPTE 1952	+	+								3
Stromatopora cf. *laminosa* LECOMPTE 1952				+						1
Stromatopora cf. *laminosa* LECOMPTE 1952					+					1

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Stromatopora maculata LECOMPTE 1952	+	+	+		+					4
Stromatopora minutitexta (LECOMPTE 1951)						+				1
Stromatopora mononensis GALLOWAY & ST JEAN 1957						+				1
Stromatopora stricta LECOMPTE 1952	+	+				+				3
Stromatopora sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Stromatopora sp. KREBEDÜNKEL 1994					+					1
Stromatopora sp. 1	+	+	+							3
Stromatopora sp. 2	+	+	+							3
Stromatopora sp. 3	+	+	+							3
Neosyringostroma logansportense (GALLOWAY & ST JEAN 1957)						+				1
Pseudotrupetostroma sp.	+	+	+							3
Taleastroma boiarschinovi (YAVORSKY 1961)									+	1
Taleastroma pachytexta (LECOMPTE 1952)	+	+								2
Taleastroma simplex YANG & DONG 1979									+	1
Taleastroma sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Arctostroma sp.	+	+	+							3
Ferestromatopora krupennikovi YAVORSKY 1955						+				1
Ferestromatopora parksi STEARN 1966						+				1
Ferestromatopora talovensis YAVORSKY 1955						+				1
Ferestromatopora turbinata BIRKHEAD 1967					+					1
Ferestromatopora tyrganensis YAVORSKY 1955					+					1
Ferestromatopora cf. *tyrganensis* YAVORSKY 1955					+					1
Ferestromatopora sp. A MISTIAEN 1988				+						1
Salairella buecheliensis (BARGATSKY 1881)	+	+					+		+	4
Salairella cf. *buecheliensis* (BARGATSKY 1881)				+						1
Ordre des Syringostromatidés										
Syringostroma baccatum LECOMPTE 1951	+									1
Syringostroma capitatum (GOLDFUSS 1826)	+	+						+		3
Syringostroma densum NICHOLSON 1875						+				1
Syringostroma lensiforme LECOMPTE 1951	+	+								2
Syringostroma microfibrosum LECOMPTE 1951	+									1
Syringostroma microfibrosum mut. *latum* LECOMPTE 1951	+									1
Syringostroma minutitextum LECOMPTE 1951	+	+								2
Syringostroma cf. *subfuscum* GALLOWAY & ST JEAN 1957					+					1
Syringostroma vesiculosum LECOMPTE 1951	+	+			+					3
Atopostroma sp. MISTIAEN 1985									+	1
Atopostroma sp.	+	+	+							3
Parallelopora goldfussi (BARGATSKY 1881)	+	+								2
Parallelopora aff. *goldfussi* (BARGATSKY 1881)	+									1
Parallelopora nodulata (NICHOLSON 1875)					+					1
Parallelopora ostiolata BARGATSKY 1881					+					1
Parallelopora perpetua ZUKALOVA 1971								+		1
Parallelopora sp. A MISTIAEN 1988				+						1
Habrostroma dubia (LECOMPTE 1952)	+	+								2
Habrostroma incrustans (HALL & WHITFIELD 1973)				+					+	2
Habrostroma paucicanaliculata (LECOMPTE 1952)	+	+								2
Habrostroma ? *paucicanaliculata* (LECOMPTE 1952)									+	1
Habrostroma percanaliculata (LECOMPTE 1951)	+	+								2
Parallelostroma sp.	+	+								2

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

Stachyodes caespitosa LECOMPTE 1951	+	+								2
Stachyodes costulata LECOMPTE 1952	+							+	?	3
Stachyodes cf. *gracilis kuznetkensis* YAVORSKY 1957								+		1
Stachyodes lagowiensis lagowiensis GOGOLCZYK 1959								+		1
Stachyodes lagowiensis tenuicolumnaris ZUKALOVA 1971								+		1
Stachyodes paralleloporoides LECOMPTE 1952	+	+			+			+		4
Stachyodes radiata LECOMPTE 1952	+	+					+			3
Stachyodes cf. *stromatoporoides* GOGOLCZYK 1959								+		1
Stachyodes verticillata (M'COY 1850)	+	+		+	+			+	+	6
Stachyodes sp. (CORNET 1975)	+									1
Stachyodes sp. 1	+	+	+							3
Stachyodes sp. 2	+	+	+							3
Ordre des Amphiporidés										
Amphipora angusta LECOMPTE 1952	+	+			+			+		4
Amphipora laxeperforata LECOMPTE 1952	+	+	+					+		4
Amphipora cf. *laxeperforata* LECOMPTE 1952				+						1
Amphipora pervesiculata LECOMPTE 1952	+	+						+		3
Amphipora pinguis YAVORSKY 1957								+		1
Amphipora ramosa (PHILLIPS 1841)	+	+						+		3
Amphipora ramosa mut. *desquamata* LECOMPTE 1952	+	+			+					3
Amphipora rudis LECOMPTE 1952	+	+	+					+		4
Amphipora sp. B MISTIAEN 1988				+						1
Amphipora sp. 1 nov. sp.	+	+	+							3
Amphipora sp. (CORNET 1975)	+									1
Euryamphipora sp. MISTIAEN 1985				+					+	2
Vacuustroma sp.	+	+	+							3
Ordre incertains										
Clavidictyon praecipuum ZUKALOVA 1971								+		1
*Gen*us sp. indét.	+	+	+							3
TOTAL	139	119	45	52	57	32	9	54	30	-

© 2010 Tous droits réservés. http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE I

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE I

Barre d'échelle : 1mm.

Fig. 1. *Mfg 1*. Mudstone - Wackestone à tentaculites, traces de pyrite. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : AV – BG 130.

Fig. 2. *Mfg 2*. Wackestone riche en ostracodes et débris bioclastiques. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 004.

Fig. 3. *Mfg 3*. Wackestone (à rare Packstone) bioclastique (brachiopodes, rares gastéropodes). Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs ; Section – type : AV – BG 300.

Fig. 4. *Mfg 4*. Rudstone crinoïdique. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 045.

Fig. 5. *Mfg 5*. Boundstone récifal (Thamnoporidés, Alveolitidés). Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 062.

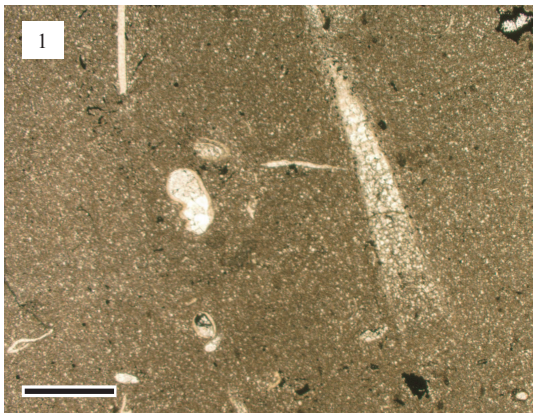
Fig. 6. *Mfg 6*. Floatstone à coraux tabulés et débris bioclastiques (gastéropodes). Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 023.

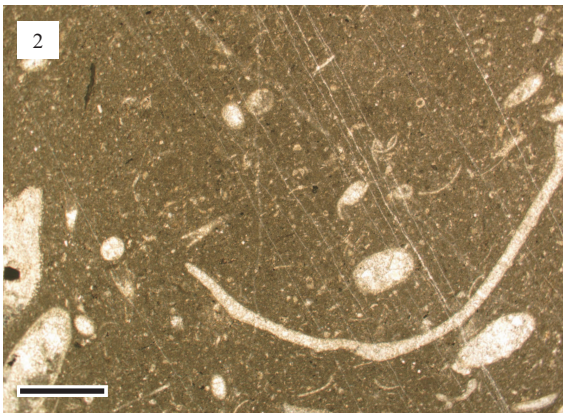
Fig. 7. *Mfg 7*. Wackestone - Packstone à crinoïdes, riche en gastéropodes. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 084.

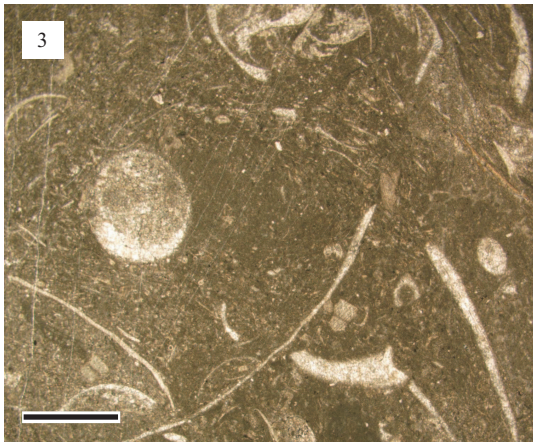
Fig. 8. *Mfg 8*. Wackestone lithoclastique à vers serpulidés. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : AV – BG 123.

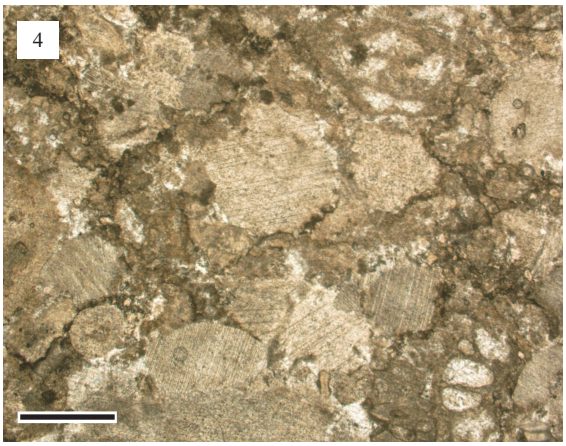
© 2010 Tous droits réservés.

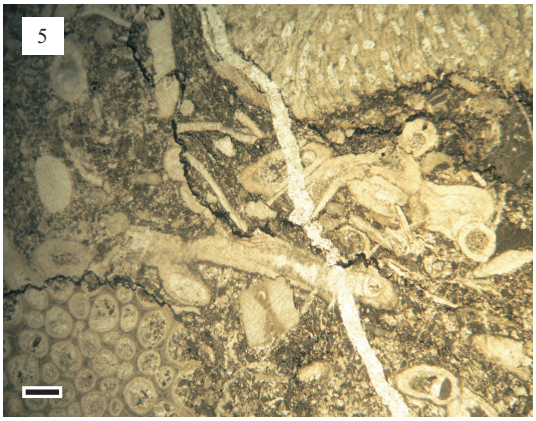
http://doc.univ-lille1.fr

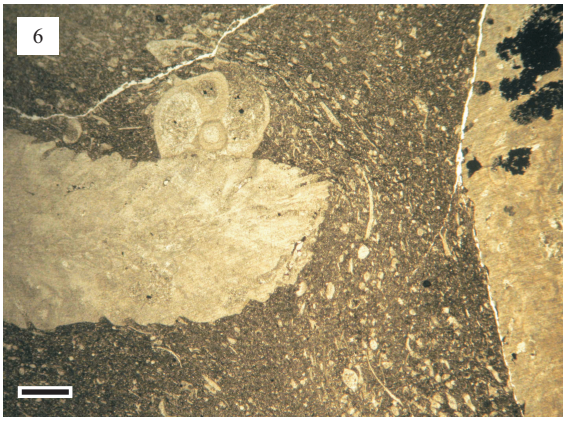


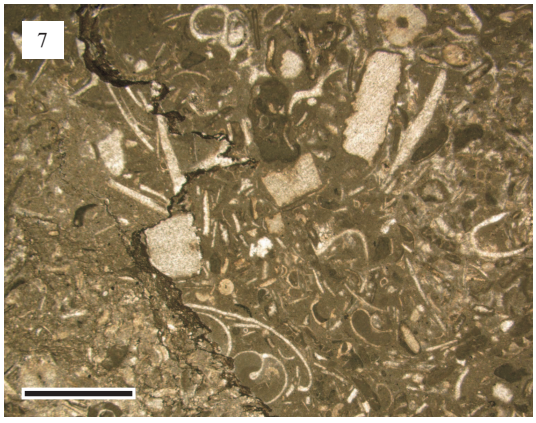


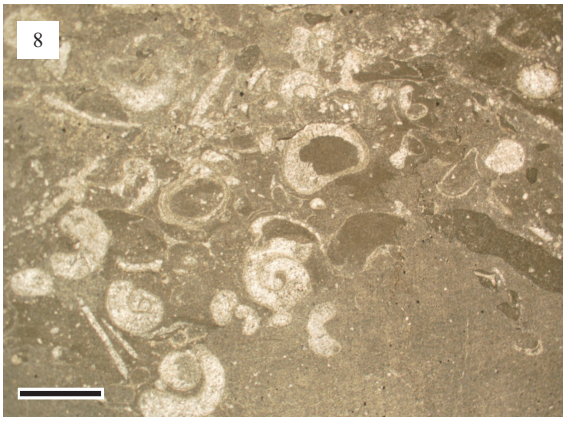












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE II

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE II

Barre d'échelle : 1mm.

Fig. 1. *Mfg 9*. Wackestone - Packstone bioclastique, à passées de grainstones péloïdiques, et localement quartzeux. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : AV – BG 184.

Fig. 2. *Mfg 10*. Packstone (à rare Grainstone) bioclastique. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs ; Section – type : AV – BG 239.

Fig. 3. *Mfg 11*. Packstone (à rare Grainstone) micropéloïdique, microbioclastique, parfois algaire. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 031.

Fig. 4. *Mfg 12*. Grainstone - Packstone péloïdique, bioclastique et localement lithoclastique, parfois bioturbé. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : AV – BG 072.

Fig. 5. *Mfg 13*. Grainstone bioclastique. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : AV – BG 088.

Fig. 6. *Mfg 14*. Grainstone bioclastique et oolithique. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : AV – BG 163.

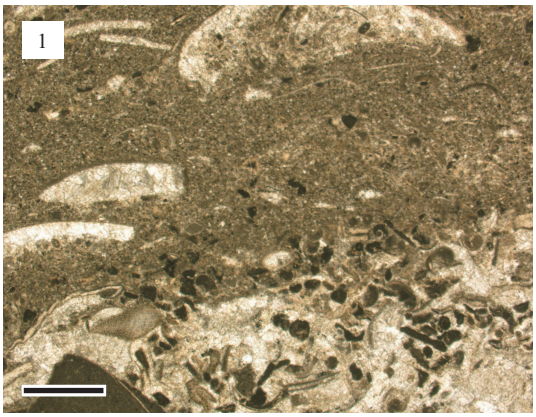
Fig. 7. *Mfg 15*. Mudstone à laminations. Coupe de la Carrière de Glageon S.C.B.G., Glageon, Avesnois ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : AV – BG 178.

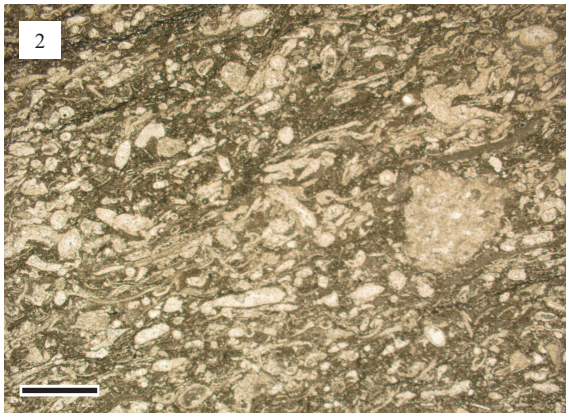
Fig. 8. *Mfh 1*. Mudstone (à rare Wackestone) localement argileux : tempestite distale. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs ; Section – type : A – MH 813.

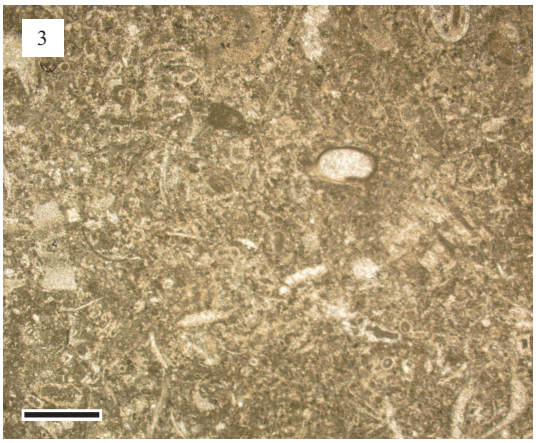
© 2010 Tous droits réservés.

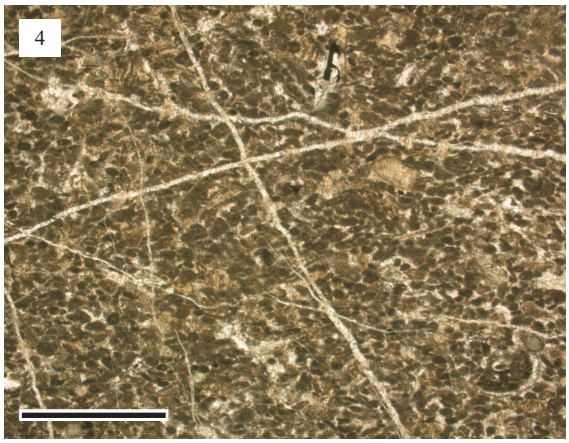
http://doc.univ-lille1.fr

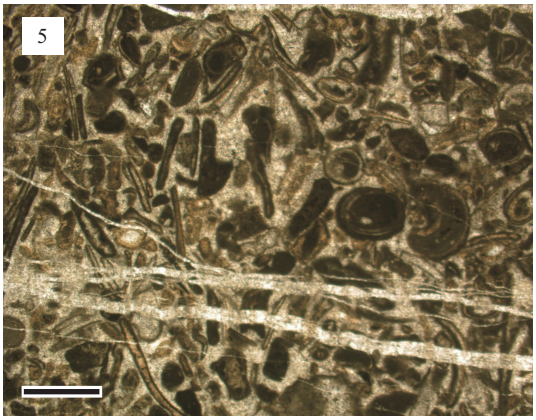
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

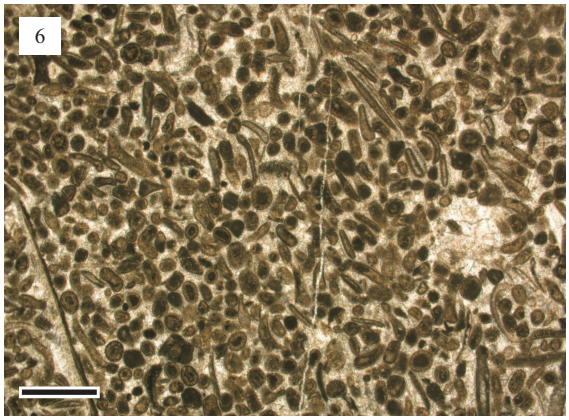


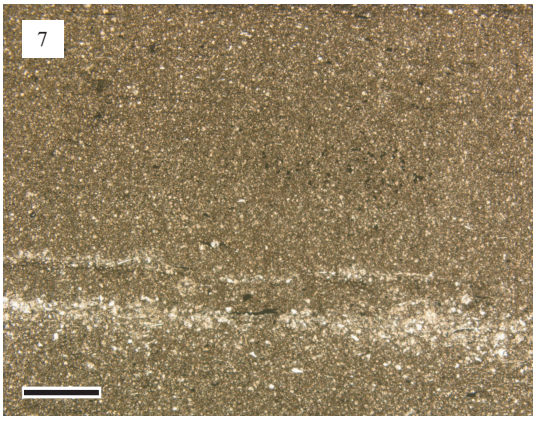


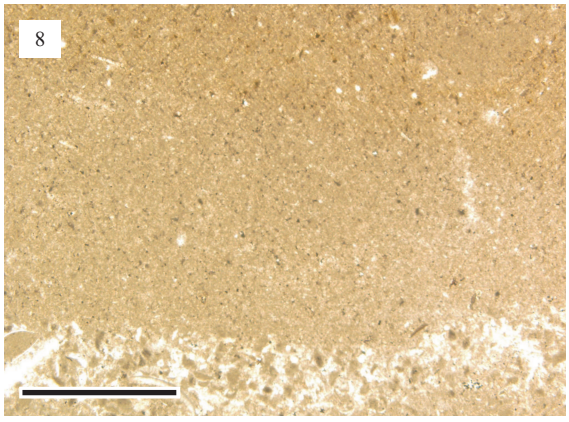












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE III

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE III

Barre d'échelle : 1mm.

Fig. 1. *Mfh 2*. Wackestone (microsparstone) dolomitisé et faiblement bioclastique, avec traces de bioturbations. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs ; Section – type : A – MH 881.

Fig. 2. *Mfh 3*. Rudstone crinoïdique. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 611.

Fig. 3. *Mfh 4*. Boundstone à stromatopores, coraux tabulés et rugueux. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MH 260D.

Fig. 4. *Mfh 5*. Wackstone (Packstone) – Floatstone à débris récifaux (Amphipores). Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs; Section – type : A – MH 735.

Fig. 5. *Mfh 6*. Packstone - Grainstone microbioclastique (bryozoaires, algues, ostracodes, gastéropodes et chaetétidés) localement péloïdique et bioturbé. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 463. La flèche indique une algue paléosiphonocladale, *Kamaena*.

Fig. 6. *Mfh 6*. Packstone microbioclastique (bryozoaires, algues, ostracodes, gastéropodes et chaetétidés) localement péloïdique et bioturbé. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 464.

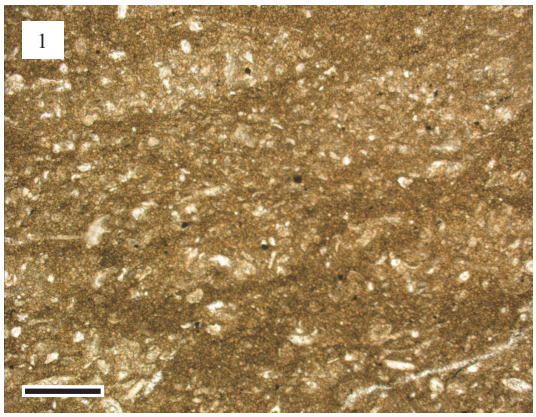
Fig. 7. *Mfh 7*. Mudstone - Wackestone à calcisphères et ostracodes. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MH 402. La flèche indique une algue calcisphère.

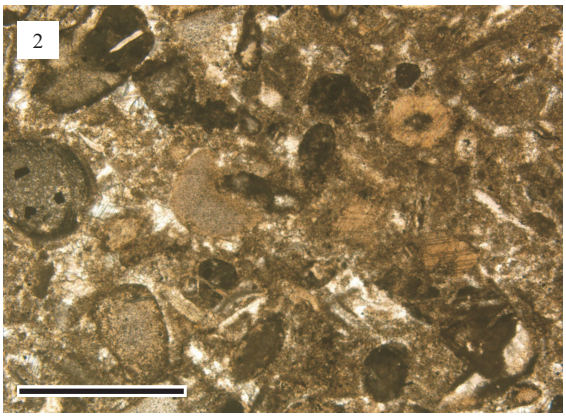
Fig. 8. *Mfh 8*. Packstone - Wackestone à calcisphères et débris bioclastiques. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs ; Section – type : A – MH 900.

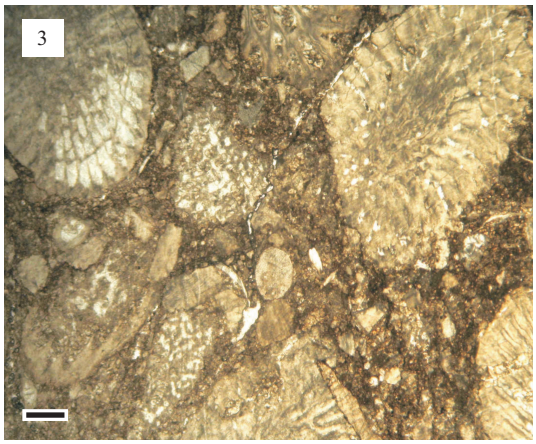
© 2010 Tous droits réservés.

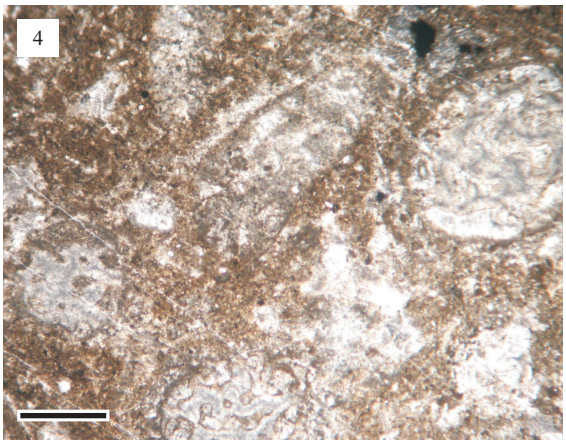
http://doc.univ-lille1.fr

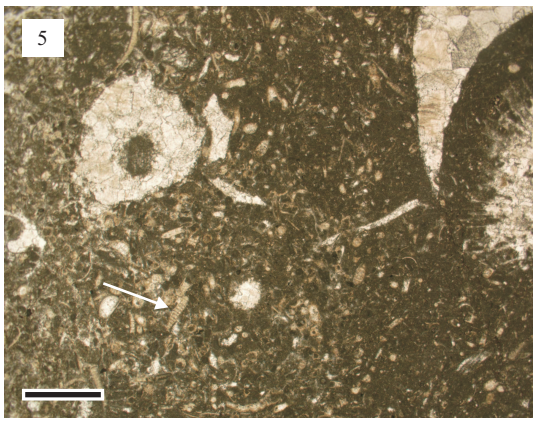
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

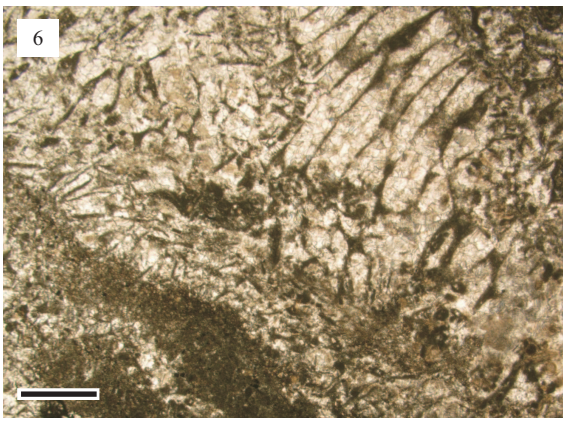


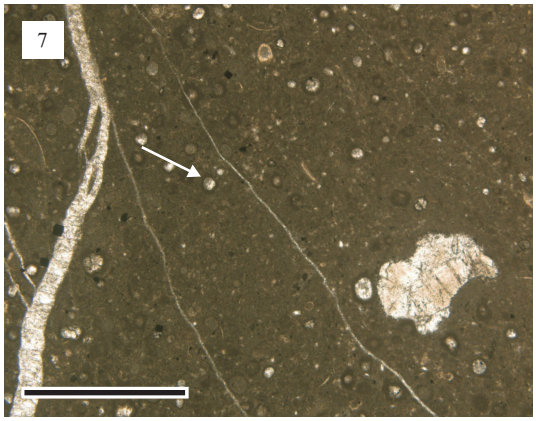


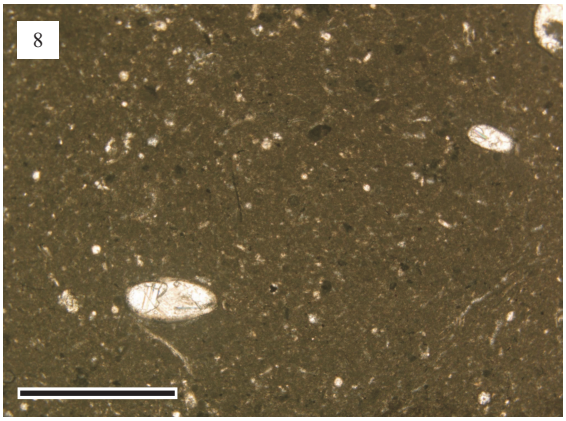












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE IV

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE IV

Barre d'échelle : 1mm.

Fig. 1. *Mfh 9*. Wackestone - Packstone riche en gastéropodes, algues et bioturbations. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 626.

Fig. 2. *Mfh 10*. Wackestone - Packstone micro-algaire, bioclastique, parfois riche en lithoclastes micritiques et grains de quartz. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 588.

Fig. 3. *Mfh 11*. Packstone bioclastique localement riche en quartz et en argile. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MH 174.

Fig. 4. *Mfh 12*. Packstone à crinoïdes, gastéropodes et brachiopodes. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs; Section – type : A – MH 819.

Fig. 5. *Mfh 13*. Packstone localement péloïdique et bioclastique. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation du Mont d'Haurs ; Section – type : A – MH 801.

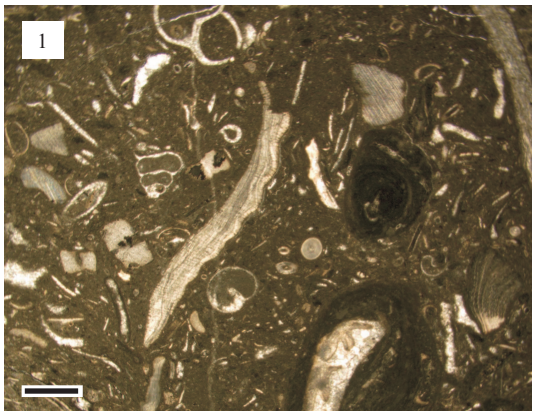
Fig. 6. *Mfh 14*. Packstone - Grainstone algaire, péloïdique, localement riche en gastéropodes, lumps et fenestrae. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MH 318.

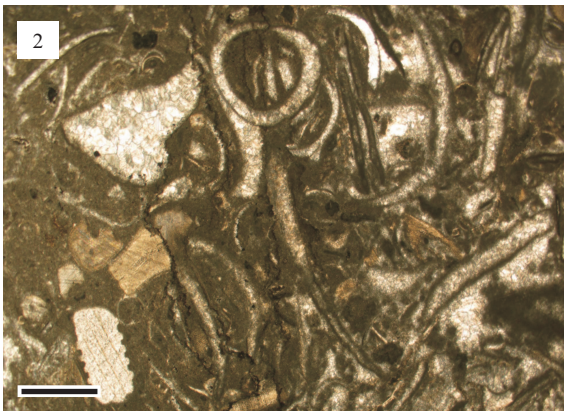
Fig. 7. *Mfh 15*. Wackestone bioclastique à passées de grainstones oolithiques. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 506.

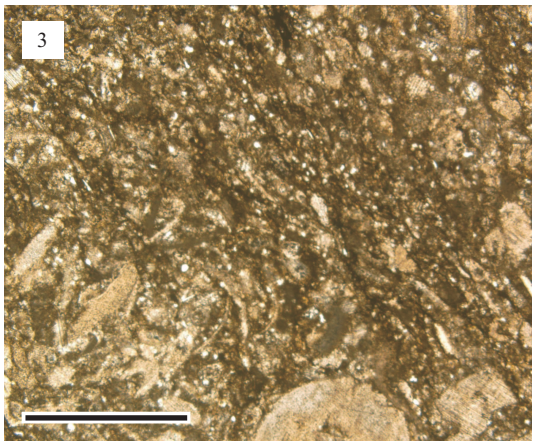
Fig. 8. *Mfh 16*. Packstone riche en algues, ostracodes, à passées de grainstones oolithiques. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 546.

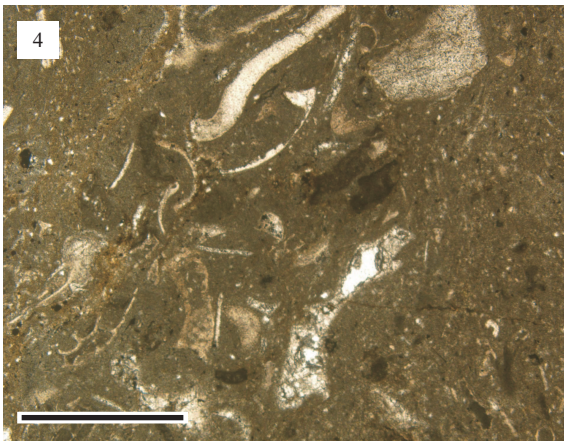
© 2010 Tous droits réservés.

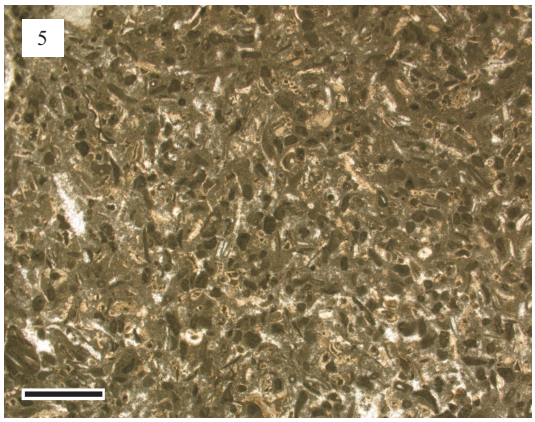
http://doc.univ-lille1.fr

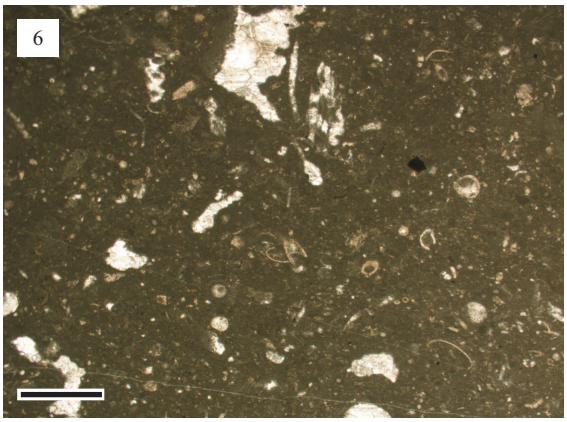


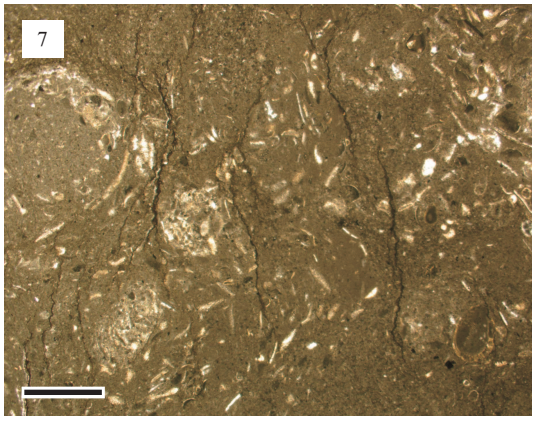


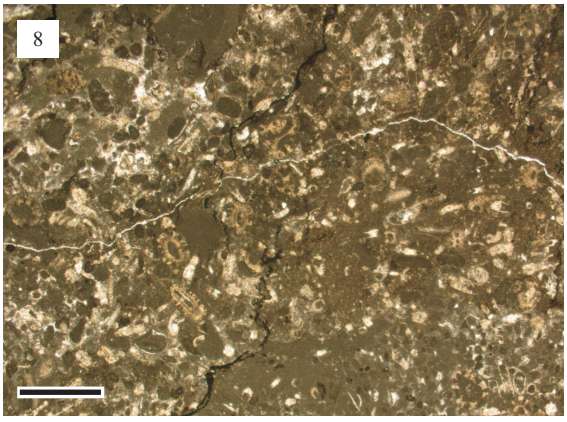












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE V

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE V

Barre d'échelle : 1mm.

Fig. 1. *Mfh 17*. Alternance de Wackestone et Grainstone parfois péloïdique et oolithique à lithoclastes micritiques. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 483.

Fig. 2. *Mfh 18*. Packstone micropéloïdique, localement bioclastique et bioturbé. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 576.

Fig. 3. *Mfh 19*. Grainstone péloïdique et bioclastique. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 572.

Fig. 4. *Mfh 20*. Wackestone à lamination péloïdique, encroûtement algaire et fenestrae. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs; Section – type : A – MH 707.

Fig. 5. *Mfh 21*. Mudstone à laminations et lithoclastes. Coupe des fortifications du Mont d'Haurs, Givet, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – MH 704.

Fig. 6. *Mfm 1*. Mudstone (à Grainstone) à bioturbations horizontales, rares bioclastes et passées argileuses sombres. Coupe de la carrière de Marenne (Centre), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation de Hanonet ou des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MC 1.

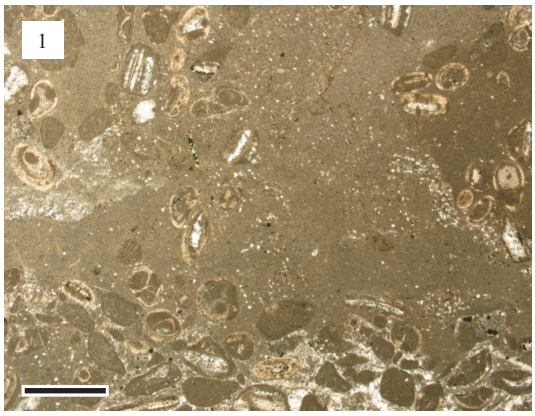
Fig. 7. *Mfm 2*. Grainstone à péloïdes, riche en grains de quartz et à laminations. Coupe de la carrière de Marenne (Centre), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation de Hanonet ou des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MC 18.

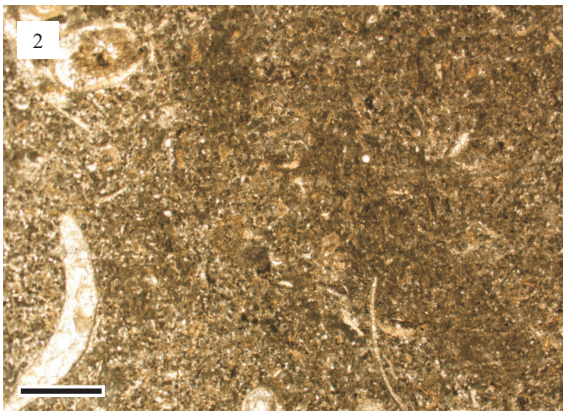
Fig. 8. *Mfm 3*. Packstone (à rare Wackestone) crinoïdique et bioclastique. Coupe de la carrière de Marenne (Centre), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation de Hanonet ou des Trois-Fontaines ; Section – type : A – MC 68.

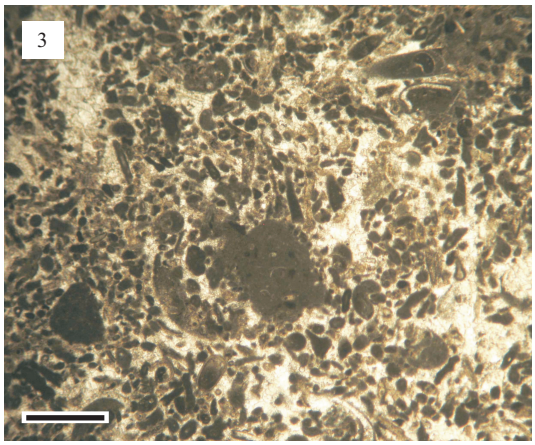
© 2010 Tous droits réservés.

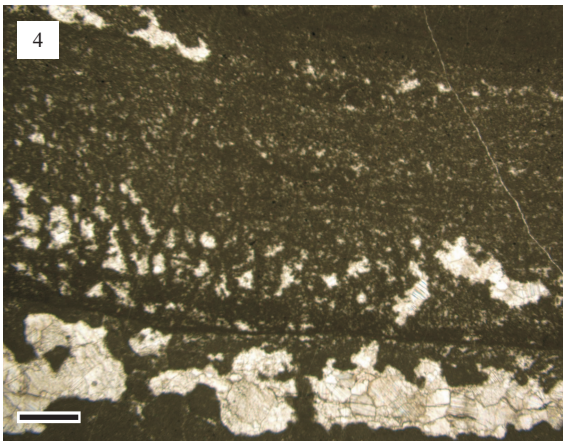
http://doc.univ-lille1.fr

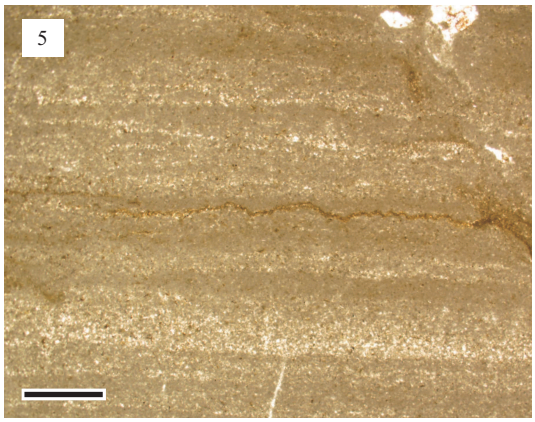
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

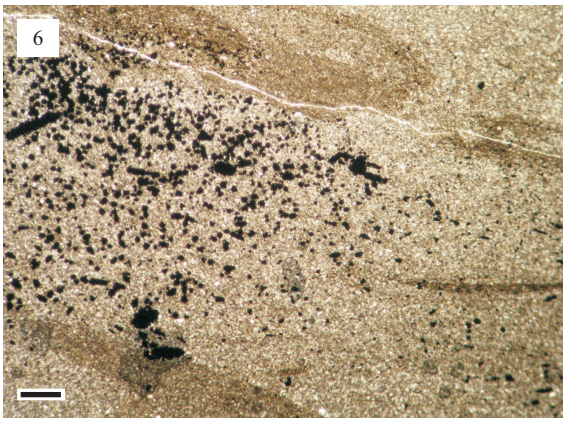


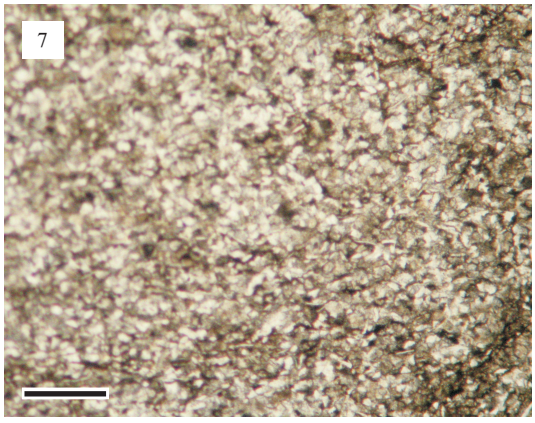


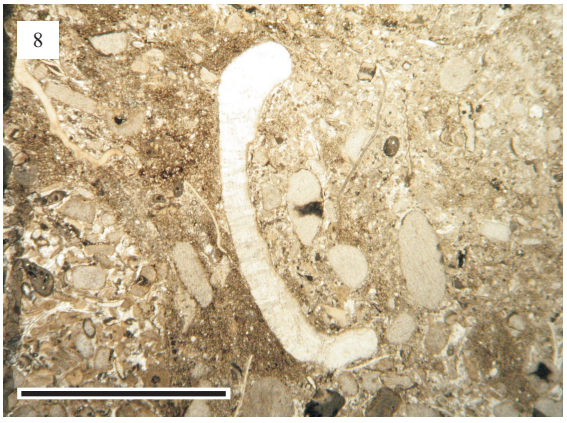












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE VI

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE VI

Barre d'échelle : 1mm

.

Fig. 1. *Mfm 4*. Rudstone récifal à crinoïdes et débris bioclastiques. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – ME 178a.

Fig. 2. *Mfm 5*. Wackestone - Floatstone à débris récifaux, algues et rares péloïdes. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – ME 101.

Fig. 3. *Mfm 6a*. Packstone algaire et bioclastique. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – ME 121b.

Fig. 4. *Mfm 6b*. Wackestone algaire, faiblement bioclastique. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation des Trois-Fontaines ; Section – type : A – ME 120.

Fig. 5. *Mfm 7a*. Grainstone à rare Packstone, à nombreux péloïdes et très bioclastiques. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation d'Hanonet ou des Trois-Fontaines ; Section – type : A – ME 7.

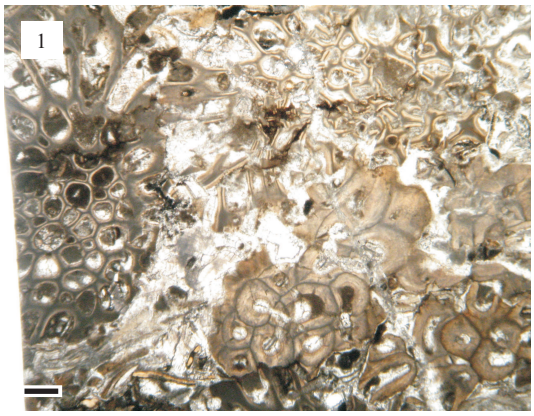
Fig. 6. *Mfm 7b*. Grainstone à rare Packstone, à nombreux péloïdes et rares bioclastes. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation des Terres d'Haurs ; Section – type : A – ME 198.

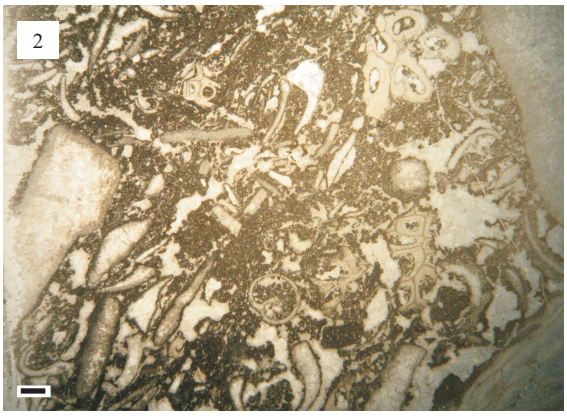
Fig. 7. *Mfm 7c*. Grainstone à rare Packstone, très bioclastique. Coupe de la carrière de Marenne (Est), Marenne, Ardennes ; Givétien, Formation d'Hanonet ou des Trois-Fontaines ; Section – type : A – ME 12.

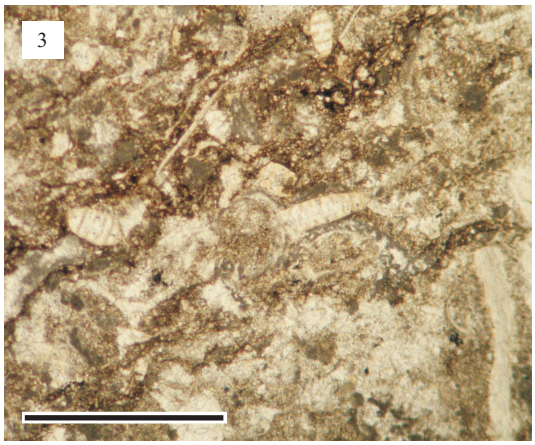
Fig. 8. *Mfb 1*. Mudstone – Wackestone argileux à tentaculites et ostracodes. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme c ; Section – type : B – Gr 110. 2.

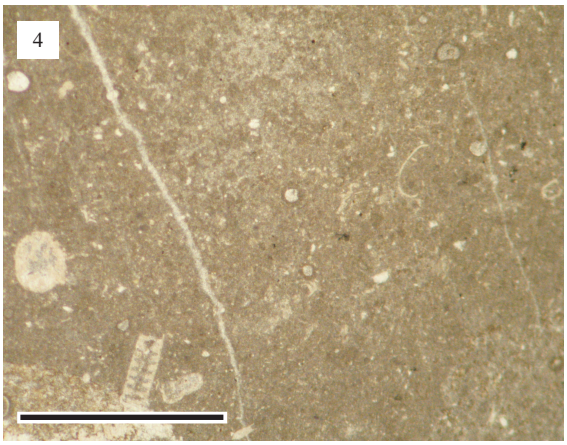
© 2010 Tous droits réservés.

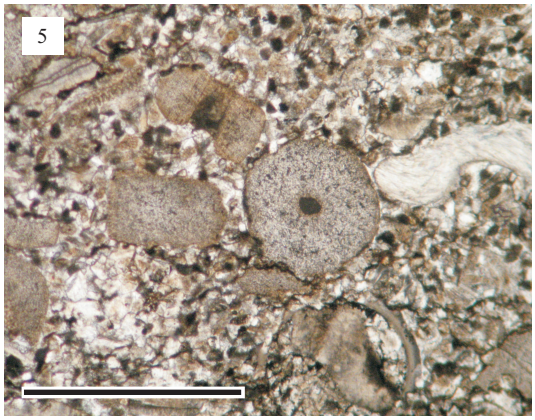
http://doc.univ-lille1.fr

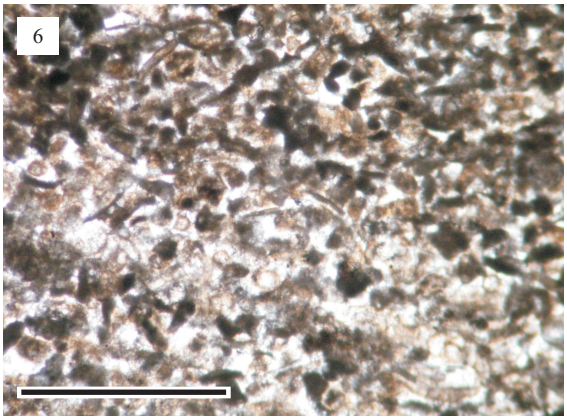


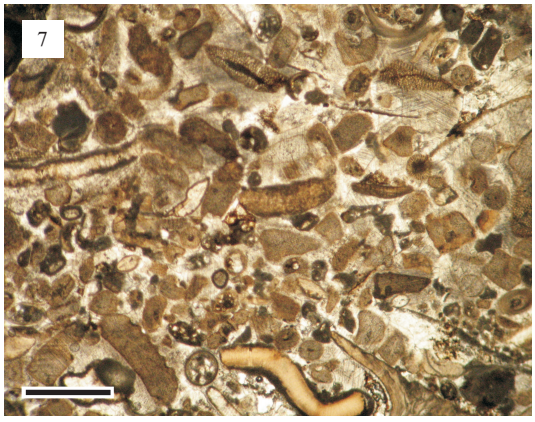


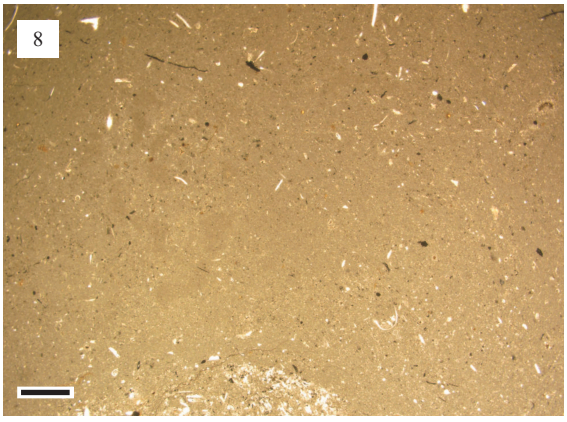












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE VII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE VII

Barre d'échelle : 1mm.

Fig. 1. *Mfb 2*. Wackestone – Packstone argileux à crinoïdes, brachiopodes et bryozoaires. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme c ; Section – type : B – Gr 94.

Fig. 2. *Mfb 3*. Boundstone à stromatopores, coraux rugueux et tabulés. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme c ; Section – type : B – Gr 95. 2.

Fig. 3. *Mfb 4*. Floatstone à fragments de coraux et bioturbations. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme b ; Section – type : B – Gr 69.

Fig. 4. *Mfb 5*. Boundstone à codiacées, serpules et gastéropodes. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme e ; Section – type : B – Gr 317. 3.

Fig. 5. *Mfb 6*. Grainstone (– Rudstone) à bioclastes triés et lithoclastes. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme f ; Section – type : B – Gr 400.

Fig. 6. *Mfb 6*. Rudstone (– Grainstone) à bioclastes triés et lithoclastes. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme e ; Section – type : B – Gr 180.

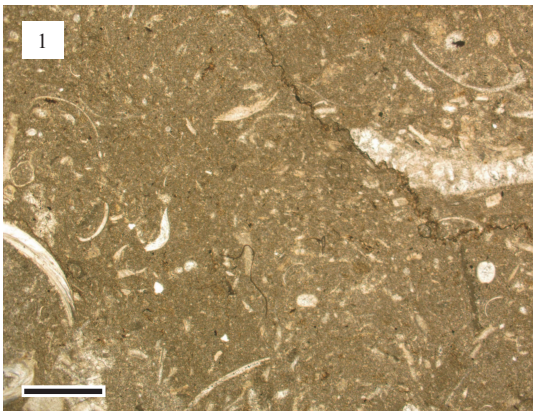
Fig. 7. *Mfb 7*. Wackestone – (Packstone à rares grainstones), riche en gastéropodes, crinoïdes et localement quartzeux. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme b ; Section – type : B – Gr 65.

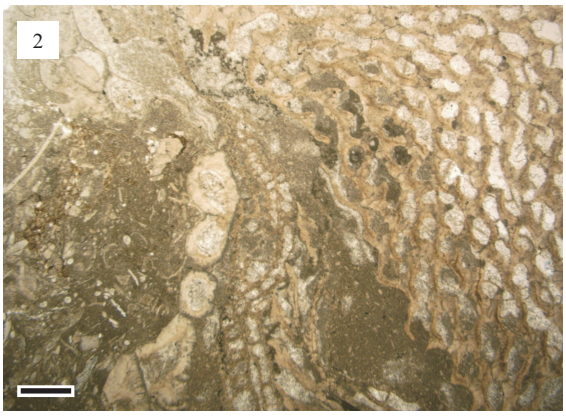
Fig. 8. *Mfb 7*. Packstone – (Wackestone à rares grainstones), riche en gastéropodes, crinoïdes et localement quartzeux. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme b ; Section – type : B – Gr 68a.

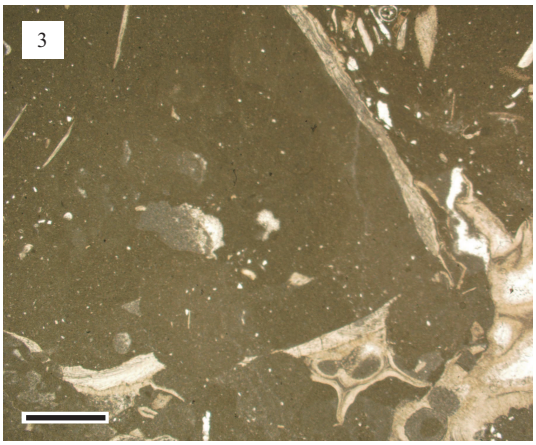
© 2010 Tous droits réservés.

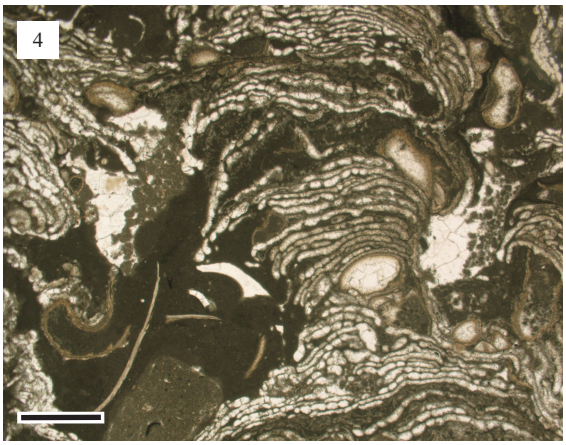
http://doc.univ-lille1.fr

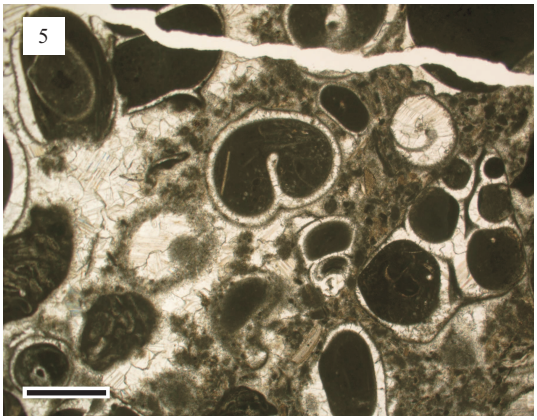
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



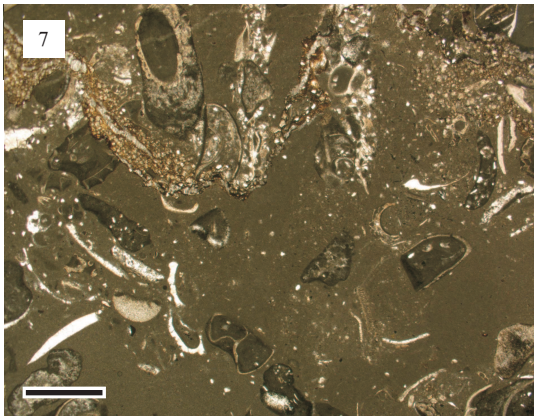


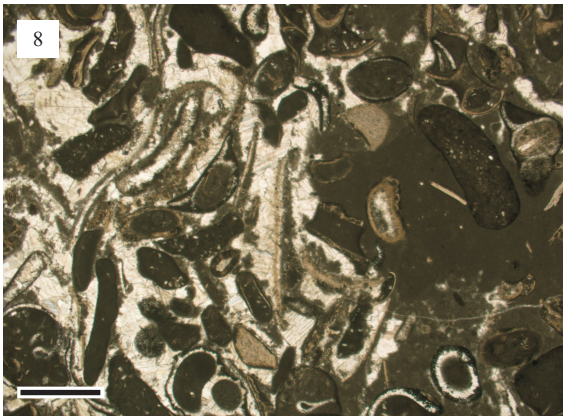












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE VIII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE VIII

Barre d'échelle : 1mm

.

Fig. 1. *Mfb 8*. Packstone micropéloïdique et microbioclastique. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme e ; Section – type : B – Gr 168.

Fig. 2. *Mfb 9*. Grainstone bioclastique parfois crinoïdique. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme b ; Section – type : B – Gr 39.

Fig. 3. *Mfb 10*. Packstone – Grainstone péloïdique, bioclastique, lithoclastique à laminations. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre Bastien, terme b ; Section – type : B – FJ 11. 3.

Fig. 4. *Mfb 11*. Grainstone oolithique, péloïdique et bioclastique, parfois faiblement argileux. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme f ; Section – type : B – Gr 12.

Fig. 5. *Mfb 12*. Wackestone à colonettes thrombolithiques. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme d ; Section – type : B – Gr 121a.

Fig. 6. *Mfb 13*. Grainstone oolithique à encroûtement stromatolithique. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme f ; Section – type : B – Gr 7. 2.

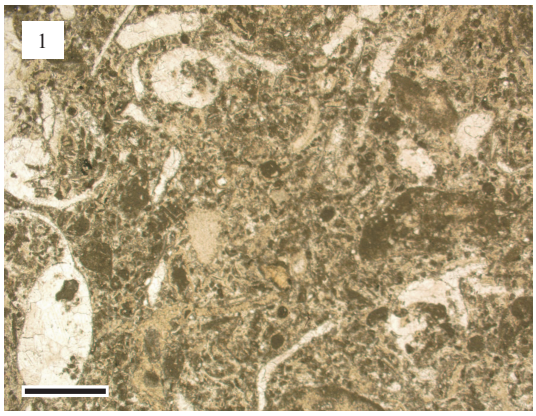
Fig. 7. *Mfb 13*. Grainstone oolithique à encroûtement stromatolithique. Agrandissement de la Fig. 6 Pl. VIII : oolithes tronquées par l'encroûtement stromatolithique. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme f ; Section – type : B – Gr 7. 2.

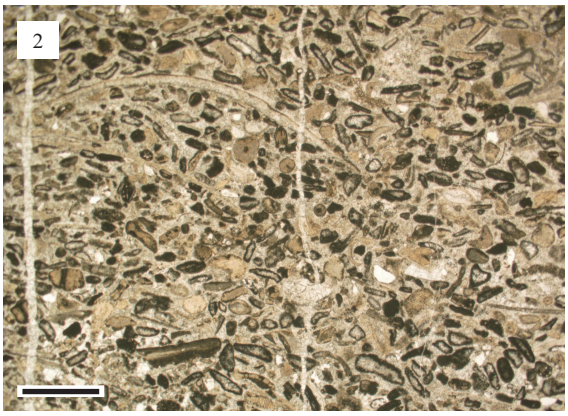
Fig. 8. *Mfb 14*. Mudstone – Grainstone à laminations. Coupe de la carrière du Griset, Ferques, Boulonnais ; Givétien, Formation de Blacourt, Membre du Griset, terme d ; Section – type : B – Gr 120.

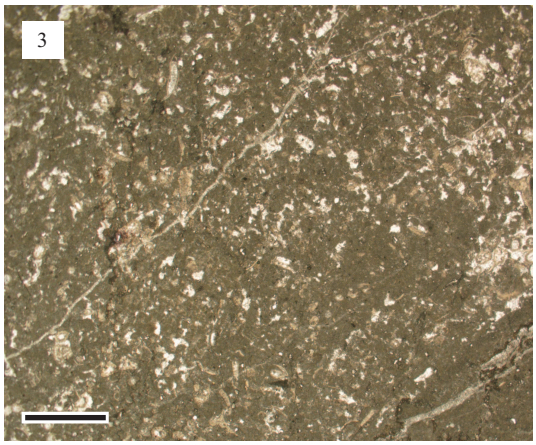
© 2010 Tous droits réservés.

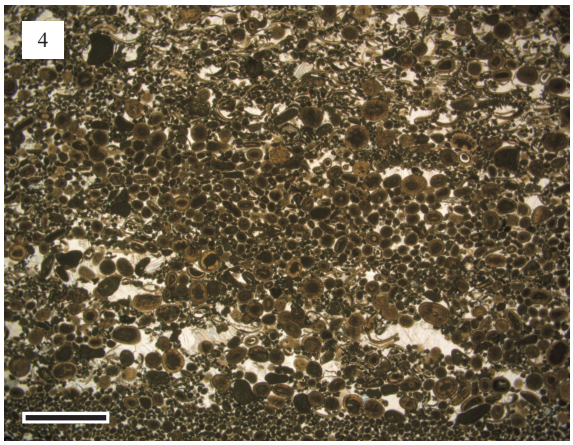
http://doc.univ-lille1.fr

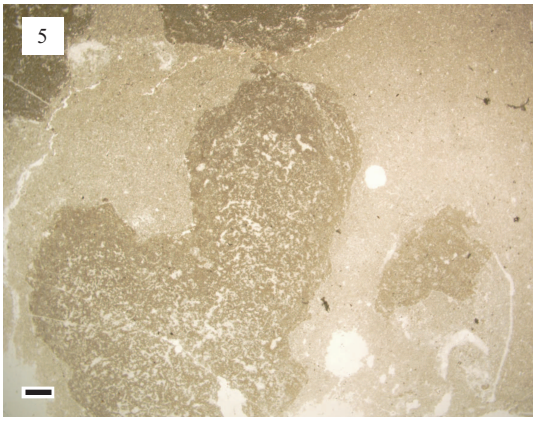
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

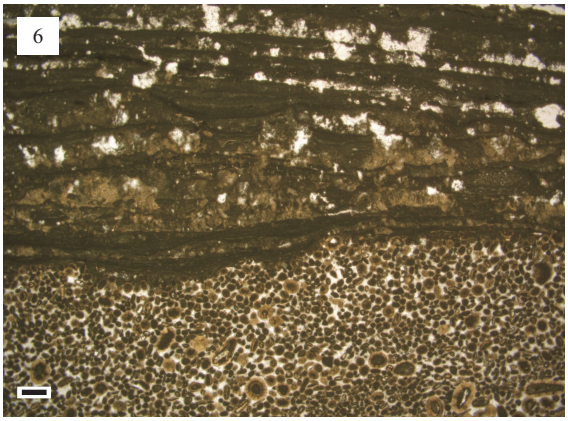


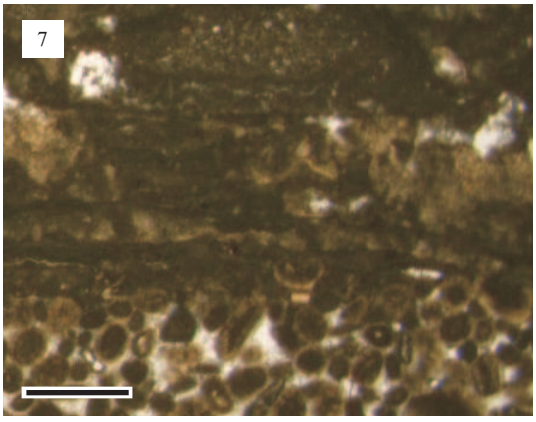


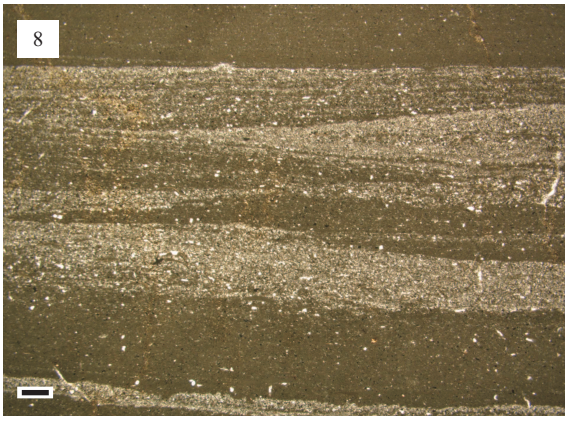












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE IX

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE IX

Clathrodictyon ? sp.

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 159–160. 2.
Le squelette est vésiculaire.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).
Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 159–160. 2.
Le tissu squelettique montre une maille d'aspect ponctué à vermiforme.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).
Fig. 3. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 159–160. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Gerronostroma lemniscum LECOMPTE 1951

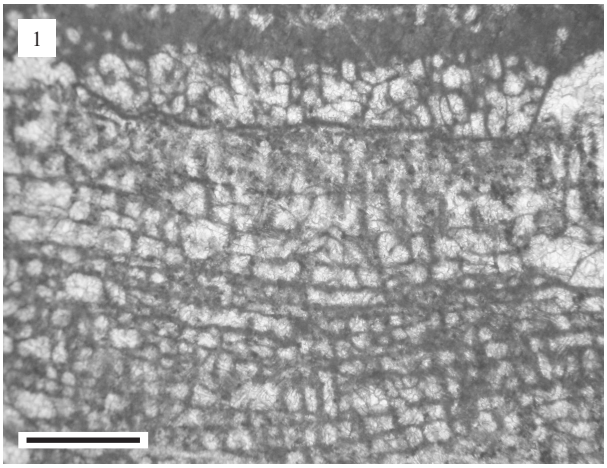
Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 725. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).
Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 725. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).
Fig. 6. Agrandissemement de la microlamine axiale claire de l'échantillon A – MH 725. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

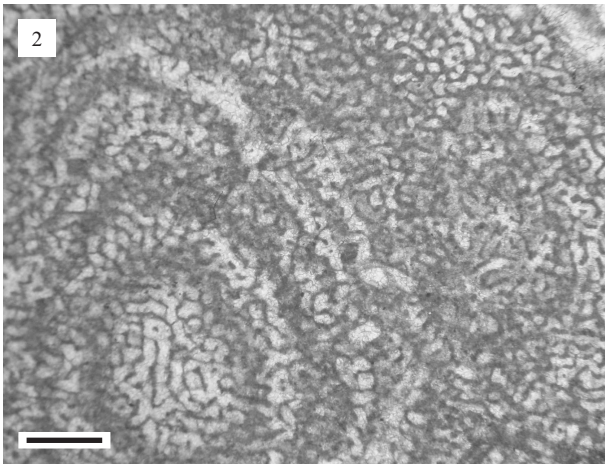
Gerronostroma sp.

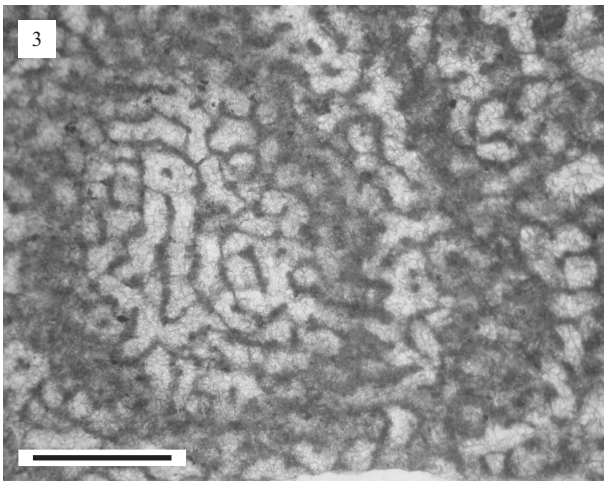
Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 752. 1.
Les lamines sont nettement ondulées.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

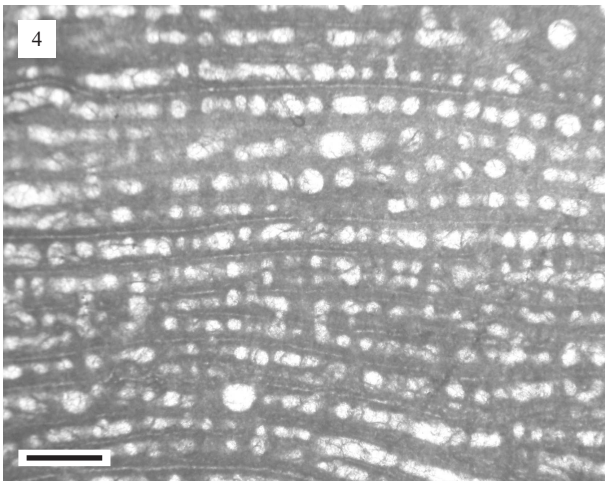
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

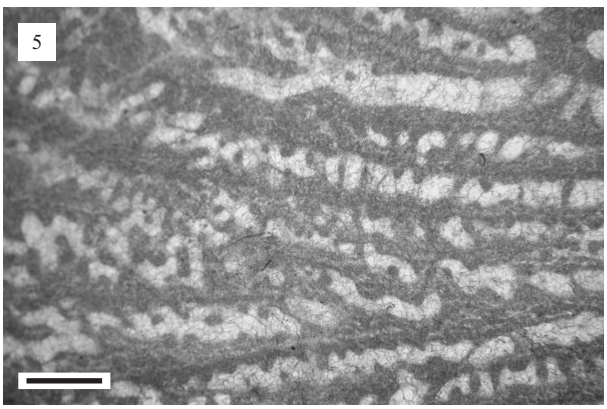
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

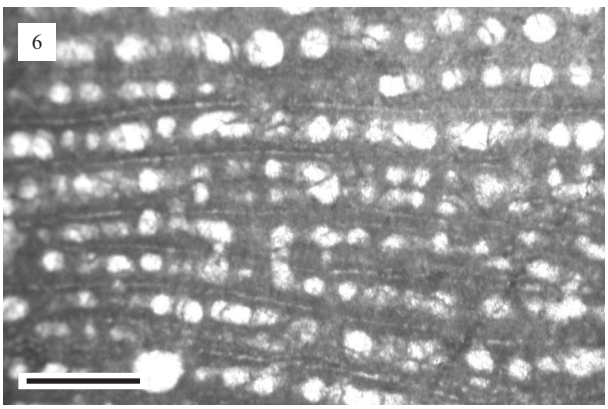


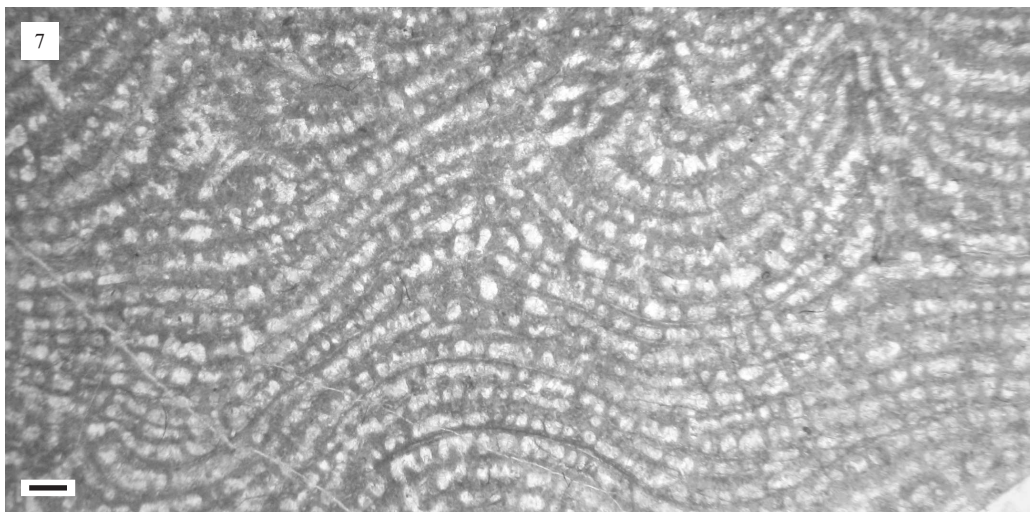












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE X

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE X

Gerronostroma sp.

Fig. 1. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 752. 1.
Maille ponctuée ; association avec un tabulé.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Agrandissement des lamines et microlamines de l'échantillon A – MH 752. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Atelodictyon aggregatum LECOMPTE 1951

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 258. 1.
Les lamines sont tranchantes.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 258. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Atelodictyon fallax LECOMPTE 1951

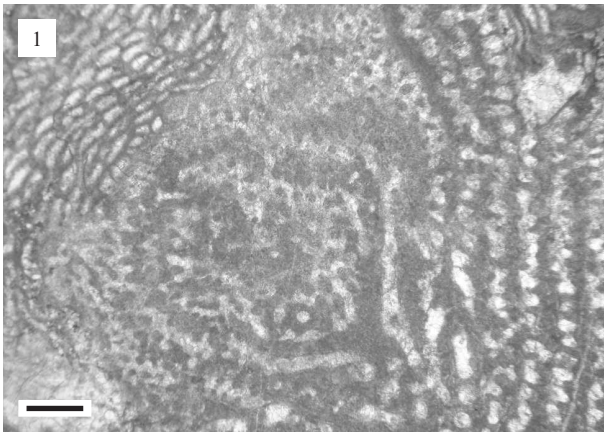
Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 2.
La maille est ponctuée, parfois d'aspect hexactinelloïde.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

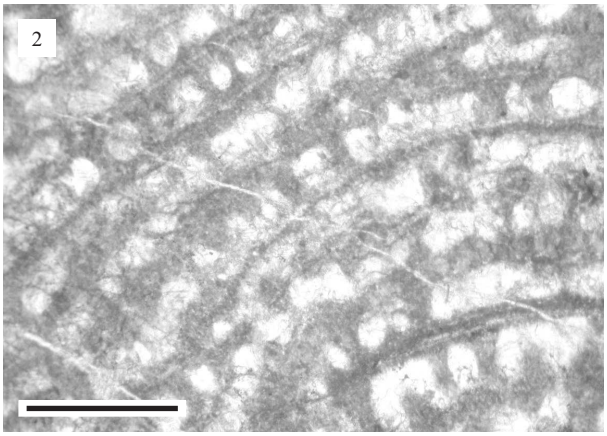
Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

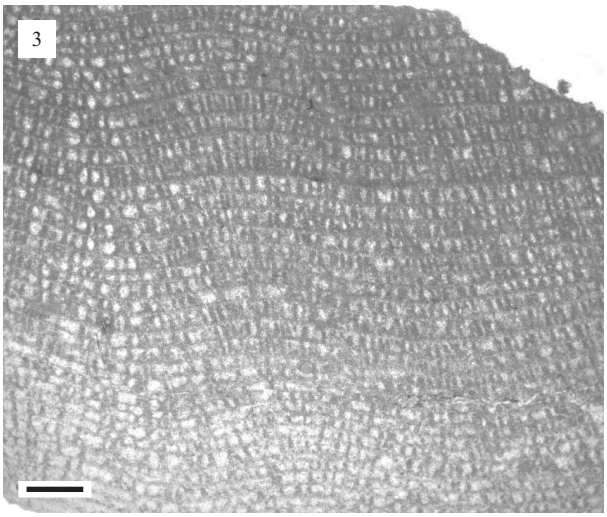
Fig. 7. Agrandissement de la maille de l'échantillon AV – BG 11–27. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

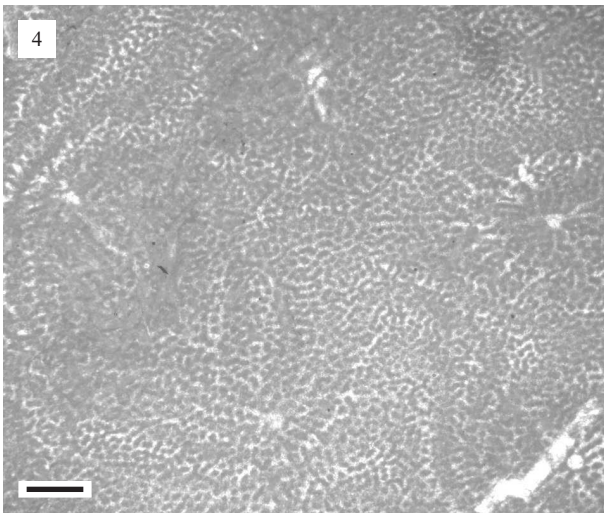
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

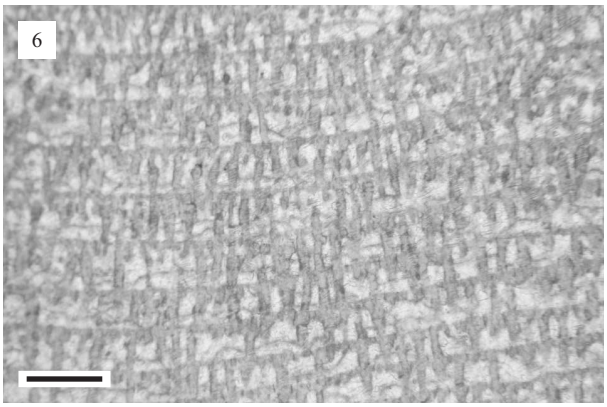


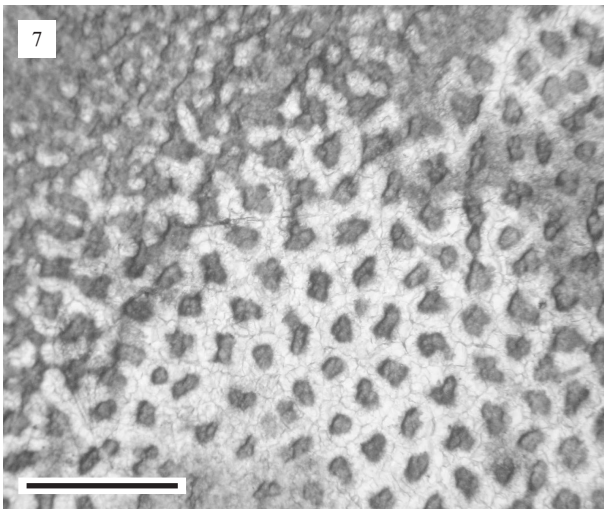












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XI

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XI

Atelodictyon strictum LECOMPTE 1951

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 260A. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 260A. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Atelodictyon sp.

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 947. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 947. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Anostylostroma sp.

Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 2. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

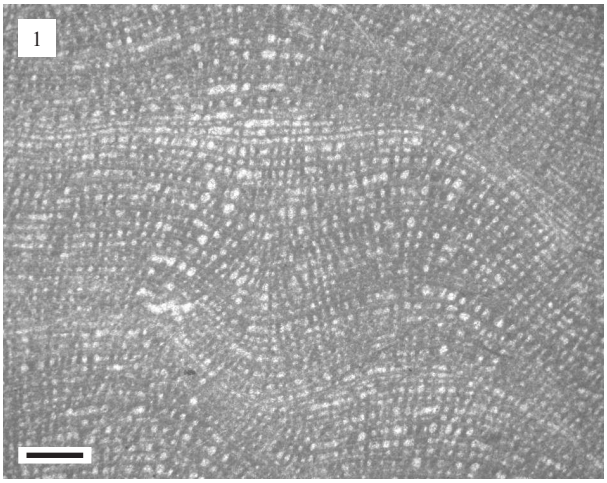
Hammatostroma sp.

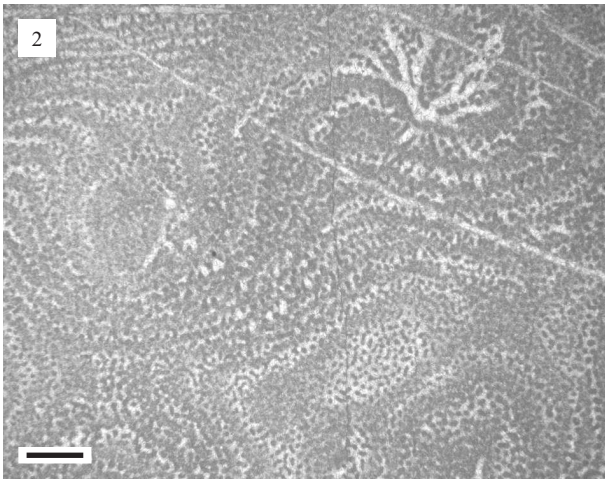
Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

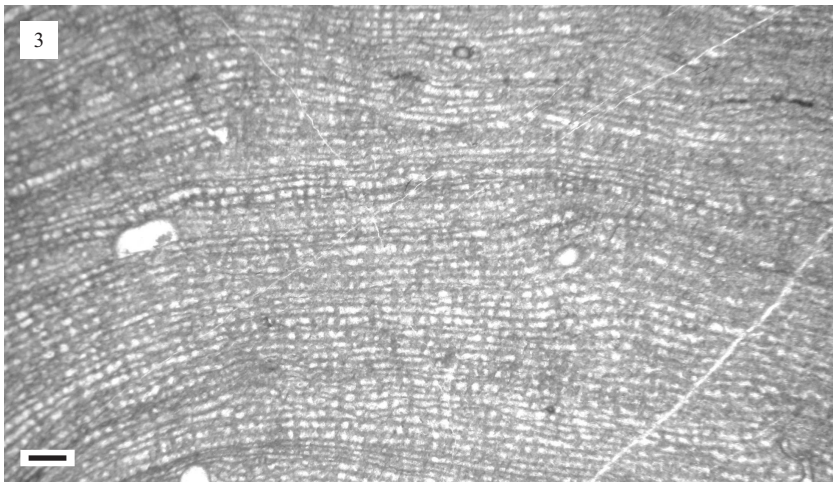
Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

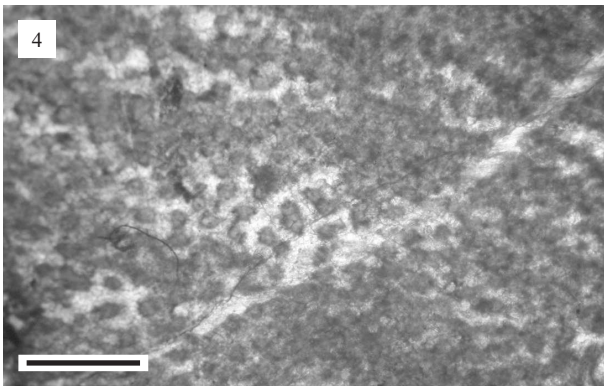
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

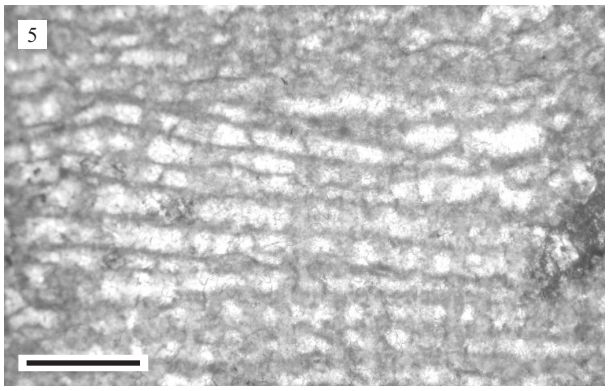
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

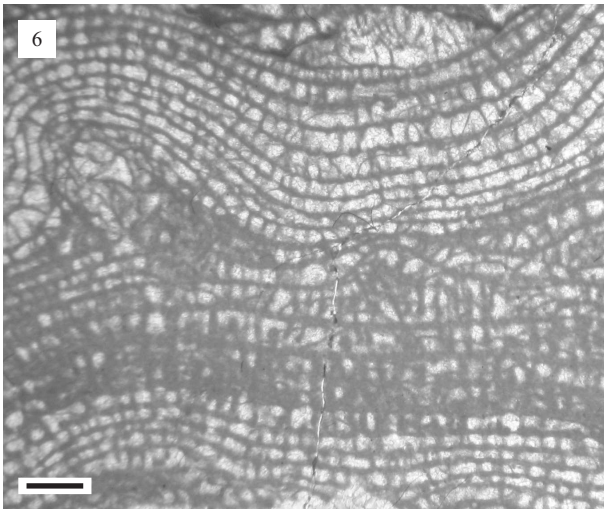


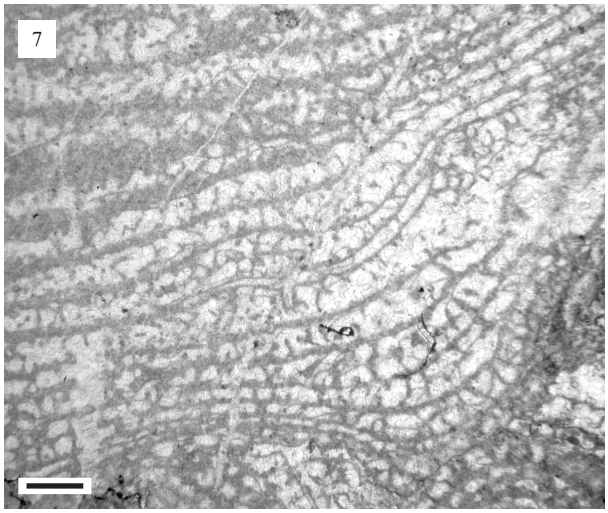












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XII

Pseudoactinodictyon juxi FLÜGEL 1958

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 765. 12.
Les dissépiments sont très nombreux dans les galeries.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 765. 12.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Actinostroma clathratum NICHOLSON 1886

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 18.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 12.
Maille hexactinelloïde.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 5. Agrandissement de la maille hexactinelloïde de l'échantillon AV – BG 11–27. 18.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

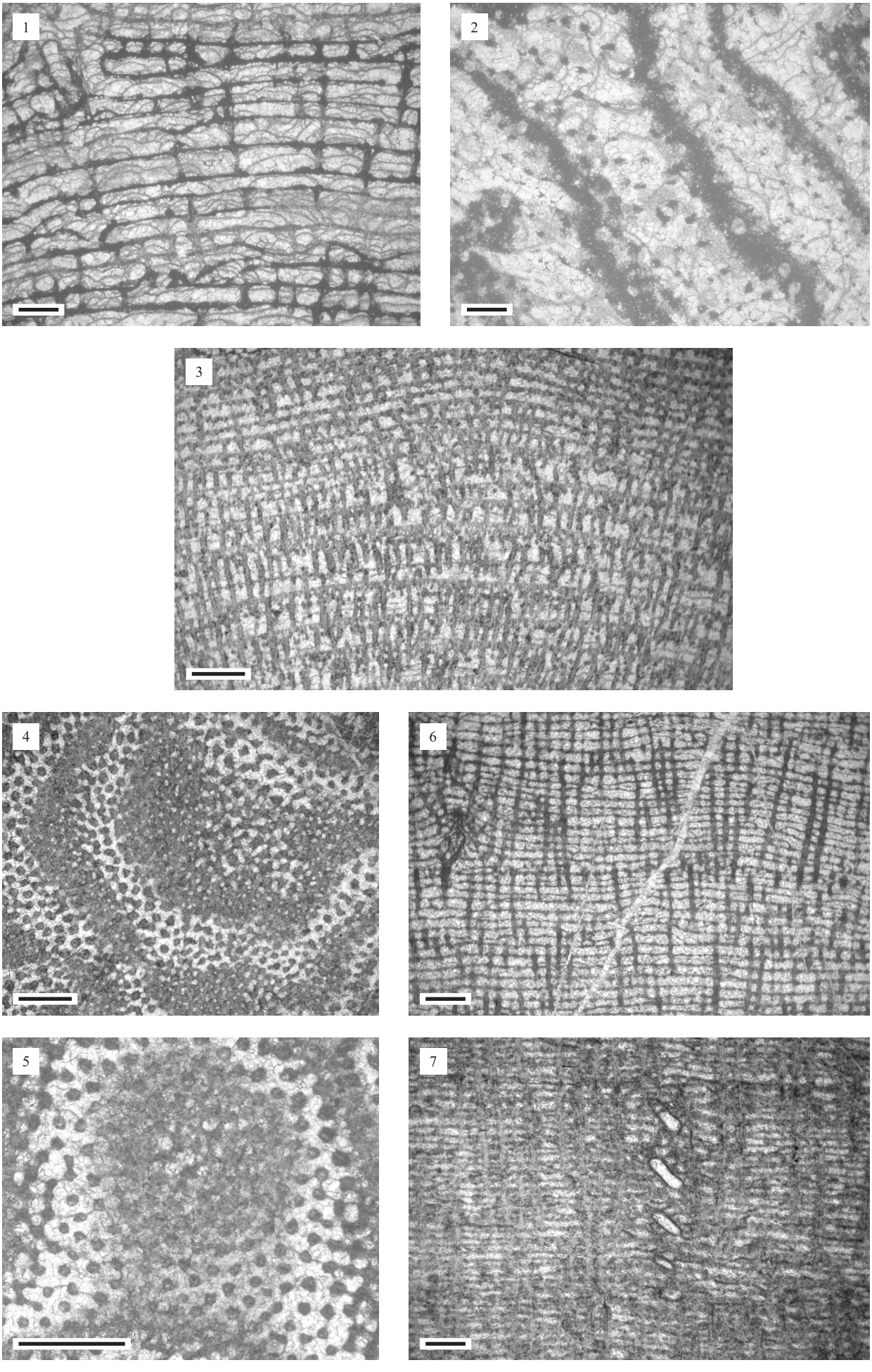
Actinostroma crassepilatum LECOMPTE 1951

Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 786. 1.
Piliers tortueux et continus.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 724. 4.
Présence d'un « parasite » du genre ? *Helicosalpinx*.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XIII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XIII

Actinostroma crassepilatum LECOMPTE 1951

Fig. 1. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 765. 11.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Agrandissement d'un noeud astrorhizal, échantillon A – MH 765. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Actinostroma dehorneae LECOMPTE 1951

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 874. 2.
Tissu squelettique parsemé d'intrusion de sédiment.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

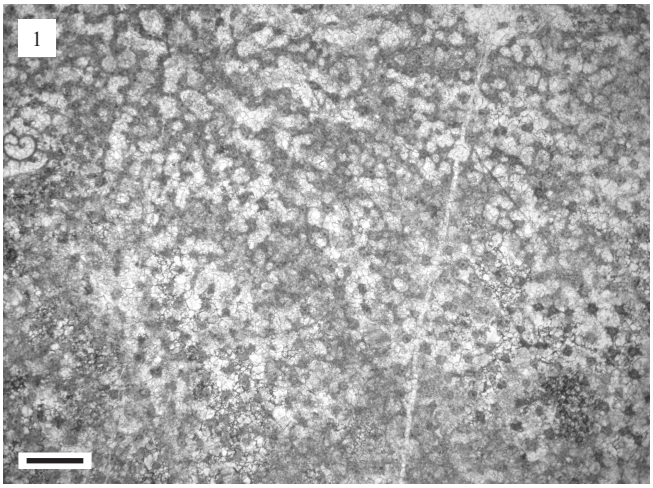
Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 889. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

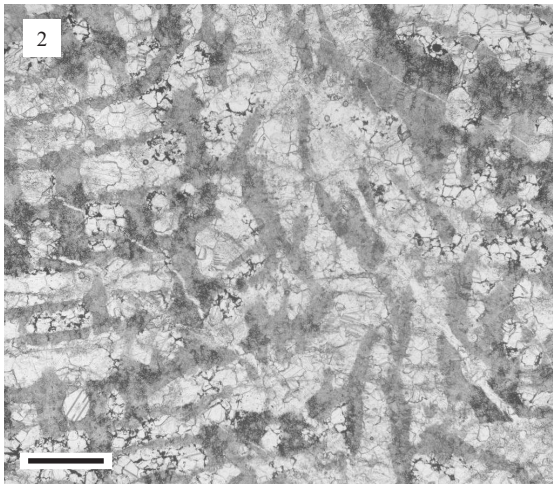
Fig. 5. Agrandissement de la maille hexactinelloïde de l'échantillon A – MH 889. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

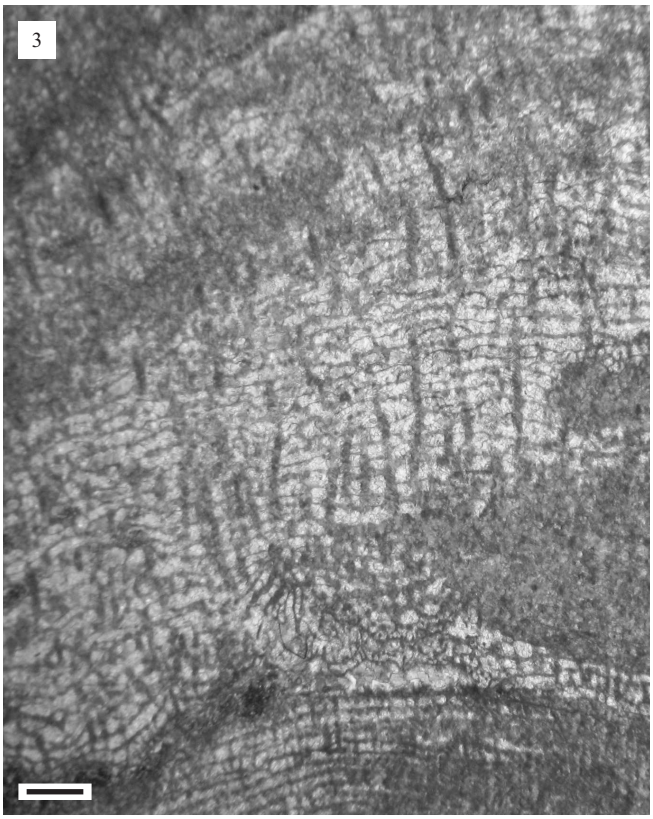
Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 889. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

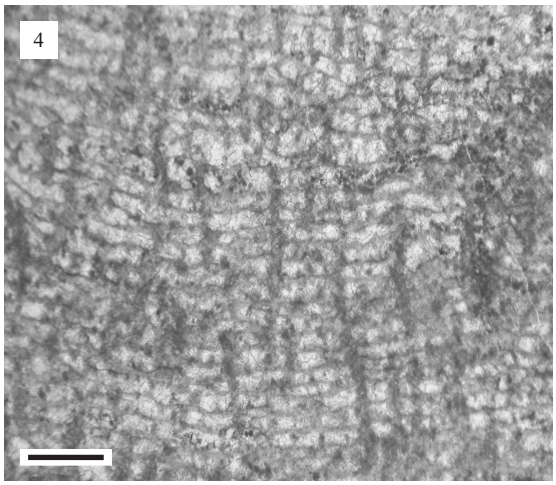
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

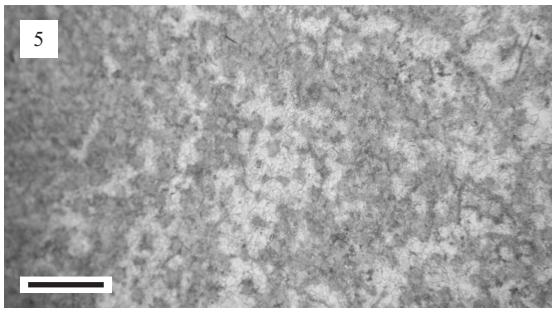
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

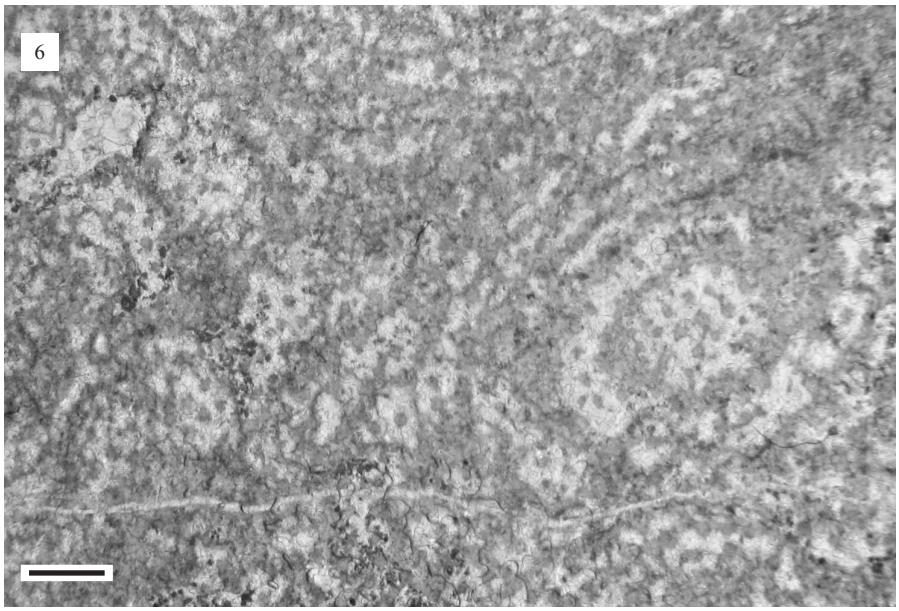












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XIV

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XIV

Actinostroma sertiforme (LECOMPTE 1951)

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 740. 2.
Aspect vésiculaire du squelette.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 740. 2.
Noeud astrorhizal et parasite (? *Helicosalpinx*).
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 766. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 923. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Actinostroma tabulatum LECOMPTE 1951

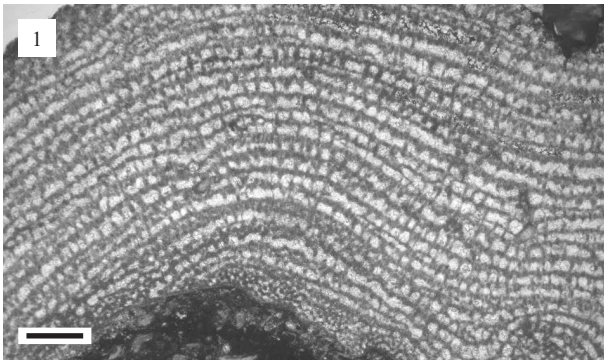
Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 25.
Piliers très continus et aspect ponctué des lamines.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

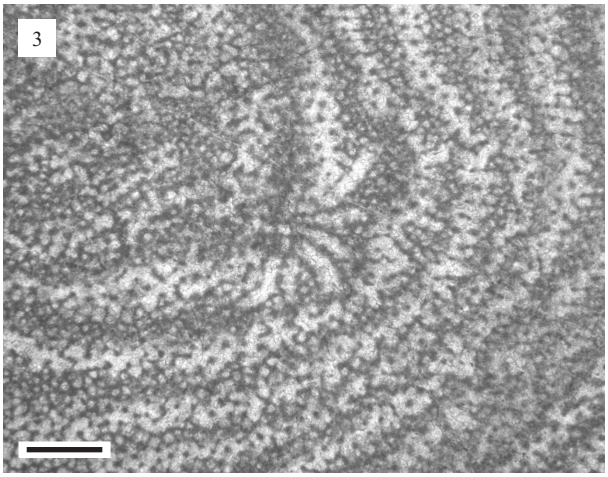
Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 25.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

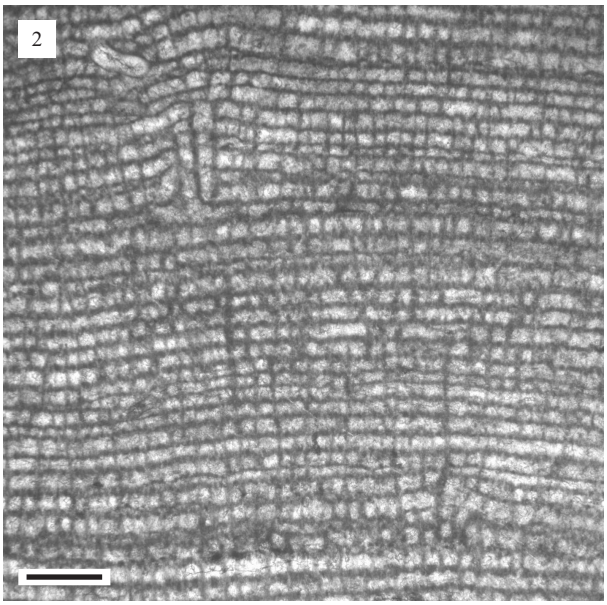
Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 25.
Maille parfaitement hexactinelloïde.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

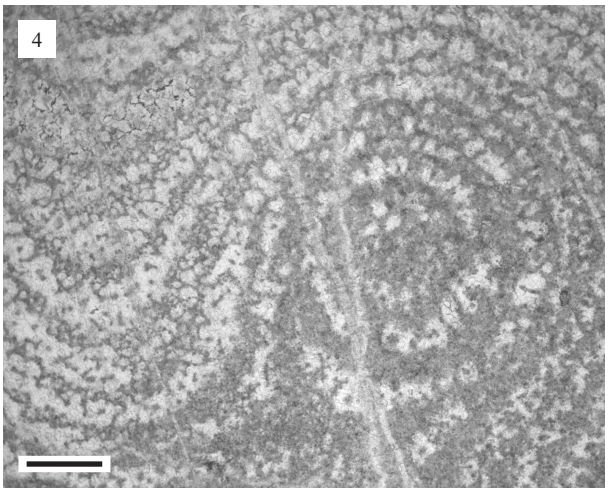
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

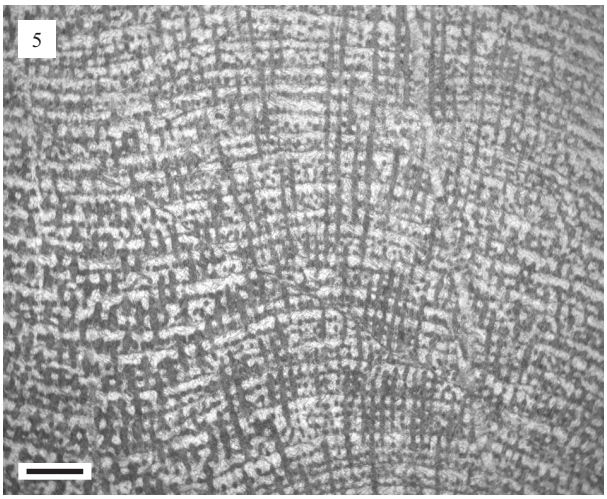
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

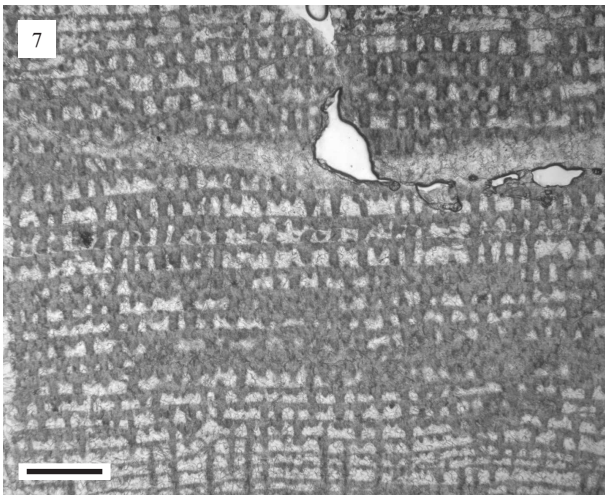


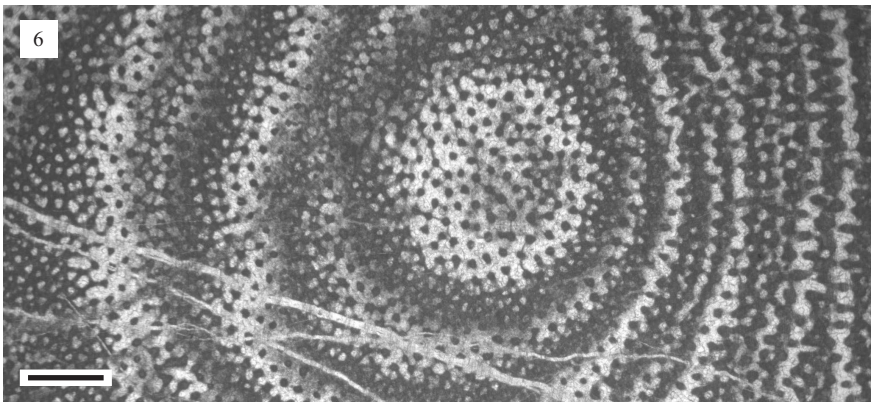












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XV

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XV

Actinostroma tabulatum var. *crassum* (LECOMPTE 1951)

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 740. 1.
Lamines fines et tremblotantes, piliers continus.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 788. 2.
Maille hexactinelloïde.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Actinostroma verrucosum GOLDFUSS 1826

Fig. 3. Vue macroscopique de l'échantillon A – MH 825. 1.
Surface mamelonnée.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 4. Agrandissement des structures astrorhizales étoilées (mamelons), de l'échantillon A – MH 825. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

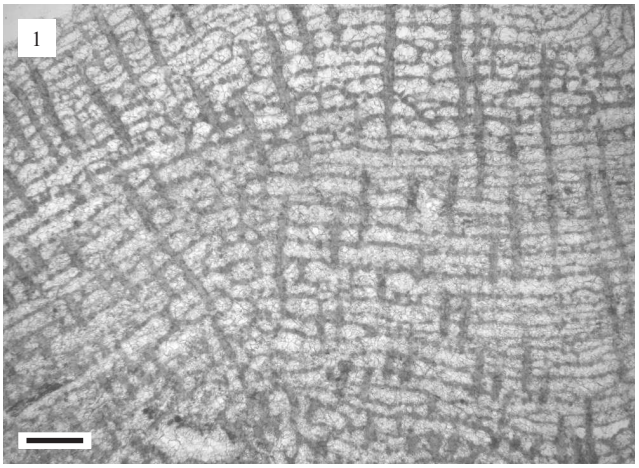
Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon A – MAR E 62.
Piliers continus et dédoublement de certaines lamines.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 765. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

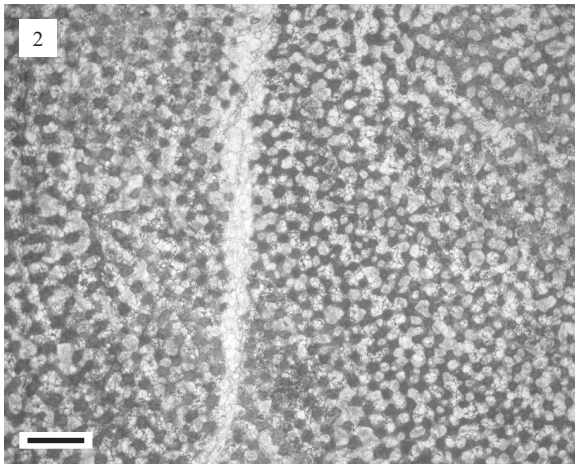
Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MAR E 62.
Maille hexactinelloïde.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

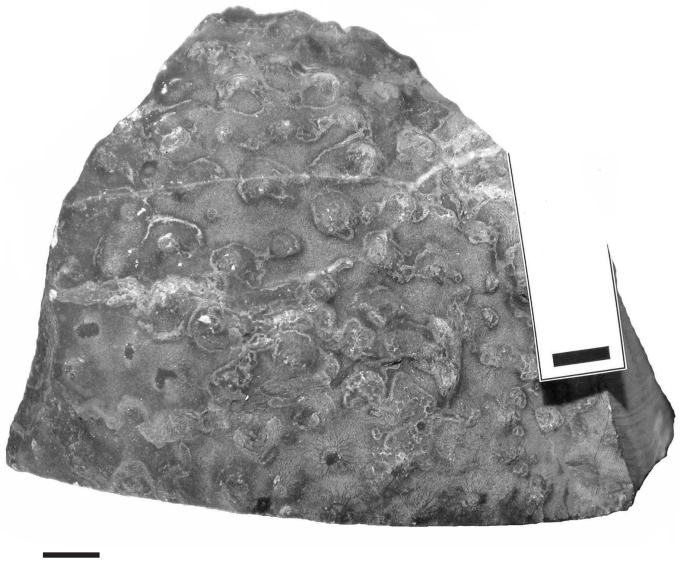
1



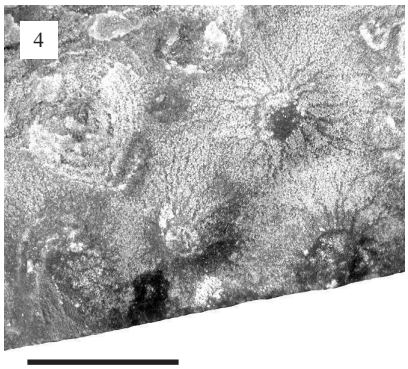
2



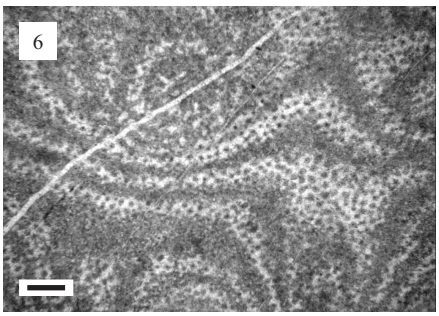
3



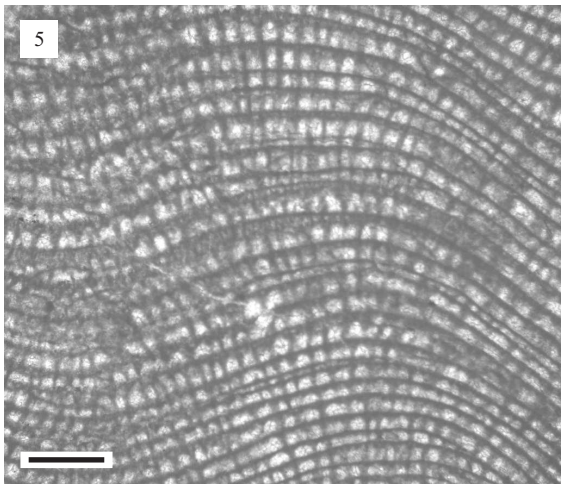
4



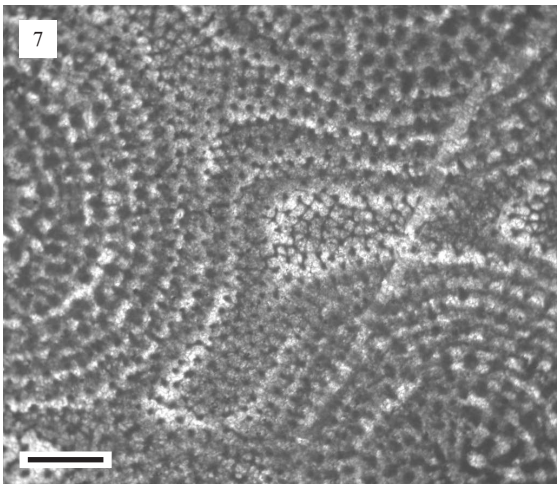
6



5



7



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XVI

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XVI

Actinostroma sp. aspect confertum

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 317. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 35.
Les galeries sont inexistantes et les piliers très larges.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 317. 6.
Aspect hexactinelloïde de la maille.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 317. 6.
Axe sombre au coeur des piliers.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Bifariostroma bifarium NICHOLSON 1886

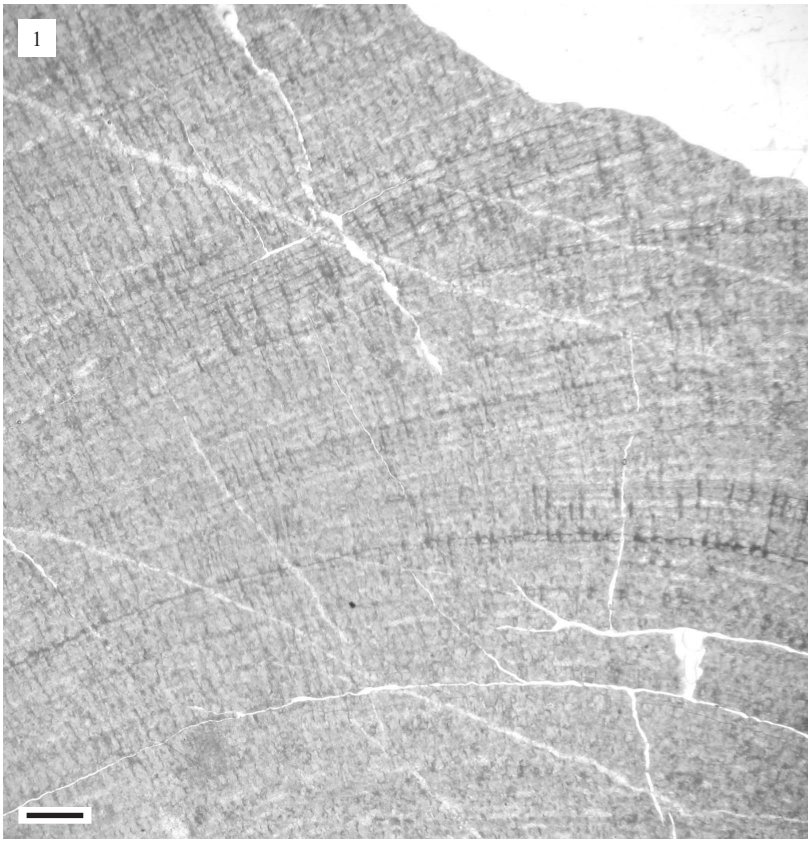
Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 21.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

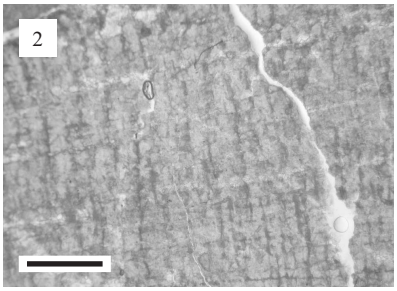
Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 21.
Présence de piliers long et épais, et de piliers fins et tortueux.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

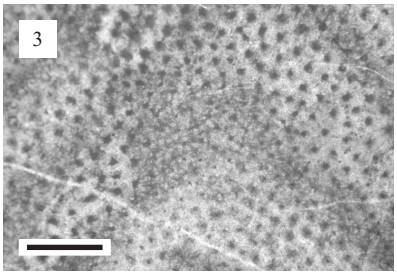
Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 21.
Sections circulaires des deux types de piliers.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

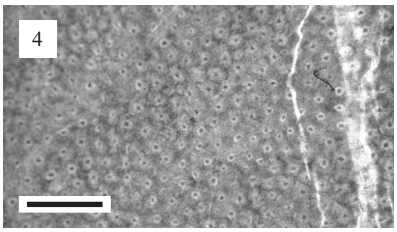
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

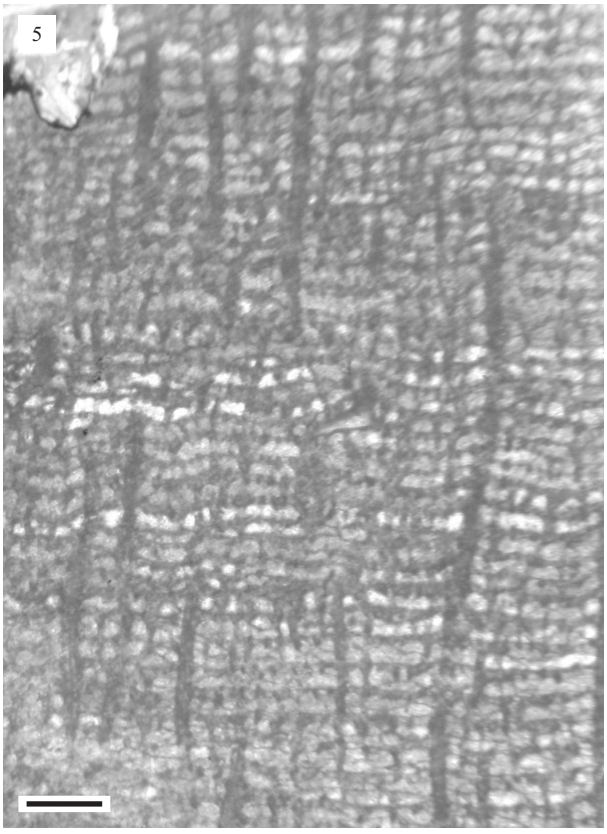
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

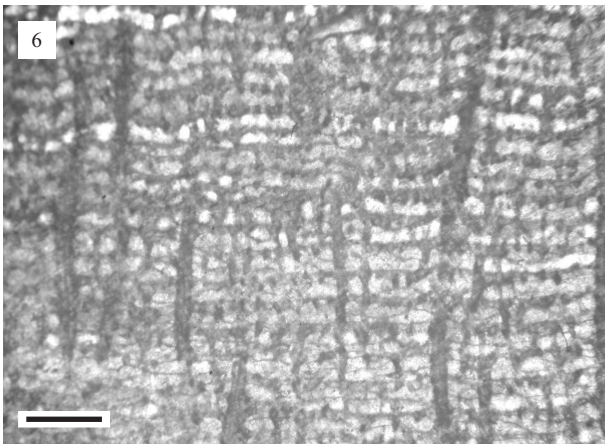


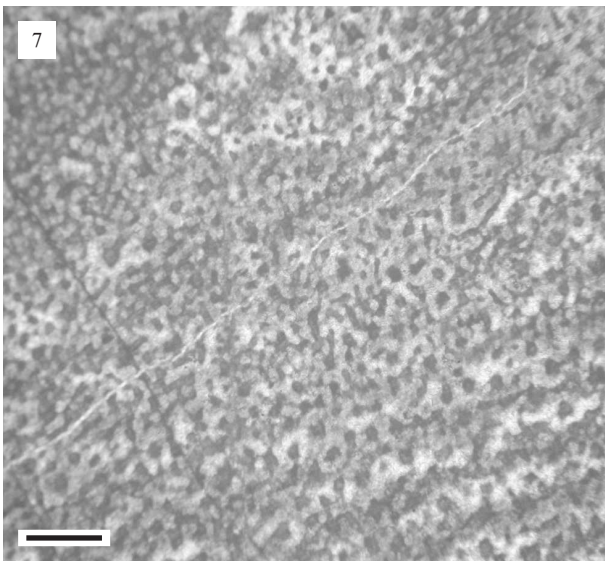












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XVII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XVII

Densastroma ? sp.

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 744. 2.
Présence d'un aulopore.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Fig. 3. Agrandissement de l'échantillon A – MH 744. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Stromatoporella granulata (NICHOLSON 1873)

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 750. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 750. 5.
Présence de caunopores et vers *Spirorbis*.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 612. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

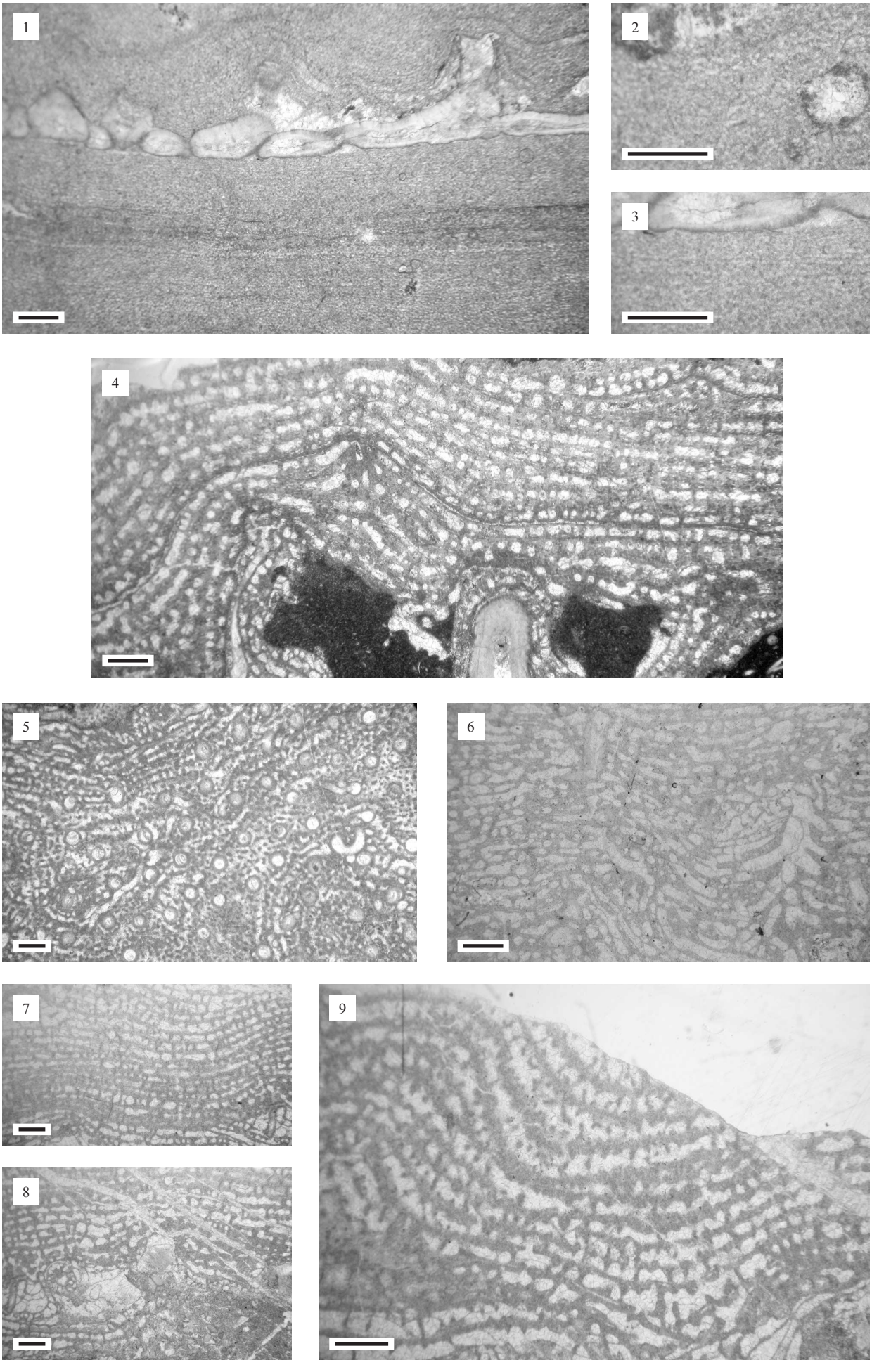
Stromatoporella ? cf. *irregularis* (LECOMPTE 1951)

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 159–160. 5.
Tissu squelettique régulier.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 8. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 159–160. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 9. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 159–160. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XVIII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XVIII

Clathrocoilona obliterata (LECOMPTE 1951)

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 159–160. 4.
Plusieurs encroûtements successifs.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 260E. 9.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 260E. 10.
Ligne de piliers mieux différenciés dans la partie sommitale de l'encroûtement.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Clathrocoilona spissa (LECOMPTE 1951)

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 317. 4.
Association stromatopore – tabulé.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 148. PR. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

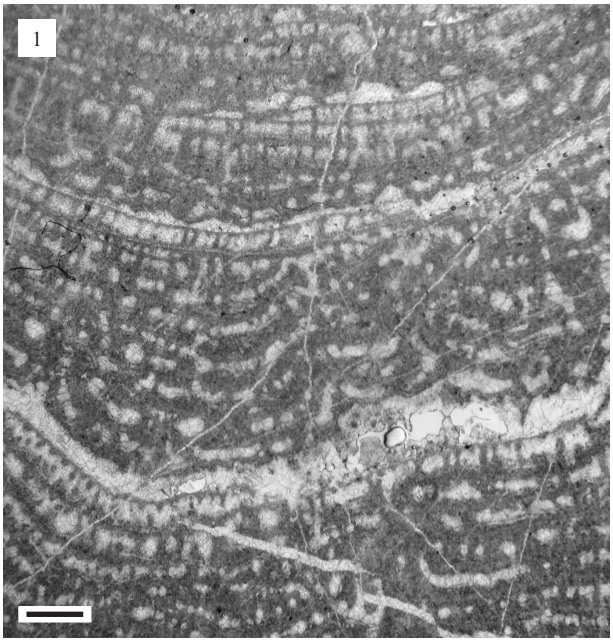
Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 149. PR. 16. 6.
Tissu squelettique très épais.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

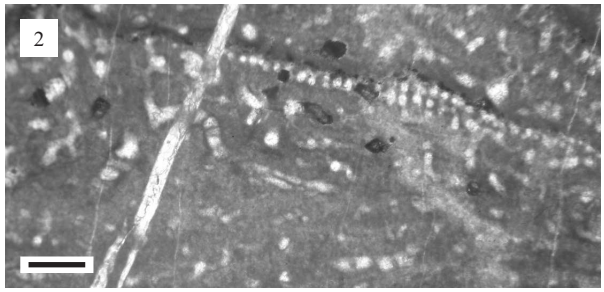
Clathrocoilona cf. *inconstans* (STEARN 1962)

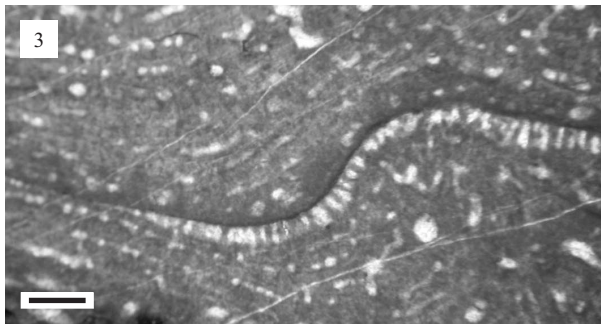
Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 159–160. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

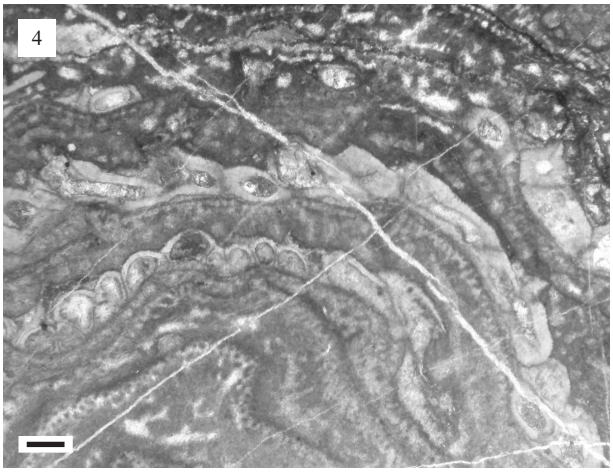
Fig. 8. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 159–160. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

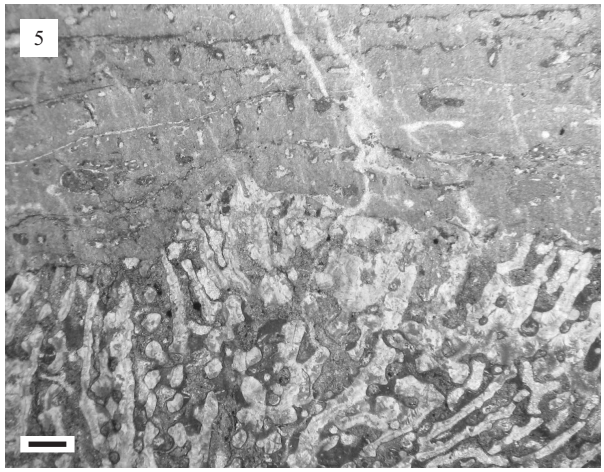
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

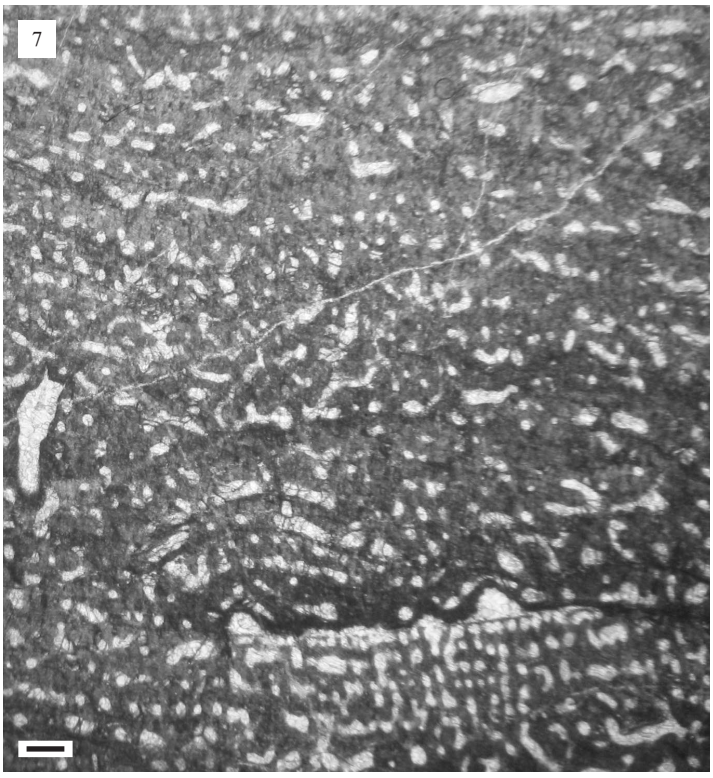


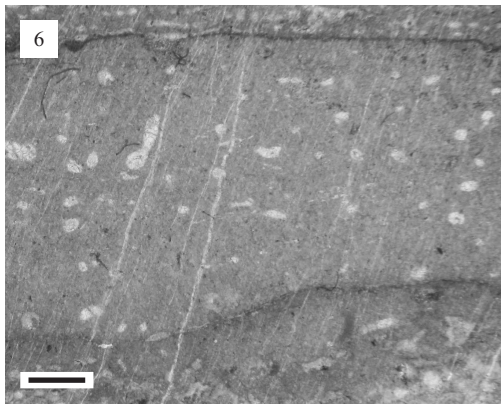


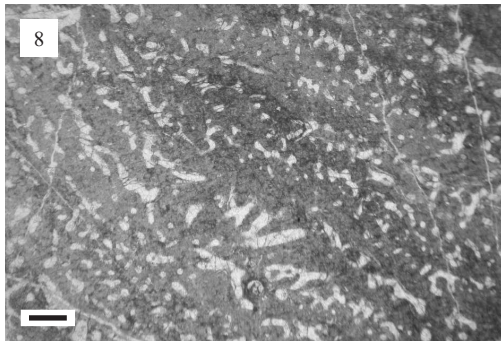












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XIX

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XIX

Clathrocoilona ? sp.

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 9.
Lamines très épaisses.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 785. 1.
Tissu coalescent.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 785. 1.
Ring – pillars.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 9.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Stictostroma curiosa (BARGATSKY 1881)

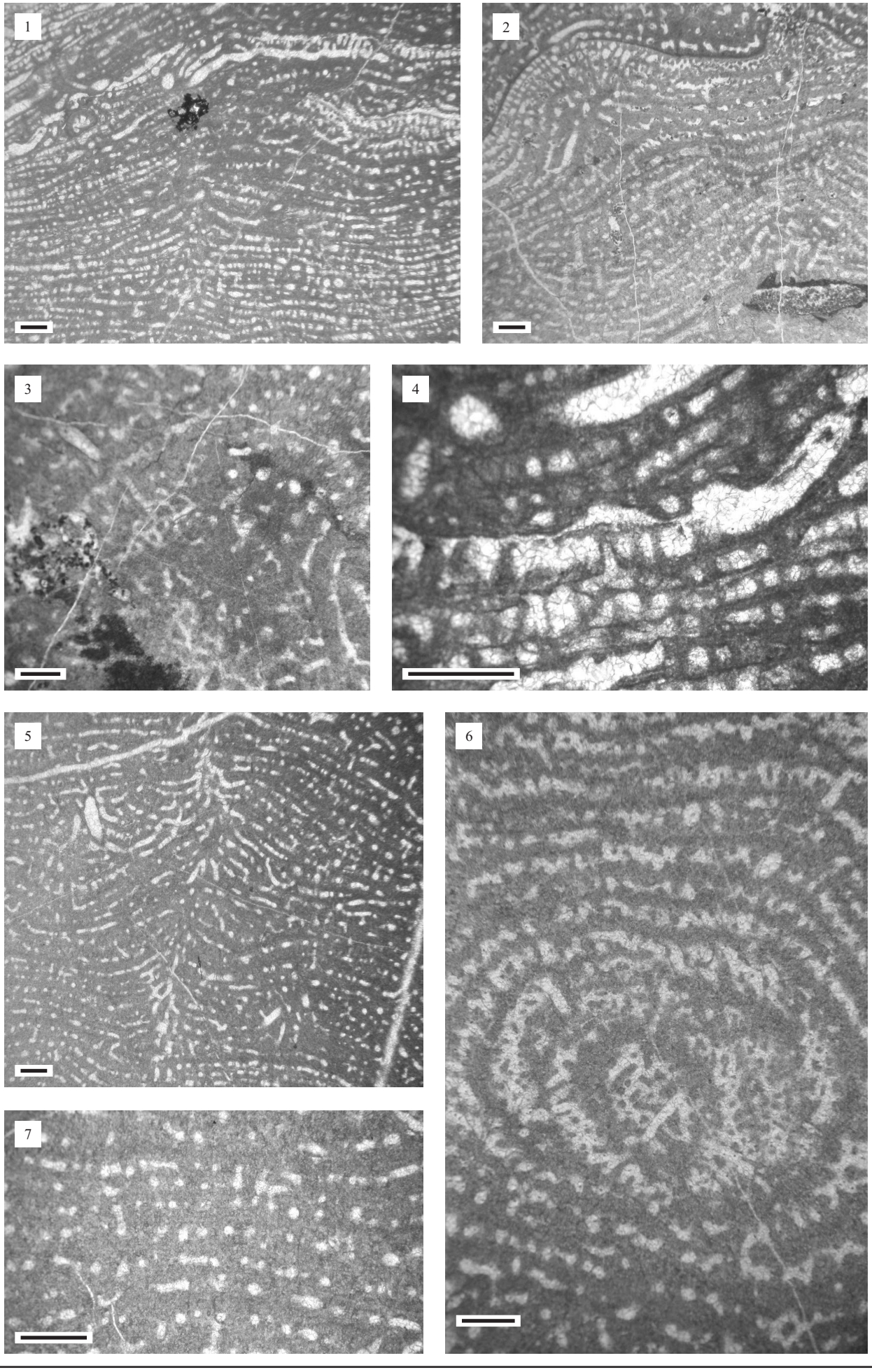
Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 8.
Tissu très épais parsemé d'astrorhizes bien développées.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 8.
Lamines très épaisses.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XX

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XX

Stictostroma saginatum (LECOMPTE 1951)

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 31.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 31.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 3. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 11–27. 33.
Nombreux dissépiments redressés dans les espaces interlaminaires.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Stictostroma sp. 1

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 608. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 608. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 608. 1.
Variation de l'allure de la maille squelettique.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Stictostroma sp. 2

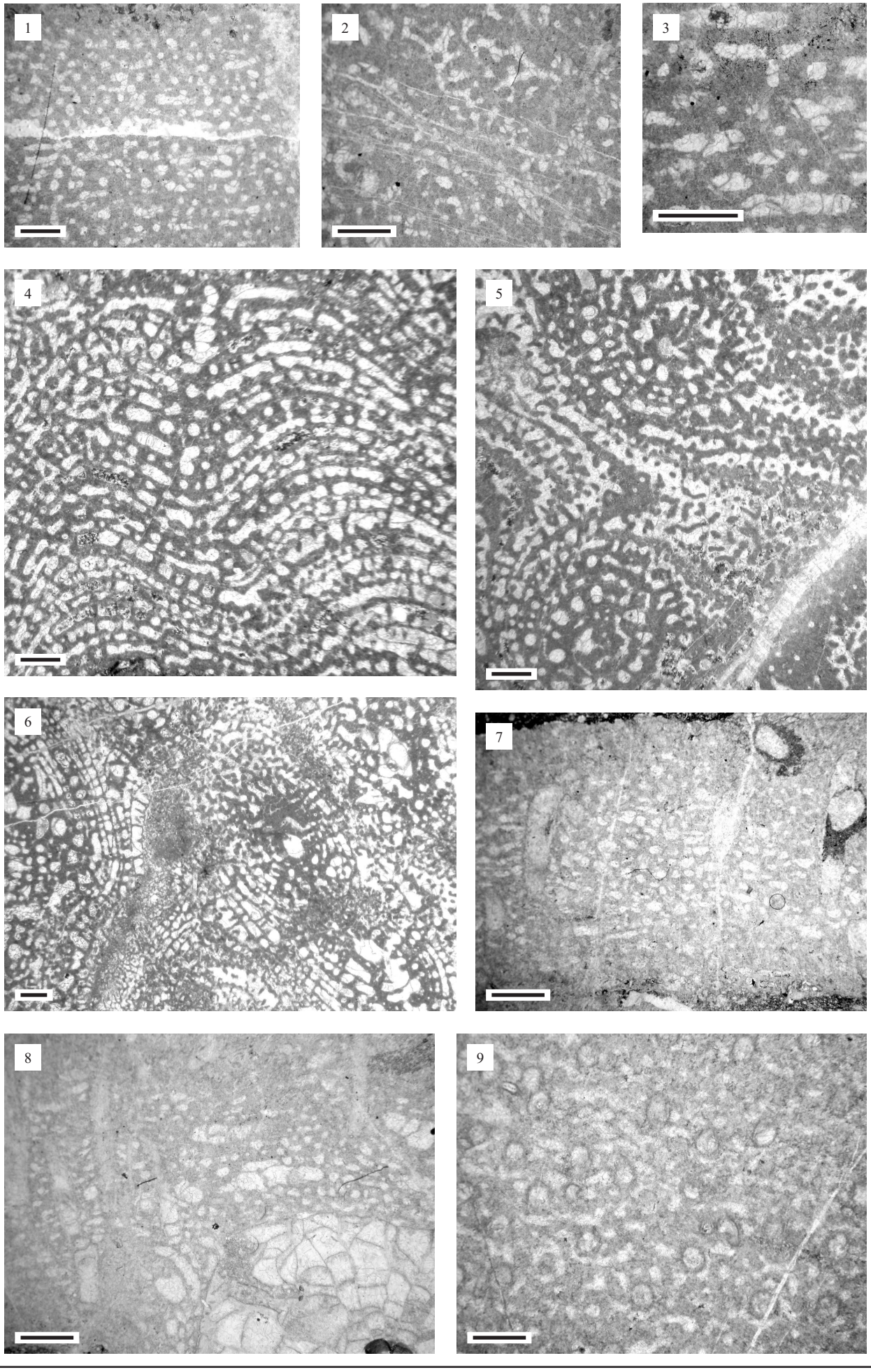
Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 40.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 8. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 40.
Association stromatopore – caunopore – rugueux.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 9. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 257. 7.
Nombreuses sections de caunopores.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXI

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXI

Trupetostroma cellulosum LECOMPTE 1952

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 6'. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 5. 3.
Astrorhize.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 6'. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Trupetostroma ruedemanni LECOMPTE 1952

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 6. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 6. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

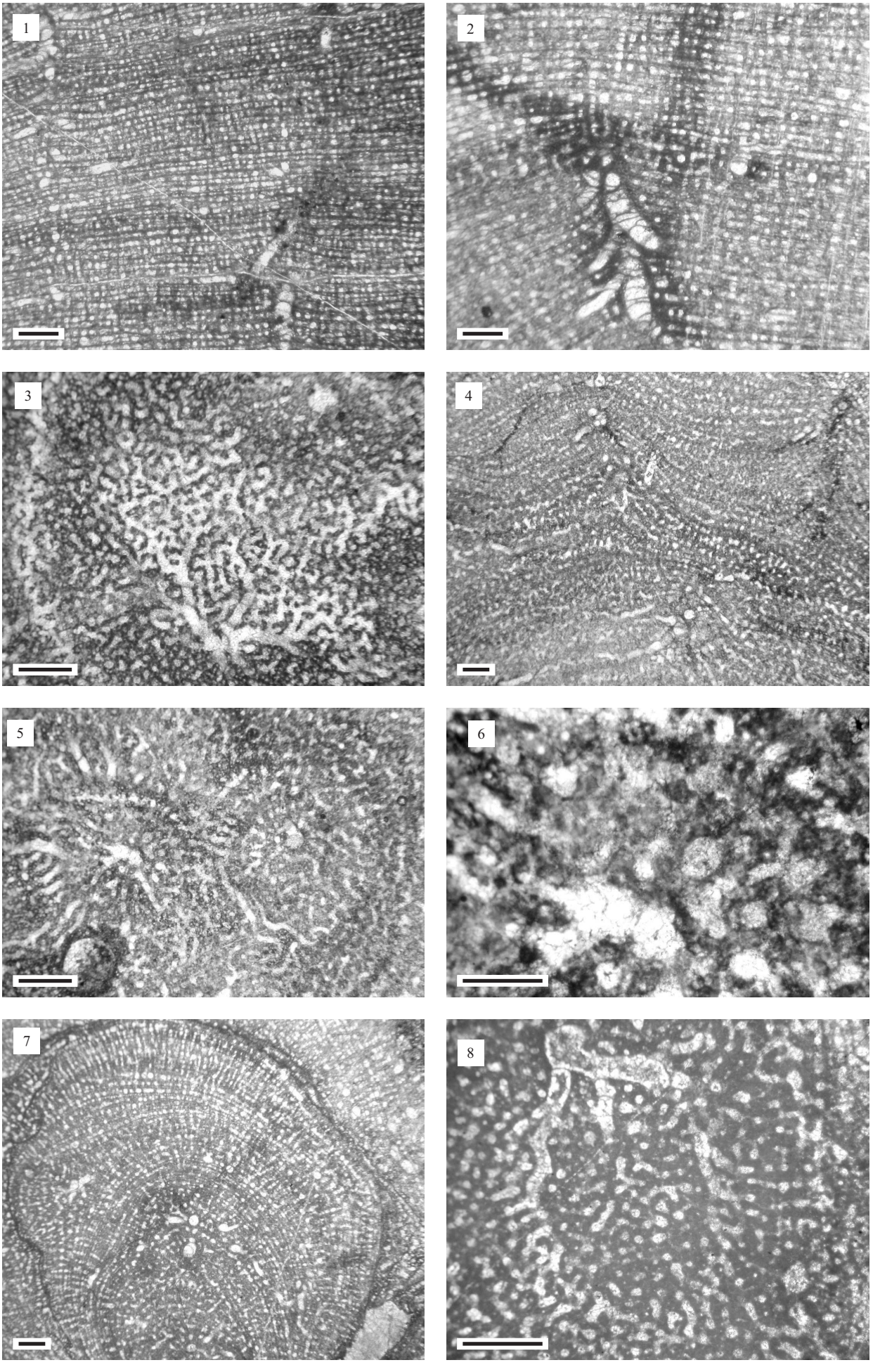
Fig. 6. Agrandissement de l'échantillon AV – MW 6. 8.
Microstructure cellulaire à vacuolaire.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Trupetostroma aff. *tenuilamellatum* LECOMPTE 1952

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 3. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 8. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 11. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXII

Trupetostroma ? sp. 1

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 762. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 762. 2.
Astrorhize étoilée.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 762. 2.
Lamine tripartite et rares vésicules marginales.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

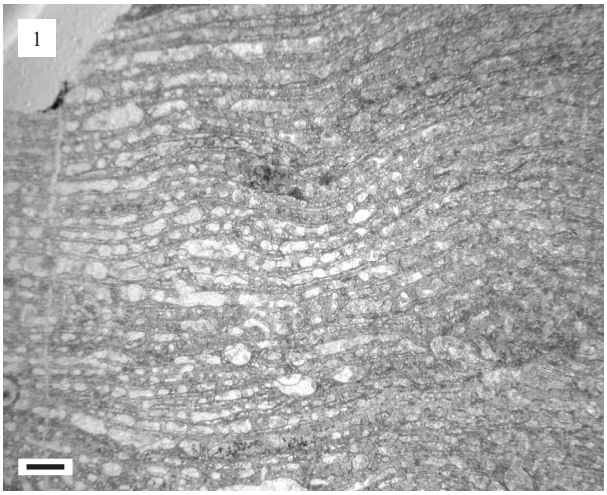
Trupetostroma sp. 2

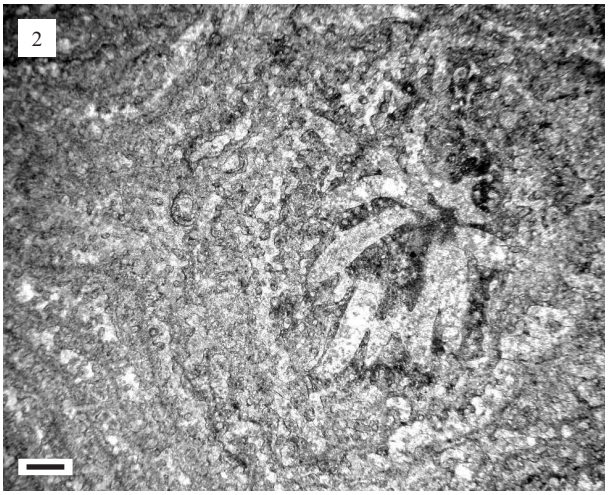
Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 785. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

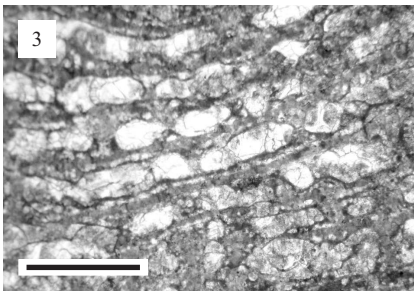
Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 765. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

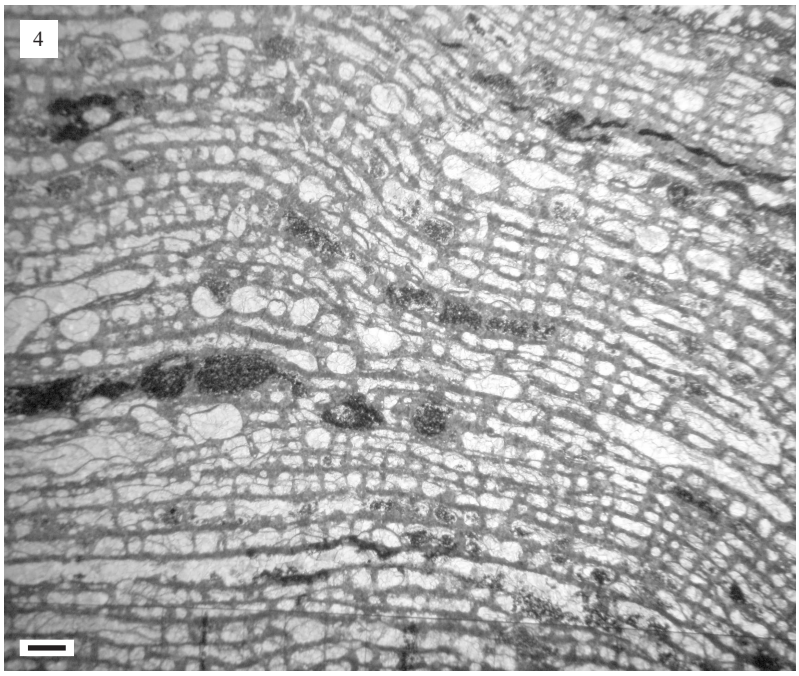
Fig. 6. Agrandissement de l'échantillon A – MH 765. 3.
Tissu squelettique très aéré, forte variation dans la densité des piliers.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

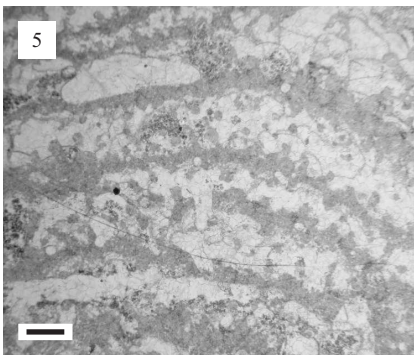
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

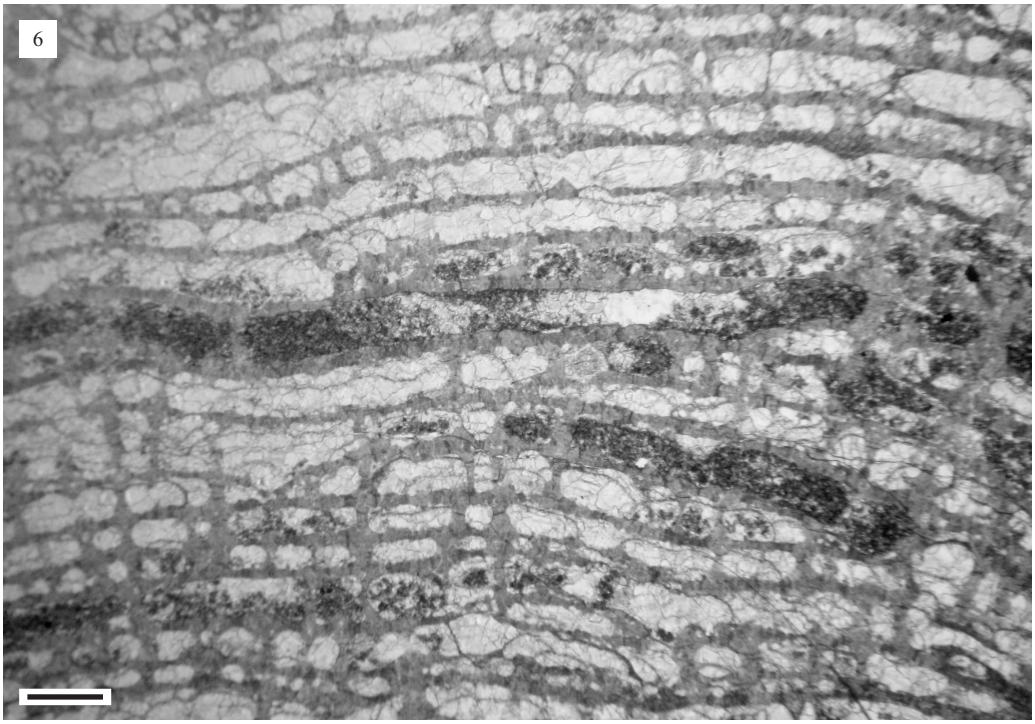












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXIII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXIII

Trupetostroma sp. 3

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 765. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 765. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Trupetostroma sp. 4

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon A – MAR E 68.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MAR E 68.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 5. Agrandissement de la microstructure mélanosphérique de l'échantillon A – MAR E 68.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Hermatoporella sp. 1

Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 27.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 27.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 8. Agrandissement (vésicules marginales) de l'échantillon AV – BG 11–27. 27.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

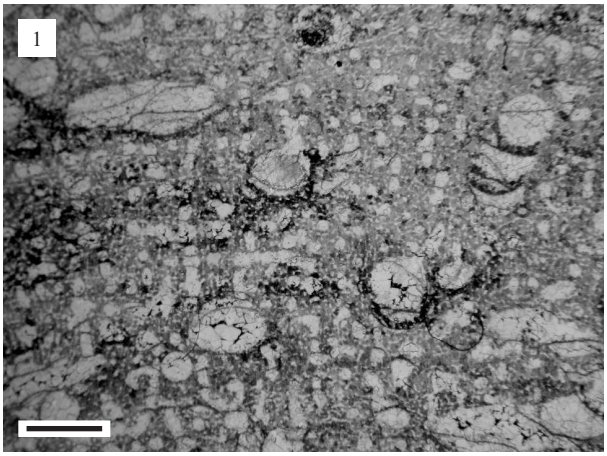
Hermatoporella sp. 2

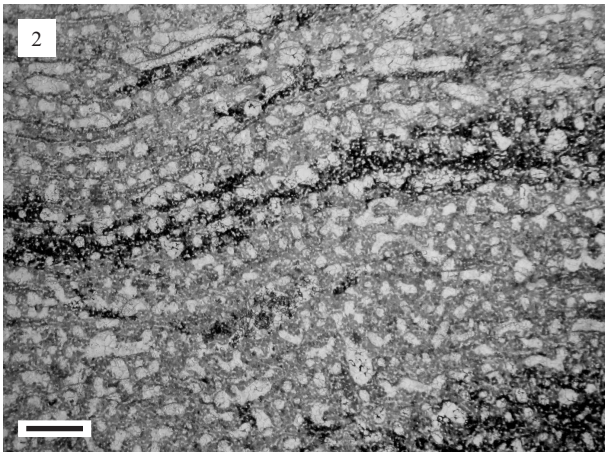
Fig. 9. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 17.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

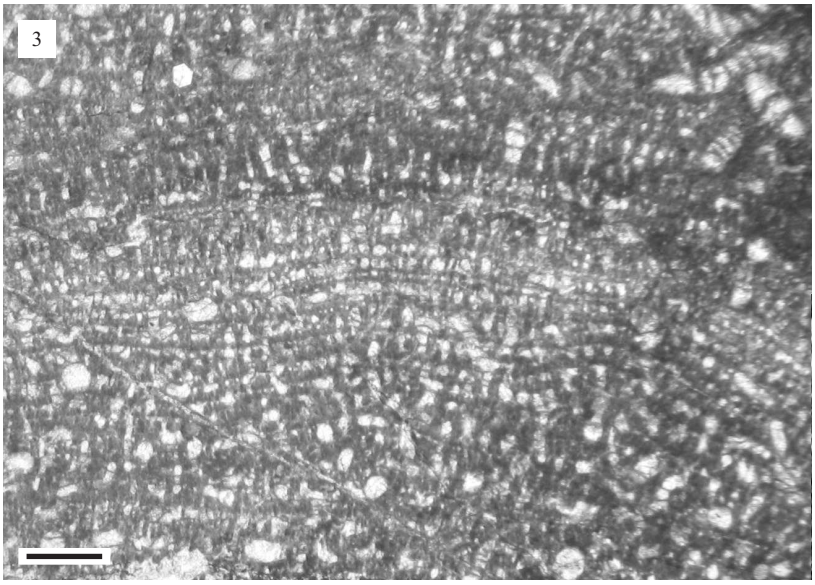
Fig. 10. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 17.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

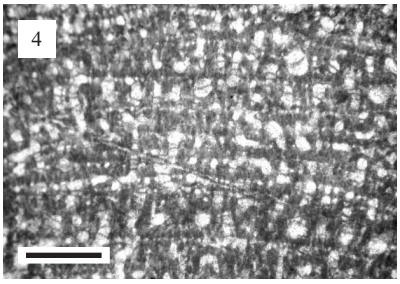
Fig. 11. Agrandissement (vésicules marginales) de l'échantillon AV – BG 11–27. 17.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

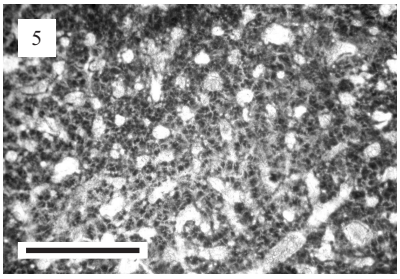
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

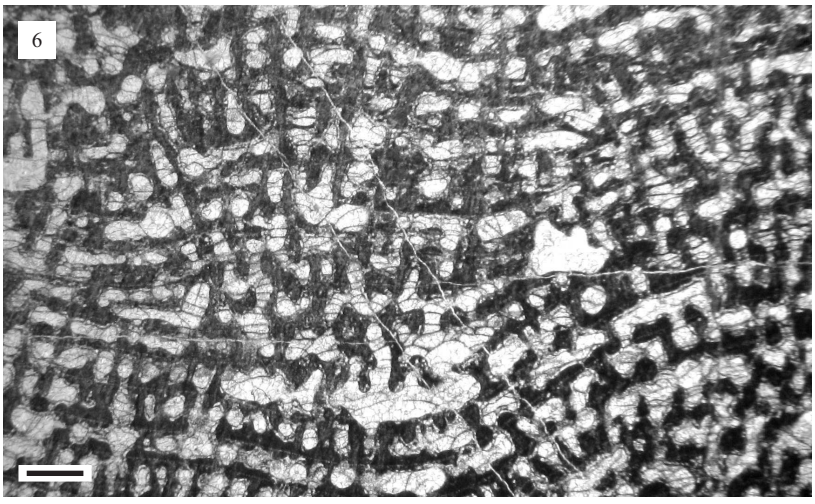


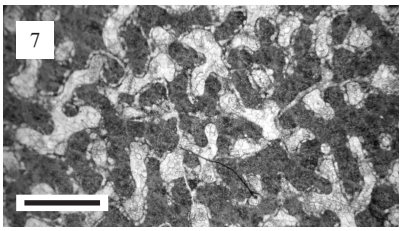


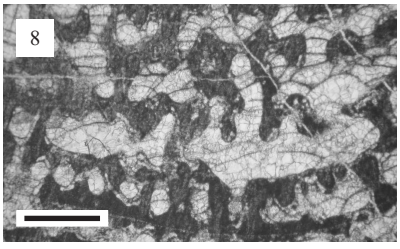


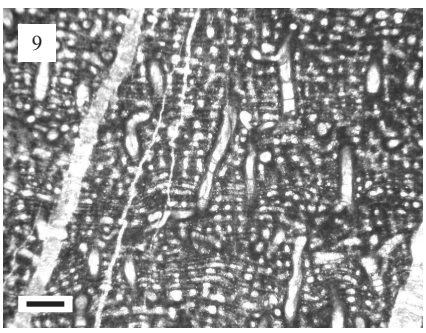


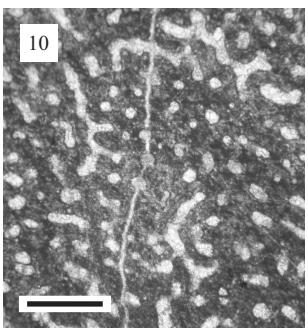


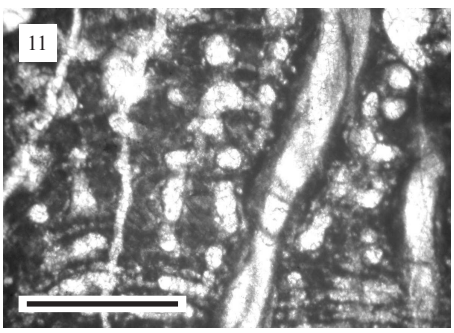












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXIV

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXIV

Hermatoporella sp. 3

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 765. 7.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 765. 7.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Hermatoporella sp. 4

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 5. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 11–27. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (12,5).

Hermatoporella sp. 5

Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 159–160. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 159–160. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Hermatostroma perseptatum LECOMPTE 1952

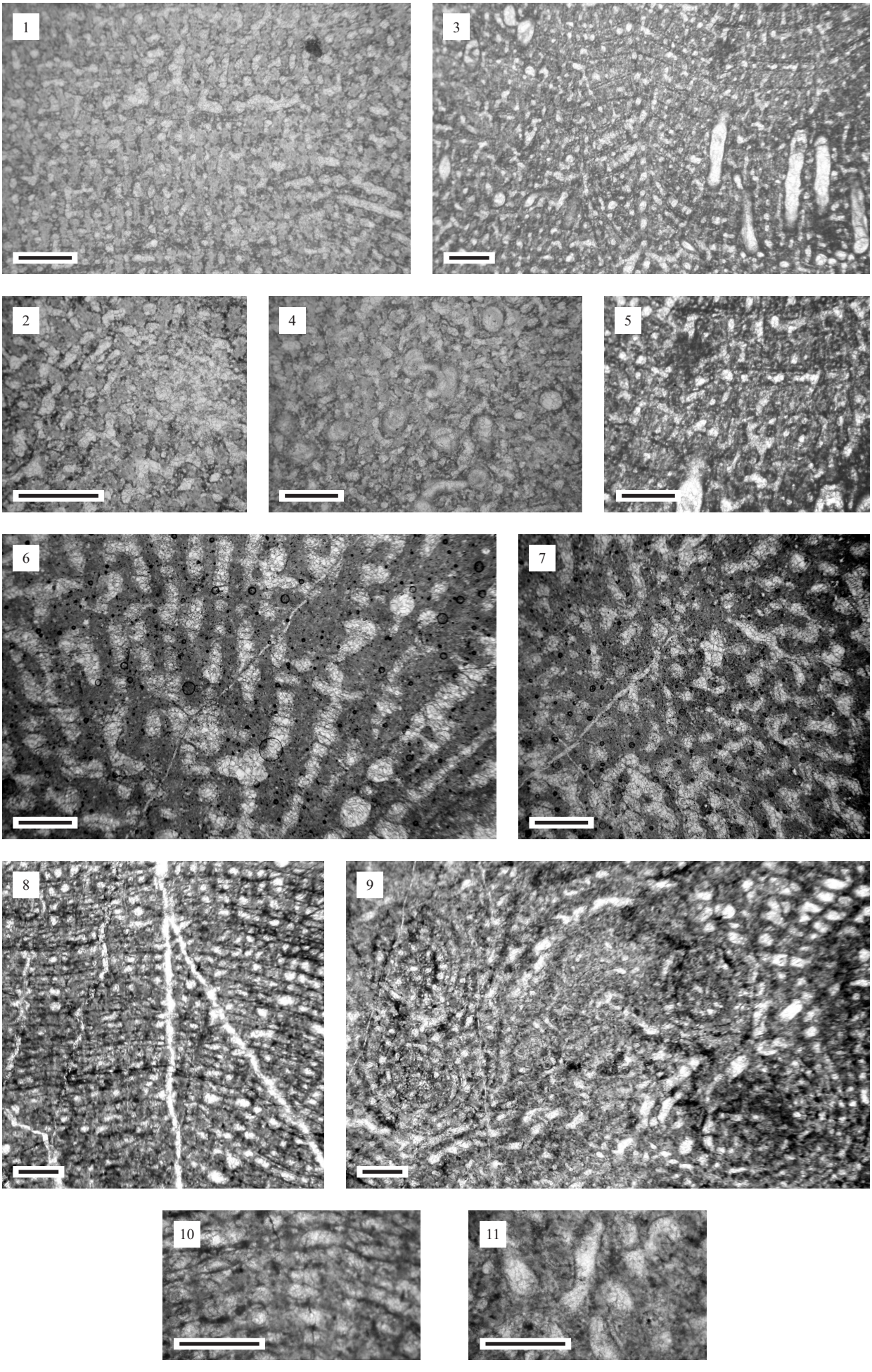
Fig. 8. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 602. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 9. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 602. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 10. Agrandissement de l'échantillon A – MH 602. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Fig. 11. Agrandissement (vésicules marginales) de l'échantillon A – MH 602. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXV

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXV

Hermatostroma thomasi var. *arduennense* (LECOMPTE 1952)

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 767. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 767. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 3. Agrandissement (microlamine, vésicules marginales) de l'échantillon A – MH 767. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 30).

Hermatostroma ? sp.

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 741. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 923. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Synthetostroma actinostromoides LECOMPTE 1951

Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 750. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 750. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

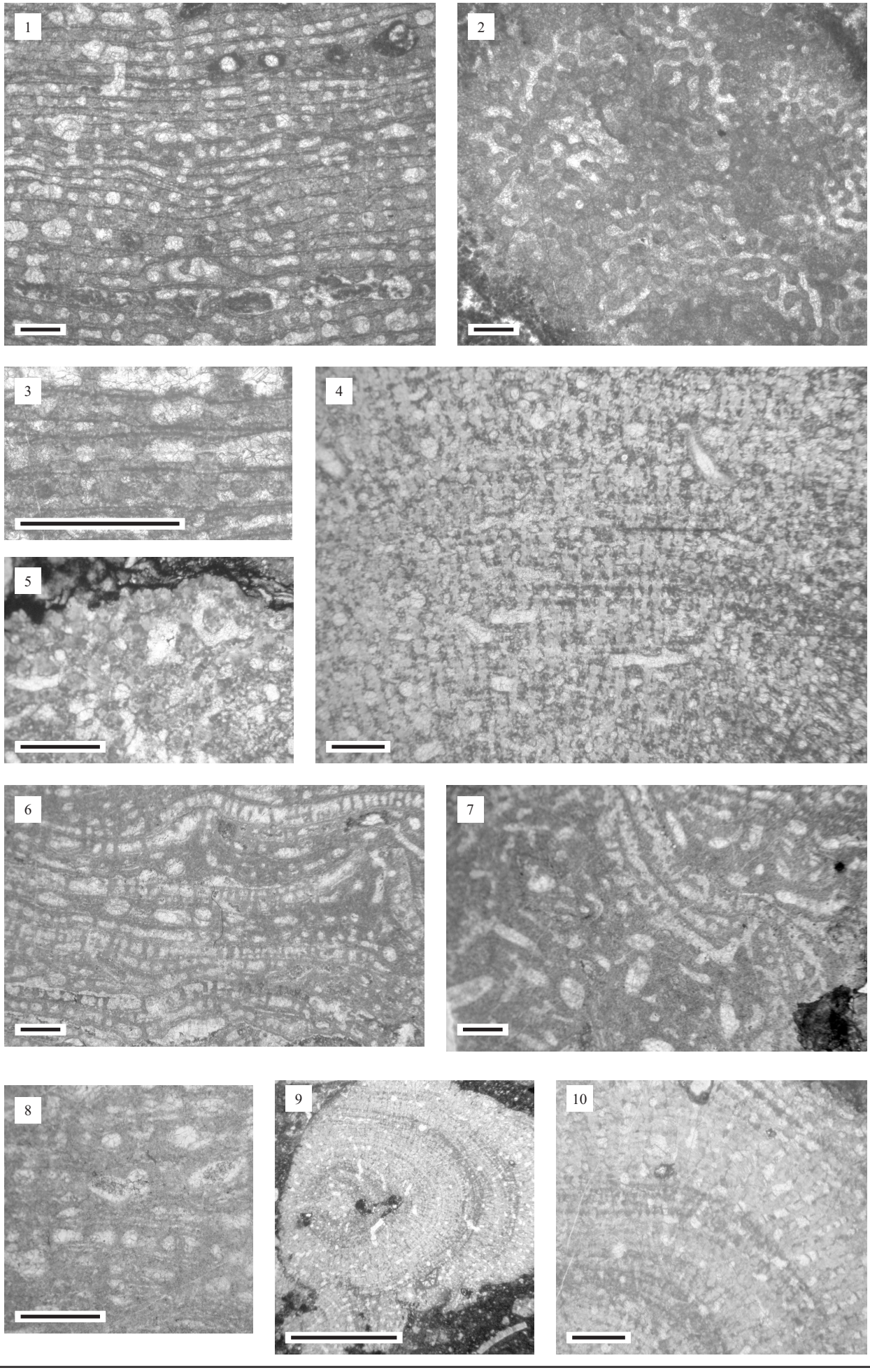
Fig. 8. Agrandissement (fibrilles) de l'échantillon A – MH 750. 6.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Idiostroma crassum LECOMPTE 1952

Fig. 9. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 11. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Fig. 10. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 11. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXVI

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXVI

Idiostroma sp. 1

Fig. 1. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 745. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5).

Fig. 4. Agrandissement de l'échantillon A – MH 744. 3.
Microlamine et vésicules marginales.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 22,5).

Idiostroma sp. 2

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 159–160. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 6. Agrandissement en coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 159–160. 5.
Vésicules marginales.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 30).

Stromatopora huepschii (BARGATSKY 1881)

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 16.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

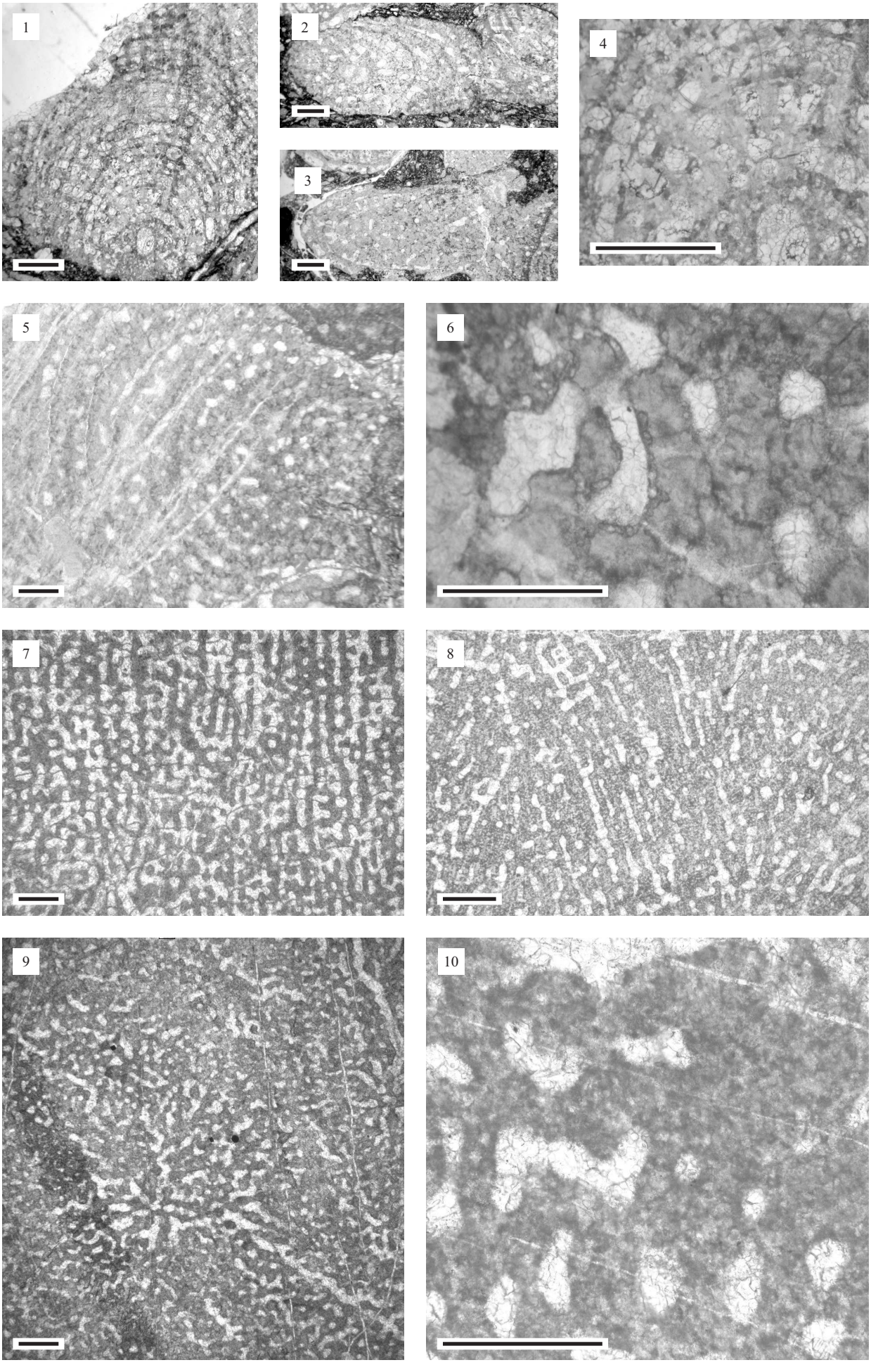
Fig. 8. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 11–27. 23.
Tissu squelettique cassiculé.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 9. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 746. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 10. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 11–27. 16.
Microstructure cellulaire à mélanosphérique.
Barre d'échelle : 500 µm, (x 60).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXVII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXVII

Stromatopora maculata LECOMPTE 1952

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 5. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 5. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 3. Agrandissement de l'échantillon AV – MW 5. 4.
Microstructure mélanosphérique.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Stromatopora sp. 1

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 6. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 11–27. 8.
Piliers prépondérants et lamines marquées par l'accumulation de sédiment.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Stromatopora sp. 2

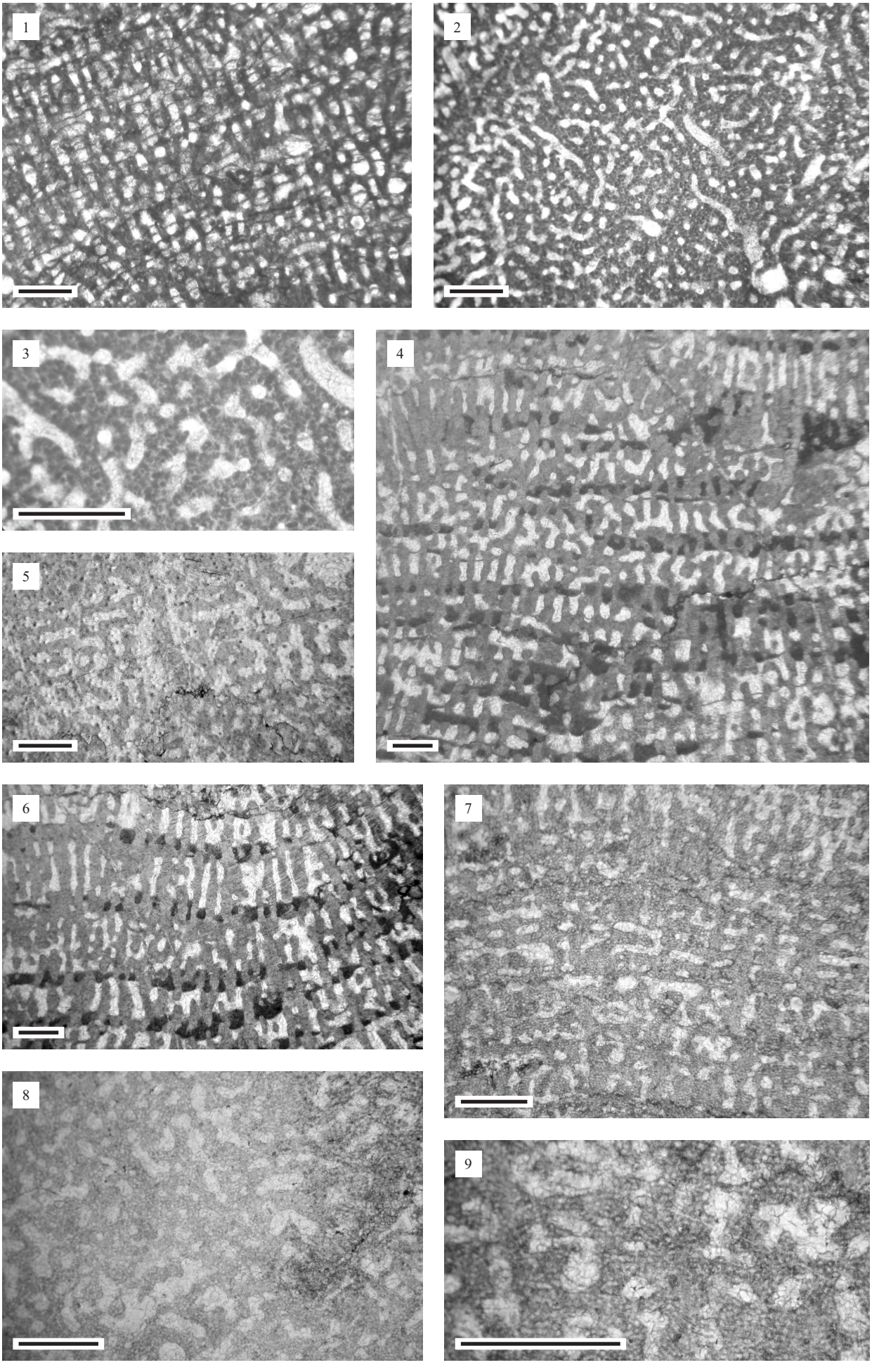
Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 317. 9.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Fig. 8. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 317. 9.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Fig. 9. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 317. 9.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 30).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXVIII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXVIII

Stromatopora sp. 3

Fig. 1. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 13.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 13.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Pseudotrupetostroma sp.

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 5 Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Fig. 6. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 22,5).

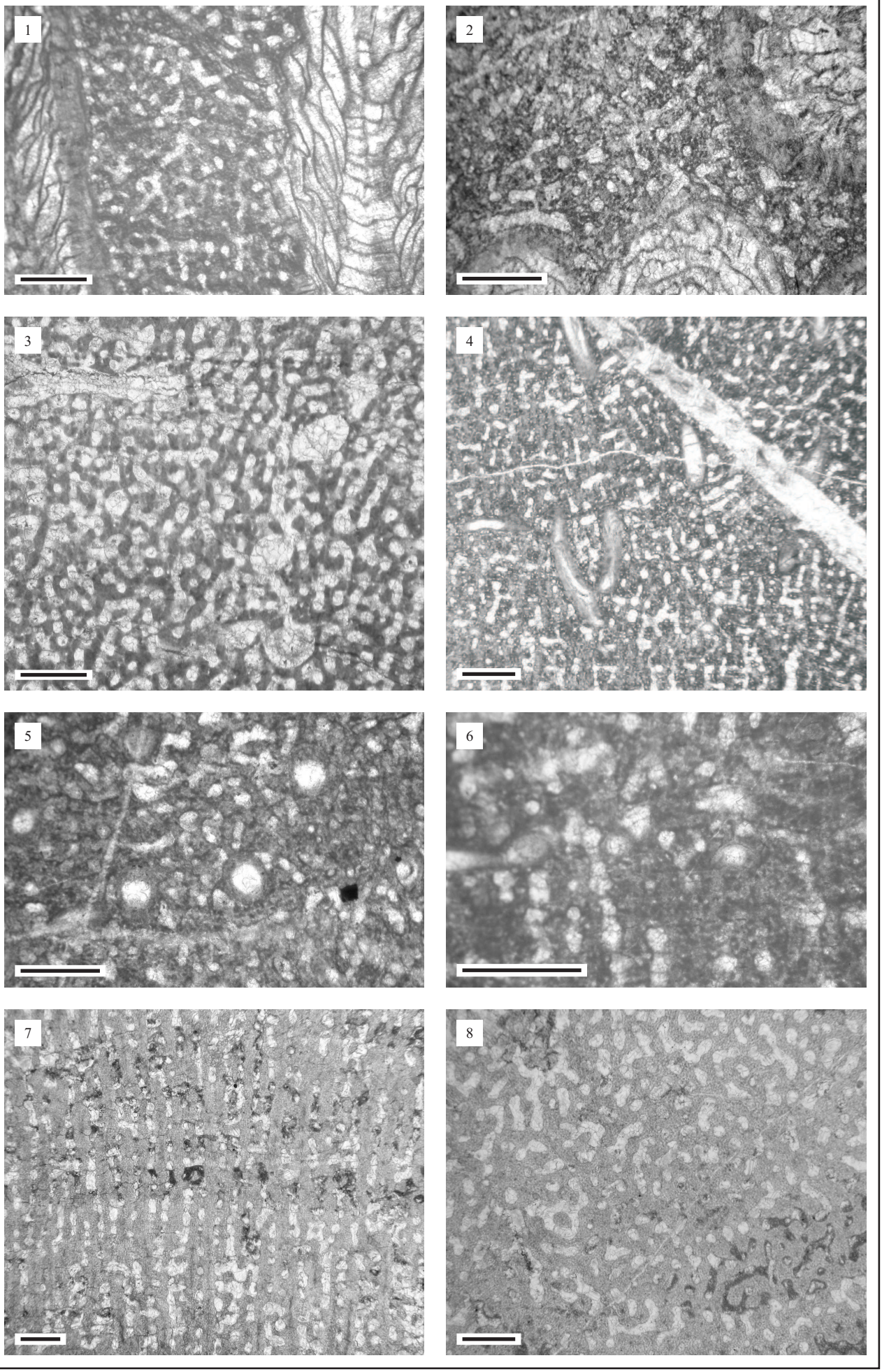
Taleastroma pachytexta (LECOMPTE 1952)

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 607. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 8. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 607. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXIX

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXIX

Taleastroma pachytexta (LECOMPTE 1952)

Fig. 1. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 607. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 17,5).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 607. 2.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Arctostroma sp.

Fig. 3. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 6. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 5. 13.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 5. Agrandissement de l'échantillon AV – MW 5. 13.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Fig. 6. Agrandissement de l'échantillon AV – MW 6. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Salairella buecheliensis (BARGATSKY 1881)

Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 259B. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 8. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 260A. 7.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 9. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 260A. 10.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

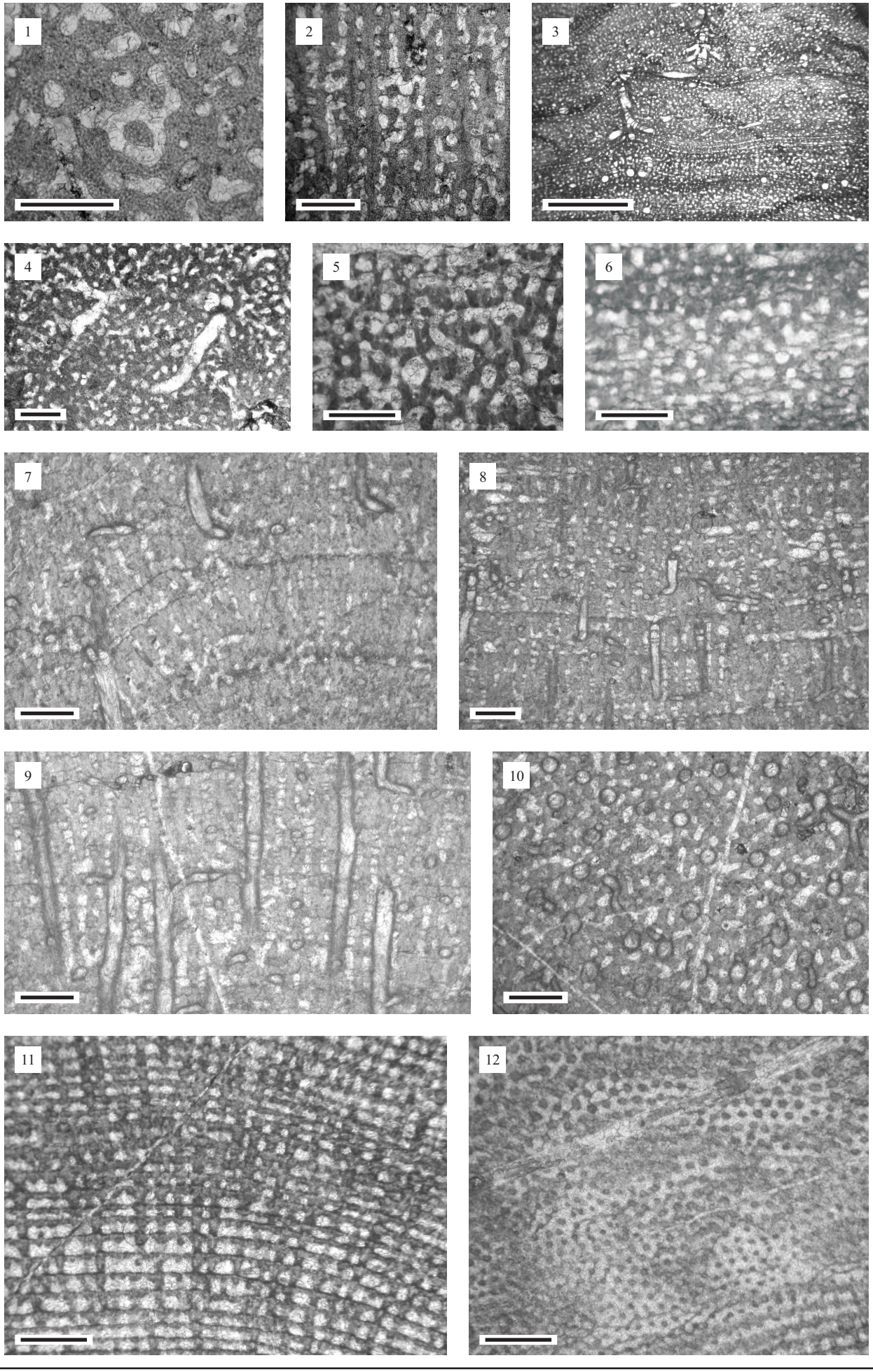
Fig. 10. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 260A. 10.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Atopostroma sp.

Fig. 11. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 36.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Fig. 12. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 36.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXX

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXX

Atopostroma sp.

Fig. 1. Agrandissement de l'échantillon AV – BG 11–27. 36.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Parallelostroma sp.

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon A – MAR. E 86.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MAR. E 86.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 4. Agrandissement de l'échantillon A – MAR. E 86.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Stachyodes parallelloporoides LECOMPTE 1952

Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon A – MAR. E 129.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MAR. E 129.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

Stachyodes verticillata (MC COY 1850)

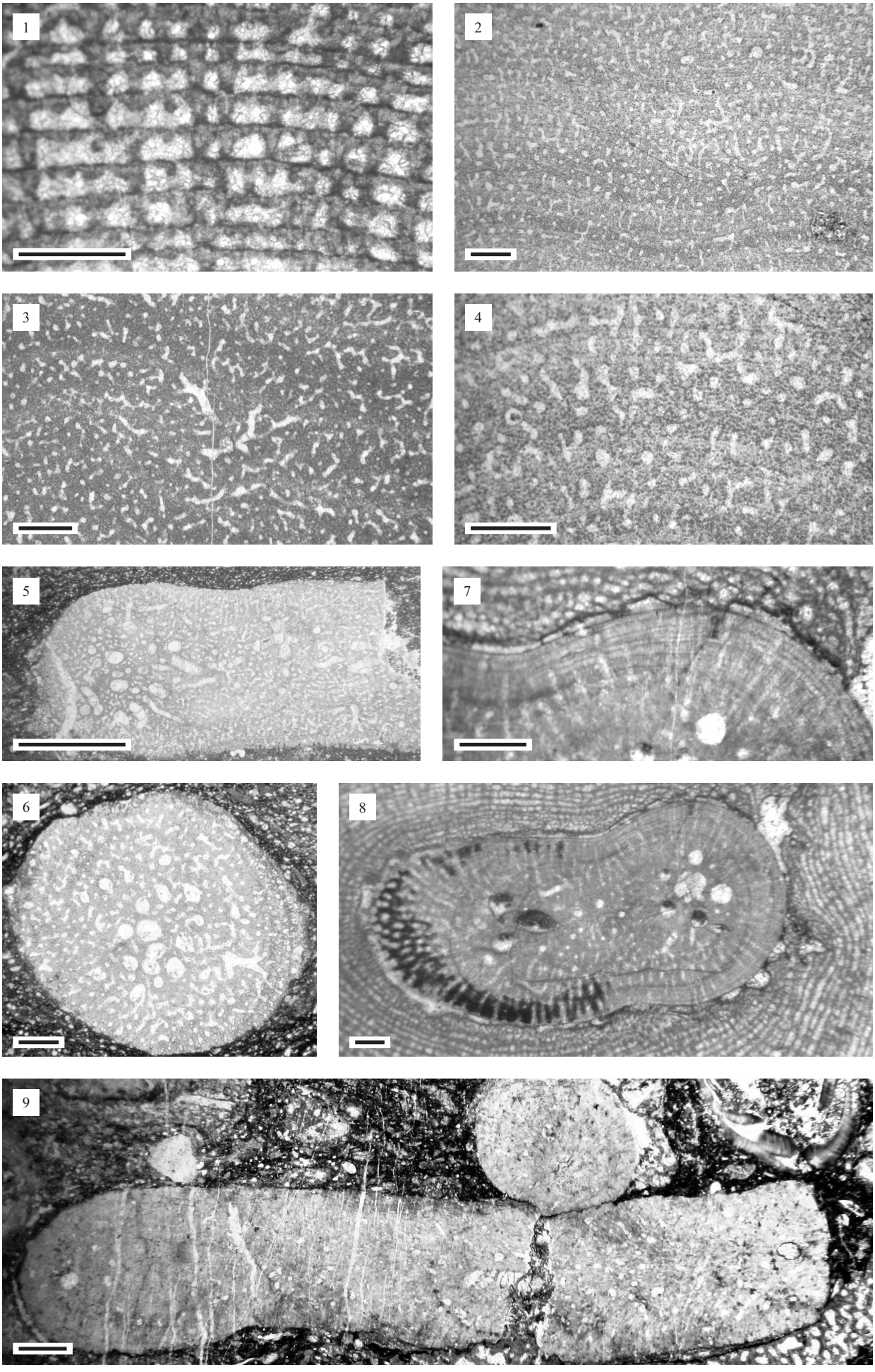
Fig. 7. Agrandissement de l'échantillon A – MH 766. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Fig. 8. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 766. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 5,5).

Stachyodes sp. 1

Fig. 9. Coupe verticale et tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 9).

© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr



© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXXI

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXXI

Stachyodes sp. 1

Fig. 1. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Fig. 2. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 744. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Stachyodes sp. 2

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 5. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Amphipora laxeperforata LECOMPTE 1952

Fig. 4. Coupe verticale de l'échantillon AV – MW 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 20).

Fig. 5. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 8.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 22,5).

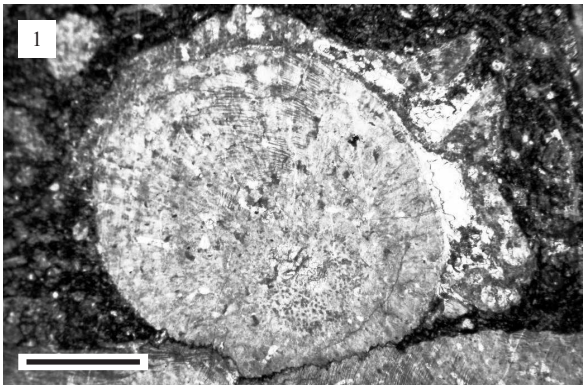
Amphipora pervesiculata LECOMPTE 1952

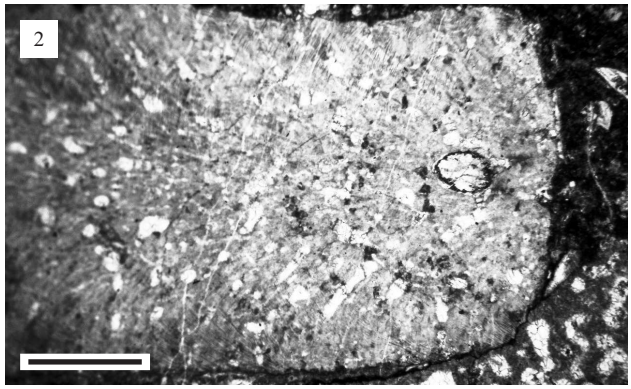
Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 3.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 25).

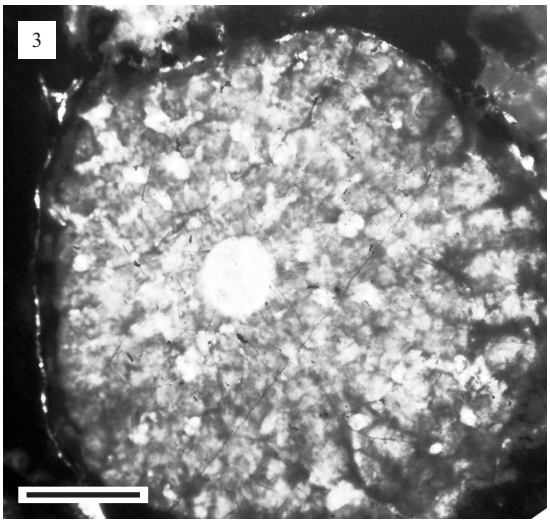
Amphipora rudis LECOMPTE 1952

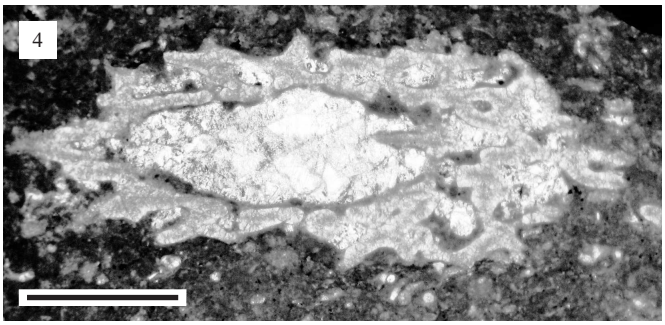
Fig. 7. Coupe verticale de l'échantillon A – MH 741. 4.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

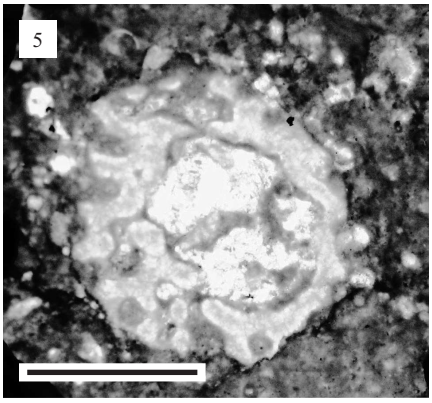
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

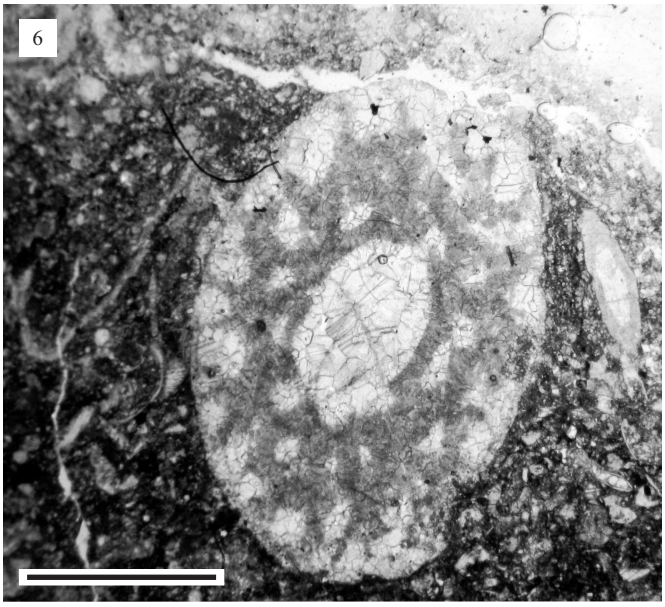


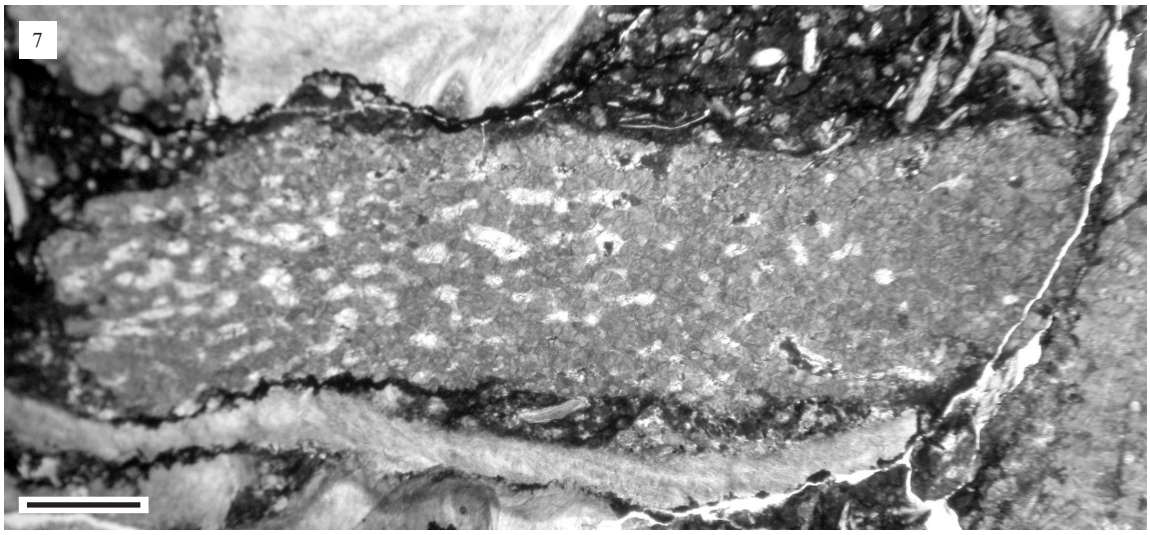












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXXII

© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr

PLANCHE XXXII

Amphipora rudis LECOMPTE 1952

Fig. 1. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 2. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 27,5).

Fig. 2. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – MW 2. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

Amphipora sp. 1 nov. sp.

Fig. 3. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 264. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 10).

Fig. 4. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 317. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 17,5).

Fig. 5. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 317. 1.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 12,5).

Vacuustroma sp.

Fig. 6. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 317. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 17,5).

Fig. 7. Coupe tangentielle de l'échantillon A – MH 744. 5.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 17,5).

Genus (indét.) sp.

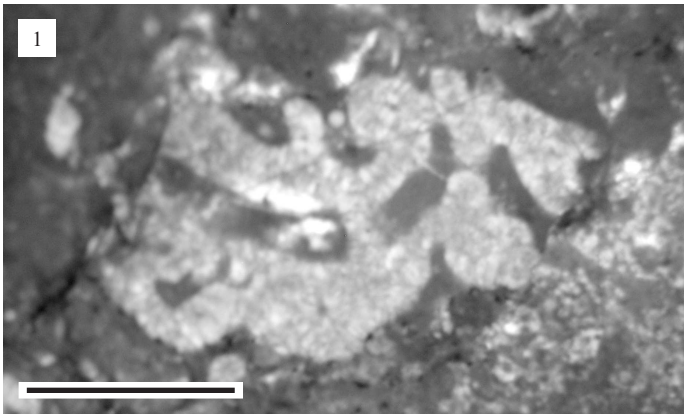
Fig. 8. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 11.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

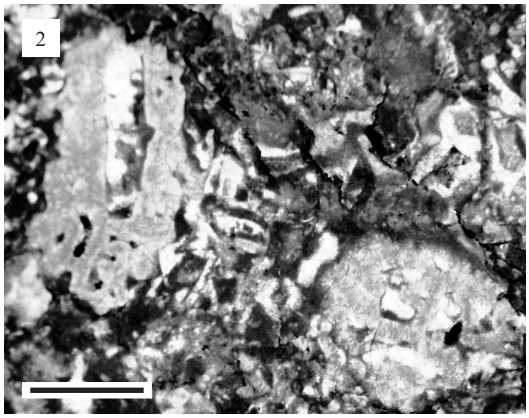
Fig. 9. Coupe verticale de l'échantillon AV – BG 11–27. 11.
Tissu squelettique aéré.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 15).

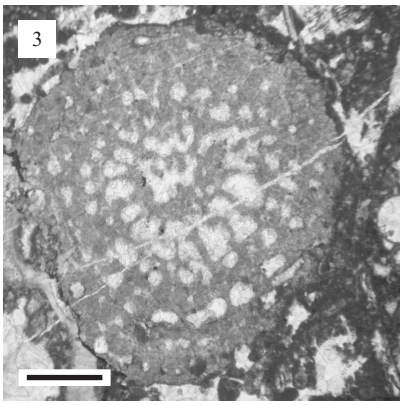
Fig. 10. Coupe tangentielle de l'échantillon AV – BG 11–27. 11.
Barre d'échelle : 1 mm, (x 7,5).

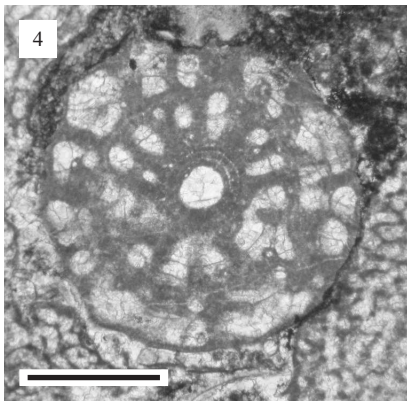
© 2010 Tous droits réservés.
http://doc.univ-lille1.fr

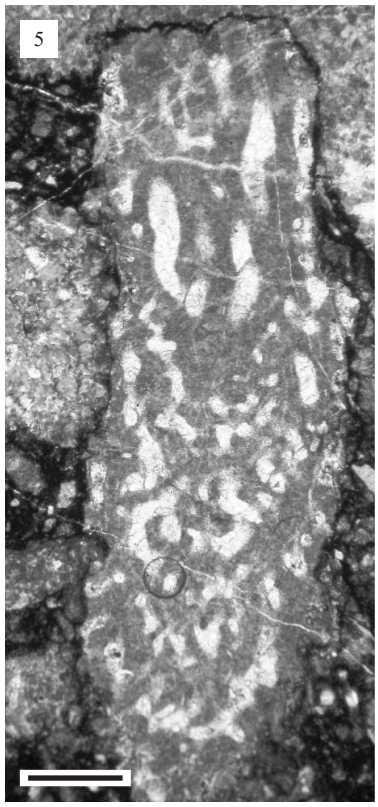
Thèse de Benoît L. M. Hubert, Lille 1, 2008

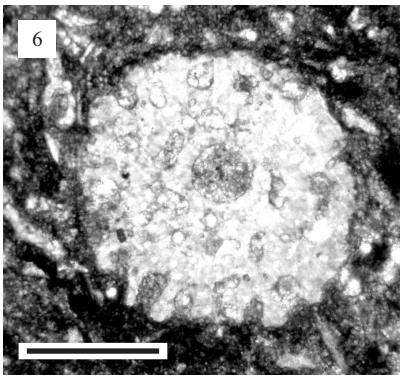


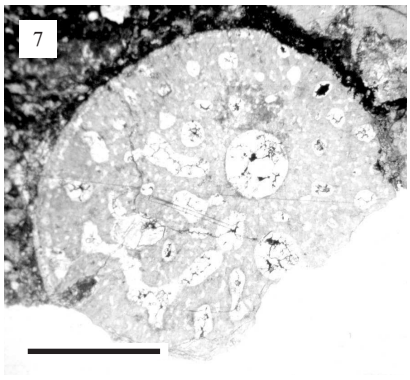


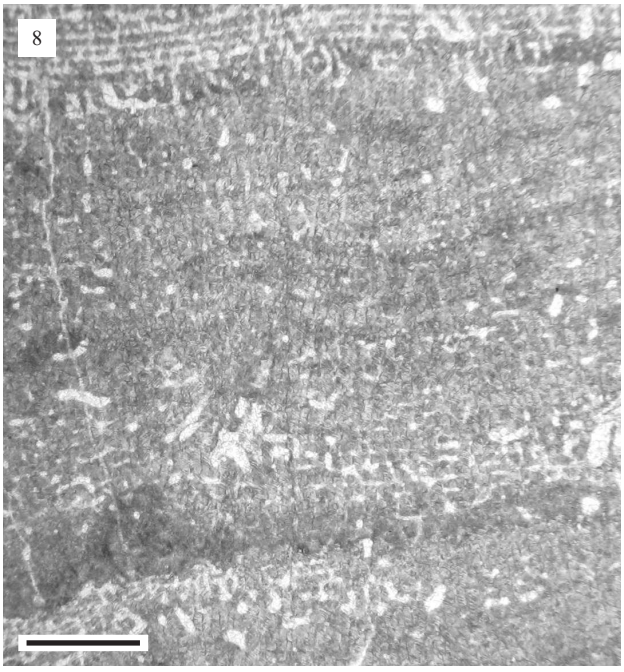


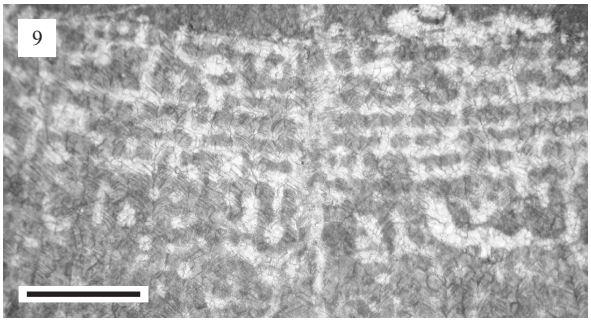


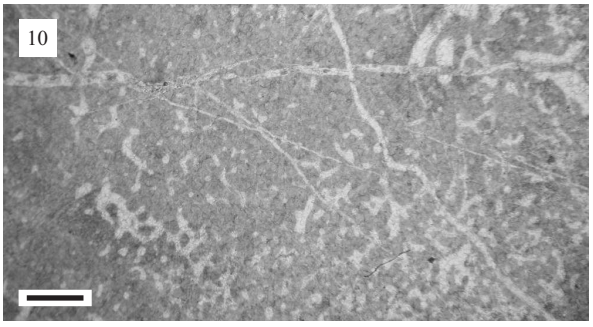












© 2010 Tous droits réservés.

http://doc.univ-lille1.fr