LES TETRACORALLIAIRES (RUGOSA) DU CARBONIFERE INFERIEUR DU MASSIF ARMORICAIN (FRANCE)

Claude Vuillemin

▶ **To cite this version:**

Claude Vuillemin. LES TETRACORALLIAIRES (RUGOSA) DU CARBONIFERE INFERIEUR DU MASSIF ARMORICAIN (FRANCE). Stratigraphie. Université de Rennes 1 [UR1], 1986. Français. NNT : . tel-01757826

HAL Id: tel-01757826

https://insu.hal.science/tel-01757826

Submitted on 4 Apr 2018

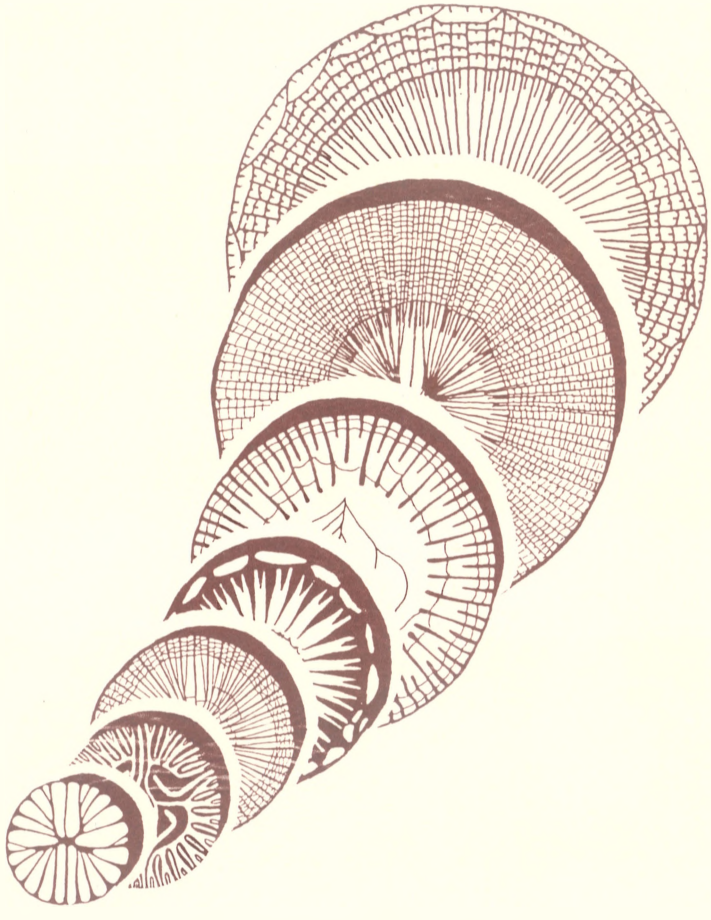
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

26 JUIN 1987

UNIVERSITE DE RENNES
BIBLIOTHÈQUE
INSTITUT DE GÉOLOGIE

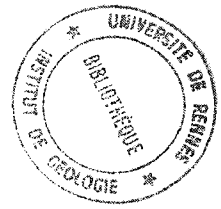
LES TETRACORALLIAIRES (RUGOSA) DU CARBONIFERE INFERIEUR DU MASSIF ARMORICAIN (FRANCE)



Claude VUILLEMIN

RENNES 1986

26 JUIN 1987



N° d'Ordre : 84

INSTITUT de GÉOLOGIE
Numéro d'inventaire Bibliothèque
4687

THESE

Présentée

DEVANT L'UNIVERSITE DE RENNES I

U.E.R. "Structure et Propriétés de la Matière"

pour obtenir

le titre de Docteur de l'Université de Rennes I

Mention : SCIENCES DE LA TERRE

par

Claude VUILLEMIN

Claude à Thèses

LES TETRACORALLIAIRES (RUGOSA) DU CARBONIFERE INFERIEUR DU MASSIF ARMORICAIN

Soutenue le 21 Novembre 1986 devant la Commission d'Examen

M.	H. LARDEUX	Professeur à l'Université de Rennes I	Président
Mme	A. PELHATE	Professeur à l'Université du Maine	Rapporteurs
M.	P. SEMENOFF-TIAN-CHANSKY	Chargé de Recherche CNRS Muséum d'Histoire Naturelle de Paris	Rapporteurs
MM.	J.J. CHAUVEL	Professeur à l'Université de Rennes I	Examinateurs
	E. POTY	"Premier Assistant" Université de Liège	Examinateurs
	M. WEYANT	Chargé de Recherche CNRS Université de Caen	Examinateurs

A ma femme, à ma fille,
A mes parents

LES TETRACORALLIAIRES (RUGOSA) DU CARBONIFERE INFERIEUR DU MASSIF ARMORICAIN (FRANCE)

Claude VUILLEMIN *

RESUME. - Après avoir défini le cadre géologique et la lithologie au Carbonifère inférieur, la terminologie et la classification utilisées pour les Tétracoralliaires sont précisées.

L'étude systématique porte sur de nombreux spécimens, dont les caractères externes et internes sont décrits et figurés. Des méthodes d'analyse biométrique ont été utilisées. Les taxons étudiés appartiennent à l'ordre Stauriida et se répartissent dans huit sous-ordres, douze familles : Stauriina (Famille Amplexidae), Metriophyllina (Famille Cyathaxoniidae), Stereolasmatina (Familles Antiphyllidae, Hapsiphyllidae, Zaphrentoididae), Plerophyllina (Familles Lophophyllidiidae, Hexalasmatidae), Caniniina (Famille Cyathopsidae), Londsdaleiina (Famille Axophyllidae), Aulophyllina (Familles Palaeosmiliidae, Aulophyllidae), Lithostrotionina (Famille Lithostrotionidae) et sous-ordre et famille incertains : vingt-neuf genres dont quatre nouveaux (*Nominoephyllum, Delepinella, Solemnophyllum, Sabolia*), ainsi que quarante-cinq espèces dont douze nouvelles. Ce chapitre comporte également des données sur l'insertion septale chez *Delepinella anastomosa* et sur quelques tendances évolutives relatives aux genres *Siphonophyllia* et *Aulokoninckophyllum*.

La partie biostratigraphie est consacrée à la répartition verticale des genres et des espèces. Un essai de biozonation a été tenté pour les espèces d'âge tournaisien supérieur à viséen moyen.

Enfin, divers aspects de la paléoécologie des Tétracoralliaires ont été traités. L'environnement sédimentaire régit la répartition des différentes espèces. L'analyse paléoautoécologique montre que suivant leurs formes externes et leurs caractères internes, certains polypiers peuvent caractériser un environnement particulier. Différentes associations à Tétracoralliaires ont été reconnues, semblant se répartir en fonction d'un gradiant bathymétrique ; les différences observées aux niveaux générique et spécifique résulteraient de l'influence des facteurs de l'environnement (turbulence, oxygénation, salinité des eaux ; nature des sédiments). Dans le même chapitre, des comparaisons sont tentées avec les faunes d'autres régions (Europe occidentale, Nord de l'Afrique, Europe orientale, Asie). De fortes similitudes au niveau spécifique et générique apparaissent entre le domaine armoricain, l'Europe occidentale, le Nord de l'Afrique et même la Sibérie (Bassin de Kuznetsk).

* Laboratoire de Paléontologie et de Stratigraphie, Institut de Géologie de l'Université, Campus de Beaulieu, 35042 RENNES Cedex.

ABSTRACT. - After a description of the geological setting and lithology of the Lower Carboniferous in the Armorican Massif, the terminology and method of Classification of the subclass Rugosa are defined.

A systematic study of many specimens is presented ; a description of the external and internal morphology is given with accompanying illustrations. Methods of biometric analysis are also employed. The studied taxa belong to the Order Stauriida and we comprised within eight suborders which yield representatives of twelve families, viz : Stauriina (1 family : Amplexidae), Metriophyllina (1 family : Cyathaxoniidae), Stereolasmatina (3 families : Antiphyllidae, Hapsiphyllidae, Zaphrentoididae), Plerophyllina (2 families : Lophophyllidiidae, Hexalasmatidae), Caniniina (1 family : Cyathopsidae), Londsdaleiina (1 family : Axophyllidae), Aulophyllina (2 families : Palaeosmiliidae, Aulophyllidae), Lithostrotionina (1 family : Lithostrotionidae). In addition, there are forms of uncertain sub-order and family. 29 genera are described, including four new genera (*Nominoephyllum, Delepinella, Solemnophyllum, Sabolia*), as well as 45 species (12 new). The descriptive chapter also includes data on the insertion of septa in *Delepinella anastomosa* and some evolutive trends within the genera *Siphonophyllia* and *Aulokoninckophyllum*.

The section on biostratigraphy sets on the vertical distribution of genera and species. An attempt is made to define biozones using species of Upper Tournaisien - Mid-Visean age.

Finally, various aspects of the palaeo-ecology of the Rugosa are discussed. An analysis of the ecology of preserved assemblages shows that certain types of corallites can characterize a particular environment, according to their internal and external features. Different assemblages of Rugose corals are recognized which appear to reflect different bathymetric conditions ; differences at the generic or specific level appear to result from the variable influence of environmental factors (water turbulence, oxygenation, salinity, sediment type). In this same chapter, comparisons are attempted with the fauna of other regions (Western Europe, North Africa, Eastern Europe and Asia). At the specific and generic level, strong similarities are apparent between the Armorican Massif and Western Europe, North Africa and even Siberia (Kuznetsk Basin).

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1
A - Cadre géologique 1
1 - Limites stratigraphiques 1
2 - Limites géographiques 1
B - Historique des travaux consacrés aux polypiers du Carbonifère inférieur dans le domaine armoricain 3
C - Lithologie 4
1 - Domaine centre armoricain 5
a - Synclinorium de Laval 5
b - Synclinorium du Ménez-Bélair 7
c - Synclinorium de Châteaulin 8
2 - Synclinal de Montmartin 9
3 - Synclinal d'Ancenis 11

SYSTEMATIQUE 13
A - Introduction 13
1 - Terminologie 13
a - Forme générale du polypier 14
b - Morphologie externe du polypier 14
c - Morphologie interne du polypier 16
d - Bourgeonnement 17
e - Microstructure 18
2 - Méthodes d'étude 18
3 - Origine des Rugosa (Tétracoralliaires). Le problème de leur descendance .. 19
4 - Position systématique des Tétracoralliaires 22
B - Description des espèces 26
Phylum Coelenterata FREY & LEUKART 1847 26
Sous Phylum Cnidaria HATSCHEK 1888 26
Classe Anthozoa EHRENBERG 1834 26
Sous-Classe Rugosa MILNE-EDWARDS & HAIME 1850 26
Ordre Stauriida VERRILL 1865 26
Sous-Ordre Stauriina VERRILL 1865 26
Famille Amplexidae CHAPMAN 1893 26
Genre *Amplexus* SOWERBY 1814 26
Amplexus coralloides SOWERBY 1814 26
Sous-Ordre Metriphyllina SPASSKY 1965 27
Famille Cyathaxoniidae MILNE-EDWARDS & HAIME 1850 27
Genre *Cyathaxonia* MICHELIN 1847 27
Cyathaxonia cornu MICHELIN 1847 27
Sous-Ordre Stereolasmatina HILL 1981 29
Famille Antiphyllidae ILJINA 1970 29
Genre *Proheterelasma* COTTON 1973 29
Proheterelasma (?) *omaliusi* (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851) 29
Proheterelasma (?) sp. 33
Genre *Rotiphyllum* HUDSON 1942 35
Rotiphyllum densum (CARRUTHERS 1908) 35

Famille Hapsiphyllidae GRABAU 1928 36
Genre *Zaphrentites* HUDSON 1941 36
Zaphrentites (?) sp. 36
Famille Zaphrentoididae SCHINDEWOLF 1938 37
Genre *Sychnoelasma* LANG, SMITH & THOMAS 1940 37
Sychnoelasma konincki (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851) 37
Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG 1895) 38
Sous-Ordre Plerophyllina SOKOLOV 1960 40
Famille Lophophyllidiidae MOORE & JEFFORDS 1945 40
Genre *Lophophyllidium* GRABAU 1928 40
Lophophyllidium (?) *vannieri* nov. sp. 41
Famille Hexalasmatidae SOKOLOV 1960 44
Genre *Nominoephyllum* nov. gen. 45
Nominoephyllum lardeuxi nov. sp. 47
Sous-Ordre Caniniina WANG 1950 49
Famille Cyathopsidae DYBOWSKI 1873 49
Genre *Canina* MICHELIN 1840 49
Canina cornucopiae MICHELIN 1840 49
Canina aff. *cornucopiae* MICHELIN 1840 49
Genre *Siphonophyllia* SCOULER 1844 51
Siphonophyllia cylindrica SCOULER 1844 51
Siphonophyllia aff. *garwoodi* RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980 53
Siphonophyllia hettonensis (WILMORE 1910) 55
Siphonophyllia gigantea (MICHELIN 1843) 57
Genre *Bifossularia* DOBROLYUBOVA 1966 62
Bifossularia ussowi (GABUNIA 1919) 63
Bifossularia tictensis (TOLMATCHEV 1931) 64
Sous-Ordre Aulophyllina HILL 1981 65
Famille Palaeosmiliidae HILL 1940 65
Genre *Palaeosmilia* MILNE-EDWARDS & HAIME 1848 65
Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME 1848 66
Palaeosmilia sp. 67
Famille Aulophyllidae DYBOWSKI 1873 68
Sous-Famille Amygdalophyllinae GRABAU *in* CHI 1935 68
Genre *Amygdalophyllum* DUN & BENSON 1920 68
Amygdalophyllum ? sp. 68
Genre *Delepinella* VUILLEMIN 1985 69
Delepinella anastomosa VUILLEMIN 1985 69
Sous-Famille Aulophyllinae DYBOWSKI 1873 75
Genre *Auloclisia* LEWIS 1927 75
Auloclisia sp. 75
Sous-Famille Clisiophyllinae NICHOLSON 1889 76
Genre *Clisiophyllum* DANA 1846 76
Clisiophyllum aff. *parkinsoni* FEDEROWSKI 1971 76
Clisiophyllum sp. 77
Genre *Neoclisiophyllum* WU *in* YU et al. 1963 78
Neoclisiophyllum ingletonense (VAUGHAN 1911) 78
Genre *Cyathoclisia* DINGWALL 1926 80
Cyathoclisia monicae nov. sp. 80
Cyathoclisia cf. *modavensis* (SALEE 1913) 83
Genre *Cravenia* HUDSON 1928 83
Cravenia rhytoides HUDSON 1928 83
Sous-Famille Dibunophyllinae WANG 1950 86
Genre *Dibunophyllum* THOMSON & NICHOLSON 1876 86
Dibunophyllum cf. *bipartitum* (Mc COY 1849) 87
Genre *Solemnophyllum* nov. sp. 87
Solemnophyllum semenoffi nov. sp. 88
Solemnophyllum sp. 92
Genre *Sabolia* nov. gen. 92
Sabolia maitae nov. sp. 93
Sous-Ordre Lonsdaleiina SPASSKY 1974 96
Famille Axophyllidae MILNE-EDWARDS & HAIME 1851 96

Sous-Famille Axophyllinae MILNE-EDWARDS & HAIME 1851 96
Genre *Axophyllum* MILNE-EDWARDS & HAIME 1850 96
Axophyllum mendipense (SIBLY 1906) 96
Axophyllum cf. *begaense* SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974 97
Sous-Famille Lonsdaleiinae CHAPMAN 1893 98
Genre *Dorlodotia* SALEE 1920 98
Dorlodotia cf. *pseudovermiculare* (Mc COY 1855) 99
Sous-Ordre Lithostrotionina SPASSKY & KACHANOV 1971 100
Famille Lithostrotionidae d'ORBIGNY 1852 100
Sous-Famille Lithostrotioninae d'ORBIGNY 1852 100
Genre *Lithostrotion* FLEMING 1828 100
Lithostrotion pelhatae nov. sp. 100
Genre *Siphonodendron* Mc COY 1849 102
Siphonodendron sarthensis nov. sp. 102
Sous-Famille Aulininae HILL 1981 105
Genre *Solenodendron* SANDO 1976 106
Solenodendron pillolai nov. sp. 106
Solenodendron sp. 1 108
Solenodendron sp. 2 110
Genre *Aulokoninckophyllum* SANDO 1976 111
Aulokoninckophyllum miloni nov. sp. 111
Aulokoninckophyllum sp. aff. *miloni* nov. sp. 114
Aulokoninckophyllum ngakoi nov. sp. 115
Sous-Ordre et Famille Incertae sedis 118
Genre *Semenoffia* POTY 1981 118
Semenoffia moedenensis nov. sp. 118

BIOSTRATIGRAPHIE 123
A - Introduction 123
B - Succession des faunes de Tétracoralliaires 123
1 - Tournaisien supérieur (Tn3c ou zone cf3) 123
a - Synclinorium de Laval 124
b - Synclinorium du Ménez-Bélair 127
2 - Viséen inférieur 128
a - Base du Viséen inférieur (V1a) 128
b - Sommet du Viséen inférieur (V1b) 130
3 - Viséen moyen 131
C - Conclusion 135

PALEOECOLOGIE ET PALEOGEOGRAPHIE 137
A - Introduction 137
B - L'environnement sédimentaire 139
C - Paléoautoécologie 140
1 - La forme externe du polypier 140
a - Les polypiers solitaires 141
b - Les polypiers coloniaux 143
c - Le calice 144
2 - Les caractères internes 144
a - Les dissépiments 144
b - Les septes 145
c - La structure axiale 146
d - Les planchers 146
D - Paléosynécologie 146
1 - Associations à polypiers sans dissépiments 147
a - L'Association à Antiphyllidae-*Cyathaxonia* 147
b - L'Association à Plerophyllina 149
c - L'Association à *Amplexus* 150
d - L'Association à *Sychnoelasma* 153
2 - Les Associations à Caniniina 154
a - L'Association à *Siphonophyllia* 154
b - L'Association à *Siphonophyllia*-Antiphyllidae 158
c - L'Association à *Bifossularia* 160

3 - Les Associations à polypiers à structure axiale sensu stricto 162
a - L'Association à *Palaeosmilia* 162
b - L'Association à *Solemnophyllum* 162
4 - Les Associations à polypiers à structure axiale 165
a - L'Association à *Axophyllum* 165
b - L'Association à *Sabolia* 166
c - L'Association à Aulophyllidae-Antiphyllidae 167
E - Conclusion et paléogéographie 169
Le Tournaisien supérieur (Tn3c) et la base du Viséen inférieur (V1a) 169
Le sommet du Viséen inférieur (V1b) 175
Le Viséen moyen (V2a et b) 175
Affinités des faunes de Tétracoralliaires 177

BIBLIOGRAPHIE 182

INDEX DES ESPECES 207

AVANT-PROPOS

Au terme de ce travail, je tiens à remercier ceux qui ont contribué à son élaboration.

Monsieur le Professeur H. LARDEUX a bien voulu m'accueillir dans le Laboratoire qu'il dirige et m'a proposé le sujet de cette thèse dont il a suivi la réalisation. Il m'a constamment soutenu et encouragé.

Une collaboration étroite a été établie avec Monsieur P. SEMENOFF-TIAN-CHANSKY qui m'a amicalement reçu au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris ; il ne ménagea pas son temps et me prodigua de nombreux conseils sur l'étude des coraux. Son aide en systématique a été décisive.

Madame A. PELHATE, Professeur à l'Université du Maine, m'a guidé sur le terrain et m'a aidé à réaliser les parties biostratigraphique et paléoécologique de ce travail.

Je remercie vivement Messieurs J.J. CHAUVEL (Rennes), E. POTY (Liège) et M. WEYANT (Caen) d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

J'exprime mes remerciements à Messieurs J.L. HENRY, P. MORZADEC, F. PARIS, M. ROBARDET (Laboratoire de Stratigraphie et de Paléontologie de Rennes) qui ont bien voulu me faire part de leurs critiques et suggestions.

J'ai également apprécié la collaboration efficace de Madame N.P. VASSILJUK (Donetsk, U.R.S.S.) et de Messieurs M. MITCHELL (Leeds, Grande-Bretagne) et W.J. SANDO (Washington, U.S.A.).

Madame J. BAUDOUIN-BODIN (Musée de Nantes), Monsieur J. PLAINE (Université de Rennes), Monsieur G. MARY (Université du Maine), m'ont spontanément confié de nombreux échantillons récoltés dans le Massif Armoricain.

La réalisation technique de ce mémoire est due à Madame M. LE MOIGNE pour la composition du texte. Je remercie également pour leur aide Mesdames D. BERNARD, A. LEFEVRE et Messieurs J. BERTRAND, A. BRIOT, P. MOREAU.

J'exprime aussi ma reconnaissance à ma famille, à mes amis pour leur concours généreux et les conseils qu'ils n'ont cessé de me prodiguer.

INTRODUCTION

A - CADRE GEOLOGIQUE

Jusqu'à présent, les Polypiers du Carbonifère inférieur du Massif Armoricain n'avaient pas fait l'objet d'études détaillées. Seules quelques espèces ont été décrites dans des travaux anciens (MICHELIN, 1843 ; MILNE-EDWARDS et HAIME, 1851 ; DELEPINE, 1930 a-b). Cependant, les formations carbonatées du Carbonifère inférieur de la partie orientale du Massif Armoricain s'avèrent relativement riches en Polypiers : 45 espèces de Tétracoralliaires (Rugosa) sont décrites ici. Elles ont été fournies par quatre formations : 7 par la Formation de Régneville (Synclinal de Montmartin, Normandie) ; 4 par la Formation de Quenon (Synclinorium du Ménez-Bélair), 2 par la Formation de Laval et 42 par la Formation de Sablé (Synclinorium de Laval). Les Tabulés sont assez bien représentés mais n'ont pas été étudiés. Il m'a paru intéressant de rassembler les données relatives aux différentes associations coralliennes. Bien que les gisements soient ponctuels, ils n'en apportent pas moins un grand nombre d'informations paléontologiques et sédimentologiques, permettant une approche paléoécologique.

1 - LIMITES STRATIGRAPHIQUES (fig. 1).

Les limites inférieure et supérieure de la période étudiée sont celles de la sédimentation carbonatée marine. Les coraux, organismes exclusivement marins à exigences écologiques très strictes, ne présentent un développement notable qu'en contexte franchement carbonaté. Cependant, la Formation de Changé (voir fig. 5), silto-arénacée, a livré de petits coraux solitaires ; mais seuls les moules des calices sont conservés, ce qui ne permet pas l'identification de ces Tétracoralliaires. Au maximum de leur extension verticale, les calcaires débutent avec le Tournaisien supérieur pour s'arrêter au Viséen moyen ou à la base du Viséen supérieur, la limite supérieure de ces calcaires étant une simple limite d'érosion (PELHATE 1971, 1979a).

2 - LIMITES GEOGRAPHIQUES (fig. 2).

L'extension géographique des calcaires du Carbonifère inférieur dans le Massif Armoricain est également limitée. Les sédiments

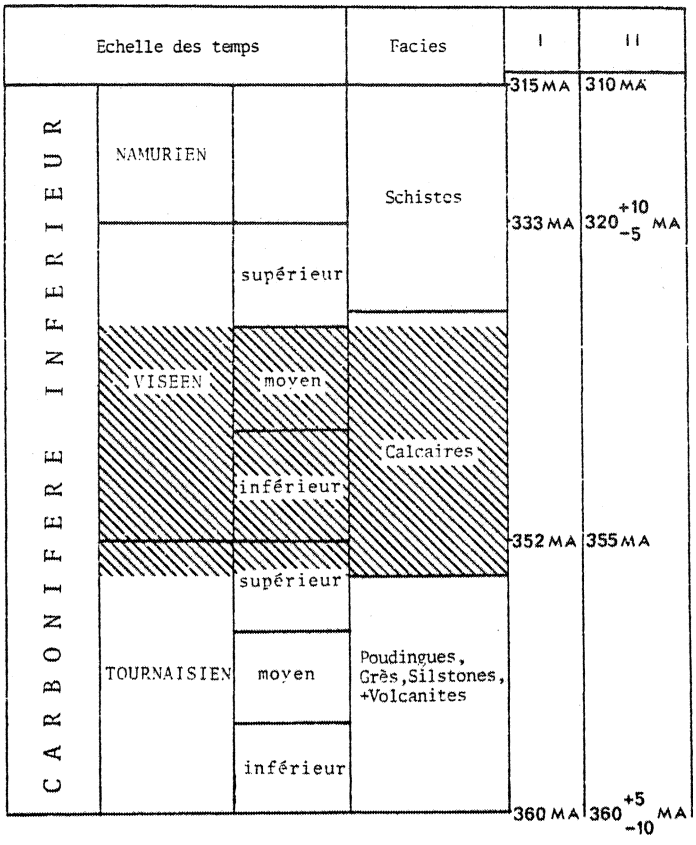


Fig. 1. - Principaux faciès du Carbonifère inférieur du Massif armoricain ; datations radiométriques d'après HARLAND & al. (1982) (I) et ODIN & GALE (1982) (II). Les hachures indiquent la tranche de durée étudiée dans ce travail.

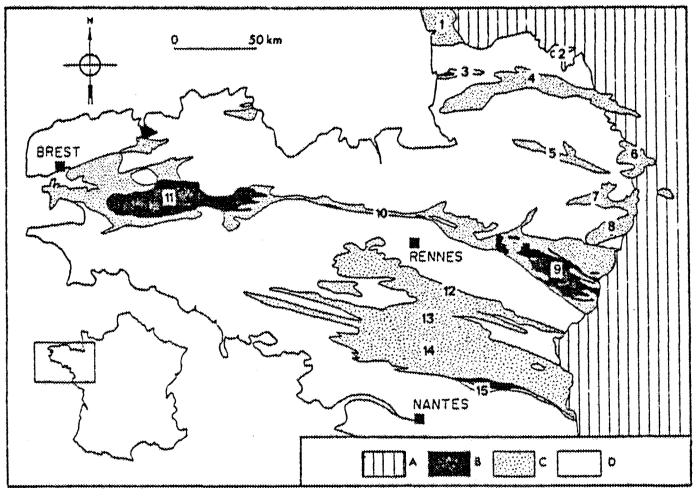


Fig. 2. - Principales unités structurales hercyniennes du Massif armoricain : 1 : Cotentin ; 2 : Synclinaux d'Urville, Ranville, May-sur-Orne ; 3 : Synclinal de Montmartin ; 4 : Synclinal de la zone bocaine ; 5 : Synclinal de Mortain-Domfront ; 6 : Synclinal de Sées ; 7 : Synclinal de Pail ; 8 : Synclinal des Coëvrons ; 9-10-11 : Synclinoriums de Laval, du Ménez-Bélair et de Châteaulin (Synclinorium médian armoricain) ; 12 : Synclinorium de Martigné-Ferchaud ; 13 : Synclinorium de Saint-Julien-de-Vouvantes - Angers ; 14 : Synclinal de Saint-Georges-sur-Loire ; 15 : Synclinal d'Ancenis.

A : Post-Paléozoïque ; B : Carbonifère ; C : Paléozoïque antécarbonifère ; D : Protérozoïque.

carbonatés sont essentiellement présents dans les régions orientales, et dans certaines de ses unités structurales seulement (fig. 2) : Synclinorium du Ménez-Bélair, Synclinorium de Laval, et, en Normandie, Synclinal de Montmartin. Cette faible extension pourrait tenir en partie à l'érosion post-hercynienne, la mer du Carbonifère inférieur ayant certainement couvert des surfaces plus importantes que ne le laisse supposer la répartition actuelle de ses dépôts.

B - HISTORIQUE DES TRAVAUX CONSACRES AUX POLYPIERS DU CARBONIFERE INFERIEUR DANS LE DOMAINE ARMORICAIN

MICHELIN (1843) est le premier à décrire un polypier provenant de la région de Sablé : Caninia gigantea (fig. 3) ; d'ORBIGNY (1850), dans le Prodrome de Paléontologie ..., utilise entre autres travaux ceux de MICHELIN. MILNE-EDWARDS & HAIME (1851) dans leur monographie des polypiers fossiles des terrains paléozoïques en Europe de l'Ouest, décrivent quelques espèces de coraux provenant encore de la région de Sablé : Zaphrentis phillipsi MILNE-EDWARDS & HAIME, Z. excavata MILNE-EDWARDS & HAIME, Z. guerangueri MILNE-EDWARDS & HAIME, Z. cylindrica (SCOULER). Depuis cette époque, et jusqu'aux travaux de DELEPINE (1930 a-b), les auteurs (de VERNEUIL, 1850 ; GUERANGER, 1853 ; OEHLERT, 1882, 1911 ; GUILLIER, 1886 ; DELEPINE, 1913 ; MILON, 1922, 1923a, 1928) citent des listes de fossiles empruntées aux publications antérieures, à moins que les fossiles récoltés et cités par eux n'aient été préalablement déterminés, notamment par BARROIS, HAIME, de KONINCK, OEHLERT, DELEPINE. Enfin, DELEPINE (1930 a-b) devait décrire et figurer une quinzaine d'espèces provenant des "Calcaires de Régneville" et des "Calcaires de Sablé" (fig. 4).

On voit en définitive que, jusqu'à présent, les Tétracoralliaires du Carbonifère inférieur du Massif armoricain n'ont guère suscité d'intérêt. De nouvelles recherches s'avéraient donc d'autant plus nécessaires que les coraux sont bien représentés, tant pour l'abondance des individus que pour la diversité des formes, dans les sédiments carbonatés du Carbonifère inférieur du Massif Armoricain.

Caninia gigantea MICHELIN ,p.81;Pl.16,fig.1a-e."Calcaire de Sablé";Port-Etroit(Solesmes)	
1 - Pl 16,fig.1a et c.....	*Siphonophyllia* aff. *garwoodi* RAMSBOTTOM & MITCHELL,figuré ici: Pl 6,fig.1a-b;Pl 7, fig.3;Pl 8,fig.2a-b
2 - Pl 16,fig.1b.....	*Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE),figuré ici:Pl 5,fig.3a-b
3 - Pl 16,fig.1e.....	*Siphonophyllia gigantea* (MICHELIN),figuré ici:Pl 7,fig.1a-b

Fig. 3. - Description et figuration des types de *Caninia gigantea* MICHELIN 1843, à droite après révision, déterminations proposées par VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1987.

1- *Caninia cylindrica* (SCOULER) Pl I,fig.4."Calcaires de Régneville"	? *Siphonophyllia cylindrica* SCOULER
2- *Caninia patula* var. *densa* SALEE,Pl I,fig.5."Calcaires de Régneville"	? *Caninophyllum patulum* (MICHELIN)
3- *Cyathoclisia tabernaculum* DINGWALL,Pl I,fig.6."Calcaires de Régneville"	*Cyathoclisia modavense* (SALEE)
4- *Clisiophyllum modavense* SALEE,Pl I,fig.7,8."Calcaires de Régneville"	*Clisiophyllum* ? sp.
5- *Caninia cylindrica* (SCOULER),Pl III,fig.1."Calcaires de Sablé";les Rochers(Argentré)	*Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE)
6- *Caninia subibicina* Mc COY,Pl III,fig.2."Calcaires de Sablé";les Rochers(Argentré)	Cyathopsidae indeterminé
7- *Zaphrentis koninckı* M.EDWARDS & HAIME,Pl III,fig.3-4. "Calcaires de Sablé";carrières de Solesmes.	*Sychnoelasma urbanowitchi* (STUCKENBERG)
8- *Cyathophyllum (Palaeosmilia) murchisoni* (M.EDWARDS & HAIME),Pl III,fig.5."Calcaires de Sablé";Juigné-Vrigné.	*Palaeosmilia murchisoni* M.EDWARDS & HAIME
9- *Carcinophyllum vaughani* SALEE,Pl III,fig.6-8."Calcaires de Sablé";St Ouin-des-Toits.	*Cravenia rhytoides* HUDSON
10- *Lophophyllum* cf. *tortuosum* (MICHELIN),Pl III,fig.9. "Calcaires de Sablé";les Rochers (Argentré)	*Delepinella anastomosa* VUILLEMIN
11- *Lophophyllum* sp.,Pl III,fig.10."Calcaires de Sablé"; les Rochers (Argentré)	Aulophyllidae indéterminé
12- *Diphyphyllum concinnum* LONSDALE,Pl III,fig.11."Calcaires de Sablé";Port-Etroit (Sablé).	? *Solenodendron pillolai* nov.sp.
13- *Lithostrotion martini* (M.EDWARDS & HAIME),Pl III,fig.12. "Calcaires de Sablé;Louverné	*Siphonodendron* sp.
14- *Lithostrotion irregulare* (PHILLIPS),Pl III,fig.13."Calcaires de Sablé";Juigné-Vrigné.	*Siphonodendron sarthensis* nov.sp.
15- *Cyathoclisia tabernaculum* DINGWALL,Pl III,fig.14."Calcaires de Sablé";Louverné.	*Clisiophyllum* aff. *keyserlingi* Mc COY
16- *Caninia socialis* var. *armoricana* DELEPINE,Pl III,fig.15. "Calcaires de Sablé";St Pierre-sur-Erve	*Bifossularia ussowi* (GABUNIA)

Fig. 4. - Espèces décrites et figurées par DELEPINE (1930 a-b) (à droite, nouvelles déterminations).

C - LITHOLOGIE

Les Tétracoralliaires du Carbonifère inférieur étudiés ici, proviennent d'unités lithologiques relativement bien connues, toutes localisées dans la partie orientale du Massif Armoricain (fig. 2 et 8). De nombreuses données paléontologiques, stratigraphiques, sédimentologiques concernant ces diverses unités sont disponibles in PELHATE & PONCET (1970, 1975) ; PELHATE (1971, 1979 a-b) ; PONCET & GIRESSE (1972) ; PLAINE (1976) ; ROBARDET (1981) ; PARIS & al. (1982) ; LEJAL-NICOL & al. (1982).

1 - DOMAINE CENTRE ARMORICAIN (fig. 2).

Cette unité structurale comprend, d'Est en Ouest, le Synclinorium de Laval, le Synclinorium du Ménez-Bélair et le Synclinorium de Chateaulin.

a - Synclinorium de Laval (fig. 2, 5 et 8).

La succession du Carbonifère inférieur débute, à l'échelle du Synclinorium de Laval, avec la Formation de l'Huisserie (PLAINE, 1976; LEJAL-NICOL & al., 1982) autrefois désignée sous le nom de "Culm inférieur". Sa puissance est difficile à évaluer, en raison du plissement et du type de sédimentation (PLAINE, 1976). Il s'agit de dépôts détritiques terrigènes : poudingues, grès, siltstones, accompagnés de volcanites acides et basiques (fig. 5). Des spores, en particulier Spelaestriletes pretiosus, Retusotriletes incohatus, Verrucosisporites nitidus, découvertes dans la partie supérieure de cette formation à Saint-Pierre-le-Potier (Mayenne), donnent un âge "tournaisien moyen - viséen moyen" (STREEL in LEJAL-NICOL & al., 1982). Cette attribution stratigraphique peut toutefois être affinée grâce aux dépôts sus-jacents ; la Formation de Laval débute avec le Tournaisien supérieur (PELHATE, 1979b ; LEJAL-NICOL & al., 1982). Il en résulte que la Formation de l'Huisserie ne peut correspondre qu'au Tournaisien moyen et (ou) au Tournaisien supérieur. La sédimentation qui caractérise la Formation de l'Huisserie est interprétée comme résultant de l'érosion des reliefs créés par la phase bretonne de l'orogénèse hercynienne (limite Dévonien - Carbonifère). Selon PARIS & al. (1982), l'abondance des macrorestes végétaux à certains niveaux, l'origine exclusivement continentale des constituants organiques, la présence de tétraspores et la forte carbonification des spores, suggèrent un milieu de dépôt lacustre ou éventuellement deltaïque. Cependant, des niveaux marins peuvent être signalés grâce à la présence de Productus (Dictyoclostus) vaughani à Bois-famats (Vallée de la Mayenne).

A partir du Tournaisien supérieur, deux zones paléogéographiques distinctes, avec dépôts différents, s'individualisent au Sud-Ouest et au Nord-Est du Synclinorium (PELHATE, 1971). Au Sud-Ouest, la sédimentation est silto-arénacée (actuellement, la roche silto-gréseuse correspondante est décalcifiée) (PELHATE, 1979b) : c'est la Formation de Changé (PLAINE, 1976), naguère connue sous le nom de "Grauwacke à Paléchinides" (OEHLERT, 1898 ; PELHATE, 1971) ; sa puissance atteint 100 mètres. Cette formation est riche en macrofaune : Paléchinides, petits Tétracoralliaires solitaires ; ces derniers, comme on l'a vu précédemment, n'étant pas identifiables. Dans cette même région, la sédimentation devient ensuite carbonatée, avec la Formation de Laval (OEHLERT, 1880), dont la puissance est estimée à environ 500 mètres (PLAINE, 1976). On y distingue deux faciès principaux (PELHATE, 1971):

- des "récifs" waulsortiens, constitués de calcaires massifs, gris ou roses à Fenestellidae, parcourus de veines bleues, avec localement des intercalations riches en Crinoïdes. Les Conodontes indiquent un âge tournaisien supérieur - viséen inférieur (Gnathodus texanus, G. semiglaber) ; à la base, Scaliognathus anchoralis caractérise le Tournaisien supérieur (Zone Cc3) (d'après PELHATE, 1971 ; CONIL & al., 1976) (cf. fig. 8). Quelques Tétracoralliaires ont été cités par MILON (1928) dans la carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour).

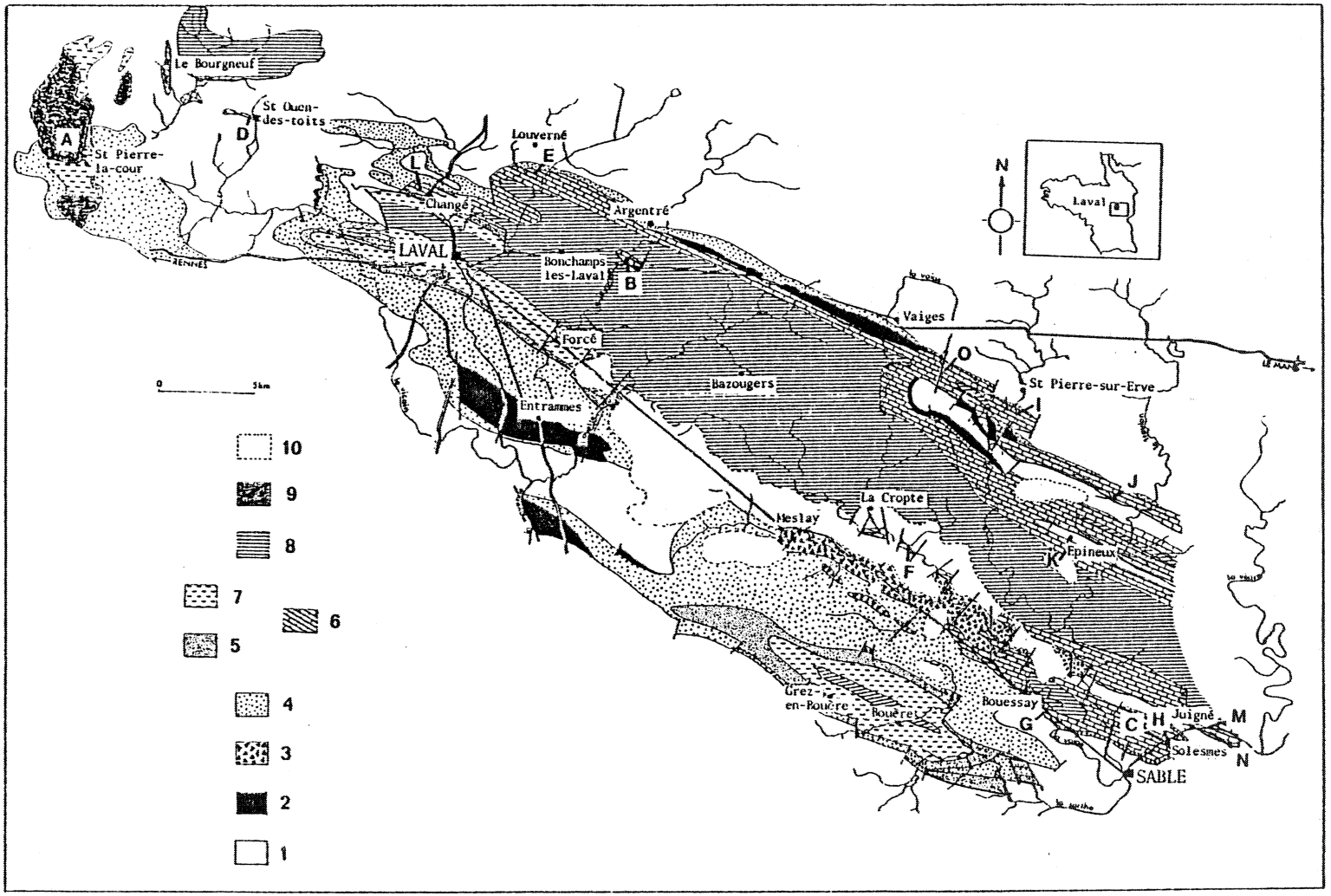


Fig. 5. - Carte géologique simplifiée du Synclinorium de Laval et localisation des gisements fossilifères (d'après PELHATE 1971 ; MANIGAULT & al. 1984).
Formations : 1 : formations antécarbonifères ; 2 : volcanisme acide (Ryolithes ignimbritiques et Kératophyres) ; 3 : volcanisme basique ; 4 : Formation de l'Huisserie (Tournaisien) ; 5 : Formation de Changé (Tournaisien supérieur) ; 6 : Formation de Sablé (Tournaisien supérieur - base du Viséen supérieur) ; 7 : Formation de Laval (Tournaisien supérieur - Viséen moyen) ; 8 : Formation de Heurtebise (Viséen supérieur-base du Westphalien) ; 9 : Formation de Saint-Pierre-la-Cour (Stéphanien) ; 10 : Formations post-carbonifères.
Gisements : A : l'Euche ; B : les Rochers ; C : Port-Etroit ; D : la Vionne ; E : les Gravus ; F : le Pin; G : l'Aiguillonière ; H : Solesmes ; I : les Fourneaux ; J : Cossé-en-Champagne ; K : l'Epinoyau ; L : Saint-Roch ; M : Chateauneuf ; N : l'Ouvardière ; O : la Cruchonnière.

- des faciès encaissant ou surmontant le faciès précédent : calcaires stratifiés bleus de texture fine à rares débris de Crinoïdes, ou calcaires verts ou roses à nombreux débris de Crinoïdes, pauvres en macrofaune. Les Conodontes indiquent un âge allant du Tournaisien supérieur (Gnathodus texanus, G. semiglaber) au Viséen moyen (Gnathodus girtyi, Gnathodus symmutatus homopunctatus) (PELHATE, 1971, 1979b).

Au Nord-Est du synclinorium, reposant sur la Formation de l'Huisserie, se développe une sédimentation carbonatée (Formation de Sablé, OEHLERT 1882), puissante d'environ 500 mètres (PELHATE 1979b, fig. 4). Ce sont des calcaires bioclastiques plus ou moins grossiers, parfois oolithiques. Cette formation est datée par les Foraminifères qui donnent un âge allant du Tournaisien supérieur (Eotextularia diversa, Tetrataxis sp., Earlandia vulgaris vulgaris, E. vulgaris minor, zone Cf 3) à la base du Viséen supérieur (Archaeodiscus convexus, Nodosarchaediscus sp., zone Cf 5) (PELHATE, 1971 ; CONIL & al., 1976). Ces carbonates sont très riches en macrofaune : Brachiopodes, Gastéropodes, Bivalves, Crinoïdes, Tétracoralliaires. C'est de cette formation que provient l'essentiel des faunes décrites ici (données plus détaillées sur les gisements : partie Biostratigraphie, p. 123 à 135).

La Formation de Heurtebise (PLAINE, 1976), autrefois appelée "Schistes de Laval" (OEHLERT, 1894), surmonte les Formations de Laval et de Sablé dans tout le synclinorium. Les sédiments sont représentés par des siltstones et des wackes peu matures, avec localement des poudingues et des veines charbonneuses. La puissance de ce nouvel ensemble n'a pu être estimée (PLAINE, 1976 ; PELHATE, 1979b). La flore provenant des niveaux houillers et la faune (Branchiopodes, Poissons) indiquent un âge viséen supérieur - namurien - base du Westphalien (CARPENTIER & al., 1935). Les premières assises renferment des niveaux marins avec Crinoïdes et Bryozoaires ; plus haut la série devient plus franchement continentale, avec des horizons à Crustacés d'eau douce (Branchiopodes) et Poissons (PELHATE, 1979a).

b - Synclinorium du Ménez-Bélair (fig. 2, 6 et 8).

Au Nord de Rennes, la sédimentation du Carbonifère inférieur débute, comme dans le Synclinorium de Laval, avec la Formation de l'Huisserie, puissante d'une centaine de mètres. Les caractères sédimentologiques sont les mêmes que dans le Synclinorium de Laval. Les spores (Tumulispora rarituberculata var. B, T. variverrucata, Punctatisporites irrasus, Retusotriletes incohatus) indiquent un âge tournaisien inférieur ou moyen (LE HERISSE in PARIS & al., 1982).

Dans cette région, la sédimentation carbonatée n'est connue que dans la carrière de Quenon, à l'Est de Saint-Germain-sur-Ille (fig. 6). L'extension géographique, très limitée, de ces calcaires est interprétée (PARIS & al., 1982 ; PARIS, 1986) comme résultant du tronçonnement des terrains carbonifères par des failles subméridiennes, accompagnées de mouvements verticaux différentiels (fig. 6). 70 mètres de calcaires ont été recoupés dans cette carrière, où MILON (1923b, 1928) a décrit trois faciès principaux. Cette description a été reprise par PARIS & al. (1982), à savoir, du Nord au Sud :

- un calcaire bioclastique gris à intercalations schisteuses, crinoïdique dans sa masse et renfermant une macrofaune abondante : Brachiopodes, Trilobites, Gastéropodes, Bivalves, Tétracoralliaires solitaires et Tabulés ; les microorganismes sont représentés par des

Foraminifères et des Calcisphères : Eotextularia diversa, Tetrataxis aff. pusillus, Endothyra bowmanni, Earlandia vulgaris minor, Condrustella modavensis, Mediocris breviscula, Archaesphaera inaequalis, A. barbata : le faciès a été considéré par MILON (1928) comme l'homologue du faciès de type "Sablé" du Synclinorium de Laval.

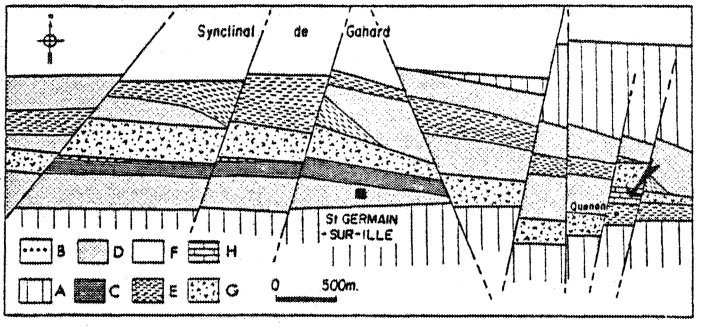


Fig. 6. - Carte géologique schématique des environs de Saint-Germain-sur-Ille (d'après PARIS & al. 1982).
Formations : A - Protérozoïque ; B - Formation du Grès armoricain ; C - Formation d'Andouillé ; D - Formation de Saint-Germain-sur-Ille (B, C, D : Ordovicien) ; E - formations siluriennes ; F - formations dévoniennes ; G - Formation de l'Huisserie ; H : Formation de Quenon (G, H : Tournaisien, Viséen inférieur). La flèche indique l'emplacement de la carrière de Quenon.

- un calcaire rosé, à Conodontes (Gnathodus texanus, G. semiglaber), sans macrofaune assimilé au faciès "waulsortien" de la Formation de Laval.

- un calcaire à grains très fins, recristallisé en micropseudosparite (PARIS & al., 1982), avec Calcisphères (Archaesphaera barbata) et rares Conodontes (Polygnathus bischoffi, Gnathodus pseudosemiglaber) ; ce faciès, semblable lui aussi au Calcaire de Laval a pu être assimilé au "Marbre Noir" de Belgique (MILON, 1928) ; il rappelle les faciès périwaulsortiens de Belgique (CONIL & al., 1973). La macrofaune est absente.

Les microorganismes de ces trois faciès indiquent le Tournaisien supérieur - base du Viséen (fig. 8). PARIS & al. (1982) admettent un âge plus ancien pour le premier faciès, sans exclure la juxtaposition tectonique des différents faciès.

c - Synclinorium de Chateaulin.

La sédimentation est ici essentiellement détritique, avec de rares lentilles calcaires (MILON, 1923a, 1928 ; PELHATE, 1973, 1979a ; GUILLOCHEAU & ROLET, 1982). Les coraux y sont très mal représentés. Cependant, MILON (1923a, 1928) mentionne la présence d'une colonie de Lithostrotion irregulare (PHILIPPS) et celle d'un solitaire, voisin d'Uralinia multiplex (LUDWIG) ou du genre Lonsdaleia Mc COY, dans les lentilles calcaires de Saint-Segal. Ces échantillons de la collection MILON ont été récemment retrouvés ; le premier correspond à Siphonodendron martini (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; le second se rapproche

d'Axophyllum expansum MILNE-EDWARDS & HAIME du Viséen supérieur de Belgique. Cette espèce, espèce type du genre Axophyllum MILNE-EDWARDS & HAIME, fait actuellement l'objet d'une révision entreprise par SEMENOFF-TIAN-CHANSKY. Une forme proche d'Aulokoninckophyllum carinatum (CARRUTHERS) est représentée par un seul spécimen, très fragmentaire, dans les éléments calcaires du conglomérat de Caouennet (PLUSQUELLEC & al., 1982), daté du Viséen supérieur par les Foraminifères et les Conodontes. Aucun élément faunique nouveau n'a été découvert dans cette région.

2 - SYNCLINAL DE MONTMARTIN (fig. 2, 7 et 8).

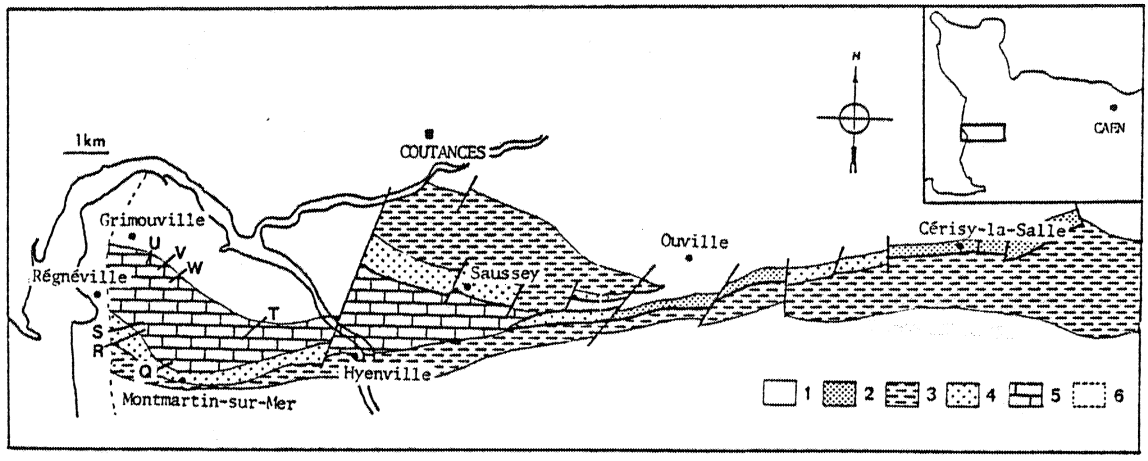


Fig. 7. - Carte géologique simplifiée du synclinal de Montmartin (d'après PONCET & GIRESSE 1972 ; ROBARDET 1981) et localisation des gisements fossilifères.
Formations : 1 : Protérozoïque ; 2 : formations ordoviciennes ; 3 : Formation de Hyenville (Dévonien supérieur ?) ; 4 : Formation de Robillard (Tournaisien) ; 5 : Formation de Régneville (Tournaisien supérieur - Viséen inférieur et moyen) ; 6 : formations post-paléozoïques.
Gisements : Q : Montmartin ; R : les Marettes ; S : les Vieilles Croûtes ; T : la Ballastière (Sous-les-Rues) ; U : la Butte à Berthe ; V : l'Hercenterie ; W : la Bonnetterie.

Le Carbonifère inférieur débute avec la Formation de Robillard qui repose sur la Formation de Hyenville, dont l'âge dévonien supérieur (DOUBINGER, DROT & PONCET, 1966) a fait l'objet de discussions, et qui est actuellement considérée comme antérieure au Dévonien (PERROUD & al., 1984, p. 544). La Formation de Robillard (PONCET 1974) est constituée par des grès à intercalations argilo-silteuses et charbonneuses. Les spores (Leiotriletes ornatus, L. tortilis, Punctatisporites debilis, P. irrasus, P. solidus, Calamospora exigua, Retusotriletes cf. incohatus, Rotaspora cf. fracta, Cyclogranisporites parvulus, C. tripapillatus, Waltzispora albertensis, Reticulatisporites rudis, R. camillae, Dendrisporites cf. variomarginatus) donnent un âge tournaisien (Tn2-Tn3) (PONCET 1974 ; PELHATE, 1986). Le

mode de sédimentation évoque un milieu fluviatile (PELHATE, 1979a et 1986).

La Formation de Régneville surmonte la Formation de Robillard, mais elle peut aussi reposer directement sur la Formation de Hyenville. Il s'agit de calcaires bioclastiques, riches en macrofaune (Brachiopodes, Tétracoralliaires) et en microorganismes (Algues, Foraminifères). Les Foraminifères donnent un âge allant du Viséen inférieur (Pachysphaerina pachysphaerica, Pseudolituolubella tenuissima, Eotextularia diversa = zone Cf4α de Belgique) à la base du Viséen moyen (Ammarchaeodiscus rotundus, Archaeodiscus rigens, A. cf. lenitortus, A. stilus, A. karreri, Forschiella prisca, Eoparastafella simplex =

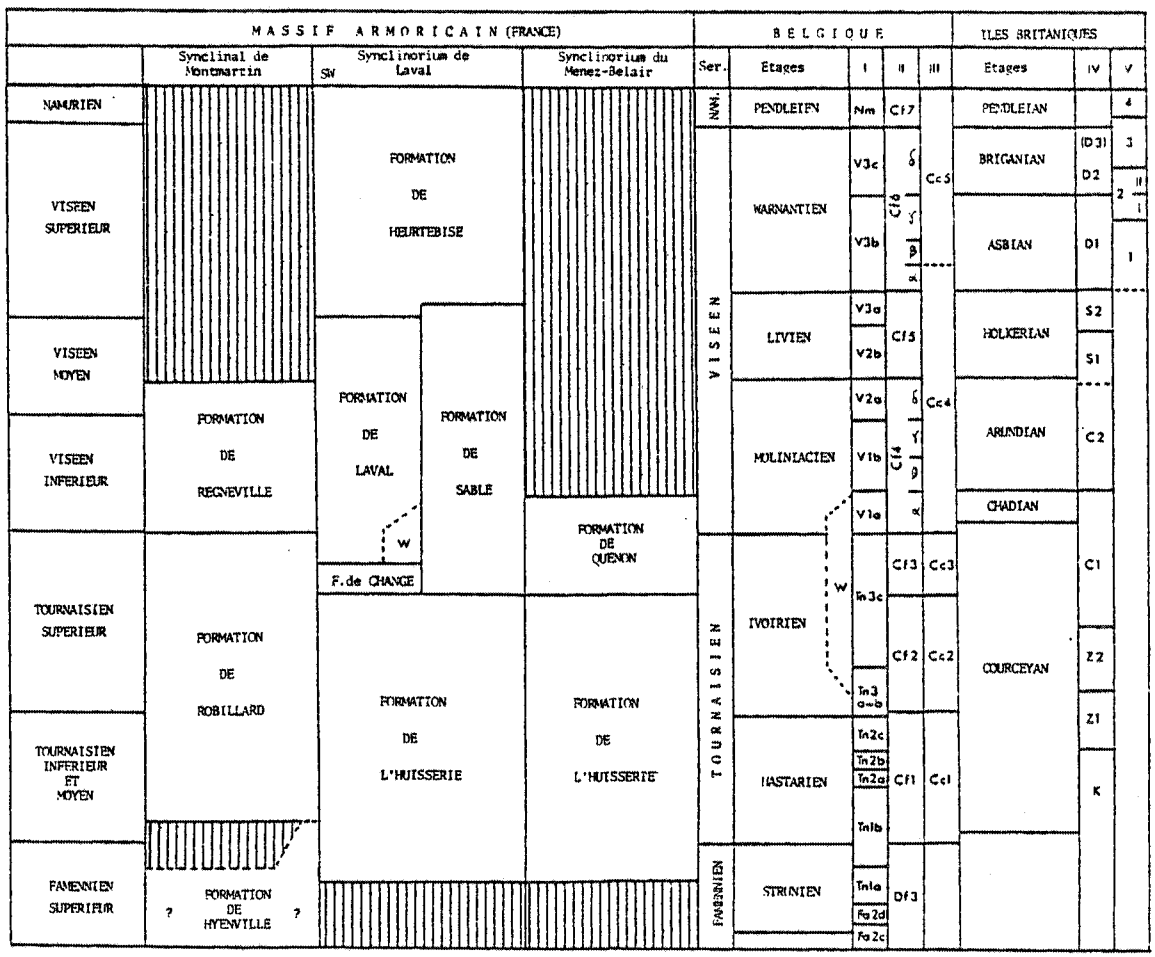


Fig. 8. - Unités lithologiques du Carbonifère inférieur de l'Est du Massif armoricain. Les surfaces hachurées symbolisent les lacunes de sédimentation et/ou d'érosion. Corrélations stratigraphiques avec la Belgique et les Iles Britanniques (d'après PELHATE 1971, 1979 a-b ; PLAINE 1976 ; CONIL & al. 1976 ; RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980 ; POTY 1981 ...).
W - faciès waulsortien ; I - sigles utilisés en Belgique ; II - zones à Foraminifères ; III - zones à Conodontes ; IV - zones à coraux et Brachiopodes dans les Iles Britanniques ; V - zones à coraux de D. HILL 1938.

zone Cf4δ ou base Cf5 de Belgique) (PELHATE & PONCET 1975, PELHATE 1986). La limite supérieure de cette formation est une limite d'érosion.

3 - SYNCLINAL D'ANCENIS

Après une période d'émersion au Dévonien moyen, s'installe, au cours du Frasnien, des lydiennes à Radiolaires, accompagnées d'une activité volcanique (grès pyroclastiques) et une sédimentation de mer peu profonde où apparaissent des calcaires à Polypiers, Brachiopodes, Goniatites (DUBREUIL 1986). Les dépôts franchement marins du Frasnien passent progressivement à des dépôts d'abord lagunaires ou lagunosaumâtres, puis nettement continentaux au Dinantien (succession gréso-pélitique et conglomératique). L'émersion définitive de la région est soulignée par un dépôt torrentiel sous-lacustre (Poudingue d'Ingrandes) à la fin du Viséen (RIVIERE, 1977).

SYSTEMATIQUE

A - INTRODUCTION

1 - TERMINOLOGIE

La terminologie utilisée ici est celle qui a été établie, discutée et complétée par de nombreux auteurs, en particulier : HILL (1935, 1956, 1981), LECOMPTE in PIVETEAU (1952), SCHOUPPE & STACUL (1966), SOKOLOV, IWANOWSKI & KRASNOV (1971), SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974), POTY (1981). Les principaux termes descriptifs seront définis brièvement et illustrés par quelques schémas.

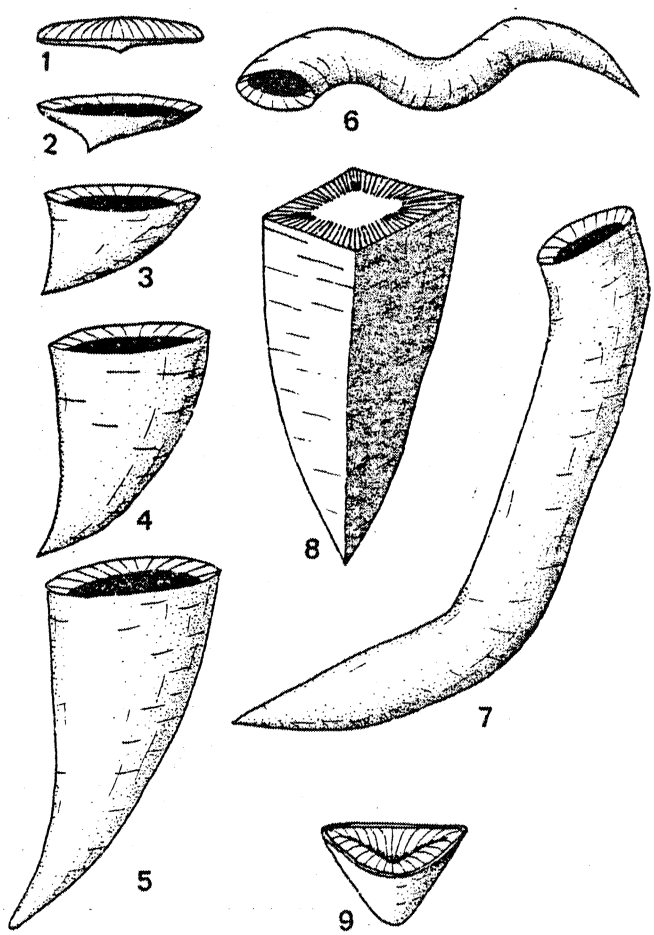


Fig. 9.- Différentes formes de polypiers solitaires.
1 : discoïde ; 2 : patellée ; 3 : turbinée ; 4 : trochoïde ; 5 : cératoïde ; 6 : scolécoïde ; 7 : cylindroïde ; 8 : pyramidale ; 9 : calcéolide.

a - Forme générale du Polypier

- Formes solitaires ou simples (fig. 9).

Selon la valeur de l'angle apical, on distingue les formes suivantes : **discoïde** (surface inférieure pratiquement plane), **patellée** (angle supérieur à 120°), **turbinée** (angle d'environ 70°), **trochoïde** (angle d'environ 40°), **cératoïde** (angle d'environ 30°), **cylindroïde** (d'abord conique, puis de diamètre uniforme et pouvant présenter des géniculations dues à des changements de direction de croissance), **scolécoïde** (nombreux changements de direction de croissance) ; les formes **calcéolide** et **pyramidale** ne s'observent pas dans les terrains carbonifères.

- Formes coloniales ou composées.

Par bourgeonnements issus du protopolypiérite, rarement reconnaissable dans une colonie, se forment des colonies dites **fasciculées** lorsque les différents corallites sont cylindriques et non contigus ou **massives** lorsque les corallites sont soudés entre eux après le bourgeonnement.

Les colonies fasciculées sont **dendroïdes** lorsque les corallites ont une croissance divergente, **phacelloïdes** si la croissance est parallèle.

Les colonies massives sont **cérioïdes** si chaque corallite est limité par une muraille externe, **asterioïdes** si les corallites ont perdu leur muraille externe, sans réduction des septes (qui sont en alternance), **thamnasterioïdes** si les corallites sont unis par leurs septes, **aphroïdes** si les corallites sont unis par des dissépiments transeptaux.

b - Morphologie externe du polypier

La partie distale du polypier constitue le **calice** qui correspond à l'emplacement du polype, partie vivante de l'organisme, qui secrète le polypier calcaire. Le calice se présente en forme de coupe plus ou moins profonde. Il peut aussi comporter latéralement une surface plane, horizontale ou inclinée vers l'axe ou vers l'extérieur : c'est le **plateau calicinal** avec, au centre, une dépression : la **fossette calicinale**. La présence d'une structure axiale se matérialise par une protubérance au centre du calice. A la surface de celui-ci, les septes apparaissent en relief.

La surface de la muraille externe du polypier présente des discontinuités de croissance soulignées par des stries, des annulations ou des bourrelets transversaux, ces derniers étant déterminés par des variations journalières, mensuelles (mois lunaires) ou saisonnières. Des phénomènes de réjuvénescence apparaissent sur certains polypiers : ils sont dus à une contraction du polype en réponse à des conditions de milieu défavorable, la croissance redevenant ensuite normale.

Les polypiers peuvent être fixés au substrat par des processus de fixation situés à leur base (à proximité de l'apex) et pouvant revêtir des formes variables : **processus radiculaires, replis, talon.**

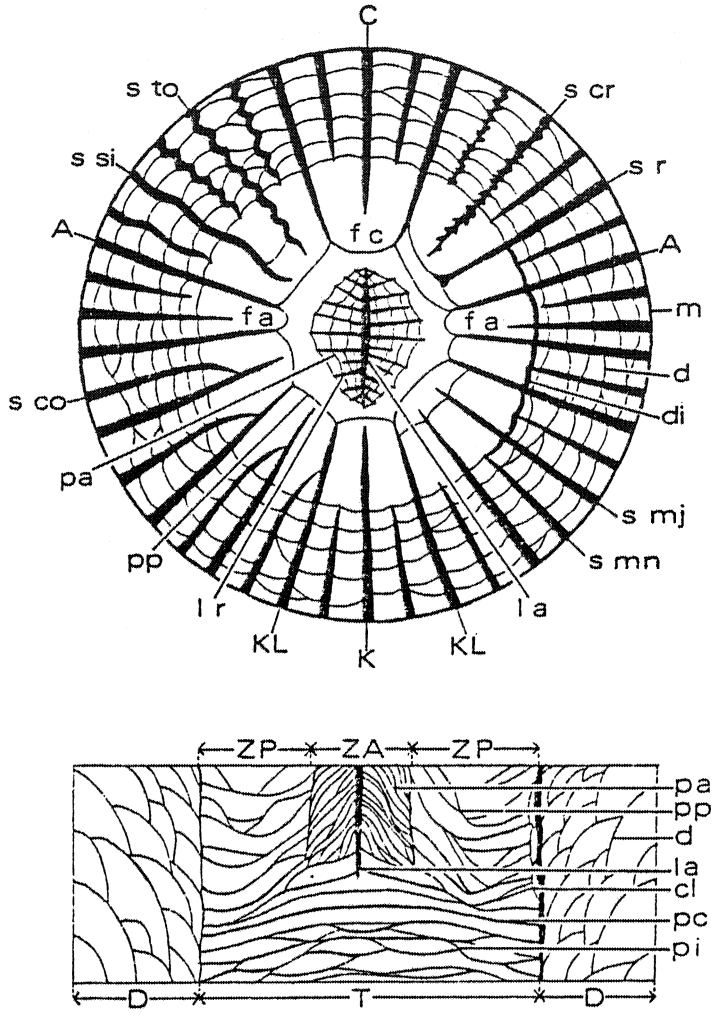


Fig. 10. - Coupes transversales et longitudinales schématiques (d'après POTY 1981).
C : septe cardinal ; A : septes alaires ; K : septe antipode ; KL : septes périantipodes (= 6 protoseptes). fc : fossule cardinale ; fa : fossules alaires.
s mj : septe majeur simple ; s mn : septe mineur simple ; s si : septe sinueux ; s to : septe tortueux ; s cr : septe caréné ; s r : septe à bord interne renflé ; s co : septe mineur contratingent ; m : muraille externe ; d : dissépiments ; d i: dissépithèque ou stéréozone interne ; pp : planchers périaxiaux ; pa : planchers axiaux ; pc : planchers complets ; pi : planchers incomplets : lr : lamelles radiaires ; la : lame axiale ; cl : clinotabulae.
D : dissepimentarium ; T : tabularium ; ZP : zone périaxiale ; ZA : zone axiale.

c - Morphologie interne du polypier.

Différents éléments squelettiques, vraisemblablement calcitiques à l'origine et souvent encore fossilisés en calcite, apparaissent en section transversale et en section longitudinale.

- **Eléments radiaires et verticaux : septes.** Il en existe plusieurs types (fig. 10).

Un type de septes fréquent chez plusieurs espèces de Tétracoralliaires du Massif Armoricain est représenté par le "contratingent septum" des auteurs de langue anglaise. Il s'agit d'un septe mineur dont l'extrémité interne s'appuie sur le septe majeur situé du côté du septe antipode. Afin d'éviter cette périphase dans certaines diagnoses qui vont suivre, j'utiliserai l'expression anglaise : **"septe contratingent"** (fig. 10).

- **Eléments horizontaux, obliques ou tangentiels : planchers et dissépiments** (fig. 10 et 11).

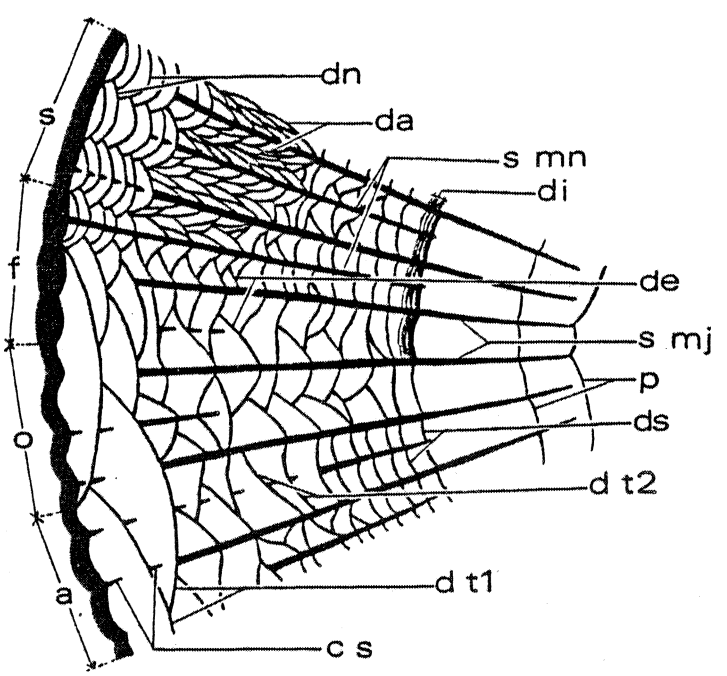


Fig. 11. - Différents types de dissépiments et de muraille externe (d'après SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974 et POTY 1981).
Muraille externe : 5 - simple ; f - festonnée ; o - onduleuse ; a - en arcature.
Dissépiments : ds - simples ; de - entrecroisés ; da - en arcs-boutants ; dn - naotiques ; dtl - transeptaux de premier ordre ; dt2 - transeptaux de deuxième ordre.
di - dissépithèque ; s mj - septes majeurs ; s mn - septes mineurs ; c s - crêtes septales ; p - planchers.

Tous ces éléments sont enveloppés par la muraille externe, dont les caractères extérieurs ont été rappelés plus haut. En coupe transversale, on distingue plusieurs types de dissépiments (fig. 11).

Le centre du polypier peut être occupé par une structure axiale dont il existe plusieurs types (fig. 12).

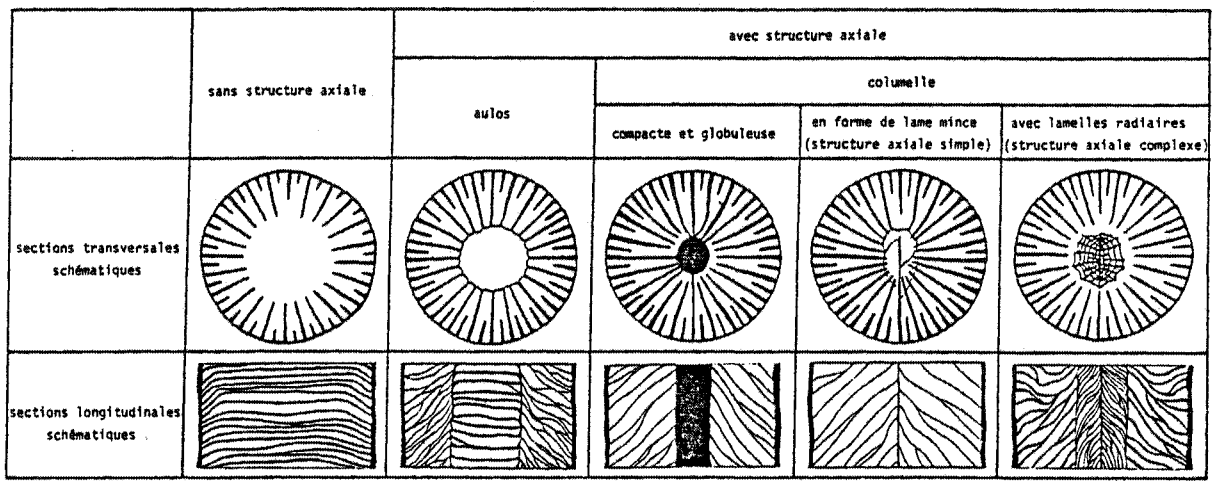


Fig. 12. - Différents types de structures axiales.

. **la columelle** : structure axiale dense, qui peut être renflée (lamelles radiaires fusionnées) ou en forme de lame axiale, entourée parfois de sections de planchers axiaux.

. **la structure axiale complexe** : consiste en une columelle (ou lame axiale) entourée de lamelles radiaires en nombre variable, parfois spiralées ; les sections des planchers axiaux relient entre elles les lamelles radiaires.

. **l'aulos** : est un tube interne formé par l'abaissement ou le redressement périphérique des planchers axiaux et impliquant la participation des bords internes des septes majeurs.

d - Bourgeonnement.

Les Tétracoralliaires présentent trois modes de bourgeonnement :

. **bourgeonnement axial** : le polypiérite parent se divise en deux ou plusieurs bourgeons, remplissant l'espace initialement occupé par le calice parent. En raison de la disparition du polypiérite parent, ce bourgeonnement est dit **parricide**.

. **bourgeonnement périphérique** : des bourgeons naissent à la périphérie du polypiérite parent : ce bourgeonnement peut être parricide ou non.

. **bourgeonnement latéral** : les bourgeons sont émis latéralement par le polypiérite parent qui conserve son individualité ; c'est l'homologue du bourgeonnement intermural des colonies massives.

e - Microstructure.

SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974) a étudié en détail la microstructure des Tétracoralliaires. Les septes, en particulier, montrent souvent deux phases de sécrétion, la première étant dite **mésoplasme** et la seconde **stéréoplasme**. POTY (1981) préfère parler de **squelette primaire** et **squelette secondaire**, en raison de la nature non histologique de ce squelette.

Le mode de sécrétion des septes devait être très proche de celui des Scléractiniaires ; SORAUF (1979) l'a récemment confirmé. SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1986) distingue trois types principaux de microstructure : **lamellaire, fibreuse uniforme et trabéculaire.**

- Le stéréoplasme des septes (ou squelette secondaire) présente une structure lamellaire avec au moins deux types de lamelles : **grandes lamelles sinueuses et microlamelles.**

- Les fibres, de la structure fibreuse uniforme, sont disposées en couches régulières de part et d'autres d'un plan médian septal et font avec celui-ci un angle constant.

- La structure trabéculaire est la plus répandue. La nature des **trabécules** et leur arrangement diffèrent selon les groupes de Tétracoralliaires : **monacanthe, rhabdacanthe, rhipidacanthe,holacanthe** (pour davantage de précisions, se repporter à HILL 1981, p. F14-F15 ; SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1986, p. 771-774).

D'autres travaux récents ont abordé cette étude (JELL & HILL, 1974 ; SORAUF, 1977, 1978, 1980 ; SORAUF & OLIVER, 1976).

Cet aspect de l'étude des Tétracoralliaires n'a pas été abordé dans ce travail pour diverses raisons :

- très souvent la microstructure est mal conservée.

- dans l'état actuel des connaissances, la macrostructure, qui est souvent complexe chez les Tétracoralliaires, peut être considérée comme suffisante pour une systématique dont les trois buts principaux sont une étude régionale et biogéographique, une étude biostratigraphique et une étude paléoécologique.

La microstructure sera abordée, pour les cas représentatifs, dans les travaux ultérieurs.

2 - METHODE D'ETUDE.

La plupart des polypiers étudiés ici sont inclus dans une gangue calcaire résistante. Des sections polies et des lames minces ont donc pu y être taillées, fournissant ainsi des sections transversales et longitudinales. Ces différentes sections permettent une reconstitution en trois dimensions des caractères internes des polypiers.

Comme le précise POTY (1981), la réalisation de coupes parfaitement transversales est souvent difficile, surtout si le polypier se trouve encore engagé dans la roche. Aussi, afin de palier les erreurs de mesure du diamètre liées à l'obliquité du plan de section par rapport à l'axe du polypier, c'est en général le plus petit diamètre mesuré qui sera retenu dans les descriptions et diagrammes, comme étant le plus proche du diamètre réel.

3 - ORIGINE DES RUGOSA (TETRACORALLIAIRES) - LE PROBLEME DE LEUR DESCENDANCE.

- Les Tétracoralliaires apparaissent à l'Ordovicien moyen (Caradoc inférieur) et s'éteignent à la fin du Permien. Plusieurs hypothèses ont été proposées quant à leur origine, les principales sont exposées par HILL (1956, 1960 et 1981), IVANOWSKI (1972), WEBBY (1971), SYTOVA (1977), SCRUTTON (1979), OLIVER (1980) et NEUMAN (1984).

Pour de nombreux auteurs, ce sont les Tabulés, apparus dès l'Ordovicien inférieur, qui seraient à l'origine des Tétracoralliaires. SOKOLOV (1950), SOSHKINA in SOSHKINA & al. (1962), IVANOWSKY (1966, 1972) considèrent le genre Aulopora GOLDFUSS (Tabulata) comme étant l'ancêtre des Tétracoralliaires. D'autres, comme SOKOLOV (1955), KAJLO (1956), proposent une origine diphylétique : Lichenaria WINCHELL & SCHUCHERT serait l'ancêtre des Rugueux coloniaux, alors que Aulopora aurait donné naissance aux Rugueux solitaires. Pour FLOWER (1961), FLOWER & DUNCAN (1975), c'est le genre Foerstephyllum BASSLER de l'Ordovicien moyen d'Amérique du Nord (Blackriver), actuellement classé par HILL (1981) dans l'ordre Sarcinulida (Tabulata), mais rapporté par certains auteurs aux Tétracoralliaires, et par d'autres aux Tabulés, et issu lui-même de Lichenaria WINCHELL et SCHUCHERT (Tabulata), qui aurait donné naissance aux genres Palaeofavosites TWENHOFEL (ordre Favositida-Tabulata) et Favistina FLOWER (colonie massive, sous-ordre Stauriina-Rugosa). Les premiers Streptelasma HALL seraient issus de ce sous-ordre par l'intermédiaire de Palaeophyllum BILLINGS (colonie plus ou moins fasciculée, sous-ordre Stauriina). Pour WEBBY (1971), qui a étudié des faunes du Caradoc inférieur de la Nouvelle Galles du Sud (Australie), c'est le groupe Foerstephyllum halli (déjà proposé par HILL (1960)) et celui des Tryplasma cerioïdes qui seraient à l'origine des Tétracoralliaires ; ils auraient donné naissance au genre Hillophyllum WEBBY (colonie fasciculée, ordre Cystiphyllida-Rugosa), du Caradoc inférieur. Ce genre serait plus ancien que les premiers Tétracoralliaires américains (Favistina, ...) et que les premiers polypiers solitaires de Baltoscandinavie (Primitophyllum, Lambeophyllum,) (fig. 13). Hillophyllum aurait évolué vers des formes solitaires : Lambeophyllum OKULITCH, Coelostylis LINDSTROM, Primitophyllum KAJLO.

Les insertions septales durant la croissance sont trop différentes, selon qu'on les étudie chez Foerstephyllum ou chez Paleophyllum, pour qu'il puisse exister une filiation entre ces deux formes (JULL, 1976 ; FEDOROWSKI & JULL, 1976). Pour SYTOVA (1977) et NEUMAN (1984), les Tabulés et les Rugueux sont trop différents, par leur ontogénie et leur microstructure, pour que l'on puisse faire dériver les Tétracoralliaires des Tabulés. Selon SYTOVA (1977), OLIVER (1980) et NEUMAN (1984), les Tétracoralliaires, comme les Tabulés, ont évolué à partir d'Anthozoaires dépourvus de squelette, et comparables en cela aux Actiniaires actuels (Anémones de mer). DUERDEN (1902) avait déjà proposé une telle origine. SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, 1986) se rallie à cette interprétation : le squelette aurait été acquis indépendamment, par les Tabulés au début de l'Ordovicien, par les Tétracoralliaires à l'Ordovicien moyen, les Hétérocoralliaires n'ayant fabriqué leur squelette qu'à partir du Dévonien supérieur.

L'hypothèse de VOLOGDIN (1940) et YAKOVLEV (1954), selon laquelle les Archéocyathes auraient engendré les Tétracoralliaires est à abandonner : trop de différences existent, en effet, entre les deux groupes. Pourtant, des organismes énigmatiques, découverts en Pologne dans le Cambrien inférieur par SEDLAK (1977), et classés par lui dans le nouvel ordre Corallicyathida, présenteraient effectivement des caractères intermédiaires entre les Archéocyathes et les Tétracoralliaires (les individus sont subcylindriques, la muraille externe présumée n'est pas minéralisée, contrairement aux septes, et il n'existe pas de structure dans la cavité centrale ni entre les septes. Mais cette faune est mal conservée et des détails de structures sont masqués par la silicification, de sorte que son interprétation apparaît

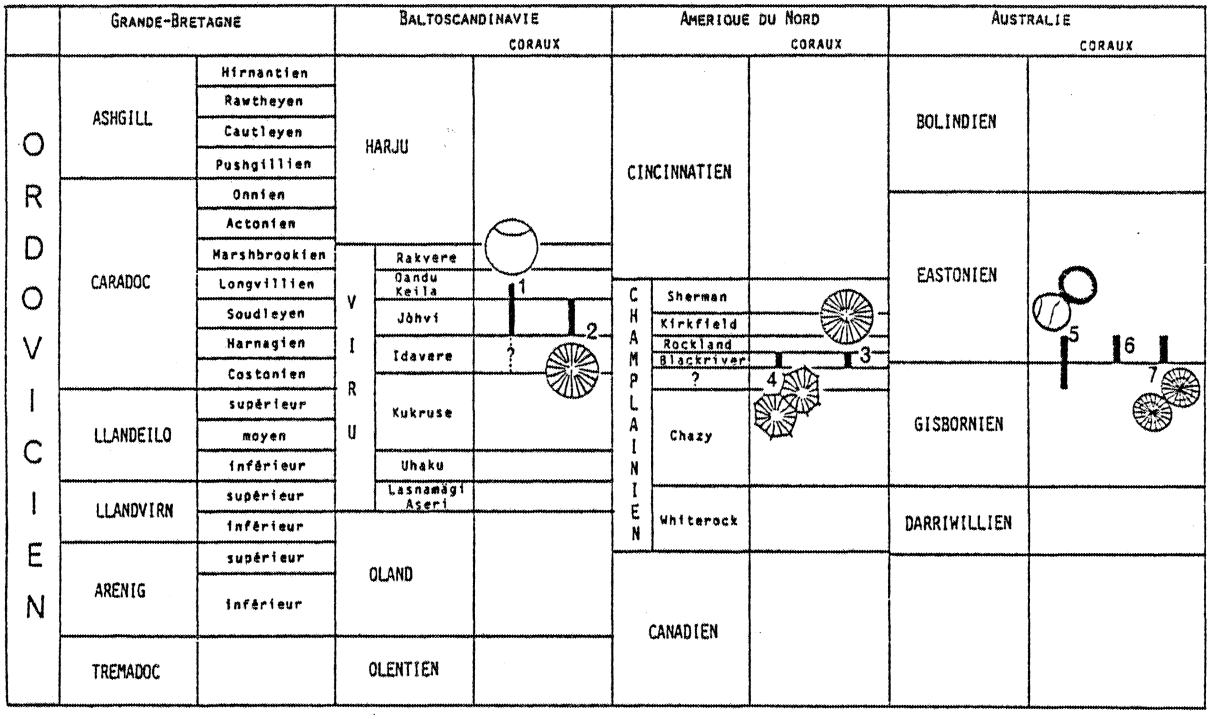


Fig. 13. - Tableau indiquant la position stratigraphique des premiers Tétracoralliaires dans le monde (d'après WEBBY 1971 ; FLOWER 1961 ; NEUMANN 1984) (corrélations stratigraphiques d'après HARLAND & al. 1982).
1 : *Primitophyllum primum* KAJLO ; 2 : *Lambeophyllum dybowskii* KAJLO ; 3 : *Lambeophyllum profundum* CONRAD ; 4 : *Favistina undulata* BASSLER ; 5 : *Hillophyllum priscum* WEBBY ; 6 : *Hillophyllum* sp. ; 7 : *Palaeophyllum* sp.

délicate. D'autres organismes, tout aussi énigmatiques, découverts dans le Cambrien inférieur de Californie (TYNAN, 1983), sont classés dans le nouvel ordre Paiutiida. Ces organismes tubulaires possèdent sept septes au maximum. Ils pourraient appartenir à une classe de Cnidaires primitifs, Hydroconozoa, décrite par KORDE (1963), et sans

lien phylétique avec les Rugosa. D'autres formes coloniales problématiques, décrites par KOBLUK (1979, 1981, 1984) dans le Cambrien inférieur du Labrador et de Colombie Britannique, et par FRITZ & HOWELL (1955, 1959) dans le Cambrien moyen et supérieur du Montana, n'ont apparemment aucun lien avec les Rugosa (NEUMAN, 1984).

Enfin JELL & JELL (1976) ont découvert, à la base du Cambrien moyen de la Nouvelle Galles du Sud (Australie), des colonies calcaires formées de corallites coniques operculés, et rapportées à la nouvelle famille Cothoniidae. Le calice possède des septes, et, en microstructure, ces corallites ont peut-être des trabécules. HILL (1981) n'exclut pas l'hypothèse selon laquelle cette famille serait à l'origine des Tétracoralliaires. Pour SCRUTTON (1979), on aurait affaire à une branche parallèle des ancêtres des Rugosa.

L'origine des Tétracoralliaires à partir d'Anthozoaires à corps mous et dépourvus de squelette, est la plus séduisante et la plus simple. Une étude plus approfondie, ou la découverte d'autres groupes présentant un intéret comparable aux colonies du Cambrien moyen de la Nouvelle Galles du Sud, restent à faire. On soulignera que le Tétracoralliaire le plus ancien qui soit connu, Hillophyllum WEBBY (d'après WEBBY, 1971 ; NEUMAN, 1977, tabl. 1 ; HILL, 1981, p. F49) provient lui-même du Caradoc inférieur de la Nouvelle Galles du Sud. Il reste à élucider ce qui a pu se passer pendant le long laps de temps qui englobe le Cambrien supérieur et l'Ordovicien jusqu'au Caradoc inférieur.

- L'origine des Scléractiniaires à partir des Tétracoralliaires a été envisagée par de nombreux auteurs. WEISSERMEL (1927) attire l'attention sur la disposition pseudocyclique des septes chez les Polycoelidae et en déduit l'origine des Scléractiniaires à partir de cette famille. SCHINDEWOLF (1942) pense, de même, que les Scléractiniaires ont évolué, sans aucun doute, à partir des Polycoelidae, qui montrent une tendance à l'insertion cyclique des septes. Quant à ILJINA (1962, 1963, 1965), dans son étude de la famille Plerophyllidae, en particulier des genres Plerophyllum HINDE et Pleramplexus SCHINDEWOLF du Permien supérieur et du Trias inférieur d'Arménie et de la République autonome du Nakhitchevan, elle décrit l'évolution qu'aurait subi ces genres au cours du passage Permien-Trias et en arrive à conclure, elle aussi, que les Scléractiniaires descendent des Plerophyllidae. KUMMEL & TEICHERT (1973) ont révisé les attributions stratigraphiques et la biozonation des coraux étudiés par ILJINA. Ceux-ci ne dépasseraient pas le Permien. CUIF (1975) crée la famille Pachythecalidae (Scleractiniaires) pour des formes du Trias de Turquie et suggère que les membres de cette famille descendraient des Plerophyllidae (Rugosa) du Permien. Les représentants des deux familles présentent des analogies par leur ontogénie. La nature calcitique du polypier chez les Tétracoralliaires ne serait que secondaire (CUIF, 1974). En revanche, pour OLIVER (1980) cette transformation d'aragonite en calcite chez les coraux paléozoïques n'aurait pu intervenir sans provoquer des destructions ou des modifications dans la microstructure, et sans donner naissance à des textures plus grossières qui ne sauraient être prises pour la structure originelle. MONTANARO-GALLITELLI (1975) décrit le genre Zardinophyllum, provenant du Carnien (Base du Trias

supérieur) des Alpes Carniques et qui serait intermédiaire entre les Tétracoralliaires et les Scléractiniaires, ce qui justifierait la création de la famille Zardinophyllidae et de l'ordre Hexanthiniaria. OLIVER (1980) rejette l'hypothèse d'une origine des Scléractiniaires à partir des Plerophyllidae ou d'une famille quelconque de Tétracoralliaires. Son argumentation repose sur trois points : 1) insertion septale différente (successive sans intercalation chez les Tétracoralliaires, cyclique chez les Scléractiniaires) ; 2) minéralisation différente des squelettes (calcite pour les Tétracoralliaires, aragonite pour les Scléractiniaires) (cf. supra pour discussion) ; 3) absence de Coraux dans le Trias inférieur. Pour OLIVER (1980) comme pour SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, 1986), les Scléractiniaires auraient évolué à partir d'un groupe d'Actiniaires dépourvu de squelette qui se serait développé au cours du Paléozoïque. En d'autres termes, Scléractiniaires et Tétracoralliaires, auraient eu des débuts comparables, mais se situant à des périodes différentes.

4 - POSITION SYSTEMATIQUE DES TETRACORALLIAIRES

Les Tétracoralliaires appartiennent au Sous-Phyllum Cnidaria HATSCHEK ou Cnidaires (le Phyllum Coelenterata FREY & LEUCKART regroupant les Cnidaires et les Cténaires).

Les Cnidaires sont divisés en trois classes :

- Hydrozoa OWEN ou Hydrozoaires : cycle polype-méduse.
- Scyphozoa GOTTE ou Scyphozoaires : stade méduse uniquement.
- Anthozoa EHRENBERG ou Anthozoaires : stade polype uniquement.

Les Anthozoaires présentent plusieurs sous-classes dont celle des Tétracoralliaires. Classification de HILL (1981) :

- Cerianthipataria VAN BENEDEN ou Cérianthipataires (formes actuelles, sans polypier).
- Octocorallia HAECKEL ou Octocoralliaires (connue au moins depuis le Silurien, jusqu'à l'Actuel ; le squelette est corné ou spiculaire et pourvu de huit cloisons ; le polype possède huit tentacules).
- Zoantharia de BLAINVILLE ou Zoanthaires ou Hexacoralliaires (divisée en cinq ordres dont trois ne sont représentés qu'à l'Actuel et ne possèdent pas de squelette : Zoanthiniaria VAN BENEDEN, Corallimorpharia STEPHENSON, Actiniaria R. HERTWIG. Les représentants des deux autres ordres possèdent un squelette aragonitique. Il s'agit de l'ordre Hexanthiniaria MONTANARO-GALLITELLI, taxon fossile uniquement connu dans le Trias supérieur, et de l'ordre Scleractinia BOURNE apparu au Trias moyen et très bien représenté actuellement. Ils comportent six cloisons, six (ou multiple de six) tentacules.
- Tabulata MILNE-EDWARDS & HAIME ou Tabulés (uniquement fossile, connu de l'Ordovicien inférieur au Permien, et peut-être, avec l'ordre Chaetetida OKULITCH), jusqu'à l'Eocène. Cette sous-classe est divisée en six ordres : Sarcinulida SOKOLOV (Ordovicien inférieur - Dévonien), Chaetetida OKULITCH (Ordovicien inférieur - Eocène ?), Auloporida SOKOLOV (Ordovicien inférieur - Permien), Tetradiida OKULITCH (Ordovicien moyen et supérieur), Heliolitida FRECH (Ordovicien moyen - Dévonien moyen), Favositida WEDEKIND (Ordovicien moyen - Permien supérieur). Polypiers calcitiques, uniquement sous forme de colonie.

- Rugosa MILNE-EDWARDS & HAIME ou Rugueux ou Tétracoralliaires (uniquement fossiles, Ordovicien moyen - Permien supérieur). Sous-classe divisée en deux ordres : Cystiphyllida NICHOLSON (Ordovicien moyen - Dévonien moyen ou supérieur), Stauriida VERRILL (Ordovicien moyen - Permien supérieur). Polypiers calcitiques, solitaires ou coloniaux à symétrie bilatérale, stade primitif à 6 septes ; insertions septales dans 4 quadrants.

- Heterocorallia SCHINDEWOLF (ou Hétérocoralliaires) (Eifelien - Namurien). Polypiers calcitiques solitaires.

Classification des Tétracoralliaires

Depuis MILNE-EDWARDS & HAIME (1850) de nombreuses classifications ont été proposées, basées sur des caractères qui varient suivant les auteurs. Les principales classifications sont celles de DE FROMENTEL (1861), DYBOWSKI (1873-74), POCTA (1902), WANG (1950), LECOMPTE (1952), HILL (1956, 1981), SOSHKINA, DOBROLYUBOVA & KABAKOVITSCH (1962), SPASSKY (1965), IVANOWSKY (1965, 1973 a-b).

Certains de ces auteurs ont pris comme critère de classification la forme extérieure du polypier : solitaire, colonial (DE FROMENTEL, 1861), ou sur certains éléments squelettiques internes ; par exemple les éléments horizontaux pour DYBOWSKI (1873-1874), POCTA (1902), la morphologie des septes pour SOSHKINA & al. (1962), les caractères du marginarium et de l'endothèque (HILL, 1956), ou encore sur la microstructure (WANG, 1950).

Actuellement, les auteurs tentent d'établir leur classification sur une phylogénie possible déduite de l'ontogénie, et exprimant des degrés de parenté et de similitude morphologique. Dans ce travail, j'adopterai la classification de HILL (1981), qui subdivise la sous-classe Rugosa MILNE-EDWARDS & HAIME (1850) en deux ordres : Cystiphyllida NICHOLSON (1889) (auquel on rapporte le premier Tétracoralliaire connu : Hillophyllum priscum WEBBY 1971 du Caradoc inférieur d'Australie) et Stauriida VERRILL (1865).

- L'ordre Cystiphyllida est caractérisé principalement par des septes à trabécules dissociées, parfois réduits à des épines septales, ainsi que par un dissépimentarium et un tabularium mal différenciés ; il apparaît à l'Ordovicien moyen et s'éteint au cours du Dévonien.

- L'ordre Stauriida, caractérisé au contraire par des septes lamellaires bien développés ou à trabécules non dissociés et par un marginarium (stéréozone ou dissépimentarium) bien séparé du tabularium, est connu par de très nombreux représentants tout au long du Paléozoique mais surtout pendant le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère inférieur. Cet ordre est divisé en seize sous-ordres (HILL, 1981) (fig. 14), dont quatre apparaissent dès l'Ordovicien moyen :

1) Calostylina : solitaires ou coloniaux à septes perforés.

2) Streptelasmatina : essentiellement solitaires, à dissépiments rares et septes dont les extrémités peuvent former une structure axiale.

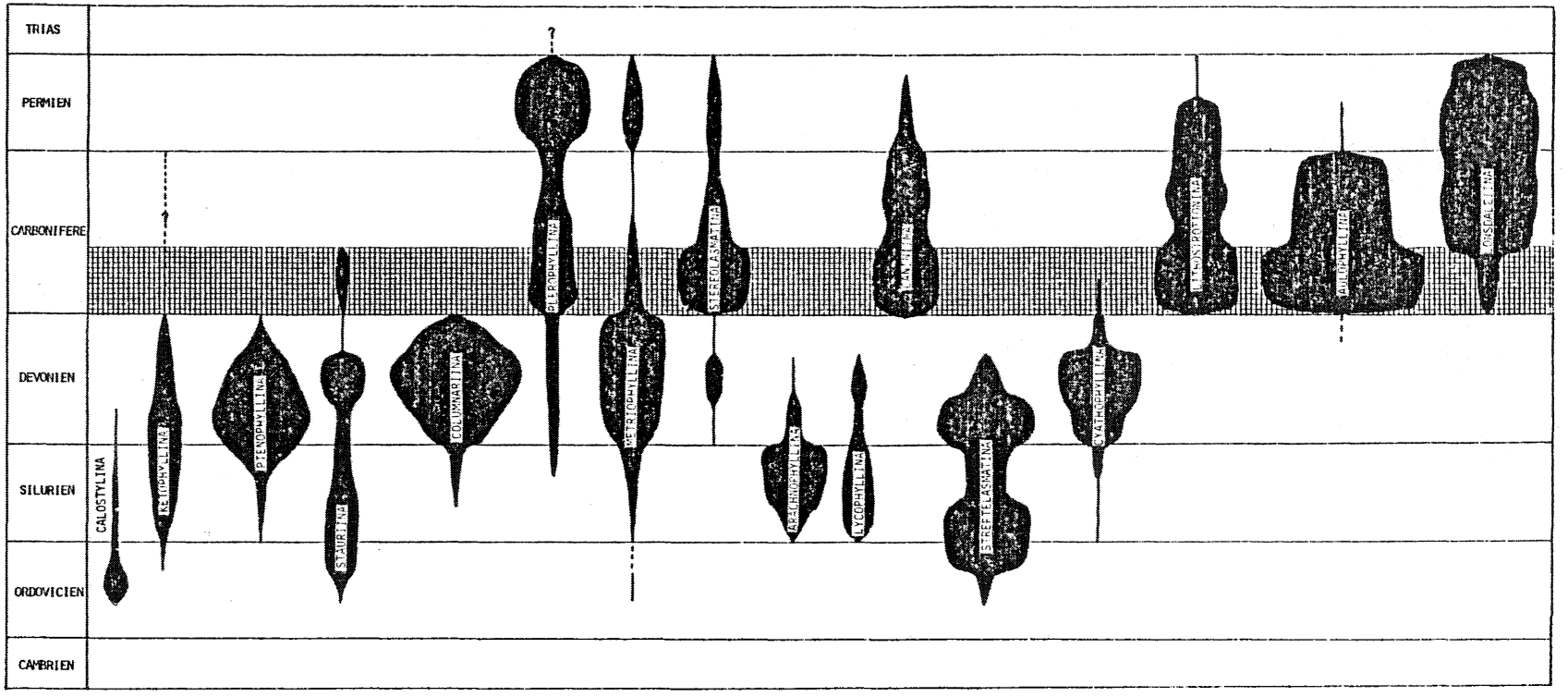


Fig. 14. - Répartition à travers le temps des 16 sous-ordres de l'Ordre Stauriida (la largeur de la zone de distribution de chaque sous-ordre est proportionnelle aux nombres de genres) (d'après les données de HILL 1981). La période de temps étudiée dans ce travail est indiquée en quadrillé.

3) Stauriina : colonies fasciculées ou cérioïdes, à stéréozone étroite, avec sporadiquement des dissépiments allongés ; septes simples.

4) Metriophyllina : petits solitaires, généralement dépourvus de dissépiments ; septes mineurs longs et contratingents ; columelle ou aulos présents.

Seuls les deux derniers sous-ordres atteignent le Carbonifère et seul le sous-ordre Metriophyllina s'étend jusqu'au Permien.

Dès l'Ordovicien supérieur, les formes à dissépiments vont se développer. Sept sous-ordres vont apparaître à partir de l'Ordovicien supérieur et au cours du Silurien.

5) Ketophyllina : solitaires ou coloniaux, à septes épais et dissépiments transeptaux de premier ordre.

6) Arachnophyllina : solitaires ou coloniaux, à septes carénés ou complexes dans le dissépimentarium, lequel est largement développé.

7) Lycophyllina : essentiellement solitaires ; arrangement plus ou moins penné des septes ; dissépiments souvent simples.

8) Ptenophyllina : solitaires ou coloniaux, à dissépimentarium large et dissépiments complexes.

9) Cyathophyllina : solitaires ou coloniaux, à septes carénés ou complexes dans le dissépimentarium ; dissépiments généralement simples ; aulos parfois développé.

10) Columnariina : solitaires ou coloniaux ; en section longitudinale : dissépiments internes globuleux ou en forme de fer à cheval ; dissépiments externes plats.

11) Plerophyllina : essentiellement solitaires ; dissépiments rares, protoseptes différenciés.

Les Ketophyllina et les Plerophyllina exceptés, ces sous-ordres n'atteignent pas le Carbonifère. Le sous-ordre Plerophyllina et les cinq sous-ordres suivants sont les mieux représentés au Permo-Carbonifère. Un renouvellement important des faunes coralliennes s'effectue à la base du Carbonifère (fig. 14).

12) Stereolasmatina : petits solitaires sans dissépiments ; septes longs, parfois pennés et dont les extrémités peuvent former une structure axiale.

13) Aulophyllina : grands, essentiellement solitaires, à dissépimentarium large et structure axiale plus ou moins complexe.

14) Caniniina : grands solitaires sans structure axiale et à dissépimentarium large.

15) Lithostrotionina : essentiellement coloniaux ; colonies fasciculées ou massives ; les corallites présentent une columelle, parfois un aulos ; dissépiments présents.

16) Lonsdaleiina : essentiellement coloniaux ; les corallites montrent en général des dissépiments transeptaux de premier ordre, une structure axiale complexe et, parfois, des septes de troisième ordre et plus.

Parmi ces sous-ordres, huit ont des représentants dans le Carbonifère inférieur du Massif Armoricain : Stauriina, Metriophyllina, Plerophyllina, Stereolasmatina, Aulophyllina, Caniniina, Lithostrotionina, Lonsdaleiina. Le tableau (fig. 14) montre, en effet, que la faune de Tétracoralliaires du Carbonifère inférieur de cette région est très diversifiée, puisqu'elle comporte des formes appartenant à tous les sous-ordres habituellement connus dans le Carbonifère inférieur.

B - DESCRIPTION DES ESPECES

Phylum Coelenterata FREY et LEUCKART 1847
Sous-Phylum Cnidaria HATSCHEK 1888
Classe Anthozoa EHRENBERG 1834
Sous-classe Rugosa MILNE-EDWARDS et HAIME 1850
Ordre Stauriida VERRILL 1865
Sous-ordre Stauriina VERRILL 1865
Famille Amplexidae CHAPMAN 1893
Genre **Amplexus** SOWERBY 1814

Espèce type : Amplexus coralloides SOWERBY 1814 (pl. 72), Carbonifère inférieur, Limerick, Irlande.

Diagnose et remarques : voir POTY 1981, p. 17-18.

Amplexus coralloides SOWERBY 1814
Pl. 1, fig. 1.

* 1814 Amplexus coralloides SOWERBY, p. 165, pl. 72.
1842 Amplexus coralloides SOWERBY ; DE KONINCK, p. 27, pl. B, fig. a-d.
1852 Amplexus coralloides SOWERBY ; MILNE-EDWARDS & HAIME, p. 173 ; pl. 36, fig. 1-1 a-e.
1872 Amplexus coralloides SOWERBY ; DE KONINCK, partim, p. 65, pl. IV, fig. 12 a ; pl. V, fig. 1 a-g, i, k, pl. VI, fig. 1-1 a-b.
v.1928 Amplexus coralloides SOWERBY ; MILON, p. 55.
1940 Amplexus coralloides SOWERBY ; HILL, p. 148.
1981 Amplexus coralloides SOWERBY ; POTY, p. 18, pl. 2, fig. 6-7.
1984 Amplexus coralloides SOWERBY ; POTY & ONOPRIENKO, pl. 3, fig. 4.
1986 Amplexus coralloides SOWERBY ; SOMERVILLE & al., p. 64- 65, fig. 4a.

Holotype : spécimen figuré par SOWERBY (1814, pl. 72). Carbonifère inférieur, Limerick, Irlande.

Matériel : 31 fragments de polypiers (IGR 35708 à 35738) : carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour), Tournaisien supérieur ou base du Viséen inférieur, Formation de Laval - Faciès waulsortien.

Diagnose : identique à celle du genre.

Remarques (en complément à celles de POTY (1981, p. 18)) : ces polypiers sont cylindroïdes et de diamètre très variable (quelques mm à 35 mm). Ils atteignent en Belgique, 60 mm et plus. Les polypiers sont le plus souvent cylindriques et droits. Ils montrent des stries de croissance perpendiculaires ou légèrement obliques par rapport à leur axe. Les septes sont peu développés et fins ; leur longueur moyenne atteint le cinquième du rayon.

Les septes mineurs sont absents. La muraille externe est simple et mince. Ces caractères sont tout à fait comparables à ceux des

polypiers observés par POTY (1981, p. 18). En section longitudinale, les planchers sont généralement plats, mais parfois incurvés vers le bas ; cela serait du à une déformation, après enfouissement, de planchers brisés. Les bords externes s'inclinent vers la muraille externe.

Sous-ordre Metriophyllina SPASSKY 1965
Famille Cyathaxoniidae MILNE-EDWARDS & HAIME 1850
Genre **Cyathaxonia** MICHELIN 1847

Espèce type : Cyathaxonia cornu MICHELIN 1847, Tournaisien, Tournai (Belgique).

Diagnose (d'après HILL (1940), SANDO (1977), POTY (1981), modifiée) : petit polypier cératoïde ou cyclindroïde, à forte columelle, développée indépendamment des septes majeurs, mais en contact avec eux. Les septes mineurs, longs, alternent avec les septes majeurs et sont contratingents. Les planchers sont complets et inclinés vers la périphérie. Il n'y a pas de dissépiments. Les faces latérales des septes peuvent présenter des rangées de tubercules inclinés par rapport à l'horizontale.

Remarques : SANDO (1977) met le genre Cyathocarinia SOSHKINA, en synonymie avec Cyathaxonia. Cyathocarinia présente des rangées de tubercules sur les faces latérales des septes. Cet unique caractère distinctif ne saurait justifier une différenciation générique ; POTY (1981) a d'ailleurs montré que les deux types d'ornementation peuvent coexister chez la même espèce (cf. Cyathaxonia cornu MICHELIN, in POTY 1981, pl. 2, fig. 5).

Cyathaxonia cornu MICHELIN 1847
Fig. 15-16 ; pl. 1, fig. 2-3.

* 1847 Cyathaxonia cornu MICHELIN, p. 258, pl. 49, fig. 9 a-b.
1909 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; FAUROT, p. 75.
1913 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; CARRUTHERS, p. 53, pl. III, fig. 4-7.
1941 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; HILL, p. 195.
1960 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; VASSILJUK, p. 157, pl. 12, fig. 8.
1964 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; VASSILJUK, p. 87, pl. 7, fig. 1.
1968 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; FEDOROWSKI, p. 210, pl. 1, fig. 4 a-d.
1977 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; KHOA, p. 319, text-fig. 4, pl. I, fig. 1-6.
1978 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; POTY in KIMPE & al., pl. 5, fig. 5.
1981 Cyathaxonia cornu MICHELIN ; POTY, p. 17, fig. 8, pl. 2, fig. 2-5.

Holotype : spécimen figuré par MICHELIN (1847, pl. 49, fig. 9 a-b).

Matériel : au moins 25 spécimens dont : 5 spécimens (IGR 35195 à 35199), provenant de la carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 20 spécimens (IGR 35255 à 35274), carrière de Quenon (Ille et Vilaine), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Quenon ; environ 15 spécimens provenant de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur (matériel provenant des collections du Mans), Formation de Sablé.

Diagnose (d'après POTY 1981, modifiée) : très petit Cyathaxonia dont la columelle est circulaire en coupe transversale ; tous les septes mineurs sont contratingents.

Caractères externes : chez ces polypiers cératoïdes, d'un diamètre maximal de 4 mm, le calice et l'apex n'ont pas été observés. Le matériel disponible est inclus dans une gangue calcaire ; ses caractères externes ne sont donc pas visibles.

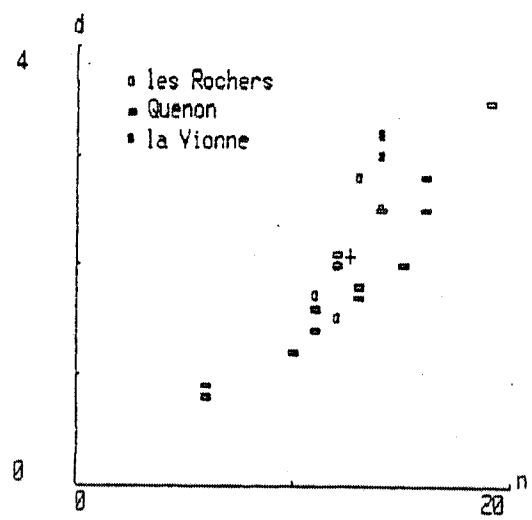


Fig. 15. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Cyathaxonia cornu* MICHELIN.

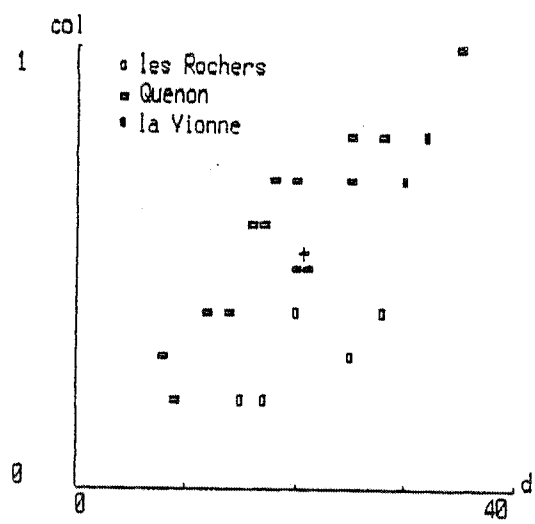


Fig. 16.- Diagramme de dispersion du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de la columelle (col en mm) chez *Cyathaxonia cornu* MICHELIN.

Coupes transversales : les septes majeurs atteignent la columelle. Les septes mineurs sont contratingents ; il en résulte que les septes cardinal et antipode se distinguent des autres septes majeurs. Les septes peuvent développer des tubercules. La columelle est circulaire et large (0,15 à 1 mm). L'épaisseur de la muraille externe, festonnée, varie entre 0,1 et 0,3 mm.

Coupes longitudinales : les planchers, complets et espacés de 0,5 à 2 mm, sont faiblement inclinés vers la muraille externe.

Remarques : les échantillons provenant des Rochers (Argentré, Mayenne) sont les seuls à présenter de nombreux tubercules sur les faces latérales des septes. Leur columelle montre un diamètre plus faible, comparativement à celui du polypier, que chez les spécimens des autres gisements du Massif Armoricain ; cette particularité refléterait l'influence de facteurs écologiques propres à ce gisement.

Sous-ordre Stereolasmatina HILL 1981
Famille Antiphyllidae ILJINA 1970
Genre **Proheterelasma** COTTON 1973

Espèce type : Hadrophyllum edwardsianum DE KONINCK 1872(?= Zaphrenthis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME 1851) Tournaisien supérieur de Belgique.

Remarques : GRABAU (1922) crée le genre Heterelasma (espèce type : Hadrophyllum edwardsianum DE KONINCK 1872). L'échantillon figuré par DE KONINCK (1872, pl. 4, fig. 2-2a) présente une disposition tétramère très nette des septes dans le calice, avec quatre fossules. Cette figure a été reprise par GRABAU (1922, pl. I, fig. 14 a-b) en vue d'illustrer son nouveau genre Heterelasma. Ce genre étant déjà occupé par un Brachiopode, COTTON (1973, p. 162), lui substitue Proheterelasma. La diagnose de COTTON repose uniquement sur la figure de DE KONINCK (1872, pl. 4, fig. 2-2a), qui est la projection, en deux dimensions, du calice vu en trois dimensions, et se trouve donc faussée (longueur subjective des septes, par exemple). Une diagnose correcte de ce genre nécessiterait que l'on consulte le matériel-type.

Saleelasma WEYER 1970 (espèce type : Zaphrentis delepini VAUGHAN 1915) présente quatre fossules distinctes, comme chez Proheterelasma ; mais la présence de carènes sur les septes l'en éloigne nettement.

Rotiphyllum HUDSON 1942 (espèce type : Densiphyllum rushianum VAUGHAN 1908) est peut-être le genre qui se rapproche le plus de Proheterelasma ; mais sa structure axiale est plus dense et ses septes sont dilatés à la base, en forme de "bouteille" : ils sont jouxtés par des septes mineurs. Ces caractères sont généralement absents chez Proheterelasma. Les quatre fossules ne sont pas distinctes chez Rotiphyllum.

Proheterelasma (?) **omaliusi** (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851)
Fig. 17-19 ; pl. 1, fig. 4-5.

* 1851 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME, p. 337, pl. V, fig. 3.
1860 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME ; MILNE-EDWARDS, p. 344.
1861 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME ; DE FROMENTEL, p. 289.
? 1872 Hadrophyllum edwardsianum DE KONINCK, p. 52, pl. 4, fig. 2-2a.

1872 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME ; DE KONINCK, p. 94, pl. 9, fig. 4-4a.
non 1895 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME ; STUCKENBERG, p. 36, pl. 2.
1905 Zaphrentis aff. phillipsi MILNE-EDWARDS & HAIME ; VAUGHAN, p. 269-271, pl. 22, fig 2 c-e.
1908 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME ; CARRUTHERS, p. 25, pl. 4, fig. 1-4.
? 1922 Heterelasma edwardsianum (DE KONINCK) ; GRABAU, pl. 1, fig. 14 a-b.
1931 Zaphrentis omaliusi MILNE-EDWARDS & HAIME ; FOMICHEV, p. 19.
1942 Fasciculophyllum omaliusi (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; HUDSON, p. 260.
? 1943 Fasciculophyllum thomsoni HUDSON & FOX, p. 105, pl. 4, fig. 1-4.
1962 Fasciculophyllum omaliusi (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; DOBROLYUBOVA & KABAKOVITCH, fig. 24, p. 320.
1966 Fasciculophyllum omaliusi (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; DOBROLYUBOVA, KABAKOVITCH & SAYUTINA, p. 22-24, pl. I, fig. 1-3.
1972 Fasciculophyllum omaliusi (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; WEYER, p. 714, fig. 3.
? 1973 Proheterelasma edwardsianum (DE KONINCK) ; COTTON, p. 162.

Holotype : figuré par MILNE-EDWARDS & HAIME (1851, pl. V, fig. 3.) Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Carbonifère inférieur (Tournai, Belgique).

Matériel : 69 spécimens dont : 43 polypiers (IGR 35110 à 35152), carrières des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 16 polypiers (IGR 35295 à 35310), carrière de Quenon (Ille et Vilaine), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Quenon ; 5 polypiers (IGR 35699 à 35703), carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 1 polypier (IGR 35766), carrière de l'Hercenterie (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 4 polypiers (IGR 35595 à 35598), carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Diagnose (d'après CARRUTHERS 1908) : petits polypiers trochoïdes, légèrement courbes. Le calice est profond et à bord abrupt. La fossule cardinale est toujours sur le côté convexe. Les septes atteignent l'axe et sont disposés en quatre faisceaux, délimitant quatre fossules : cardinale, antipode, alaires. Les septes mineurs sont rudimentaires ou absents.

Caractères externes : polypiers trochoïdes courbes, dont le calice, encore occupé par le sédiment, n'est pas observable. L'apex est souvent mal conservé. La muraille externe est ornée de quelques bourrelets de croissance, peu marqués et de fines côtes longitudinales.

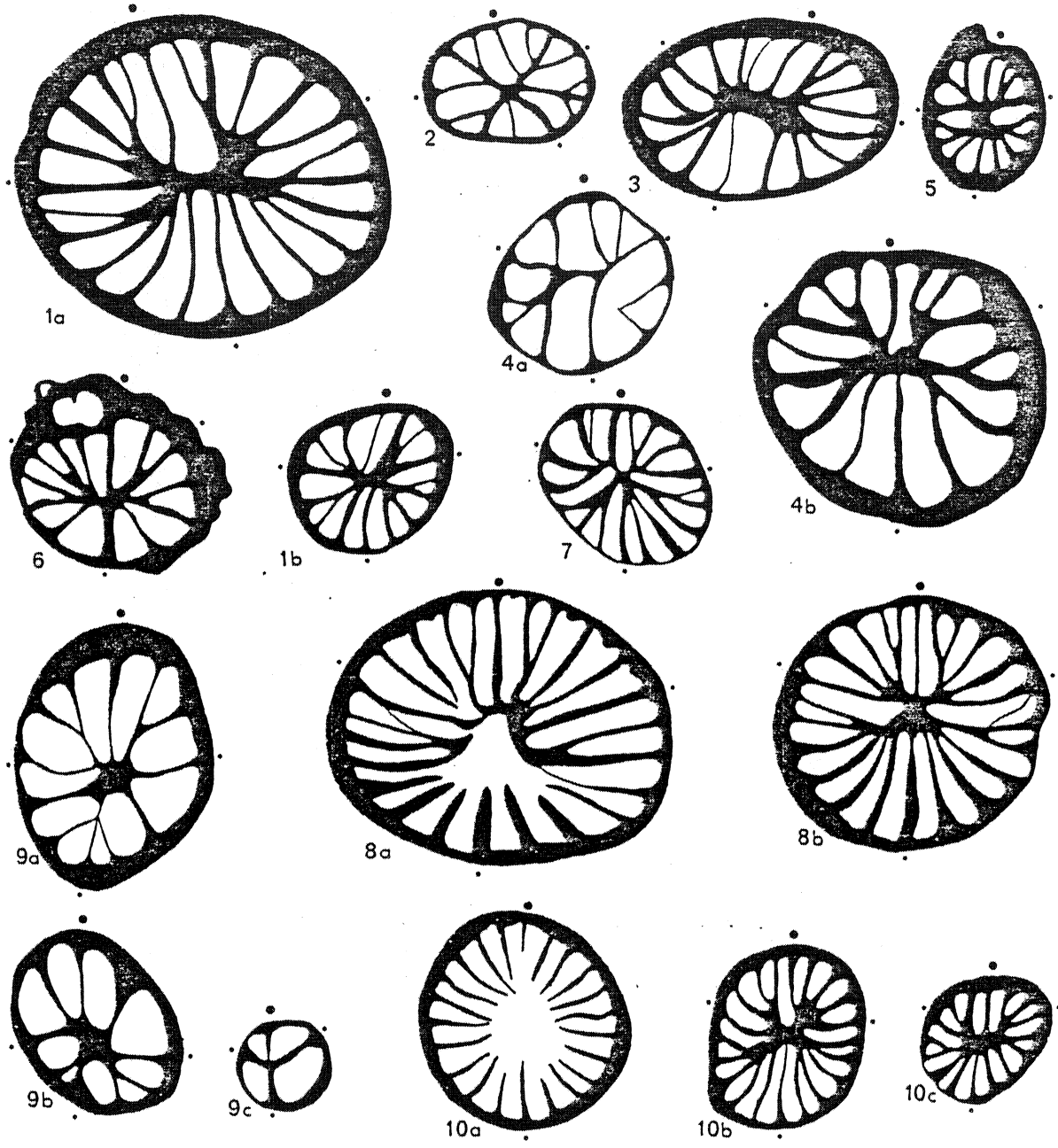


Fig. 17. - *Proheterelasma ? omaliusi* (MILNE-EDWARDS & HAIME), sections transversales schématiques.
1-3 : Les Rochers ; 4-8 : Quenon ; 9-10 : La Vionne. 1 a-b : IGR 35149 (x 8) ; 2 : IGR 35135 (x 8) ; 3 : IGR 35133 (x 8) ; 4 a-b : IGR 35300 (x 12) ; 5 : IGR 35297 (x 8) ; 6 : IGR 35304 (x 12) ; 7 : IGR 35295 (x 8) ; 8 a-b : IGR 35302 (x 8) ; 9 a-c: IGR 35701 (x 12) ; 10 a-c : IGR 35703 (x 4).
Le gros point indique la position du septe cardinal, les 3 petits des septes alaires et de l'antipode.

Coupes transversales : les septes atteignent l'axe et sont disposés en quatre faisceaux délimitant quatre fossules : la fossule cardinale (sur le grand côté de la courbure du polypier), la fossule antipode (diamétralement opposée) et deux fossules alaires (situées entre les deux précédentes). Les septes cardinal et antipode sont en contact avec l'un des bords de leur fossule respective. Les septes mineurs n'apparaissent que dans les stades distaux. L'épaisseur de la muraille externe atteint 0,5 mm ; elle est en arcature.

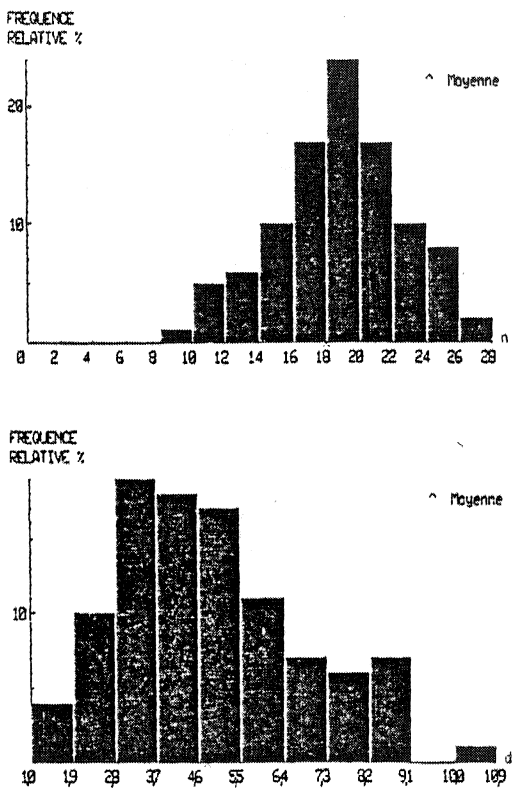


Fig. 18. - Histogramme de fréquence du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre des polypiers (d en mm) chez *Proheterelasma ? omaliusi* (MILNE-EDWARDS & HAIME).

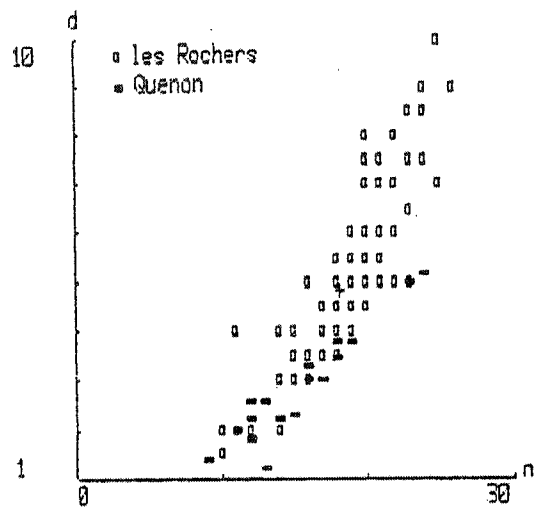


Fig. 19. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre de polypier (d en mm) chez *Proheterelasma ? omaliusi* (MILNE-EDWARDS & HAIME).

Coupes longitudinales : Les planchers sont espacés, distants de 0,5 à 2 mm, inclinés vers l'axe ou vers la muraille externe, parfois subhorizontaux.

Discussion : la plupart des auteurs récents (HUDSON 1942, HILL 1956, DOBROLYUBOVA & al. 1966, etc...) ont classé ce polypier dans le genre Fasciculophyllum THOMSON 1883 (espèce type : Fasciculophyllum dybowskii THOMSON). Le type est perdu, mais il est figuré par THOMSON (1883, pl. VI, fig. 23.). Cette section ne correspond pas à la morphologie de Proheterelasma (?) omaliusi. La figuration de Fasci-

culophyllum dybowskii montre une disposition radiaire des septes et un septe antipode très développé (qui le rapprocherait ainsi de Clavaphyllum eruca (Mc COY)), alors que la disposition des septes en quatre faisceaux chez Proheterelasma (?) omaliusi est caractéristique.

La variabilité morphologique au sein de cette espèce semble très grande, surtout aux stades jeunes. La disposition tétramère des septes est souvent peu distincte (fig. 17 : 2-4a-9). D'autres variations, plus ou moins importantes, peuvent apparaître. Ainsi, l'échantillon IGR 35701 (fig. 17 : 9a) de la Vionne (Viséen inférieur) présente deux septes périantipodes contratingents. Ce caractère s'observe également dans les stades avancés de Proheterelasma (?) thomsoni (HUDSON & FOX 1943, pl. IX, fig. 4a)(cette espèce est attribuée au genre Fasciculophyllum THOMSON par HUDSON & FOX (1943, p. 105), du Viséen supérieur du Yorkshire. L'épaisseur exagérée de la muraille externe de l'échantillon IGR 35297 (fig. 17 : 5) de Quenon rappelle ce que l'on a pour les stades jeunes de Plerophyllum tenuiseptatum KULLMAN (1966, pl. 40, fig. 1) du Namurien inférieur des Monts Cantabriques. On peut noter également le développement d'un dissépiment (?) sur le spécimen IGR 35304 (fig. 17 : 6) de Quenon.

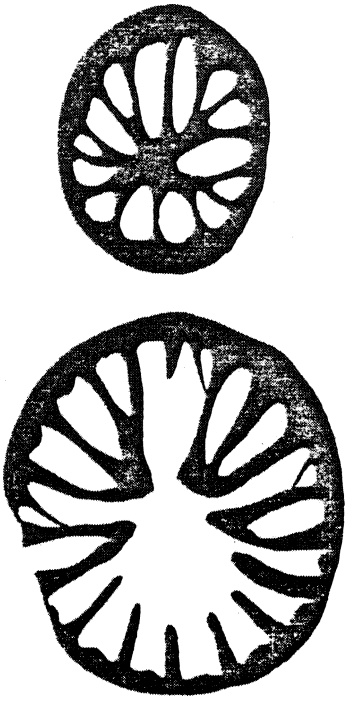


Fig. 20. - *Proheterelasma* (?) sp. Sections transversales schématiques (x 8), IGR 35698.

Proheterelasma (?) sp.
Fig. 20 ; pl. 1, fig. 9

Materiel : 1 spécimen (IGR 35698), la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Caractères externes : petit polypier trochoïde courbe, inclus dans la gangue calcaire.

Coupes transversales : les stades jeunes sont très semblables à Proheterelasma (?) omaliusi (MILNE-EDWARDS & HAIME) (fig. 20). Le stade le plus avancé est différent : le septe cardinal est court et la disposition des septes en quatre faisceaux est difficile à mettre en évidence. Des septes mineurs rudimentaires apparaissent surtout dans les quadrants antipodes, comme chez Rotiphyllum densum (CARRUTHERS) (voir infra). Etant donné la faible abondance du matériel, il n'est pas exclu que ce polypier représente une variation de Proheterelasma (?) omaliusi décrit précédemment.

Coupe longitudinale : non observée.

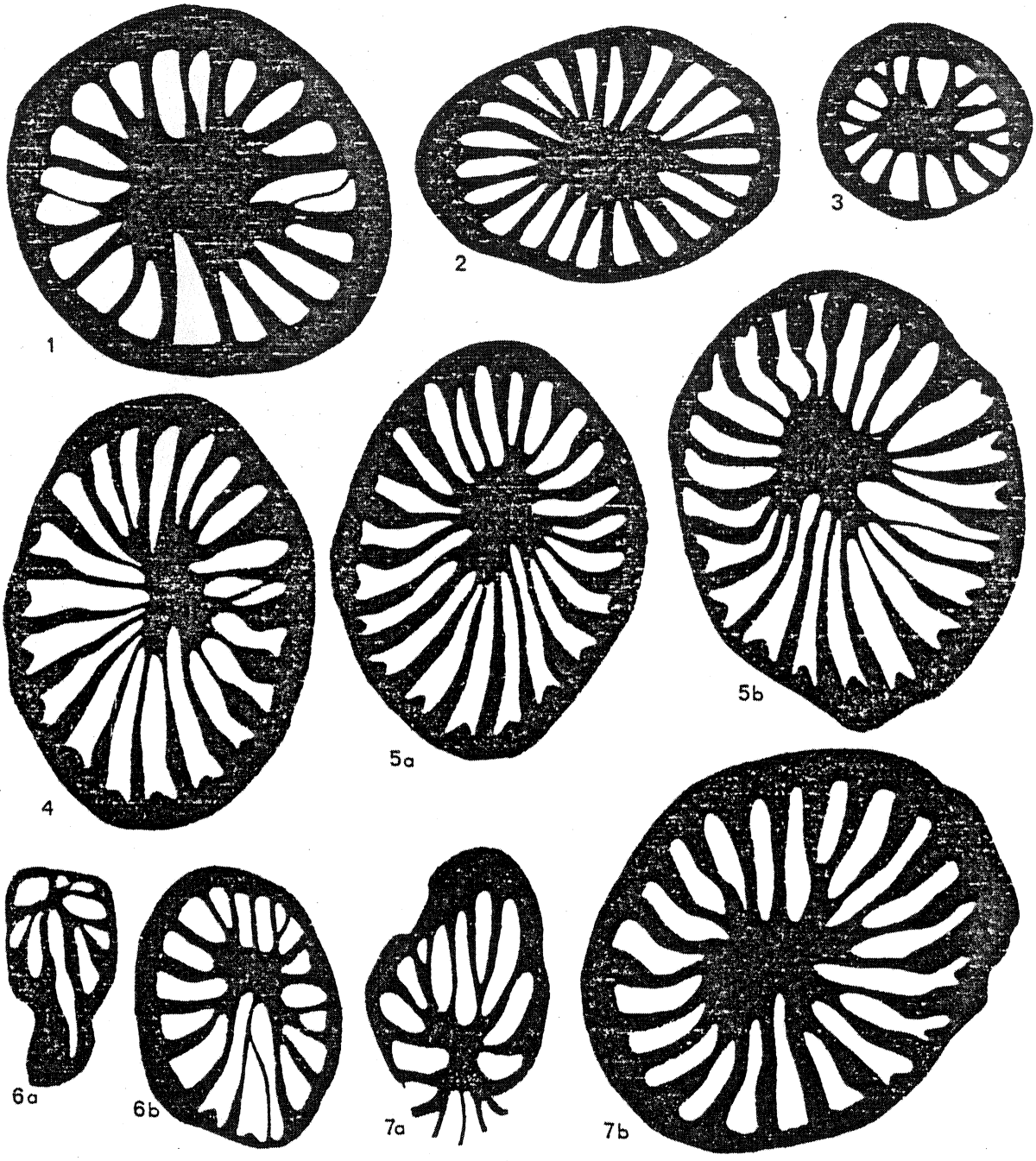


Fig. 21. - *Rotiphyllum densum* (CARRUTHERS), sections transversales schématiques. 1-3 : Les Rochers ; 4-7 : Quenon. 1 : IGR 35156 (x 8) ; 2 : IGR 35159 (x 8) ; 3 : IGR 35150 (x 8) ; 4 : IGR 35288 (x 8) ; 5 a-b : IGR 35281 (x 8) ; 6 a-b : IGR 35284 (x 8) ; 7 a-b : IGR 35287 (x 8).

Genre Rotiphyllum HUDSON 1942

Espèce type : Densiphyllum rushianum VAUGHAN (1908, p. 459), figuré par VAUGHAN (1906, pl. XXIX, fig. 6).

Diagnose : (voir HUDSON 1942, p. 257)

Remarques : (voir discussion supra, sur Proheterelasma COTTON 1973).

Rotiphyllum densum (CARRUTHERS 1908)
Fig. 21-22, pl. 1, fig. 6-7.

* 1908 Zaphrentis omaluisi var. densa CARRUTHERS, p. 29, pl. 4, fig. 7-8.
1943 Rotiphyllum cf. densum (CARRUTHERS) ; HUDSON & FOX, pl. IX, fig. 6 a-b.
1944 Rotiphyllum sp. cf. densum (CARRUTHERS) ; HUDSON, p. 358, pl. 57, fig. 6 a-b.

Holotype : figuré par CARRUTHERS (1908, pl. 4, fig. 7).

Matériel : 57 spécimens dont : 42 polypiers (IGR 35153 à 35194), carrières des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 15 polypiers (IGR 35278 à 35293), carrière de Quenon, Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Quenon.

Diagnose : (voir CARRUTHERS 1908, p. 29).

Caractères externes : polypiers trochoïdes, courbes dont le calice, comblé par le sédiment, n'est pas observable ; l'apex est souvent mal conservé ; la muraille externe est ornée de quelques bourrelets de croissance peu marqués et de fines côtes longitudinales.

Coupes transversales : les septes atteignent l'axe, et fusionnent avec lui pour former une structure axiale compacte, dont le diamètre varie du quart au tiers de celui du polypier. Les septes majeurs, épaissis à la base, s'affinent vers l'axe et s'épaississent à nouveau à leur extrémité pour former la structure axiale. Les septes mineurs, lorsqu'ils sont présents, sont courts et apparaissent surtout

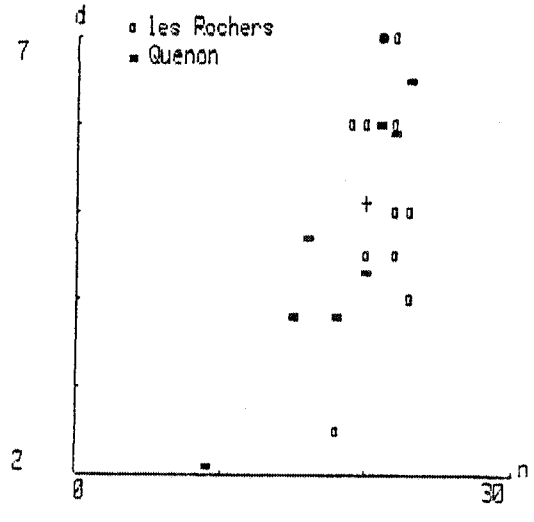


Fig. 22. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Rotiphyllum densum* (CARRUTHERS).

dans les quadrants antipodes. La muraille externe, festonnée, est épaisse de 1 à 2 mm.

Coupes longitudinales : les planchers sont espacés d'environ 1 mm et légèrement inclinés vers la muraille externe.

Discussion : Rotiphyllum densum (CARRUTHERS) se distingue des autres espèces du genre Rotiphyllum par ses septes beaucoup plus épais et sa structure axiale très dense. Il se rapproche de Proheterelasma (?) omaliusi (MILNE-EDWARDS & HAIME) par la disposition des septes en quatre faisceaux, reconnaissable sur certaines sections (fig. 21: 6b); CARRUTHERS (1908) considérait d'ailleurs qu'il s'agissait d'une variété de la dite espèce. Ce caractère n'est toutefois pas distinct dans les stades adultes. Les septes, épaissis à la base, et la structure axiale, très dense, différencient nettement les deux espèces.

Famille Hapsiphyllidae GRABAU 1928
Genre Zaphrentites HUDSON 1941

Espèce type : Zaphrentis parallela CARRUTHERS 1910.

Diagnose : voir HILL (1981, p. F316).

Zaphrentites (?) sp.
Fig. 23 ; pl. 1, fig. 8.

Matériel : un spécimen (IGR 35226), carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

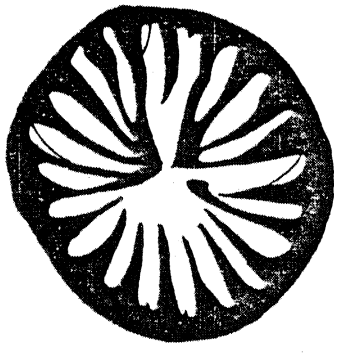


Fig. 23. - *Zaphrentites* ? sp. Section transversale schématique (x8), IGR 35226.

Caractères externes : petit polypier trochoïde courbe ; ni l'apex, ni le calice n'ont pu être observés. La muraille externe est ornée de quelques bourrelets de croissance et de fines côtes longitudinales.

Coupe transversale : la fossule cardinale est située sur le côté concave de la courbure du polypier. Le septe cardinal est court. Les septes majeurs des quadrants cardinaux ont une disposition pennée. Les septes s'amincissent puis s'épaississent vers l'axe, où ils peuvent se souder ; la muraille externe est épaisse.

Coupe longitudinale : non observée.

Discussion : ce polypier appartient à la famille Hapsiphyllidae GRABAU par sa fossule cardinale située sur le côté concave de la courbure du polypier. La rareté du matériel, rend délicate l'attribution spécifique et même générique de cet échantillon que l'on rapportera provisoirement à Zaphrentites (?) sp.

Famille Zaphrentoididae SCHINDEWOLF 1938
Genre Sychnoelasma LANG, SMITH & THOMAS 1940

1895 Verneuilia STUCKENBERG, p. 40, 194.
1940 Sychnoelasma LANG, SMITH & THOMAS, p. 128.
1960 Verneuilites VASSILJUK ,p. 46.

Espèce type : Verneuilia urbanowitschi STUCKENBERG 1895.

Diagnose : voir COTTON (1973, p. 203), FONTAINE (1980, p. 19).

Sychnoelasma koninckí (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851)
Fig. 24-25 ; pl. 1, fig. 10.

* 1851 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME, p. 331, pl. 5, fig. 5-5a.
1908 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; CARRUTHERS, p. 67, pl.5, fig. 1-4.
1910 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; SALEE, pl. 9, fig. 2 a-e.
1924-1931 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; TOLMACHEV, p. 384, pl. 18, fig. 16-17, pl. 22, fig. 7.
1928 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; MILON, p. 47.
1931 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; FOMICHEV, p. 16, pl. 1, fig. 4.
1931 Zaphrentis koninckí var. ovalis FOMICHEV, p. 18, text-fig. 4.
1938 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; GORSKY, p. 18, pl. 2, fig. 4.
1938 Zaphrentis koninckí var. magna GORSKY, p. 19, pl. 2, fig. 3.
1960 Zaphrentis koninckí MILNE-EDWARDS & HAIME ; SOSHKINA, p. 278, fig. 2.
1960 Verneuilites koninckí var. calmisia VASSILJUK, p. 48, pl. 12, fig. 2-2 c.
1962 Sychnoelasma koninckí (M.EDWARDS & HAIME) ; DOBROLYUBOVA & KABAKOVITCH, pl. 13, fig. 2.
1966 Sychnoelasma koninckí (M.EDWARDS & HAIME) ; DOBROLYUBOVA, KABAKOVITCH & SAYUTINA, p. 36-40, pl. 1, fig. 14-16.
1972 Sychnoelasma nov. sp. aff. koninckí (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; WEYER, pl. 2, fig. 1 a-d.
1984 Sychnoelasma koninckí (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; POTY & ONOPRIENKO, pl. 34, fig. 4.

Holotype : spécimen figuré par MILNE-EDWARDS & HAIME (1851, pl. 5, fig. 5-5 a.

Matériel : 3 spécimens (IGR 35275 à 35277), carrière de Quenon (Ille et Vilaine, Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Quenon ; 1 spécimen provenant également de Quenon figuré par WEYER (1972, pl. 2, fig. 1) (spécimen X 4164, Institut de Géologie de Berlin).

Caractères externes : non observés, les polypiers étant inclus dans la gangue calcaire.

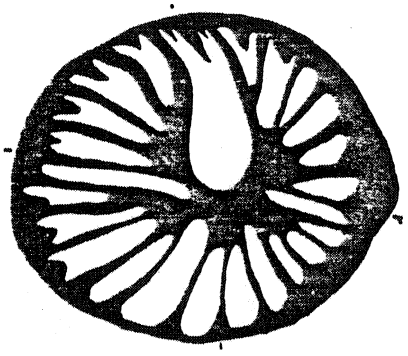


Fig. 24. - *Sychnoelasma konincki* (MILNE-EDWARDS & HAIME). Section transversale schématique (x 8), IGR 35276.

Coupes transversales : le septe cardinal est court ; la fossule cardinale est longue et atteint l'axe ; les fossules alaires sont distinctes. Les septes majeurs ont une disposition pennée dans les quadrants cardinaux ; ils sont épaissis à la base et s'amincissent vers l'axe. Les septes mineurs sont longs et épaissis ; ils fusionnent avec la base épaissies des septes majeurs : la muraille externe apparaît donc très épaisse (jusqu'à 1 mm).

Coupe longitudinale : non observée.

Discussion : ces polypiers présentent quelques différences avec Sychnoelasma konincki typique où le septe cardinal est long, en général, dans les stades jeunes. Les fossules alaires sont rarement distinctes. Par contre, chez les formes armoricaines, le septe cardinal est toujours court, sauf dans les stades très jeunes (cf. WEYER 1972, pl. II, fig. 1 a-c) ; les fossules alaires sont toujours distinctes ; ce dernier caractère rappelle Zaphrentoides griffithi (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851) du Viséen supérieur de Grande- Bretagne ou Ankhelasma typicum SANDO (1961) du Mississipien supérieur d'Amérique du Nord.

Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG 1895)
Fig. 25, pl. 1, fig. 11-13.

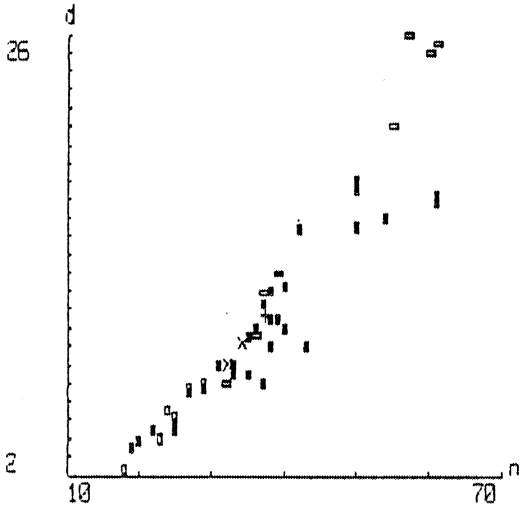
* 1895 Verneuilia urbanowitschi STUCKENBERG, p. 41-42, 194-195, pl.6, fig. 6.
1912 Zaphrentis koninckı forma kentensis GARWOOD, p. 561, pl. 49, fig. 4.
1930b Zaphrentis koninckı MILNE-EDWARDS & HAIME ; DELEPINE, p. 29, pl. 3, fig. 3-4.
1940 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; LANG, SMITH & THOMAS, p. 128.
1962 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; DOBROLYUBOVA & KABAKOVITCH, p. 323, pl. 13, fig. 1.
1973 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; COTTON, p. 204.
1976 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; SAYUTINA, p. 114, pl. I, fig. 1-7, pl. II, fig. 1-2.
1980 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; FONTAINE, p. 22-26, pl. I, fig. 1-6, pl. II, fig. 7-8.
1981 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; POTY, p. 19-20, fig. 9, pl. 3, fig. 1-9.
1986 Sychnoelasma urbanowitschi (STUCKENBERG) ; SOMERVILLE & al., p. 65, fig. 4 b-f, 5.

Holotype : spécimen figuré par STUCKENBERG (1895, pl. 6, fig. 6), Carbonifère inférieur, Oural, URSS.

Matériel : 23 spécimens dont : 12 polypiers (IGR 35311 à 35322), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 3 polypiers (IGR 35467 à 35469), tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne), V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5), Formation de Sablé ; 5 polypiers (IGR 35744 à 35748), carrière de la Butte à Berthe (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 1 polypier (IGR 35765), carrière A de l'Hercenterie (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 1 polypier (IGR 35772), carrière de la Ballastière (Sous-les-Rues, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 1 polypier (LM 15, collection de l'Université du Mans), carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), V1a probable (Viséen inférieur), Formation de Sablé.

Diagnose : voir FONTAINE (1980, p. 22)

Caractères externes : polypiers cératoïdes pouvant atteindre 26 mm de diamètre ; la muraille externe montre des stries et des bourrelets de croissance. Les calices n' ont pu être observés.



▫ *Sychnoelasma konincki* (Quenon)
▪ *Sychnoelasma urbanowitschi* (Montmartin)
▮ *Sychnoelasma urbanowitschi* (Fourneaux)
▬ *Sychnoelasma urbanowitschi* (Cruchonnière)
x *Sychnoelasma urbanowitschi* (Port-Etroit)

Fig. 25. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Sychnoelasma konincki* (MILNE-EDWARDS & HAIME) de Quenon et *Sychnoelasma urbanowitschi* (STUCKENBERG) du Massif Armoricain.

Coupes transversales : les septes majeurs, droits ou sinueux, sont au nombre de 36 à 38 en moyenne (61 au maximum) pour des diamètres moyens de 10 à 12 mm (26 mm au maximum). Les bords internes des septes majeurs sont fixés ou non à des planchers axiaux épaissis ou à la bordure de la fossule cardinale. Lorsqu'ils ne sont pas en connexion avec cette dernière, ils délimitent une zone axiale libre dont le diamètre peut atteindre le tiers du diamètre des polypiers. Les septes mineurs atteignent du quart à la moitié environ des septes majeurs. Les septes majeurs et mineurs sont jointifs à leur base et leur épaisseur décroît vers l'intérieur. La fossule cardinale, large et fermée, est limitée par les septes voisins du septe cardinal et, au centre et au delà, par des planchers épaissis. La fossule cardinale peut dépasser le centre du polypier ; elle se situe sur le côté convexe de la courbure du polypier. Le septe cardinal est court. Les dissépiments sont absents. La muraille externe épaisse d'environ 1 mm, est épaissie par la base, jointive, des septes.

Coupes longitudinales : les planchers sont le plus souvent complets, au nombre de 15 à 25 par centimètre de hauteur ; ils sont déprimés axialement, parfois plats, et inclinés à la périphérie, vers la muraille externe.

Discussion : POTY (1981, p. 98) a reconnu deux morphotypes pour Sychnoelasma urbanowitschi :

-Premier morphotype. Il est caractérisé par des septes majeurs s'étendant à proximité de l' axe et dont les bords internes sont fixés à la bordure de la fossule cardinale, ainsi que par des septes mineurs habituellement courts ou absents (FONTAINE 1980, pl. I, fig. 1-6, pl. II, fig. 7-8 ; POTY 1981, pl. III, fig. 1,4 et 7 ; dans ce travail, pl. 1, fig. 13). Les diamètres peuvent atteindre 24 mm.

-Second morphotype. Il est caractérisé par des septes mineurs longs et des septes majeurs courts ; au centre on distingue une zone libre dont le diamètre peut atteindre le tiers de celui du polypier (GARWOOD 1912, pl. XLIX, fig. 4 : Zaphrentis koninckı var. kentensis ; SOSHKINA & al. 1962, pl. XIII, fig. 1 a-b ; SAYUTINA 1976, pl. I, fig. 1-7, pl. II, fig. 1-2 ; POTY 1981, pl. III, fig. 2-3,5-6,8 ; dans ce travail, pl. 1, fig. 11-12). Les diamètres atteignent 36 mm.

Dans le Massif Armoricain, les deux morphotypes sont représentés. On remarque que le second morphotype atteind 26 mm de diamètre en Normandie (Formation de Régneville), alors que dans le Synclinorium de Laval le diamètre n'excède pas 15 mm. Quant au premier morphotype, il atteint 18 mm de diamètre (maximum) et cela dans le Synclinorium de Laval comme dans le Synclinal de Montmartin.

Sous-ordre Plerophyllina SOKOLOV 1960
Famille Lophophyllidiidae MOORE & JEFFORDS 1945

Remarque : on retiendra, contrairement à HILL (1981, p. F333), la famille Lophophyllidiidae MOORE & JEFFORDS 1945, plutôt que celle des Lophophyllidae GRABAU 1928. Le genre Lophophyllum MILNE-EDWARDS & HAIME 1850 (type de la deuxième famille) n'est pas suffisamment connu. Il y aurait lieu de réétudier les types de Lophophyllum koninckı MILNE-EDWARDS & HAIME 1850 et d'en établir une diagnose ainsi qu'une description précise. Peut-être ce genre ne présente-t-il aucun lien phylétique avec Lophophyllidium GRABAU 1928 ou Sinophyllum GRABAU 1928 ; en ce cas les deux familles ne sauraient être confondues.

Genre Lophophyllidium GRABAU 1928

Espèce type : Cyathaxonia prolifera Mc CHESNEY 1860, Carbonifère supérieur, Illinois, USA.

Diagnose : voir FEDOROWSKI (1974, p. 442).

Remarques : ce genre a été révisé par FEDOROWSKI (1974). De nombreux genres sont mis en synonymie et inclus dans Lophophyllidium, en particulier, Sinophyllum GRABAU, Malonophyllum OKULITCH & ALBRITTON, Stereostylus JEFFORDS, Agarikophyllum FOMICHEV, Khmerophyllum FONTAINE. POTY (1981) réhabilite le genre Sinophyllum par la présence

de dissépiments, qui le différencie de Lophophyllidium. GRABAU (1928) caractérise Sinophyllum par une pseudocolumelle formée par un épaississement excessif de la columelle originelle. HUANG (1932) et WANG (1947) après avoir étudié les morphotypes de Lophophyllidium proliferum (Mc CHESNEY) et comparé la structure de la pseudocolumelle avec celle de Sinophyllum pendulum (GRABAU), n'y ont vu aucune différence. Cependant, la figuration de l'espèce type Sinophyllum pendulum (GRABAU 1922, pl. I, fig. 15-16) montre une columelle à structure concentrique, alors que, chez Lophophyllidium proliferum, la columelle apparaît formée de lamelles radiaires. Ces deux caractères (structure de la columelle, présence ou absence de dissépiments) sont suffisants pour séparer les deux genres. Les échantillons du Massif Armoricain, dépourvus de dissépiments et à columelle formée de lamelles radiaires soudées, se rapprochent du genre Lophophyllidium.

Lophophyllidium (?) vannieri nov. sp.
Fig. 26-28 ; pl. 2, fig. 1-3.

Derivatio nominis : dédiée à Jean VANNIER, paléontologiste.

Holotype :spécimen IGR 35608. trois lames minces : deux transversales, une longitudinale.

Locus typicus : carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé : V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α).

Paratypes : ensemble des spécimens figurés IGR 35601, 35602, 35604, 35607, 35611.

Matériel : 82 spécimens (IGR 35600 à 35681), carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α),Formation de Sablé.

Diagnose : petits polypiers simples, cératoïdes. La columelle est grosse et arrondie (lamelle radiaires fusionnées). La fossule cardinale est bien marquée et le septe cardinal court. Les septes majeurs atteignent la columelle. Les planchers espacés, sont horizontaux, puis s'inclinent vers la columelle pour se redresser à son contact.

Caractères externes : polypiers cératoïdes dont l'apex et le calice sont inclus dans la gan-

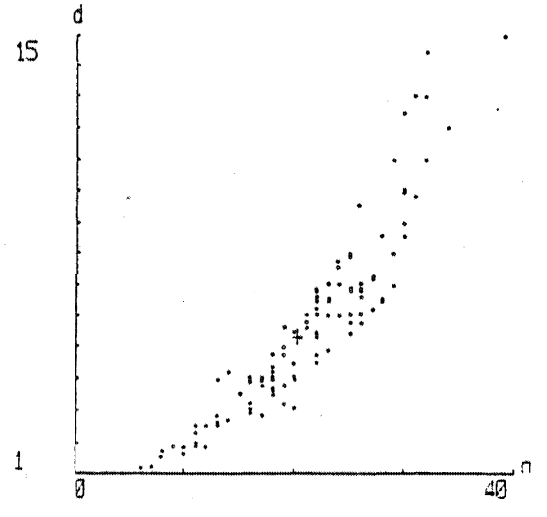


Fig. 26. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Lophophyllidium* (?) *vannieri* nov. sp.

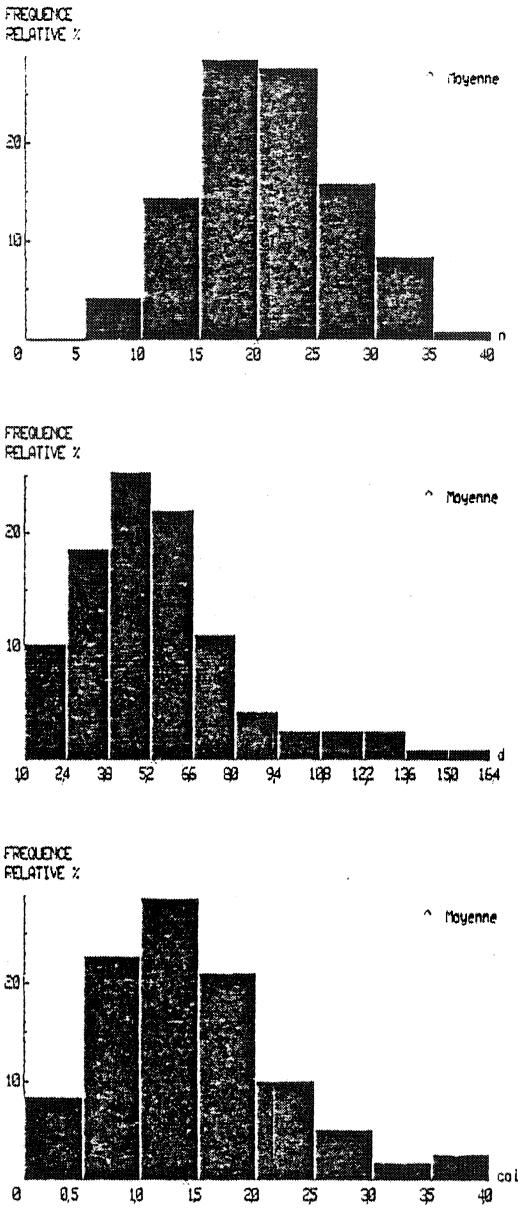


Fig. 27. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n) du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de la columelle chez *Lophophyllidium* (?) *vannieri* nov. sp.

gue, ou n'ont pas été conservés. La muraille externe présente de faibles bourrelets de croissance et des côtes longitudinales fines. Le diamètre atteint 15 mm au maximum.

Coupes transversales : la columelle, globuleuse et ronde, occupe environ la moitié du diamètre dans les stades jeunes, et entre le tiers et la moitié ou presque de ce diamètre dans les stades adultes. Elle est renflée du côté cardinal et s'aplatit au contact de la fossule cardinale; elle est souvent en connexion avec le septe antipode. Dans les stades distaux (calice), elle est beaucoup moins large et plus allongée dans le sens cardinal-antipode ; elle est formée de lamelles radiaires fusionnées. Les septes majeurs sont longs, épaissis (0,25 à 0,5 mm d'épaisseur) et en contact avec la columelle ; parfois ils s'amincissent vers celle-ci. Ils se raccourcissent dans les stades distaux, laissant un espace vide entre la columelle et l'extrémité des septes. On en compte une trentaine pour un diamètre de 10 mm. Les septes mineurs sont courts, parfois absents. Le septe cardinal est court et la fossule cardinale bien marquée et large.

Coupes longitudinales : les planchers sont horizontaux au départ de la muraille externe puis s'inclinent vers la columelle, contre laquelle ils peuvent se relever. Ils sont espacés, 5 ou 6 par centimètre de hauteur.

Discussion : POTY (1981, p. 19, pl. II, fig. 10) décrit Sinophyllum (?) sp. dans le Viséen supérieur de Belgique. Les coupes transversales de ce polypier présentent des similitudes avec les échantillons armoricains (en particulier le nombre de septes majeurs par rapport au diamètre comparable). Cependant, le développement de quelques dissépiments, sa structure axiale plus ovale, ses septes plus fins ne permettent pas de confondre le polypier belge avec Lophophyl-

lidium (?) vannieri nov. sp. La section longitudinale de Sinophyllum (?) sp. n'a malheureusement pu être observée par POTY ; la comparaison à ce niveau des deux formes aurait pourtant été intéressante. En effet, chez L. (?) vannieri, les planchers sont horizontaux à proximité de la muraille externe, puis s'inclinent vers la columelle, au contact de laquelle ils peuvent se relever. En revanche, chez les autres espèces du genre Lophophyllidium (et aussi du genre Sinophyl-

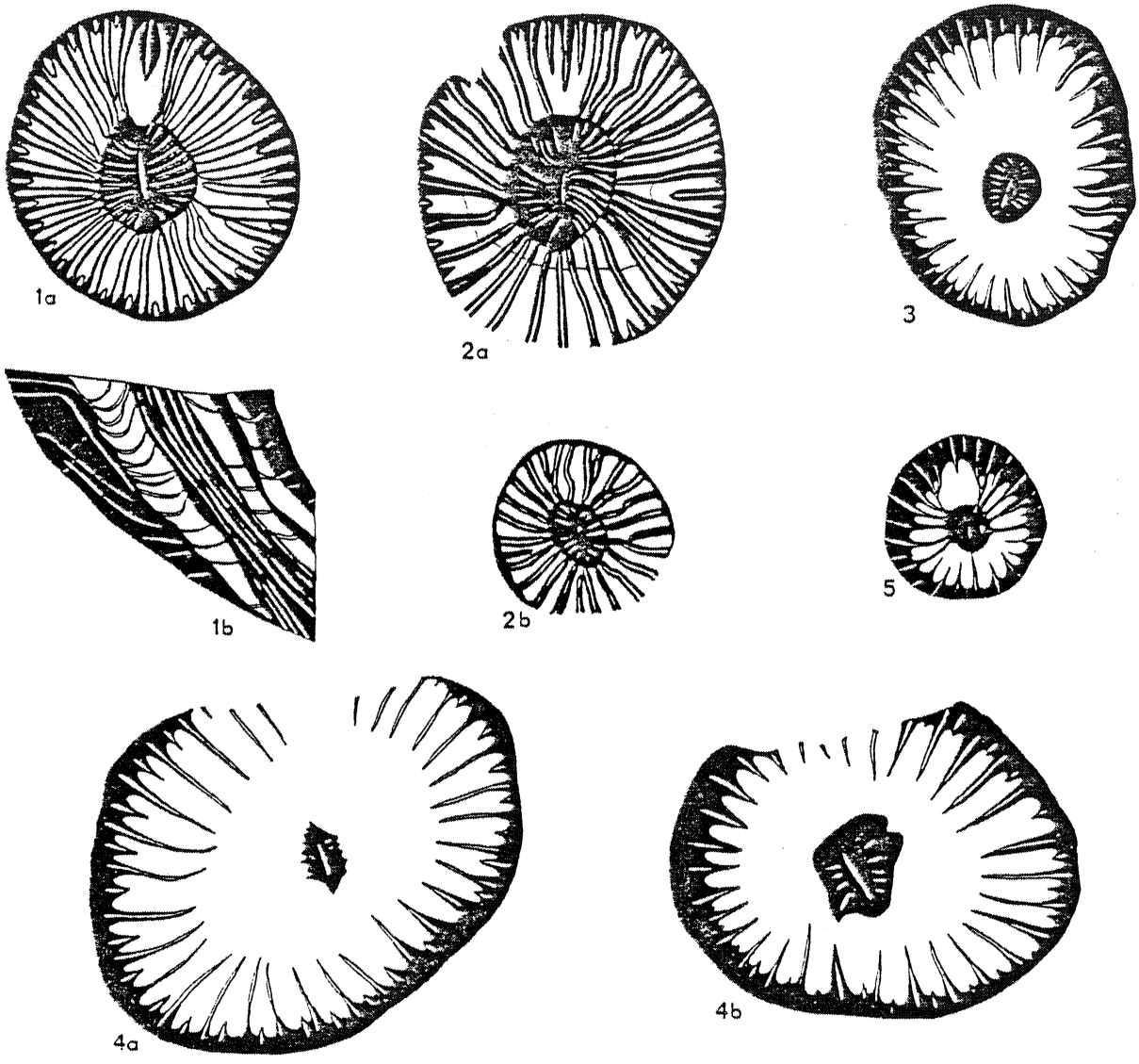


Fig. 28. - *Lophophyllidium* (?) *vannieri* nov. sp., coupes schématiques.
1 : Holotype IGR 35608 (x 3). a : section transversale, stade jeune ; b : section longitudinale. 2 : Paratype IGR 35611 (x 3). a, b : sections transversales, stades jeunes. 3 : Paratype IGR 35601 (x 3) ; section transversale, stade adulte dans le calice. 4 : Paratype IGR 35607 (x 3). a, b : sections transversales, stades adultes dans le calice. 5 : Paratype IGR 35602 (x 3) ; section transversale, stade jeune.

lum), les planchers s'inclinent vers la muraille externe à la périphérie du polypier, puis s'inclinent vers la columelle dans la zone axiale. D'autres caractères éloignent L. (?) vannieri du genre Lophophyllidium. Le principal est l'absence, chez L. (?) vannieri, d'un septe antipode renforcé relié à la columelle. Etant donné ces nombreuses différences L. (?) vannieri pourrait appartenir à un nouveau genre.

Le genre Rylstonia HUDSON & PLATT (1927), présente lui aussi une structure axiale volumineuse du type de L. (?) vannieri ; ceci vaut en particulier, pour Rylstonia stirtonensis HUDSON (1943, p. 135-141, pl. I-II), du Viséen inférieur de Grande-Bretagne, qui ne développe pas de dissépiments. Les planchers de Rylstonia stirtonensis sont toutefois très différents, et s'inclinent depuis la columelle en direction du marginarium, comme c'est le cas pour toutes les espèces appartenant au genre Rylstonia.

famille Hexalasmatidae SOKOLOV 1960

Diagnose (d'après SOKOLOV 1960, p. 42, modifiée) : polypiers solitaires, possédant six septes plus développés (protoseptes) qui se rejoignent dans la zone axiale. Les métaseptes peuvent être développés.

Discussion : HILL (1981, p. F320) met cette famille en synonymie avec la famille Polycoeliidae DE FROMENTEL (1861). Deux genres se détachent de cette dernière famille et appartiennent en fait à la famille Hexalasmatidae SOKOLOV, telle qu'elle a été définie précédemment (six protoseptes distincts). Ces deux genres sont :

- Hexalasma SOSHKINA 1928, qui compte trois espèces : H. primitivum SOSHKINA 1928 (l'espèce type), H. hexaseptatum (SOSHKINA 1941), toutes deux du Permien inférieur de l'Oural, H. protoseptatum SOKOLOV 1960 du Permien supérieur de l'Omolon (URSS).
- Pseudocryptophyllum EASTON 1944, représenté uniquement par l'espèce type P. cavum EASTON 1944 du Mississipien inférieur du Missouri (USA).

Le nouveau genre Nomingaephyllum à six protoseptes

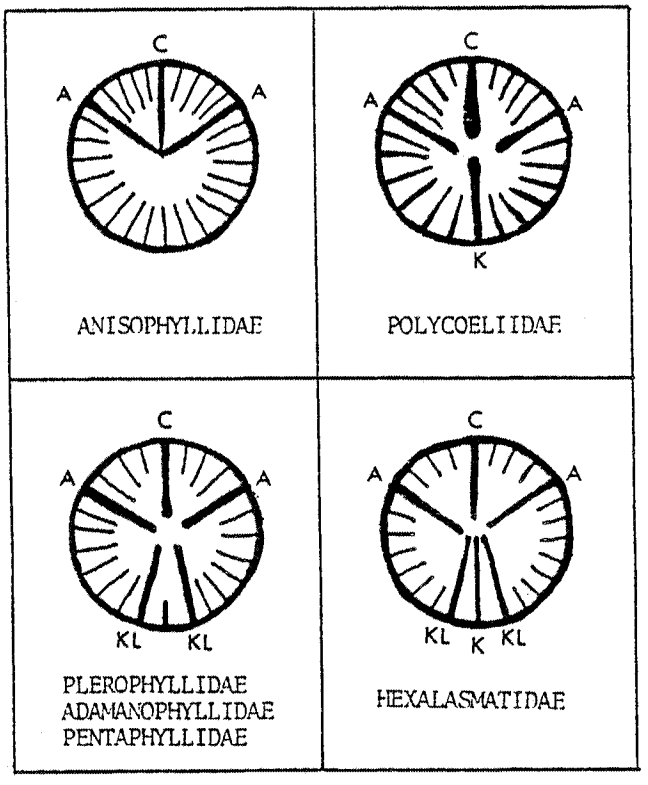


Fig. 29. - Sections transversales schématiques des différentes familles du sous-ordre Plerophyllina présentant : 3 (Anisophyllidae), 4 (Polycoeliidae), 5 (Plerophyllidae, Adamanophyllidae, Pentaphyllidae), 6 (Hexalasmatidae) protoseptes distincts des autres métaseptes. C : septe cardinal ; A : septe alaire ; K : septe antipode ; KL : septe périantipode.

distincts découvert dans le Massif Armoricain (France) peut également être rattaché à cette famille. De même que Pseudocryptophyllum, il est monospécifique, n'étant représenté que par l'espèce type : N. lardeuxi nov. sp.

La famille Polycoeliidae DE FROMENTEL présente, abstraction faite des trois genres précédemment cités, des polypiers possédant tous quatre septes distincts (protoseptes) : cardinal, deux alaires, antipode. Quant à la famille Anisophyllidae IWANOWSKY, elle ne contient que le genre Anisophyllum MILNE-EDWARDS & HAIME, à trois protoseptes : un cardinal et deux alaires. Enfin les familles Plerophyllidae KOKER, Adamanophyllidae VASSILJUK, Pentaphyllidae SCHINDEWOLF ont toutes des représentants à cinq protoseptes : un cardinal, deux alaires, deux périantipodes. La présence de six protoseptes distincts chez Hexalasma, Pseudocryptophyllum, Nominoephyllum justifie leur séparation de la famille Polycoeliidae et la réhabilitation de la famille Hexalasmatidae SOKOLOV (fig. 29).

Genre **Nominoephyllum** nov. gen.

Espèce type : Nominoephyllum lardeuxi nov. sp.

Derivatio nominis : de Nominoe roi de Bretagne (824-851).

Diagnose : polypiers solitaires ; les septes cardinal, antipode, alaires et périantipodes se distinguent des autres septes majeurs par leur longueur plus importante et leurs épaississements dans la zone axiale. Dans cette zone les six protoseptes sont sinueux et se moulent les uns contre les autres. Les métaseptes surtout, et les septes mineurs sont développés. Il n'y a ni dissépimentarium ni planchers.

Discussion : (fig. 30) aucun genre connu ne peut être caractérisé par un allongement aussi remarquable de ses six protoseptes. Ces derniers sont ici à ce point allongés que leurs extrémités se plient et se contournent les unes contre les autres pour remplir la zone axiale, sans réellement fusionner. Par contre, chez Hexalasma SOSHKINA 1928, les extrémités des six protoseptes se soudent dans la zone axiale des stades jeunes, et ont tendance à régresser vers la périphérie dans les stades distaux. Les métaseptes sont limités au niveau de la muraille externe. Le genre Pseudocryptophyllum EASTON 1944 est très semblable au précédent ; seuls les quadrants antipodes présentent des métaseptes.

Certains genres de la famille Polycoeliidae présentent quelques ressemblances avec ceux de la famille Hexalasmatidae ; c'est en particulier le cas pour le genre Kinkaidia EASTON 1945 qui présente quatre protoseptes distincts : un cardinal généralement court, deux alaires et un antipode soudés au centre. Certaines sections présentent deux périantipodes allongés (plus longs que les autres majeurs, plus courts que l'antipode et les deux alaires). Ce caractère tendrait à le rapprocher des genres Hexalasma et Pseudocryptophyllum. Le genre Pleophyllum LECOMPTE 1952 se rapproche davantage de Nominoephyllum nov. gen. En effet, ses quatre protoseptes sont très épaissis et remplissent la zone axiale, comme le font les six protoseptes de Nominoephyllum ; ils sont cependant plus rectilignes chez Pleophyllum. Les deux septes périantipodes restent toujours très

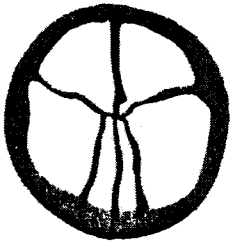
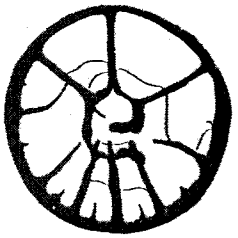
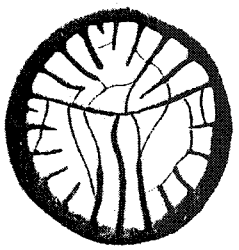
familles	HEXALASMATIDAE Sokolov 1960			POLYCOELIIDAE de Fromentel 1861	
genres	*HEXALASMA* Soshkina 1928	*PSEUDOCRYPTOPHYLLUM* Easton 1944	*NOMINOEPHYLLUM* nov.gen.	*PLEOPHYLLUM* Lecompte 1952	*KINKAIDIA* Easton 1945
sections transversales schématiques					
protoseptes (.nombre .caractéristiques)	6 se soudent au centre dans les stades jeunes;régressent vers la périphérie dans les stades adultes	6 se soudent au centre dans les stades jeunes;régressent vers la périphérie dans les stades adultes	6 sinueux et très épaissis dans la zone axiale et se moulent les uns les autres	4 très épaissis et se rejoignent dans la zone axiale	4 (C)raccourcis,2(A)et(K) soudés dans la zone axiale,(PK)parfois plus longs que les autres majeurs
métaseptes (septes majeurs)	absents (ou limités au niveau de la muraille)	absents dans les secteurs cardinaux réduits dans les secteurs périantipodes	nombreux,courts et épaissis	nombreux,courts et épaissis	nombreux,courts
septes mineurs	absents	réduits dans les secteurs antipodes et périantipodes (très courts)	même nombre que les majeurs,courts	peuvent apparaître au niveau de stéréozone	absents ou réduits
sections longitudinales schématiques					
planchers	présents dans les stades adultes,bombés au niveau de l'axe	fortement bombés avec une légère dépression axiale	absents	absents	légèrement bombés
distribution géographique	Oural Nord,Timor,Nord-Est de l'URSS(Asie)	Amérique du Nord(Missouri) et ?Oural Nord	Synclinorium de Laval (Massif Armoricain-France)	Allemagne et ?Nord-Est de l'URSS(Asie)	Amérique du Nord(Illinois, Arkansas)
répartition stratigraphique	Permien	Mississipien inférieur et ?Permien inférieur	Viséen inférieur (Cf4α)	Viséen et ?Permien supérieur	Chestérien(Mississipien supérieur)
espèce type	*Hexalasma primitivum* Soshkina 1928	*Pseudocryptophyllum cavum* Easton 1944	*Nominoephyllum lardeuxi* nov.sp.	*Polycoelia(Weissermelia) compacta* Schindewolf 1942	*Kinkaidia trigonalis* Easton 1945

Fig. 30. - Tableau comparatif de cinq genres des familles Hexalasmatidae SOKOLOV 1960 et Polyceoliidae DE FROMENTEL 1861: *Hexalasma*, *Pseudocryptophyllum*, *Nominoephyllum* (Hexalasmatidae), *Pleophyllum*, *Kinkaidia* (Polycoeliidae). Réalisé d'après les auteurs de ces différents genres et HILL (1981).

courts. Chez ces deux genres, le développement exagéré des protoseptes (4 ou 6) entraîne l'absence de planchers. Le genre Rhopalolasma HUDSON 1936 (mis en synonymie avec Ufimia STUCKENBERG par HILL (1981, p. F327) et classer dans la famille Plerophyllidae) peut présenter des protoseptes très rhopaloïdes remplissant la zone axiale comme Nominoephyllum. Cependant, les septes cardinal et antipode, chez Rhopalolasma sont généralement peu développés et, lorsqu'ils sont longs, rarement rhopaloïdes. Certains métaseptes peuvent également contribuer au remplissage de la zone axiale (HUDSON 1936, pl. IV, fig. 1 c-d, 2 c-e : R. tachyblastum ; pl. IV, fig. 3 b-c, 4 c-d : R. symplecta), et ceci n'a jamais été observé chez Nominoephyllum

Le développement des six protoseptes chez l'adulte des genres Hexalasma, Pseudocryptophyllum et surtout Nominoephyllum, où ce développement est très poussé, semble être une preuve supplémentaire du plan à six protoseptes chez les Rugosa, qui n'en demeurent pas moins des Tétracoralliaires dans la mesure où les métaseptes n'apparaissent que dans quatre des six secteurs délimités par les protoseptes.

Actuellement, seule l'espèce type Nominoephyllum lardeuxi nov. sp. appartient à ce genre.

Nominoephyllum lardeuxi nov. sp.
Fig. 31 ; pl. 3, fig. 5-6.

Derivatio nominis : dédiée à Hubert LARDEUX, Professeur à l'Université de Rennes.

Holotype : spécimen IGR 35682 : quatre lames minces : trois transversales et une longitudinale.

Locus typicus : carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé : V1a (Viséen inférieur, zone Cf4α).

Paratype : spécimen IGR35683.

Matériel : 10 spécimens (IGR 35682 à 35691), carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Diagnose : identique à celle du genre, avec des diamètres de 7 à 15 mm et de 23 à 35 septes majeurs.

Caractères externes : polypiers cératoïdes, parfois cylindroïdes, inclus dans leurs gangues calcaires ; calice, apex, muraille externe non observables.

Coupes transversales : les six protoseptes, le cardinal, les deux alaires, l'antipode, les deux périantipodes, très longs, s'épaissent dans la zone axiale. Ils sont extrêmement allongés au point que leurs extrémités se plient et se moulent les unes contre les autres, remplissant la zone axiale. Les métaseptes, épaissis, atteignent la moitié du diamètre du polypier. On compte environ 30 septes majeurs

moitié du diamètre du polypier. On compte environ 30 septes majeurs (protoseptes et métaseptes) pour 10 mm de diamètre. Les septes mineurs, lorsqu'ils sont développés, surtout dans les stades adultes sont courts. La muraille externe est fine et simple.

Coupes longitudinales : Le développement important des six protoseptes semble inhiber le développement des planchers.

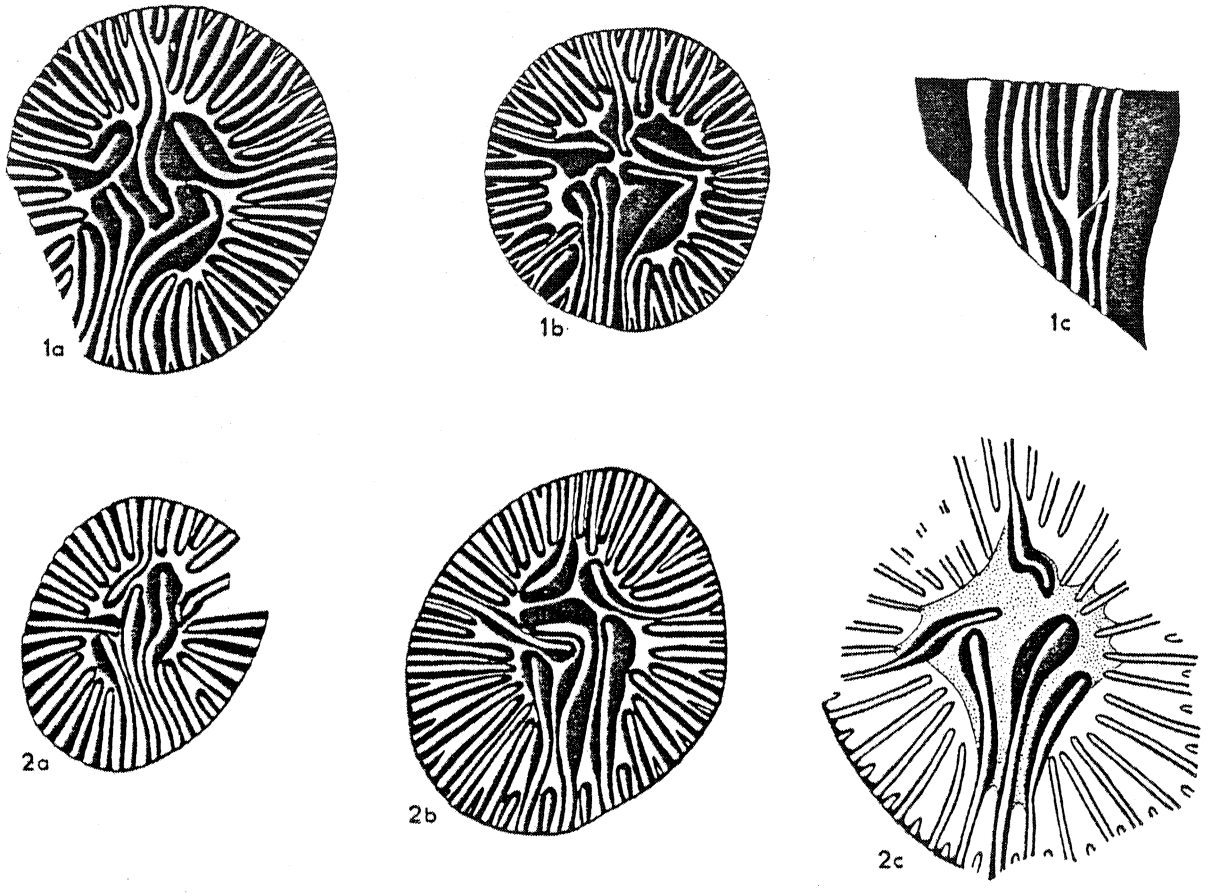


Fig. 31. - *Nominoephyllum lardeuxi* nov. sp., coupes schématiques (x 3).
1 : Holotype IGR 35682. a, b : sections transversales ; c : section longitudinale.
2 : Paratype IGR 35683. a, b, c : sections transversales.

Discussion : (voir celle du genre) Nominoephyllum lardeuxi nov. sp. et Hexalasma hexaseptatum (SOSHKINA 1941) sont les deux seules espèces de la famille Hexalasmatidae à présenter des métaseptes majeurs développés ; ces derniers n'apparaissent toutefois, chez H. hexaseptatum, que dans les quadrants antipodes, alors qu' ils sont développés sur l'ensemble de la section chez N. lardeuxi. Quant aux autres espèces (Hexalasma primitivum SOSHKINA, H. protoseptatum SOKOLOV, Pseudocryptophyllum cavum EASTON) les métaseptes y sont absents ou rudimentaires. SOKOLOV (1960, p. 56) rapproche Astrocyathus incisus et A. compressus, décrites par LUDWIG (1866) dans le Zechstein

inférieur de Thuringe, de Hexalasma. Cependant, les métaseptes et les septes mineurs de ces deux espèces sont bien développés, ce qui les rapprocherait de Nominoephyllum lardeuxi nov. sp.

Sous-ordre Caniniina WANG 1950
Famille Cyathopsidae DYBOWSKI 1873
Genre Caninia MICHELIN in GERVAIS 1840

Espèce type : Caninia cornucopiae MICHELIN in GERVAIS (1840, p. 485) ; MICHELIN (1847, p. 256, pl. LIX, fig. 5), Carbonifère inférieur de Sablé (Sarthe, France) et de Tournai (Belgique).

Caninia cornucopiae MICHELIN in GERVAIS 1840
Fig. 32 ; pl. 4, fig. 1.

* 1840 Caninia cornucopiae MICHELIN in GERVAIS, p. 485.
1847 Caninia cornucopiae MICHELIN, p. 256, pl. 59, fig. 5.
1908 Caninia cornucopiae MICHELIN ; CARRUTHERS, p. 159, Fig. E, F, pl. VI, fig. 1, 1 a-k, 2, 2 a-d, 3, 4.
1910 Caninia cornucopiae MICHELIN ; SALEE, p. 20, pl. I, fig. 1a-d, 2 a-b, 3 a-d, 4 a-g.
1910 Caninia cornucopiae var. vesicularis SALEE, p. 20, pl. I, fig. 5 a-k.
1939 Caninia cornucopiae MICHELIN ; HILL, p.106.
1974 Caninia cornucopiae MICHELIN ; SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, p. 174, fig. 66, pl. 44, fig. 5-7, pl. 75, fig. 2.
1981 Caninia cornucopiae MICHELIN ; POTY, p. 52, pl. XXIV, fig. 5.

Pour une synonymie plus complète se reporter à CARRUTHERS (1908, p. 159), SALEE (1910, p. 7 et 20), POTY (1981, p. 52).

Holotype : détruit pendant la deuxième guerre mondiale à Caen.

Matériel : un fragment de polypier LM 14, carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), V1a (Viséen inférieur, zone Cf4α), Collection de l'Université du Mans (Sarthe), une lame mince, section transversale.

Diagnose : voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, p. 174).

Remarques : la section transversale de l' échantillon LM 14 a été pratiquée dans le stade adulte. Elle atteint 22 mm de diamètre. Les septes majeurs sont droits ou sinueux. La zone axiale est libre. Le septe cardinal est court et le septe antipode non individualisé. La fossule cardinale est distincte. Il n'y a pas de septes mineurs. On compte une, deux ou trois rangées de dissépiments simples.

Caninia aff. cornucopiae MICHELIN in GERVAIS 1840
Fig. 32 ; pl. 4, fig. 2-4.

Matériel : 11 polypiers fragmentaires (IGR 35215 à 35225), carrière 8 des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

Caractères externes : polypiers cylindroïdes de 15 à 18 mm de diamètre maximum. Le calice et l'apex ne sont pas conservés. La muraille externe présente des côtes longitudinales fines, des stries et des bourrelets de croissance.

Coupes transversales : dans les stades jeunes, les septes majeurs, très épaissis à la base, sont courts et droits. Le diamètre de la zone axiale libre équivaut à environ la moitié de celui du polypier. Les septes mineurs, lorsqu'ils sont présents sont longs et peuvent être contratingents. Il n'y a pas de dissépiments. La muraille externe est épaissie.

Dans les stades adultes, les septes majeurs sont courts, droits et épaissis à la base. Les septes mineurs sont longs et rarement contratingents. On compte une rangée de dissépiments transeptaux de premier ordre ; ceux-ci ne sont pas toujours développés sur l'ensemble de la périphérie de chaque section.

Coupes longitudinales : les planchers plats ou parfois concaves, s'inclinent à la périphérie vers le dissépimentarium ; de rares dissépiments allongés apparaissent.

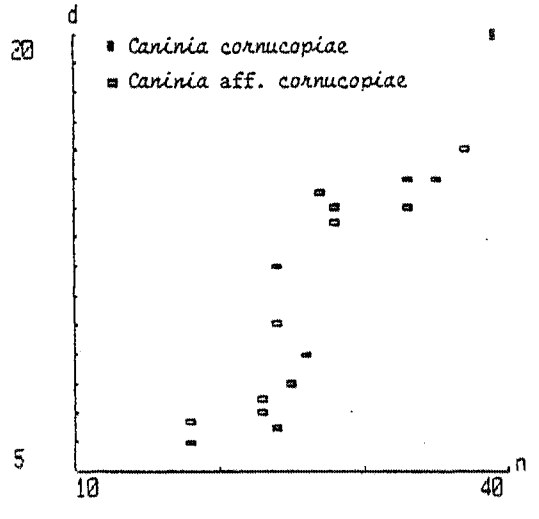


Fig. 32. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Canina cornucopiae* MICHELIN de Port-Etroit (Sarthe) et chez *Canina* aff. *cornucopiae* MICHELIN des Rochers (Mayenne).

Discussion : par ses dimensions et le nombre de ses septes C. aff. cornucopiae MICHELIN se rapproche de C. cornucopiae MICHELIN. Les dissépiments, lorsqu'ils sont présents (stades adultes), sont transeptaux et principalement de premier ordre, alors que, chez C. cornucopiae, ils sont le plus souvent simples, rarement transeptaux, sauf pour un spécimen figuré par POTY (1981, pl. XXIV, fig. 5), qui voit dans ce développement de tels dissépiments transeptaux une déformation pathologique. Les dissépiments transeptaux s'observent également chez C. cornucopiae var. vesicularis SALEE (SALEE, 1910, pl. I, fig. 5 c-d). Les septes majeurs sont, toutes proportions gardées, plus courts chez C. aff. cornucopiae. Par contre, les septes mineurs sont souvent présents et plus longs chez cette dernière espèce, et peuvent même être contratingents. Chez C. cornucopiae, ils font souvent défaut. Les sections ne possédant pas de dissépiments pourraient être confondues avec les représentants du genre Amplexus SOWERBY (sous-ordre Stauriina, supra p. 26-27, pl. 1, fig. 1 a-b). Elles en diffèrent néanmoins par des septes majeurs légèrement plus longs, la présence de septes mineurs souvent longs et une muraille externe plus épaisse.

Genre Siphonophyllia SCOULER in Mc COY 1844

Espèce type : Siphonophyllia cylindrica SCOULER in GRIFFITH (1842, p. 9), SCOULER in Mc COY (1844, p. 187, pl. 27, fig. 5), Carbonifère inférieur, Ardsallagh, Drumquin (Irlande).

Diagnose : grand polypier solitaire cylindroïde. Les septes majeurs, nombreux, n'atteignent pas l'axe et sont souvent épaissis dans les quadrants cardinaux du tabularium. Les septes mineurs sont le plus souvent interrompus dans le dissépimentarium par des dissépiments transeptaux, entrainant parfois leur disparition. La fossule cardinale, bien marquée, présente un septe cardinal court. Le dissépimentarium, généralement large, est constitué, le plus souvent, de dissépiments transeptaux. Les planchers sont généralement horizontaux et complets dans la partie centrale, qui est large ; ils sont inclinés ou incurvés et incomplets dans leur partie périphérique.

Syphonophyllia cylindrica SCOULER in Mc COY 1844
Fig. 33, 37, 38 ; pl. 4, fig. 5-6, pl. 5, fig. 1-2.

1842 Siphonophyllia cylindrica SCOULER in GRIFFITH, p. 9, nomen nudum.
* 1844 Siphonophyllia cylindrica SCOULER in Mc COY, p. 187, pl. 27, fig. 5.
1850 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; D'ORBIGNY, p. 158.
1851 Zaphrentis cylindrica (SCOULER) ; MILNE-EDWARDS & HAIME, p. 139.
1851 Caninia gigantea MICHELIN ; Mc COY p. 89.
1852 Zaphrentis cylindrica (SCOULER) ; MILNE-EDWARDS & HAIME, p. 171, pl. 35, fig. 1, 1 a, 1 b.
1860 Zaphrentis cylindrica (SCOULER) ; MILNE-EDWARDS, p. 345.
1872 Zaphrentis cylindrica (SCOULER) ; DE KONINCK, p. 84, pl. 7, fig. 5, pl. 8, fig. 1, pl. 15, fig. 1.
1872 Zaphrentis balluta DE KONINCK, p. 86, pl. 7, fig. 6.
1880 Zaphrentis cylindrica (SCOULER) ; ROEMER, p. 362.
1905 Caninia cylindrica (SCOULER) ; VAUGHAN, p. 272.
1905 Caninia cylindrica mut. α VAUGHAN, p. 273, pl. 3, fig. 1.
1910 Caninia cylindrica mut. γ VAUGHAN ; GROBER, p. 43, pl. 2, fig. 1.
1910 Caninia cylindrica mut.C2 GROBER, p. 43, pl. 2, fig. 3.
1910 Caninia cylindrica (SCOULER) ; SALEE, p. 27, pl. 2, fig. 1-7, pl. 3, fig. 1-3, pl. 4, fig. 1-5, pl. 5, fig. 1-2.
1911a Caninia cylindrica (SCOULER) ; VAUGHAN, p. 376, pl. 31, fig. 1.
1915 Caninia cylindrica mut.Z VAUGHAN, p. 38, pl. 3, fig. 3, pl.4, fig. 11.
1915 Caninia cylindrica mut. δ VAUGHAN, p. 38, pl. 4, fig. 4.
1925 Paleocaninia cylindrica (SCOULER) ; LISSITZIN, p. 56.
1927a Caninia cylindrica (SCOULER) ; LEWIS, p. 374, pl. 16, fig. 1 a-b.
1930a Caninia cylindrica (SCOULER) ; DELEPINE, p. 5, pl. I, fig. 4.
1931 Caninia cylindrica (SCOULER) ; FOMICHEV, p. 28-30, pl. 2, fig. 1.

1932 Caninia cylindrica (SCOULER) ; GORSKY partim, p. 16, pl. 3, fig. 4.
1938 Caninia cylindrica (SCOULER) ; VOLKOVA partim, p. 17, pl. 4, fig. 1.
1938 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; HILL, p. 11.
1956 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; HILL, p. F292, fig. 199-1.
1966 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; DOBROLYUBOVA & al., p.111, pl. 18, fig. 1-3, pl. 19, fig. 1.
1979a Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; ONOPRIENKO, p. 23, pl. 3, fig. 3-4, pl. 5, fig. 4.
1981 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; HILL, p. F344, fig. 226-1 a-b.
1982 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; CONIL & al., pl. 5, fig.2.
1984 Siphonophyllia cylindrica SCOULER ; POTY & ONOPRIENKO, p. 208, pl. 32, fig. 6, pl. 33, fig. 1,2,8, pl. 34, fig. 3.

Holotype : spécimen 80-1925, (collection GRIFFITH, Muséum d'Histoire Naturelle de Dublin (Irlande), Carbonifère inférieur, Ardsallagh, Drumquin (Irlande) ; spécimen unique figuré par Mc COY (1844, pl. 27, fig. 5), puis par LEWIS (1927a, pl. 16, fig. 1 a-b), HILL (1956, fig. 199-1), HILL (1981, fig. 226-1 a-b).

Matériel : 17 échantillons dont : 9 polypiers (IGR 35000 à 35008), carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne), dans les bancs de base, Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 1 polypier (IGR 35368), carrière des Gravus (Louverné, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 4 polypiers (IGR 35739 à 35742), carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne), Tn3c ou V1a (Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur), Formation de Laval, "faciès waulsortien" (Collection MILON) ; 1 polypier (NAN 1, collection Musée d'Histoire Naturelle de Nantes),carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, Formation de Sablé.

Diagnose (d'après SALEE 1910) : Siphonophyllia cylindroïde de grande taille (atteignant 70 mm de diamètre) ; les septes majeurs, généralement discontinus dans le dissépimentarium, s'épaississent dans les quadrants cardinaux du tabularium ; les septes mineurs, eux mêmes discontinus dans le dissépimentarium, pénètrent à peine dans le tabularium. La fossule cardinale est bien marquée. Les dissépiments sont transeptaux de premier ordre. Les planchers sont espacés.

Caractères externes : polypiers cératoïdes, rarement cylindroïdes, présentant parfois de fortes géniculations. Ils atteignent 10 à 15 cm de hauteur et 50 mm de diamètre au maximum (30 à 35 mm en moyenne). Le calice et l'apex ne sont pas conservés. La muraille externe montre des bourrelets de croissance et de fines côtes longitudinales.

Coupes transversales : les septes sont épaissis dans le tabularium et leurs bases sont jointives. On dénombre environ 50 à 60 septes majeurs pour des diamètres variant de 35 à 45 mm. Les septes mineurs pénètrent à peine dans le tabularium. Le dissépimentarium ne dépasse pas le tiers du rayon du polypier. Les dissépiments sont transeptaux de premier ordre dans la quasi-totalité du dissépimentarium. Certains spécimens présentent une rangée de dissépiments simples dans la zone

interne ; d'autres développent des dissépiments simples et transeptaux de second ordre dans l'ensemble du dissépimentarium, rappelant en cela Siphonophyllia herculina (DE KONINCK 1872). La fossule cardinale est généralement bien marquée.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont subverticaux dans la zone interne. Les planchers, espacés (4 à 5 par centimètre de hauteur), plats et complets, s'abaissent à l'approche du dissépimentarium.

Discussion : la forme armoricaine de Siphonophyllia cylindrica diffère de la forme typique par un diamètre plus faible et une forme générale plus trapue, rarement cylindroïde (l'apex n'est pas conservé); Les septes sont épaissis dans tout le tabularium comme chez Siphonophyllia hasteriensis (SALEE 1913a). Cependant, les épaississements septaux de cette dernière espèce sont limités aux quadrants cardinaux (SALEE 1913a, p. 43, pl. A, fig. 1-2). Les septes mineurs des spécimens armoricains sont plus développés que chez S. cylindrica. Cette morphologie découle assurément de facteurs écologiques particuliers au Synclinorium de Laval (voir VUILLEMIN 1985, p. 45 et, ici même, le chapitre "Paléoécologie"). Certains individus se rapprochent de Zaphrentis herculina DE KONINCK 1872 (=Siphonophyllia herculina) par ses dissépiments simples et rarement transeptaux de premier ordre. SALEE (1910, p. 37, pl. V, fig. 2) considère cette espèce comme une variété de Siphonophyllia cylindrica. Ce même auteur place Caninia gigantea MICHELIN 1843 dans la synonymie de S. cylindrica. L'étude des types de C. gigantea (VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1987) a montré que ces deux espèces ne peuvent être confondues (voir description et discussion des espèces suivantes).

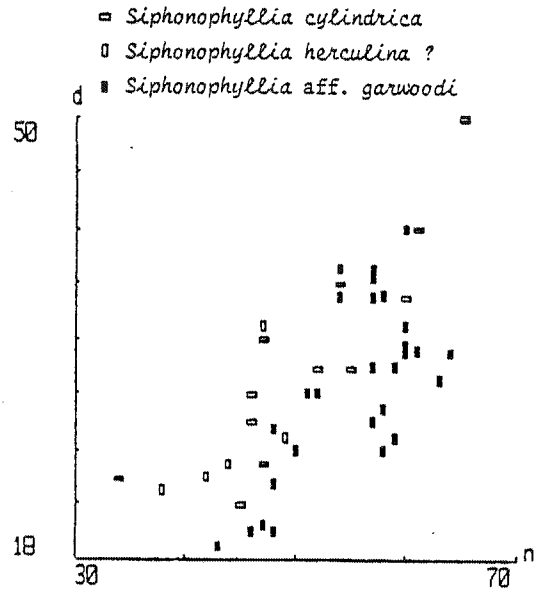


Fig. 33. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Siphonophyllia cylindrica* SCOULER et *S. aff. garwoodi* RAMSBOTTON & MITCHELL.

Siphonophyllia aff. garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980
Fig. 33, 37, 38 ; pl. 6, fig. 1, pl. 7, fig. 3-4, pl. 8, fig. 2-4, pl. 9, fig. 7.

v.1843 Caninia gigantea MICHELIN partim, p. 81, pl. 16, fig. 1 a, c.
? 1927a Caninia sp. LEWIS, p. 377, pl. 16, fig. 3 a-b.
? 1986 Siphonophyllia garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL ; SOMERVILLE & al., p. 68, fig. 6a-c.

1987 Siphonophyllia aff. garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL ; VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, sous presse.

Holotype : Siphonophyllia garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980, spécimen GSM 64028, Arnside Shore, Arundian. Institute of Geological Sciences, Leeds. Figuré par GARWOOD (1916, pl. 14, fig. 5) et ici pl. 8, fig. 1.

Matériel : 24 spécimens dont : 8 polypiers (IGR 35369 à 35376), carrière du Pin (Préaux, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 8 polypiers (IGR 35377 à 35384), carrière de l'Aiguillonnière (Bouessay, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 2 polypiers (IGR 35323 et 35324), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 5 polypiers (IPM.S.11460, 11461, 11464, 11466, 11469, collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris), carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, Formation de Sablé ; 1 polypier (IGR 35599), carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Caractères externes : fragments de polypiers de 15 à 20 cm de longueur et de 30 à 40 mm de diamètre, cylindroïdes et légèrement courbes. L'apex n'est pas conservé. Deux échantillons (IPM.S11460, 11461, collection MICHELIN) présentent un calice conservé. Le bord interne de ces calices, est incliné à environ 70° ; ils atteignent 20 mm de profondeur ; la fossule cardinale n' est pas visible ; les septes et les dissépiments apparaissent en relief. La muraille externe présente des rides et des bourrelets de croissance.

Coupes transversales : les septes majeurs sont épaissis. On en compte de 50 à 60 pour 40 mm de diamètre. Les septes mineurs pénètrent légèrement dans le tabularium. Le dissépimentarium, plus ou moins développé, est constitué à la périphérie de dissépiments transeptaux de premier ordre et dans la zone interne de dissépiments transeptaux de deuxième ordre, simples ou entrecroisés. Quelques crêtes septales apparaissent sur les vésicules transeptales. La fossule cardinale est bien marquée.

Coupes longitudinales : les planchers sont complets, horizontaux, parfois déprimés axialement. Ils s'abaissent à l'approche du dissépimentarium et forment une gouttière périphérique. On en compte 6 par centimètre de hauteur.

Discussion : ces polypiers se rapprochent de Siphonophyllia garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL. La densité septale et la nature des dissépiments sont très proches ; la proportion de dissépiments transeptaux de premier ordre est toutefois plus importante chez S. garwoodi. S. aff. garwoodi a une densité septale légèrement supérieure à celle de S. cylindrica SCOULER du Massif Armoricain (fig. 33). S. aff. garwoodi semble plus proche de Caninia sp. figuré par LEWIS (1927a, pl. XVI, fig. 3 a-b) ; le nombre de septes est comparable, et il en va de même des dissépiments. Siphonophyllia garwoodi décrit par SOMERVILLE & al. (1986, p. 68, fig. 6 a-c), provenant de l'Arundien du

Nord du pays de Galles (Grande-Bretagne), sont très semblables aux spécimens armoricains ; en effet, le nombre de septes par rapport au diamètre est équivalent, les dissépiments très proches et les septes mineurs longs dans le tabularium (en particulier fig. 6a-b in SOMERVILLE & al. 1986, et dans ce travail pl. 6, fig. 1b ; pl. 7, fig. 4 ; pl. 8, fig. 2a, 3).

Pour RAMSBOTTOM & MITCHELL (1980, p. 62), la différence entre S. cylindrica et S. garwoodi réside uniquement dans le nombre des dissépiments, la première espèce ayant un dissépimentarium composé presque entièrement de dissépiments transeptaux de premier ordre, alors que la seconde ne possède de tels dissépiments que dans la partie externe du dissépimentarium (les deux-tiers externes du dissépimentarium). Ces deux espèces sont donc très difficiles à différencier ; S. garwoodi apparaît dès lors comme une variation intraspècifique possible de S. cylindrica. DIXON (1970) a d'ailleurs montré que de nombreux morphotypes peuvent apparaître chez Caninia benburbensis LEWIS (=Siphonophyllia samsonensis (SALEE)) du Viséen supérieur d'Irlande. Les variations se manifestent essentiellement au niveau des dissépiments.

Siphonophyllia hettonensis (WILMORE 1910)
Fig. 34-38 ; pl. 5, fig. 3-4, pl. 6, fig. 2.

v.1843 Caninia gigantea MICHELIN partim, p. 81, pl. 16, fig. 1 b.
* 1910 Caninia hettonensis WILMORE, p. 567, pl. 39, fig. 6.
1930b Caninia cylindrica (SCOULER) ; DELEPINE, p. 30, pl. 3, fig. 1.
1932 Caninia cylindrica var. hettonensis WILMORE ; GORSKY, p. 17, pl. 2, fig. 2-3.
1932 Caninia cylindrica (SCOULER) ; GORSKY partim, p. 16, pl. 3, fig. 1-2.
1938 Siphonophyllia hettonensis (WILMORE) ; HILL, p. 11.
1987 Siphonophyllia hettonensis (WILMORE) ; VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, sous presse.

Holotype : l'unique spécimen figuré par WILMORE (1910, pl. 39, fig. 6), Owslin Barn, Hetton (Grande-Bretagne), niveau C2 (d'après HILL 1938), Arundian.

Matériel : 29 spécimens dont : 19 polypiers (IGR 35009 à 35027), carrières A et B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 7 polypiers (IGR 35359 à 35365, collection MILON), 1 polypier (LM 1, collection de l'Université du Mans), 1 polypier (NAN 2, collection du Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes) et 1 polypier (IPM.S.11463, collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris), carrières de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe) Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, Formation de Sablé.

Diagnose : Siphonophyllia de très grande taille, dont le diamètre atteint 90 mm. Les septes majeurs sont nombreux et le plus souvent, continus dans le dissépimentarium, sauf à la périphérie, où ils subsistent sous forme de crêtes septales. Ils sont souvent épaissis dans le tabularium, et cela dans les quatre quadrants. Les septes mineurs, en général discontinus dans le dissépimentarium, y apparaissent sous

forme de crêtes septales et pénètrent dans le tabularium. La fossule cardinale est bien marquée. La fossule antipode est parfois distincte. Le dissépimentarium large, est constitué, à la périphérie, de dissépiments transeptaux de premier ordre, et, dans la zone interne, de dissépiments transeptaux de deuxième ordre, parfois simples. Les planchers sont serrés.

Caractères externes : polypiers cylindroïdes très longs souvent géniculés ; certains fragments atteignent 20 cm de long. Le diamètre est important puisqu'il peut atteindre 90 mm. Le calice et l'apex ne sont pas conservés. La muraille externe présente de fines rides longitudinales et des bourrelets de croissance.

Coupes transversales : les septes majeurs, très nombreux (environ 70 à 80 pour des diamètres de 40 à 50 mm), sont épaissis dans le tabularium. Les septes mineurs pénètrent en général dans le tabularium. Le dissépimentarium, souvent large, intéresse entre le tiers et le quart du rayon du polypier. Les dissépiments sont transeptaux de premier ordre à la périphérie (une à deux rangées de vésicules allongées le long de la muraille externe) ; ils sont transeptaux de deuxième ordre dans la partie interne du dissépimentarium (3/4 au 4/5 de la largeur). Quelques dissépiments simples peuvent être présents dans cette zone. Les septes mineurs, voire les septes majeurs, apparaissent sous forme de crêtes septales dans le dissépimentarium. La fossule cardinale est bien marquée. Dans certaines sections, la fossule antipode est distincte, avec un septe antipode raccourci et épaissi.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont subverticaux dans la zone interne, et très allongés. Les planchers, plats, complets ou faiblement divisés, s'abaissent à l'approche du dissépimentarium et forment une gouttière périphérique. On en compte de 14 à 20 par centimètre de hauteur.

Discussion : cette espèce diffère de S. cylindrica SCOULER par un nombre de septes beaucoup plus important : de 70 à 80 pour 40 à 50 mm de diamètre chez S. hettonensis (WILMORE), 60 à 65 pour des diamètres identiques chez S. cylindrica. Les dissépiments transeptaux de deuxième ordre, voire simples, dominent chez S. hettonensis. Le dissépimentarium est souvent plus large proportionnellement chez S. cylindrica (fig. 37). S. hettonensis atteint de grandes tailles : jusqu'à 90 mm de diamètre contre 70 mm chez S. cylindrica. Pour la comparaison de S. hettonensis avec S. gigantea (MICHELIN), on se reportera à la discussion de cette espèce (dans ce travail, p. 60).

Par son nombre très élevé de septes et ses planchers sérrés, S. hettonensis du Massif Armoricain se rapproche de Parasiphonophyllia smirnovi ONOPRIENKO (1979b, p. 34, 59, pl. VII, VIII, IX, fig. 1-3) et POTY & ONOPRIENKO (1984, p. 206, pl. 32, fig. 1-2) du Tournaisien inférieur de l'Omolon (URSS). Cependant, la densité septale de cette dernière espèce est plus forte que chez S. hettonensis et ses planchers sont plus denses. P. smirnovi présente deux fossules alaires distinctes, qui ne s'observent pas chez S. hettonensis. P. smirnovi et S. cylindrica ont des dissépiments semblables (transeptaux de premier ordre).

Siphonophyllia gigantea (MICHELIN 1843)
Fig. 34-38 ; pl. 6, fig. 3, pl. 7, fig. 1-2.

* 1843 Caninia gigantea MICHELIN partim, p. 81, pl. 16, fig. 1 e.
1850 Caninia gigantea MICHELIN ; D'ORBIGNY partim, p. 158.
non 1851 Caninia gigantea MICHELIN ; Mc COY, p. 89.
non 1883 Campophyllum (Caninia) giganteum (MICHELIN) ; THOMSON, p. 378, pl. VII, fig. 4.
? 1906 Caninoid cyathophyllum SIBLY, p. 367, pl. 31, fig. 1.
non 1910 Caninia gigantea MICHELIN ; WILMORE, p. 567, pl. 39, fig. 4,5,7.
1987 Siphonophyllia gigantea (MICHELIN) ; VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, sous presse.

Lectotype : spécimen IPM.S.11462, choisi par VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1987), (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris) ; il provient selon toute vraissemblance de la carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, figuré par MICHELIN (1843, pl. 16, fig. 1 e), par VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1987 ; pl. I, fig. 5 ; pl. II, III), et dans ce travail, pl. 7, fig. 1.

Matériel : 27 échantillons dont : 12 polypiers (IGR 35028 à 35038, IGR 35214), carrières A et B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 3 polypiers (IGR 35356 à 35358, collection MILON), 5 polypiers (LM 2 à LM 6, collection de l' Université du Mans), 2 polypiers (NAN 3 et NAN 4, collection du Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes), 5 polypiers (IPM.S.11462 (lectotype), IPM.S.11465, 11467, 11468, 11470 (paralectotypes), collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris), carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, Formation de Sablé.

Diagnose (d'après VUILLEMIN & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1987) : Siphonophyllia de taille moyenne à grande (jusqu'à 60 mm de diamètre). Les septes majeurs, très nombreux, sont généralement fins dans le tabularium, et le plus souvent continus dans le dissépimentarium. Les septes mineurs sont longs dans le tabularium. Le dissépimentarium, étroit, est composé, à la périphérie, de dissépiments transeptaux de premier ordre et, dans la zone interne, de dissépiments transeptaux de deuxième ordre, simples ou entrecroisés. Les planchers sont espacés.

Caractères externes : polypiers cylindroïdes très longs, souvent géniculés ; certains fragments atteignent 60 cm de long. Le diamètre ne dépasse pas 60 mm. L'apex n'est pas conservé. Seul le calice du lectotype (IPM.S.11462) est préservé, mais légèrement écrasé ; il atteint 30 mm de profondeur, le bord étant subvertical ; la fossule n' est pas visible. La muraille externe présente de fines rides longitudinales et des bourrelets de croissance. Le lectotype (IPM.S.11462) montre de nombreuses réjuvénescences.

Coupes transversales : les septes majeurs sont très nombreux ; on en compte environ de 80 à 90 pour des diamètres compris entre 40 et 50 mm ; ils sont relativement minces dans le tabularium. Les septes mineurs, longs, pénètrent profondément dans le tabularium (environ le

tiers de la longueur des septes majeurs). Sur certaines sections, ils sont contratingents (pl. 6, fig. 3). Le dissépimentarium est étroit (inférieur au quart du rayon du polypier). Les dissépiments sont transeptaux de premier ordre à la périphérie ; ils sont transeptaux de deuxième ordre dans la partie interne du dissépimentarium (3/4 au 4/5 de la largeur); quelques dissépiments interseptaux simples apparaissent dans cette même zone ; la rangée la plus interne du dissépimentarium peut comporter des dissépiments en arcs-boutants. Dans le dissépimentarium, les septes mineurs se présentent souvent sous forme de crêtes septales, mais ils peuvent être continus. La fossule cardinale est parfois indistincte.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont subverticaux et allongés, même à la périphérie (jusqu'à 10 mm de longueur et 1 mm d'écartement). Les planchers sont plats, complets ou rarement incomplets, et s'abaissent vers le dissépimentarium, à proximité de celui-ci ; ils forment parfois une gouttière périphérique. Ils sont espacés et on en compte de 5 à 10 par centimètre de hauteur.

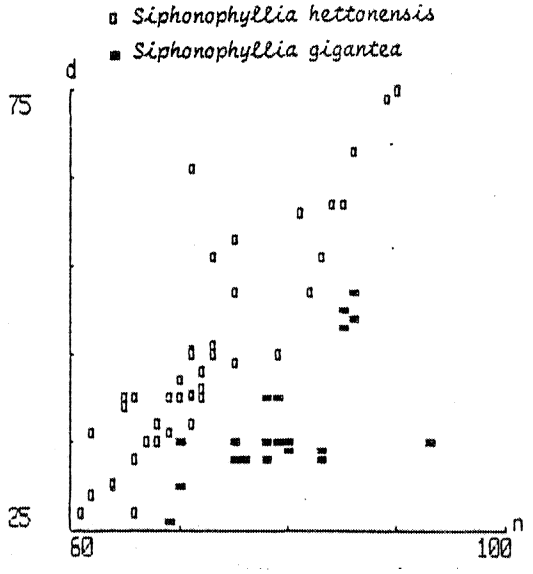


Fig. 34. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE) et *S. gigantea* (MICHELIN).

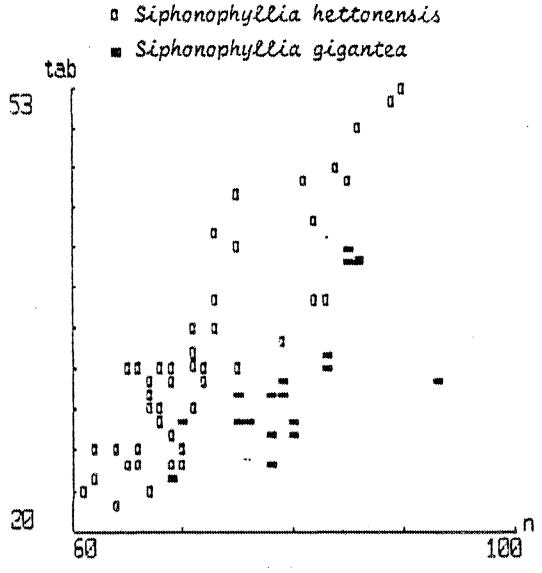


Fig. 35. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du tabularium (tab en mm) chez *Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE) et *S. gigantea* (MICHELIN) du Massif Armoricain.

Discussion : d'après WILMORE (1910), Caninia hettonensis WILMORE (=Siphonophyllia hettonensis) diffère de Caninia gigantea MICHELIN (=Siphonophyllia gigantea) par ses planchers irréguliers, son dissépimentarium plus étroit et la croissance irrégulière du polypier. En fait, les échantillons qui ont été décrits, figurés et attribués à Caninia gigantea par WILMORE (1910, p. 567, pl. 39, fig. 4, 5, 7.) appartiennent à une autre espèce (probablement Siphonophyllia cylindrica SCOULER ou S. garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL, à nombre de septes majeurs plus faible et dissépimentarium large). Les observations effectuées sur le lectotype (IPM.S.11462), les paralectotypes

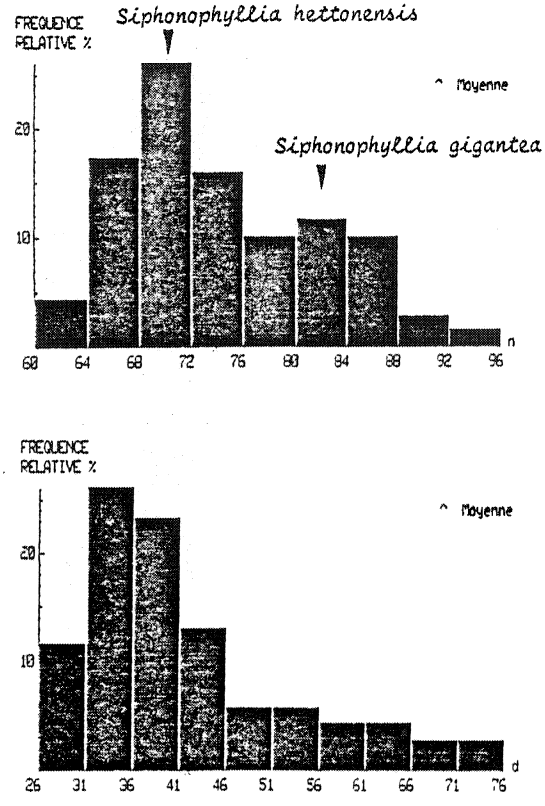


Fig. 36. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE) et *S. gigantea* (MICHELIN). L'histogramme de fréquence du diamètre des deux espèces présente un seul pic, alors que celui des septes majeurs présente deux pics.

de S. gigantea, et le reste du matériel armoricain, permettent de différencier cette espèce de S. hettonensis par de nombreux caractères. Contrairement aux remarques faîtes par WILMORE (1910, p. 567-568) sur les formes anglaises (remarques faussées par une mauvaise identification spécifique, voir supra), c' est S. gigantea qui possède le dissépimentarium le plus étroit. Les septes de cette espèce sont plus fins et sa densité septale est plus importante (70 à 80 septes majeurs pour des diamètres compris entre 40 et 50 mm chez S. hettonensis, contre 80 à 90 septes majeurs pour des diamètres comparables chez S. gigantea) ; chez S. hettonensis, ils sont parfois surépaissis au point d'en devenir contigus comme c'est le cas chez S. hasteriensis (SALEE 1913a) ; les septes mineurs de S. gigantea sont plus longs. Ses planchers sont beaucoup plus espacés (15 à 20 par centimètre de hauteur pour S. hettonensis, 5 à 10 pour S. gigantea. Les dissépiments des deux espèces sont identiques.

S. dorlodoti (SALEE 1913a), du Tournaisien inférieur et moyen de Belgique, présente des caractères communs avec S. hettonensis et, surtout, avec S. gigantea. La nature des dissépiments chez S. dorlodoti est très proche de celle des deux espèces précédemment décrites. Les septes mineurs sont longs et parfois contratingents, comme chez S. gigantea. Cependant, chez S. dorlodoti, les septes majeurs, épaissis dans les quadrants cardinaux, sont très longs et atteignent parfois le centre. S. dorlodoti n' atteint jamais les dimensions observées chez S. gigantea et S. hettonensis (30 mm de diamètre au maximum pour S. dorlodoti). La nature des dissépiments ainsi que la densité septale élevée séparent ces trois espèces des autres espèces du genre, en particulier de S. cylindrica SCOULER (Tournaisien moyen à Viséen inférieur de l'Europe du Nord-Ouest, du Nord de l'Afrique et de l'Asie) et de S. garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL (Viséen inférieur et moyen de l'Europe du Nord-Ouest) ; ces mêmes caractères les écartent aussi de formes plus récentes du Viséen supérieur, telles que S. samsonensis (SALEE 1913a) et S. siblyi SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974 (toutes deux d'Europe du Nord-Ouest et du Nord de l'Afrique).

Il est intéressant de noter que S. hettonensis et S. gigantea présentent quelques ressemblances avec le genre Bifossularia DOBROLYUBOVA 1966. En effet, ces deux espèces possèdent, comme Bifossularia, un dissépimentarium proportionnellement plus étroit, par comparaison avec les autres espèces du genre Siphonophyllia. S. hettonensis du Massif Armoricain peut présenter deux fossules (cardinale, antipode) et des septes très épaissis comme c'est le cas chez les espèces du genre Bifossularia. S. gigantea ne présente que rarement deux fossules et des septes épaissis. En section longitudinale, S. gigantea et S. hettonensis montrent des planchers plats et horizontaux, comme toutes les espèces du genre Siphonophyllia ; les planchers sont, au contraire, convexes avec une dépression axiale chez Bifossularia. S. gigantea possède des septes mineurs longs, comme Bifossularia. En général, les espèces de ce dernier genre n'ont qu'un petit nombre de septes, ce qui ne cadre pas avec l'observation faite sur S. hettonensis et S.gigantea (densité septale élevée).

Enfin, "Caninoïd Cyathophyllum" SIBLY 1906, possède de grandes affinités avec S. gigantea du Massif Armoricain : grand nombre de septes par rapport au diamètre, septes majeurs fins dans le tabularium, présence d'une sous-zone interne à dissépiments interseptaux simples, avec septes mineurs continus. Cependant, des différences notables peuvent être soulignées :

-le dissépimentarium est plus large : environ le double de celui de S. gigantea.

-les dissépiments transeptaux de premier ordre sont plus globuleux.

Ces différences peuvent être attribuées à des variations intraspécifiques. RAMSBOTTOM & MITCHELL (1980) placent en synonymie la forme de SIBLY avec leur nouvelle espèce Siphonophyllia garwoodi. S. garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL diffère, en fait, beaucoup de "Caninoïd Cyathophyllum" SIBLY, par son nombre plus faible de septes par rapport au diamètre : 53 pour 38 mm de diamètre (holotype de S. garwoodi) contre 77 pour 38 mm de diamètre ("Caninoïd Cyathophyllum"). Les dissépiments transeptaux de premier ordre sont, proportionnellement, plus importants chez S. garwoodi.

Tendances évolutives du genre Siphonophyllia
(espèces surtout connues en Europe du Nord-Ouest)

VAUGHAN (1915, p. 37, 38, pl. III, fig. 1-5) propose une lignée phylétique pour le genre Siphonophyllia SCOULER : elle débute avec Siphonophyllia transitoria (GROBER) de la zone d'Etroeungt en Belgique, et évolue vers Siphonophyllia hasteriensis (SALEE) du Tournaisien inférieur et moyen de Belgique. Les dissépiments des deux espèces sont toujours transeptaux de premier ordre, avec de très grandes vésicules ; on passe à Siphonophyllia cylindrica SCOULER du Tournaisien moyen au Viséen inférieur d'Eurasie et du Nord de l'Afrique, par une diminution de la taille des vésicules dissépimentales ; on aboutit finalement à S. benburbensis (LEWIS) (=S. samsonensis (SALEE)), du Viséen supérieur d'Europe du Nord-Ouest et du Nord de l'Afrique, par une réduction importante, voire une absence totale, des dissépiments transeptaux ; cette diminution s'est faite au profit des dissépiments simples (DIXON 1970, p. 62). Dans le même temps, l'épais-

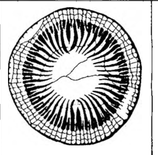
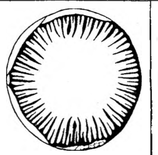
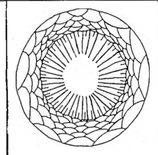
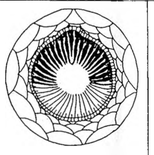
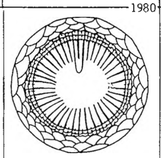
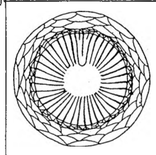
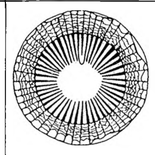
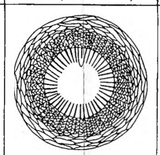
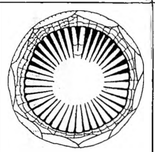
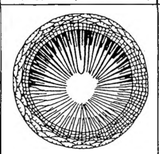
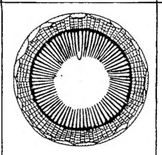
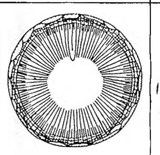
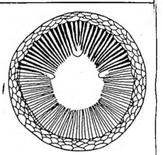
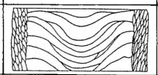
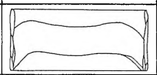
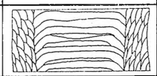
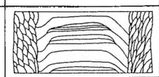
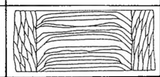
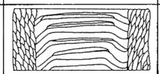
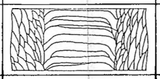
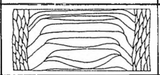
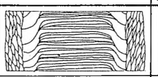
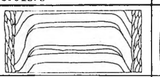
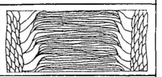
famille	CYATHOPSIDAE Dybowsky 1873													
espèces	*Bifossularia ussowi* (Gabunia 1919)	*Bifossularia tictensis* (Tolmatchev 1931)	*Siphonophyllia transitoria* (Gröber)	*Siphonophyllia hasterti-ensis* (Salée 1913)	*Siphonophyllia cylindrica* Scouler 1842	*Siphonophyllia garwoodi* Ramsbottom & Mitchell 1980	*Siphonophyllia sibiyi* Semenoff-T-C 1974	*Siphonophyllia samsonensis* (Salée 1913)	*Siphonophyllia buxtonensis* (Lewis 1924)	*Siphonophyllia lateralata* (Onoprienko 1979)	*Siphonophyllia dorzodoti* (Salée 1913)	*Siphonophyllia hettonensis* (Wilmore 1910)	*Siphonophyllia gigantea* (Michelin 1843)	*Parasiphonophyllia smirnovi* Onoprienko 1979
coupes transversales schématiques														
septes majeurs	épaissis dans quadrants cardinaux ou tout le tabularium, peu nombreux, 55 pour 35 à 40 mm de diamètre	épaissis dans le tabularium, peu nombreux, 40 pour 25 mm de diamètre	fins et peu nombreux, 30 à 35 pour 30 mm de diamètre	très épais dans les quadrants cardinaux, fins dans les quadrants antipodes, et nombreux, 65 pour 30 à 35 mm de diamètre	épais dans les quadrants cardinaux, peu nombreux, 60 à 65 pour 45 à 50 mm de diamètre	peu épaissis dans tout le tabularium et peu nombreux, 55 pour 40 mm de diamètre	fins et nombreux, 60 pour 35 à 40 mm de diamètre	épaissis dans tout le tabularium, et nombreux, 80 pour 60 mm de diamètre	plus ou moins épais dans le tabularium, peu nombreux, 50 pour 40 mm de diamètre	épais dans les quadrants cardinaux et nombreux, 45 pour 20 mm de diamètre	épaissis dans les quadrants cardinaux, très longs et atteignent souvent l'axe, nombreux, 55 pour 25 à 30 mm de diamètre	épaissis dans tout le tabularium, nombreux, 75 à 80 pour 50 mm de diamètre	fins et très nombreux, 80 à 85 pour 40 mm de diamètre	épaissis dans les quadrants cardinaux, très nombreux, 100 pour 55 mm de diamètre deux alaires courts
septes mineurs	longs, 1/3 à 1/2 des majeurs	longs, moitié parfois égaux aux majeurs	courts, pénètrent légèrement dans le tabularium	courts ou absents	courts ou absents	courts ou absents	absents ou crêtes sur les dissépiments	ne pénètrent pas dans le tabularium, continus ou sous forme de crêtes dans le dissépimentarium	indistincts	absents ou sous forme de crêtes septales dans le dissépimentarium	longs, 1/3 des majeurs dans le tabularium, parfois contratingents	courts, pénètrent légèrement dans le tabularium, sous forme de crêtes dans le dissépimentarium	longs, environ 1/4 des majeurs, sous forme de crêtes dans le dissépimentarium, parfois contratingents dans le tabularium	indistincts
septes cardinal (C) antipode (K)	C et K souvent courts	C et K souvent courts	indistincts	C court K indistinct	C court K indistinct	C court ou long K indistinct	C court K indistinct	C court K indistinct	C court K indistinct	C court K indistinct	C court K indistinct	C court K parfois court	C long ou court K parfois court	C court
fossules cardinale(C) antipode (K)	C et K souvent marquées	C et K plus ou moins distinctes	indistinctes	C marquée	C marquée	C marquée	C marquée	C marquée	C marquée	C distincte	C distincte	C marquée, K parfois marquée	C parfois marquée, souvent indistincte, K rarement distincte	C et alaires marquées
dissépimentarium	étroit pour *B. ussowi ussowi* (Gabunia), inférieur à 1/4 du rayon, plus large chez *B. ussowi semiseptata* Dobrolyubova, jusqu'à 1/3 du rayon	très étroit parfois absent	plus ou moins large, 1/3 du rayon maximum	plus ou moins large, 1/4 à 1/3 du rayon au maximum	large, 1/3 à 1/2 du rayon maximum	large, environ 1/3 du rayon	plus ou moins large, jusqu'à 1/3 du rayon au maximum	large, jusqu'à 1/3 et plus du rayon	large, jusqu'à la moitié du rayon	étroit, 1/4 du rayon au maximum	étroit, 1/5 à 1/4 du rayon au maximum	plus ou moins large, 1/4 à 1/3 du rayon au maximum	étroit, 1/5 à 1/4 du rayon au maximum	étroit, jusqu'à environ 1/4 du rayon
dissépiments	simples, parfois transeptaux de 2°ordre, plus rarement transeptaux de 1°ordre à la périphérie	essentiellement transeptaux de 1°ordre	transeptaux de 1° ordre avec de très grandes vésicules, quelques rares dissépiments simples dans la zone externe	transeptaux de 1°ordre, très grandes vésicules, une rangée maximum de dissépiments simples ou transeptaux de 2°ordre dans la zone interne du dissépimentarium	transeptaux de 1°ordre, dans la zone interne 2 à 4 rangées de dissépiments transeptaux de 2° ordre, parfois simples	transeptaux de 1°ordre dans les 2/3 externes du dissépimentarium; le 1/3 interne, simples, entrecroisés ou transeptaux de 2°ordre	transeptaux de 1°ordre dans les 3/4 externes du dissépimentarium; le 1/4 interne, simples, entrecroisés ou transeptaux de 2°ordre	simples, entrecroisés ou transeptaux de 2°ordre, parfois transeptaux de 1°ordre à la périphérie	transeptaux de 1°ordre dans la moitié externe du dissépimentarium; la moitié interne, simples, entrecroisés ou transeptaux de 2°ordre	transeptaux de 1°ordre à la périphérie et de 2 ordre dans la zone interne du dissépimentarium	transeptaux de 1° ordre à la périphérie (faible largeur, vésicules très allongées), simples, entrecroisés, transeptaux de 2°ordre dans la zone interne du dissépimentarium	transeptaux de 1°ordre à la périphérie (faible largeur), dans la zone interne, simples, entrecroisés ou transeptaux de 2°ordre	transeptaux de 1°ordre à la périphérie, vésicules allongées le long de la muraille externe), dans la zone interne transeptaux de 2°ordre, parfois simples ou entrecroisés	transeptaux de 1°ordre, quelques dissépiments transeptaux de 2°ordre dans la zone interne
coupes longitudinales schématiques														
planchers	déprimés axialement, souvent complets, environ 15 par cm de hauteur	légèrement déprimés axialement, parfois plats environ 3 à 4 par cm de hauteur	inconnus	bombés, complets (environ 10 par cm de hauteur)	plats et horizontaux, souvent complets, 7 à 10 par cm de hauteur	plats, horizontaux, souvent complets, 8 à 9 par cm de hauteur	plats, horizontaux, souvent complets, 10 à 14 par cm de hauteur	plats, horizontaux, parfois légèrement déprimés, souvent complets, 7 à 10 par cm de hauteur	plats, horizontaux, souvent complets, 12 par cm de hauteur	bombés, souvent complets	plats ou parfois légèrement déprimés, complets ou incomplets, 8 à 12 par cm de hauteur parfois jusqu'à 20	plats, horizontaux, souvent complets, 14 à 20 par cm de hauteur	plats et horizontaux, souvent complets, 5 à 10 par cm de hauteur	plus ou moins plats, horizontaux, et complets, 20 à 25 par cm de hauteur
distribution géographique	Kuznestk (Sibérie), Massif Armoricain (France)	Kuznestk (Sibérie), Massif Armoricain (France)	Belgique (Comblain)	Belgique	Eurasie, Afrique du Nord	Belgique, Grande-Bretagne, ?Massif Armoricain (France)	Afrique du Nord, Grande-Bretagne, Belgique, ?Pologne	Belgique, Grande-Bretagne, Afrique du Nord	Grande-Bretagne	Omolon (Nord-Est URSS)	Belgique	Massif Armoricain (France), Grande-Bretagne	Massif Armoricain (France), Grande-Bretagne	Omolon (N-E URSS)
répartition stratigraphique	Tournaisien supérieur jusqu'au Viséen moyen	Tournaisien supérieur jusqu'au Viséen moyen	Strunien supérieur	Strunien supérieur jusqu'au Tournaisien moyen	Tournaisien moyen jusqu'au Viséen inférieur	Viséen inférieur et moyen basal	Viséen supérieur	Viséen supérieur	Viséen supérieur	Famennien supérieur	Tournaisien inférieur et moyen (base)	Tournaisien supérieur, Viséen inférieur basal	Tournaisien supérieur, Viséen inférieur basal, base du Viséen moyen	Tournaisien inférieur

Fig. 37. - Comparaison des espèces des genres *Siphonophyllia* SCOULER 1844, *Parasiphonophyllia* ONOPRIENKO 1979, *Bifossularia* DOBROLYUBOVA 1966.

sissement des septes s'accentue, et s'étend à tous les quadrants.

D'autres espèces ayant été décrites, depuis VAUGHAN, en Europe du Nord-Ouest, la tendance évolutive chez ce genre peut être complétée (fig. 38). Mais une telle démarche, qui prend en considération des formes dont la répartition géographique est différente, ne doit être tentée qu'avec prudence. Ainsi, Siphonophyllia garwoodi RAMSBOTTOM & MITCHELL, du Viséen inférieur et moyen de Grande-Bretagne, s'intercale, aussi bien stratigraphiquement que morphologiquement, entre S. cylindrica et S. samsonensis. La proportion de dissépiments transeptaux de premier ordre est plus faible que chez S. cylindrica, mais

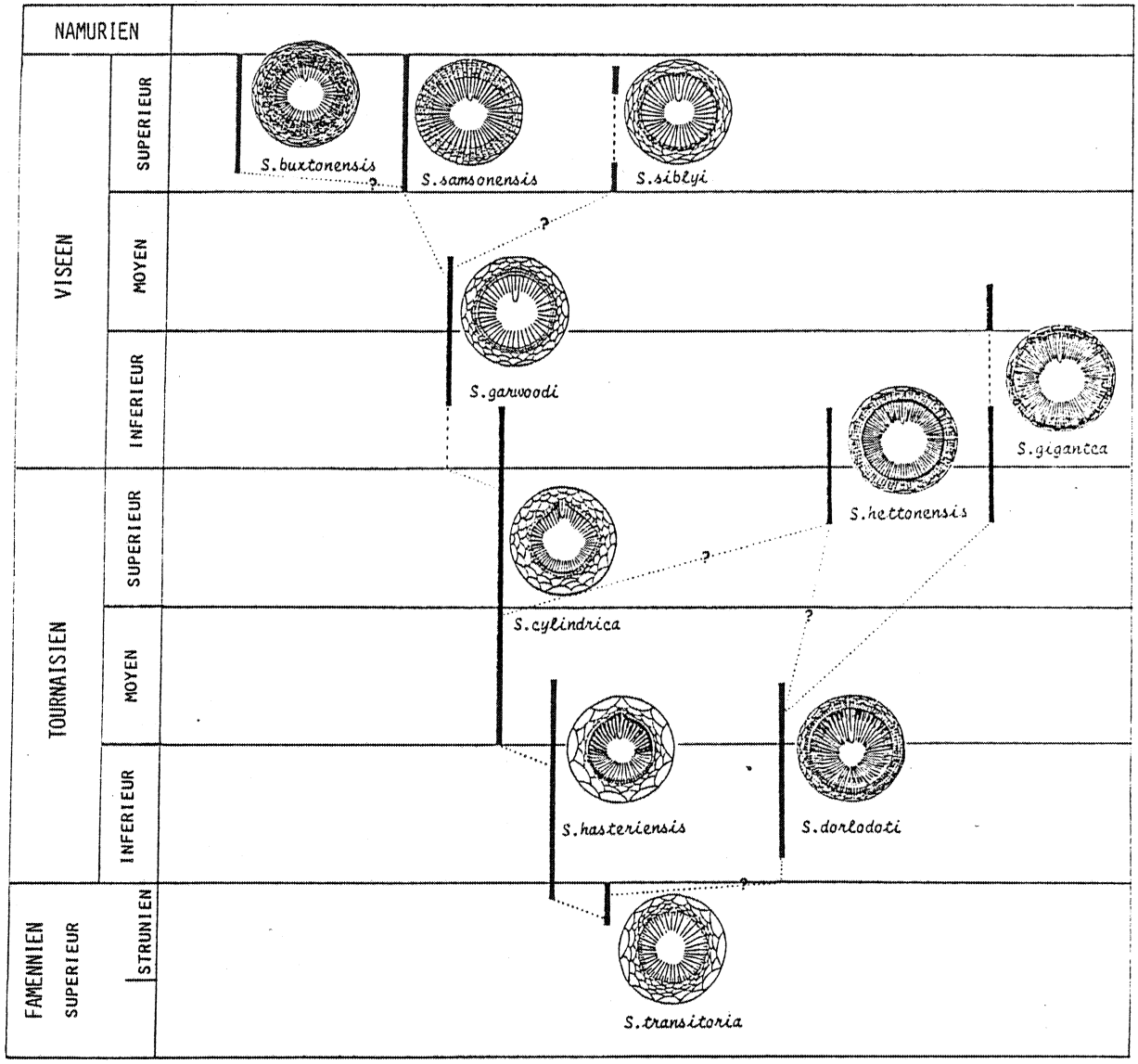


Fig. 38. - Tendances évolutives des espèces du genre *Siphonophyllia* réparties essentiellement en Europe du Nord-Ouest (Belgique, Grande-Bretagne et Massif Armoricain).

beaucoup plus importante que chez S. samsonensis. S. siblyi SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, du Viséen supérieur d'Europe du Nord-Ouest et du Nord de l'Afrique, se rapproche de S. cylindrica et S. garwoodi, par ses vésicules de grande taille. Enfin, S. buxtonensis (LEWIS), du Viséen supérieur de Grande-Bretagne, présente lui aussi une proportion importante de dissépiments transeptaux.

Il est possible de distinguer une seconde tendance évolutive à partir de S. dorlodoti (SALEE) du Tournaisien inférieur et moyen de Belgique, vers S. gigantea (MICHELIN) et S. hettonensis (WILMORE), toutes deux connues au Tournaisien supérieur et au Viséen inférieur, dans la Massif Armoricain et en Grande-Bretagne. Comme on l'a vu dans la discussion sur S. gigantea, ces trois espèces ont des dissépiments semblables, mais différents de ceux des espèces précédemment citées. Leur très grand nombre de septes les éloigne également des espèces en question. S. hettonensis présente cependant quelques affinités avec S. cylindrica et avec les espèces proches ; cela vaut, en particulier, pour les septes mineurs, qui sont réduits dans le tabularium.

Genre Bifossularia DOBROLYUBOVA 1966

Espèce type : Caninia ussowi GABUNIA 1919, Tournaisien supérieur-Viséen moyen du Bassin du Kuznetsk (Sibérie).

Diagnose (d'après DOBROLYUBOVA 1966) : polypier solitaire, de type caninoïde, à septes cardinal et antipode raccourcis et disposés dans des fossules. Les autres septes majeurs, plus longs, n'atteignent pas l'axe. Les septes mineurs peuvent atteindre la moitié de la longueur des septes majeurs dans le tabularium. Tous les septes sont épaissis. Le dissépimentarium a une largeur variable. Dans la zone interne, ils sont le plus souvent simples. Les planchers, généralement convexes, présentant une dépression axiale.

Remarques : pour DOBROLYUBOVA (1966), c'est de Siphonophyllia SCOULER que Bifossularia se rapproche le plus. Il s'en distingue surtout par ses septes mineurs, longs dans le tabularium, alors qu'ils sont courts, et parfois absents, chez Siphonophyllia. Les septes de Bifossularia sont , dans l'ensemble, très épaissis ; le septe antipode se distingue des autres septes majeurs, ce qui est rare chez Siphonophyllia. Le dissépimentarium est également plus étroit que celui de Siphonophyllia. Le rapport n/d (nombre de septes majeurs par rapport au diamètre) de Bifossularia est, en général, assez faible. Les planchers de Bifossularia déprimé axialement, ont conduit DOBROLYUBOVA (1966) et HILL (1981) à classer ce genre dans la famille Uralinidae. Or Siphonophyllia et Bifossularia sont très proches, et aucun caractère ne permet de les classer dans deux familles différentes, même la morphologie différente des planchers.

Bifossularia se distingue également d'Envgmophyllum FOMICHEV 1931, polypier du Bassin du Kuznetsk, par ses planchers convexes, son rapport n/d différent, ses septes mineurs plus longs, ses dissépiments différents.

Bifossularia ussowi (GABUNIA 1919)
Fig. 37, 39 ; pl. 9, fig. 1-3.

* 1919 Caninia ussowi GABUNIA, p. 28, pl. II, fig. 1.
1930b Caninia socialis var. armoricana DELEPINE, p. 31, pl. III, fig. 15 a-b.
1931 Caninia ussowi GABUNIA ;TOLMATCHEV, p. 30, pl. 1, fig. 9, pl. 2, fig. 2 a-f.
1939 Caninia ussowi GABUNIA ; ILJINA, p. 90, pl. 3, fig. 7-8.
1962 Caninia ussowi GABUNIA ; DOBROLYUBAVA & KABAKOVITCH, p. 121, pl. C 5, fig. 7.
1966 Bifossularia ussowi (GABUNIA) ; DOBROLYUBOVA, p. 115-125, pl. 19, fig. 2-3, pl. 20, fig. 1-3, pl. 21, fig. 1.

Néotype : spécimen 1560/233, désigné par DOBROLYUBOVA & KABAKOVITCH (1966, p. 121, fig. 5, pl. 19, fig.3), Viséen (Podyakovsky horizon), Bassin du Kuznetsk (Sibérie), collection 1560, PIN. Moscou.

Matériel : 13 spécimens (IGR 35333 à 35345), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4 δ), Formation de Sablé.

Diagnose (d'après DOBROLYUBOVA 1966) : Bifossularia à septes majeurs de longueur uniforme. La longueur des septes mineurs varie entre le tiers et les deux-tiers de celle des septes majeurs. Les septes cardinal et antipode raccourcis sont situés dans des fossules peu importantes. Les dissépiments sont simples et peuvent être transeptaux à la périphérie. les planchers sont espacés et convexes. Dans la zone axiale, ils sont aplatis ou incurvés vers le bas.

Caractères externes : polypiers cylindroïdes inclus dans la gangue calcaire, ce qui ne permet pas d' observer les caractères externes, non plus que l' apex et le calice.

Coupes transversales : les septes majeurs, très épais et longs, atteignent presque le centre du polypier. Les septes mineurs sont longs (entre le tiers à la moitié des septes majeurs). Les septes cardinal et antipode sont courts et les fossules correspondantes sont distinctes sur certaines sections. Sur d'autres sections, seuls le septe et la fossule cardinale sont distincts ; il arrive aussi que tous les septes soient de longueur uniforme, et les fossules indistinctes. Les septes s'insèrent en coin dans la muraille externe. Le dissépimentarium, en général peu développé et parfois totalement absent, est formé de dissépiments simples ou entrecroisés, parfois transeptaux de premier et deuxième ordre. La muraille externe est épaissie et souvent festonnée.

Coupes longitudinales : les dissépiments lorsqu'ils sont présents, sont allongés et subverticaux. Les planchers sont convexes et légèrement incurvés vers le bas dans la région centrale ; assez espacés (environ 15 par centimètre de hauteur), ils forment une gouttière périphérique à l'approche du dissépimentarium.

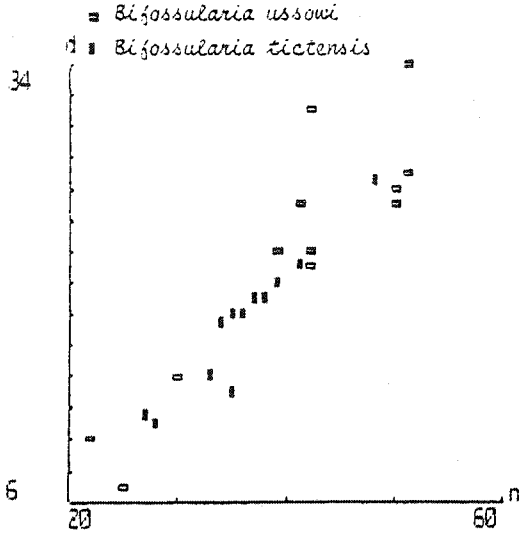


Fig. 39. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Bifossularia ussowi* (GABUNIA) et *B. tictensis* (TOLMATCHEV) du Massif Armoricain.

Discussion : B. ussowi (GABUNIA) du Bassin du Kuznetsk possède un dissépimentarium plus développé que la forme armoricaine. Les autres caractères sont en tous points comparables (voir description). DOBROLYUBOVA (1966) distingue deux sous-espèces de B. ussowi (GABUNIA) : B. ussowi ussowi (GABUNIA), qui présente des septes épais, un dissépimentarium étroit, et des planchers très incurvés dans la zone centrale ; B ussowi tenuiseptata DOBROLYUBOVA 1966, qui présente des septes fins et plus denses, un dissépimentarium plus large, et des planchers subhorizontaux ; cette dernière espèce rappelle Siphonophyllia hettonensis (WILMORE) ou S. gigantea (MICHELIN), décrites précédemment. B. ussowi du Massif Armoricain ressemble davantage à la première de ces deux sous-espèces.

Bifossularia tictensis (TOLMATCHEV 1931)
Fig. 37, 39 ; pl. 9, fig. 4-6.

* 1931 Caninia tictensis TOLMATCHEV, p.339, pl. 18, fig. 1, 2, 8.

1966 Bifossularia tictensis (TOLMATCHEV) ; DOBROLYUBOVA, p.125-130, pl. 21, fig. 2, pl. 22.

Lectotype : choisi par DOBROLYUBOVA (1966) : le spécimen figuré par TOLMATCHEV (1931, pl. 18, fig. 1 et 2), Kuznetsk, dans l'"horizon Podjakovsky" qui correspond au Viséen inférieur et moyen.

Matériel : 20 spécimens dont : 1 polypier (IGR 35749), carrière de la Butte à Berthe (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 1 polypier (IGR 35762), carrière A de l'Hercenterie (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 7 polypiers (IGR 35346 à 35352), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ), Formation de Sablé ; 11 polypiers (IGR 35456 à 35466), tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne), V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5), Formation de Sablé.

Diagnose (d'après DOBROLYUBOVA 1966) : Bifossularia à septes majeurs le plus souvent courts, et ne dépassant pas la moitié du rayon. Les septes mineurs sont longs, leur longueur étant comprise entre la moitié et la totalité de la longueur des septes majeurs. Les septes cardinal et antipode sont de longueur variable. Les fossules, distinctes dans les stades jeunes, sont rarement visibles aux stades

adultes. Le dissépimentarium consiste en une ou deux rangées de dissépiments transeptaux, principalement du premier ordre, parfois simples dans la partie interne. Les planchers, espacés, sont lègèrement concaves.

Caractères externes : polypiers cylindroïdes, inclus dans une gangue calcaire ; seul, un fragment du spécimen IGR 35351 a été partiellement dégagé : il présente des bourrelets de croissance et quelques fines côtes longitudinales. L' apex et le calice n'ont pu être observés.

Coupes transversales : les septes majeurs, courts, ne dépassent pas la moitié du rayon du polypier. Ils sont épaissis, surtout à la base. Les septes mineurs, longs, atteignent presque la moitié des septes majeurs. Le septe cardinal est souvent raccourci et sa fossule peu distincte. Le septe antipode se confond avec les autres septes majeurs et sa fossule est rarement visible. Les septes s'insèrent en coin dans la muraille externe. Le dissépimentarium, rarement développé, est formé de dissépiments transeptaux de premier ordre. La muraille externe est épaissie et souvent festonnée.

Coupes longitudinales : les dissépiments, lorsqu'il en existe, sont allongés et subverticaux; les planchers horizontaux, légèrement concaves, s'inclinent vers le dissépimentarium, à la périphérie. Ils sont relativement espacés : 3 à 4 par centimètre de hauteur.

Discussion : le dissépimentarium de B. tictensis, du Massif Armoricain, est plus réduit que celui de cette même espèce dans le Kuznetsk et que celui de B. ussowi du Massif Armoricain. Les dissépiments sont essentiellement transeptaux de premier ordre chez B. tictensis, alors qu'ils sont simples ou entrecroisés chez B. ussowi. Les septes majeurs sont plus courts et les planchers plus espacés chez B. tictensis. La fossule cardinale est souvent distincte chez les deux espèces, tant sibérienne qu'armoricaine ; il n'en va pas toujours de même pour la fossule antipode. Cette dernière s'observe difficilement chez B. tictensis du Massif Armoricain ; elle est plus marquée chez B. tictensis du Bassin du Kuznetsk et chez B. ussowi, du Kuznetsk aussi bien que du Massif Armoricain. Le nombre de septes majeurs par rapport au diamètre, chez ces deux espèces, est toutefois comparable, au point que sur le diagramme (fig. 39), il est impossible de distinguer les deux espèces ; les autres caractères n'en permettent pas moins de séparer ces deux taxons.

Sous-ordre Aulophyllina HILL 1981
Famille Palaeosmiliidae HILL 1940
Genre **Palaeosmilia** MILNE-EDWARDS & HAIME 1848a

Espèce type : Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME (1848 , p. 261 ; 1851, p. 369 ; 1852, p. 178, pl. 33, fig. 3-3 b), Carbonifère inférieur, Frome, Somerset (Angleterre).

Diagnose :voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974,p.159),HILL (1981,p.F374).

Remarques : HILL (1981) sépare les formes solitaires : Palaeosmilia MILNE-EDWARDS & HAIME, des formes coloniales : Palastraea Mc COY 1851, jusqu'alors considérées comme appartenant au genre Palaeosmilia.

Le genre Palaeosmilia est probablement, avec Palaeosmilia aquisgranensis (FRECH 1885, Famennien supérieur (Dévonien supérieur) d'Allemagne, du Nord de la France et de Belgique (HILL 1938-41, POTY in SIMAKOV & al. 1983, POTY 1984b, 1986) et Palaeosmilia contexta HILL du Dévonien supérieur d'Australie, SORAUF & PEDDER 1986), le plus ancien genre du sous-ordre Aulophyllina.

Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME 1848
Pl. 10, fig. 1-3.

* 1848 Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME, p. 261.
1930b Cyathophyllum (Palaeosmilia) murchisoni (MILNE-EDWARDS & HAIME) ; DELEPINE, p. 33-34, pl. III, fig. 5 a-b.
1940 Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME ; HILL, p. 117, pl. 6, fig. 12-13.
1974 Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME ; SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, p. 160, fig. 60-62, 64, pl. 39, fig. 1-5, pl. 40, fig. 1-2, pl. 41, fig. 1-5, pl. 42, fig. 1-3, pl. 71, fig. 4.
1978 Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME ; POTY in KIMPE & al., pl. 5, fig. 6-7.
1981 Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME ; POTY, p.46-47, fig. 43, pl. 20, fig. 7-8, pl. 21, fig. 2.
1984 Palaeosmilia murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME ; SOMERVILLE & STRANK, fig. 4b.

Pour une synonymie plus complète, consulter SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, p. 160).

Holotype : spécimen BM 48398, Carbonifère inférieur, Frome, Somerset (Angleterre) ; il subsiste un doute quant à la localité type (voir HILL 1940, p. 119) ; figuré par YU (1937, pl. 3, fig. 4 a-c).

Matériel : 83 spécimens dont : 1 fragment de polypier (IGR 35573), carrière de l'Epinoyau (Epineux-le-Seguin, Mayenne), V1b (Viséen inférieur, sous-zone Cf4β,γ), Formation de Sablé ; 57 polypiers (IGR 35471 à 35527), carrière de l'Ouvardière (Juigné, Sarthe), V2a et b (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ et base zone Cf5), Formation de Sablé ; 23 polypiers (IGR 35542 à 35564), carrière de Chateauneuf (Juigné, Sarthe), V2a et b (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ et base zone Cf5), Formation de Sablé ; 1 polypier (IGR 35764), carrière A de l'Hercenterie (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 1 polypier (IGR 35769), carrière (terrain tennis) de Montmartin (Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville (nombreux autres spécimens non répertoriés, provenant des carrières de Montmartin (terrains de tennis et de camping), Viséen inférieur).

Diagnose : voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, p. 161).

Caractères externes : échantillons fragmentaires, parfois érodés. Leur forme est le plus souvent scolécoïde ou cylindroïde. Le diamètre moyen n'excède pas 30 mm, les plus grands atteignant toutefois 40 mm à Chateauneuf et Montmartin ; l' échantillon (IGR 35573) de l'Epinoyau a un diamètre de 75 mm environ. Ni la muraille externe, trop usée lorsque le polypier est dégagé de sa gangue, ni le calice ne sont observables.

Coupes transversales : l'ensemble des caractères internes est très comparable, sinon identique, à ce que montrent les échantillons provenant d'autres régions. Les septes majeurs sont nombreux : environ 65 à 75, pour un diamètre de 30 à 35 mm. La fossule cardinale est fermée et le septe cardinal légèrement raccourci. L' échantillon (IGR 35573) de l'Epinoyau (Mayenne) presente des septes très épais, rappelant P. murchisoni forma junctiseptata (voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974, p. 164). Dans les autres gisements, les septes sont généralement plus fins ; les dissépiments sont souvent simples ou transeptaux de deuxième ordre : P. murchisoni forma murchisoni (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974, p. 162-163) ; parfois transeptaux de premier ordre, en particulier pour quelques échantillons de l'Ouvardière et de Chateauneuf, rappelant P. murchisoni forma vesiculosa (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974, p. 163-164). Les spécimens de Montmartin, Chateauneuf, l'Ouvardière, qui dépassent 30 mm de diamètre, présentent à leur périphérie des dissépiments transeptaux et naotiques : P. murchisoni forma stutchburyi (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974, p. 162-163).

Coupes longitudinales : les caractères des échantillons du Massif Armoricain sont identiques à ceux de spécimens provenant d'autres régions (voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, 1974, p. 164).

Remarques : SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974) a défini, pour cette espèce, quatre morphotypes, déjà évoqués dans la description qui précède, et entre lesquels pourraient exister de nombreux intermédiaires :

- P. murchisoni forma murchisoni ne possède pas de dissépiments transeptaux et naotiques.
- P. murchisoni forma stutchburyi possède, au contraire, de ces dissépiments.
- P. murchisoni forma vesiculosa possède des dissépiments transeptaux allongés tangentiellement.
- P. murchisoni forma junctiseptata a des septes épaissis, au point d'en devenir coalescents, dans le dissépimentarium.

Les spécimens du Massif Armoricain appartiennent, pour la plupart, comme il a été dit précédemment, au premier de ces quatre morphotypes, avec, cependant, quelques sections se rapprochant de la forma stutchburyi et, plus rarement, des formae junctiseptata et vesiculosa.

Palaeosmilia sp.
Pl. 10, fig. 4.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35329), carrière des Fourneaux (Saint-sur-Erve, Mayenne), V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ), Formation de Sablé.

Coupe transversale (caractères externes et coupe longitudinale non observés) : les septes majeurs, nombreux (52 pour 20 mm de diamètre), longs et fins, atteignent l'axe. Les septes mineurs sont longs et contratingents, souvent plus près du sepie majeur voisin situé du côté antipode, faisant avec lui une sorte de "doublets". La lame axiale est courte et fine. Le dissépimentarium est formé d'environ huit rangées de dissépiments simples.

Remarque : cette section est plus simple que celles de P. murchisoni MILNE-EDWARDS & HAIME, en particulier, des dissépiments plus réduits ; les septes mineurs contratingents, formant un "doublet" avec le sepie majeur voisin situé du côté antipode, semble caractériser cette forme. P. aquisgranensis (FRECH), une des espèces les plus primitives du genre Palaeosmilia (Strunien), présente des dissépiments plus complexes que Palaeosmilia sp. (POTY 1984b, pl. 1, fig. 6).

Famille Aulophyllidae DYBOWSKI 1873
Sous-famille Amygdalophyllinae GRABAU in CHI 1935
Genre **Amygdalophyllum** DUN & BENSON 1920

Espèce type : Amygdalophyllum etheridgei DUN & BENSON (1920, p. 339, text-fig. 10, pl. XVIII, fig. 1-6), Viséen, Merlwood près de Babbinboon (Nouvelle Galles du Sud, Australie).

Amygdalophyllum (?) sp.
Fig. 40 ; pl. 11, fig. 5.

Matériel : un échantillon (IGR 35591), carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Coupes transversales (caractères externes non observés) : la columelle est compacte et formée de lamelles radiaires fusionnées. Le septe cardinal est court. Les septes majeurs, longs, atteignent presque la columelle et sont prolongés par des lamelles radiaires spiralées ; ils sont légèrement épaissis dans le tabularium. Les septes mineurs sont longs et pénètrent dans le tabularium. Le dissépimentarium est formé de quatre ou cinq rangées de dissépiments simples.

Coupe longitudinale : Les planchers axiaux, peu relevés vers la columelle, sont espacés et divisés. Les planchers périaxiaux, légèrement bombés et divisés, s'inclinent vers le dissépimentarium, qui est formé de vesicules globuleuses, fortement inclinés vers l'intérieur.

Remarques : il est difficile de rapprocher Amygdalophyllum (?) sp. d'une espèce connue du genre. Le spécimen de Saint-Roch diffère du genre Amygdalophyllum par ses lamelles radiaires spiralées, caractère qui le rapproche des genres Cyathoclisia DINGWALL 1926 ou Spirophyllum FEDOROWSKI 1970. Par ses planchers axiaux et périaxiaux, apparemment bien séparés, il rappelle Deleginella VUILLEMIN 1985.

Genre **Delepinella** VUILLEMIN 1985

Espèce type : Delepinella anastomosa VUILLEMIN (1985, p. 39-49, fig. 1-6, pl. 1, fig. 1-5), Massif Armoricain (Mayenne, France), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

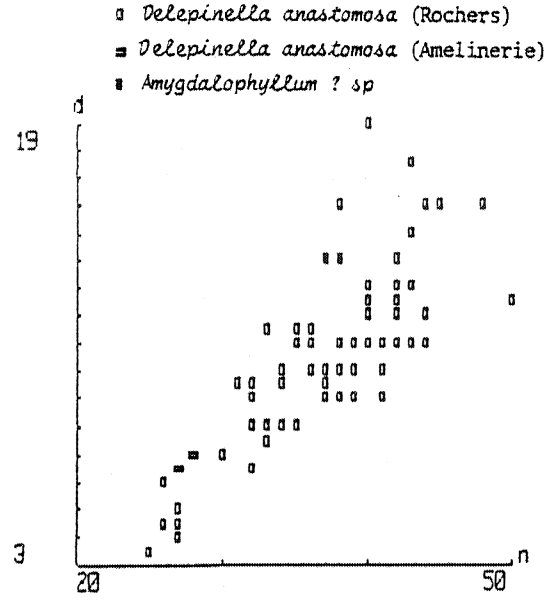


Fig. 40. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Amygdalophyllum* (?) sp. et *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN.

Diagnose (modifiée) : polypiers solitaires de petite taille, cératoïdes, parfois cylindroïdes ou scolécoïdes. La columelle, unie aux septes cardinal et antipodes, en forme de lame axiale mince ou renflée, est de type amygdalophylloïde. Les septes majeurs, nombreux et longs, atteignent presque la columelle. Les septes mineurs (environ deux-tiers de la longueur des septes majeurs) sont tous contratingents. Les planchers, peu denses, forment deux zones distinctes (axiale et périaxiale). Les planchers axiaux sont fortement relevés vers la columelle, tandis que les planchers périaxiaux s'inclinent le plus souvent vers l'extérieur. Les dissépiments, simples ou entrecroisés, plus rarement transeptaux, sont fortement inclinés vers l'intérieur.

Discussion : voir VUILLEMIN (1985, p. 40, fig. 3).

Delepinella anastomosa VUILLEMIN 1985
Fig. 40-44, pl. 11, fig. 1-4.

1930b Lophophyllum cf. tortuosum (MICHELIN emend. CARRUTHERS) ; DELEPINE, p. 32, pl. III, fig. 9.
* 1985 Delepinella anastomosa VUILLEMIN, p. 41, fig. 1-6, pl. 1, fig. 1-5.

Holotype : spécimen IGR 35041, carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (sommet du Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

Matériel : 44 spécimens dont : 35 polypiers (IGR 35039 à 35069, et 35210 à 35213), carrières A et B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 4 polypiers (IGR 35755 à 35758), carrières B et D de la Bonneterie (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville ; 1 polypier (IGR 35750), carrière de la Butte à Berthe (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de

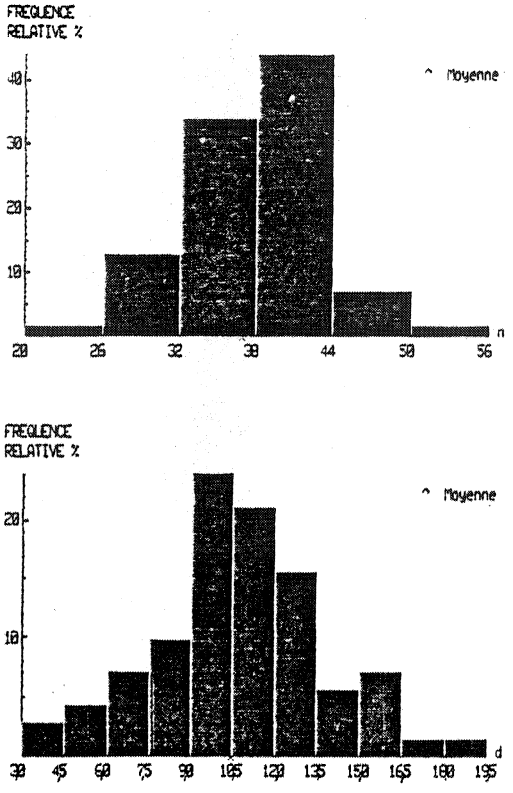


Fig. 41. - Histogramme de fréquence du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN.

Régneville ; 4 polypiers (IGR 35751 à 35754) appartenant avec doute à Delepinella anastomosa, collection MILON, provenance indéterminée aux environs de Régneville (Manche), Viséen inférieur probable, Formation de Régneville.

Diagnose et description : voir VUILLEMIN (1985, p.43).

Insertion septale chez Delepinella anastomosa VUILLEMIN

a - Introduction.

Chez les Tétracoralliaires, le développement de l'appareil septal se fait en deux étapes principales : insertion des protoseptes puis des métaseptes ; sous ce dernier vocable WRIGHT (1969) désigne tous les septes majeurs et mineurs formés après les protoseptes. Ce concept sera modifié comme on le verra par la suite.

Insertion des protoseptes. (voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1986, p. 768).

Insertion des métaseptes. Les métaseptes prennent naissance dans quatre des six secteurs délimités par les protoseptes : du coté antipode des septes alaires et de part et d'autres du septe cardinal. On distingue deux types d'insertion (voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1986, p. 769-770) :

1 - le type "Zaphrentis". Les septes majeurs font d'abord leur apparition en insertion sériée, puis apparaissent, plus tardivement, en succession rapide, les septes mineurs, entre les septes majeurs. Le retard une fois rattrapé, on est ramené au type d'insertion suivant.

2 - le type "Cyathaxonia". Deux septes mineurs apparaissent de part et d'autres du dernier septe majeur formé. Celui qui se trouve du côté antipode restera mineur l'autre, du côté cardinal, deviendra majeur par allongement.

De nombreux travaux ont été consacrés à l'insertion septale chez les Tétracoralliaires. On peut citer, en particulier, ceux de FAUROT (1909) sur Cyathaxonia cornu MICHELIN (du Carbonifère inférieur), de VOLLBRECHT (1928) sur plusieurs espèces du genre Semaiophyllum VOLLBRECHT (du Silurien), et de SCHINDEWOLF (1931) sur Petraia semistriata MUNSTER (du Siluro-Dévonien). Les formes à dissépiments n'ont guère suscité de travaux (VOLLBRECHT 1928, COOPE 1956, 1957). Delepinella anastomosa VUILLEMIN présentant des dissépiments et des septes mineurs contratingents, il a paru intéressant d'en étudier le mode

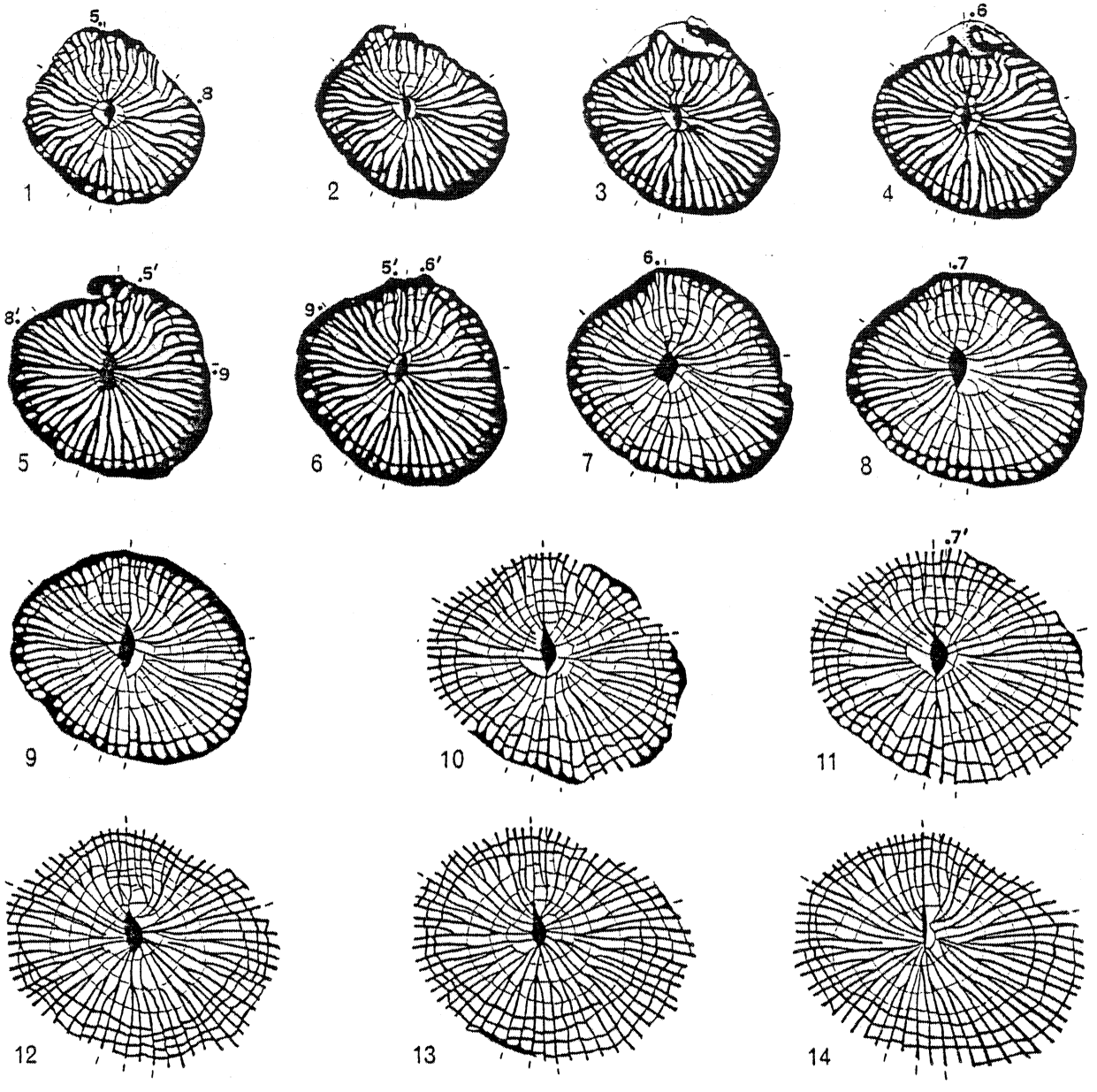


Fig. 42. - *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN, (x 4), Paratype IGR 35044, Formation de Sablé, carrière B des Rochers (Mayenne), Tournaisien supérieur. Sections sériées (coupes 1 à 14). Les septes cardinal, alaire, antipode, périantipodes sont indiqués par des tirets en face de ces 6 septes, le septe cardinal est en haut. Chaque point indique chaque nouveau septe formé et son numéro d'ordre d'apparition. Explications dans le texte.

d'insertion septale , à partir des sections sériées (voir SEMENOFF-TIAN-CHANSKY & VUILLEMIN 1987), de manière à confirmer ou infirmer les différents types d'insertion septale décrits jusqu'à présent.

b - Résultats de l'analyse des coupes (sections sériées) sur le spécimen IGR 35044.

Les principaux résultats sont exposés ci-dessous ; pour plus de détail on se reportera à SEMENOFF-TIAN-CHANSKY & VUILLEMIN (1987). La figure 42, avec ses 14 coupes, permet de reconnaître l'ordre d'apparition des septes.

. Nombre de septes nouveaux insérés.

Quadrant Nord-Est : 5 nouveaux septes (3 mineurs et 2 majeurs).
Quadrant Sud-Est : 2 nouveaux septes (1 mineur et 1 majeur).
Quadrant Nord-Ouest : 3 nouveaux septes (1 mineur et 2 majeurs).
Quadrant Sud-Ouest : 2 nouveaux septes (1 mineur et 1 majeur).

Au total, dans les deux quadrants cardinaux (Nord-Est et Nord-Ouest), apparaissent 8 septes, alors que, dans le même temps, dans les quadrants antipodes (Sud-Est et Sud-Ouest), il se forme seulement 4 septes nouveaux. Il apparaît donc deux fois plus de septes dans les quadrants cardinaux que dans les quadrants antipodes. L'accélération de l'insertion septale dans les quadrants antipodes est une tendance générale chez les Tétracoralliaires. Dans le cas présent, il y a probablement eu accélération de cette insertion dans les quadrants antipodes pour les stades précédents la coupe 1 de la figure 42. En effet, cette coupe présente 17 métaseptes dans les deux quadrants cardinaux, contre 31 métaseptes dans les quadrants antipodes. La série de coupes 1 à 14 (fig. 42), illustre le rattrapage du retard pris dans les quadrants cardinaux.

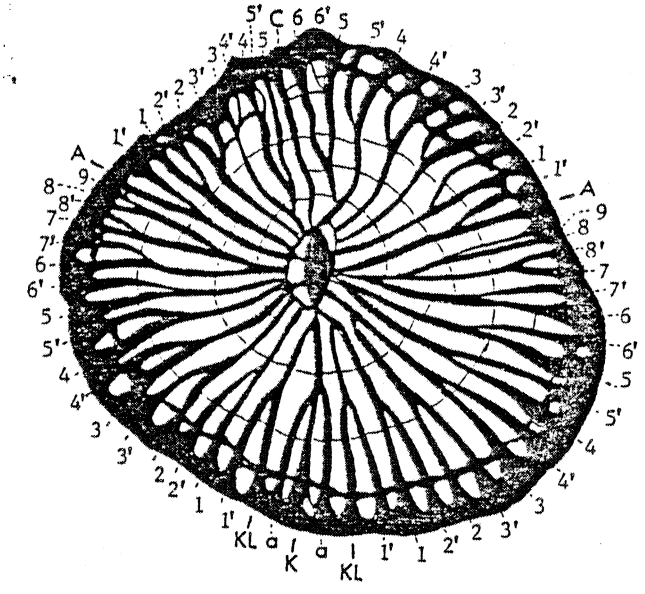


Fig. 43. - Notation des septes chez *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN.
Protoseptes : C : cardinal ; K : antipode ; A : alaire ; KL : périantipode.
Autres septes majeurs : 1, 2, 3, 4, ...
Septes mineurs : 1', 2', 3', ..., septe mineur périantipode : a. Cette figure correspond à la coupe 6 de la figure 42.

Dans la "moitié Est", un seul septe nouveau se forme, pour la série de coupes qui va de 9 à 14. Dans la "moitié Ouest", aucun septe nouveau n'apparaît pour la série de coupes qui va de 8 à 14. On voit un ralentissement dans la formation des nouveaux septes,

à partir de la coupe 8. On approche, probablement, déjà, des stades adultes, caractérisés par un accroissement faible ou nul du nombre de septes.

. Notation des septes.

La notation la plus simple, si l'on veut éviter la surcharge du dessin, consiste à numéroter les différents septes majeurs dans l'ordre même de leur apparition dans les différents quadrants. Le principe est le même pour les septes mineurs affectés d'indices ("prime") : 1, 1', 2, 2', 3,...n, n' correspond, comme on le verra plus loin, à l'ordre d'apparition des septes (fig. 43).

. Forme d'ébauche d'un nouveau septe.

Chaque nouveau septe apparaît, tantôt sous forme de vésicule latérale (fig. 42 : septe 5 de la coupe 1, par exemple), tantôt comme une division du septe qui lui a donné naissance (fig. 42 : septe 6 de la coupe 7). Dans tous les cas, le nouveau septe est formé en se séparant progressivement du septe majeur qui lui a donné naissance, la séparation s'effectuant toujours du côté cardinal de ce dernier.

. Niveau de la division.

Par division, les nouveaux septes apparaissent vers la périphérie. Au cours de leur développement, le mode de liaison entre le nouveau septe et le septe majeur qui lui a donné naissance se confond rapidement avec une bifurcation, laquelle va migrer en direction centripète. S'il s'agit d'un nouveau septe mineur, cette migration s'arrêtera au niveau où les septes mineurs contratingents s'appuient sur les septes majeurs. Dans le cas d'un nouveau septe majeur, la bifurcation va migrer plus axialement, d'abord jusqu'aux anastomoses qui existent entre septes majeurs, puis jusqu'à la columelle, la bifurcation pouvant disparaître.

L'étude des sections sériées de Delepinella a montré que celui des septes mineurs qui deviendra majeur était, en quelque sorte, prédestiné à jouer ce rôle de majeur dès le départ : topographiquement mineur, il est morphonogénétiquement majeur. L'autre septe mineur, et appelé à le demeurer, peut donc être tenu pour morphogénétiquement mineur ; ces particularités ont été évoquées par WEYER (1974, p. 354). Ceci conduit à confirmer le concept de DUERDEN (1902) et infirmer celui de WRIGHT (1969), c'est à dire que les métaseptes correspondent uniquement au septes majeurs formés après les protoseptes.

. Première et deuxième division.

Tout septe majeur nouvellement formé donnera, à son tour, deux nouveaux septes, au cours de deux divisions ; la première engendre un septe majeur et la bifurcation qui en résulte migre vers l'axe ; quant à la deuxième division, elle donne naissance à un septe mineur (fig. 44).

. Ordre d'apparition des septes.

En prenant comme exemple la figure 44 (représation schématique de la majorité des cas observés dans les quatre quadrants des coupes 1 à 14 de la figure 42), la formation du septe majeur 6 sera suivie par l'apparition du septe mineur 6' (côté antipode du 6, deuxième division du septe majeur 5) ; puis ce sera l'apparition du septe majeur 7 (côté cardinal du septe majeur 6, première division de ce septe majeur 6), celle du septe mineur 7' et ainsi de suite. C'est l'insertion "rétro-alternée" décrite par WEYER (1972), puis par OLIVER (1980), et par HILL (1981, p. F19), qui parle de la "séquence fondamentale des septes mineurs" ; HILL emploie l'adjectif "court" au lieu de "mineur" pour qualifier les nouveaux septes apparus (contrairement, en particulier, à OLIVER (1980) et SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1986, sous presse)). Effectivement, si les deux septes nouveaux sont bien morphologiquement comparables à des septes mineurs, il reste que seul celui qui se trouve du côté antipode deviendra un véritable septe mineur. Dans ces conditions, l'adjectif "court" a l'avantage de ne présumer en rien de ce que deviendront ultérieurement les septes. Mais HILL (1981) oublie de préciser quel est celui des deux "septes courts" nouvellement formés qui s'est mis en place le premier. Nos sections sériées chez Delepinella anastomosa permettent de réparer cet oubli : c'est toujours le septe situé du côté antipode du dernier septe majeur formé qui apparaît en premier. L'autre, situé du côté cardinal, ne vient qu'ensuite, et c'est lui qui deviendra majeur (voir fig. 44).

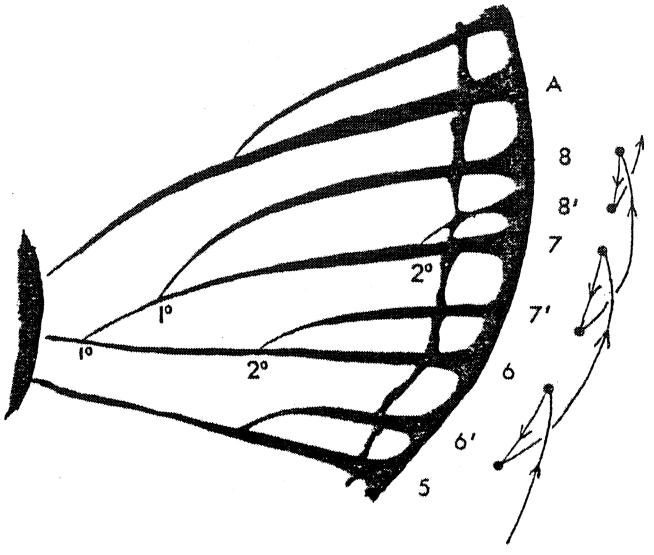


Fig. 44. - Première et deuxième division d'un septe majeur chez *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN, le septe majeur 6 par une première division donne le septe majeur 7 et par deuxième division le septe mineur 7'. Les flèches indiquent l'ordre d'apparition des septes : 6, 6', 7, 7', 8, 8', ...

. Remarques.

Dans l'espace plan d'une coupe transversale, le septe le plus proche du septe alaire (A), dans un quadrant antipode, ou du septe cardinal (C), dans un quadrant cardinal, est toujours un septe majeur (fig. 42 et 43). Si l'on désigne par "n" le dernier septe majeur formé, le prochain sera toujours "n'", septe mineur en retrait. Il peut y avoir deux septes majeurs contigus, avoisinant un des septes alaires ou le septe cardinal, et cela aussi longtemps que "n'" n'est

pas encore mis en place (entre n et n - 1). Cette remarque pourrait expliquer bien des dispositions septales anormales que l'on constate chez les Tétracoralliaires (en admettant qu'ils aient tous le même mode d'insertion).

c - Conclusion

l'insertion septale rétro-alternée de Delepinella anastomosa est comparable à celles de Cyathaxonia cornu et Petraia semistriata ; elle correspond bien à celle de type "Cyathaxonia".

SCHINDEWOLF (1931) a noté l'intervention, chez Petraia semistriata, d'une première et deuxième division des septes majeurs. C'est bien ce qui se produit également chez Delepinella anastomosa.

Pour compléter cette étude, il faudrait exposer la relation qui existe entre l'insertion déduite des coupes sériées et celle qu' on peut déduire des sillons septaux sur la muraille externe. SEMENOFF-TIAN-CHANSKY & VUILLEMIN (1987) ont établis cette relation, toujours sur Delepinella anastomosa, et montrent que le modèle proposé par WEYER (1974) est vrai en surface de la muraille externe et que, en revanche, le modèle de VOLLBRECHT (1928) est également juste, et apparaît au niveau de la surface interne de la muraille externe.

Sous-famille Aulophyllinae DYBOWSKI 1873
Genre **Auloclisia** LEWIS 1927b

Espèce-type : Auloclisia mutata LEWIS (1927b, p. 31 ; pl. 1, fig. 1, 1a, 1b ; pl. 2, fig. 1.), Viséen supérieur (D1), Scarlet Point (Ile de Man), et d'autres localités d'Angleterre du Nord-Ouest et de l'Ile de Man.

Diagnose : voir LEWIS (1927b, p. 31).

Auloclisia sp.
Pl. 12, fig. 3.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35571, collection MILON), le Pressoir (Juigné, Sarthe), Viséen moyen probable, Formation de Sablé.

Coupe transversale (caractères externes non observés) : les septes majeurs sont droits et épaissis dans le tabularium ; ils atteignent, en longueur, environ les deux-tiers du rayon des différentes sections. On compte 51 septes majeurs pour un diamètre de 20 mm environ. Les septes mineurs, longs, varient de la moitié au deux-tiers de la longueur des majeurs dans le tabularium. Le septe cardinal est raccourci, l'antipode indistinct. La structure axiale comprend une vingtaine de lamelles radiaires, reliées entre elles par les sections des planchers axiaux ; sa lame axiale n'est pas distincte ; la largeur de sa structure axiale est égale au tiers environ du diamètre. La largeur du dissépimentarium, composé de 4 ou 5 rangées de dissépiments simples, varie du cinquième au quart du rayon. La muraille externe est érodée.

Coupe longitudinale : Les dissépiments sont petits et globuleux (1 à 2 mm de longueur, espacés de 0,2 à 0,5 mm), et inclinés vers l'axe selon un angle d'environ 45°. La lame axiale se développe sporadiquement, et peut même faire totalement défaut. Les planchers axiaux, complets ou incomplets, sont bombés et s'inclinent fortement vers les planchers périaxiaux à la limite entre les zones axiale et périaxiale. Les planchers périaxiaux, incomplets, s'inclinent vers le dissépimentarium.

Discussion : En section longitudinale, ce spécimen est quasi identique à Auloclisia mutata LEWIS (1927b, pl 1, fig. 1g.) du Viséen supérieur d'Angleterre. Certains éléments de la section transversale d'Auloclisia sp., la rapprochent également d'A. mutata : le nombre de septes par rapport au diamètre (51 pour un diamètre de 20 mm), les septes droits et épaissis dans le tabularium avec une fossule cardinale bien marquée. Cependant, les lamelles radiaires sont plus nettes et épaisses. Ce caractère est très variable chez A. mutata. La structure concentrique de la structure axiale est moins bien marquée que chez A. mutata (LEWIS 1927b, pl. 2).

Par ses septes fortement épaissis, ses dissépiments simples, sa structure axiale large (environ un tiers du rayon) et ses lamelles radiaires nombreuses (environ 20), Auloclisia sp. se rapproche aussi de Clisiophyllum keyserlingi crassisseptatum SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, p. 70, pl. 10, fig. 3-4, pl. 11, fig. 2-5) du Namurien inférieur du Sahara.

Sous-famille Clisiophyllinae NICHOLSON 1889
Genre **Clisiophyllum** DANA 1846

Espèce type : Clisiophyllum keyserlingi Mc COY 1849, Viséen supérieur et Namurien inférieur, Derbyshire (Grande-Bretagne) ; choisie par DINGWALL (1926).

Diagnose : voir POTY (1981, p. 39).

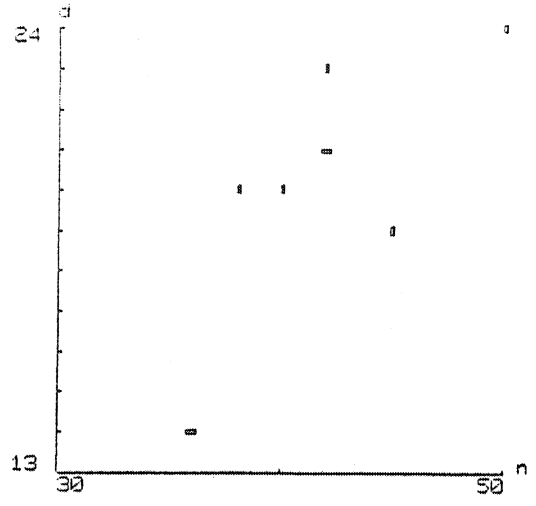
Clisiophyllum aff. **parkinsoni** FEDOROWSKI 1971
Fig. 45 ; pl. 14, fig. 3.

aff. 1926 Clisiophyllum sp. Rhodophyllum type PARKINSON, p. 229, pl. 13, fig. 1a-c.
aff. 1971 Clisiophyllum parkinsoni FEDOROWSKI, p. 40, pl. 2, fig.2-3.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35325), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Caractéres externes : fragment cératoïde dont l'apex et le calice ne sont pas conservés. La muraille externe est ornée de bourrelets de croissance et de côtes longitudinales fines.

Coupes transversales : la structure axiale a un diamètre égal à environ le tiers de celui du polypier. Elle est formée d'une lame axiale



▯ *Clisiophyllum* aff. *parkinsoni* (Les Fourneaux)
▬ *Clisiophyllum parkinsoni* (in PARKINSON 1926)
▮ *Clisiophyllum parkinsoni* (in FEDOROWSKI 1970)

Fig. 45. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Clisiophyllum parkinsoni* FEDOROWSKI (spécimens de Grande-Bretagne et de Pologne) et *Clisiophyllum* aff. *parkinsoni*.

longue et mince, entourée de 10 à 12 lamelles radiaires spiralées, reliées entre elles par 4 à 8 sections de planchers axiaux. Les septes majeurs, qui sont fins, ne sont pas en contact avec la zone axiale. Les septes mineurs sont longs dans le tabularium, où ils atteignent entre le quart et le tiers de la longueur des septes majeurs. Le septe cardinal est court, et la fossule cardinale peu marquée. Le dissépimentarium est réduit, comportant jusqu'à 8 rangées de dissépiments simples.

Coupe longitudinale : les dissépiments, sont petits et globuleux, fortement inclinés, parfois subverticaux. Ils ont de 0,5 à 2 mm de longueur et 0,3 à 0,7 mm d'écartement. La zone axiale est formée d'une lame axiale fine et de planchers axiaux serrés, souvent incomplets et faiblement inclinés vers le dissépimentarium. Les planchers périaxiaux sont incomplets, plus espacés que les précédents et subhorizontaux.

Remarques : le spécimen armoricain se rapproche de Clisiophyllum parkinsoni FEDOROWSKI 1971, par sa structure axiale large et lache, aux lamelles radiaires spiralées et peu nombreuses. Ils en diffère cependant par des lamelles radiaires mieux définies, un nombre de septes majeurs plus important (50 pour 26 mm chez C. aff. parkinsoni et 40 pour 23 mm chez C. parkinsoni, voir fig. 45), et des septes mineurs plus longs dans le tabularium.

C. parkinsoni a été récolté dans le Viséen moyen (zone S) de Grande-Bretagne (PARKINSON 1926) et dans le Viséen supérieur (sommet zone D2) en Pologne (FEDOROWSKI 1971). Dans le Massif Armoricain, C. aff. parkinsoni apparaît à la base du Viséen moyen (base V2a).

Clisiophyllum sp.
Pl. 12, fig. 1.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35330), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ), Formation de Sablé.

Coupe transversale (caractères externes et coupes longitudinale non observés) : sur la demi-section conservée de ce polypier, les septes majeurs sont droits et fins. La structure axiale est incomplète.

Cependant, les lamelles radiaires semblent être très nombreuses et l'ensemble de la structure axiale paraît très large (environ la moitié du rayon). Le dissépimentarium est composé de 8 à 9 rangées de dissépiments simples.

Remarques : cet échantillon est très fragmentaire ; mais, sa structure axiale large, composée de nombreuses lamelles radiaires, tend à le rapprocher de Clisiophyllum keyserlingi Mc COY. Par sa structure axiale dense, la morphologie de ses dissépiments et ses dimensions, ce fragment de section transversale présente des affinités avec C. multiseptatum GARWOOD. Cette dernière espèce est placé en synonymie avec Neoclisiophyllum ingletonense (VAUGHAN) caractérisé par une structure axiale "nucléolée" (voir infra).

Genre **Neoclisiophyllum** WU *in* YU & al. 1963

Espèce type : Clisiophyllum yengtzeense YOH (1929, p.2, pl. ?, fig.?), Viséen, Kwangsi (Chine).

Diagnose : voir HILL (1981, p. F360).

Neoclisiophyllum ingletonense (VAUGHAN 1911)
Fig. 46 ; pl. 14, fig. 1.

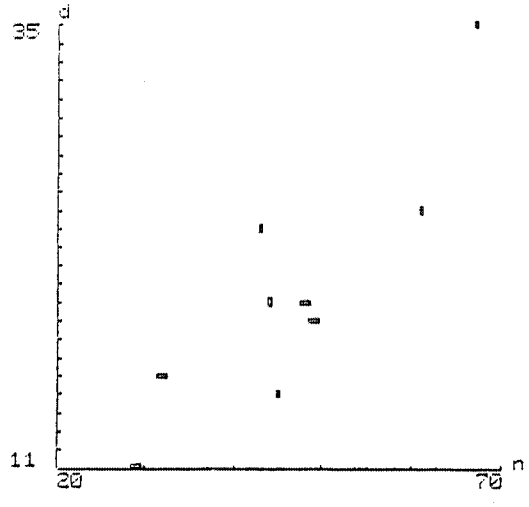
* 1911b Clisiophyllum ingletonense VAUGHAN, p. 251, pl. 38, fig. 1a-e.
? 1912 Clisiophyllum multiseptatum GARWOOD, p. 560, pl. 50, fig. 1.
1973 Clisiophyllum ingletonense VAUGHAN ; SAYUTINA, p. 50.
? 1986 Clisiophyllum multiseptatum GARWOOD ; SOMERVILLE & al., p. 69-71, fig. 7 a-c.

Holotype : figuré par VAUGHAN (1911b, pl. 38, fig. 1a), Arundien, Ingleton (N.W. Yorkshire).

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35759), carrière D de la Bonnetterie (Grimouville, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville.

Coupe transversale (caractères externes et coupe longitudinale non observés) : les septes majeurs, droits et épaissis dans le tabularium, s'affinent vers la structure axiale. Leurs longueurs atteignent environ les deux-tiers du rayon de la section. En reconstituant le diamètre, on compte environ 44 ou 45 septes pour un diamètre de 20 mm. Les septes mineurs longs atteignent la moitié de la longueur des septes majeurs. Le septe cardinal est raccourci. La structure axiale comporte une lame axiale, courte et fine, entourée de nombreuses lamelles radiaires, très denses. Les sections des planchers axiaux sont également très denses. La largeur de la structure axiale correspond à peu près au tiers du diamètre. Le dissépimentarium, étroit (1/5 du rayon), comprend de 3 à 4 rangées de dissépiments simples ou en forme de V.

Remarques : la section transversale du spécimen armoricain est très comparable aux spécimens de Clisiophyllum ingletonense décrits et figurés par VAUGHAN (1911b, p. 251, pl. 38, fig. 1a-d), par la densité des éléments de sa structure axiale, ainsi que par le nombre de septes. Clisiophyllum multiseptatum GARWOOD (1912, p. 560, pl. 50, fig. 14) présente une structure axiale très proche de celle des spécimens décrits par VAUGHAN (1911b). Les sections de C. multiseptatum étant de plus grande taille que celles de C. ingletonense, les dissépiments de la première sont plus développés. Cependant, comme le note SOMERVILLE & al. (1986, p. 71), C. ingletonense possède des septes majeurs fortement épaissis, des septes mineurs courts et une lame axiale épaissie, alors que C. multiseptatum a des septes majeurs fins, des septes mineurs longs (environ 1/4 de la longueur des septes majeurs dans le tabularium), une lame axiale fine, et une structure axiale légèrement moins dense. Le spécimen armoricain présente tous les caractères de C. ingletonense, à l'exception des septes mineurs longs comme chez C. multiseptatum. SAYUTINA (1973, p. 50) considère C. multiseptatum comme synonyme de C.ingletonense. Cette synonymie est à considérer avec prudence, car, comme on vient de le voir, certains caractères peuvent différencier les deux formes.



▯ *Neoclisiophyllum ingletonense* (Montmartin)
▬ *Clisiophyllum ingletonense* (in VAUGHAN 1911)
▮ *Clisiophyllum multiseptatum* (in GARWOOD 1912)

Fig. 46. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Neoclisiophyllum ingletonense* (VAUGHAN).

La structure axiale de Neoclisiophyllum ingletonense, rappelle certaines de celles de "Koninckophyllum" praecursor HOWELL 1938. La columelle de cette dernière espèce est, en général, très développée et les lamelles radiaires souvent fusionnées rappelant le genre Amygdalophyllum ou surtout Carruthersella comme le signale HOWELL (1938, p. 12, text-fig. 5 a-b, pl. I, fig. 10-14) ; certaine de ces structures axiales semble "nucléolée" (HOWELL 1938, pl. I, fig. 15) et se rapproche de Neoclisiophyllum ingletonense. Les lamelles radiaires sont parfois plus lache, la columelle étant toujours assez grosse (HOWELL 1938, pl.I, fig. 16-17) ; ces sections se confondent alors avec celles de certaines espèces du genre Amygdalophyllum. Enfin, d'autres sections de "K." praecursor ont une structure axiale très faiblement développé rappelant ainsi certains Koninckophyllum (HOWELL 1938, pl. I, fig. 18). "K." praecursor présente donc une très grande variabilité au niveau de sa structure axiale. Neoclisiophyllum ingletonense peut entrer dans le domaine de variabilité de "K." praecursor,

cependant, la plupart des sections de cette dernière correspondent au genre Amygdalophyllum.

Clisiophyllum ingletonense appartient bien au genre Neoclisiophyllum crée par WU in YU & al. 1963. Ce genre est caractérisé par une structure axiale très dense ("nucléolée").

Genre Cyathoclisia DINGWALL 1926

Espèce type : Cyathoclisia tabernaculum DINGWALL (1926, p. 15, pl. 1, fig. 1-4, pl. 2, fig. 1-10, pl. 3, fig. 1-10), Tournaisien supérieur et Viséen inférieur, Burrington Combe, Somerset (Angleterre).

Diagnose : voir DINGWALL (1926, p. 13), HILL (1981, p. F360).

Cyathoclisia monicae nov. sp.
Fig. 47-49 ; pl. 13, fig. 1-4.

Derivatio nominis : dédiée à Monique Lemoigne (en latin Monica).

Holotype : IGR 35072, une lame mince (section transversale).

Locus typicus : carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, Tn3c (sommet du Tournaisien supérieur, zone Cf3).

Paratypes : ensemble des exemplaires figurés : IGR 35070, 35074, 35077, 35093, 35098.

Matériel : 40 spécimens (IGR 35070 à 35109), carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

Diagnose : Cyathoclisia trochoïde à cératoïde de petite taille, dont le diamètre atteint au maximum 25 mm. Le nombre de septes rapporté au diamètre est important : 50 pour un diamètre de 10 à 12 mm. Les septes mineurs pénètrent dans le tabularium et sont souvent contratingents. Les septes sont fréquemment épaissis dans les quadrants cardinaux. La fossule cardinale est bien formée. Le sepde cardinal long, se raccourcit dans les stades distaux. La lame axiale courte et mince est entourée de nombreuses lamelles radiaires spiralées. Le dissépimentarium, peu ou pas développé, comprend, au plus, une à deux rangées de dissépiments simples. Les planchers axiaux et périaxiaux, espacés, sont faiblement inclinés vers le dissépimentarium.

Caractères externes : polypiers trochoïdes à cératoïdes dont l'apex est rarement conservé. Le calice, noyé dans la gangue calcaire, n'est pas observable. La muraille externe est ornée de petits bourrelets transversaux, marquant la croissance, et de côtes longitudinales faiblement marquées.

Coupes transversales : dans les stades adultes, la structure axiale est formée d'une lame axiale courte et mince, entourée de nombreuses

lamelles radiaires, souvent spiralées et reliées entre elles par les sections des planchers axiaux qui sont denses. Dans les stades jeunes, la lame axiale est épaissie et les lamelles radiaires ne sont pas visibles. Les septes majeurs sont nombreux (50 pour 10 à 12 mm de diamètre), épaissis dans les quadrants cardinaux et s'amincissent vers l'axe. Les septes mineurs sont généralement contratingents. Le septe cardinal, long, se raccourcit dans les stades distaux (fig. 47-1 ; IGR 35070). La fossule cardinale est bien marquée. Le dissépimentarium est réduit, voire inexistant. Lorsqu'il est présent, il dépasse rarement une à deux rangées de dissépiments simples.

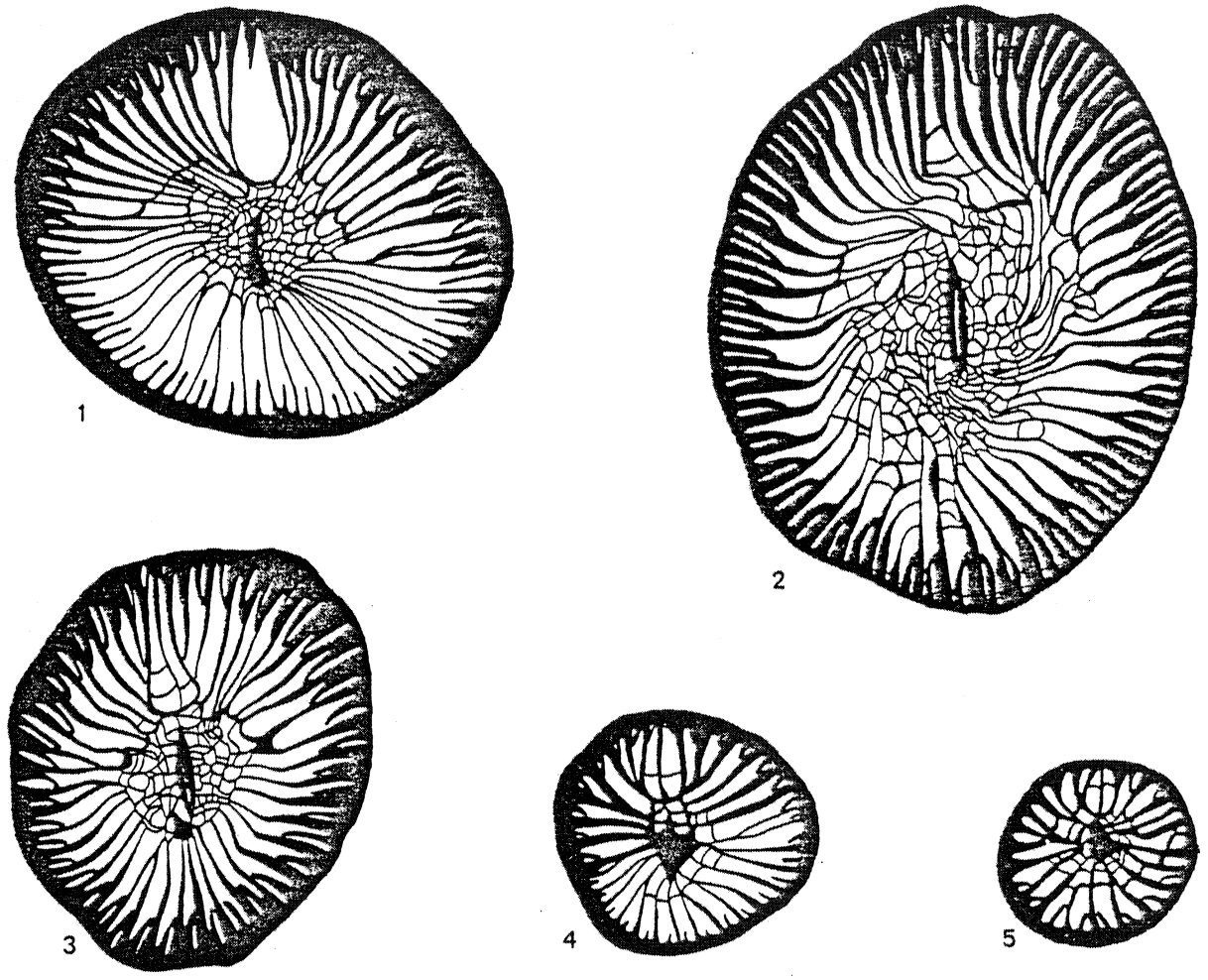


Fig. 47. - *Cyathoclisia monicae* nov. sp., coupes schématiques (x 4).
1 : Paratype IGR 35070, section transversale, stade adulte ; 2 : Holotype IGR 35072, section transversale, stade adulte ; 3 : Paratype IGR 35074, section transversale, stade adulte ; 4 : Paratype IGR 35077, section transversale, stade jeune ; 5 : Paratype IGR 35093, section transversale, stade jeune.

Coupes longitudinales : la zone axiale est constituée de la lame axiale et des planchers axiaux espacés et relevés vers la lame axiale. Les planchers périaxiaux sont distincts des planchers axiaux ; ils sont plus ou moins complets, espacés et presque horizontaux, légèrement inclinés vers le dissépimentarium ou la muraille externe. Le dissépimentarium n'a pu être observé en coupes longitudinales.

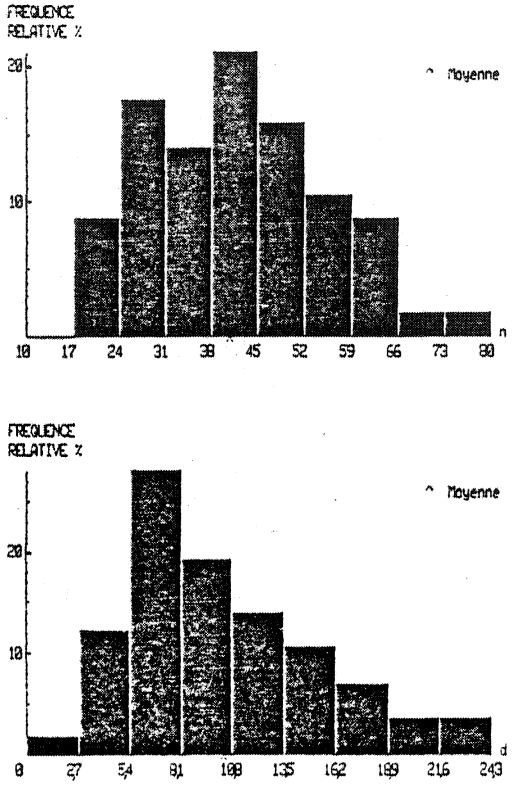


Fig. 48. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Cyathoclisia monicae* nov. sp.

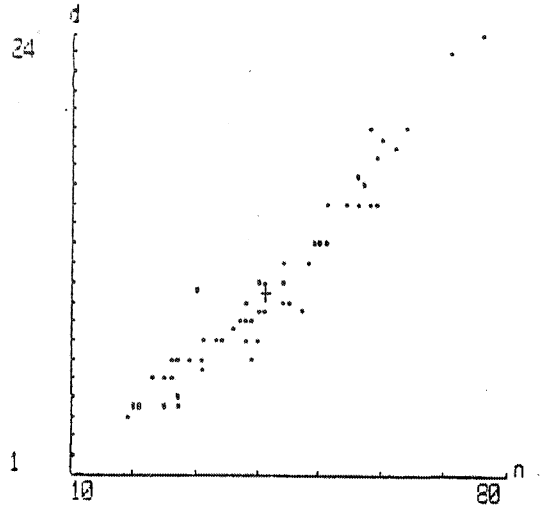


Fig. 49. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Cyathoclisia monicae* nov. sp.

Discussion : c'est de Cyathoclisia modavensis (SALEE 1913b) (=Cyathoclisia tabernaculum DINGWALL 1926) du Viséen inférieur de Belgique et de Grande-Bretagne, et du Tournaisien supérieur et Viséen inférieur du Bassin du Donetz, Kuznetsk, Oural...(URSS), que C. monicae nov. sp. se rapproche le plus, avec toutefois des différences assez importantes. C. monicae n'atteint jamais les grands diamètres de C. modavensis. Le dissépimentarium de cette dernière est plus développé et peut atteindre le quart du rayon. Dans les stades jeunes, il est absent ou peu développé, comme chez C. monicae. Les septes mineurs, longs dans les deux espèces, sont presque toujours contratingents chez C. monicae, excepté dans les stades distaux (fig. 47-1 : IGR 35070 ; pl. 13, fig. 1 : IGR 35074). Ce caractère est beaucoup plus rare, mais existe chez des exemplaires de C. modavensis du Bassin du Donetz (VASSILJUK 1960, pl. 30, fig. 1 c). La structure axiale de C. modavensis est beaucoup plus large et plus complexe. SALEE (1913a, pl. V, fig. 1 a-c et 2) et POTY (1981, pl. XIX, fig. 4-5) figurent quelques sections de Clisiophyllum curkeenense VAUGHAN que POTY (1981) met en synonymie avec Cyathoclisia modavensis. Ces sections présentent davantage d'affinités avec C. monicae nov. sp. qu'avec celles d'exem-

plaires de C. modavensis (SALEE) typique : septes mineurs souvent contratingents, dissépiments rares ou absents, structure axiale plus simple. Enfin, Cyathoclisia densa (GORSKY 1935) du Tournaisien supérieur de Nouvelle-Zemble et du Bassin du Kuznetsk (Sibérie), possède, comme C. monicae, des septes mineurs contratingents ; c'est le seul caractère commun aux deux espèces.

Cyathoclisia cf. modavensis (SALEE 1913)
Pl. 12, fig. 2.

? 1930b Cyathoclisia tabernaculum var. DINGWALL ; DELEPINE, p. 34, pl. III, fig. 14.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35326), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Coupe transversale (caractères externes et coupe longitudinale non observés) : les septes sont fins et se disposent en spirale au contact de la structure axiale ; ils atteignent, en longueur, environ les deux-tiers du rayon. La structure axiale est plus étroite et plus dense ; les lamelles radiaires sont spiralées, et la lame axiale est indistincte. La largeur du dissépimentarium, composé de 4 à 5 rangées de dissépiments simples, varie du cinquième au quart du rayon. La muraille externe est simple et épaisse (environ 0,5 mm d'épaisseur).

Remarques : C. cf. modavensis diffère de C. modavensis, par une structure axiale plus dense et un nombre de septes plus faibles (46 pour 20 mm chez C. cf. modavensis et 55 pour 18 mm chez C. modavensis en Belgique).

Genre **Cravenia** HUDSON 1928

Espèce type : Cravenia rhytoides HUDSON 1928.

Diagnose : voir HUDSON (1928, p. 252) ; HILL (1981, p. F338).

Discussion : pour HILL (1981), le genre Cravenia est peut-être un Aulophyllidae (sous-ordre Aulophyllina). Sa structure axiale est, en effet, très proche des genres Clisiophyllum ou Auloclisia (Aulophyllidae) ; seule l'absence de dissépiments le différencie des Aulophyllina, ce qui a conduit HILL (1981) à le classer avec réserve dans la famille Verbeekiellidae (sous-ordre Plerophyllina).

Cravenia rhytoides HUDSON 1928
fig. 50-51 ; pl. 3, fig.1-4.

* 1928 Cravenia rhytoides HUDSON, p. 252, pl. 1, fig. 1-1 a-g.
1928 Carcinophyllum THOMSON & NICHOLSON ; MILON, pl. 1, fig. 1-3.
1930b Carcinophyllum vaughani SALEE ; DELEPINE, p. 36, pl. 3, fig. 6,7,8 a-c.

Holotype : figuré par HUDSON (1928) et HILL (1981), niveau C2, Haw Crag lower quarry, Yorkshire, Bell Busk (British Museum, Londres).

Matériel : 10 spécimens dont : 3 polypiers (IGR 35203 à 35205), carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 6 polypiers (IGR 35692 à 35697), carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 1 (?) polypier (IGR 35470), tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, mayenne), V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5), Formation de Sablé.

Diagnose : voir HUDSON (1928, p. 252).

Caractères externes : polypiers cératoïdes dont l'apex et le calice ne sont pas conservés. La muraille externe présente de fines rides longitudinales et de faibles bourrelets de croissance.

Coupes transversales : la structure axiale est large (entre le tiers et la moitié du diamètre). La lame axiale, longue et épaissie, traverse la structure axiale et est entourée de nombreuses lamelles radiaires, plus de 20, reliées entre elles par les sections des planchers axiaux souvent denses. Les septes majeurs sont longs, leurs extrémités internes sont rhopaloïdes. Les septes mineurs atteignent le quart voire le tiers des majeurs. Le septe cardinal est long parfois en contact avec la lame axiale. La muraille externe est épaisse (de 0,5 à 1 mm) et simple. Il n'y a pas de dissepiments.

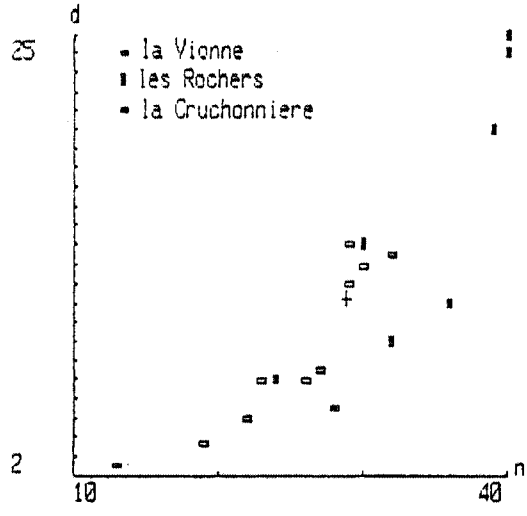


Fig. 50. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Cravenia rhytoides* HUDSON.

Coupes longitudinales : les planchers axiaux sont très relevés au niveau de la lame axiale, incomplets, parfois complets et denses. Les planchers périaxiaux sont subhorizontaux, complets et plus espacés.

Discussion : les polypiers du Massif Armoricain présentent un certain nombre de différences avec les échantillons décrits par HUDSON (1928): l'extrémité interne, rhopaloïde des septes n'apparaît pas chez les formes d'Angleterre. Ces septes rhopaloïdes apparaissent cependant chez Timorphyllum GERTH 1921 auprès duquel HILL (1956) classait ce genre. L'holotype de Cravenia tela HUDSON présente également des septes légèrement rhopaloïdes (HUDSON 1928, pl. 1, fig. 2 ; SOMERVILLE & al. 1986, fig. 4 h). Le septe cardinal est court chez les formes anglaises de C. rhytoides,

alors qu'il est long et parfois en contact avec la lame axiale, chez les formes armoricaines. Tous les autres caractères sont comparables, en particulier la lame axiale droite et épaissie.

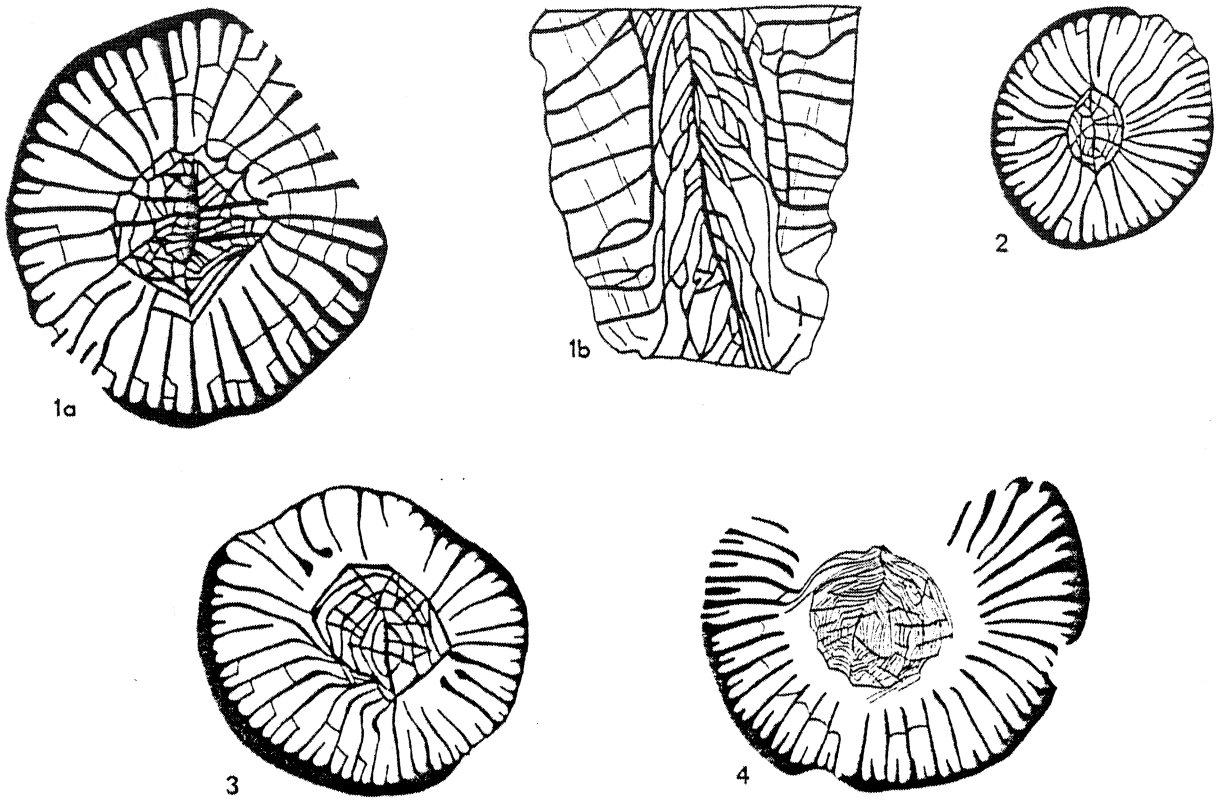


Fig. 51. - *Cravenia rhytoides* HUDSON 1928, coupes schématiques.
1 : IGR 35695 (x 4). a : section transversale ; b : section longitudinale (La Vionne, Mayenne). 2 : IGR 35692 (x 4) ; section transversale (La Vionne, Mayenne). 3 : IGR 35203 (x 4) ; section transversale (Les Rochers). 4 : IGR 35205 (x 2) : section transversale (Les Rochers).

Les échantillons de la Vionne sont généralement de petite taille, leur diamètre ne dépassant pas 15 mm ; aux Rochers, par contre, deux échantillons sur trois atteignent 25 mm de diamètre ; leur structure axiale présente par ailleurs des éléments plus denses (lamelles radiaires nombreuses et planchers axiaux serrés) et une lame axiale très fine et sinueuse ; ces deux polypiers rappellent C. lamellata HOWELL (HOWELL 1938, p. 2-8, text-fig. 2-4, pl. I, fig. 1, 2 et 5 ; SOMERVILLE & al. 1986, p. 65-66, fig. 4 g). Le spécimen de la Cruchonnière du Viséen moyen, provisoirement rattaché à cette espèce, est fragmentaire et difficile à identifier.

DELEPINE (1930b, p. 36, pl. 3, fig. 6,7,8 a-c) attribue ces échantillons à Carcinophyllum vaughani SALEE. S'il est vrai que leur structure axiale complexe rappelle certains taxons appartenant aux sous-ordres Aulophyllina et Lonsdaleiina, il reste qu'aucun d'entre eux ne possède de dissépiments. HILL (1981), dans sa discussion sur le

genre Cravenia (voir supra), n'exclut pas l'appartenance de ce genre à la famille Aulophyllidae, position systématique choisie ici ; dès lors l'attribution proposée par DELEPINE peut se comprendre.

Sous-famille Dibunophyllinae WANG 1950
Genre **Dibunophyllum** THOMSON & NICHOLSON 1876

Espèce type :Clisiophyllum bipartitum Mc COY (1849, p. 2 ; 1851, p. 93, pl. 3C, fig. 6-6 a), Carbonifère inférieur, Derbyshire.

Diagnose : voir HILL (1938-1941, p. 65).

Dibunophyllum cf. bipartitum (Mc COY 1849)
Pl. 13, fig. 5, pl. 14, fig. 2.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35572, collection MILON), le Pressoir (Juigné, Sarthe), Viséen moyen probable, Formation de Sablé.

Coupes transversales (caractéres externes et coupe longitudinale non observés) : dans les stades jeunes (pl. 13, fig. 5 a, pl. 14, fig. 2 a), la structure axiale, réduite, consiste en une lame axiale renflée, en quelques rares lamelles radiaires, et en sections de planchers axiaux. Dans les stades adultes (pl. 13, fig. 5 b, 5 c, pl. 14, fig. 2 b), la lame axiale s'affine en même temps que le nombre de lamelles radiaires et de sections de planchers axiaux augmente (jusqu'à 12 lamelles radiaires et 8 sections de planchers dans la section figurée pl. 13, fig. 5 c et pl. 14, fig. 2 b). Les septes majeurs sont droits et épaissis dans le tabularium. Le septe cardinal est long et atteint la lame axiale. Les septes mineurs sont indistincts. Les dissépiments sont simples, entrecroisés, parfois transeptaux. La section longitudinale n'a pas pu être effectuée.

Remarques : par sa structure axiale simplifiée dans les stades jeune et semi-adulte (pl. 13, fig. 5 a, 5 b, pl. 14, fig. 2 a), cet échantillon rappelle le genre Arachnolasma GRABAU 1922. Par contre, la section dans le stade adulte (pl. 13, fig. 5 c, pl. 14, fig. 2 b), se rapproche de Dibunophyllum bipartitum Mc COY, ne serait-ce que par sa structure complexe. L'âge de ce spécimen, qui provient de collections anciennes (collection MILON, Rennes), est difficile à déterminer ; toutefois, ce polypier étant associé, dans un même bloc calcaire, à Siphonodendron sarthensis nov. sp., connu dans le Viséen moyen dans d'autres gisements du Massif Armoricain, D. cf. bipartitum peut provisoirement être considéré comme étant de même âge.

L'existence du genre Dibunophyllum dans le Viséen moyen doit être soulignée : les premiers Dibunophyllum sensu stricto ne sont signalés, en effet, qu'à partir du début du Viséen supérieur (zone D1 en Grande-Bretagne) (HILL 1938, p. 66 ; SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974, p. 76). Mais le genre semble apparaître dès la zone d'Etroeungt (Strunien), avec Clisiophyllum (Dibunophyllum) praecursor FRECH (1885, p. 91, pl. VII, fig. 1-1 e), dans la région d'Aix-la-Chapelle. Quoi qu'il en soit, aucune autre espèce n'avait encore été signalé pour la période comprise entre le Strunien et le Viséen supérieur.

Genre Solemnophyllum nov. gen.

Espèce type : Solemnophyllum semenoffi nov. sp.

Derivatio nominis : de Solesmes, localité où cette espèce a été découverte (de Solemnis : monnaie mérovengienne (solemnis en latin = solennel), a donné son nom à l'abbaye au XI° siècle).

Diagnose : polypiers simples, cylindroïdes à scolécoïdes. La structure axiale est constituée d'une lame mince, parfois épaissie, entourée de lamelles radiaires rares ou absentes. Les septes majeurs sont courts, laissant un espace vide important jusqu'à la lame axiale. Les septes mineurs sont longs et pénètrent dans le tabularium. Les planchers, peu denses dans les stades jeunes, sont très denses dans les stades avancés. Le dissépimentarium, étroit, est constitué de dissépiments simples, fortement inclinés vers l'intérieur.

Discussion : (fig. 57) c'est avec le genre Spirophyllum FEDOROWSKI 1970, que ces polypiers ont le plus d'affinités. Solemnophyllum nov. gen. serait primitif par rapport à Spirophyllum, sa structure axiale et ses dissépiments étant plus simples.

Solemnophyllum nov. gen., également proche de Koninckophyllum THOMSON & NICHOLSON 1876, est toutefois plus complexe que ce dernier en section longitudinale : dans les stades adultes, celle-ci est très nettement divisée en trois zones (axiale, périaxiale et dissépimentarium) chez Solemnophyllum, qui paraît intermédiaire entre les genres Koninckophyllum et Spirophyllum.

Turbinatocaninia DOBROLYUBOVA 1970 présente également des affinités avec Solemnophyllum nov. gen. ; mais l'évolution des structures depuis l'apex jusqu'au calice est inversée chez Solemnophyllum par rapport à ce que l'on observe chez Turbinatocaninia. En effet, dans ce dernier genre, les stades jeunes présentent une structure axiale de type "Dibunophyllum", et par conséquent relativement complexe ; en montant vers le calice, la structure axiale se simplifie pour devenir "koninckophylloïde" ; enfin, au niveau du calice, elle peut disparaître complètement, rappelant alors des sections de type "Caninia". Quant à Solemnophyllum nov. gen., ses stades jeunes présentent une structure axiale simple : la lame axiale mince est ici isolée ; les planchers axiaux sont espacés, peu inclinés et non distincts des planchers périaxiaux, comme c'est le cas pour le genre Eostrotion VAUGHAN 1915, où la columelle est néanmoins plus courte et plus épaisse ; ce dernier genre est très proche de Koninckophyllum ; mais les structures y sont encore plus simples. Dans les stades adultes, la lame axiale de Solemnophyllum est entourée par les sections de nombreux planchers, limitant très nettement la zone axiale, avec de rares lamelles radiaires, ce qui rappelle les représentants de la sous-famille Aulophyllinae et en particulier le genre Auloclisia LEWIS 1927. Les planchers de Solemnophyllum sont beaucoup plus serrés que dans les stades jeunes et divisés en planchers axiaux et périaxiaux, caractère qui rappelle lui aussi Auloclisia LEWIS ou Clisiophyllum DANA.

Solemnophyllum semenoffi nov. sp.
Fig. 52-57 ; pl. 15, fig. 1, pl. 16, fig. 1-5, pl. 17, fig. 1-2.

Derivatio nominis : dédiée à Pierre SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, chercheur au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris.

Holotype : spécimen IGR 35387, 6 lames minces : 5 transversales et 1 longitudinale.

Locus typicus : Solesmes (fondation d'une maison) (Sarthe).

Stratum typicum : Formation de Sablé, V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α).

Paratypes : spécimens figurés IGR 35385, 35386, 35388 à 35395.

Matériel : 25 fragments de polypiers (IGR 35385 à 35411), fondation d'une maison à l'Est de Solesmes (Sarthe), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Diagnose : Solemnophyllum dont les septes majeurs sont renflés à leur extrémité interne. Diamètre maximum observé, 25 mm (moyenne 13 à 20 mm) ; 44 septes majeurs au maximum (36 à 38 en moyenne).

Caractères externes : fragments de polypiers non dégagés de leur gangue ; calices et apex non conservés ; ornementation de la muraille externe non observée.

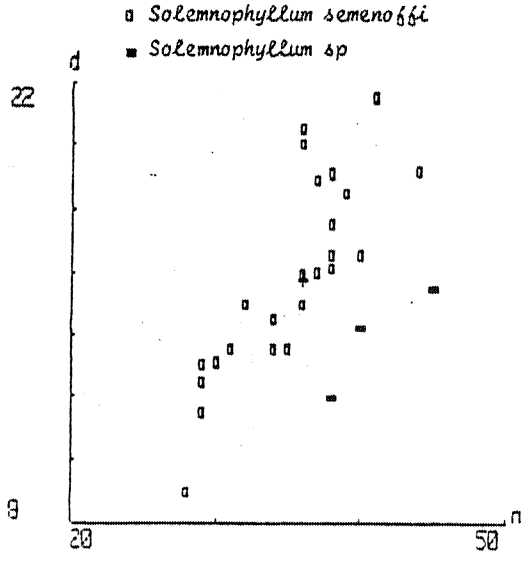


Fig. 52. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp. et *Solemnophyllum* sp.

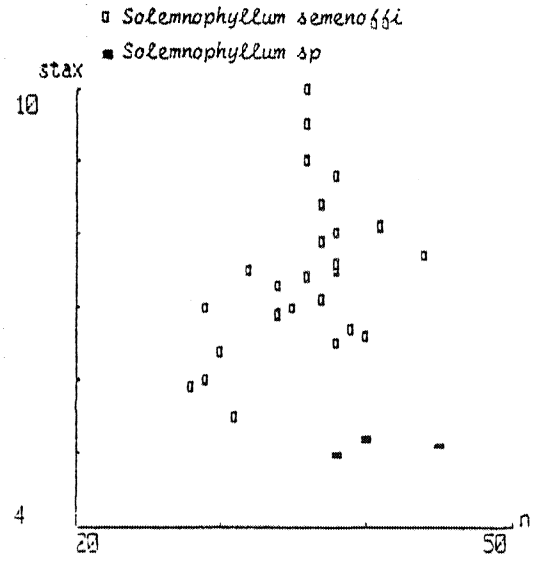


Fig. 53. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre de la structure axiale (stax en mm) chez *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp. et *Solemnophyllum* sp.

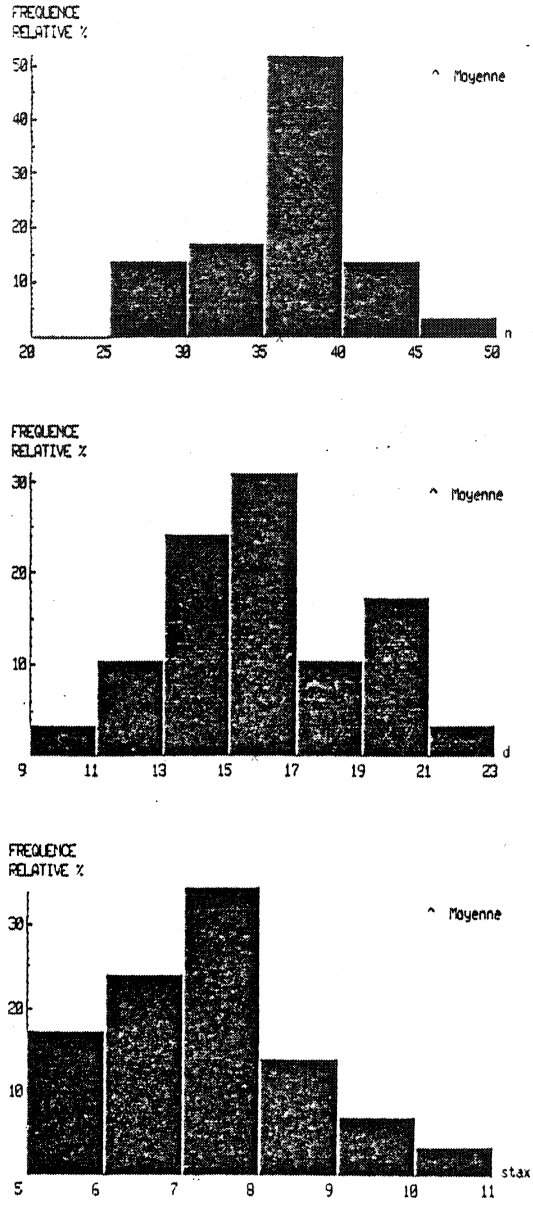


Fig. 54. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n), du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de la structure axiale (stax en mm) chez *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp.

Coupes transversales : les septes majeurs, épaissis dans le tabularium, s'élargissent à leur extrémité (bord interne renflé) ; ils sont souvent sinueux dans les stades adultes, parfois carénés. Les septes mineurs pénètrent dans le tabularium et atteignent presque la moitié de la longueur des septes majeurs. La fossule cardinale est peu marquée et le septe cardinal raccourci. La zone axiale, large (la moitié du diamètre du polypier), est occupée par une lame axiale longue et fine, parfois en connexion avec le septe antipode. Cette lame est entourée de rares lamelles radiaires et de nombreuses sections de planchers axiaux dans les stades adultes, délimitant nettement la zone axiale. La forme de cette zone est souvent cuspidée (pointue vers le septe cardinal). Dans les stades jeunes, seule la lame axiale, accompagnée parfois de quelques planchers axiaux, occupe la zone axiale. Le dissépimentarium, étroit, est composé de deux ou trois rangées de dissépiments simples.

Coupes longitudinales : dans les stades jeunes, les planchers, espacés et complets, sont inclinés vers le dissépimentarium ; les planchers axiaux et périaxiaux ne sont pas distincts ; la lame axiale est souvent ondulée ; les dissépiments sont fortement inclinés. Dans les stades adultes, les planchers axiaux sont plus denses, plus inclinés et séparés des planchers périaxiaux qui sont souvent incomplets, moins inclinés et plus espacés ; la lame axiale est plus rectiligne.

Discussion : certains caractères de Solemnophyllum semenoffi nov. gen. nov. sp. varient énormément d'un individu à l'autre, ou en cours d'ontogénèse. Cette remarque vaut en particulier pour la disposition des planchers, qui sont espacés ; ajoutons que les zones axiale et périaxiale qui ne sont pas distinctes

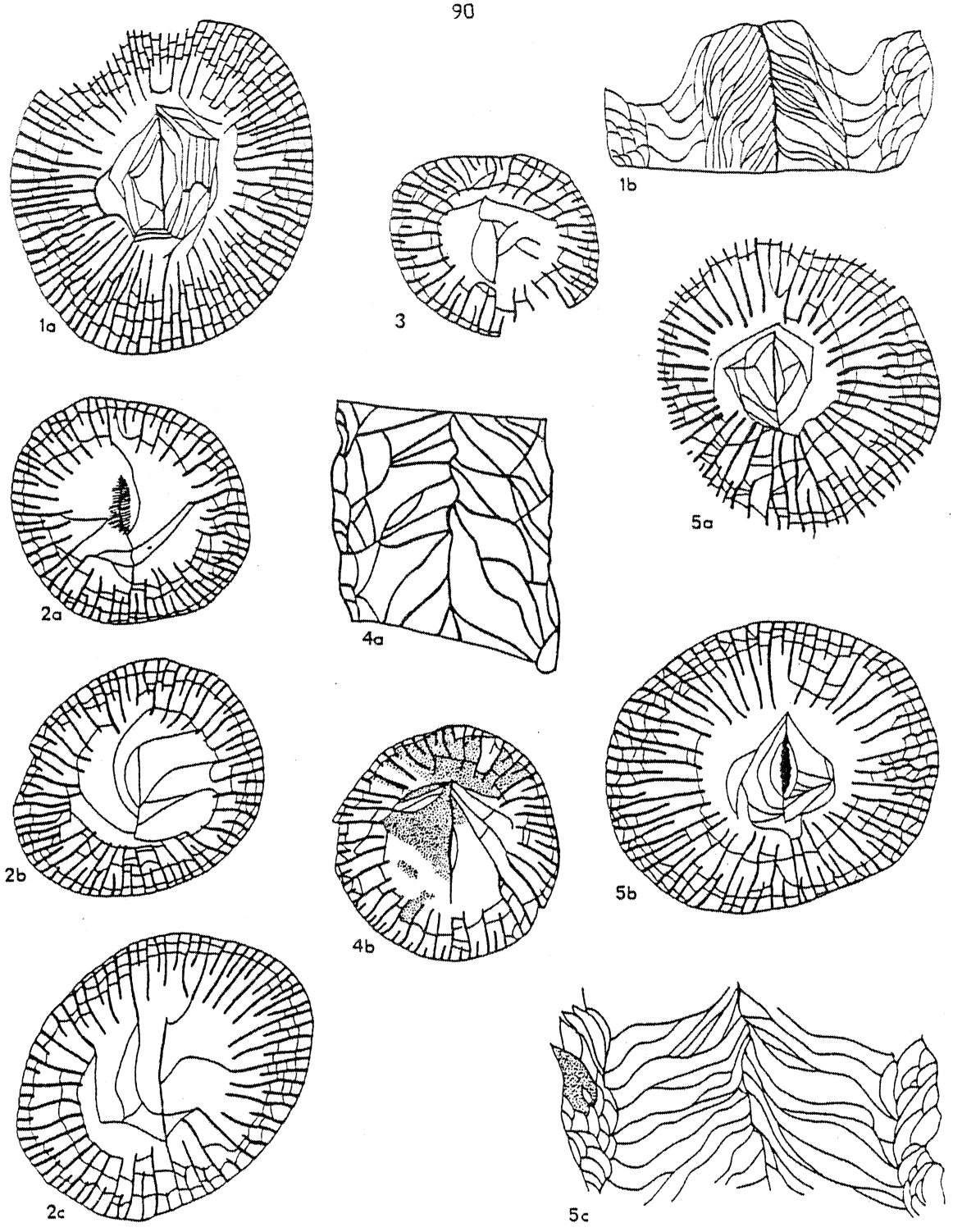


Fig. 55. - *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp., coupes schématiques (x 3). 1 : Paratype IGR 35395, stade "*Auloclisia*", a : section transversale, b : section longitudinale ; 2 : Paratype IGR 35391, a, b, c : sections transversales, stades intermédiaires entre "*Eostrotion*" et "*Koninckophyllum*" ; 3 : Paratype IGR 35385, stade "*Eostrotion*", section transversale ; 4 : Paratype IGR 35390, stade "*Eostrotion*", a : section longitudinale, b : section transversale ;5 : Paratype IGR 35386, stades intermédiaires entre "*Koninckophyllum*"et "*Auloclisia*", a, b : sections transversales, c : section longitudinale.

dans les stades jeunes (diamètres pouvant atteindre 12 à 15 mm au maximum), ce qui explique la rareté des sections de ces planchers en coupe transversale (semblable à Eostrotion VAUGHAN ; voir fig. 55 : 3 et 4 ; pl. 15, fig. 1d ; pl. 16, fig. 1a-b, fig. 4). Les planchers sont, en revanche, plus serrés ; de même, les zones axiale et périaxiale, demeurent indistinctes dans certains stades plus avancés (diamètre à partir de 12 mm jusqu'à environ 25 mm) ; il en résulte une densité plus forte des sections de planchers en coupe transversale (intermédiaire entre Koninckophyllum THOMSON & NICHOLSON et Auloclisia LEWIS ; voir fig. 55 : 5 ; pl. 15, fig. 1b-c ; pl. 16, fig. 3 ; pl. 17, fig. 2). Dans d'autres stades adultes, les zones axiale et périaxiale sont bien séparées (diamètre à partir de 18 à 20 mm), ce qui entraîne une densité encore plus forte pour les planchers en coupe transversale (proche de Auloclisia LEWIS ; voir fig. 55 : 1 ; pl. 15, fig. 1a ; pl. 17, fig. 1). Cette variabilité de la disposition des planchers est probablement liée à la vitesse de croissance des polypiers : certains individus ne présentent que le premier stade ("Eostrotion") et n'atteignent jamais de grands diamètres. D'autres illustrent deux de ces stades ("Eostrotion" - "Koninckophyllum" ou parfois "Eostrotion" - "Auloclisia"), voire successivement les trois stades et atteignent de grands diamètres. Le stade "Eostrotion" témoigne d'une croissance assez rapide du polypier, alors que les deux autres caractérisent une croissance plus lente, comme c'est plus particulièrement le cas pour le stade "Auloclisia". Le développement de S. semenoffi se traduit par un ralentissement de la croissance du polypier parvenu au stade adulte, et par la formation d'un squelette plus élaboré.

S. semenoffi se rapproche de Koninckophyllum meathopense GARWOOD 1912 (du Viséen de Grande-Bretagne et de Tchécoslovaquie, du Viséen supérieur de Chine (?) et de Pologne) dans les stades adultes. Cependant, le diamètre moyen de K. meathopense est beaucoup plus grand. En section longitudinale S. semenoffi est plus complexe (voir description) ; chez K. meathopense les deux zones, axiale et périaxiale, ne sont jamais distinctes. Quant à Lophophyllum fomitchevi DOBROLYUBOVA 1966 et à Rylstonia benecompacta kussbassica DOBROLYUBOVA 1966, du Viséen inférieur du Bassin du Kuznetsk (Sibérie, URSS), ces deux espèces, très semblables, voire identiques, se rapprochent des

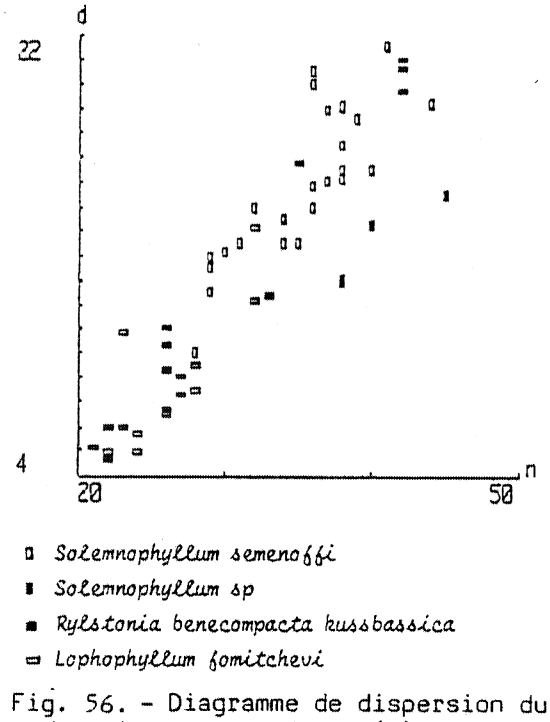


Fig. 56. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Solemnophyllum semenoffi*, *Solemnophyllum* sp. du Massif Armoricain et chez *Rylstonia benecompacta kussbassica* et *Lophophyllum fomitchevi* du Bassin du Kuznetsk (Sibérie).

stades jeunes de S. semenoffi (fig. 56). Cependant, la lame axiale est plus courte et plus épaisse en section transversale pour les formes du Kuznetsk, rappelant le genre Eostrotion VAUGHAN. En section longitudinale, la lame axiale des deux espèces sibériennes peut disparaître sporadiquement, ce qui n'a jamais été observé chez S. semenoffi.

Solemnophyllum sp.
Fig. 52, 53, 56 ; pl. 17, fig. 3.

Matériel : un fragment de polypier (IGR 35331), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4), Formation de Sablé.

Caractères externes : fragment de polypier cylindroïde de 40 mm de hauteur. La muraille est ornée d'annulations de croissance. Le calice n'est pas conservé.

Coupes transversales : les septes majeurs, sinueux, s'amincissent vers la structure axiale. Les septes mineurs longs, pénètrent dans le tabularium. La structure axiale est simple dans les stades jeunes (stade "Eostrotion", semblable à S. semenoffi) : lame axiale entourée de rares planchers. Dans les stades adultes (stade "Auloclisia"), elle est plus complexe : lame axiale entourée de planchers plus denses. Le dissépimentarium est étroit (jusqu'à 4 rangées de dissépiments simples maximum).

Coupe longitudinale : les dissépiments sont petits et très inclinés vers le centre du polypier. Les planchers axiaux et périaxiaux ne sont pas distincts et la lame axiale ondulée.

Remarques : Solemnophyllum sp. diffère de S. semenoffi par une densité septale plus grande (fig. 52, 53), des septes non renflés à leur extrémité et un diamètre plus réduit de la structure axiale. La section longitudinale est très comparable à celle des stades jeunes de S. semenoffi.

Genre **Sabolia** nov. gen.

Espèce type : Sabolia maitae nov. sp.

Derivatio nominis : de la Formation de Sablé d'où il provient (du latin sabulum : sable, avec le suffixe gaulois ialo : clairière, a donné Sabolium en 832)

Diagnose : polypiers cylindroïdes ; les septes majeurs n'atteignent pas l'axe. Les septes mineurs, longs, pénètrent dans le tabularium. Les septes sont parfois sinueux. La lame axiale est mince et courbe, le plus souvent en connexion avec le septe antipode, et entourée de quelques rares lamelles radiaires. La fossule cardinale est bien marquée et le septe cardinal raccourci. Le dissépimentarium, étroit, comprend des dissépiments simples. La zone axiale est directement en

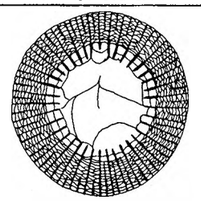
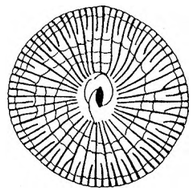
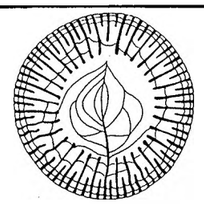
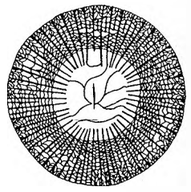
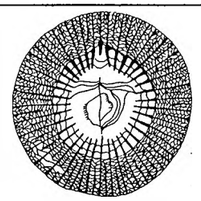
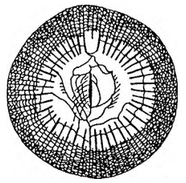
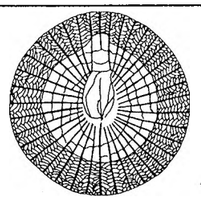
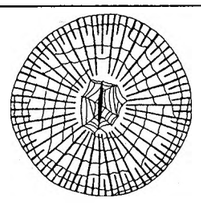
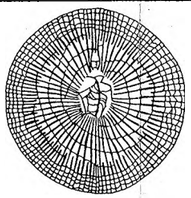
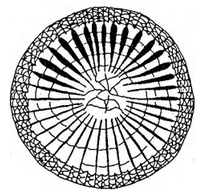
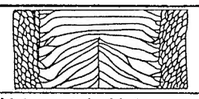
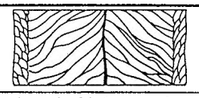
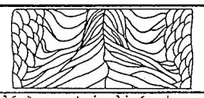
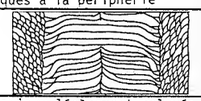
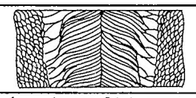
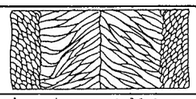
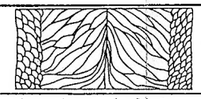
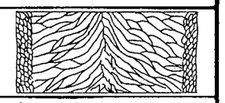
sous-ordres	AULOPHYLLINA Hill 1981									CANINIINA Wang 1950
genres	*TURBINATOCANINIA* Dobrolyubova 1970	*EOSTROTION* Vaughan 1915	*SOLEMNOPHYLLUM* nov.gen.	*KONINCKOPHYLLUM* Thomson Nicholson 1876	*NEOKONINCKOPHYLLUM* Fomichev 1939	SPIROPHYLLUM Fedorowski 1970	*YUANOPHYLLUM* Yu 1931	ARACHNIOPHYLLUM Smyth 1915	SABOLIA nov.gen.	BOTHROCLISIA Fomichev 1953
sections transversales schématiques										
structure axiale	diamètre =1/3 du diam. du polypier structure axiale dibunophylloide dans les stades jeunes,puis devient koninckophylloides,elle disparaît dans les stades adultes	diamètre =1/3 du diam. du polypiers dans les stades adultes,lame axiale courte plus ou moins épaisse.lamelles radiaires rares	diamètre =1/2 du diam. du polypier longue lame axiale en connection avec le septe antipode,elle est parfois épaissis entourée parfois de lamelles radiaires et de sections de planchers axiaux délimitant une structure cuspidée	diamètre =1/3 du diam. du polypier lame axiale étroite parfois styliforme ou absente parfois en contact avec le septe antipode;lamelles radiaires sporadiquement développées(structure axiale réduite)	diamètre =1/3 du diam. du polypier lame axiale parfois en connection avec les septes cardinal et antipode;lamelles radiaires sporadiquement développées	diamètre =1/3 du diam: du polypier lame axiale épaissie,entourée d'un nombre variable de lamelles radiaires spiralées	diamètre =1/5 du diam. du polypier lame axiale mince;lamelles radiaires réduites (structure axiale koninckophylloide)	diamètre =1/3 du diam. du polypier lame axiale mince entourée de quelques lamelles radiaires(structure axiale dibunophylloide simplifiée)	diamètre =1/4 du diam. du polypier lame axiale étroite en connection avec le septe antipode,et légèrement courbe quelques lamelles radiaires parfois spiralées	diamètre =1/5 à 1/4 du diam. du polypier lame axiale non distincte lamelles radiaires éparses;sections des planchers axiaux pouvant être nombreuses
septes majeurs	épaissis,retirés de l'axe	longs et fins en contact avec l'axe dans les stades jeunes,retirés de l'axe dans les stades adultes	retirés de l'axe,le bord interne est renflé au contact de la zone axiale (septes rhopaloides)	retirés de l'axe	retirés de l'axe	s'amincissent vers l'axe et se prolongent parfois par des lamelles radiaires	longs et minces,retirés de l'axe	longs et fins,retirés de l'axe	retirés de l'axe,épaissis dans le tabularium parfois sinueux	épaissis dans les quadrants cardinaux,peuvent s'incurver et devenir discontinus avant d' atteindre l'axe
septes mineurs	parfois discontinus dans le dissépimentarium,ne pénètrent pas dans le tabularium	continus,longs,pénètrent dans le tabularium	continus dans le dissépimentarium,pénètrent légérement dans le tabularium	longs,continus ou discontinus dans le dissépimentarium,pénètrent parfois dans le tabularium	discontinus dans le dissépimentarium,ne pénètrent pas dans le tabularium	parfois discontinus dans le dissépimentarium,pénètrent à peine dans le tabularium	discontinus dans le dissépimentarium,ne pénètrent pas dans le tabularium	continus,courts,pénètrent à peine dans le tabularium	continus,longs pénètrent dans le tabularium où ils sont épaissent	courts et discontinus dans le dissépimentarium
septes cardinal (C) et antipodes (K)	C court K long	C et K longs	C court K long	C court et mince K long	C et K longs dans les stades jeunes,C court dans les stades adultes	C court K souvent long	C court K long	C court K long	C court K long	C long K parfois long
fossule cardinale	fossule large et ouverte s'indente dans le dissépimentarium	fossule présente	peu développée	souvent développée	fossule ouverte	peu marquée	fossule large et ouverte	fossule ouverte à bord parallèle	fossule bien marquée	fossule ouverte
dissépimentarium dissépiments	large simples ou entrecroisés	étroit simples	étroit simples	large simples,entrecroisés,en arcs-boutants,transeptaux de 2°ordre parfois naotiques à la périphérie	large simples,entrecroisés,transeptaux de 2°ordre,parfois en arcs-boutants	large entrecroisés,en arcs-boutants,transeptaux de 2° ordre,rarement simples	large simples ou entrecroisés	étroit simples	souvent étroit simples	étroit simples ou entrecroisés
sections longitudinales schématiques								non figurée		
planchers	légèrement inclinés vers le dissépimentarium ou horizontaux en général axiaux et périaxiaux non distincts	axiaux inclinés vers le dissépimentarium axiaux et périaxiaux non distincts	légèrement inclinés dans les stades jeunes (axiaux et périaxiaux non distincts);dans les stades adultes,axiaux inclinés et complets,périaxiaux moins inclinés et moins denses	axiaux légèrement relevés au contact de la lame axiale;en général ils sont complets et horizontaux, périaxiaux incomplets et inclinés vers le dissépimentarium	axiaux denses et inclinés vers le dissépimentarium périaxiaux incomplets et presque horizontaux	axiaux denses,légèrement inclinés vers le dissépimentarium axiaux et périaxiaux souvent bien distincts	axiaux denses et légèrement inclinés vers le dissépimentarium;périaxiaux moins denses,parfois incomplets axiaux et périaxiaux en général distincts	axiaux fortement relevés vers l'axe,périaxiaux incomplets moins inclinés que les axiaux	axiaux denses,inclinés vers le dissépimentarium (très abrupts au contact de la lame axiale) axiaux et périaxiaux non distincts	axiaux relevés dans la région axiale;périaxiaux faiblement inclinés vers la périphérie axiaux et périaxiaux peu distincts,fortement divisés
distribution géographique	Europe(Pologne,URSS)	Iles Britaniques Belgique	France(Synclinorium de Laval-Massif Armoricain)	Europe,Afrique du Nord,Kazakhstan,Amérique du Nord	Eurasie,Amérique du Nord	Europe	Asie	Irlande	France(Synclinorium de Laval-Massif Armoricain)	Donetz
répartition stratigraphique	Viséen	Tournaisien	Viséen inférieur et moyen?	Viséen,Namurien	Viséen?-Carbonifère supérieur	Viséen supérieur→Moscovien	Viséen	Viséen inférieur	Viséen moyen	Moscovien
espèce type	*Canínia okensis* Stuckenberg 1895	*Cyathaxonia tortuosa* Michelin 1847	*Solemnophyllum semenoffi* nov.sp.	*Koninckophyllum magnificum* Thomson et Nicholson 1876	*Neokoninckophyllum tanaicum* Fomichev 1939	*Spirophyllum sanctaecrucense* Fedorowski 1970	*Yuanophyllum hansuense* Yu 1931	*Arachniophyllum simplex* Smyth 1915	*Sabolia maitae* nov.sp.	*Bothrophyllum (Bothroclisia) clisiophylloides* Fomichev 1953

Fig. 57. - Tableau comparatif de quelques genres à structure simplifiée (*Turbinatocanínia, Eostrotion, Solemnophyllum, Koninckophyllum, Neokoninckophyllum, Spirophyllum, Yuanophyllum, Arachniophyllum, Sabolia, Bothroclisia*).

contact avec le dissépimentarium. Les planchers axiaux sont très abrupts au contact de la lame axiale.

Discussion : (fig. 57) par sa structure axiale, relativement simple, le nouveau genre Sabolia se rapproche de Koninckophyllum THOMSON & NICHOLSON 1876. Cependant, la largeur de la zone axiale en section transversale est beaucoup plus faible que chez Koninckophyllum. La zone périaxiale fait défaut chez Sabolia ; sa lame axiale est légèrement courbe ; ses dissépiments sont toujours simples. La structure axiale, très simplifiée, de Sabolia nov. gen. rapproche également ce genre de Yuanophyllum YU 1931 et de Bothroclisia FOMICHEV 1953. Les sections longitudinales de ces trois genres sont elles mêmes très voisines. Cependant, les septes mineurs très longs, la densité septale forte et la lame axiale courbe, de Sabolia l'éloignent des deux autres genres. Les dissépiments simples de Sabolia le différencient de Yuanophyllum chez qui les dissépiments sont beaucoup plus complexes. Par contre, la structure axiale d'Arachniophyllum SMITH 1915, plus complexe que celle de Sabolia rappelle davantage celle d'Arachnolasma GRABAU. Ces deux genres (Sabolia et Arachniophyllum) présentent des dissépiments simples et des septes mineurs longs. L'absence de renseignements relatifs à la section longitudinale d'Arachniophyllum ne permet pas d'établir de comparaison plus précises.

Actuellement, ce genre est monospécifique.

Sabolia maitae nov. sp.
Fig. 57-60 ; pl. 17, fig. 4, pl. 18, fig. 1-3.

Derivatio nominis : espèce dédiée à ma femme Maité.

Holotype : spécimen IGR 35434, cinq lames minces : quatre sections transversales et une longitudinale.

Locus typicus : tranchée près de la ferme la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5).

Paratypes : ensemble des exemplaires figurés : IGR 35428, 35435, 35444.

Matériel : 27 spécimens (IGR 35418 à 35444), tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne), V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5).

Diagnose : identique à celle du genre, le diamètre étant de 27 mm, au maximum (de 13 à 20 mm en moyenne), et le nombre de septes de 61, au maximum (de 49 à 55 en moyenne).

Caractères externes : fragments de polypiers non dégagés de leur gangue ; calices et apex non conservés ; ornementation de la muraille non observée.

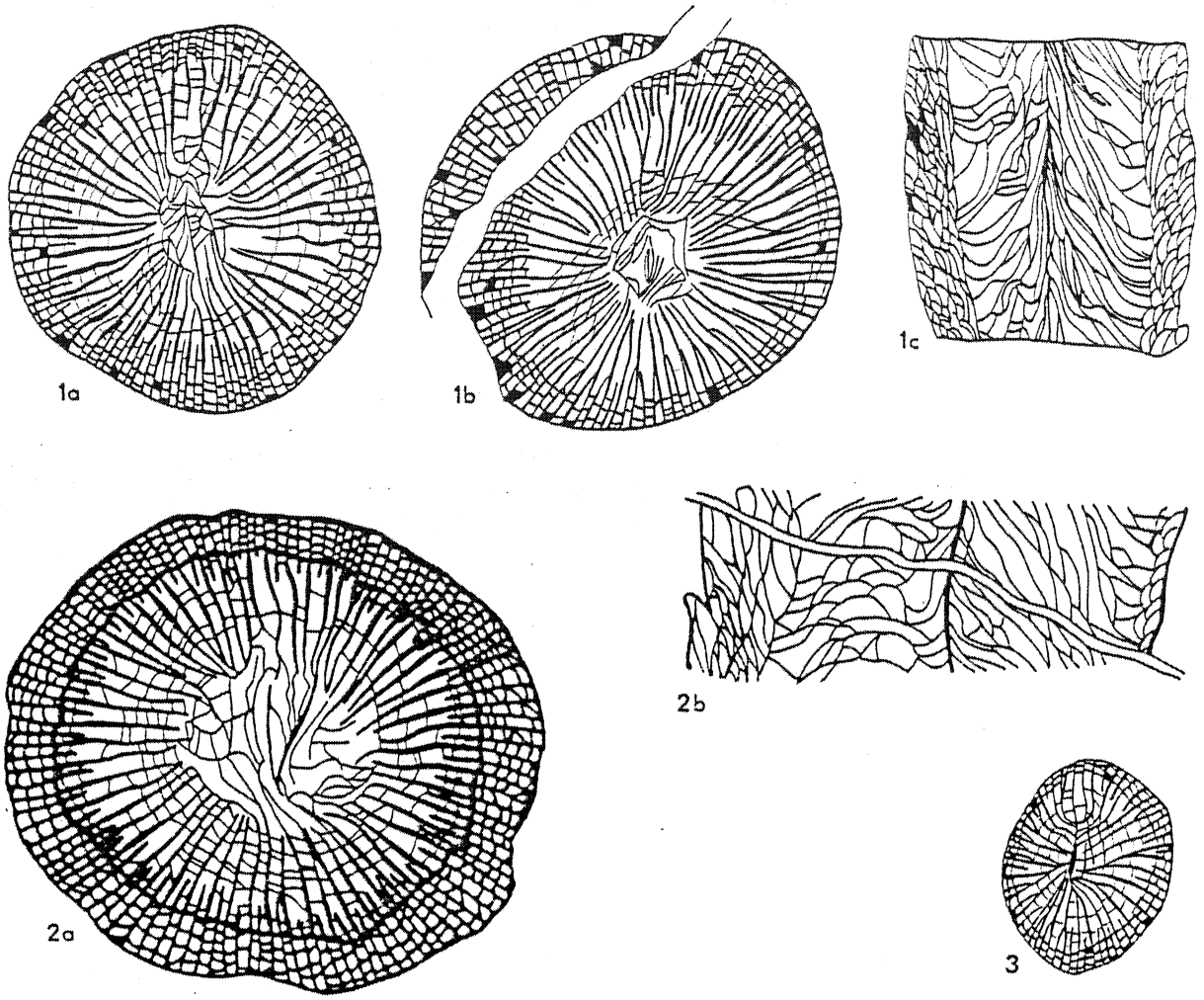


Fig. 58. - *Sabolia maitea* nov. gen. nov. sp., coupes schématiques (x 3).
1 : Holotype IGR 35434, a, b : sections transversales, stades adultes, c : section longitudinale ; 2 : Paratype IGR 35444, a : section transversale, stade adulte, b : section longitudinale ; 3 : Paratype IGR 35435, section transversale, stade jeune.

Coupes transversales : les septes sont épaissis dans le tabularium qui est large ; ils sont parfois sinueux. Les septes mineurs généralement longs, pénètrent dans le tabularium où ils atteignent le quart de la longueur des septes majeurs.

- Dans les stades jeunes, les septes majeurs atteignent une lame axiale légèrement épaissie. La fossule cardinale est bien marquée ; les septes cardinal et antipode sont en connexion avec la lame axiale. Les dissépiments, peu développés (une ou deux rangées), sont simples.

- Dans les stades adultes, les septes majeurs n'atteignent plus la lame axiale qui est mince et courbe, laissant un espace de largeur faible (un quart du diamètre au maximum), occupé par de rares lamelles radiaires et par les sections des planchers axiaux. La fossule cardinale est souvent bien marquée ; le septe cardinal est raccourci, alors que le septe antipode est toujours en connexion avec la lame axiale.

Le dissépimentarium, étroit, montre sept ou huit rangées, au maximum, de dissépiments simples.

Coupes longitudinales : la zone axiale est bien développée, les planchers axiaux sont denses et fortement relevés au niveau de la lame axiale. Les planchers axiaux peuvent être directement en contact avec le dissépimentarium ; mais ils se recourbent le plus souvent avant d'atteindre ce dernier, ou sont relayés par des planchers périaxiaux, sporadiquement développés, peu inclinés, ou même relevés vers le dissépimentarium ; la zone axiale semble donc être en contact avec le dissépimentarium.

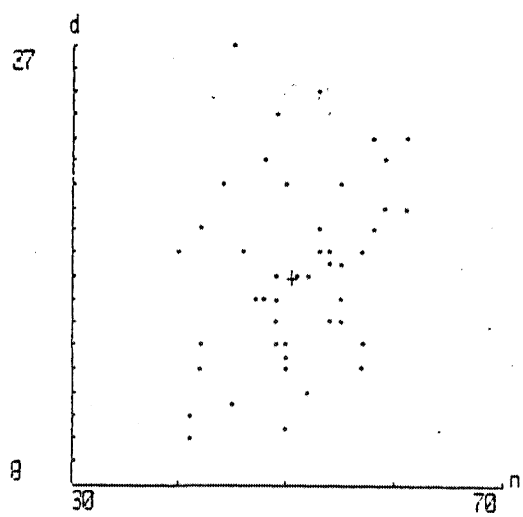


Fig. 59. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Sabolia maitea* nov. gen. nov. sp.

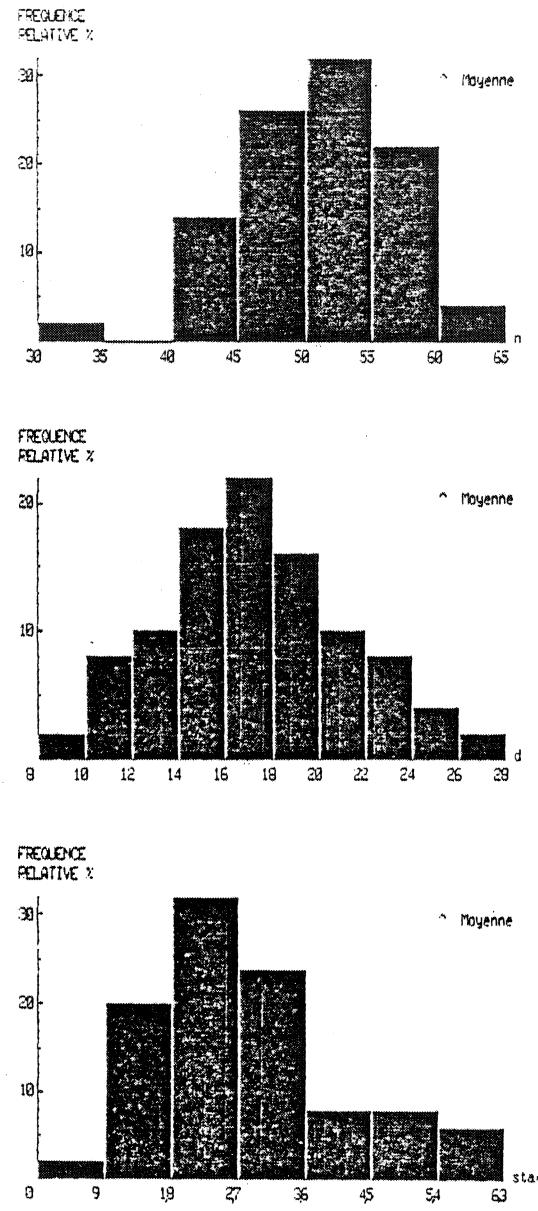


Fig. 60. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n), du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de la structure axiale (stax en mm) chez *Sabolia maitea* nov. gen. nov. sp.

Sous-ordre Lonsdaleiina SPASSKY 1974
Famille Axophyllidae MILNE-EDWARDS & HAIME 1851
Sous-famille Axophyllinae MILNE-EDWARDS & HAIME 1851
Genre **Axophyllum** MILNE-EDWARDS & HAIME 1350

Espèce type : Axophyllum expansum MILNE-EDWARDS & HAIME (1850, p. LXXII) et (1851, p. 445, pl. 12, fig. 3-3b), Viséen supérieur, Visé (Belgique).

Diagnose : voir LECOMPTE in PIVETEAU (1952) et SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974).

Remarque : Ce genre a été réhabilité par PERRET & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1971) et par SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, p. 211), aprés une révision du lectotype et des paratypes d'Axophyllum expansum MILNE-EDWARDS & HAIME. POTY (1981, pl. XXX, fig. 6) figure le lectotype de cette espèce. Carcinophyllum THOMSON & NICHOLSON 1876 est considéré comme un synonyme de ce genre.

Axophyllum mendipense (SIBLY 1906)
Fig. 61 ; pl. 19, fig. 1-3.

* 1906 Carcinophyllum mendipense SIBLY, p. 369, pl. XXXI, fig. 4.
1909 Carcinophyllum sp. DOUGLAS, p. 581, pl. XXVII, fig. 5.
1911 Carcinophyllum VAUGHAN ; DELEPINE partim, p. 400, pl. XIV, fig. 8.
1913b Carcinophyllum mendipense SIBLY ; SALEE, pl. X, fig. 1.
1923 Carcinophyllum mendipense SIBLY ; DEMANET, p. 113.
1930 "Carcinophyllum" mendipense SIBLY ; RYDER, p. 342, text-fig.2.
1930 "Carcinophyllum" welchi RYDER, p. 345, text-fig. 3.
1981 Axophyllum mendipense (SIBLY) ; POTY, p. 58, fig. 52, pl. XXVIII, fig. 1-2.

Holotype : spécimen figuré par SIBLY (1906, pl. XXXI, fig. 4), base de la zone à Semicula ; Milton-Road Quarries, Weston-super-Mare (Somerset).

Matériel : 10 spécimens (IGR 35574 à 35583), carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Diagnose : voir POTY (1981, p. 58).

Caractères externes : les polypiers sont inclus dans une gangue calcaire ; les caractères n'ont donc pas pu être observés.

Coupes transversales : les septes peuvent être épaissis (jusqu'à 0,5 mm) ; ils sont parfois jointifs au niveau de la muraille externe ou du bord interne du dissépimentarium. Les septes majeurs s'étendent jusqu'à la structure axiale, fusionnant ou non avec les lamelles radiaires. Les septes mineurs sont courts et pénètrent dans le tabularium. On compte en moyenne 29 septes dans chaque cycle, avec un maximum de 42. La structure axiale comprend une forte lame axiale, entourée de nombreuses lamelles radiaires, plus nombreuses que les septes

majeurs, ainsi que quelques sections de planchers axiaux, plus ou moins épaissis. Il peut être impossible de distinguer la lame axiale. Le diamètre de la structure axiale varie du tiers au quart du diamètre des polypiers. Le dissépimentarium, en général étroit, peut intéresser jusqu'à la moitié du rayon du polypier. Son bord interne est très épaissi, et il en va de même pour l'ensemble des dissépiments. Le dissépimentarium est rarement obturé par les épaississements des septes et des dissépiments. Ces derniers parfois simples, sont, le plus souvent, transeptaux de premier ordre. La fossule cardinale n'est pas distincte. La muraille externe, onduleuse ou festonnée, peut atteindre 0,5 à 0,6 mm d'épaisseur.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont allongés, leur longueur pouvant atteindre 3 mm, voire plus. Ils sont peu nombreux et très inclinés. Les planchers périaxiaux sont généralement complets, plats, concaves ou convexes, horizontaux ou faiblement inclinés vers l'axe ou vers le dissépimentarium. Les planchers axiaux, serrés et épaissis, sont très inclinés, voire subverticaux.

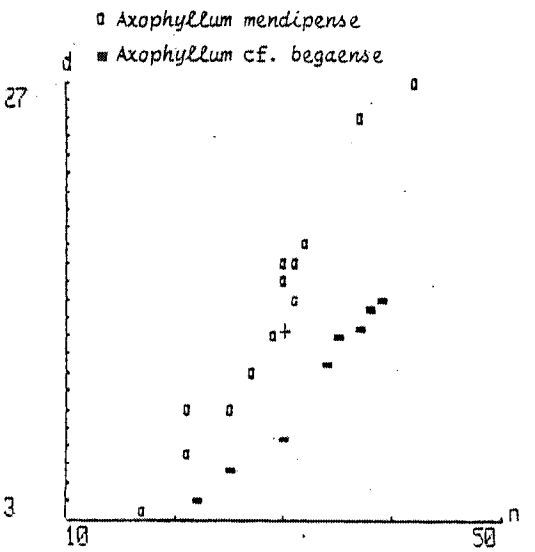


Fig. 61. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Axophyllum mendipense* (SIBLY) et A. cf. *begaense* SEMENOFF-TIAN-CHANSKY du Massif Armoricain.

Discussion : A. mendipense (SIBLY) diffère de A. vaughani (SALEE 1913b) par un moindre développement du dissépimentarium et par le très fort épaississement de son bord interne. En Belgique, les deux espèces n'ont pas, par ailleurs, la même répartition stratigraphique ; la première va de la sous-zone Cf4α à la sous-zone Cf4 δ , alors que la seconde caractérise la zone Cf5. Dans le Massif Armoricain, A. mendipense apparaît à la base de la zone Cf5 (V2b), soit dans la biozone à A. vaughani en Belgique. D'ailleurs A. mendipense du Massif Armoricain présente quelques différences avec A. mendipense de Belgique. Le nombre de septes de la forme armoricaine est légèrement supérieur et son dissépimentarium plus développé, rappelant ainsi A. vaughani. Cependant, les épaissements de l' ensemble des structures montrent que l'on a affaire à des formes appartenant à A. mendipense.

Axophyllum cf. begaense SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974
Fig. 61 ; pl. 19, fig. 4.

cf. 1974 Axophyllum begaense SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, p. 216, pl. 50, fig. 5, pl. 55, fig. 1-3.

Matériel : 4 spécimens (IGR 35584 à 35587), carrière de saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Caractères externes : les polypiers, ici encore, sont inclus dans une gangue calcaire ; les caractères ne sont donc pas observables.

Coupes transversales : les septes, épaissis (jusqu'à 0,5-0,6 mm), sont souvent jointifs au niveau de la muraille externe et, surtout, au niveau du bord interne du dissépimentarium. Les septes majeurs traversent le tabularium et atteignent rarement la structure axiale. Les septes mineurs sont courts et ne pénètrent que peu, voire pas du tout, dans le tabularium. On compte en moyenne 35 septes majeurs, avec un maximum de 39. La structure axiale est formée de nombreuses lamelles radiaires parfois bifurquées, et dont le nombre n'atteint pas celui des septes majeurs ; ces lamelles sont épaissies, parfois rhopaloïdes. La lame axiale est réduite. Les sections des planchers axiaux sont nombreuses. Le diamètre de la structure axiale est supérieur au tiers du diamètre des polypiers. Le dissépimentarium, étroit, présente un bord interne épaissi. Les dissépiments sont simples, souvent noyés dans les épaississements des septes. La fossule cardinale, et parfois les fossules alaires, sont distinctes. La muraille externe, mal conservée, n'a pas pu être observée.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont mal conservés ou noyés dans les épaississements du dissépimentarium. Les planchers périaxiaux, serrés, parfois concaves, sont complets ou incomplets et fortement inclinés vers l'axe. On en compte entre 15 et 20 par centimètre de hauteur. Les planchers axiaux, fortement relevés au niveau de l'axe, sont serrés et épaissis. On en compte entre 10 et 15 par centimètre de hauteur.

Discussion : par le rapport élevé du nombre de septes majeurs relativement au diamètre (fig. 61), ces quatre spécimens se rapprochent de A. begaense SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974 du Viséen inférieur du Sahara. La structure axiale et la section longitudinale se rapprochent en outre beaucoup de ce que l'on a pour la forme du Sahara. Cependant, la stéréozone interne, caractéristique de cette espèce, est peu développée chez les polypiers armoricains, cette particularité permettant de distinguer les septes mineurs. L'extrémité des septes majeurs ne se termine que très rarement en massue. Les dissépiments, mal conservés, paraissent simples alors qu'ils sont transeptaux de premier ordre chez les exemplaires typiques de A. begaense. A. begaense SEMENOFF-TIAN-CHANSKY comme A. cf. begaense sont très proches de A. mendipense (SIBLY). Leurs densités septales sont néanmoins plus importantes, et les épaissements des structures plus prononcés. POTY (1981, p. 148) émet l'hypothèse d'une synonymie entre les deux espèces.

Sous-famille Lonsdaleiinae CHAPMAN 1893
Genre Dorlodotia SALEE 1920

Espèce type : Dorlodotia briarti SALEE 1920, p. 150, texte-fig. 5, 6.

UNIVERSITE DE RENNES
INSTITUT DE GEOLOGIE
BIBLIOTHEQUE

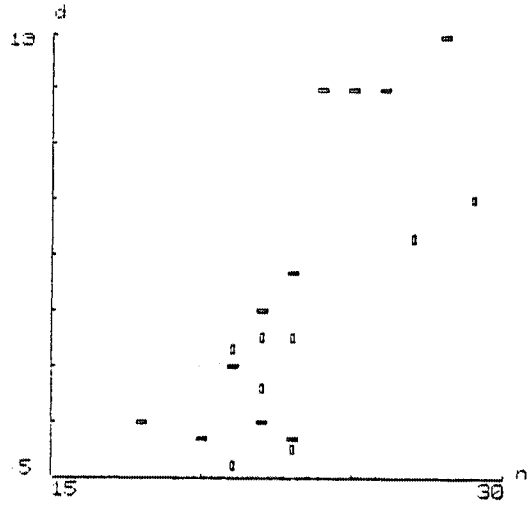
Diagnose : voir POTY (1981, p. 67).

Dorlodotia cf.pseudovermiculare (Mc COY 1855)
Fig. 62 ; pl. 21, fig. 3-4.

Matériel : 6 fragments de colonies ou corallites isolés (IGR 35412 à 35417), Solesmes (fondation d'une maison, Sarthe), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Caractères externes : fragments de polypiérites inclus dans la gangue calcaire ; muraille externe et calice ne sont donc pas observables. Le diamètre des polypiérites est compris entre 5 et 10 mm.

Coupes transversales : les septes sont droits, parfois sinueux. Les septes majeurs sont au nombre de 20 à 29. Les septes mineurs sont très courts ou absents. Une longue lame axiale apparaît sporadiquement. Le dissépimentarium, peu développé, comprend une, et parfois deux rangées de dissépiments simples ; une des sections (pl. 21, fig. 4b) présente deux petites vésicules de dissépiments transeptaux. La fossule cardinale n'est pas distincte. La muraille externe est simple.



▯ *Dorlodotia* cf. *pseudovermiculare* (Solesmes)
– *Dorlodotia pseudovermiculare* (in POTY 1981)
= *Dorlodotia pseudovermiculare* (in GARWOOD 1912)

Fig. 62. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Dorlodotia pseudovermiculare* (Mc COY) et *D.* cf. *pseudovermiculare*.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont globuleux et subverticaux, les planchers axiaux sont plats et espacés. Les planchers périaxiaux sont très inclinés vers la périphérie. On compte environ 8 planchers axiaux par centimètre de hauteur.

Discussion : par leur nombre de septes majeurs, leurs septes mineurs courts ou absents, et une longue lame axiale sporadique, ces polypiérites se rapprochent de Dorlodotia pseudovermiculare (Mc COY) (cf. GARWOOD 1912, pl. 49, fig. 2b et 2c ; POTY 1981, pl. 33, fig. 6 ; diagramme de dispersion fig. 62, dans ce travail) ; ils s'en éloignent par l'absence quasi totale de dissépiments transeptaux, en général très développés chez le genre Dorlodotia. Cependant, il n'est pas rare de trouver des polypiérites de Dorlodotia pseudovermiculare sans dissépiments transeptaux.

Sous-ordre Lithostrotionina SPASSKY & KACHANOV 1971
Famille Lithostrotoinidae D'ORBIGNY 1852
Sous-famille Lithostrotioninae D'ORBIGNY
Genre **Lithostrotion** FLEMING 1828

Espèce type : Lithostrotion striatum FLEMING 1828 (= Lithostrotion vorticale (PARKINSON 1808)) d'après l'avis 117 de la commission internationale de nomenclature zoologique (1931). Le type de l'espèce de FLEMING est perdu.

Diagnose : voir POTY (1981, p. 20).

Lithostrotion pelhatae nov. sp.
Fig. 63-65 ; pl. 20, fig. 1.

Derivatio nominis : dédiée à Madame Annik PELHATE, Professeur à l'Université du Mans.

Holotype : IGR 35592, quatre lames minces : trois transversales, une longitudinale.

Locus typicus : carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5).

Matériel : 2 colonies (IGR 35592 et 35593), carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Diagnose : Lithostrotion dont les polypiérites ont en moyenne 18 septes et au maximum 20 dans chaque cycle ainsi qu'un tabularium de 3 à 4 mm de diamètre.

Caractères externes : un fragment de colonie présente une dizaine de polypiérites ; l'autre colonie, plus volumineuse (une dizaine de cm de largeur) et globuleuse, a des contours irréguliers. Les polypiérites ont de 4 à 7 côtés et sont larges de 3 à 9 mm ; une forte érosion a masqué la forme des calices.

Coupes transversales : les septes sont sinueux dans le dissépimentarium, droits dans le tabularium. Ils sont rarement interrompus par les dissépiments transeptaux. Les septes majeurs atteignent, le plus souvent, la columelle. Les septes mineurs ne pénètrent pas, ou très peu, dans le tabularium. La columelle, lancéolée, parfois très globuleuse (de 0,6 à 1,3 mm de longueur et 0,2 à 1 mm d'épaisseur), est en connexion avec le septe antipode et le septe cardinal. Le dissépimentarium est large, entre le tiers et la moitié du rayon du polypiérite. Les dissépiments sont en général simples, parfois entrecroisés. Les plus internes d'entre eux sont très serrés et épaissis, formant une dissépithèque. La muraille externe est festonnée ; son épaisseur varie de 0,2 à 0,6 mm; la surface de contact entre les murailles des polypiérites voisins est soulignée par une ligne sombre.

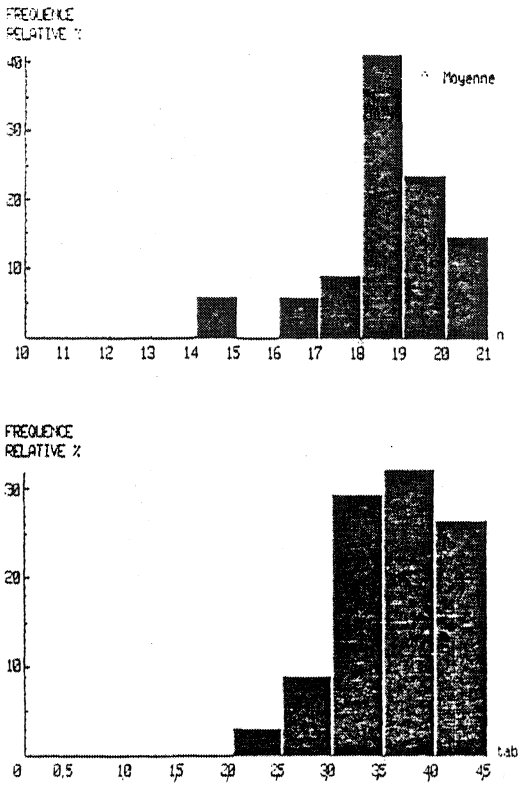


Fig. 63. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du tabularium (tab en mm) chez *Lithostrotion pelhatae* nov. sp.

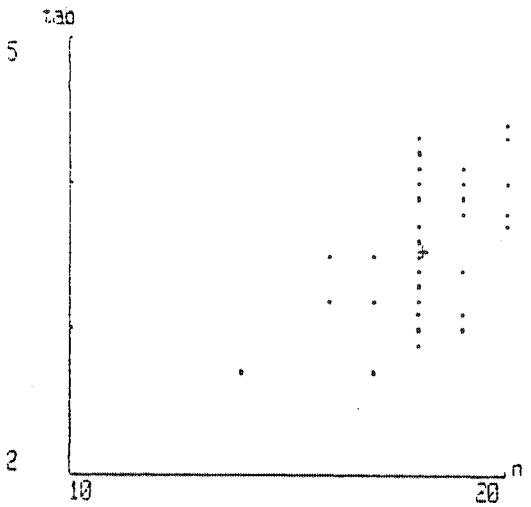


Fig. 64. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du tabularium (tab en mm) chez *Lithostrotion pelhatae* nov. sp.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont petits et globuleux, parfois allongés. Ils sont faiblement inclinés à la périphérie et très abrupts au contact de la dissépithèque. Les planchers peuvent être complets ou incomplets. Les planchers axiaux sont bombés tandis que les planchers périaxiaux sont subhorizontaux. On compte environ 25 planchers par centimètre de hauteur.

Discussion : Lithostrotion pelhatae nov. sp. apparaît comme intermédiaire, par ses caractères, entre Lithostrotion vorticale (PARKINSON) et Lithostrotion decipiens (Mc COY) du Viséen supérieur des Iles Britanniques et de Belgique (fig. 65). En effet, le diamètre du tabularium de L. pelhatae est pratiquement identique à celui de L. vorticale. Quant au nombre de septes majeurs, il est intermédiaire entre ceux des deux espèces d'Europe du Nord. Le diamètre maximum des polypiérites est semblable à celui de L. decipiens. La muraille externe est festonnée et les dissépiments sont simples ou entrecroisés, comme chez L. vorticale. En revanche, les sections longitudinales se rapprochent davantage de celles de L. decipiens : planchers axiaux bombés, se redressant peu, ou pas du tout, au contact de la columelle, les planchers périaxiaux étant subhorizontaux. Le nombre de planchers par centimètre de hauteur (environ 25), se rapproche de ce que l'on a chez L. vorticale, où ce nombre varie de 18 à 28, alors qu'il est de 30 à 35 pour L. decipiens (POTY 1981, p. 22 à 24).

L. pelhatae est présent au sommet du Viséen moyen (V2b = base de la zone Cf5) ; cette espèce est contemporaine du plus ancien Lithostrotion connu : L. araneum (McCOY) qui apparaît au Viséen moyen (sommet du V2a, base du V2b ; soit la sous-zone Cf4δ supérieure ou la base de la zone Cf5) en Angleterre (POTY 1984a et POTY communication écrite 1987).

	Nombre moyen septes majeurs	Nombre maximum septes majeurs	Diamètre maximum polypiérites	Diamètre du tabularium	Localisation géographique	Répartition stratigraphique
Lithostrotion pelhatae nov.sp.	18	20	9 mm	3-4 mm	Massif Armoricain (France)	Cf5 Viséen moyen
Lithostrotion araneum (Mc COY 1844)	23-26	31	25 mm	4,5-5,3 mm	Iles Britaniques, Belgique	Cf5 à Cf6γ Viséen moyen et supérieur
Lithostrotion vorticale (PARKINSON 1808)	20	24	12 mm	3,3-4,1 mm		Cf6β-γ Viséen supérieur
Lithostrotion decipiens (Mc COY 1849)	14-16	18	9 mm	2-3 mm		Cf6γ-δ Viséen supérieur
Lithostrotion maccoyanum (M.EDWARDS & H. 1851)	10-12	14	6 mm	< 2 mm		Cf6γ-δ Viséen supérieur

Fig. 65. - Tableau comparatif de cinq espèces du genre *Lithostrotion* FLEMING de l'Europe de l'Ouest.

Genre **Siphonodendron** Mc COY 1849

Espèce type : Lithostrotion pauciradialis Mc COY 1844, Carboniferous araneous Limestone, Magheramore, Tobercurry (Irlande).

Diagnose : voir POTY (1981, p. 26).

Siphonodendron sarthensis nov. sp.

Fig. 66-68 ; pl. 20, fig. 2-4, pl. 21, fig. 1-2.

? 1930b Lithostrotion irregulare (PHILLIPS) ; DELEPINE, p. 34, pl. III, fig. 13.

Derivatio nominis : du département ou de la rivière : la Sarthe.

Holotype : spécimen IGR 35567, une lame mince : sections transversale et longitudinale.

Locus typicus : carrière de Chateauneuf (Juigné, Sarthe).

Stratum typicum : Formation de Sablé, V2a (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ).

Paratypes : spécimens figurés : IGR 35528, 35569, 35570.

Matériel : 20 spécimens dont : 5 fragments de colonies ou corallites isolés (IGR 35565 à 35569), carrière de Chateauneuf (Juigné, Sarthe), V2a et b (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ et base zone Cf5), Formation de Sablé ; 14 fragments de colonies ou corallites isolés (IGR 35528 à 35541), carrière de l'Ouvardière (Juigné, Sarthe), V2a et b (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ et base zone Cf5), Formation de Sablé ; 2 corallites (IGR 35570, collection MILON), le Pressoir (Juigné, Sarthe), Viséen moyen probable, Formation de Sablé.

Diagnose : Siphonodendron à polypiérites de 5,2 mm de diamètre moyen, possédant 29 septes majeurs en moyenne (34 au maximum). Le dissépimentarium étroit est formé de une à trois rangées de dissépiments simples. Les planchers sont coniques et peu divisés.

Caractères externes : les colonies sont disloquées et les polypiérites souvent isolés, ce qui ne permet pas de déceler la forme dendroïde ou phacelloïde des colonies. Les polypiérites ont un diamètre moyen de 5,2 mm (maximum 7,5 mm). Les polypiérites sont usés et inclus dans une gangue très compacte ; leurs caractères, muraille et calice, n'ont donc pas pu être observés.

Coupes transversales : les septes sont droits ; fins dans le dissépimentarium, ils s'épaississent à leur entrée dans le tabularium et s'affinent vers l'axe. On compte en moyenne de 27 à 30 septes majeurs (34 au maximum). Ils n'atteignent pas la columelle et laissent, autour de celle-ci, une zone libre d'un diamètre variant du tiers à la moitié de celui du polypiérite. Les septes mineurs sont courts. Ils ne pénètrent que très faiblement dans le tabularium. La columelle, tantôt fine, tantôt globuleuse (due aux lamelles radiaires fusionnées) a une épaisseur de 0,1 à 1,2 mm et une

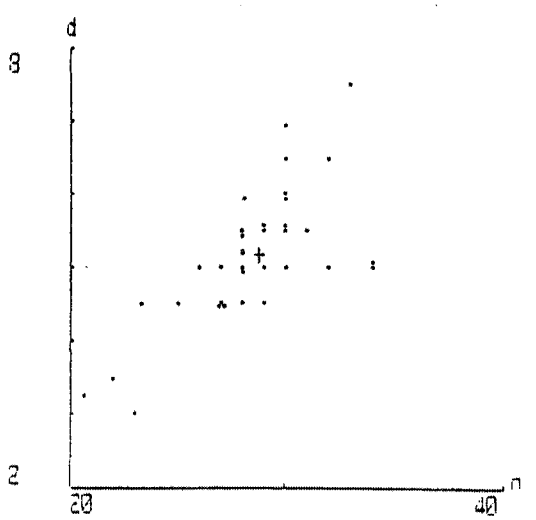


Fig. 66. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Siphonodendron sarthensis* nov. sp.

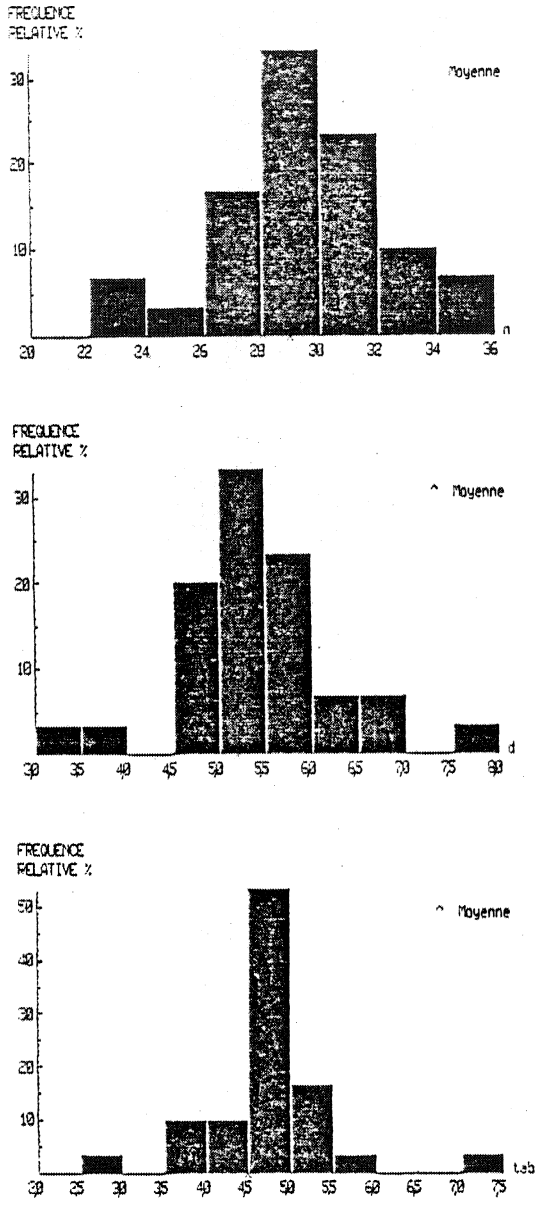


Fig. 67. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n), du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de la structure axiale (stax en mm) chez *Siphonodendron sarthensis* nov. sp.

longueur de 1.5 à 2 mm. Elle est souvent en connexion avec le septe antipode. Le dissépimentarium comprend une à trois rangées de dissépiments simples, parfois entrecroisés. Le bord interne du dissépimentarium est épaissi. La fossule cardinale est rarement distincte. Le tabularium a un diamètre moyen de 4,5 mm et montre les sections de nombreux planchers. La muraille externe a souvent été usée avant le dépôt des corallites arrachés à la colonie ; lorsqu'elle a été conservée cette muraille est simple et assez épaisse.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont petits et globuleux, parfois très allongés. Les planchers sont coniques, très relevés au niveau de la columelle, divisés, nombreux et serrés (environ 30 par centimètre de hauteur).

Discussion : (fig. 68) Siphonodendron sarthensis nov. sp. se rapproche de S. ondulosum POTY 1981 ; le nombre de septes et aussi le nombre de planchers par centimètre de hauteur du polypiérite sont comparables. Par contre, le diamètre des polypiérites et celui du tabularium de S. sarthensis sont beaucoup plus faibles que chez S. ondulosum. Les dissépiments sont, de même, moins développés. La columelle de S. ondulosum disparaît parfois, ce qui n'a pas été observé chez S. sarthensis.

Par ses dimensions, S. sarthensis pourrait être confondu avec S. intermedium POTY 1981 et S. "irregulare" (PHILLIPS 1836) ; mais son nombre de septes majeurs est cependant beaucoup important; il en va de même pour la densité des planchers (30 par centimètre de hauteur pour S. sarthensis, 15 pour S. intermedium, 16 à 24 pour S. "irregulare").

Des autres espèces du genre Siphonodendron Mc COY, S. sarthensis diffère par son nombre de septes beaucoup plus grand, excepté S. sociale (PHILLIPS 1836) (nombre de septes majeurs identique à celui de

S. sarthensis, mais le diamètre est beaucoup important). On ajoutera que les diamètres des dites espèces sont très différents, et que la densite des planchers y est beaucoup plus faible.

	Nombre moyen septes majeurs	Nombre maximum septes majeurs	Diamètre moyen polypiérites	Diamètre maximum polypiérites	Diamètre du tabularium	Nbre rangées dissépiments	Nbre planchers par cm hauteur	Localisation géographique	Répartition stratigraphique
Siphonodendron sarthensis nov.sp.	29	34	5-6 mm	7,5 mm	4,5 mm	1-3	30	Massif Armoricain (France)	Cf4δ,base Cf5 Viséen moyen
Siphonodendron ondulosum POTY 1981	25-28	33	8-9 mm	12 mm	5-6 mm	2-7	22-30	Belgique,Boulonnais (France),S. Wales	Cf4δ,base Cf5 Viséen moyen
Siphonodendron martini (M.EWARDS & H. 1851)	23-25	28	6-8 mm	9,2 mm	5-6 mm	2-5	12-25	I.Britaniques,Belgique,Pologne,Anatolie,Afrique du N. URSS d'Europe.	Cf4δ à Cf6γ Viséen moyen et supérieur
Siphonodendron intermedium POTY 1981	21-24	26	5,2-6,2 mm	7 mm	4-5 mm	2	15	Grande-Bretagne, Belgique	Cf6γ Viséen supérieur
Siphonodendron "irregulare" (PHILLIPS 1836)	21	26	5 mm	6 mm	5,1 mm	1-4	16-24		Cf5 Viséen moyen et base Viséen supérieur
Siphonodendron pauciradiale (Mc COY 1844)	18-20	22	3,7-4,3 mm	5,1 mm	3-3,5 mm	1-4	14-25		Cf6δ-γ Viséen supérieur
Siphonodendron junceum (FLEMING 1828)	14-18	20	2,3-3 mm	3,6 mm	-	0	8-19		Cf6γ-δ Viséen supérieur,? base Namurien
Siphonodendron sociale (PHILLIPS 1836)	28-31	34	9,7-11,3 mm	15 mm	7-8,5 mm	2-5	11-18		Cf5 sup. à Cf6γ Viséen supérieur

Fig. 68. - Tableau comparatif des principales espèces du genre *Siphonodendron* Mc COY.

Sous-famille Aulininae HILL 1981

Remarques : SANDO 1976 a révisé le genre Aulina SMITH 1917 et l'a subdivisé en plusieurs genres. Parmi ces derniers, Aulina est conservé pour la majorité des colonies massives (thamnasteroïdes, aphroïdes), Solenodendron regroupe les colonies fasciculées et Aulokoninckophyllum les formes solitaires. Tous les représentants de cette sous-famille présentent un aulos ou tube axial. Dans le Massif Armoricain, seuls Solenodendron et Aulokoninckophyllum sont bien représentés, avec en tout six espèces : Solenodendron pillolai nov. sp., Solenodendron sp. 1, Solenodendron sp. 2, Aulokoninckophyllum miloni nov. sp., Aulokoninckophyllum sp. aff. miloni nov. sp., Aulokoninckophyllum ngakoi nov. sp.

Genre Solenodendron SANDO 1976

Espèce type : Aulina horsfieldi SMITH & YU (1943, p. 49, pl. 10, fig. 3-6, Bell Busk, Yorkshire ouest, zone C1 (Tournaisien supérieur, Viséen inférieur).

Diagnose : voir SANDO (1976, p. 426) et POTY (1981, p. 36).

Solenodendron pillolai nov. sp.
Fig. 69-72 ; pl. 23, fig. 1-2.

1930b Diphyphyllum concinnum LONSDALE ; DELEPINE, p. 35, pl. III, fig. 11 a-c.

Derivatio nominis : dédiée à Gian-Luigi PILLOLA, paléontologiste.

Holotype : spécimen IGR 35200, deux lames minces : une section transversale et une section longitudinale.

Locus typicus : carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3).

Paratype : un spécimen figuré : IGR 35201, même provenance et même niveau que l'holotype.

Matériel : 7 spécimens dont : 3 fragments de colonies (IGR 35200 à 35202), carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé ; 2 fragments de colonies (IGR 35353 et 35354, collection MILON), carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe), Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, Formation de Sablé ; 1 fragment de colonie (IGR 35773, collection MILON), Vaiges (Mayenne), âge indéterminé ; le spécimen figuré par DELEPINE (1930b, pl. III, fig. 11 a-c) sous le nom de Diphyphyllum concinnum LONSDALE provient également de Port-Etroit, (Solesmes, Sarthe), échantillon déposé dans les collections de l'Université de Lille.

Diagnose : Solenodendron phacelloïde avec des polypiérites de 4 à 7 mm de diamètre, 10 au maximum ; 17 à 23 septes majeurs carénés ou non et un nombre égal de septes mineurs. L'aulos a un diamètre moyen de 0,8 à 1,4 mm. Dans l'aulos, les planchers axiaux sont au nombre d'environ 25 à 30 et les planchers périaxiaux d'environ 25, par centimètre de hauteur. Le dissépimentarium est large et composé de deux à quatre rangées de dissépiments, en général simples. Le bourgeonnement est latéral.

Caractères externes : colonies phacelloïdes d'une dizaine de cm de largeur et une dizaine de cm de hauteur inclus dans une gangue calcaire. Le fragment de colonie de Vaiges (quatre polypiérites) présente, sur la muraille externe, des stries et des bourrelets de croissance et de légères côtes longitudinales. Les polypiérites ont un diamètre moyen de 4 à 7 mm (10 mm au maximum). Les calices n'ont pu être observés. Le bourgeonnement est latéral.

Coupes transversales : les septes sont droits, parfois sinueux ou carénés ; on en dénombre de 17 à 23 en moyenne, et jusqu'à 26 au maximum, dans chaque cycle. Les septes ont la même épaisseur dans le dissépimentarium et le tabularium. Les septes majeurs sont le plus souvent limités intérieurement par l'aulos, à la formation duquel ils participent. Cependant, l'aulos est parfois irrégulier, avec pénétration des septes majeurs. Il peut même disparaître et dans ce cas, les septes atteignent le centre (pl. 23, fig. 1). Les septes mineurs sont courts et pénètrent discrètement dans le tabularium. Les dissépiments, simples et parfois entrecroisés, sont disposés en deux, trois ou quatre rangées. Le diamètre du tabularium est, en moyenne, de 4 à 5 mm et celui de l'aulos de 0,8 à 1,4 mm en moyenne (2 mm au maximum). La muraille externe est simple et mince.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont globuleux, subhorizontaux à la périphérie, puis s'inclinent ensuite vers le tabularium ; on en compte environ 25 par centimètre de hauteur. Dans l'aulos, les planchers sont plats, parfois concaves, au nombre de 25 à 30 par centimètre de hauteur. Les planchers périaxiaux sont inclinés vers le dissépimentarium, ou bien forment une gouttière ; ils sont rarement divisés ; on en compte environ 25 par centimètre de hauteur.

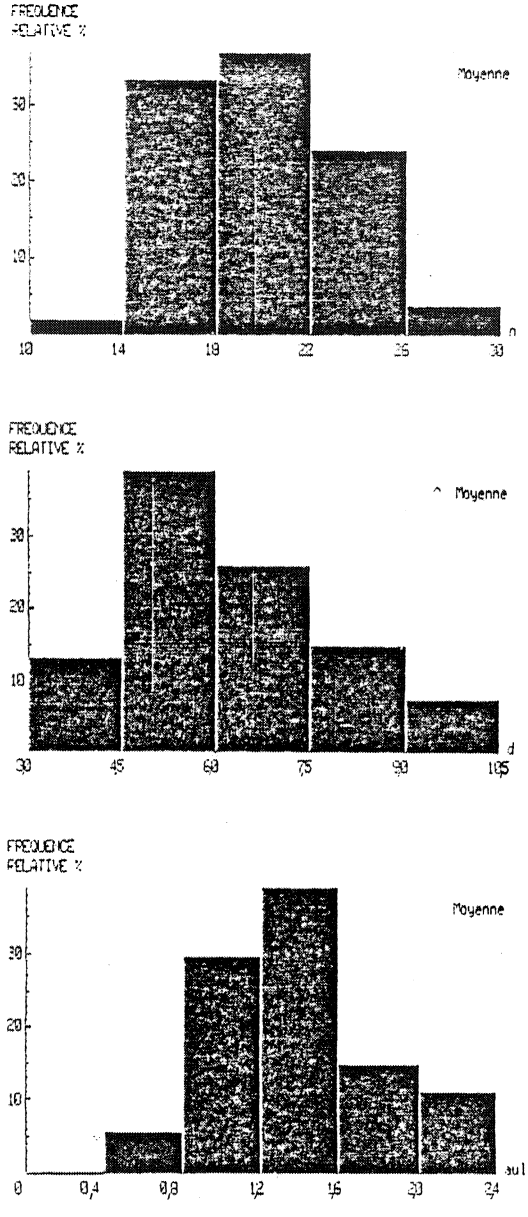


Fig. 69. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n), du diamètre du polypiérite (d en mm) et du diamètre de l'aulos (aul en mm) chez *Solenodendron pillolai* nov. sp.

Discussion : (fig. 72) L'espèce décrite ci-dessus, était rattachée, jusqu'à présent, à Solenodendron horsfieldi (SMITH & YU 1943), dans la mesure où l'échantillon figuré par DELEPINE (1930b, pl. III, fig. 11 a-c : Diphyphyllum concinnum LONSDALE) et provenant de la carrière de Port-Etroit (Sarthe), était inclus dans la liste de synonymie de S. horsfieldi par SMITH & YU (1943) et SANDO (1976). S. horsfieldi et S. pillolai nov. sp. ne

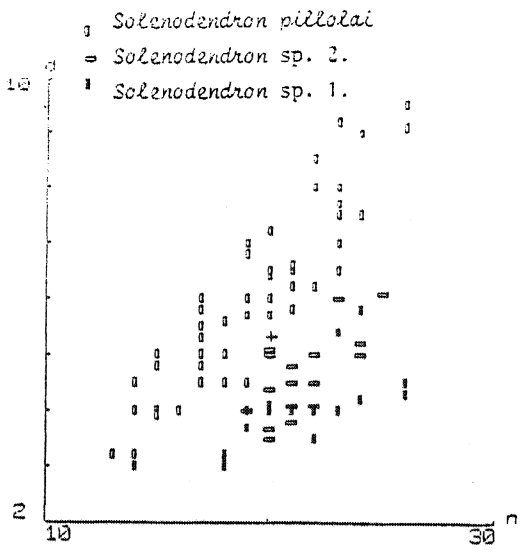


Fig. 70. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Solenodendron pillolai* nov. sp., *Solenodendron* sp. 1, *Solenodendron* sp. 2.

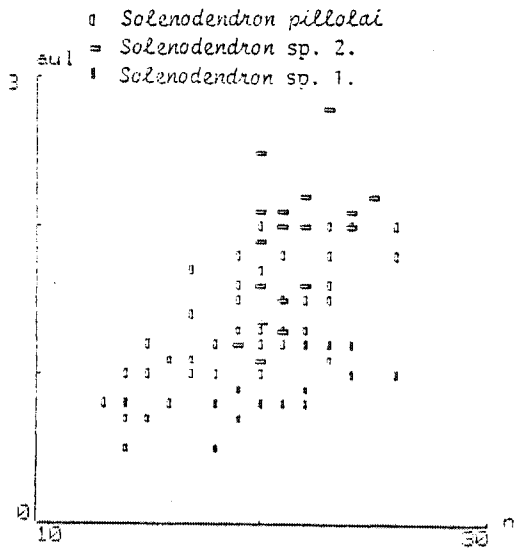


Fig. 71. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre de l'aulos (aul en mm) chez *Solenodendron pillolai* nov. sp., *Solenodendron* sp. 1, *Solenodendron* sp. 2.

sauraient, toutefois, être confondues ; leurs données biométriques respectives sont, en effet, très différentes (fig. 72). S. pillolai paraît plus proche de S. kosvensis (RAKSHIN 1965) du Viséen supérieur de l'Oural : nombre de septes voisin, diamètre des polypiérites comparable ; l'aulos et le dissépimentarium sont cependant plus étroits. Comme c'est le cas chez S. kosvensis, l'aulos de S. pillolai peut disparaître et les septes peuvent dès lors atteindre le centre. S. pillolai a un nombre de septes comparable à celui de S. furcatum (SMITH 1925). Les dimensions de cette dernière espèce sont toutefois plus faibles. Pour les autres espèces du genre Solenodendron SANDO, les données biométriques sont bien différentes.

Solenodendron sp. 1.
Fig. 70-72 ; pl. 22, fig. 2.

Matériel : une colonie fragmentaire (IGR 35366), carrière des Gravus (Louverné, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé.

Caractères externes : colonie dendroïde (?) comprenant une dizaine de polypiérites inclus dans une gangue calcaire. Les polypiérites ont un diamètre moyen de 4 mm (6 mm au maximum) ; les calices n'ont pu être observés.

Coupes transversales : les septes sont droits ou sinueux ; on en compte en moyenne de 20 à 23 dans chaque cycle (26 au maximum). Ces septes sont de même épaisseur dans le dissépimentarium et le tabularium. Les septes majeurs sont souvent limités intérieurement par

l'aulos à la formation duquel ils participent. Cependant, l'aulos est parfois irrégulier ou absent, les septes pouvant atteindre le centre et le faire disparaître. Les septes mineurs sont courts et pénètrent à peine dans le tabularium. Les dissépiments sont simples et disposés en une, deux ou trois rangées. Le diamètre du tabularium est, en moyenne, de 2,5 à 3 mm et le diamètre de l'aulos de 0,8 à 0,9 mm, en moyenne (1,2 mm au maximum). La muraille externe est simple. Le type de gemmation n'a pu être observé.

Coupes longitudinales : non observées.

Discussion : cette colonie est très proche de S. pillolai nov. sp. : nombre de septes comparable, même aulos irrégulier, parfois absent (ce dernier caractère est également présent chez S. kosvensis (RASHKIN) :

	Nombre moyen de septes majeurs	Nombre maximum septes majeurs	Diamètre moyen polypiérites	Diamètre maximum polypiérites	Diamètre moyen aulos	Diamètre maximum aulos	Nbre rangées dissépiments	Localisation géographique	Répartition stratigraphique
Solenodendron pillolai nov.sp.	17-23	26	4-7 mm	10 mm	0,8-1,4 mm	2 mm	2-4	Massif Armoricain (France)	Cf3-Cf4α (Tournaisien supérieur, Viséen inférieur)
Solenodendron sp.1	20-23	26	3-4,2 mm	5,8 mm	0,8-0,9 mm	1,2 mm	1-3	Massif Armoricain (France)	Cf4α (Viséen inférieur)
Solenodendron sp.2	20-22	25	4-5 mm	6 mm	2-2,3 mm	2,5 mm	1-2	Massif Armoricain (Normandie-FRANCE)	Cf4α (Viséen inférieur)
Solenodendron horsfieldi (SMITH & YU 1943)	30-32		8-14 mm		1,5-3 mm		3	Grande-Bretagne	Tournaisien supérieur à Viséen moyen
Solenodendron furcatum (SMITH 1925)	19-20	24	3-4,2 mm	5,2 mm	1,5 mm	2 mm	1-2	Iles Britaniques, Belgique, Laos ?	Viséen supérieur
Solenodendron hibernicum (CLARKE 1966)	22-25		5,5-7 mm		2-3 mm		1-3	Irlande	Viséen moyen ? et supérieur
Solenodendron kosvensis (RAKSHIN 1965)	20-23		6-8 mm		1 mm		2-3	Oural central	Viséen supérieur
Solenodendron ramosa VASSILJUK 1979	22-28		7-10 mm		2-2,5 mm		8-10	Bassin du Donetz (URSS)	Viséen supérieur
Solenodendron ? yohi (YU 1933)	24-26		16 mm		2-3 mm		2-3	Chine et Laos ?	Viséen supérieur

Fig. 72. - Tableau comparatif des différentes espèces du genre *Solenodendron* SANDO.

voir discussion sur l'espèce précédente). Ses dimensions sont en revanche beaucoup faibles (fig. 72). Par des dimensions voisines (diamètre du polypiérite), cette colonie se rapproche davantage de S. furcatum (SMITH 1925). L'aulos de cette dernière espèce, mieux developpé, atteint un plus grand diamètre (fig. 72). Il s'agit certainement d'une espèce nouvelle ; mais, étant donné le matériel réduit dont je dispose, et en l'absence d'observation de la section longitudinale et du mode de bourgeonnement, il me paraît préférable de laisser cette forme en nomenclature ouverte. Si la gemmation devait se révéler latérale, Solenodendron sp. 1. se rapprocherait davantage de S. pillolai nov. sp. ; si, en revanche, elle s'avérait parricide, Solenodendron sp. 1. présenterait des affinités avec S. furcatum (SMITH).

Solenodendron sp.2

Fig. 70-73 ; pl. 21, fig. 5, pl. 22, fig. 1.

Matériel : 2 fragments de colonies (IGR 35770 et 35771), carrière de la Ballastière (Sous-les-Rues, Manche), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Régneville.

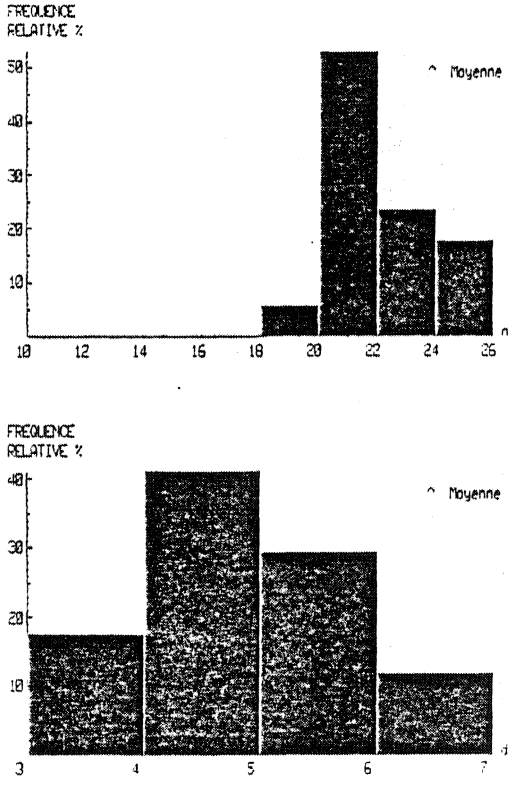


Fig. 73. - Histogramme de fréquence du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypiérite (d en mm) chez *Solenodendron* sp. 2.

Caractères externes : fragments de colonie phacelloïde dont les polypiérites ont un diamètre moyen de 4,7 mm (6 mm au maximum). Les corallites étant noyés dans la gangue calcaire, les caractères externes, et en particulier les calices, n'ont pu être observés.

Coupes transversales : les septes sont droits. Leur nombre est de 20 à 22 en moyenne et de 25 au maximum dans chaque cycle. La longueur des septes majeurs est d'environ la moitié du rayon des corallites; les septes mineurs, dont la longueur atteint le quart du rayon, sont parfois contratingents. Le dissépimentarium, à bord interne épaissi, comprend une ou deux rangées, parfois trois, de dissépiments simples ou transeptaux de deuxième ordre. La fossule cardinale est rarement distincte et la muraille externe simple.

Coupes longitudinales : les dissépiments sont petits et globuleux ; les plus internes sont subverticaux. Les planchers axiaux, très mal conservés, pa-

raissent plats. Les planchers périaxiaux sont subhorizontaux ou inclinés vers la périphérie.

Discussion (fig. 72) : par leurs dimensions et le nombre de leur septes, ces colonies se rapprochent de Solenodendron hibernicum (CLARKE 1966). Cependant, quelques différences notables s'observent sur les polypiérites armoricains : un aulos très large (la moitié environ du diamètre de chaque polypiérite) et pas toujours bien marqué (ce qui tendrait à les confondre avec le genre Diphyphyllum LONSDALE), la présence de septes mineurs contratingents (pas encore signalé chez ce genre). Les septes peuvent développer des carènes comme de nombreuses espèces du genre Solenodendron. Les données biométriques permettent de distinguer très nettement cette forme des deux autres espèces armoricaines de ce genre décrites précédemment (fig. 70-71).

Genre Aulokoninckophyllum SANDO 1976

Espèce type : Campophyllum carinatum CARRUTHERS (1909, p. 150, pl. 1, fig. 3-6), Cap Chernyi (Nouvelle Zemble), Viséen supérieur.

Diagnose : voir SANDO (1976, p. 432), POTY (1981, p. 43).

Discussion : ce genre est classé dans la famille Aulophyllidae (Sous-ordre Aulophyllina) par SANDO (1976) et POTY (1981). Pour SANDO (1976), Aulokoninckophyllum dériverait du genre Koninckophyllum THOMSON & NICHOLSON (Aulophyllidae). HILL (1981) maintient ce genre dans la famille Lithostrotionidae (Sous-ordre Lithostrotionina).

Jusqu'à présent, le genre Aulokoninckophyllum était représenté uniquement par des espèces du Viséen supérieur : l'espèce type A. carinatum (CARRUTHERS 1909), A. ubaghsi POTY 1981 et A. ? simplex (HILL 1934). Cette dernière espèce, attribuée avec doute au genre Aulokoninckophyllum par SANDO (1976), appartient probablement à un nouveau genre. Aulina amarensis SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974 (Viséen supérieur d'Algérie), placée dans le genre Aulokoninckophyllum par SANDO (1976), est désignée par POTY (1981), comme espèce type de son nouveau genre Semenoffia, dont l'aulos est en partie formé par le redressement des bords des planchers axiaux, au lieu de résulter de leur abaissement, comme chez Aulokoninckophyllum. Trois nouvelles espèces du genre Aulokoninckophyllum ont été découvertes dans le Synclinorium de Laval : A. miloni nov. sp. (Tournaisien supérieur), A. sp. aff. miloni nov. sp. (Viséen inférieur et moyen), A. ngakoi nov. sp. (Viséen moyen). Ces trois espèces appairaissent antérieurement aux autres espèces connues du genre Aulokoninckophyllum.

Aulokoninckophyllum miloni nov. sp.
Fig. 74-76, 79-80 ; pl. 24, fig. 1-2.

Derivatio nominis : dédiée au Professeur Y. MILON, pour ses travaux sur les calcaires du Carbonifère armoricain.

Holotype : spécimen IGR 35209, trois lames minces : deux transversales, une longitudinale.

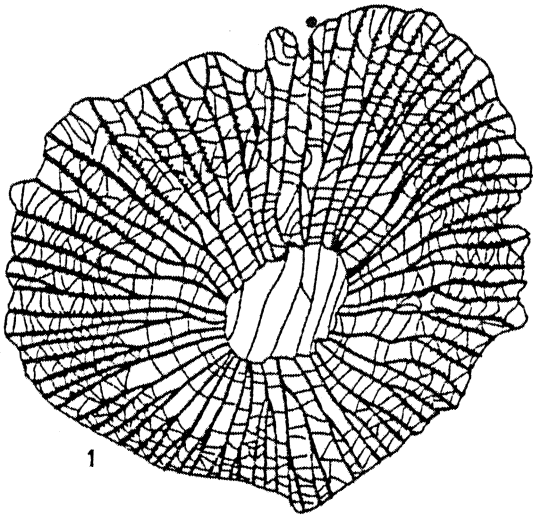
Locus typicus : carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3).

Paratype : spécimen figuré : IGR 35207.

Matériel : 4 spécimens (IGR 35206 à 35209), carrières A et B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

Diagnose : Aulokoninckophyllum de taille moyenne (25 mm de diamètre au maximum). Les septes sont en général fortement carénés. Les septes mineurs sont longs et toujours contratingents. La fossule cardinale est bien marquée, et le diamètre de l'aulos faible. Le dissépimentarium est large et composé de dissépiments simples, entrecroisés ou en arcs-boutants.



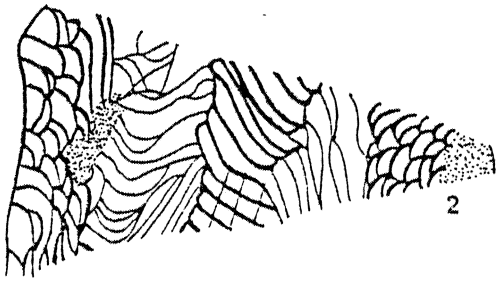


Fig. 74. - *Aulokoninckophyllum miloni* nov. sp., coupes schématiques (x 3). Holotype IGR 35209, a : section transversale, stade adulte ; b : section longitudinale.

Caractéres externes : quatre fragments de polypiers non dégagés de leur gangue ; calices et apex non conservés ; ornementation de la muraille non observée.

Coupes transversales : les septes sont carénés, aussi bien les majeurs que les mineurs. Les septes mineurs pénètrent profondément dans le tabularium et sont toujours contratingents. Les septes majeurs atteignent l'aulos, dont le diamètre varie entre le quart et le cinquième du diamètre du polypier. Le dissépimentarium, large, occupe le tiers, voire la moitié, du rayon du polypier. Les dissépiments, simples dans les stades jeunes, deviennent plus complexes dans les stades adultes (entrecroisés ou en arcs-boutants).

Coupes longitudinales : les dissépiments s'inclinent vers le tabularium, au contact duquel ils peuvent être abrupts. Les planchers périaxiaux sont divisés et inclinés vers la périphérie. Les planchers axiaux de l'aulos sont en général complets, mais peuvent être divisés. Ils sont au

nombre de 25 environ par centimètre de hauteur. L'abaissement à la verticale, en périphérie, des planchers axiaux et les bords internes bifurqués ou incurvés de certains septes majeurs constituent un aulos.

Discussion : c'est de A. carinatum (CARRUTHERS 1909) du Viséen supérieur de Grande-Bretagne et de Nouvelle-Zemble (décrit également dans le Viséen supérieur du Bassin du Donetz, du Sahara, du Laos), que A. miloni nov. sp. se rapproche le plus : taille et densité septale voisines, mêmes carènes septales denses, même diamètre réduit pour l'aulos, dissépiments comparables. Le principal caractère qui distingue ces deux espèces réside dans la présence de septes mineurs, toujours contratingents, chez A. miloni. A. miloni présente, en outre, un septe cardinal long qui atteint l'aulos. La fossule cardinale est souvent bien développée ; elle se distingue très facilement grâce aux

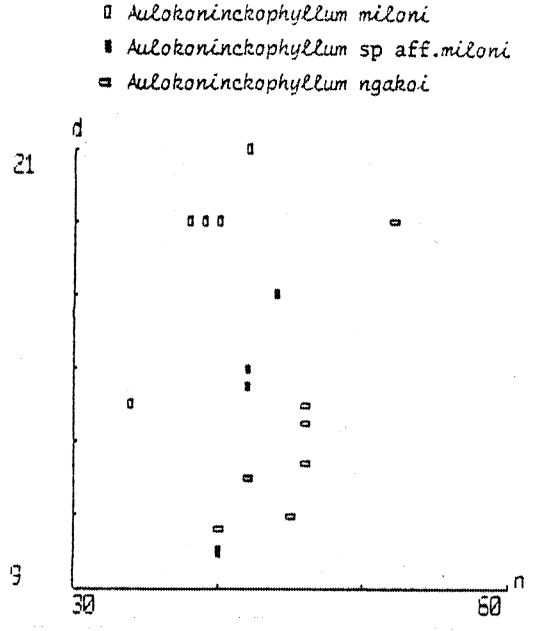


Fig. 75. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Aulokoninckophyllum miloni* nov. sp., *Aulokoninckophyllum* nov. sp. et *Aulokoninckophyllum ngakoi* nov. sp.

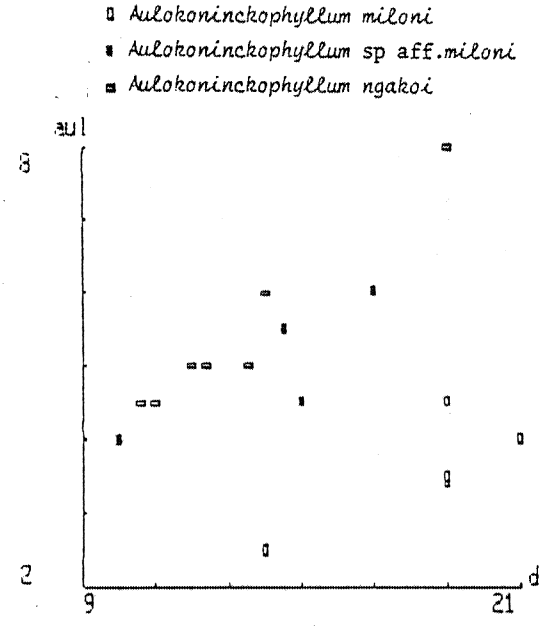


Fig. 76. - Diagramme de dispersion du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de l'aulos (aul en mm) chez *Aulokoninckophyllum miloni* nov. sp., *Aulokoninckophyllum* sp. aff. *miloni* nov. sp. et *Aulokoninckophyllum ngakoi* nov. sp.

septes mineurs contratingents. Les autres espèces du genre Aulokoninckophyllum : A. ubaghsi POTY 1981 du Viséen supérieur de Belgique, A. ngakoi nov. sp. du Viséen moyen du Massif Armoricain, A.? simplex (HILL 1934), sont de taille beaucoup plus modeste que les deux espèces précédentes. Les dissépiments sont différents, souvent simples, transeptaux pour A. ? simplex. Le diamètre de l'aulos de ces trois espèces en question, est généralement plus large relativement au diamètre du polypier. Les planchers de l'aulos sont beaucoup plus espacés chez A. ngakoi et A. ? simplex (fig. 80). A. miloni est la plus ancienne espèce actuellement connue du genre Aulokoninckophyllum; elle apparaît, en effet, dès le Tournaisien supérieur.

Aulokoninckophyllum sp. aff. miloni nov. sp.
Fig. 75-77 , 79-80 ; pl. 24, fig. 3-4, pl. 25, fig. 1.

Matériel : 4 spécimens dont : un fragment de polypier (IGR 35328), carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne), V1a (Viséen inférieur, sous-zone Cf4α), Formation de Sablé ; 3 polypiers (IGR 35588 à 35590, les deux échantillons IGR 35588 et 35589 sont très fragmentaires), carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne), V2b (Viséen moyen, base de la zone Cf5), Formation de Sablé.

Caractères externes : quatre fragments de polypiers non dégagés de leur gangue ; calices et apex non conservés ; ornementation de la muraille externe non observée.

Coupes transversales : le diamètre maximum est de 17 mm environ et le nombre maximum de septes majeurs de 44. Les septes sont peu ou pas carénés. Les septes mineurs, qui pénètrent dans le tabularium sont toujours contratingents. Les septes majeurs atteignent l'aulos dont le diamètre est égal au tiers du diamètre du polypier. Le dissépimentarium dépasse rarement le tiers du rayon du polypier. Les dissépiments sont simples, entrecroisés, parfois en arcs-boutants.

Coupes longitudinales : les dissépiments s'inclinent vers le tabularium. Les planchers périaxiaux sont divisés et inclinés vers la périphérie. Les planchers axiaux peuvent être complets ou incomplets et participent par leur abaissement périphérique, associés à la bifurcation ou à l'incurvation des bords internes des septes majeurs, à la formation de l'aulos.

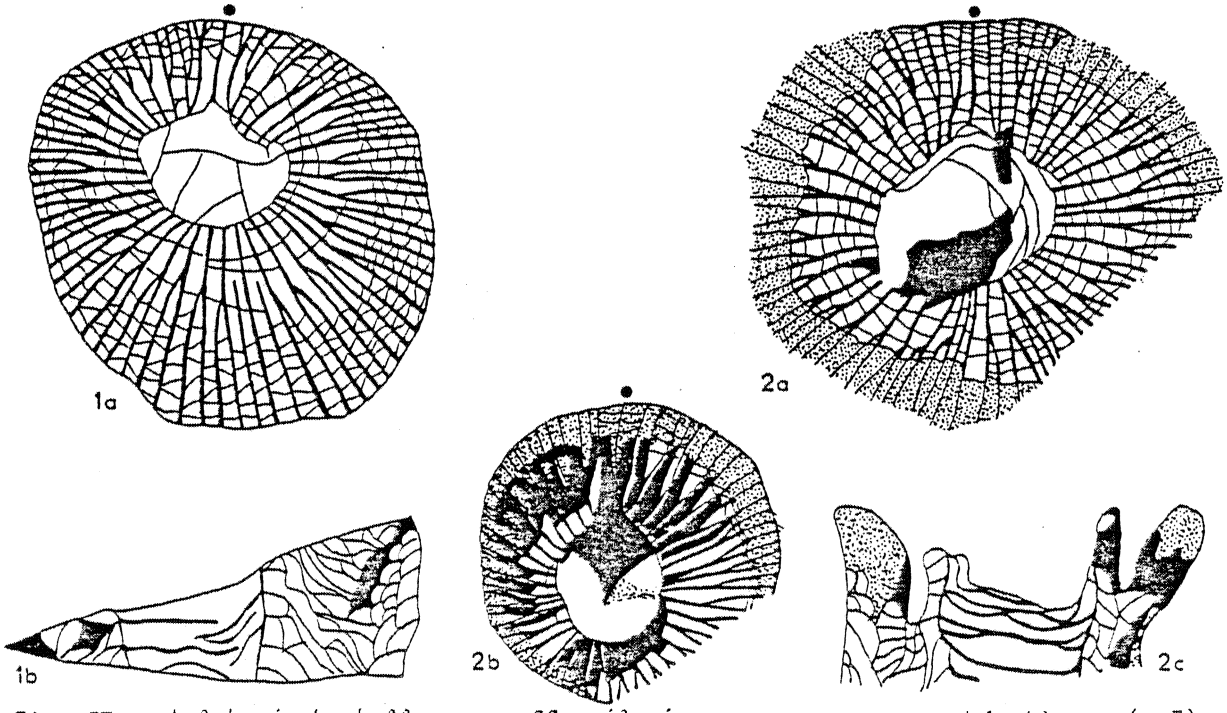


Fig. 77. - *Aulokoninckophyllum* sp. aff. *miloni* nov. sp., coupes schématiques (x 3). 1 : IGR 35328, a : section transversale, stade adulte, b : section longitudinale. (Carrière des Fourneaux) ; 2 : IGR 35590, a : section transversale, stade adulte, b : section transversale, stade jeune, c : section longitudinale.(Carrière de Saint-Roch).

Discussion : ces polypiers appartiennent assurément à une nouvelle espèce ; mais les quatre seuls spécimens fragmentaires dont j'ai pu disposer, ne permettant pas de définir correctement un nouveau taxon. C'est avec A. miloni nov. sp. que ces polypiers présentent le plus d'affinité. De même que chez A. miloni, les septes mineurs sont contratingents et les dissépiments complexes. Quelques différences notables ont toutefois été relevées chez A. sp. aff. miloni : l'aulos est plus large, la densité septale plus importante et le dissépimentarium un peu moins développé. L'aulos de A. ngakoi nov. sp. est de dimension comparable à celui de A. sp. aff. miloni (voir infra). A. sp. aff. miloni, qui appartient au Viséen inférieur et moyen, est plus récente que A. miloni, limitée au Tournaisien supérieur.

Aulokoninckophyllum ngakoi nov. sp.
Fig. 75-76, 78-80 ; pl. 25, fig. 2-5.

Derivatio nominis : en hommage à Vincent N'GAKO, géologue camerounais du centre National de Recherches Minières de Garoua (Cameroun).

Holotype : spécimen IGR 35448, cinq lames minces : quatre transversales et une longitudinale.

Locus typicus : tranchée près de la ferme la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5), Formation de Sablé.

paratypes : spécimens figurés IGR 35450 à 35452.

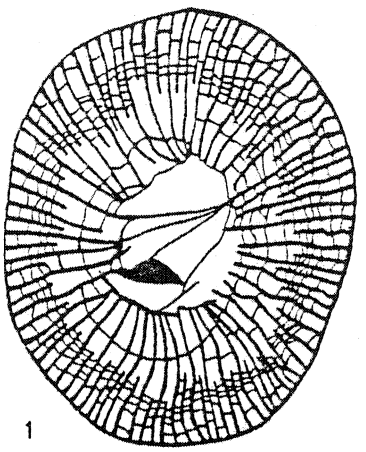
Matériel : 11 polypiers (IGR 35445 à 35455), tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne), V2 (Viséen moyen, sous-zone Cf4δ ou base zone Cf5), Formation de Sablé.

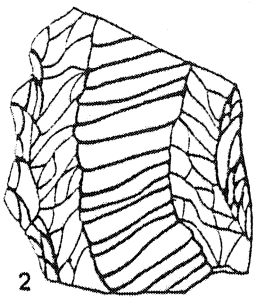
Diagnose : Aulokoninckophyllum à aulos large, de taille moyenne (20 mm de diamètre maximum). Les septes ne sont pas carénés. Les septes mineurs sont courts et pénètrent à peine dans le tabularium. La fossule cardinale est indistincte. Le dissépimentarium est large et à dissépiments simples.

Caractères externes : fragments de polypiers non dégagés de leur gangue ; calices et apex non conservés ; ornementation de la muraille non observée.

Coupes transversales : les septes ne sont pas carénés. Les septes mineurs sont courts, et pénètrent à peine dans le tabularium. Les septes majeurs atteignent un aulos large dont le diamètre varie de la moitié au tiers des sections. Le dissépimentarium représente le quart ou le tiers du rayon du polypier. Les dissépiments sont simples parfois transeptaux à la périphérie.

Coupes longitudinales : les dissépiments, inclinés vers le tabularium, sont abrupts. Les planchers périaxiaux sont divisés et inclinés vers





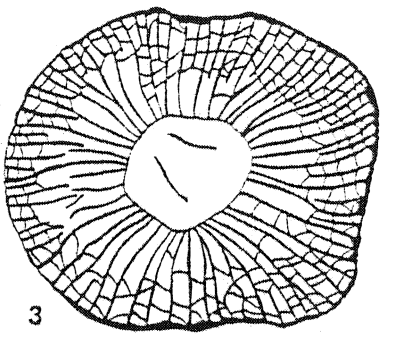
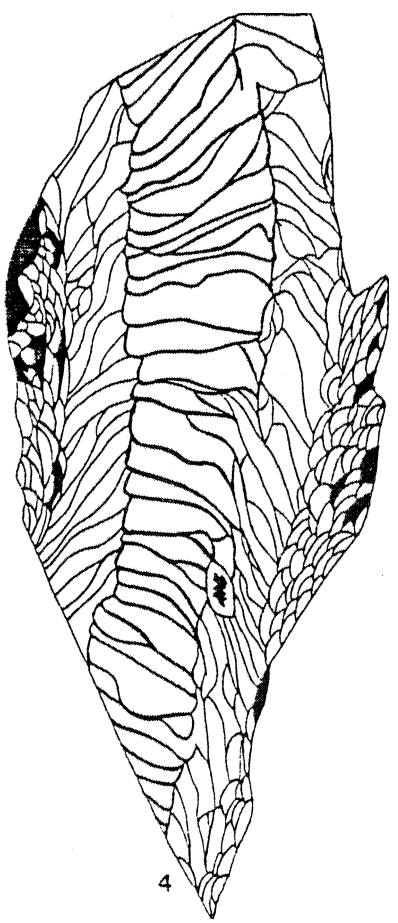


Fig. 78. - *Aulokoninckophyllum ngakoi* nov. sp., coupes schématiques (x 3).
1 : Holotype IGR 35448, section transversale ; 2 : Paratype IGR 35450, section longitudinale ; 3 : Paratype IGR 35452, section transversale ; 4 : Paratype IGR 35451, section longitudinale.



la périphérie. Les planchers axiaux de l'aulos sont le plus souvent complets (environ 18 par centimètre de hauteur). Ces derniers, par leur abaissement périphérique, associés aux bords internes bifurqués ou incurvés des septes majeurs, forment l'aulos.

Discussion (fig. 80) : A. ngakoi nov. sp. se rapproche de A. ? simplex (HILL 1934) par son aulos, parfois incomplètement formé en section transversale, et par ses septes non carénés. En revanche, elle s'éloigne de cette même espèce par sa taille, une densité septale plus forte et un dissépimentarium plus développé.

De nombreux caractères différencient A. ngakoi nov. sp. de A. miloni nov. sp. : aulos proportionnellement plus large, septes non carénés, septes mineurs courts et non contratingents, planchers axiaux de l'aulos légèrement plus espacés chez A. ngakoi. Par ailleurs, A. ngakoi présente un aulos de dimension voisine de celui de A. sp. aff. miloni et une densité septale proche (fig. 75, 76) ; mais les autres caractères sont bien différents : septes mineurs non contratingents, absence quasi générale des carènes, dissépiments plus simples chez A. ngakoi.

Les trois espèces armoricaines du genre Aulokoninckophyllum ont, comme on l'a vu dans les descriptions de chacune d'entre elles, un aulos formé par l'abaissement périphérique des planchers axiaux et la bifurcation ou l'incurvation des bords internes des septes majeurs. Sur certaines

coupes longitudinales (dans chacune de ces trois espèces, fig. 74 : 2; fig. 77 : 2 c ; 78 : 4), les planchers axiaux semblent au contraire se relever périaxialement pour former l'aulos ; ceci est caractéristique du genre Semenoffia POTY (voir infra). En fait, chez Semenoffia, les planchers axiaux semblent se redresser avant d'atteindre la périphérie de l'aulos. Chez Aulokoninckophyllum, le redressement des planchers axiaux dans certaines sections longitudinales est plus sporadique, plus périphérique, plus apparent que réel.

Les trois espèces A. miloni nov. sp., A. sp. aff. miloni nov. sp., A. ngakoi nov. sp. ont précédé les autres espèces du genre Aulokoninckophyllum SANDO, qui n' ont fait leur apparition qu'au Viséen supérieur. Il est difficile d'établir une phylogénie entre les espèces du Massif Armoricain et celles provenant d'autres régions ;

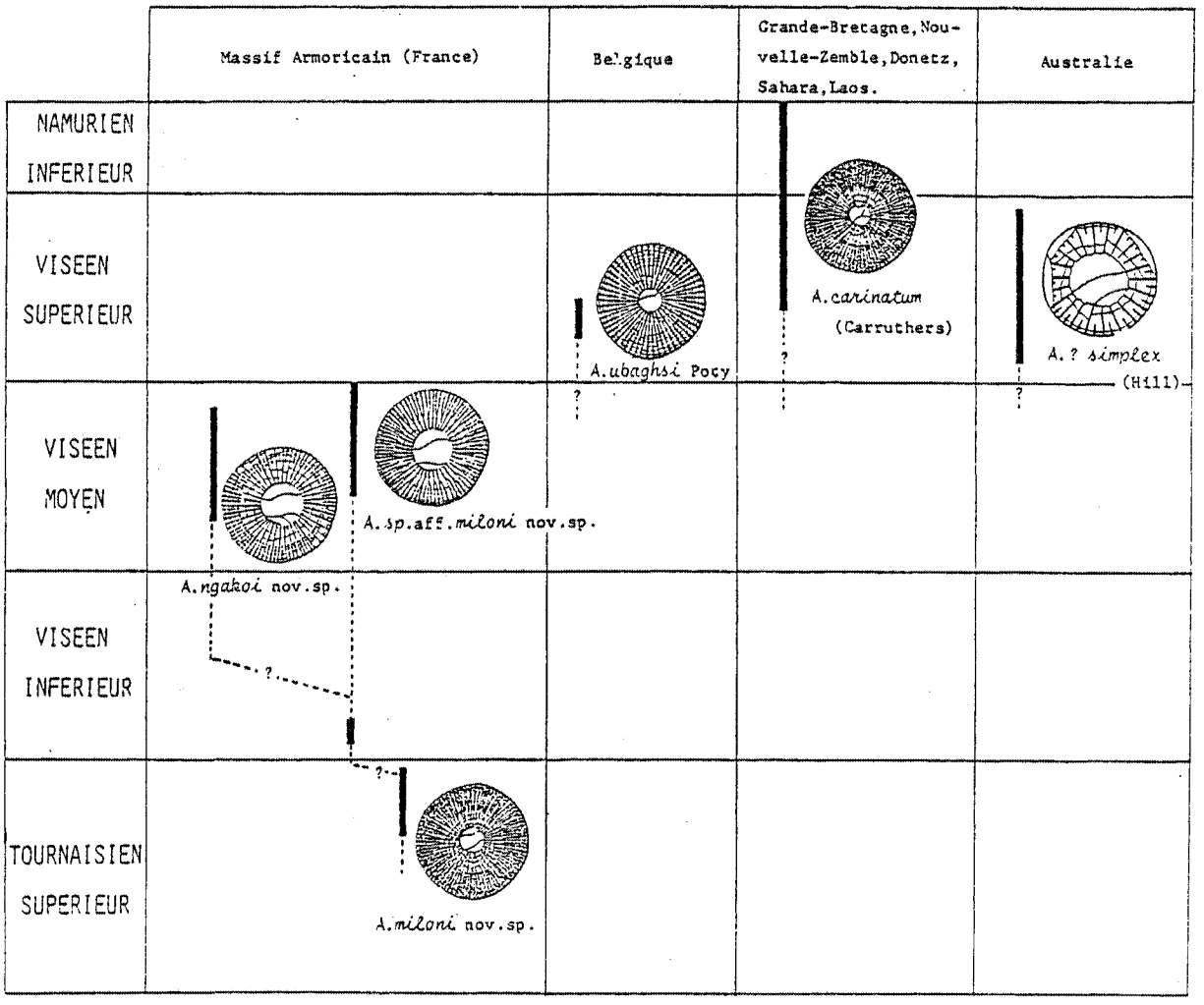


Fig. 79. - Filiation supposée des espèces actuellement connues du genre *Aulokoninckophyllum* SANDO 1976. Les répartitions verticales (traits gras) sont approximatives.

les choses sont en revanche plus claires pour les trois espèces armoricaines (fig. 79). A. sp. aff. miloni du Viséen inférieur et moyen, est issue de A. miloni du Tournaisien supérieur. En effet, on note une augmentation du diamètre de l'aulos, une densité septale plus importante et des septes moins carénés chez A. sp. aff. miloni. Les septes mineurs sont toujours contratingents pour ces deux formes. A. ngakoi semble dériver directement de A. sp. aff. miloni : le diamètre des aulos est comparable chez les deux espèces, et il en est de même pour la densité septale ; par contre, chez A. ngakoi, les carènes des septes continuent à régresser et les septes mineurs sont plus courts et non contratingents.

Sous-ordre et famille Incertae sedis
Genre **Semenoffia** POTY 1981

Espèce type : Aulina amarensis SEMENOFF-TIAN-CHANSKY (1974, p. 54, pl. 12, fig. 1-4.), Cheikh ben Amar (S-E de Béchar, Algérie), Membre Ioucha 21 (Viséen supérieur).

Diagnose : voir POTY (1981, p. 69).

Discussion : (voir discussion sur le genre Aulokoninckophyllum SANDO, supra p. 112, et voir POTY 1981, p. 69). Jusqu'à présent deux espèces du Viséen supérieur avaient été rapportées à ce genre : Semenoffia amarensis (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974) provenant d'Algérie et Semenoffia viseensis POTY 1981 provenant de Belgique. Une troisième espèce Semenoffia meodenensis nov. sp. du Tournaisien supérieur armoricain, est décrite ici.

Semenoffia meodenensis nov. sp.
Fig. 80-84 ; pl. 26, fig. 1-3.

Derivatio nominis : de la Mayenne (rivière départementale, France), (de Meodena : monnaie mérovingienne, transformée en Meduana au IX^{e} siècle).

Holotype : spécimen IGR 35227, six lames minces : cinq transversales et une longitudinale.

Locus typicus : carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne).

Stratum typicum : Formation de Sablé, Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3).

Paratypes : spécimens figurés : IGR 35240 et 35245.

Matériel : 23 polypiers (IGR 35227 à 35249), carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne), Tn3c (Tournaisien supérieur, zone Cf3), Formation de Sablé.

Diagnose : Semenoffia pouvant atteindre 20 mm de diamètre et posséder jusqu'à 32 septes par cycle. Les septes sont peu ou pas carénés. Les

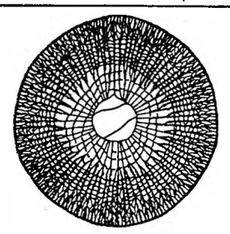
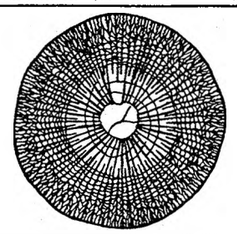
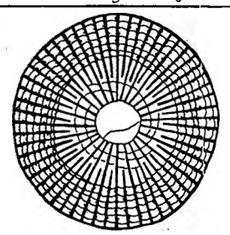
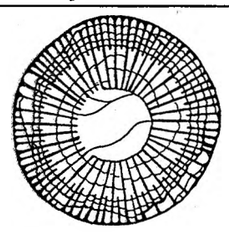
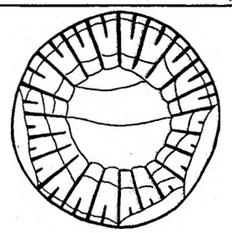
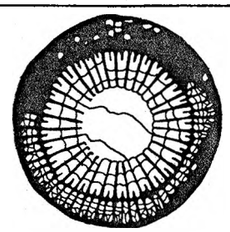
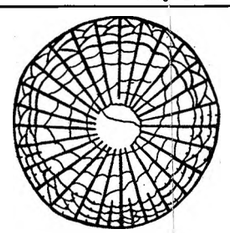
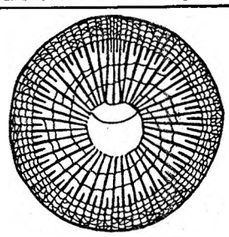
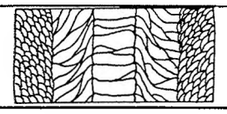
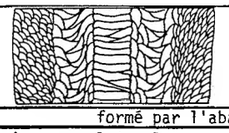
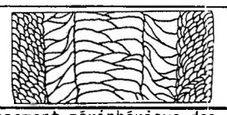
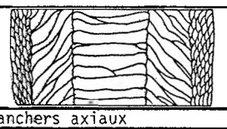
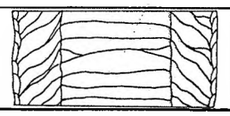
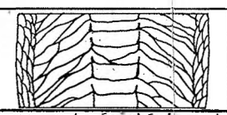
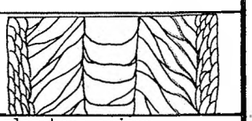
espèces	*Aulokoninckophyllum miloni* nov.sp.	*Aulokoninckophyllum carinatum* (Carruthers 1909)	*Aulokoninckophyllum ubaghsi* Poty 1981	*Aulokoninckophyllum ngakoi* nov.sp.	*Aulokoninckophyllum ? simplex* (Hill 1934)	*Semenoffia meodenensis* nov.sp.	*Semenoffia viseensis* Poty 1981	*Semenoffia amarensis* Semenoff-Tian-Chansky 1974
sections transversales schématiques								
diamètre total	10 à 25 mm	10 à 28 mm	6 à 9 mm	10 à 15 mm	6 à 8 mm	5 à 20 mm	7 à 20 mm	8 à 20 mm
diamètre de l'aulos	3 à 4,5 mm	3 à 5 mm	1,6 à 1,7 mm	4 à 5,5 mm	3 à 4,5 mm	2,5 à 5 mm	2 à 3,5 mm	2,5 à 5 mm
nombre de septes majeurs	35 à 50	24 à 54	27 à 30	40 à 50	20 à 22	27 à 32	20 à 30	40 à 50
aulos	bien formé			mal formé pour certaines sections		mal formé en général	mal formé pour certaines sections	
septes majeurs	fortement à faiblement carénés	fortement carénés	faiblement carénés	peu ou pas carénés	non carenés	peu ou pas carénés	sinueux,sans carène	faiblement carénés
septes mineurs	longs,pénètrent dans le tabularium et sont toujours contratingents	longs,de la moitié au deux-tiers des septes majeurs		courts,pénètrent à peine dans le tabularium	courts,ne pénètrent pas dans le tabularium	courts,pénètrent à peine dans le tabularium,souvent absents quand il n'y a pas de dissépiments	peu développés ou absents	courts,pénètrent à peine dans le tabularium
septes cardinal (C) et antipode (K)	C et K longs,atteignent l'aulos	C court K long,atteind l'aulos	C et K difficile à distinguer des autres septes majeurs	C et K longs et difficile à repérer	C et K difficile à distinguer des autres septes majeurs	C et K long,atteignent l'aulos	C parfois raccourcis	C et K longs,atteignent l'aulos
fossule cardinale	développée	peu ou très développée	non visible	non visible	non visible	rarement développée	peu développée	développée
dissépimentarium dissépiments	large simples,entrecroisés ou en arcs-boutants		large simples	étroit simples,transeptaux de 2° ordre à la périphérie	étroit simples ou transeptaux de 1° et 2° ordre à la périphérie	étroit ou absent simples,entrecroisés ou en arcs-boutants,parfois absents remplacés par une épaisse stéréozone	étroit simples,parfois entrecroisés,en arcs-boutants ou transeptaux de 2° ordre	étroit simples,parfois entrecroisés,exceptionellement en arcs-boutants
sections longitudinales schématiques								
aulos	formé par l'abaissement périphérique des planchers axiaux					formé par le redressement périphérique des planchers axiaux		
planchers	axiaux complets et légèrement espacés (12 à 13 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux inclinés vers le dissépimentarium	axiaux complets,plus ou moins espacés (6 à 16 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux incomplets,inclinés vers le dissépimentarium,ils forment parfois une gouttière	axiaux incomplets le plus souvent,et serrés (17 à 18 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux incomplets inclinés vers le dissépimentarium	axiaux complets et espacés (8 à 9 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux inclinés vers le dissépimentarium	axiaux complets et espacés (7 à 8 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux inclinés vers le dissépimentarium	axiaux complets et espacés (7 à 8 pour 5 mm de hauteur),se redressent au contact de l'aulos ou s'abaissent quand il n'est pas formé périaxiaux inclinés vers le dissépimentarium	axiaux complets et espacés (4 à 6 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux inclinés vers dissépimentarium	axiaux complets et espacés (4 pour 5 mm de hauteur) périaxiaux inclinés vers le dissépimentarium
distribution géographique	Synclinorium de Laval (Massif Armoricain-France)	Grande-Bretagne,Nouvelle-Zemble,Donetz,Sahara,Laos)	Bassin de Namur-Dinant (Belgique	Synclinorium de Laval (Massif Armoricain-France)	Queensland (Australie)	Synclinorium de Laval Massif Armoricain-France)	Bassin de Visé (Belgique)	Sahara (Afrique du Nord)
répartition stratigraphique	Tournaisien supérieur et Viséen inférieur (Cf3 et Cf4 α à γ)	Viséen supérieur,Namurien inférieur	Viséen supérieur (Cf6β)	Viséen moyen (Cf4δ ? ou Cf5 (base))	Viséen supérieur	Tournaisien supérieur(Cf3)	Viséen supérieur (Cf5δ)	Viséen supérieur

Fig. 80. - Tableau comparatif des différentes espèces des genre *Aulokoninckophyllum* SANDO et *Semenoffia* POTY.

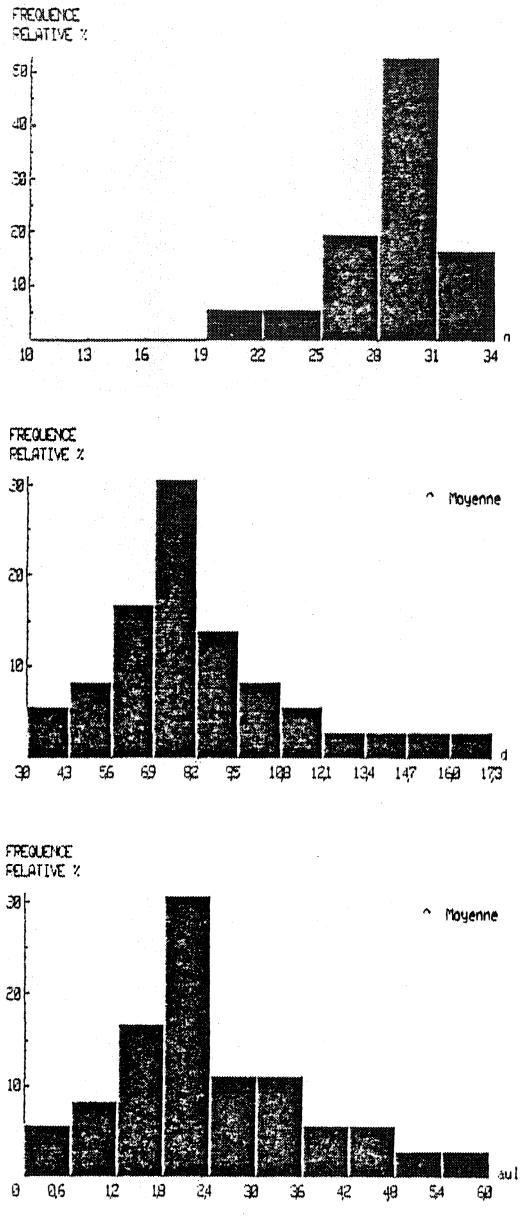


Fig. 81. - Histogrammes de fréquence du nombre de septes majeurs (n), du diamètre du polypier (d en mm) et du diamètre de l'aulos (aul en mm) chez *Semenoffia meodenensis* nov. sp.

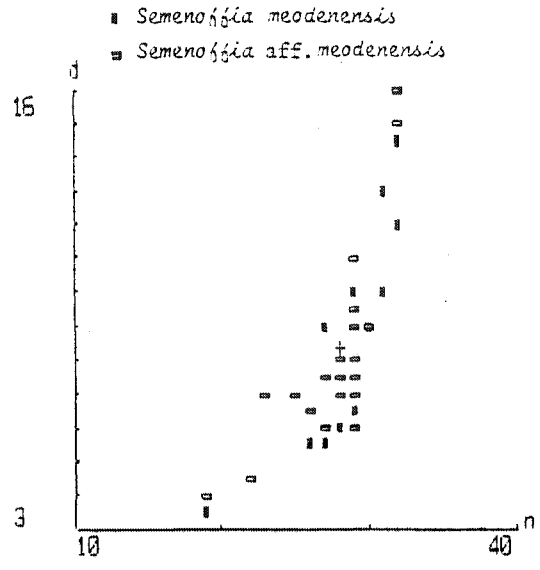


Fig. 82. - Diagramme de dispersion du nombre de septes majeurs (n) et du diamètre du polypier (d en mm) chez *Semenoffia meodenensis* nov. sp.

septes mineurs sont courts, parfois absents en l'absence de dissépiments. Le dissépimentarium, étroit, peut être remplacé par une stéréozone épaisse. Les dissépiments sont simples, parfois entrecroisés ou en arcs-boutants. La fossule cardinale n'est pas toujours présente. L'aulos est discontinu, voire inexistant. Les planchers axiaux, souvent complets, sont espacés et redressés au contact de l'aulos. Les planchers périaxiaux s'inclinent vers le dissépimentarium.

Caractères externes : polypiers cératoïdes, dégagés de leur gangue, d'environ 25 mm de hauteur et 17-20 mm de diamètre maximum. La muraille externe est ornée de petites annulations de croissance. Le calice et l'apex ne sont pas conservés. L'holotype (IGR 35227) présente une importante diminution de son diamètre vers le calice (fig. 84).

Coupes transversales : les septes sont parfois sinueux ou présentent quelques rares carènes. Les septes majeurs sont souvent épaissis vers

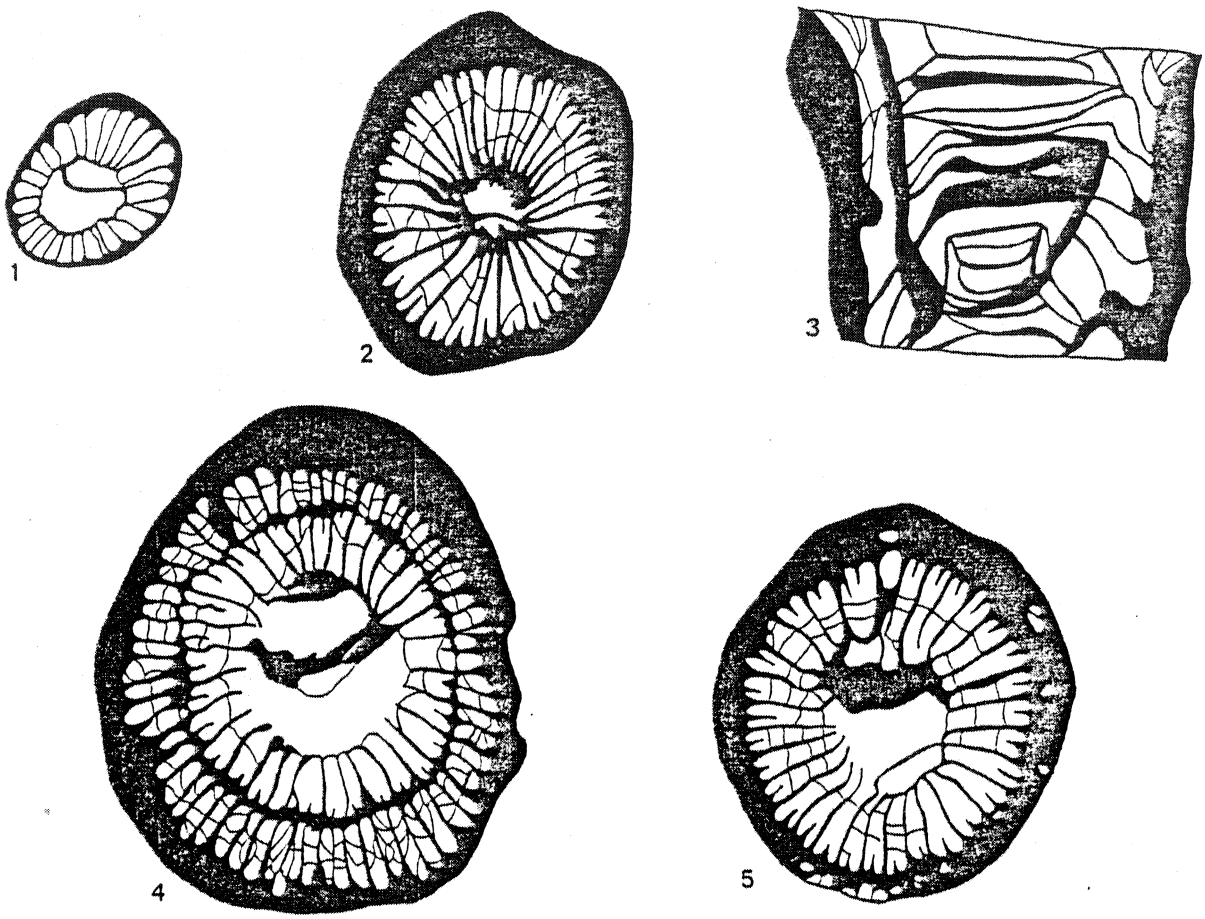


Fig. 83. - *Semenoffia meodenensis* nov. sp., coupes schématiques de l'holotype IGR 35227 (x 4).
a, b : sections transversales, stades jeunes sans dissépiments ; c : section longitudinale ; d : section transversale, stade adulte avec dissépiments ; e : section transversale, stade adulte proche du calice, dissépiments remplacés par une épaisse stéréozone.

le bord interne, parfois même rhopaloïdes. Les septes mineurs sont courts et pénètrent à peine dans le tabularium ; ils sont parfois absents, lorsque la stéréozone périphérique est très développée et épaisse, ce qui entraîne la disparition quasi complète des dissépiments. Le dissépimentarium, lorsqu'il n'est pas masqué par la stéréozone, est étroit ; il est composé de dissépiments simples, entrecroisés, parfois en arcs-boutants. La dissépithèque est souvent très épaisse. Dans les stades jeunes, le dissépimentarium n'est pas développé. Une disparition des dissépiments apparaît dans la région distale de l'holotype (IGR 35227, fig. 83 : 5 ; fig. 84), le diamètre

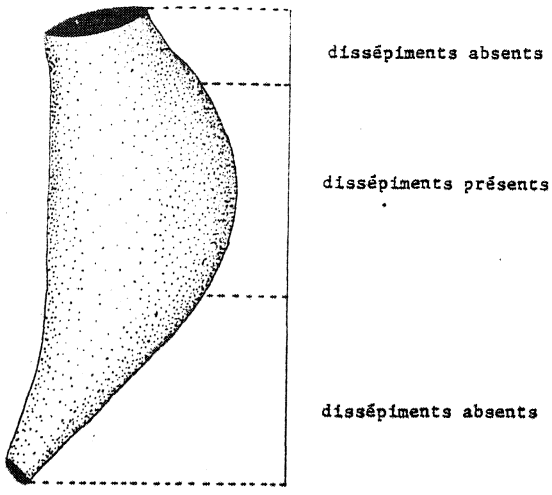


Fig. 84. - Schéma de l'holotype IGR 35227 de *Semenoffia meodenensis* nov. sp. : le diamètre diminue vers le haut du polypier. Cela correspond à une contraction du polype, le milieu étant défavorable à son développement.

du polypier diminuant à ce niveau ; ce phénomène traduit une variation du milieu, défavorable au développement de cet organisme (la diminution du diamètre associé à une perte des dissépiments correspond à une contraction du polype). Le diamètre de l'aulos varie du tiers au quart de celui des polypiers ; il est présent surtout dans les stades jeunes, plus rarement dans les stades adultes.

Coupes longitudinales : Les dissépiments sont souvent allongés et abrupts. Les planchers axiaux sont généralement plats et horizontaux, complets, espacés (16 environ par centimètre de hauteur) ; les bords se redressent habituellement à la verticale au contact de l'aulos ; ils s'abaissent lorsque celui-ci n'est pas développé. Les planchers périaxiaux, rarement divisés, s'inclinent vers le tabularium.

Discussion : (fig. 80) deux espèces du Viséen supérieur appartiennent au genre Semenoffia POTY : Semenoffia amarensis (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974), d'Algérie et Semenoffia viseensis POTY, de la région de Visé (Belgique). Semenoffia meodenensis nov. sp. apparaît dès le Tournaisien supérieur. Cette espèce présente de nombreux caractères communs avec les deux autres espèces du genre : dimensions comparables, dissépimentarium étroit, planchers périaxiaux complets, inclinés vers le dissépimentarium, planchers axiaux plats et espacés, redressés au niveau de l'aulos. Un caractère important apparaît, que l'on retrouve notablement chez S. amarensis du Sahara : l'épaississement des septes sur le bord interne du polypier, au niveau de l'aulos ; de tels épaississements participent à la formation de l'aulos. S. meodenensis se distingue de l'espèce du Sahara par la présence d'une stéréozone pouvant remplacer les dissépiments, par des planchers axiaux ne participant que très peu à la formation de l'aulos (participation encore moins importante que chez S. viseensis), alors que leurs bords redressés et épaissis, chez S. amarensis constituent l'essentiel de cette structure. S. meodenensis apparaît comme une forme primitive de ce genre. On ne connait actuellement aucun représentant de Semenoffia entre le Tournaisien supérieur et le Viséen supérieur.

BIOSTRATIGRAPHIE

A - INTRODUCTION

La plupart des affleurements de calcaires carbonifères du Massif Armoricain sont dispersés et se situent dans des carrières généralement abandonnées, plus rarement en cours exploitation. Les quelques coupes continues n'exposent, le plus souvent, que de faibles épaisseurs de sédiment (Les Rochers, Saint-Roch, les Fourneaux, Chateauneuf, etc.....) ; les gisements ponctuels sont, en revanche, très nombreux (la Cruchonnière, Solesmes, le Pressoir, etc.). Les attributions stratigraphiques s'appuient, pour l'essentiel, sur les Foraminifères et les Conodontes, groupes qui autorisent des corrélations, notamment avec la Belgique. Quant aux Tétracoralliaires, ils n'apparaissent que de façon ponctuelle dans les coupes. Malgré ces difficultés, l'abondance et la diversité de ces coraux apportent des informations nouvelles, tant au plan stratigraphique qu'environnemental. Pour un même niveau, les associations de Tétracoralliaires peuvent être totalement différentes d'un gisement à l'autre et ne présenter aucune espèce commune. Ceci traduit des variations de milieu, favorisant le développement de coraux inféodés à des environnements précis.

B - SUCCESSION DES FAUNES DE TETRACORALLIAIRES

Les nombreuses coupes et les divers gisements étudiés, aussi bien dans le Synclinorium de Laval (fig. 86) que dans le Synclinal de Montmartin (fig. 85), se rapportent surtout au Viséen inférieur (V1a).

1 - TOURNAISIEN SUPERIEUR (Tn3c ou zone Cf3).

Quelques gisements à Tétracoralliaires appartenant aux Formations de Sablé et de Laval (Synclinorium de Laval), et à la Formation de Quenon (Synclinorium du Menez-Bélair) correspondent au sommet du Tournaisien supérieur (zone Cf3 à Foraminifères, caractérisée par

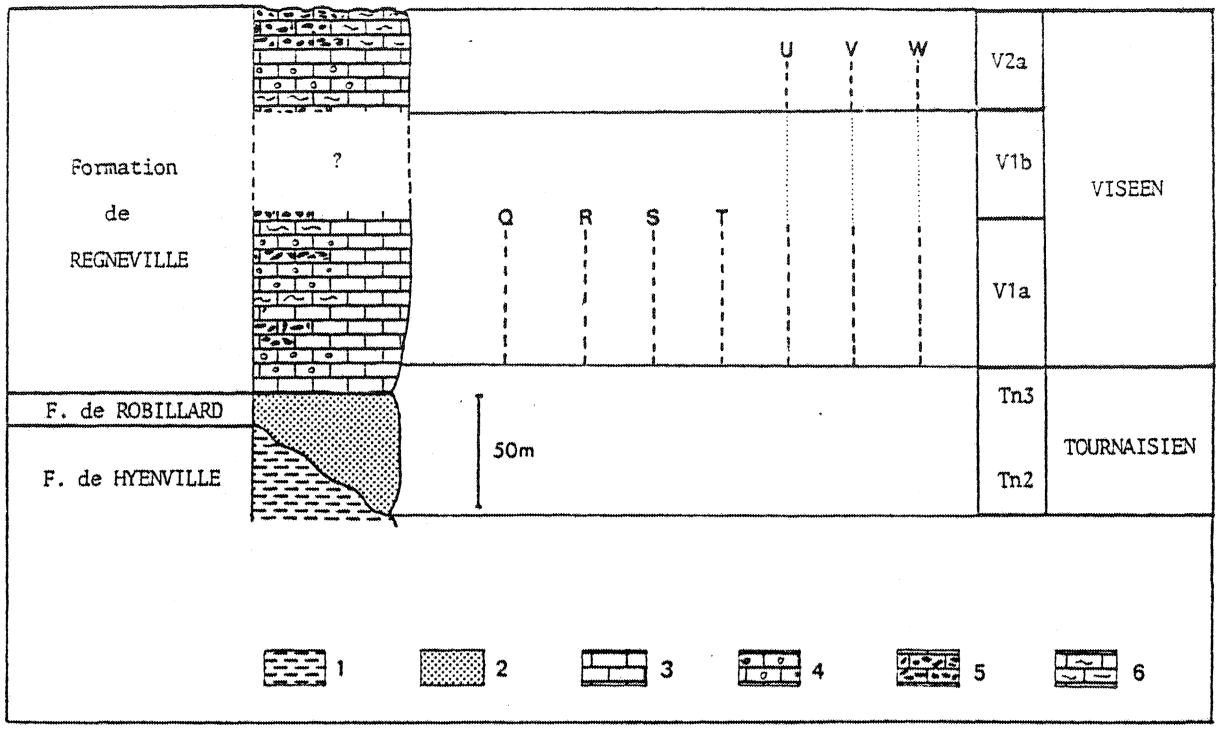


Fig. 85. - Position des coupes et gisements étudiés dans le Synclinal de Montmartin. L'extension des coupes est indiquée en pointillé car leur position exacte dans le V1a et le V2a n'a pu être précisée : Q : carrière de Montmartin (terrains de camping et de tennis, Manche) ; R : carrière des Vieilles Croutes (entre Montmartin et Régneville, Manche) ; S : carrière les Marettes (entre Montmartin et Régneville, Manche) ; T : carrière la Ballastière (Sous-les-Rues, Manche) ; U : carrière de la Butte à Berthe (Grimouville, Manche) ; V : carrières de l'Hercenterie (Grimouville, Manche) ; W: carrières de la Bonneterie (Grimouville, Manche).
Lithologie : 1 : poudingues, pélites et grès rouges ; 2 : Grès à passés argilo-silteux et charbonneux ; 3 : calcaire bioclastique ; 4 : calcaire bioclastique crinoidique ; 5 : calcaire à agrégats ; 6 : calcaire à algues.

Eotextularia diversa associé à Tetrataxis sp. et Earlandia sp. (voir supra, p. 7, chapitre Lithologie de l'introduction).

a - Synclinorium de Laval

- Formation de Sablé : deux gisements de cette formation appartiennent au Tournaisien supérieur (Tn3c) : les Rochers (Argentré, Mayenne) et Port-Etroit (Solesmes, Sarthe).

.Les Rochers (fig. 87 et 88). Deux associations coralliennes se succèdent dans les deux carrières A et B des Rochers (VUILLEMIN 1987) (fig. 87). L'association 1 se place à la base de la succession exposée dans la carrière B ; il s'agit des niveaux les plus anciens affleurant dans les carrières des Rochers (fig. 88). L'association 2 s'est développée dans les bancs situés au-dessus des précédents dans la carrière B, et, dans certains bancs de la carrière A.

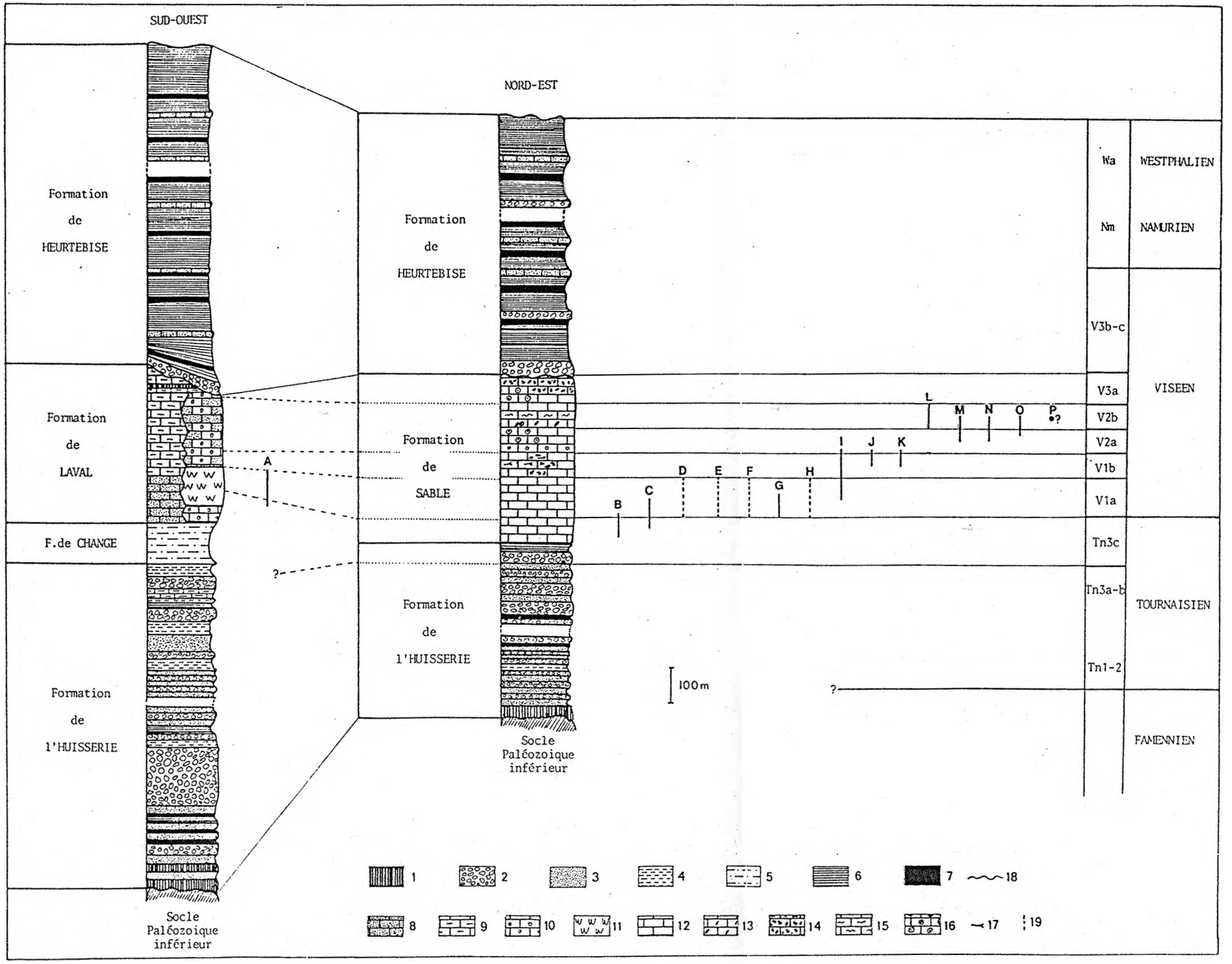


Fig. 86. - Position relative des coupes et des gisements étudiés dans le Synclinorium de Laval. Les pointillés (ou ?), (D, E, F, H, P), indiquent que la position exacte des coupes au sein du Viséen (V1a ou V2) n'a pu être précisée.
A : carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne) ; B : carrières des Rochers (Argentré, Mayenne) ; C : carrières de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe) ; D : carrière de la Vionne (Saint-Ouen-des-Toits, Mayenne) ; E : carrières des Gravus (Louverné, Mayenne); F : carrière le Pin (Préaux, Mayenne) ; G : carrière l'Aiguillonière (Bouessay, Mayenne) ; H : Solesmes (Sarthe) ; I : carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne) ; J : Cossé-en-Champagne (Mayenne) ; K : carrière de l'Epinoyau (Epineux-le-Seguin, Mayenne) ; L : carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne) ; M : carrière de Chateauneuf (Juigné, Sarthe) ; N : carrière de l'Ouvardière (Juigné, Sarthe) ; O : tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne), P : le Pressoir (Juigné, Sarthe).
Lithologie : 1 : volcanites ; 2 : poudingues et conglomérats ; 3 : wacke ; 4 : siltstones à matrice recristallisée (micas, chlorites) ; 5 : siltstone décalcifié ; 6 : shales ; 7 : charbon ; 8 : calcaire micritique gris ; 9 : calcaire amygdaloide rose ou vert ; 10 : calcaire à Crinoides ; 11 : faciès Waulsortien (lentilles, récifs) ; 12 : calcaire microbioclastique ; 13 : calcaire bioclastique grossier ; 14 : calcaire à agrégats ; 15 : calcaire à phytoclastes ; 16 : calcaire oolithique ; 17 : niveau à spicules d'éponges ; 18 : discordance ; 19 : épaisseur indéterminée. (D'après PLAINE, 1976 ; PELHATE, 1979b).

.Port-Etroit (fig. 87). Ce gisement est actuellement inaccessible, et seul le matériel des collections a été répertorié et analysé. De ce fait, la distinction entre les différentes associations est difficile à mettre en évidence. Cependant, si l'on se réfère aux autres gisements, deux associations peuvent être distinguées : la première développée dans le Tournaisien supérieur, caractérisée par Siphonophyllia hettonensis (WILMORE), S. gigantea (MICHELIN) et Solenodendron pillolai nov. sp., comme dans les carrières des Rochers ; la seconde se rencontre à la base du Viséen inférieur (V1a) (voir infra, p. 128, chapitre Viséen inférieur).

- Formation de Laval. Un seul gisement fossilifère appartient à cette formation : la carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne). Comme celles de Port-Etroit, cette carrière est actuellement inaccessible et, seul , le matériel de la collection MILON a été

	SYNCLINORIUM DE LAVAL			S. DU MENEZ-BELAIR
	Formation de SABLE		Formation de LAVAL	Formation de QUENON
	Les ROCHERS	PORT-ETROIT	L'EUCHE	QUENON
V1a		2 *Sychnoelasma urbanowitchi* *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* *Solenodendron pillolai* ? *Cyathaxonia cornu* *Caninia cornucopiae* *Siphonophyllia cylindrica*	*Amplexus coralloides* *Siphonophyllia cylindrica*	
TnSc	2 *Proheterelasma* (?) *omaliusi* *Rotiphyllum densum* *Cravenia rhytoides* *Siphonophyllia hettonensis* *Siphonophyllia gigantea* *Delepinella anastomosa* *Solenodendron pillolai* *Aulokoninckophyllum miloni* 1 *Cyathaxonia cornu* *Proheterelasma* (?) *omaliusi* *Rotiphyllum densum* *Zaphrentites* (?) sp. *Caninia* aff. *cornucopiae* *Siphonophyllia cylindrica* *Cyathoclisia monicae* *Delepinella anastomosa* *Aulokoninckophyllum miloni* *Semenoffia meodenensis*	*Cyathoclisia* sp. ? 1 *Proheterelasma* (?) *omaliusi* *Siphonophyllia hettonensis* *Siphonophyllia gigantea* *Solenodendron pillolai*		*Cyathaxonia cornu* *Proheterelasma* (?) *omaliusi* *Rotiphyllum densum* *Sychnoelasma konincki*

Fig. 87. - Associations coralliennes du Tournaisien supérieur, base du Viséen inférieur du Massif Armoricain (Domaine centre Armoricain). 1 et 2 : Associations distinctes aux Rochers (cf. p. 124 fig. 88) et de Port-Etroit (1 : cf. p. 125 ; 2 : cf. p. 128)

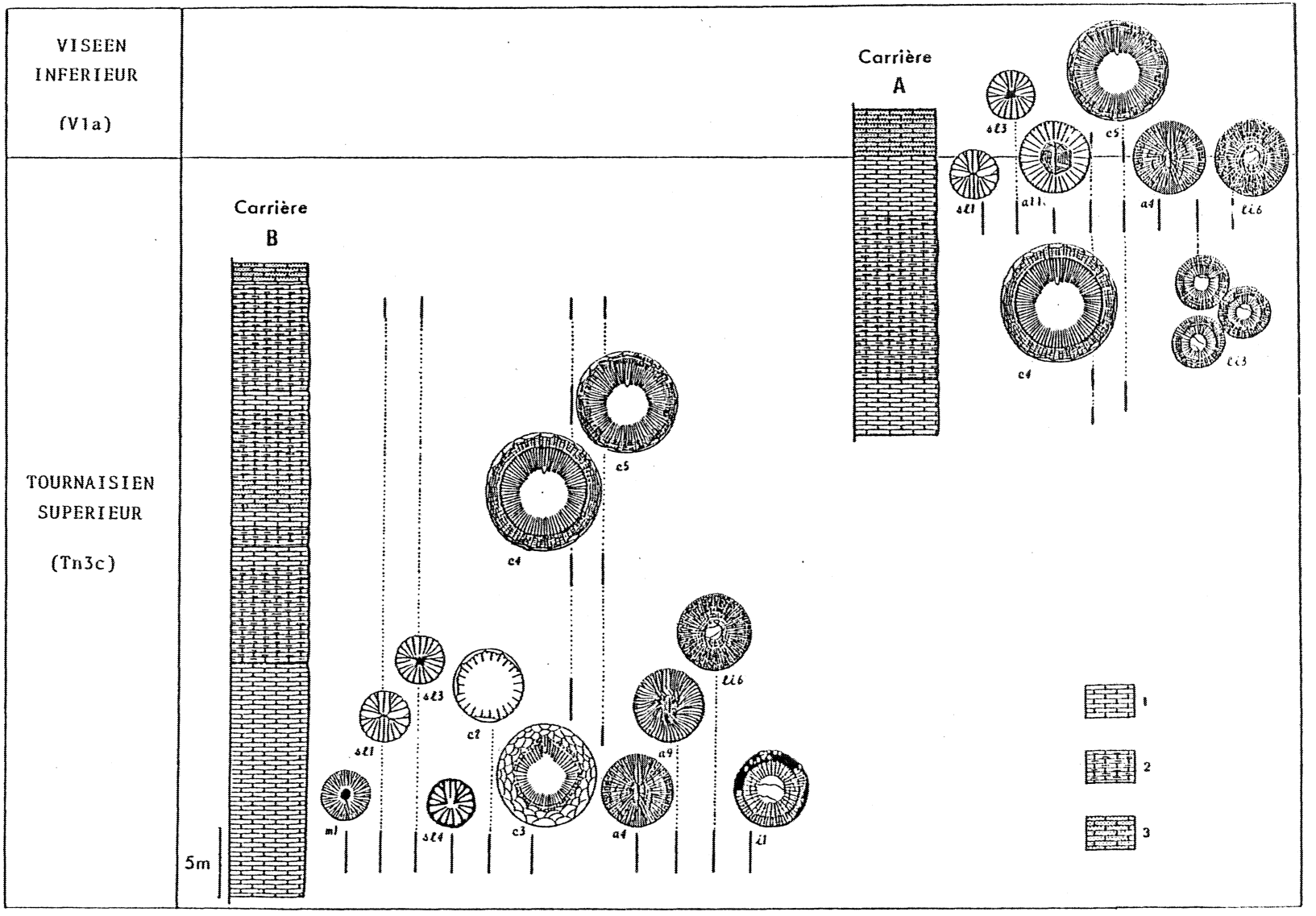


Fig. 88. - Succession lithologique schématique des carrières A et B des Rochers (Argentré, Mayenne) (d'après PELHATE 1971) et position des différentes espèces de Tétracoralliaires.
1 : calcaire bioclastique ; 2 : calcaire microbioclastique ; 3 : calcaire à grains fins. (Sigles des espèces, voir fig. 96.).

étudié. Les calcaires exploités dans cette carrière sont de "type waulsortien" (MILON 1928, p. 55). Dans la carrière de l'Eucne, l'âge tournaisien supérieur-viséen inférieur est donné par les Brachiopodes (Productus subloevis var. christani DE KONINCK, Productus pustulosus PHILLIPS, Productus corrugatus Mc COY, d'après MILON 1924, PELHATE 1971). Ailleurs l'âge des "récifs waulsortiens" est donné par les Conodontes. Les fossiles se sont accumulés par poches dans le récif à Fenestellides. La faune est essentiellement constituée de Brachiopodes, avec de rares spécimens d'un polypier solitaire : Amplexus coralloides SOWERBY (MILON 1928, p. 55). MILON (1928), note également le développement très localisé de "curieuses gerbes de Caninia cf. socialis STUCKENBERG, étroitement accolées à la base en un faisceau serré." Cette espèce correspond, en fait, à Siphonophyllia cylindrica SCOULER.

b - Synclinorium du Ménez-Bélair

Seul le gisement de Quenon, appartenant à la Formation de Quenon,

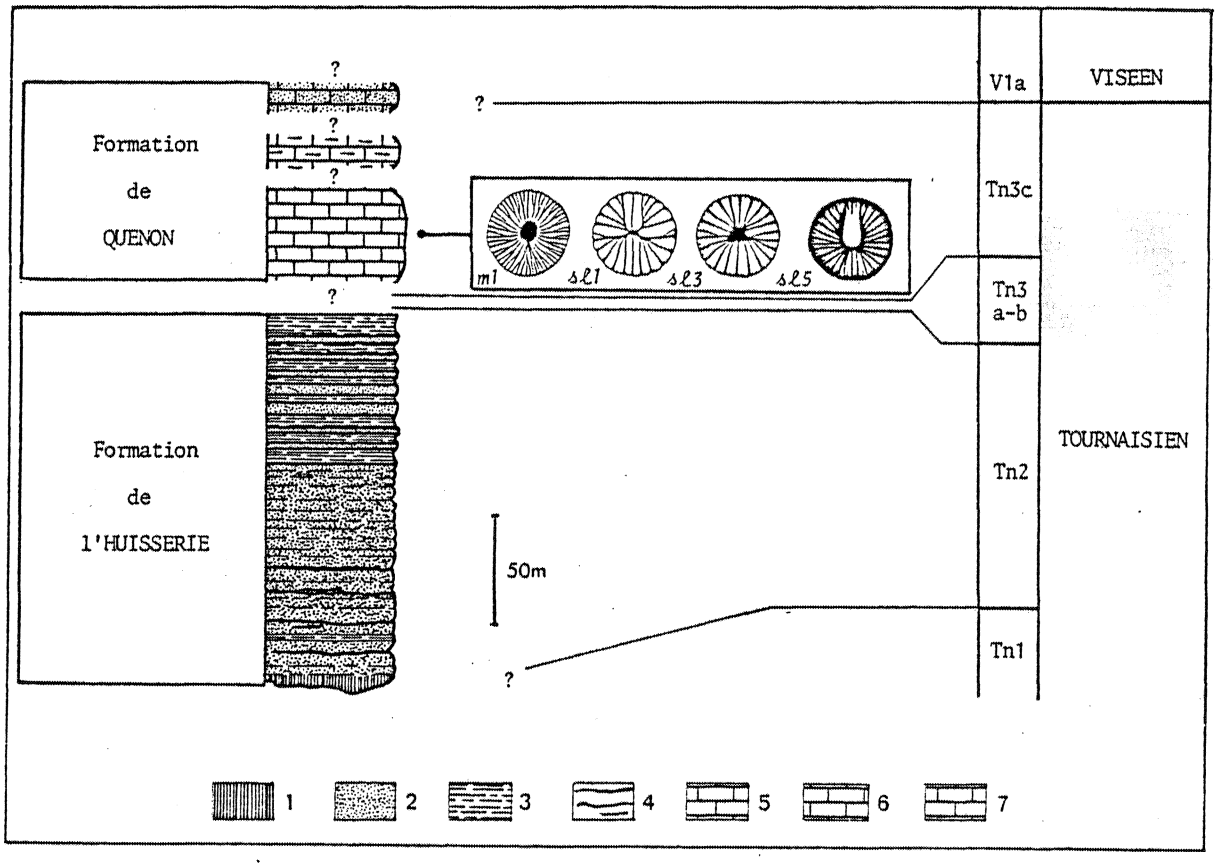


Fig. 89. - Succession lithologique schématique au Nord de Rennes (Ille-et-Vilaine) (PARIS & al. 1982). La position du banc fossilifère est précisée par MILON (1928, p. 45, fig. 22).
1 : volcanite (Blaviérite) ; 2 : volcanoclastites ; 3 : siltstones ; 4 : niveaux de mudstones noires ; 5 : calcaire bioclastique gris ; 6 : calcaire rosé ; 7 : calcaire noir à grains fins. (Sigles des espèces, voir fig. 96.).

est connu dans le Synclinorium du Ménez-Bélair (voir détail, supra p. 7, chapitre Lithologie de l'introduction). Le matériel étudié provient également de la collection MILON, le gisement étant inaccessible. L'ensemble de la faune a été récolté dans un seul niveau fossilifère (MILON 1928, p. 45, fig. 22). La faune corallienne n'est représentée que par quatre espèces (fig. 87 et 89).

2 - VISEEN INFERIEUR

Les coupes et gisements étudiés au cours de ce travail appartiennent, pour l'essentiel au Viséen inférieur. Ils se répartissent entre la Formation de Sablé (Synclinorium de Laval) et la Formation de Régneville (Synclinal de Montmartin). Trois sous-zones à Foraminifères ont été établies dans le Viséen inférieur ; la première (sous-zone Cf4α ou V1a), caractérisée par Pachysphaerina pachysphaerica, Pseudoammodiscidae, Pseudolituotubella tenuissima, Eotextularia diversa, Brunsia sp. ; les deux autres (sous-zones Cf4β,γ ou V1b) sont caractérisées par l'apparition des Archaediscidae.

a - La base du Viséen inférieur (V1a).

- Synclinorium de Laval. Sept gisements de la Formation de Sablé appartiennent ici à la base du Viséen (V1a) (fig. 87 et 90).

.Le gisement de la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne) présente une faune de coraux très particulière (exclusivement des solitaires sans dissépiments), et très différente du reste du Synclinorium. Jusqu'à présent, l'âge n'avait pu être précisé. Les microorganismes ont été récemment déterminés par R. CONIL et A. PELHATE (communication écrite de A. PELHATE 1985). L'association observée est la suivante : Condrustella modavensis, Paracaligelloides aff. florennensis, Paraendothyra, Endothyra, Earlandia moderata, Brunsia, Spinobrunsiina, Cytosphaera bulla, Bisphaera irregularis, Tetrataxis, Lugtonia, Eotextularia diversa, cf. Endospiroplectammina, Girvanella wetheredi, Kamaena. Les taxons Brunsia, Spinobrunsiina, Cytosphaera bulla, indiquent plutôt un âge viséen inférieur (V1a).

.Les coraux des autres gisements présentent essentiellement des formes à dissépiments excepté Sychnoelasma urbanowitschi aux Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne) (fig. 90 et 92). Cette dernière espèce, ainsi que Siphonophyllia aff. garwoodi récoltée aux Fourneaux, au Pin (Préaux, Mayenne) et à l'Aiguillonière (Bouessay, Mayenne), semble caractériser le V1a de cette région.

.Le gisement de Solesmes livre des espèces endémiques (fig.91).

.Enfin, le gisement de Port-Etroit présente, comme on l'a vu précédemment, deux associations : la première dans le Tournaisien supérieur (voir supra p. 125) et la seconde à la base du Viséen inférieur, caractérisée par Sychnoelasma koninckı et Siphonophyllia aff. garwoodi (fig. 87). Cette dernière association est confirmée par une plaque de calcaire (70 x 70 cm) provenant de ce gisement, déposée dans les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (voir fig. 106-107). La surface polie de cette plaque montre des sections longitudinales et une section transversale de Siphonophyllia aff. garwoodi, une section transversale de Sychnoelasma koninckı et une section dans une colonie de Solenodendron pillolai. Les autres taxons peuvent appartenir à l'une ou l'autre de ces deux associations.

MONTMARTIN Les VIEILLES CROUTES Les MARETTES	LA BONNETTERIE	L'HERCENTERIE	La BUTTE à BERTHE	La BALLARTIERE
Palaeosmilia murchisoni	1 *Neoclisiophyllum ingletonense* *Palaeosmilia murchisoni* 2 *Sychnoelasma urbanowitchi* *Delepinella anastomosa*	1 *Palaeosmilia murchisoni* 2 *Sychnoelasma urbanowitchi* *Proheterelasma (?) omaliusi* *Bifossularia tictensis*	*Sychnoelasma urbanowitchi* *Bifossularia tictensis* *Delepinella anastomosa*	*Solenodendron* sp. 2 *Sychnoelasma urbanowitchi*

A

B

La VIONNE	Les GRAVUS	Les FOURNEAUX	Le PIN L'AIGUILLONIERE	SOLESMES
Proheterelasma (?) omaliusi *Proheterelasma (?)* sp. *Cravenia rhytoides* *Lophophyllidium (?) vannieri* *Nominoephyllum lardeuxi*	*Siphonophyllia cylindrica* *Siphonophyllia* sp. *Solenodendron* sp. 1	*Sychnoelasma urbanowitchi* *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* *Cyathoclisia* cf. *modavensis* *Aulokoninckophyllum* sp. aff. *miloni*	*Siphonophyllia* aff. *garwoodi*	*Solenophyllum semenoffi* *Dorlodotia* cf. *pseudovermiculare*

Fig. 90. - Associations coralliennes de la base du Viséen inférieur (Vla) dans le Massif Armoricain (A : Synclinal de Montmartin ; B : Synclinorium de Laval, le 7e gisement est Port-Etroit, cf. fig. 87).

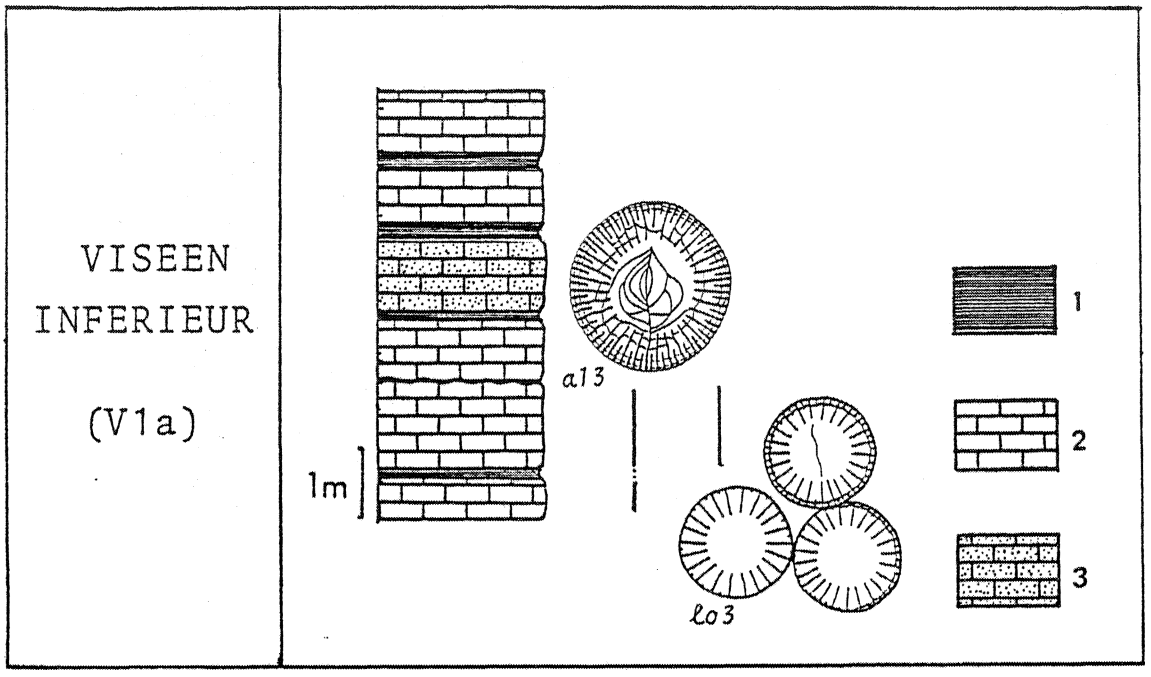


Fig. 91. - Succession lithologique schématique à Solesmes (fondation d'une maison, Sarthe) et position des différentes espèces de Tétracoralliaires.
1 : niveaux argileux ; 2 : calcaire bioclastique ; 3 : calcaire microbioclastique.
(Sigles des espèces, voir fig. 96).

- Synclinal de Montmartin. Les sept gisements de cette unité structurale appartiennent à la base du Viséen inférieur (V1a) (fig. 85), (voir supra p. 10). Dans trois de ces coupes, le Viséen moyen (V2a, sous-zone Cf4δ et base zone Cf5) est toutefois représenté, alors que le sommet du Viséen inférieur (V1b, sous-zones Cf4 β,γ) n'a pu être caractérisé paléontologiquement. L'état dispersé des affleurements et les discontinuités tectoniques n'ont pas permis de démontrer la continuité de la sédimentation carbonatée depuis le Viséen inférieur (V1a) jusqu'au Viséen moyen (V2a). La faune de coraux au Viséen inférieur (V1a) est ici assez homogène et caractérisée, principalement, par deux espèces : Sychnoelasma urbanowitschi (que l'on trouve dans le Synclinorium de Laval à la même époque) et Palaeosmilia murchisoni (connue plus haut, stratigraphiquement, dans le Synclinorium de Laval).

b - Le sommet du Viséen inférieur (V1b)

Seuls, deux gisements du Synclinorium de Laval (Epinoyau, Cossé-en-Champagne, voir fig. 5) présentent une association de Foraminifères caractéristique du sommet du Viséen inférieur (V1b, sous-zones Cf4 β,γ). Une seule association de coraux s'observe à cette époque à l'est du Synclinorium, et est représentée par une seule espèce Palaeosmilia murchisoni.

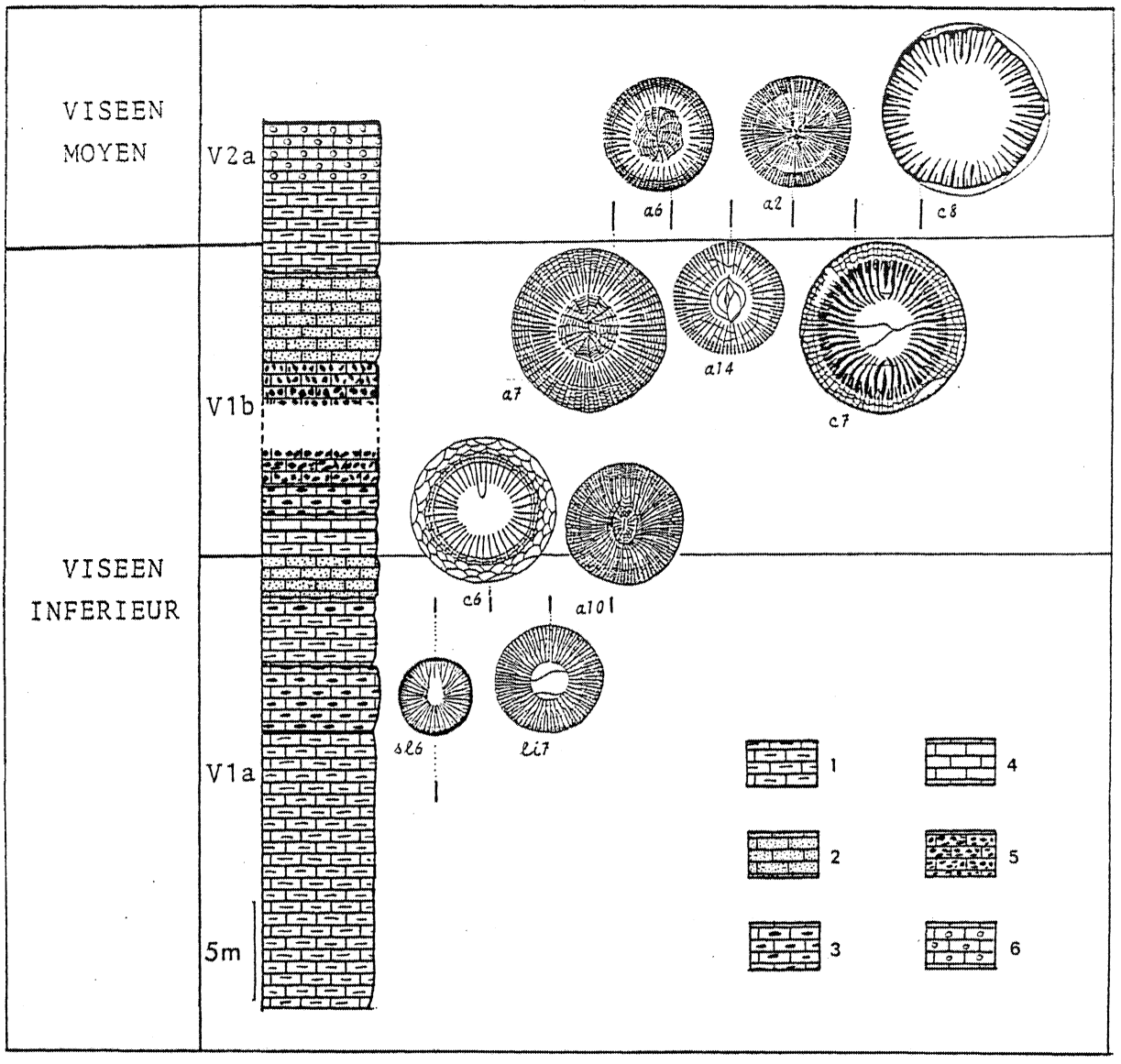


Fig. 92. - Succession lithologique schématique de la carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne) (d'après PELHATE 1971) et position des différentes espèces de Tétracoralliaires.
1 : calcaire bioclastique grossier ; 2 : calcaire microbioclastique ; 3 : calcaire à endoclastes ; 4 : calcaire à grains fins ; 5 : calcaire bothrolithique ; 6 : calcaire crinoidique. (Sigles des espèces, voir fig. 96).

3 - VISEEN MOYEN

Les affleurements fossilifères du Viséen moyen se situent uniquement dans le Synclinorium de Laval. La sous-zone Cf4δ (V2a) est marquée par le développement d'une algue : Koninckopora inflata.

	St ROCH	La CRUCHONNIERE	CHATEAUNEUF L'OUVARDIERE	Le PRESSOIR
V2b	*Prohezerelasma (?) smalusi* *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* *Axophyllum mendipense* *Axophyllum* cf. *begaense* *Amygdalophyllum* (?) sp. *Lithostrotion pelhatae* *Aulokoninckophyllum* sp. aff. *niloni*	?*Sychnoelasma urbanowitchi* ?*Cravenia rhytoides* *Bifossularia tictensis* *Sabolia maitae* *Aulokoninckophyllum ngakoi*	*Palaeosmilia murchisoni* *Siphonodendron sarthensis*	*Clisiophyllum* aff. *keyserlingi* *Autoclisia* sp. *Diphyphyllum* cf. *bipartitum* *Siphonodendron sarthensis*
V2a	Les FOURNEAUX *Palaeosmilia* sp. *Clisiophyllum* sp. *Clisiophyllum* aff. *parkinsoni* *Solenophyllum* sp. *Bifossularia ussowi* *Bifossularia tictensis*		*Palaeosmilia murchisoni* *Siphonodendron sarthensis*	

Fig. 93. - Associations coralliennes du Viséen moyen (V2a et V2b) dans le Synclinorium de Laval.

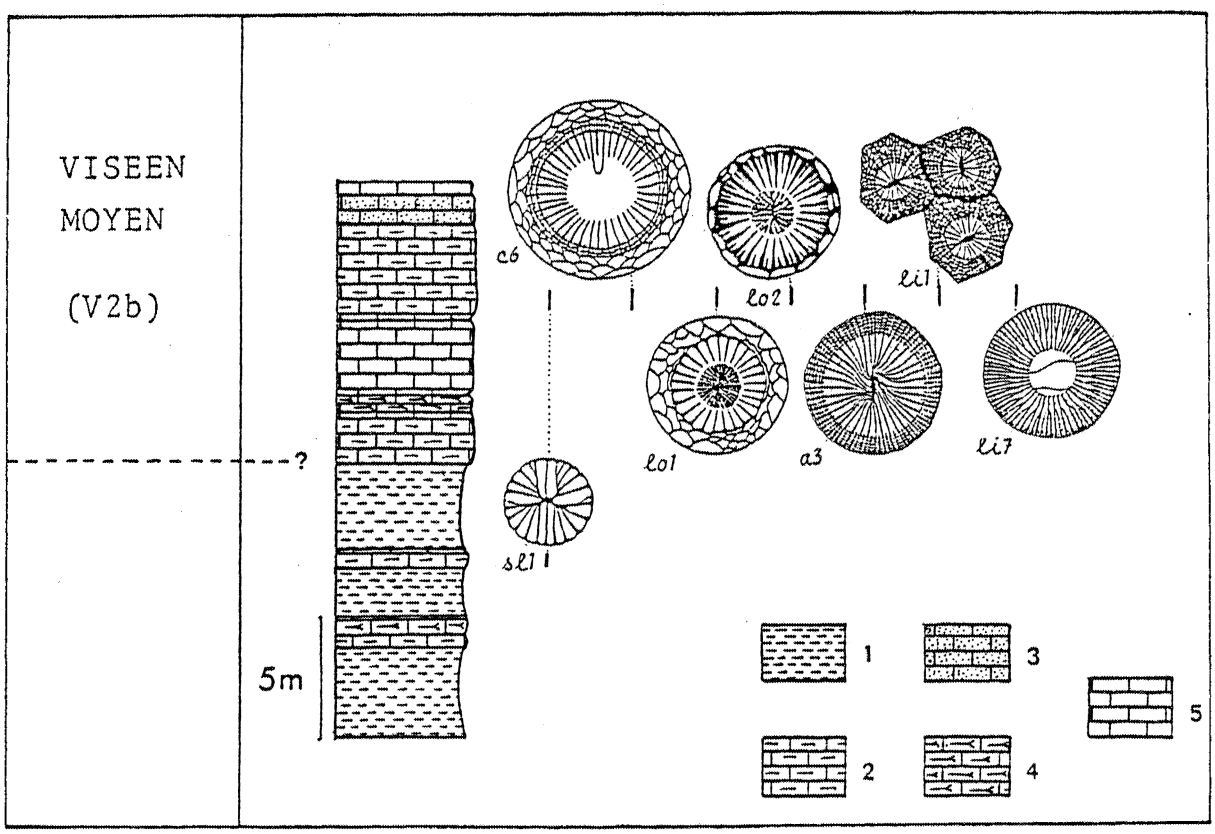


Fig. 94. - Succession lithologique schématique de la carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne) (d'après PELHATE 1971) et position des différentes espèces de Tétracoralliaires.
1 : calcaire argileux ; 2 : calcaire bioclastique grossier ; 3 : calcaire microbioclastique ; 4 : spongolithes ; 5 : calcaire à grains fins. (Sigles des espèces, voir fig. 96).

En Belgique, cette dernière, ainsi que K. tenuiramosa apparait dans les quelques derniers mètres de la sous-zone Cf4γ (PAPROTH & al. 1983). Cinq associations de Tétracoralliaires s'observent au Viséen moyen (V2a et V2b) (fig. 93).

- Le matériel du Pressoir (Juigné, Sarthe) provient de collections et l'attribution de ce matériel au Viséen moyen repose uniquement sur la présence de Siphonodendron sarthensis.

- Cette espèce, également récoltée à Chateauneuf (fig. 95) et à l'Ouvardière, dans des terrains du Viséen moyen (V2a et V2b), ne serait connue que dans ces niveaux.

- A Saint-Roch (Changé, Mayenne), la portion de coupe étudiée est d'âge sommet du Viséen moyen (V2b = base de la zone Cf5, d'après R. CONIL, POTY communication écrite 1987). Cette association à Tétracoralliaires est caractérisée par Axophyllum mendipense et Lithostrotion pelhatae (fig. 94). Cette première espèce est connue plus bas stratigraphiquement en Belgique (Viséen inférieur et base du Viséen moyen : de la sous-zone Cf4α à la sous-zone Cf4δ, POTY 1981).

- Les Tétracoralliaires de la Cruchonnière sont très particuliers. L'âge viséen moyen découle de la présence de Koninckopora inflata. Les microorganismes n'ont cependant pas permis de préciser s'il s'agissait de la sous-zone Cf4δ (V2a) ou de la base de la zone Cf5 (V2b).

- Le sommet de la coupe des Fourneaux atteint le Viséen moyen (V2a) (fig. 92). Le développement de Bifossularia ussowi et de B. tictensis est intéressant. En effet, ces deux espèces n'ont, jusqu'à présent, été décrites qu'en Sibérie (Bassin du Kuznetsk (URSS), DOBROLYUBOVA & al. 1966). Dans cette même région ces deux taxons apparaissent dés le Tournaisien supérieur et se poursuivent jusque dans le Viséen moyen. Dans le Massif Armoricain, B. tictensis apparait au Viséen inférieur (V1a) dans le Synclinal de Montmartin (carrière B de l'Hercenterie et carrière de la Butte à Berthe (Grimouville, Manche)) et atteint le Viséen moyen dans le Synclinorium de Laval (carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne)

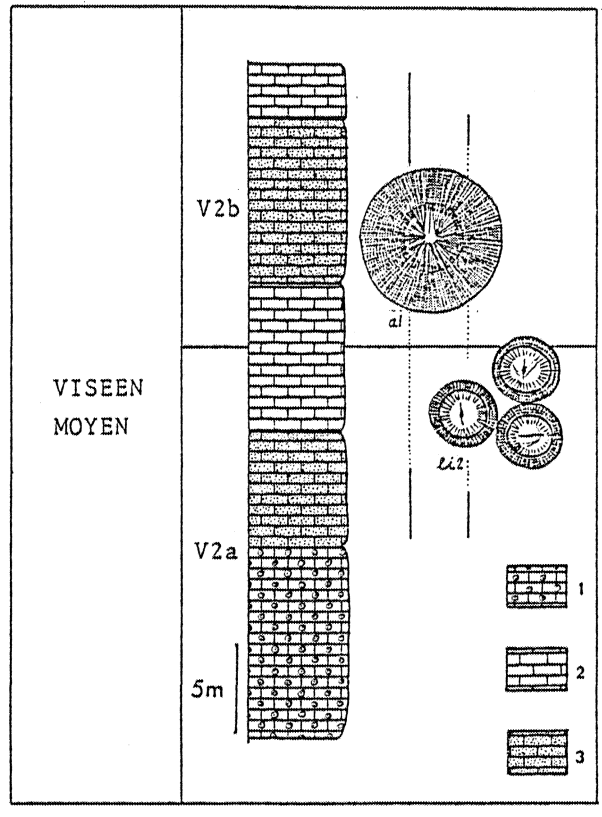


Fig. 95. - Succession lithologique schématique de la carrière de Chateauneuf (Juigné, Sarthe) (d'après PELHATE 1971) et position des différentes espèces de Tétracoralliaires.
1 : calcaire oolithique ; 2 : calcaire bioclastique ; 3 : calcaire microbioclastique. (Sigles des espèces, voir fig. 96).

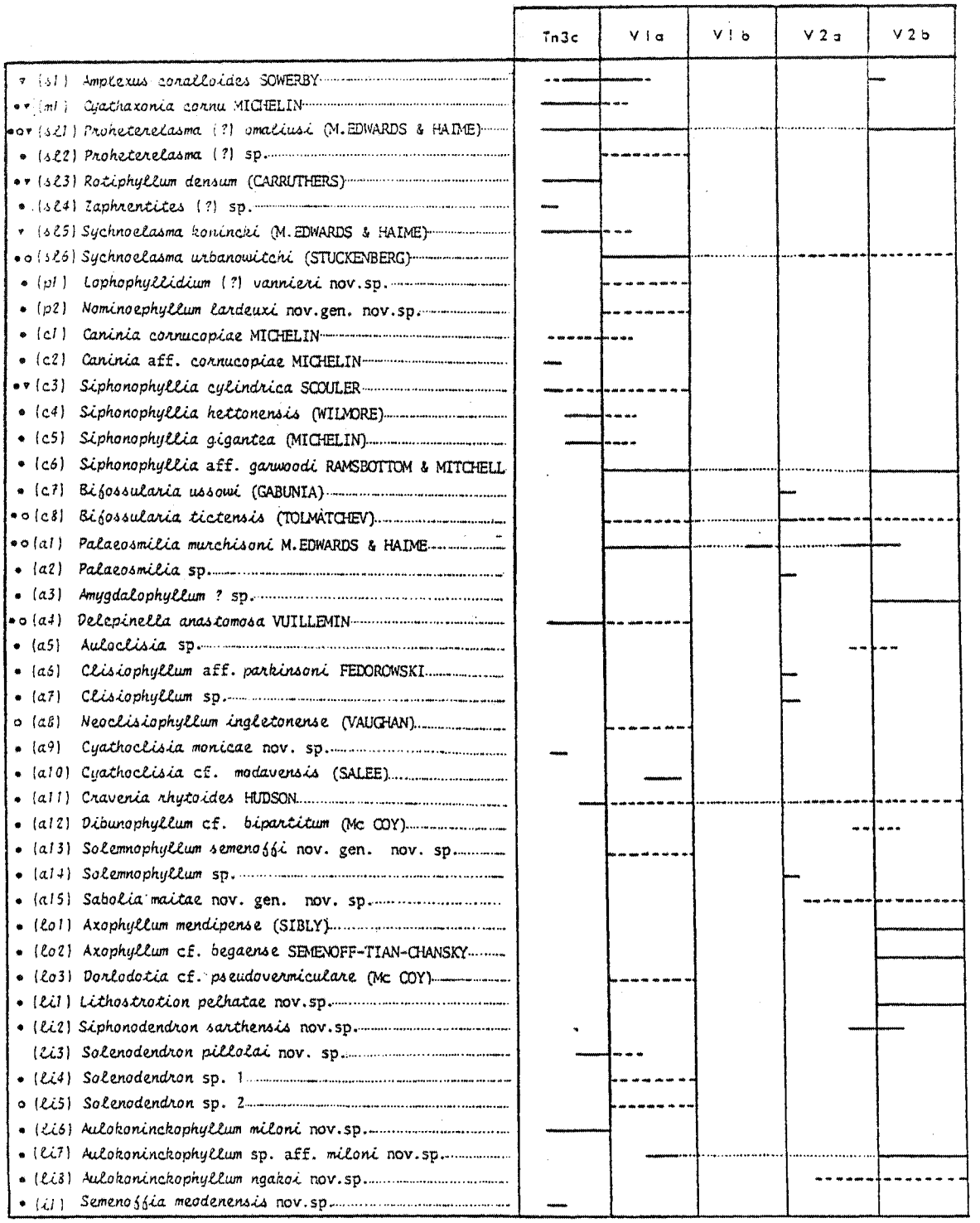


Fig. 96. - Répartition stratigraphique des Tétracoralliaires dans le Carbonifère du Massif Armoricain.

▿ : espèces provenant de la Formation de Laval ; • : espèces provenant de Formation de Sablé ; ▾ : espèces provenant de la Formation de Quenon ; ○ : espèces provenant de la Formation de Régneville. Les symboles ci-dessous correspondent aux différentes espèces représentées dans les figures précédentes et suivantes : *s1* : Stauriina, espèce 1 ; *m1* : Metriophyllina, espèce 1 ; *sl1* à *sl6* : Steredasmatina, espèces 1 à 6 ; *p1* et *p2* : Plerophyllina, espèces 1 et 2 ; *c1* à *c8* : Caniniina, espèces 1 à 8 ; *a1* à *a15* : Aulophyllina, espèces 1 à 15 ; *lo1* à *lo3* : Lonsdaleiina, espèces 1 à 3 ; *li1* à *li8* : Lithostrotionina, espèces 1 à 8 ; *i1* : incertae sedis, espèce 1 ; ——— position stratigraphique certaine ; ----- position stratigraphique probable ou incertaine.

et tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne)). B. ussowi n'apparaît qu'au Viséen moyen (V2a) dans le Synclinorium de Laval (carrière des Fourneaux).

C - CONCLUSION (fig. 96-97)

Les premiers résultats montrent que l'exploitation stratigraphique des Tétracoralliaires du Carbonifère inférieur dans le domaine armoricain reste difficile. De nombreuses espèces (en particulier Lophophyllidium (?) vannieri, Nominoephyllum lardeuxi, Caninia aff. cornucopiae, Bifossularia ussowi, Axophyllum mendipense, Axophyllum cf. begaense, Cyathoclisia monicae, Solemnophyllum semenoffi, Sabolia maitae, Lithostrotion pelhatae, Aulokoninckophyllum miloni, Aulokoninckophyllum ngakoi, Semenoffia meodenensis n'apparaissent que dans un seul gisement, et, de ce fait, il est hasardeux de les utiliser comme marqueurs stratigraphiques. D'autres, au contraire, qui ont une vaste répartition géographique dans le Massif Armoricain, présente, malheureusement, une grande extension verticale, comme Palaeosmilia murchisoni ou Bifossularia tictensis (Viséen inférieur (V1a) et Viséen moyen (V2b)). De rares taxons peuvent, cependant, être utilisés en stratigraphie ; en particulier Rotiphyllum densum qui caractérise le Tournaisien supérieur (Tn3c) ; Solenodendron pillolai, Siphonophyllia hettonensis et Siphonophyllia gigantea qui s'étend du Tournaisien supérieur (Tn3c) à la base du Viséen inférieur (V1a) ; Sychnoelasma urbanowitschi, Siphonophyllia aff. garwoodi qui paraissent surtout

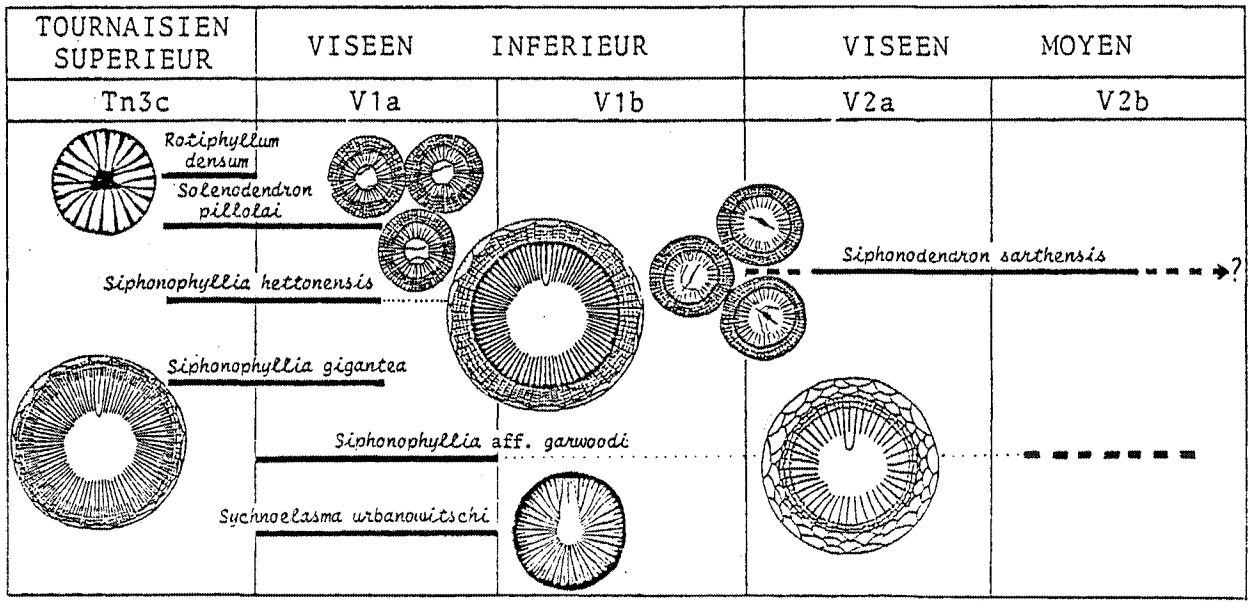


Fig. 97. - Répartition stratigraphique des espèces caractéristiques.

limitées à la base du Viséen inférieur (V1a). La première, dont l'attribution spécifique est douteuse, a toutefois été observé dans le Viséen moyen (V2) dans le gisement de la Crucnonnière, et la seconde au sommet du Viséen moyen (V2b, carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne)). Enfin, Siphonodendron sarthensis semble caractériser le Viséen moyen (V2a et V2b).

PALEOECOLOGIE-PALEOGEOGRAPHIE

A - INTRODUCTION

Toute recherche paléoécologique et paléogéographique se heurte évidemment à des difficulés qui, dans le cas du Carbonifère armoricain, sont considérables. Elles tiennent d'abord au fait que les formations sont plissées et faillées et que la plupart des gisements fossilifères sont ponctuels ; l'ampleur des phénomènes d'érosion n'étant pas connue, l'extension originelle des aires de sédimentation et des associations fauniques carbonifères ne peut être reconstituée dans le détail. C'est là un obstacle considérable. Mais ces aires résiduelles, telles qu'on les discerne aujourd'hui, n'en témoignent pas moins d'un paléoenvironnement et d'une paléogéographie complexes.

Une autre difficulté tient à l'établissement de corrélations précises entre gisements supposés synchrones, mais ne contenant pas les mêmes associations de Tétracoralliaires. Malgré une biozonation précise à l'aide des Foraminifères, il est parfois difficile d'établir le synchronisme entre certains gisements exploités ; cependant, les différences observées sur les plans générique et spécifique sont telles que des positions stratigraphiques variables ne sauraient, à elles seules, les expliquer de manière vraiment satisfaisante. Pour certains gisements, seul le matériel des collections étant disponible, et en l'absence de position stratigraphique précise, l'imprécision se trouve accentuée. Les compositions des associations fauniques ont, bien sûr, un caractère provisoire : elles devront être ultérieurement complétées grâce à de nouvelles recherches.

Par analogie avec ce que l'on observe de nos jours chez les Scléractiniaires on peut raisonnablement penser qu'au cours de leur stade larvaire, les Tétracoralliaires menaient une vie planctonique. Lorsque la planula trouvait un support (fragments de roches, coquilles, etc.), elle développait aussitôt son polypier. Le mode de vie devenant dès lors benthique, l'organisme se trouvait davantage soumis aux conditions de l'environnement. Chez les Scléractiniaires actuels, il existe deux types biologiques fondamentaux (CHEVALIER 1972, THOMASSIN 1982) :

1 - les premiers, dits **hermatypiques** (du grec herma : appui, récif), vivent associés avec une algue unicellulaire dans leurs tissus. Il s'agit d'un Dinoflagellé : Gymnodinium microadriaticum, communément appelé "zooxanthelle". Les madréporaires profitent ainsi de cette symbiose ; leurs polypes fournissent aux algues un support, du gaz carbonique provenant de leur respiration, ainsi que certains

produits métaboliques (phosphate et acides aminés) ; en échange les algues, par leur assimilation chlorophyllienne, produisent des substances nutritives simples (glycérol, glucose, acides aminés) qui sont utilisées par le polype pour couvrir une partie de ses besoins énergétiques. Les "zooxanthelles" stimulent directement ou indirectement la calcification du squelette des polypes qui forment des colonies de très grande taille, le plus souvent massives, mais il existe aussi des grandes formes solitaires. Cette symbiose impose aux coraux des contraintes écologiques très strictes. Les "zooxanthelles" nécessitent pour leur photosynthèse un certain flux lumineux solaire et leur distribution en profondeur se limite au maximum à 60-100 mètres dans les eaux les plus transparentes. Les croissances coralliennes les plus luxuriantes s'établissent entre 0 et 20 mètres ; au delà de 45 mètres les squelettes se fragilisent et ces formes hermatypiques se raréfient. En Polynésie, certains coraux vivent à des profondeurs telles (environ 30 mètres de profondeur) que la luminosité est trop faible pour la photosynthèse chez les "zooxanthelles". Ils fournissent la lumière indispensable à la survie de ces algues par fluorescence. Les madréporaires hermatypiques sont localisés dans la zone tropicale entre les parallèles 35° latitude Nord et 32° latitude Sud. Ils ne sont pas présents en tous points de cette zone tropicale, en raison des courants d'eaux froides et des remontées d'eaux froides profondes. En effet, ils ne tolèrent pas des températures inférieures à 18°C (entre 20°C et 30°C suivant les saisons). Ils ne supportent pas les eaux saumâtres, non plus qu' une forte teneur en particules fines en suspension (limons, sables), d'où leur absence à proximité de tous les estuaires.

2 - les seconds, dits **ahermatypiques**, ne possèdent pas ces algues dans leurs tissus, et n'ont pas besoin de la lumière pour vivre. Ils se répartissent dans les grottes sous-marines, sous les pierres, à des profondeurs de 0 à 6000 mètres (genre Fungiacyathus dragué à près de 6000 mètres de profondeur). La plus grande concentration des formes ahermatypiques est comprise entre 200 et 350 mètres de profondeur. Ils tolèrent des températures et des salinités assez basses. Ils se rencontrent à toutes les latitudes,de l'Islande à l'Antarctique. Ce sont des madréporaires simples de petite taille ou des espèces coloniales branchues. Les couleurs des polypes sont très pâles, contrairement aux hermatypiques. Ces coraux peuvent constituer des récifs moins compacts, moins étendus, plus fragiles que les hermatypiques. De tels récifs peuplent l'Atlantique au large des côtes de la Norvège, l'Islande, la France, l'Espagne, le Maroc entre 100 et 1200 mètres de profondeur (coraux coloniaux branchus).

Chez les Tétracoralliaires, la symbiose avec les "zooxanthelles" ne peut être prouvée, puisque ce groupe est uniquement fossile. MANTEN (1971) considère que les colonies des associations récifales du Silurien possédaient des "zooxanthelles" dans leurs tissus. COATES & OLIVER (1973) assurent qu'il n'en n'était rien. Quoiqu'il en soit, les Tétracoralliaires vivaient à des profondeurs variables. Certaines formes, récifales ou solitaires à dissépiments, ne prospéraient que dans des zones peu profondes (HILL 1938, 1981, SANDO 1980), comme les formes hermatypiques actuelles. On pourrait penser que la présence de dissépiments et celle de "zooxanthelles" soient liées. Or d'après WELLS (1956), KERVADEC (communication écrite 1986), certaines formes solitaires ahermatypiques et sans doute d'eaux profondes, posséderaient des dissépiments et cela bien que la structure de ces derniers

soit différente de celle habituellement reconnue dans les formes récifales. SORAUF (1970) confirme l'hypothèse de WELLS, à partir de l'étude de trois genres hermatypiques et d'un genre ahermatypique. On ne saurait donc considérer que la présence de dissépiments puisse constituer un critère de symbiose avec des "zooxanthelles". On soulignera que actuellement chaque type de coraux (hermatypique et ahermatypique) possède son propre modèle de dissépiments. Qu'en est-t-il exactement des Tétracoralliaires à dissépiments? Les autres Tétracoralliaires (solitaires sans dissépiments) se développaient à toutes les profondeurs jusqu'à 4000 mètres. Ces polypiers appartiennent aux sous-ordres Metriophyllina, Stereolasmatina, Plerophyllina, constituant ce que l'on appelle souvent faunes à Zaphrentides, à Cyathoxonia, à Syringaxonides, ou à Polycoeliides (VAUGHAN 1910, HILL 1938, 1981, HUDSON & COTTON 1945, BANDEL 1974, KULLMAN 1975, SANDO 1980).

B - L'ENVIRONNEMENT SEDIMENTAIRE

Les Tétracoralliaires se rencontrent dans des faciès sédimentaires peu variés : calcaires bioclastites, calcaires oolithiques, calcaires marneux, siltites calcaires, siltites décalcifiés.

Dans les calcaires, les Tétracoralliaires s'observent souvent en position de vie. Le calice des polypiers est orienté parallèlement à la surface des bancs. Il arrive cependant que l'on ait affaire à des accumulations post-mortem ; dans ce cas, les polypiers peuvent présenter une orientation quelconque ; ils sont toutefois souvent couchés parallèlement à la surface des bancs.

<table>
<tr><td rowspan="2">Phase de liaison</td><td>micrite</td><td colspan="3">présente, supérieur à 5 %</td><td>absente ou inférieur à 5 %</td></tr>
<tr><td>sparite</td><td colspan="3">absente ou présente</td><td>présente ou non</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Grains</td><td colspan="2">inférieur à 10 %</td><td colspan="3">supérieur à 10 %</td></tr>
<tr><td colspan="2">non jointifs</td><td colspan="3">jointifs</td></tr>
<tr><td>Texture de la roche</td><td>Mudstone</td><td>Wackstone</td><td>Packstone</td><td>Grainstone</td><td></td></tr>
<tr><td>Energie</td><td colspan="5">faible ⟵ ⟶ forte</td></tr>
</table>

Fig. 98 . - Classification des roches carbonatées (DUNHAM 1962, ELF-AQUITAINE 1975).

Les faciès carbonatés rencontrés dans le Massif Armoricain sont très variés. Certains éléments ainsi que la texture des roches traduisent des conditions de dépôts particulières. DUNHAM (1962) propose une classification des carbonates fondée sur trois critères essentiels : la présence ou l'absence de boue carbonatée, la fréquence

des grains figurés, la disposition de ces derniers"jointifs" ou "non jointifs". C'est ce que résume le tableau suivant (fig. 98).

Les éléments figurés sont nombreux : essentiellement Foraminifères, Calcisphères et Algues vertes (Dasycladacées, ?Palaeoberesellae), ainsi que articles de Crinoïdes, oolithes, intraclastes, etc. L'abondance des Algues vertes dans ces calcaires indique des dépôts en milieu peu profond dans la zone photique. La présence d'algues vertes nécessite une profondeur réduite où la lumière pénètre afin que la photsynthèse puisse s'effectuer. Les affinités biologiques des Calcisphères restent discutées, certains auteurs (MILON 1928, MAMET 1973) les attribuent aux Algues vertes, d'autres (LOEBLICH & TAPPAN 1964, CONIL & LYS 1964...) les classent dans les Foraminifères. Les Palaeoberesellae, quant à elles, sont interprétées, soit comme des Algues vertes scalariformes tubulaires (MAMET & ROUX 1974, PELHATE 1979b, ROUX 1985...), soit comme des Spongiaires (Algosponges) (TERMIER G., TERMIER H. & VACHARD 1975, 1977, VACHARD 1980). Si ces organismes (Calcisphères et Palaeoberesellae) sont bien des Algues vertes, leur interêt paléoécologique est important, comme on vient de le voir. Pour MAMET & ROUX (1974), les Palaeoberesellae caractérisent un milieu restreint ("lagon"). Ces microorganismes sont fréquents dans les calcaires du Synclinorium de Laval. D'autre part, les accumulations d'oolithes ou d'éléments grossiers sont également des indices de faible profondeur. Dans les niveaux argileux, la matière organique peut se concentrer, traduisant un milieu calme et mal aéré. Cependant, on trouve toujours des fragments d'algues vertes (Palaeoberesellae essentiellement) indiquant une faible profondeur.

Dans le Massif Armoricain, les Tétracoralliaires avaient un habitat benthique sur substrat meuble, constitués de vases, de boues carbonatées. Le milieu était peu profond, dans la zone photique (nombreuses Algues vertes : Dasycladacées, Palaeoberesellae, aussi bien dans les faciès calmes que dans les faciès agités). Cependant, la turbulence des eaux, l'oxygénation, la salinité, la température régissaient la répartition des différentes espèces, comme c'est le cas pour les Scléractiniaires actuels (fig. 119, 120, 122, 124).

C - PALEOAUTOECOLOGIE

L'étude de la forme externe du polypier (cératoïde, cylindroïde, scolécoïde pour les solitaires, fasciculée ou massive pour les colonies) ainsi que de ses caractères internes (dissépiments, septes, structures axiales, planchers) permet une approche paléoautoécologique.

1 - LA FORME EXTERNE DU POLYPIER

Chez les Tétracoralliaires, la forme externe montre une grande diversité, aussi bien chez les solitaires que chez les colonies. En fonction de l'environnement, l'aspect externe du polypier varie. Certains travaux ont déjà abordé ce problème (WELLS 1937, LECOMPTE 1967, TSIEN 1967, 1984, HUBBARD 1970, SANDO 1961, 1984, MAERZ 1978, ROZKOWSKA 1980, VUILLEMIN 1987).

a - Les Polypiers solitaires

Les Tétracoralliaires solitaires du Carbonifère peuvent développer une grande diversité de forme externe.

- **trochoïde à cératoïde de petite taille** (diamètre de 15 mm au maximum, hauteur de 20 mm au maximum). Ces polypiers ne possèdent pas de dissépiments. La position de vie de ces petites formes a été très discutée. D'après BERNARD (1904), ces polypiers vivaient couchés, le bord convexe en contact avec le substrat (fig. 99 A). Cette hypothèse est confirmé par SANDO (1984, p. 193). Cet auteur constate en effet sur de nombreux polypiers que des organismes (incrustants ou perforants) épibiontes (vivant en symbiose avec le polypier qui lui servait de support) se développaient, dans la majorité des cas, sur le côté à courbure concave du polypier et surtout sur sa partie supérieure. En outre, ces petits polypiers sont souvent associés à des sédiments argileux (la roche a une texture mudstone, parfois wackstone), traduisant des milieux calmes, voire profonds (HILL 1938, ELF-AQUITAINE 1977, SANDO 1980), entre 200 et 4000 mètres (BANDEL 1974). SANDO (1977) considère que Cyathoxonia tantilla (MILLER) du Mississipien inférieur de l' Utah et du Montana, aurait eu une vie pseudoplanctonique jusqu'au stade bréphique. L'organisme était fixé sur des algues qui flottaient dans la zone photique. C'est jusqu'à présent la seule espèce pouvant présenter un tel mode de vie dans les stades juvéniles.

- **cératoïde de grande taille** (diamètre supérieur à 15 mm, hauteur supérieur à 20 mm). La position de vie est probablement la même que dans le cas précédent. Le sédiment renfermant ces polypiers est calcaire, la texture étant packstone, parfois grainstone. Le milieu est agité et bien aéré (ELF-AQUITAINE 1977).

- **cylindroïde**. Les polypiers atteignent de très grandes tailles (jusqu'à plus de 80 mm de diamètre, la longueur pouvant dépasser 1 mètre). Ils présentent souvent une ou plusieurs géniculations et des bourrelets de croissance plus ou moins développés. Dans le Massif Armoricain, ces polypiers sont couchés à la surface des bancs, les calices souvent perpendiculaires à cette surface. Ils ne peuvent être en position de vie car le polype à moitié envasé n'aurait pu survivre. HUBBARD (1970) et MAERZ (1978) pensent que ces coraux avaient une croissance verticale, témoignant d'un milieu calme. Les mouvements de l'eau et des érosions partielles du substrat (tempêtes, par exemple), pouvaient entrainer des déséquilibres du polypier ou le briser,le couchant ainsi sur le fond ; puis la croissance du polypier pouvait reprendre, verticalement, formant ainsi une géniculation (fig. 99 B).

Les sédiments associés à ces polypiers sont souvent des calcaires argileux, de couleur sombre. La texture de la roche est souvent wackstone, parfois packstone. Les débris d'Algues vertes sont nombreux, les coquilles qui les accompagnent rarement dissociées. Le milieu est calme, parfois mal aéré, car la matière organique peut se concentrer. Certains polypiers présentent de nombreuses géniculations, d'autres sont plus trapus, ne dépassant pas 10 à 15 cm de long ; les sédiments associés sont alors plus carbonatés, la texture de la roche (souvent grainstone), traduisant un milieu plus agité et mieux aéré.

WELLS (1963) et SCRUTTON (1965, 1970) ont calculé le taux annuel de croissance de tels Tétracoralliaires solitaires du Dévonien, à partir des anneaux de croissance sur la muraille externe. Ces derniers sont groupés par bandes (environ 30 anneaux par bande) ; chacune de ces bandes correspondrait à un mois lunaire. A partir de cette hypo-

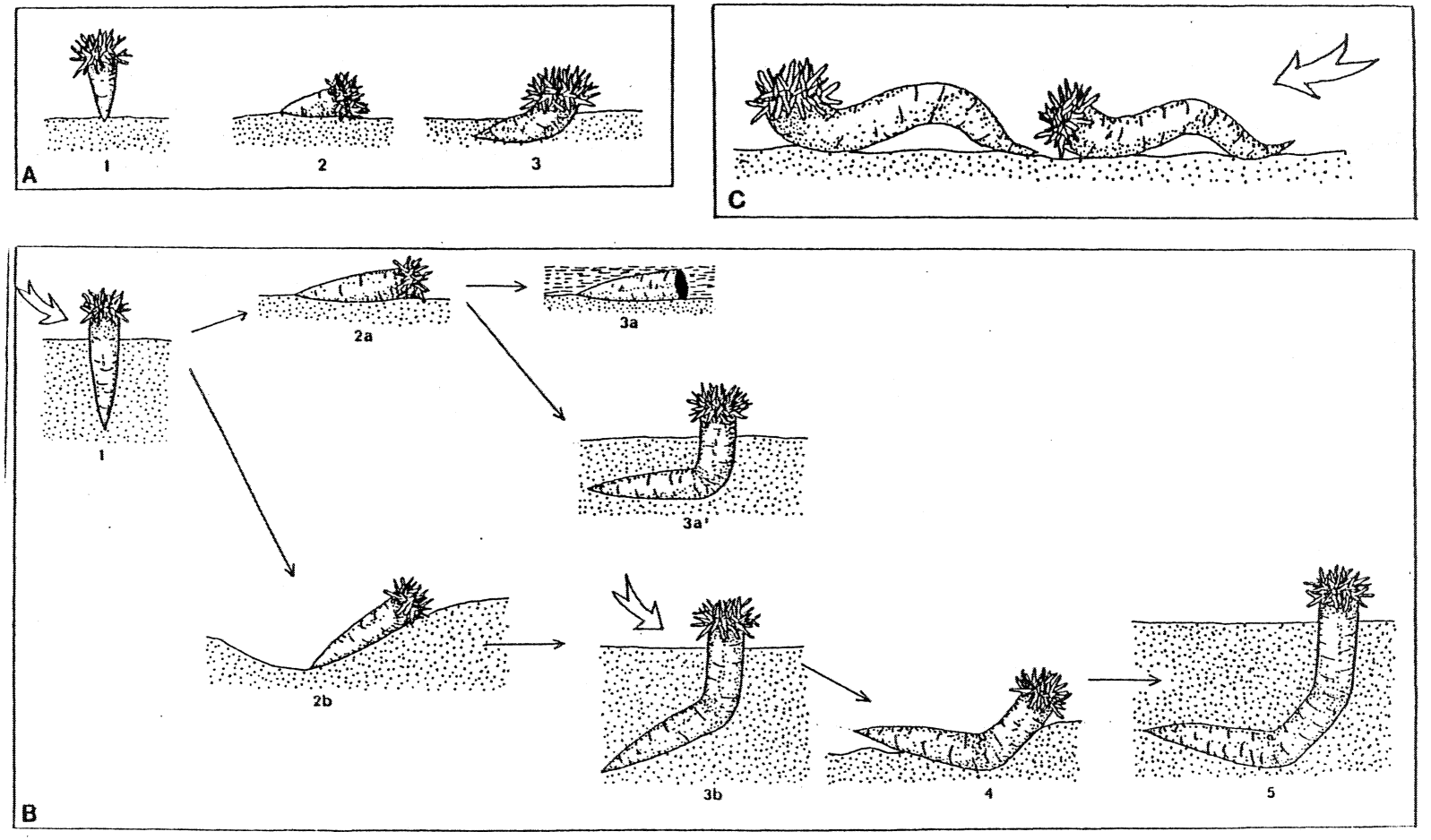


Fig. 99 . - Forme externe et position de vie des Tétracoralliaires solitaires.
A : polypiers trochoïdes ou cératoïdes courbés ; 1 : croissance verticale ; 2 : le polypier déséquilibré se couche ; 3 : reprise de la croissance parallèle à la surface de l'eau. B : polypiers cylindroïdes avec ou sans géniculation ; quelle que soit la position du polypier la croissance reprend toujours verticalement. C : polypier scolécoïdes, l'agitation est telle que le polypier change sans cesse de position et sa croissance s'oriente toujours vers la surface.

thèse, on compte 393 jours pour une année au Carbonifère inférieur (Mississipien) (HILL 1981). Toujours à partir de cette hypothèse, HUBBARD (1970) considère que la croissance annuelle des "Caninoïdes" (polypiers cylindroïdes) est d'environ 65 mm. Ces polypiers pouvant atteindre de très grandes longueurs (plus d'un mètre parfois), leur longévité devait dépasser 15 ans.

- **scolécoïde.** Les polypiers peuvent également atteindre de grandes tailles (jusqu'à 80 mm de diamètre, et une longueur variable). Ils sont, eux aussi, couchés à la surface des bancs, mais contrairement aux précédents, ils semblent en position de vie. En effet, les calices sont souvent parallèles à la surface du substrat.

Le calcaire est clair et la texture de la roche grainstone, avec des accumulations d'éléments roulés et d'oolithes, ce qui traduit un milieu agité, bien aéré, proche du littoral,probablement dans la zone intertidale. La forme scolécoïde s'explique aisément : les polypiers sans cesse déséquilibrés par les mouvements de l'eau, changent de position et reprennent leur croissance parallèlement à la surface de l'eau (fig. 99 C).

- **réjuvénescence.** Certains polypiers présentent des bourrelets de croissance bien développés : les réjuvénescences. Ce phénomène traduit des variations dans les conditions de l'environnement. Lorsque le milieu est favorable, le polype croit et le diamètre du polypier augmente également ; par contre, lorsque les facteurs écologiques sont défavorables, le polype se rétracte et le diamètre du polypier diminue. Deux polypiers du Massif Armoricain, présentent de telles réjuvénescences : le lectotype de Siphonophyllia gigantea avec de nombreux bourrelets de réjuvenescence et l'holotype de Semenoffia meodenensis ; dans les deux cas le diamètre du polypier décroît au niveau du calice, en même temps que disparaissent les dissépiments (voir supra p. 121-122, fig. 83 et 84).

b - Les Polypiers coloniaux

Au Carbonifère, la diversité des formes coloniales est aussi très grande, avec une préférence pour les formes fasciculées, dans le Massif Armoricain.

-**fasciculées dendroïdes.** Ces colonies fragiles prospèrent dans un milieu relativement calme. On les trouve souvent avec les polypiers solitaires cylindroïdes dans des calcaires argileux, à texture wackstone.

-**fasciculées phacelloïdes.** Elles se développent dans un environnement équivalent ou plus agité que celui des colonies précédentes. Les colonies phacelloïdes accompagnent les polypiers solitaires cylindroïdes, parfois cératoïdes de grande taille, noyé dans un calcaire à texture le plus souvent packstone. Elles sont fragmentaires, lorsqu'on les trouve avec des polypiers solitaires scolécoïdes ; les polypiérites ont été arrachés à la colonie et transportés, roulés vers le littoral.

-**massives cérioïdes.** Dans le Massif Armoricain, de telles colonies sont rares. Effectivement, jusqu'à présent, un seul gisement en a livré : la carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne). Ces colonies préfèrent un milieu très agité car elles résistent mieux à l'action des vagues que les colonies fasciculées (LECOMPTE 1967, TSIEN 1967, 1984). A Saint-Roch, la texture de la roche, packstone à grainstone,

confirme l'agitation du milieu (ELF-AQUITAINE 1977). Les polypiers solitaires qui accompagnent ces colonies sont cylindroïdes.

c - Le calice

Les seuls calices, observés ici sont ceux des espèces du genre Siphonophyllia (polypier cylindroïde). Ils ont une forme de coupe, en général assez profonde (jusqu'à 30 mm de profondeur), avec des bords abrupts, le fond du calice étant subhorizontal. Les calices des autres espèces du Massif Armoricain n'ayant pu être observés, il est donc impossible d'en déduire des relations entre leur forme et l'environnement, comme l'a fait TSIEN (1967) pour des Tétracoralliaires du Dévonien inférieur.

2 - LES CARACTERES INTERNES

Les caractères internes, comme la forme externe, peuvent subir des variations en fonction du milieu.

a - Les dissépiments

Comme on l'a vu précédemment (p. 141), les petits polypiers trochoïdes à cératoïdes, sans dissépiments et de petite taille, se développent dans des milieux calmes, voire profonds (HILL 1938, SANDO 1980). Dans le Massif Armoricain, la présence d'Algues vertes dans les sédiments indique cependant que l'on se trouve dans la zone photique. Ces polypiers sont parfois accompagnés de polypiers à dissépiments.

Les polypiers à dissépiments atteignent, par contre, de grandes dimensions, leurs formes externes sont plus variables ; leurs exigences écologiques semblent plus strictes, et ils ne se développent que dans la zone photique. Les sédiments qui les renferment, présentent en effet, de nombreux débris d'Algues vertes.

On a vu dans l'introduction à la Systématique (p. 16), qu'il existait plusieurs types de dissépiments (fig. 11). Certains d'entre eux paraissent mieux adaptés à des conditions particulières du milieu. Par exemple, des polypiers possédant des dissépiments simples (vésicules de petites tailles) résistent bien à l'action de fortes vagues, alors que d'autres polypiers pourvues de dissépiments transeptaux de premier ordre, perdent localement des fragments de leur muraille externe, moins résistante à l'assaut de ces mêmes vagues ; c'est le cas pour des polypiers du genre Haplolasma SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, à dissépiments simples et pour le genre Siphonophyllia SCOULER à dissépiments transeptaux de premier ordre, provenant du même gisement au Sahara (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY communication orale). Dans le Massif Armoricain, on remarque également que, lorsque le milieu est très agité, les polypiers solitaires présentent des dissépiments simples ou entrecroisés, voire plus complexes, à vésicules de petites tailles ; c'est le cas pour Palaeosmilia murchisoni, Solemnophyllum semenoffi ou Sabolia maitae, et parfois pour Bifossularia ussowi. Par contre, dans des zones plus calmes, les dissépiments sont transeptaux de premier et deuxième ordre ; c'est le cas pour Siphonophyllia cylindrica, S. hettonensis, S. gigantea, S. aff. garwoodi, Bifossularia tictensis. Cependant, Axophyllum mendipense et A. cf. begaense contredisent cette hypothèse; leurs dissépiments sont transeptaux de pre-

mier ordre et ils se seraient pourtant développés dans un milieu très agité (texture de la roche packstone à grainstone, présence de colonies massives de Lithostrotion pelhatae). On remarque néanmoins, que chez ces deux formes, des structures internes très épaisses (septes, dissépiments, structure axiale), consolident les vésicules dissépimentales de grande taille.

b - Les septes

La densité, l'épaisseur, ou la forme des septes, permettent de déduire la turbulence du milieu (LECOMPTE 1967, TSIEN 1967, ROZKOWSKA 1980).

La présence de septes très épaissis suggèrent une turbulence forte. De nombreuses espèces, dans le Massif Armoricain, présentent de tels septes : Siphonophyllia cylindrica (aux Rochers, Mayenne), Bifossularia ussowi et B. tictensis (aux Fourneaux, Mayenne), Axophyllum mendipense et A. cf. begaense comme on l'a vu précédemment, ou encore Cyathoclisia monicae, Semenoffia moedenensis.

D'autres polypiers sont pourvus, au contraire, de septes fins, mais très denses. Ce caractère s'observe chez Siphonophyllia gigantea, S. hettonensis, Palaeosmilia murchisoni, Delepinella anastomosa, Sabolia maitae. Le milieu où se développe ces espèces est plus ou moins agité. Des septes fins et serrés peuvent être considérés, pour certaines formes, comme équivalents à des septes moins denses, mais épaissis. Chez les Scléractiniaires actuels, il existe une corrélation entre la force de l'activité musculaire rétractionnelle et distentionnelle des polypes et le grand nombre de septes, la complexité de l'ornementation septale, entre autre (HUBBARD & POCOCK 1972). Il en est probablement de même pour les Tétracoralliaires et ceci confirme l'hypothèse émise quant à la relation nombre de septes-milieu : Palaeosmilia murchisoni était ainsi capable de résister à une énergie très forte ; Siphonophyllia gigantea, pourvu d'un calice profond, devait avoir un polype capable de se rétracter à l'intérieur de ce calice, pouvant ainsi se protéger d'une agitation très forte des eaux ou d'un apport argileux trop important.

Les polypiers dont les septes sont fins et peu denses, caractérisent des environnements plus calmes, comme en particulier Siphonophyllia cylindrica (exceptés les spécimens des Rochers, Mayenne), S. aff. garwoodi.

Dans le Massif Armoricain, de nombreux polypiers présentent des septes mineurs contratingents : Delepinella anastomosa, Cyathoclisia monicae, Aulokoninckophyllum miloni, A. sp. aff. miloni, Solenodendron sp. 2, Palaeosmilia sp. ainsi que quelques sections de Siphonophyllia gigantea et S. hettonensis et certaines formes sans dissépiments. Ce caractère est souvent présent chez des polypiers accompagnant d'autres polypiers à septes épaissis, ou fins et serrés. Les coraux à septes mineurs contratingents préfèreraient un milieu agité (VUILLEMIN 1985); le fait que l'extrémité interne du septe mineur s'appuye sur le septe majeur confèrerait une plus grande solidité au squelette.

Ce sont surtout les Tétracoralliaires solitaires, qui présentent souvent une fossule cardinale, parfois même une fossule antipode et des fossules alaires. FLUGEL (1975) pense que ces dépressions correspondent à l'emplacement des gonades. Chez les formes coloniales, les fossules sont plus rares, mais la reproduction assexuée est plus fréquente.

c - La structure axiale

Les polypiers à structure axiale auraient des exigences écologiques plus strictes que les polypiers de type "Caniniina" (HILL 1981). Il existe de nombreuses formes de structure axiale, mais jusqu'à présent aucun élément ne permet de décider si telle structure axiale est mieux adaptée que telle autre à un environnement précis. En général, tous les polypiers à structure axiale (Aulophyllina, Lonsdaleiina, Lithostrotionina) se développent dans des eaux peu profondes, à turbulence moyenne à forte. En effet, chez tous les coraux le polype est fixé au polypier par un anneau de tissu à la périphérie, la structure axiale, proéminente au centre du calice, constitue un second point d'attache. Cette seconde fixation, au centre du polypier permet au polype de mieux résister à une forte turbulence des eaux, et il demeure solidaire de son polypier (EASTON 1973).

d - Les planchers

Leur forme est également très variable selon qu'il existe ou non une structure axiale. Les planchers sont plus ou moins espacés, complets ou incomplets. Ces variations sont souvent dues à la vitesse de croissance des polypiers. Lorsque le taux de sédimentation augmente, le polypier croît rapidement, et ses planchers sont espacés et fins. Ceci est fréquemment lié à un moindre développement des dissépiments (HUBBARD 1970). Le polypier de Siphonophyllia gigantea est souvent très long ; ses planchers sont espacés et son dissépimentarium étroit. Au contraire, Siphonophyllia hettonensis est plus trapu, avec un diamètre plus grand, ses planchers plus serrés et son dissépimentarium plus large. La seconde espèce préfère des environnements à sédimentation plus lente. MA (1937) remarque que les planchers sont fréquemment groupés en régions plus ou moins denses, et il voit dans ce phénomène le reflet de variations saisonières.

L'espacement des planchers, et aussi la complexité de la structure axiale de Solemnophyllum semenoffi, varient énormément au cours de l'ontogénèse. Ce caractère a déjà été discuté p. 90. Dans les stades jeunes, les planchers sont espacés et la structure axiale peu développée ; dans les stades adultes au contraire les planchers sont serrés et la structure axiale plus complexe. Il semblerait que, dans les stades jeunes, S. semenoffi subisse un taux de sédimentation élevé ; le polypier est cylindroïde au départ, la croissance étant alors verticale et rapide. Dans les stades adultes, le polypier devient scolécoïde ; sa croissance est plus lente. Malgré un taux de sédimentation élevé, le milieu est très agité : lorsque le polypier atteint une taille suffisante, il est déséquilibré, se couche et subit ensuite la turbulence des eaux, d'où sa forme scolécoïde.

D - PALEOSYNECOLOGIE

L'étude des associations fossiles permet de définir le milieu de vie des populations et le niveau trophique des organismes qui les constituent. Cependant, on n'observe qu'une fraction des biocénoses initiales. En effet, en général, seuls les éléments squelettiques sont

préservés ; en outre, les associations étudiées résultent le plus souvent de mélanges d'organismes au mode de vie différent, parfois accumulés sous l'action des courants, après transport et tri.

Dans le Massif Armoricain, une douzaine d'associations à Tétracoralliaires ont été reconnues.

LES ASSOCIATIONS A TETRACORALLIAIRES

Les communautés à Tétracoralliaires se répartissent, comme chez les Scléractiniaires actuels, en fonction de la bathymétrie, de la turbulence des eaux, de la sédimentation, de l'oxygénation, de la salinité et de la température.

La plupart de ces associations ne sont représentées que dans un seul gisement dans le Carbonifère armoricain. Malgré cette difficulté, elles peuvent traduire un environnement particulier dont la répartition aussi bien verticale que géographique semble limitée.

HILL (1938) avait différencié trois types d'associations coralliennes dans le Carbonifère inférieur :

1 - la "faune à Cyathaxonia" : constituée de polypiers solitaires sans dissépiments.

2 - la "faune à Caniniides-Clisiophyllides" : caractérisée par des polypiers solitaires à dissépiments.

3 - la "faune récifale" : constituée de formes coloniales.

Dans le Massif Armoricain, je retrouve bien les "faunes faciologiques 1 et 2" de HILL, mais compte tenu des nombreuses informations issues de la sédimentologie, des faunes compagnes et de la paléoautoécologie de ces coraux (voir supra), je peux distinguer quatre grands types d'associations à Tétracoralliaires :

1 - Les Associations à polypiers sans dissépiments, correspondant en gros à la "faune à Cyathaxonia de HILL.

2 - Les Associations à Caniniina.

3 - Les Associations à polypiers à structure axiale sensu stricto.

4 - Les Associations à polypiers à structure axiale.

Ces trois dernières associations correspondent à la "faune à Caniniides-Clisiophyllides" de HILL avec des nuances. Chacun de ces quatre types d'Associations peut être lui-même subdivisé.

1 - LES ASSOCIATIONS A POLYPIERS SANS DISSEPIMENTS

La faune de Tétracoralliaires est constituée pour une proportion comprise entre 75 à 100 % de coraux solitaires dépourvus de dissépiments. Quatre associations coralliennes de ce type sont connues au Tournaisien supérieur (Tn3c) et au Viséen inférieur (V1a) dans le Synclinorium de Laval. Ces quatres associations se sont développées dans des environnements sensiblement différents.

a - L'Association à Antiphyllidae-Cyathaxonia

Elle n'a été observée que dans le gisement de Quenon (au Nord de Rennes, Ille et Vilaine) (voir supra p. 7, fig. 6, p. 127-128, fig. 89) du Tournaisien supérieur (Tn3c). Les Tétracoralliaires sont exclusivement représentés de petits coraux solitaires sans dissépiments

(diamètre de quelques mm à 15mm, hauteur de quelques mm à 20 mm) (fig. 100), forme externe trochoïde à cératoïde. MILON a récolté cette faune dans un niveau argileux de la carrière (MILON 1928, p. 45, fig. 22). Quatre taxons interviennent : Cyathaxonia cornu, Proheterelasma (?) omaliusi, Rotiphyllum densum et Sychnoelasma koninckı plus rare (fig. 103). La faune compagne est très abondante. Il faut cependant se référer aux listes de macrofaune citées par LEBESCONTE (1890), BEZIER (1890), MILON (1928) ainsi qu'au matériel des collections de l'Institut de Géologie de Rennes (collection MILON, essentiellement). La révision de ce matériel, bien que souhaitable, ne sera pas entreprise ici. Seuls quelques éléments présentent un intéret paléoécologique. On soulignera la prédominance d'éléments de l'épifaune sessile suspensivore. Quelques Tabulés et Bryozoaires branchus croissent à Quenon,

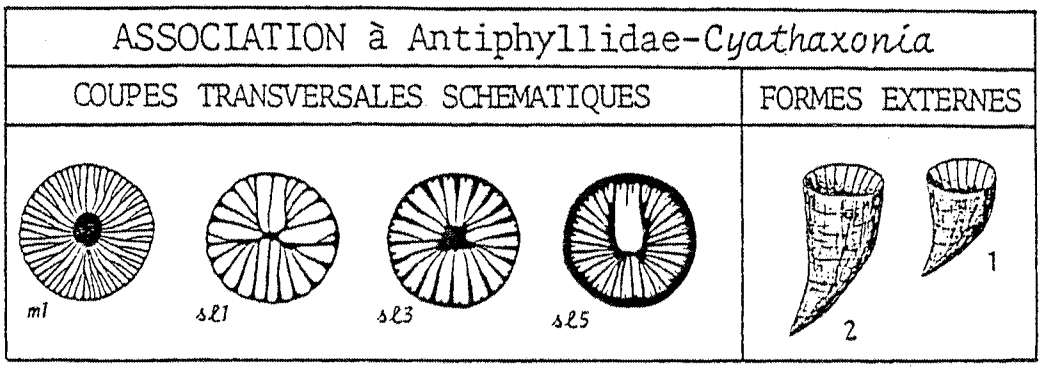


Fig. 100. - Différentes espèces de Tétracoralliaires composant l'association à Antiphyllidae-*Cyathaxonia* (Association à polypiers sans dissépiments). (Sigles fig. 96 et 120).

où les Bryozoaires de type "Fenestella" sont pratiquement entiers. Les Brachiopodes, très variés, dominent l'ensemble de la faune (Tétracoralliaires compris). Les articles de Crinoïdes abondent également. Quant aux Trilobites, ils sont représentés essentiellement par des Phillipsides. L'endobios est mal représenté. Tout ce matériel est noyé dans une gangue argilo-calcaire très sombre. La texture de la roche est mudstone à wackstone, traduisant un milieu calme et profond. HILL (1938), SANDO (1980) ont déjà émis cette hypothèse pour les associations à coraux sans dissépiments. Par ses Productides abondants, l'association de Quenon est en fait très proche de l'"association à Productides-Chonetides" de BRETSKY (1969), d'Amérique du Nord au Paléozoïque supérieur, et aussi de la "Mud Community" de RAMSBOTTOM (1978), du Nord-Ouest de l'Europe au Carbonifère (Dinantien, Westphalien) ; cette dernière association incluse dans un calcaire sombre finement lité a livré une très riche macrofaune, avec de grands productides (Gigantoproductus), des petits polypiers sans dissépiments (Cyathaxonia, Rotiphyllum, etc...), des Bryozoaires (Fenestella), des Crinoïdes, des Mollusques divers, des Trilobites. Ces deux associations se sont développées sur le plateau continental sous la limite d'action des vagues et loin du rivage. Actuellement, la limite

inférieure d'action des vagues se situe à 30 mètres environ sur une plateforme normale et dans des conditions climatiques normales (LEES 1973). Dans l'association de Quenon, d'autres organismes indiquent un milieu calme, en particulier les Bryozoaires fenestrés ("Fenestella") de grande taille et généralement non brisés (SIMONSEN & CUFFEY 1980), ainsi que les Bryozaires et les Tabulés branchus.

b - L'Association à Plerophyllina

Cette association n'a été,elle aussi, observée que dans un seul gisement : la Vionne (Saint-Ouen-des-toits, Mayenne) d'âge viséen inférieur (V1a), isolé au milieu de terrains paléozoïques inférieurs et difficile à relier au Synclinorium de Laval (fig. 5, p. 6). Les Tétracoralliaires sont représentés par de petits coraux solitaires sans dissépiments (diamètre de quelques mm à 15 mm, hauteur de quel-

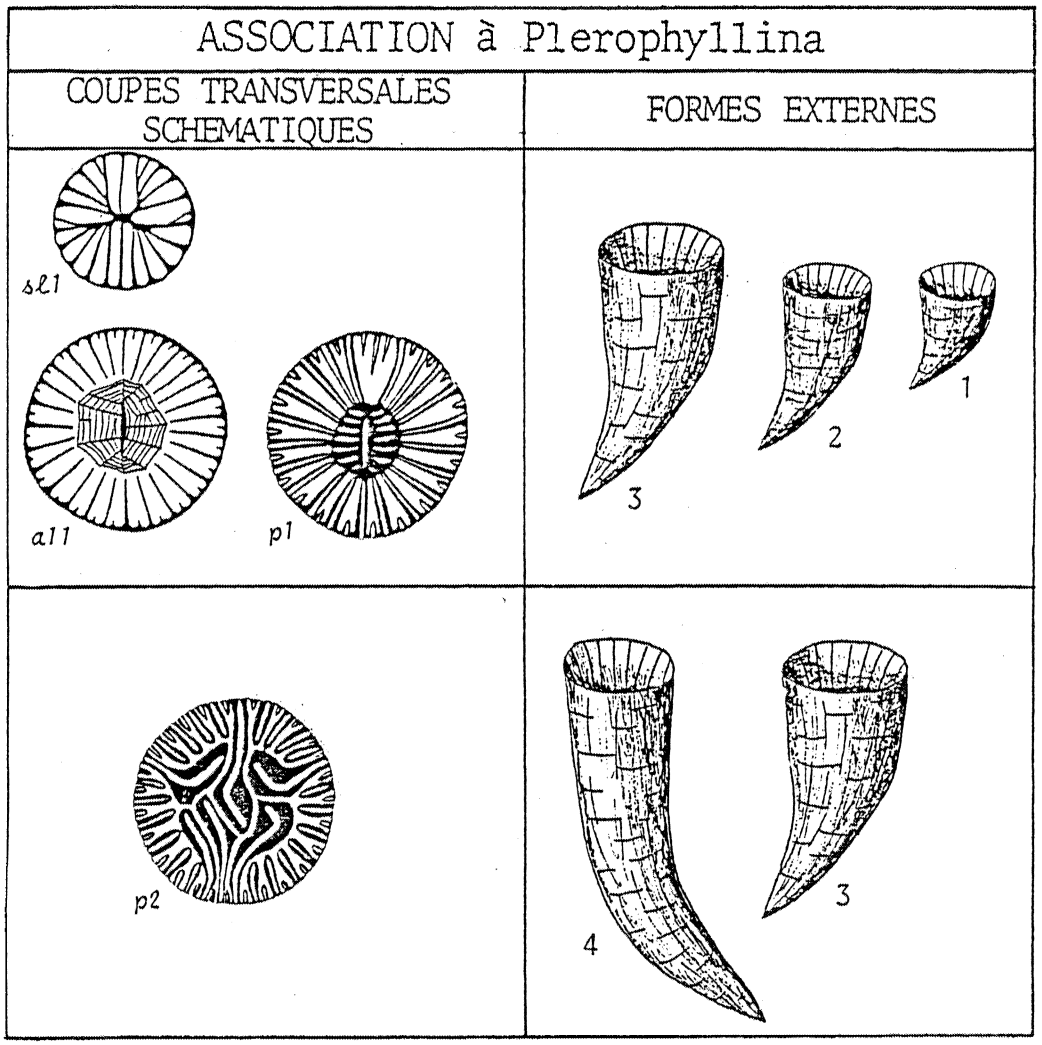


Fig. 101. - Différentes espèces de Tétracoralliaires composant l'association à Pleurophyllina (Association à polypiers sans dissépiments). (Sigles fig. 96 et 120).

ques mm à 25 mm, voire davantage pour les fragments cylindroïdes de Nominoephyllum lardeuxi) ; on dénombre plus de 98 % de ces Tétracoralliaires (fig. 101, 103), et de rares Siphonophyllia sp. : moins de 2 % des coraux (Caniniina, polypiers à dissépiments), chez qui les dissépiments ne sont pas développés. La forme externe est, généralement cératoïde, peut être cylindroïde pour certaines espèces, comme on l'a vu précédemment. 86 % de Tétracoralliaires sans dissépiments appartiennent au sous-ordre Plerophyllina. Cette faune est dominée par Lophophyllidium (?) vannieri qui en représente 78 %. L'autre représentant du sous-ordre est Nominoephyllum lardeuxi. 7 % des Tétracoralliaires appartiennent au sous-ordre Stereolasmatina (polypiers toujours sans dissépiments), avec Proheterelasma (?) omaliusi et Allotropiophyllum sp.. Enfin, les 5 % restant sont constitués par Cravenia rhytoides (polypiers sans dissépiments, sous-ordre Aulophyllina). La faune compagne est composée essentiellement de petits Chonétides (Brachiopodes). Les sédiments calcaires, plus ou moins argileux, contiennent des galets mous carbonatés. La texture de la roche est wackstone à packstone, avec de gros Foraminifères benthiques, des Calcisphères et des fragments alguaires (Palaeoberesellae ?), le ciment est souvent recristallisé en sparite. Le milieu était plus ou moins calme. Les galets se forment en général dans la zone intertidale, mais on les rencontre également à l'aplomb du talus continental et dans le bassin (ELF-AQUITAINE 1977, tab. IV, p. 30). Cette association, dominée par les coraux et surtout les Plerophyllina, se rapproche de la "Mud Community" de RAMSBOTTOM (1978), avec cependant une faune moins variée, moins variée également que l'association à Antiphyllidae-Cyathaxonia.

c - L'Association à Amplexus

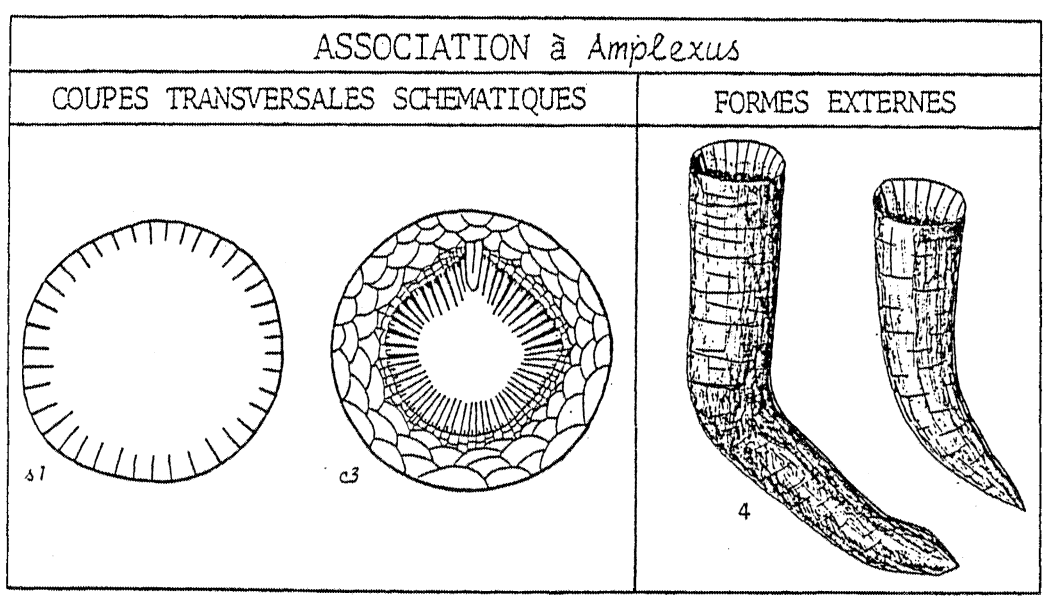


Fig. 102. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Amplexus* (Association à polypiers sans dissépiments). (Sigles fig. 96 et 120).

Cette association, comme les précédentes, n'est connue que dans un seul gisement : l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne), du Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur, dans la Formation de Laval (faciès "waulsortien"). Le matériel étudié provient de la collection MILON (Rennes). Deux espèces y ont été récoltées : Amplexus coralloides (polypier sans dissépiments), représentant 88 % des Tétracoralliaires et Siphonophyllia cylindrica (Caniniina à dissépiments). La forme externe de ces coraux est cylindroïde droit. Les plus grands

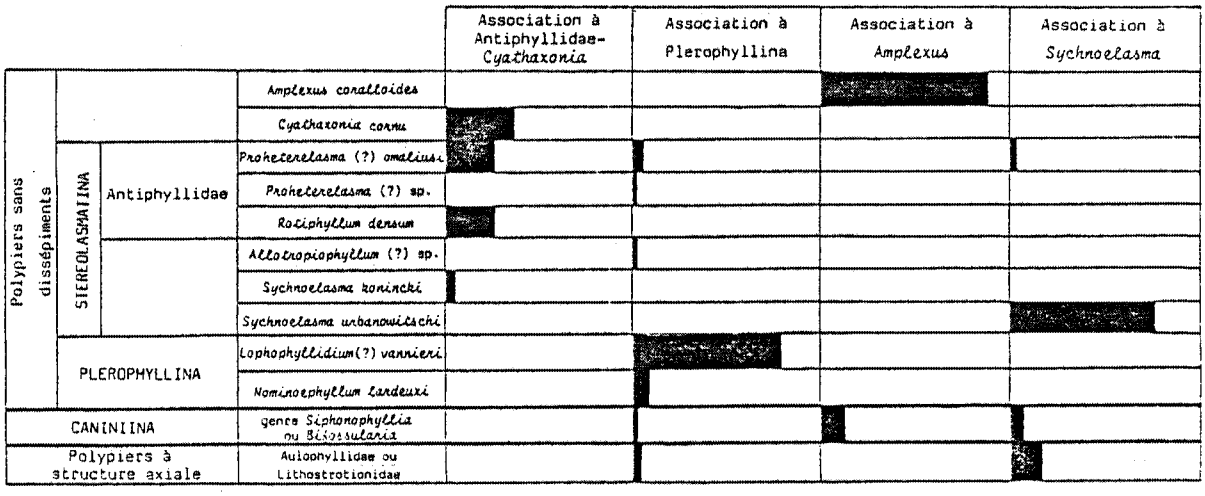


Fig. 103. - Histogramme du pourcentage des différents taxons de Tétracoralliaires dans chaque association à polypiers sans dissépiments (la largeur de chaque colonne équivaut à 100 %).

fragments atteignent 30 mm de diamètre et une dizaine de centimètres de hauteur (fig. 102). Comme on l'a vu précédemment (p. 125-126), les fossiles se sont accumulés, très localement, par poches, dans le récif à Fénestellides. Les coraux y sont rares, alors que les Brachiopodes abondent (voir la liste de la faune citée par MILON 1928, p. 55) ; il s'agit principalement de Rhynchonellidae, Productidae, Spiriferidae. Le récif est construit par les Algues et les Bryozoaires (Fénestellides). Les Crinoïdes croissaient à la périphérie du bioherme. Les Bryozoaires retenaient la micrite dans les mailles de leur réseau et entre leur fronde. La présence de débris algaires (Dasycladacées et Codiacées) dans la micrite n'autorise pas à envisager une profondeur supérieure à 60 mètres (PELHATE 1971), c'est-à-dire légèrement inférieure à la limite d'action des vagues (30 mètres dans des conditions climatiques normales, LEES 1973). Le sommet de ces récifs ne dépasserait pas la limite de la zone photique (LEES, NOEL & BOUW 1977) soit 100 à 150 mètres de profondeur, dans les eaux claires des régions tropicales (LEES 1973). Quoiqu'il en soit, ces récifs et l'association à Amplexus se sont développés sous la limite d'action des vagues, soit une profondeur supérieure à 30 mètres. La limite de la zone

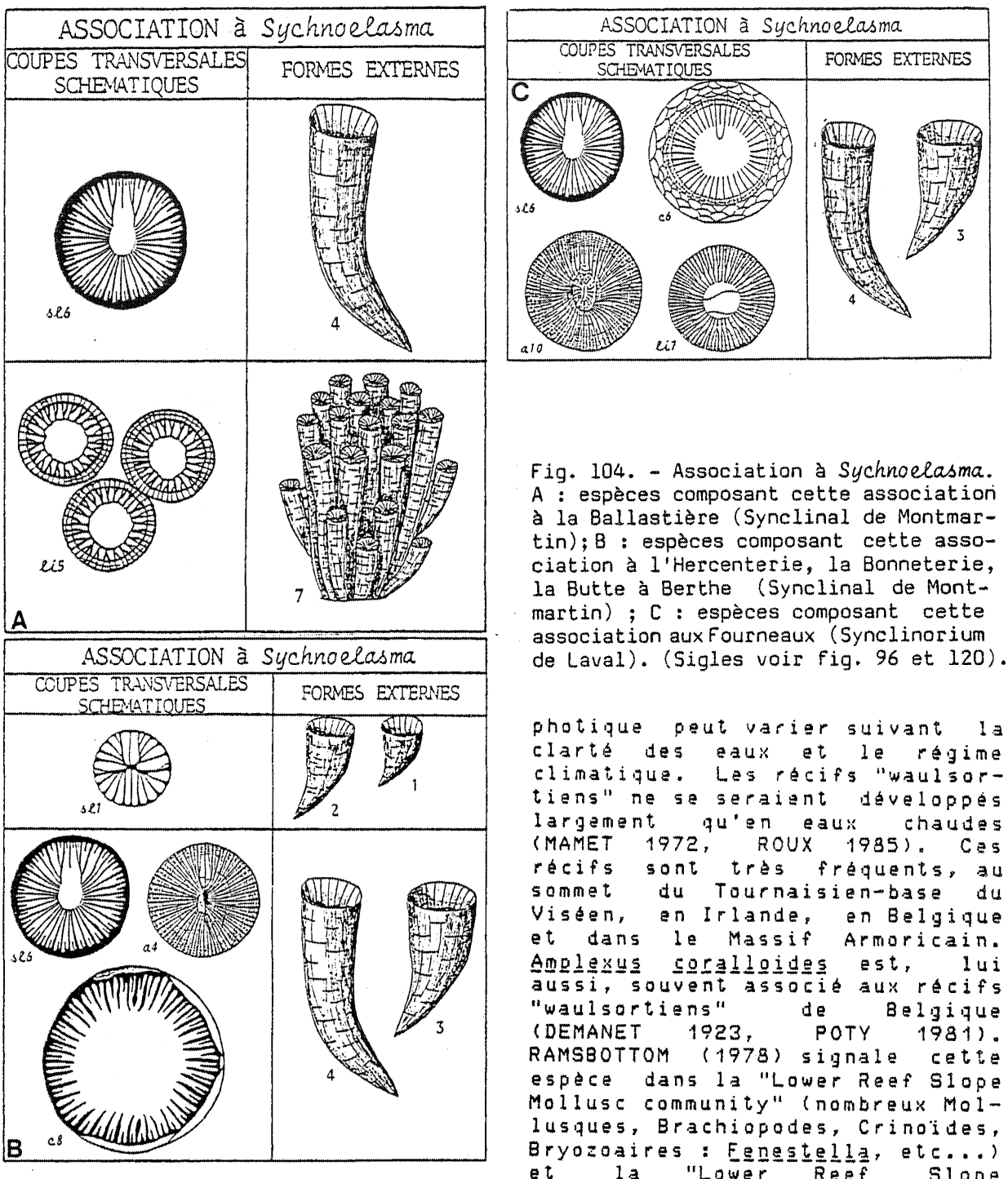


Fig. 104. - Association à *Sychnoelasma*. A : espèces composant cette association à la Ballastière (Synclinal de Montmartin); B : espèces composant cette association à l'Hercenterie, la Bonneterie, la Butte à Berthe (Synclinal de Montmartin) ; C : espèces composant cette association aux Fourneaux (Synclinorium de Laval). (Sigles voir fig. 96 et 120).

photique peut varier suivant la clarté des eaux et le régime climatique. Les récifs "waulsortiens" ne se seraient développés largement qu'en eaux chaudes (MAMET 1972, ROUX 1985). Ces récifs sont très fréquents, au sommet du Tournaisien-base du Viséen, en Irlande, en Belgique et dans le Massif Armoricain. Amplexus coralloides est, lui aussi, souvent associé aux récifs "waulsortiens" de Belgique (DEMANET 1923, POTY 1981). RAMSBOTTOM (1978) signale cette espèce dans la "Lower Reef Slope Mollusc community" (nombreux Mollusques, Brachiopodes, Crinoïdes, Bryozoaires : Fenestella, etc...) et la "Lower Reef Slope Brachiopod community" (très semblable à la précédente, mais dominée par les Brachiopodes) ; ces deux associations se sont développées dans des zones calmes et relativement profondes.

d - L'Association à Sychnoelasma

Cette association est assez répandue au Viséen inférieur (V1a) dans le Massif Armoricain. Elle est surtout développée dans le Synclinal de Montmartin (Formation de Régneville), à la Bonnetterie, l'Hercenterie, la Butte à Berthe (Grimouville, Manche) et la Ballastière (Sous-les-Rues, Manche). Cette association apparaît également dans le Synclinorium de Laval dans la carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne).

Dans le Synclinal de Montmartin, Sychnoelasma urbanowitschi représentent,en moyenne, 75 % des Tétracoralliaires. Le reste de la faune corallienne est variable suivant les gisements. Elle peut contenir à l'Hercenterie de rares Antiphyllidae (Proheterelasma (?) omaliusi, polypiers sans dissépiments), des Caniniina, avec Bifossularia tictensis à l'Hercenterie et la Butte à Berthe, et enfin, quelques polypiers à structure axiale Delepinella anastomosa à la Bonnetterie et la Butte à Berthe, et Solenodendron sp. 2 à la Ballastière (fig. 103, 104). La forme externe des solitaires est cératoïde ou cylindroïde ; les colonies de Solenodendron sp. 2 ont une forme fasciculée phacelloïde. Les solitaires peuvent atteindre de grande dimension jusqu'à 26 mm de diamètre pour Sychnoelasma urbanowitschi et jusqu'à 40 mm pour Bifossularia tictensis. Le sédiment est un calcaire bioclastique. La texture de la roche est packstone, wackstone parfois, avec un ciment souvent recristallisé. Les Foraminifères abondent et sont de grande taille. La macrofaune compagne est constituée essentiellement de Brachiopodes (Spiriférides, Chonétides : Delepinea), Ostracodes et Crinoïdes. Cette association s'est développée dans la zone subtidale (PELHATE 1986), à faible profondeur.

Dans le Synclinorium de Laval, aux Fourneaux, cette association est représentée à 100 % par Sychnoelasma urbanowitschi dans les bancs de base. Au sommet de cette série (sommet du V1a), cette espèce ne représente plus que 90 % des Tétracoralliaires ; elle est associée à Siphonophyllia aff. garwoodi, Cyathoclisia cf. modavensis, Aulokoninckophyllum sp. aff. miloni (fig. 103, 104). On remarque que S. urbanowitschi est la seule espèce présente dans les bancs de base de ce gisement. La macrofaune compagne est quasi nulle. Cette espèce dépasse rarement 15 mm de diamètre alors qu'elle atteint 26 mm dans le Synclinal de Montmartin. Le microfaciès est très particulier puisqu'il est représenté par un calcaire dolomitisé, avec présence de corpuscules micritiques (éléments de boues ou d'algues encroûtantes). Pour AMIEUX (1979) la dolomitisation aurait lieu lors de la diagénèse synsédimentaire précoce. On peut retenir deux des hypothèses proposées par cet auteur pour expliquer le phénomène de dolomitisation aux Fourneaux. La dolomie est issue du remplacement de minéraux calcitiques ou aragonitiques stables dans leur milieu originel ; il faut envisager une véritable modification chimique du milieu.

- première hypothèse : GEBELEIN & HOFFMAN (1973) considèrent qu'au niveau des "blacks shales", les tapis algaires complexent les ions magnésiens durant leur vie. Ces ions seraient libérés, pendant l'enfouissement, alors que la matière organique se décompose. Cet apport magnésien amorcerait la dolomitisation. Or, plus au Sud (Port-Etroit, le Pin, l'Aiguillonnière), la matière organique se concentre et est conservée, pouvant confirmer cette hypothèse quant à l'origine de la dolomitisation du sédiment aux Fourneaux. Cependant, compte tenu

du raccourcissement lié au plissement cette région devait être trop éloignée pour intervenir.

- deuxième hypothèse : les eaux formant les nappes phréatiques qui bordent le bassin évaporitique induiraient au contact des saumures chargées en ions magnésiens la transformation d'un minéral calcitique ou aragonitique, en dolomie. Aux Fourneaux, il ne s'agit pas de dolomitisation massive, mais seulement de calcaires dolomitisés. On peut retenir ce dernier modèle ou celui des sabkha (voir MACHEL & MOUNTY 1986).

Tous ces éléments : faunes pauvres "naines", microfaciès, traduisent un milieu restreint peu profond, à salinité probablement légèrement plus élevée que la normale.

2 - LES ASSOCIATIONS A CANINIINA

Ces associations sont composées essentiellement de polypiers cylindroïdes du genre Siphonophyllia et du genre Bifossularia. Dans le Massif Armoricain, on observe trois associations à Caniniina du Tournaisien supérieur (Tn3c) au Viséen moyen (V2a).

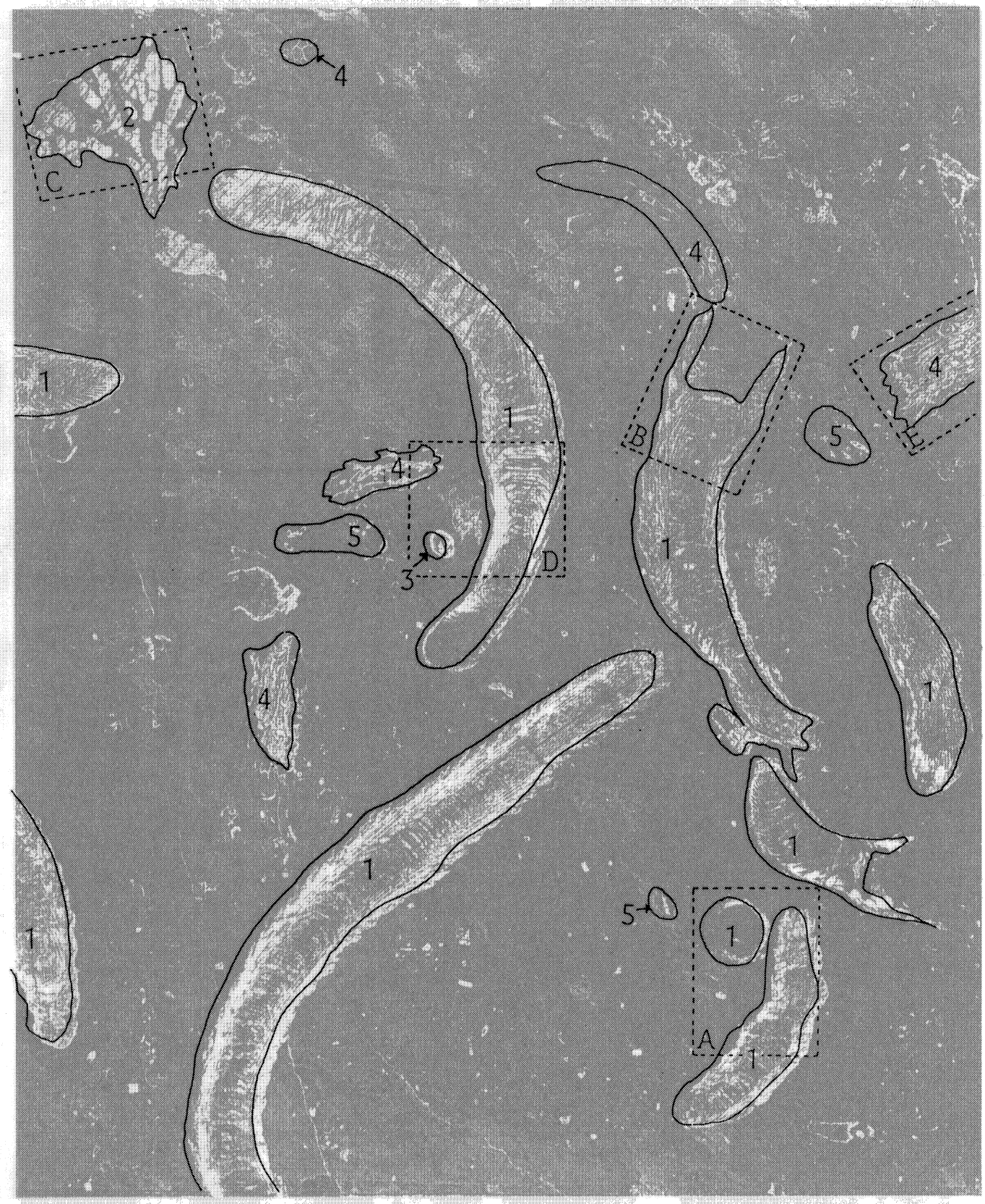
a - L'Association à Siphonophyllia

Cette association s'observe dans plusieurs gisements du Tournaisien supérieur (Tn3c) et du Viséen inférieur (V1a).

- Au Tournaisien supérieur, on la rencontre dans les carrières des Rochers avec 80 à 100 % de Siphonophyllia hettonensis et/ou de Siphonophyllia gigantea. Ce type d'association avec les mêmes espèces, s'est probablement développé à la même époque à Port-Etroit ; le faciès y est cependant différent de celui des Rochers, la matière organique étant conservée ; ces coraux provenant de ce gisement et conservés dans divers collections (MILON à Rennes, Musée de Nantes, Université du Mans, MICHELIN au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris) sont très abondants. Les autres espèces coralliennes compagnes sont représentées par de petits polypiers sans dissépiments (Proheterelasma (?) omaliusi ou Rotiphyllum densum), ou par de rares colonies phacelloïdes de Solenodendron pillolai.

- Au Viséen inférieur (V1a), S. hettonensis et S. gigantea sont remplacées par Siphonophyllia aff. garwoodi ou parfois par Siphonophyllia cylindrica. Ainsi, la faune de Tétracoralliaires est constituée, à 100 %, de Siphonophyllia aff. garwoodi à l'Aiguillonière et au Pin (fig. 107, 110) et à environ 80 % de la même espèce à Port-Etroit (plaque de calcaire polie avec huit sections longitudinales et une transversale de S. aff. garwoodi, une section dans une colonie de Solenodendron pillolai et une section transversale de Sychnoelasma konincki (fig. 105, 106), auxquelles sont associés de nombreux Tabulés : Michelinia sp., Sinopora sp. et Syringopora sp. (détermination J. LAFUSTE, confirmée par Y. PLUSQUELLEC, communication personnelle, 1986), ainsi qu'une section transversale d'Hexaphyllia mirabilis, seul Hétérocoralliaire observé jusqu'à présent dans le Carboni-

Fig. 105. - Plaque de calcaire polie de la carrière de Port-Etroit (70x70 cm) (collection du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris) (x 1/3).
Tétracoralliaires - 1 : *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* ; 2 : *Solenodendron pillolai* ; 3 : *Sychnoelasma konincki*.
Tabulés - 4 : *Michelinia* sp. ; 5 : *Sinopora* sp.
Les cases A, B, C, D, E correspondent à la figure 106.


4
2
C
1
1
4
5
3
D
4
1
B
4
5
E
1
1
1
1
5
1
A
1
5 cm

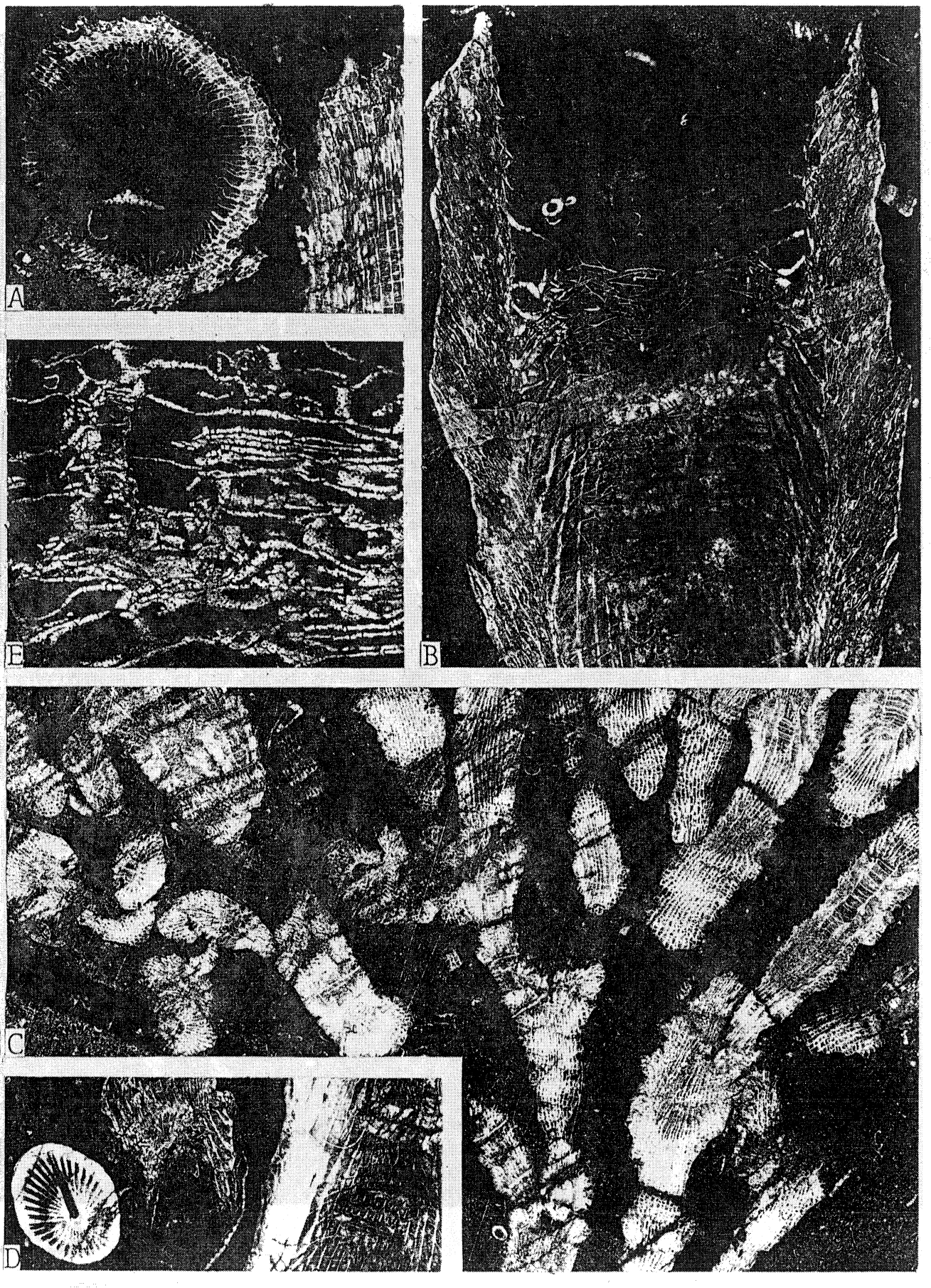


Fig. 106.

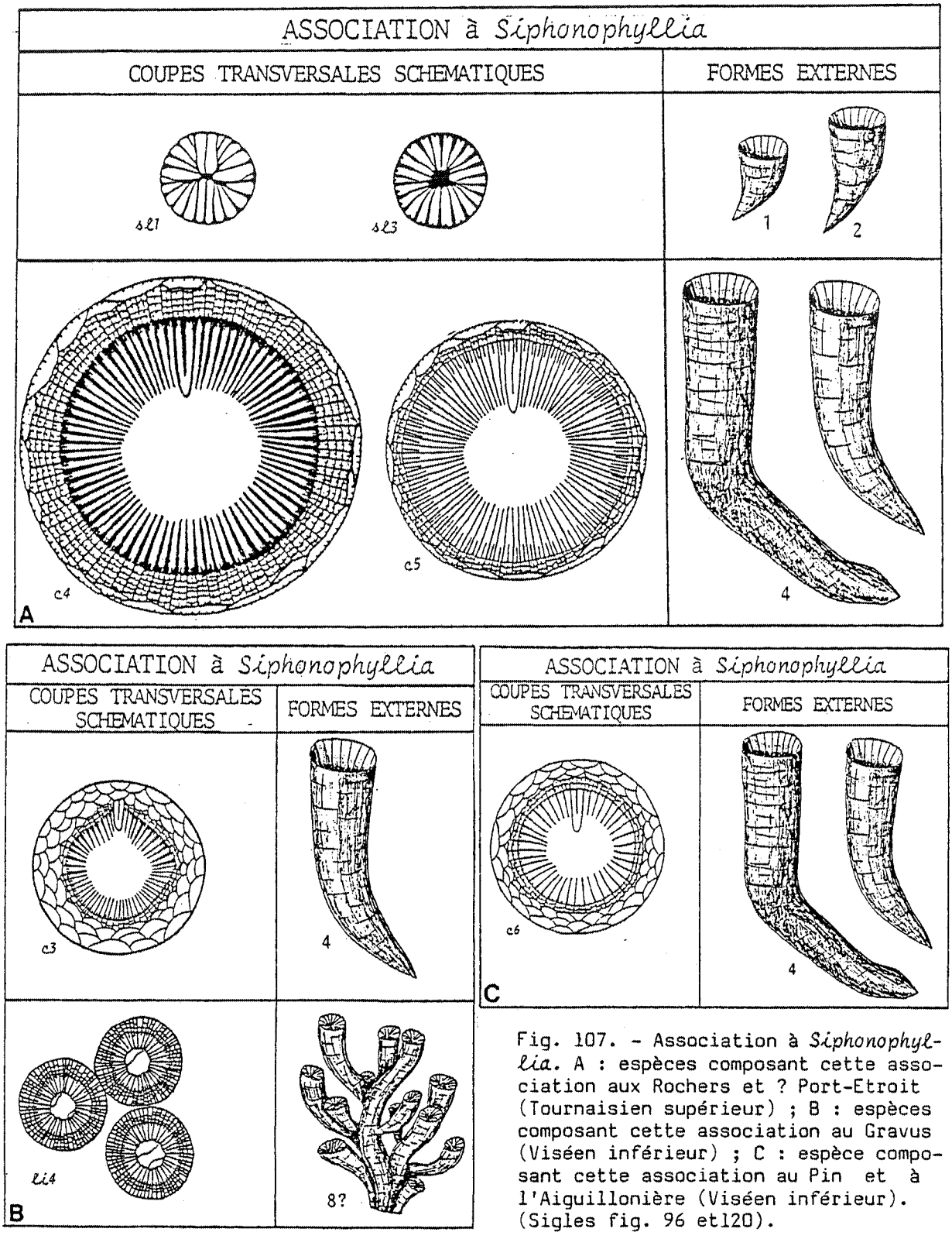


Fig. 107. - Association à *Siphonophyllia*. A : espèces composant cette association aux Rochers et ? Port-Etroit (Tournaisien supérieur) ; B : espèces composant cette association au Gravus (Viséen inférieur) ; C : espèce composant cette association au Pin et à l'Aiguillonière (Viséen inférieur). (Sigles fig. 96 et120).

Fig. 106. - Détail de la figure 105.
A : *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* (x 1,5) ; B : *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* (x 1,5); C : *Solenodendron pillolai* (x 1,5) ; D : *Sychnoelasma koninki* (x 1,5) ; E : *Michelinia* sp. (x 1,5).

fère du Massif Armoricain). Au Gravus (Louverné, Mayenne), Siphonophyllia cylindrica domine la faune de Tétracoralliaires, accompagnée d'une colonie de Solenodendron sp. 1.

Les polypiers cylindroïdes, qui appartiennent au genre Siphonophyllia, sont couchés à la surface des bancs. Le calcaire est souvent de couleur sombre ; les coraux y sont noyés dans des dépôts argileux, riches en matière organique. En effet, l'analyse chimique du sédiment (effectuée par TRICHET en 1978) a révélé la présence de nombreux acides aminés (en particulier glycine, alanine, acides glutaniques et aspartiques). La glucosamine dosée à Port-Etroit et au Gravus est un constituant symptomatique des membranes des Procaryotes (CHICHEREAU et al. 1976), d'autres comme la lysine et l'histidine caractérisent les Cyanophycées. Ces acides aminés pourraient donc avoir une origine algaire. Le milieu réducteur et mal oxygéné favoriserait ainsi la conservation de ces matières organiques. Les Algues (Palaeoberesellae) sont nombreuses, les Crinoïdes abondants. Les Foraminifères benthiques sont plus ou moins abondants suivant les gisements. L'épifaune séssile suspensivore domine, avec Brachiopodes (Chonétides de grande taille : Delepinea (jusqu'à 15 cm de longueur pour la ligne cardinale), et Productides), Bivalves (Conocardium, fixé par un byssus (NICOL 1970, BONEM 1981)). L'épifaune vagile est plus rare, avec des Gastéropodes (Euomphalides) et des Trilobites (Proétides et Phillipsides). Les Chonétides, les Bivalves et les Gastéropodes atteignent de grande dimension, surtout aux Rochers. Les Tabulés, comme on l'a vu à Port-Etroit, sont représentés par des colonies de Michelinia sp. et Syringopora sp.. La texture de la roche est souvent wackstone, parfois packstone, avec de nombreuses recristallisations en sparite du ciment. Cette association a prospéré dans la zone subtidale, au-dessus de la limite d'action des vagues ; à Port-Etroit, le Pin, l'Aiguillonnière, les Gravus, le milieu est calme, mal oxygéné, riche en matière organique. La plupart des organismes ne sont plus en position de vie. Occasionnellement, des tempêtes (?) ont érodé le fond et couché les polypiers. On a affaire ici à l'association à Caninoïdes (BEUS 1984) ; cette association, observée au Pays de Galles (High Tor Limestone), est dominée par les Caninoïdes (Caninia, Siphonophyllia), accompagnés essentiellement de polypiers sans dissépiments et de Brachiopodes (Productides et Chonétides géants : Delepinea), et caractérise un milieu peu profond dans la zone subtidale ; l'oxygénation du milieu est cependant beaucoup plus importante au Pays de Galles, et aux Rochers. Les Palaeoberesellae, abondantes, semblent indiquer que cette association s'est développée dans un milieu restreint (MAMET & ROUX 1974), la matière organique pouvant se concentrer (Port-Etroit, l'Aiguillonière).

b - L'Association à Siphonophyllia-Antiphyllidae

Ce cas particulier de l'association précédente ne s'observe que dans la carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne) au Tournaisien supérieur (Tn3c). On compte environ 43 % de Tétracoralliaires du sous-ordre Caniniina (S. hettonensis et S. gigantea). Les autres espèces coralliennes sont nombreuses, en particulier les polypiers sans dissépiments (36 % des Tétracoralliaires), dont les Antiphyllidae (Prohetterelasma (?) omaliusi et Rotiphyllum densum) et Cravenia rhytoides ; les polypiers à structure axiale (21 % des Tétracoralliaires, Delepinella anastomosa, Solenodendron pillolai et Aulokoninckophyllum milo-

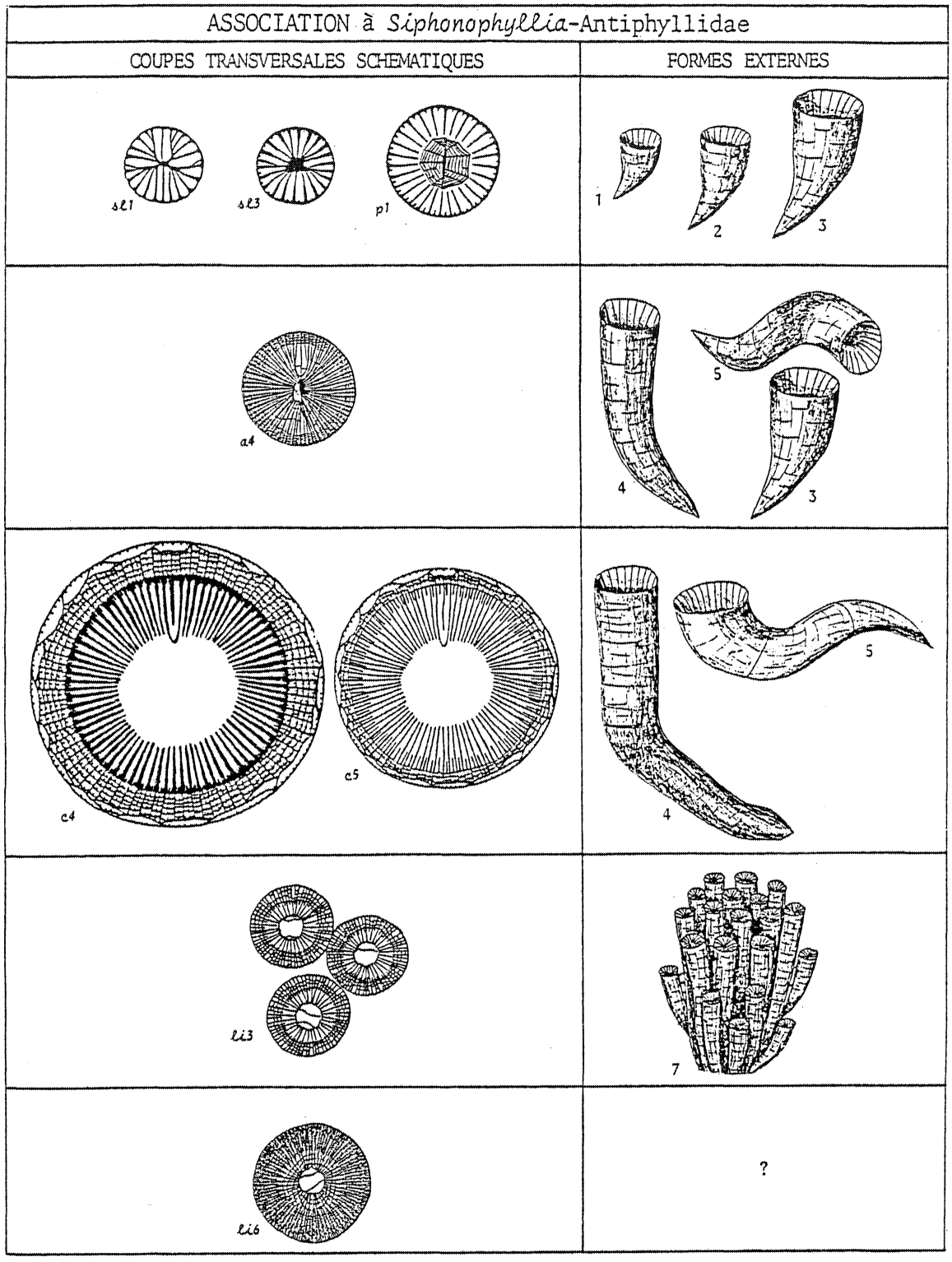


Fig. 108. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Siphonophyllia*-Antiphyllidae (Association à Caniniina). (Sigles fig. 96 et 120).

ni) (fig. 108, 110). Le calcaire renfermant cette association, clair, à texture packstone riche en Foraminifères, Calcisphères et Palaeoberesellae, traduit un milieu plus agité que celui de l'association à Siphonophyllia, mais toujours développé dans un milieu restreint (présence de matière organique dans des proportions plus faible qu'à Port-Etroit). Dans la macrofaune compagne, l'épifaune sessile suspensivore est dominante : Chonétides (Delepinea), Productides, Bivalves (Conocardium), Bryozoaires (Fenestellides), articles de Crinoïdes abondants ; l'épifaune vagile comporte des Gastéropodes (Euomphalides), et des Trilobites (Proétides) ; enfin, des Tabulés (carnivores passifs, sessiles comme les Tétracoralliaires), Michelinia sp. et Syringopora sp.. Cette association, très proche de l'Association à Caninoïde de BEUS (1984), se rapproche aussi de la "Brachiopod calcarenite community" de RAMSBOTTOM (1978), composée de grandes formes solitaires et de quelques colonies massives ou fasciculées, accompagnées de nombreux Brachiopodes pouvant atteindre de grande taille ; cette association caractérise un milieu agité.

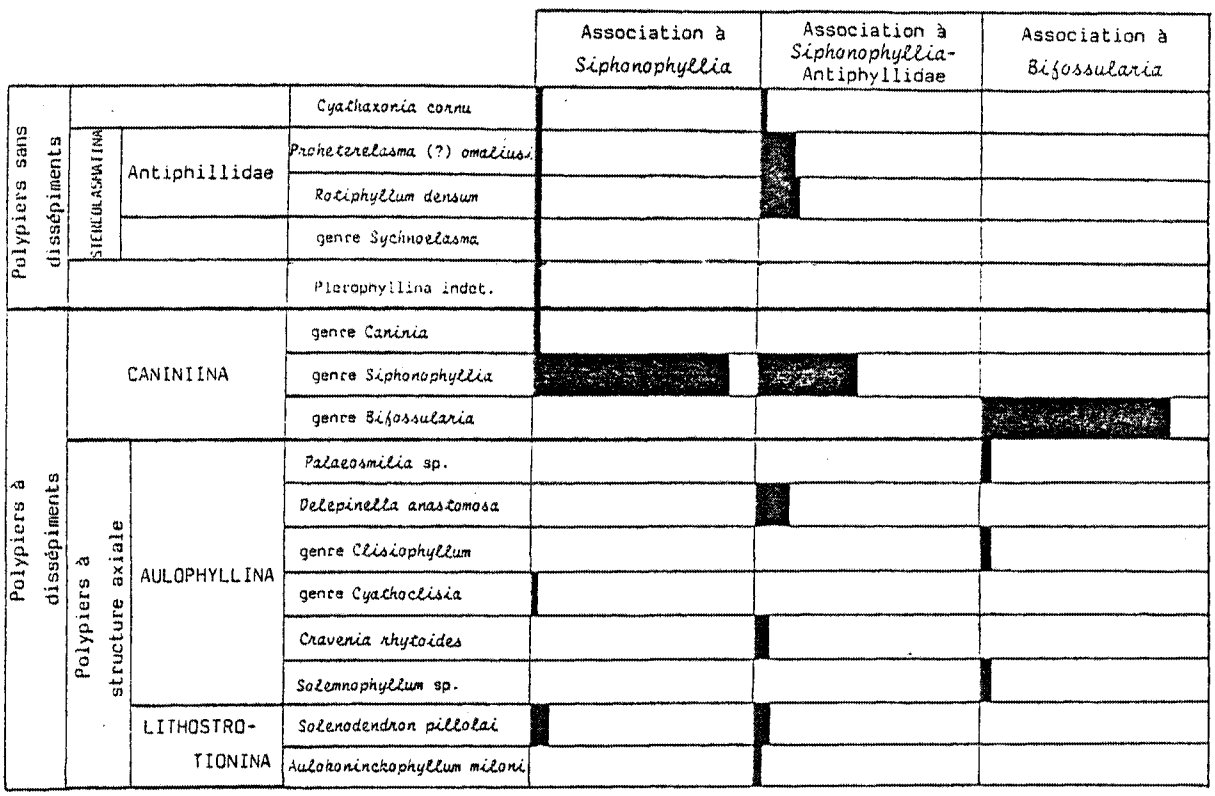


Fig. 109. - Histogramme du pourcentage des différents taxons de Tétracoralliaires dans chaque association à Caniniina (la largeur de chaque colonne équivant à 100%).

c - L'Association à Bifossularia

Cette association n'apparaît que dans un seul gisement : les Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne) à la base du Viséen moyen (V2a). Plus de 80 % des Tétracoralliaires sont représentés par le genre Bifossularia avec deux espèces : Bifossularia ussowi et B. tictensis. Les autres Tétracoralliaires sont des polypiers à structure

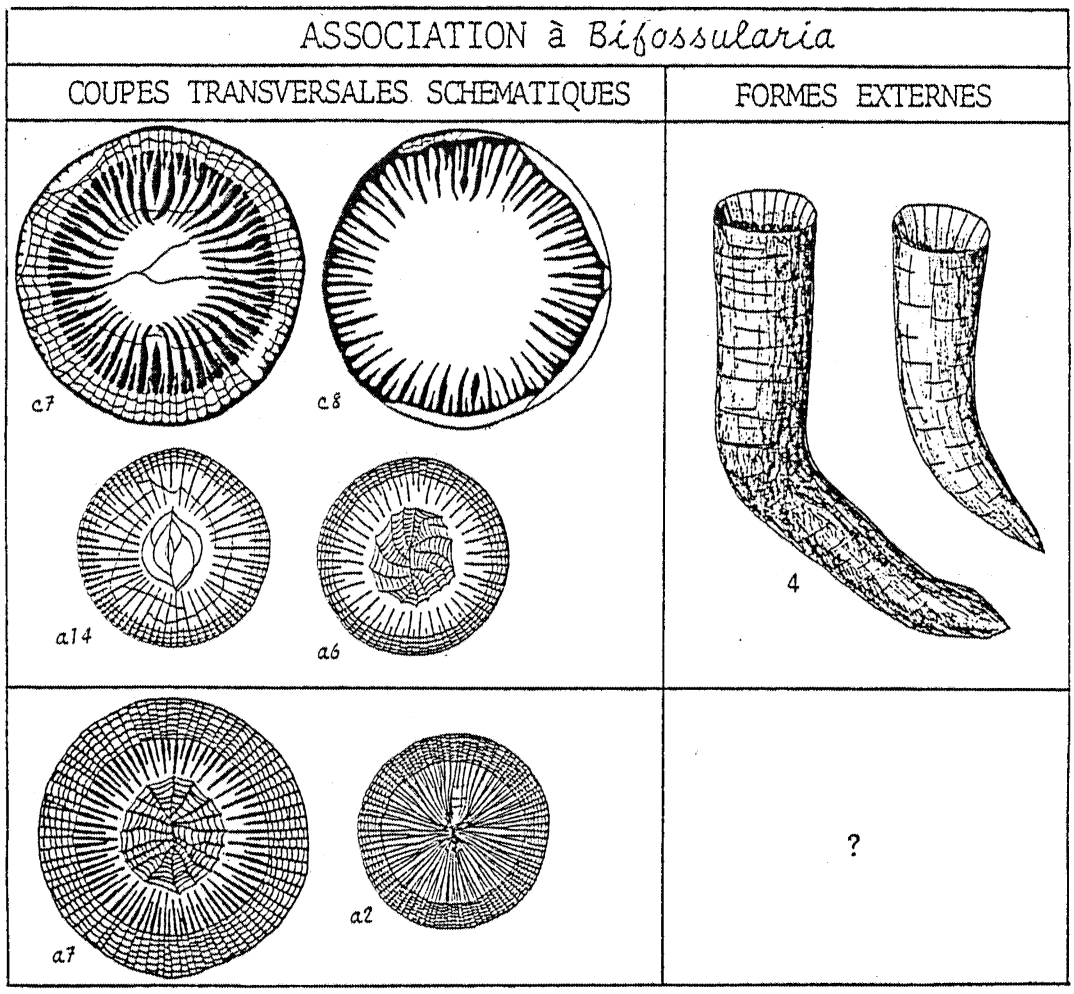


Fig. 110. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Bifossularia* (Association à Caniniina). (Sigles fig. 96 et 120).

axiale appartenant aux genres Clisiophyllum, Solemnophyllum, Palaeosmilia (fig. 109, 110). Le calcaire est riche en Algues vertes (Dasycladacées, Palaeoberesellae plus rares). Les Foraminifères et les articles de Crinoïdes sont abondants. Les Trilobites et les Brachio-

podes sont rares. La roche est sombre à texture packstone, parfois grainstone ; la limite entre les deux textures est nette ; un voile algaire a localement protégé le sédiment de la turbulence des eaux (texture packstone sous le voile algaire). Les polypiers cylindroïdes du genre Bifossularia sont couchés à la surface des bancs. Le milieu devait être agité, plus agité que ceux des deux associations à Caniniina décrites précédemment. Cette association, très proche de l'association à Caninoïdes de BEUS (1984), s'est développée dans un environnement peu profond.

3 - LES ASSOCIATIONS A POLYPIERS A STRUCTURE AXIALE SENSU STRICTO

Ces associations comptent 100 % de Tétracoralliaires à dissépiments et à structure axiale. Deux associations de ce type ont été reconnues dans le Massif Armoricain : l'association à Palaeosmilia et l'association à Solemnophyllum. Palaeosmilia et Solemnophyllum représentent 80 % des Tétracoralliaires, les 20 % restant sont des colonies fasciculées, disloquées, de Lithostrotionina et de Lonsdaleiina (fig. 113).

a - L'Association à Palaeosmilia

Cette association est très répandue, dans le Massif Armoricain, du Viséen inférieur (V1a) au Viséen moyen (V2a). Elle se développe au Viséen inférieur (V1a) dans le Synclinal de Montmartin (à Montmartin, les Vieilles Croûtes, les Marettes, la Bonneterie, l'Hercenterie), ainsi que, mais seulement à partir du sommet du Viséen inférieur (V1b), dans la partie orientale du Synclinorium de Laval (Epinoyau, Cossé-en-Champagne) jusqu'au Viséen moyen (V2a et V2b) toujours dans la partie orientale du Synclinorium (Chateauneuf, l'Ouvardière). Au Viséen inférieur cette association est constituée à 100 % ou presque, par Palaeosmilia murchisoni. Au Viséen moyen, on ne compte plus que 80 % environ des Tétracoralliaires, représentés par cette espèce. Siphonodendron sarthensis, formée de fragments de polypiérites dispersés dans le sédiment, forme les 20 % restant (fig. 111, 113). Ces fragments sont roulés, usés et semblent avoir été arrachés à la colonie initiale. Palaeosmilia murchisoni a une forme externe scolécoïde, le plus souvent, et est couchée à la surface des bancs. Le calcaire est très clair, bioclastique ; certains niveaux présentent des accumulations d'oolithes (en particulier à Chateauneuf). La texture de la roche est grainstone. Les éléments sont de grande taille : Foraminifères, fragments d'Algues vertes (Dasycladacées) et d'Algues rouges. Les articles de Crinoïdes sont également fréquents. Tous ces éléments sont roulés et usés. La macrofaune compagne est constituée uniquement de rares Productides, ou de fragments de coquilles de Brachiopodes. Le milieu était très agité (accumulations d'oolithes et d'éléments roulés, usés, brisés ; forme scolécoïde des coraux solitaires). On se trouvait probablement dans la zone intertidale, ou bien au sommet de la zone subtidale où l'action des vagues est très forte (ELF-AQUITAINE 1977). Cette association correspond à l'"Oolitic Limestone community" (RAMSBOTTOM 1978), caractérisée par des grands coraux solitaires (Palaeosmilia, Koninckophyllum) et de grands Brachiopodes (Megachonetes,...), par un faciès oolithique ; cette association s'est

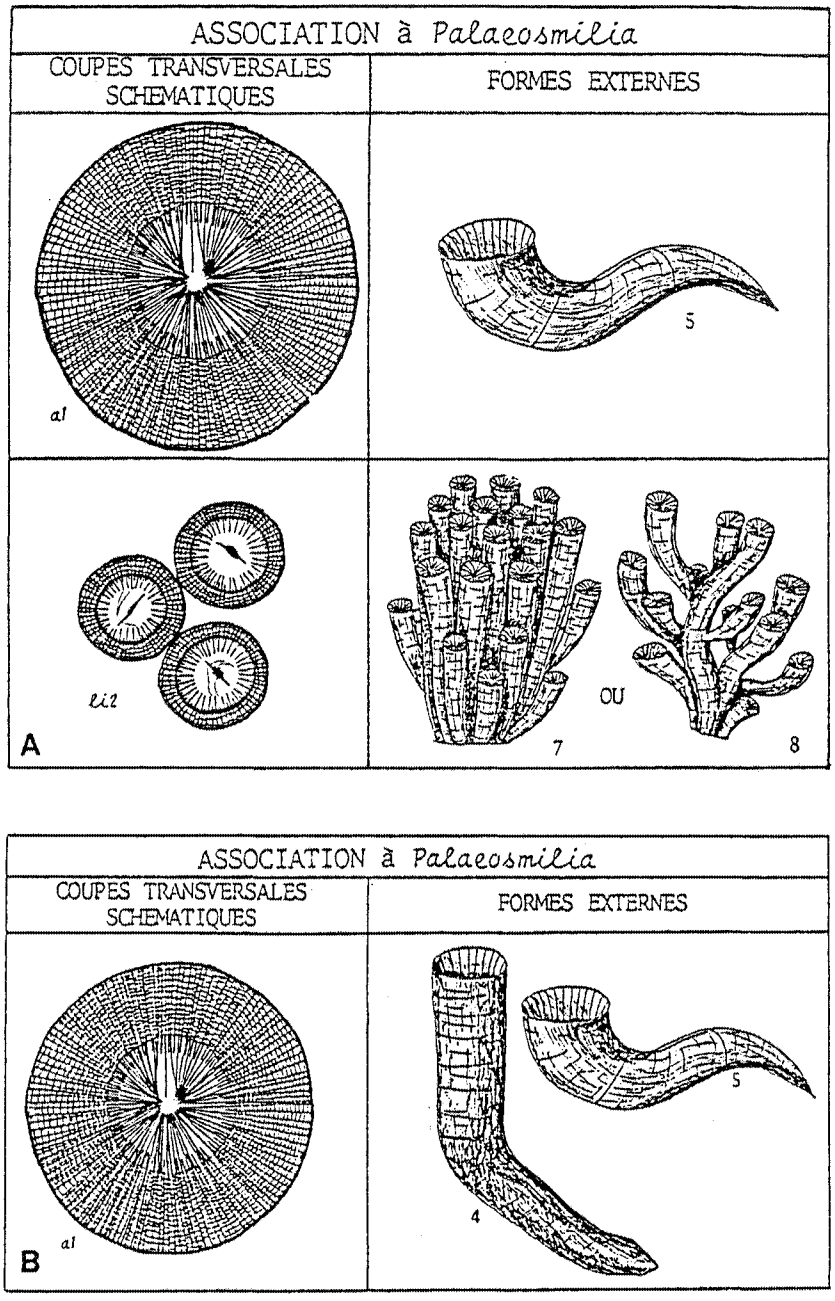


Fig. 111. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Palaeosmilia* (Association à polypiers à structure axiale sensu stricto).
A : Viséen moyen (Chateauneuf, Ouvardière) ; B : Viséen inférieur (Synclinal Montmartin, Epinoyau, Cossé-en-Champagne). (Sigles voir fig. 96 et 120).

développée dans la zone intertidale ou, à un ou deux mètres de profondeur maximale.

b - L'Association à Solemnophyllum

Cette association, beaucoup plus rare, n'a été observée que dans le seul gisement de Solesmes (Sarthe), au Viséen inférieur, dans la partie orientale du Synclinorium de Laval comme l'association précédente. Deux espèces de Tétracoralliaires composent cette association : Solemnophyllum semenoffi (plus de 80 % des Tétracoralliaires) et Dorlodotia cf. pseudovermiculare (fig. 112, 113). Comme c'est le cas pour Siphonodendron sarthensis dans l'association à Palaeosmilia,

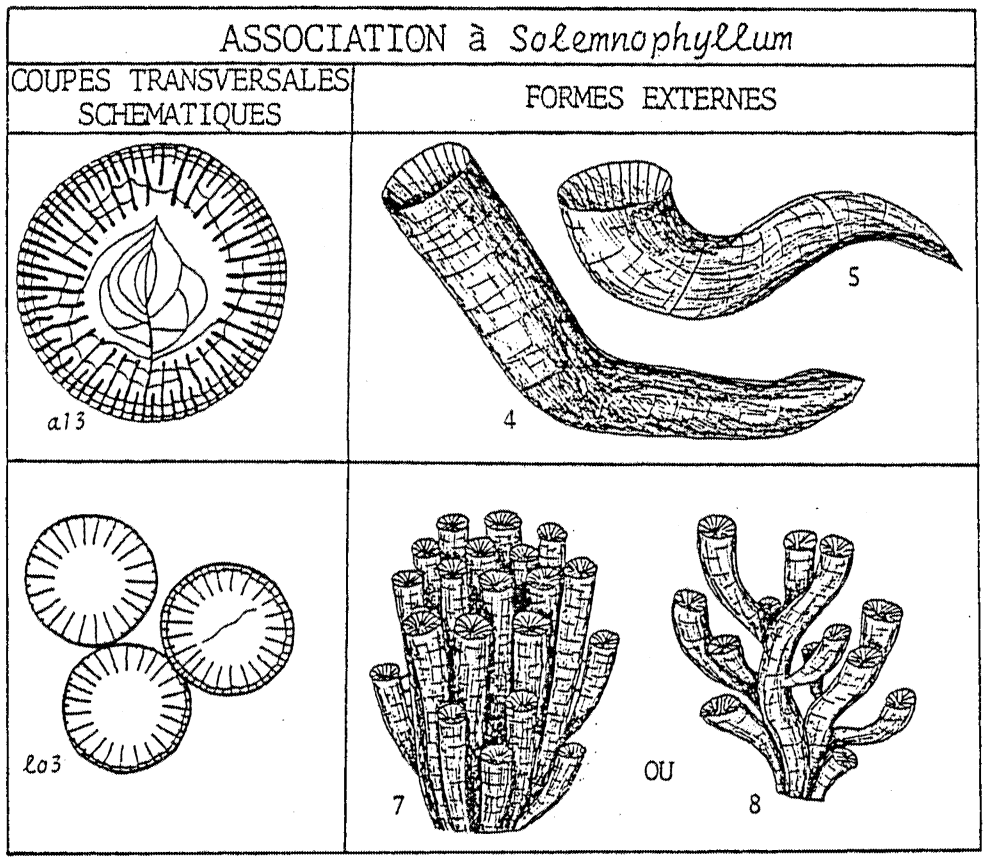


Fig. 112. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Solemnophyllum* (Association à polypier à structure axiale sensu stricto). (Sigles fig. 96 et 120).

les polypiérites de Dorlodotia cf. pseudovermiculare ont été ici arrachés à la colonie, seuls quelques débris de colonies ayant été conservés. Solemnophyllum semenoffi a une forme scolécoïde ou cylindroïde et les polypiers sont couchés à la surface des bancs. Le cal-

caire est clair, plus sombre cependant que pour l'association à Palaeosmilia. La texture de la roche est packstone. Le sédiment est riche en Palaeoberesellae et Foraminifères. La macrofaune est essentiellement constituée de Gastéropodes variés (Euomphalides, Bellerophontides, Murchisoniides...etc..) et de rares Tabulés (Michelinia sp.). Cette association s'est développée dans un environnement proche du précédent (association à Palaeosmilia). La présence de Palaeoberesellae indique que l'on se trouvait en milieu restreint ; ces Algues sont absentes dans l'association à Palaeosmilia, quelque soit le lieu et l'époque de sa croissance. L'association à Solemnophyllum s'est donc développée en milieu très peu profond dans la zone intertidale ou à proximité. Elle est proche de l'association à Bellerophontides décrites par BEUS (1984) ; cette dernière, incluse dans un calcaire bioclastique wackstone, est très peu diversifiée et se compose de nombreux Gastéropodes (Bellerophontides essentiellement, Euomphalides, Murchisoniides....) ; les coraux y sont rares et surtout représentés par des Caninoïdes ; cette association s'est développée dans une zone très peu profonde intermédiaire entre les eaux calme d'un lagon et les eaux agitées de la zone intertidale. A Solesmes, le développement des coraux est beaucoup plus important, et ces organismes y sont dominants.

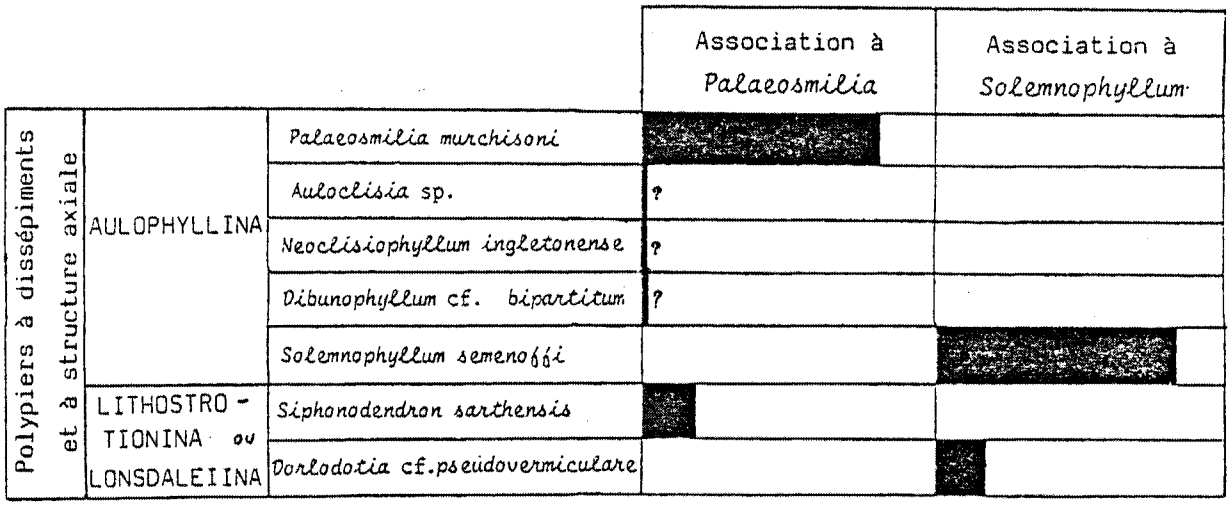


Fig. 113. - Histogramme du pourcentage des différents taxons de Tétracoralliaires dans chaque association à polypiers à structure axiale sensu stricto (la largeur de chaque colonne équivaut à 100 %).

4 - LES ASSOCIATIONS A POLYPIERS A STRUCTURE AXIALE

Les polypiers à structure axiale ne représentent ici que 50 à 80 % des Tétracoralliaires, au lieu de 100 % dans les associations à polypiers à structure axiale sensu stricto. Dans le Massif Armoricain, on connait trois associations de ce type, chacune n'ayant été observée que dans un seul gisement.

a - L'Association à Axophyllum

Elle se développe au Viséen moyen (V2b), à Saint-Roch (Changé, Mayenne). Les Tétracoralliaires sont dominés par deux espèces appartenant au genre Axophyllum (A. mendipense, A. cf. begaense), et représentant 60 % de ces coraux. Ces espèces sont accompagnées par Lithostrotion pelhatae (seule espèce coloniale massive du Massif Armoricain), Aulokoninckophyllum sp. aff. miloni, Amygdalophyllum (?) sp. (espèces à structure axiale), Siphonophyllia aff. garwoodi (Caniniina) et Proheterelasma (?) omaliusi (seule forme sans dissépiments de ce gisement) (fig. 114, 117). Les polypiers solitaires sont cylindroïdes. Le calcaire est sombre, la texture est packstone à grainstone. Le

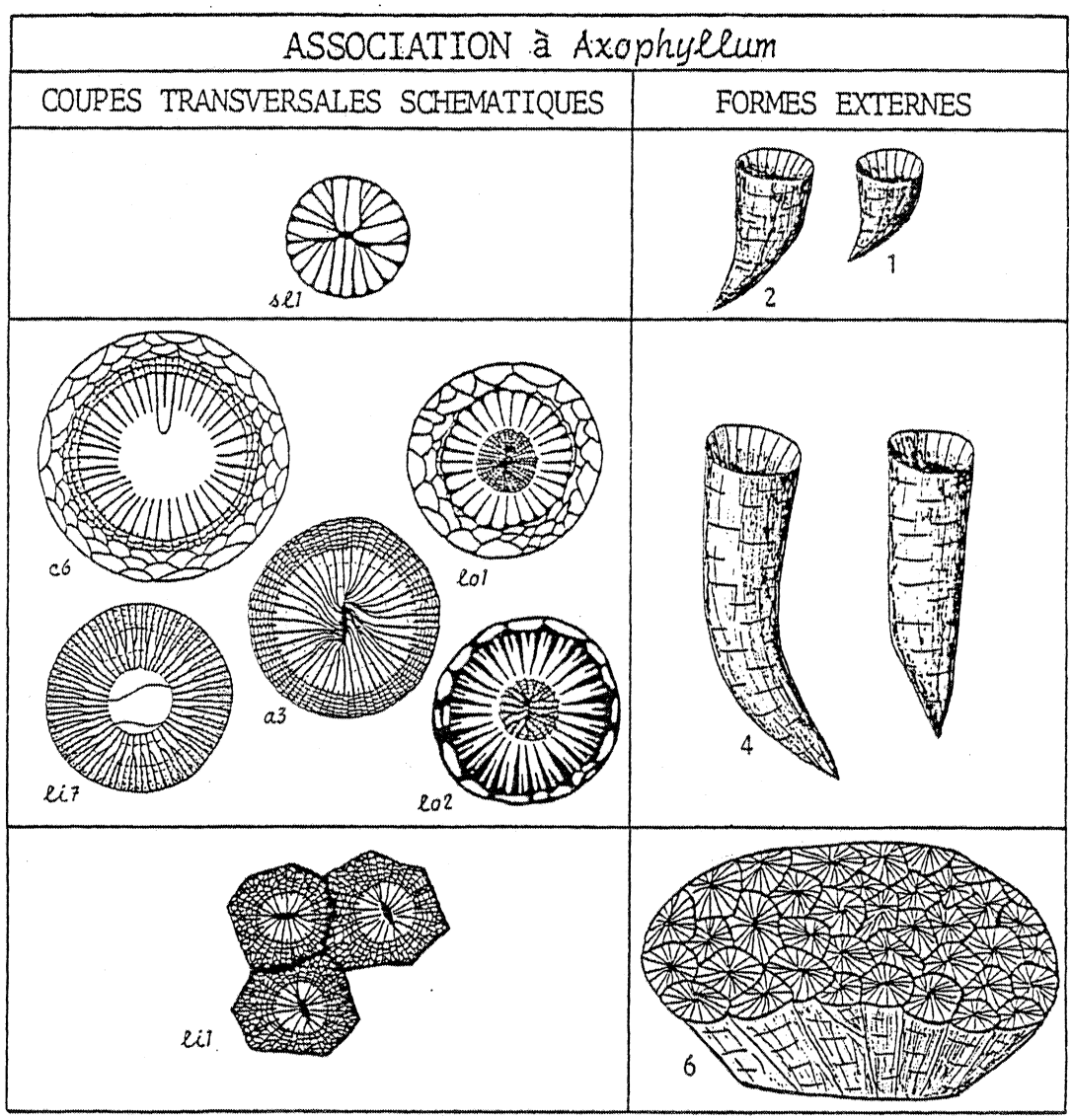


Fig. 114. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Axophyllum* (Association à polypiers à structure axiale). (Sigles fig. 96 et 120).

sédiment renferme des Foraminifères et des Palaeoberesellae, des articles de Crinoïdes et des intraclastes. Les Brachiopodes (Spiriférides, Productides) sont rares. L'environnement est peu profond, avec une turbulence des eaux assez fortes (structures internes et formes externes des coraux, colonie massive de Lithostrotion pelhatae, texture de la roche...). Cette association est intermédiaire entre la "Coral calcarenite community" (caractérisée par des colonies massives et de grands solitaires, quelques Brachiopodes dans un calcaire bioclastique crinoïdique) et la "Brachiopod calcarenite community" (RAMSBOTTOM 1978) (voir supra p. 160).

b - L'Association à Sabolia

Elle se développe au Viséen moyen (V2) à la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne). 52 % des Tétracoralliaires correspondent à Sabolia maitae, dont le polypier est cylindroïde ou scolécoïde. Une seconde espèce à structure axiale, Aulokoninckophyllum ngakoi, représente 19 % des

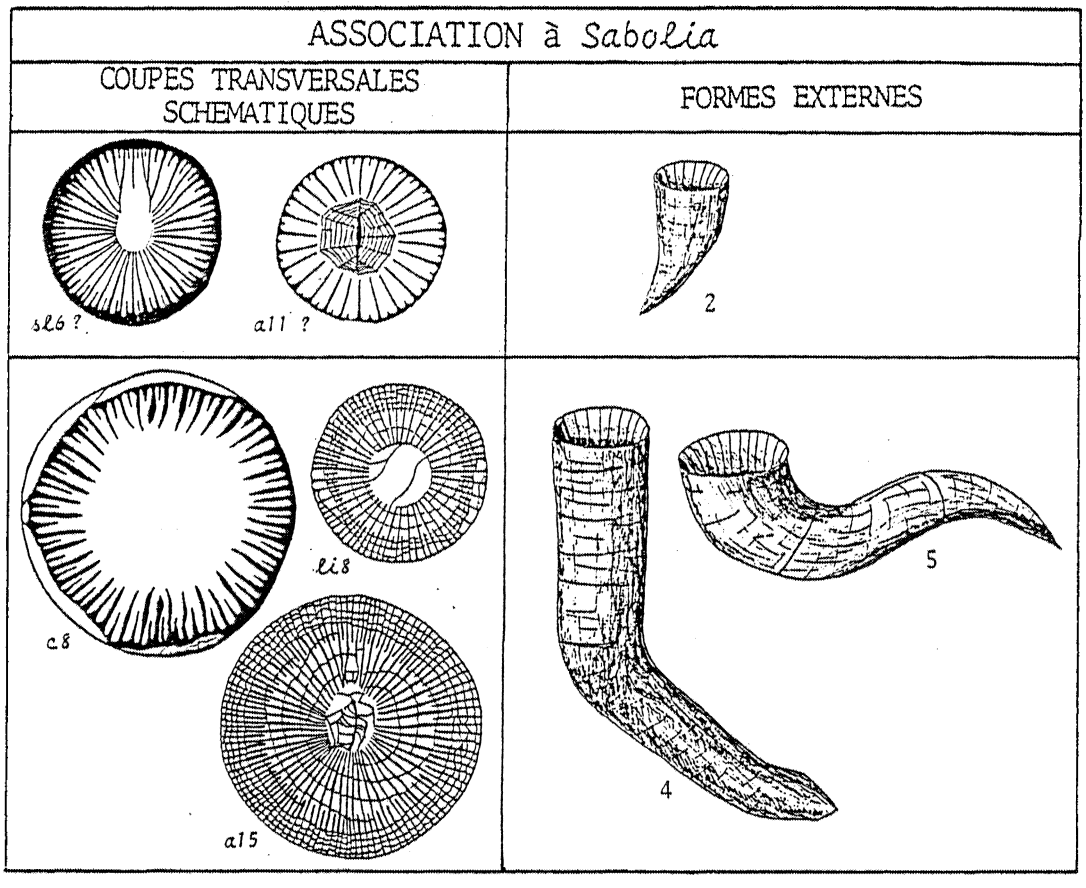


Fig. 115. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à *Sabolia* (Association à polypiers à structure axiale). (Sigles fig. 96 et 120).

coraux. Bifossularia tictensis (Caniniina, 21 % des Tétracoralliaires) et des polypiers sans dissépiments (genres Sychnoelasma et Cravenia) complètent cette faune corallienne (fig. 115, 117). Le calcaire est clair, à texture packstone, riche en Foraminifères, Palaeoberesellae, Ostracodes et Crinoïdes. La macrofaune compagne, en dehors des Tétracoralliaires est rare. On trouve, cependant quelques Brachiopodes, Gastéropodes et Tabulés. L'environnement est semblable au précédent (associations à Palaeosmilia et Solemnophyllum).

c - L'Association à Aulophyllidae-Antiphyllidae

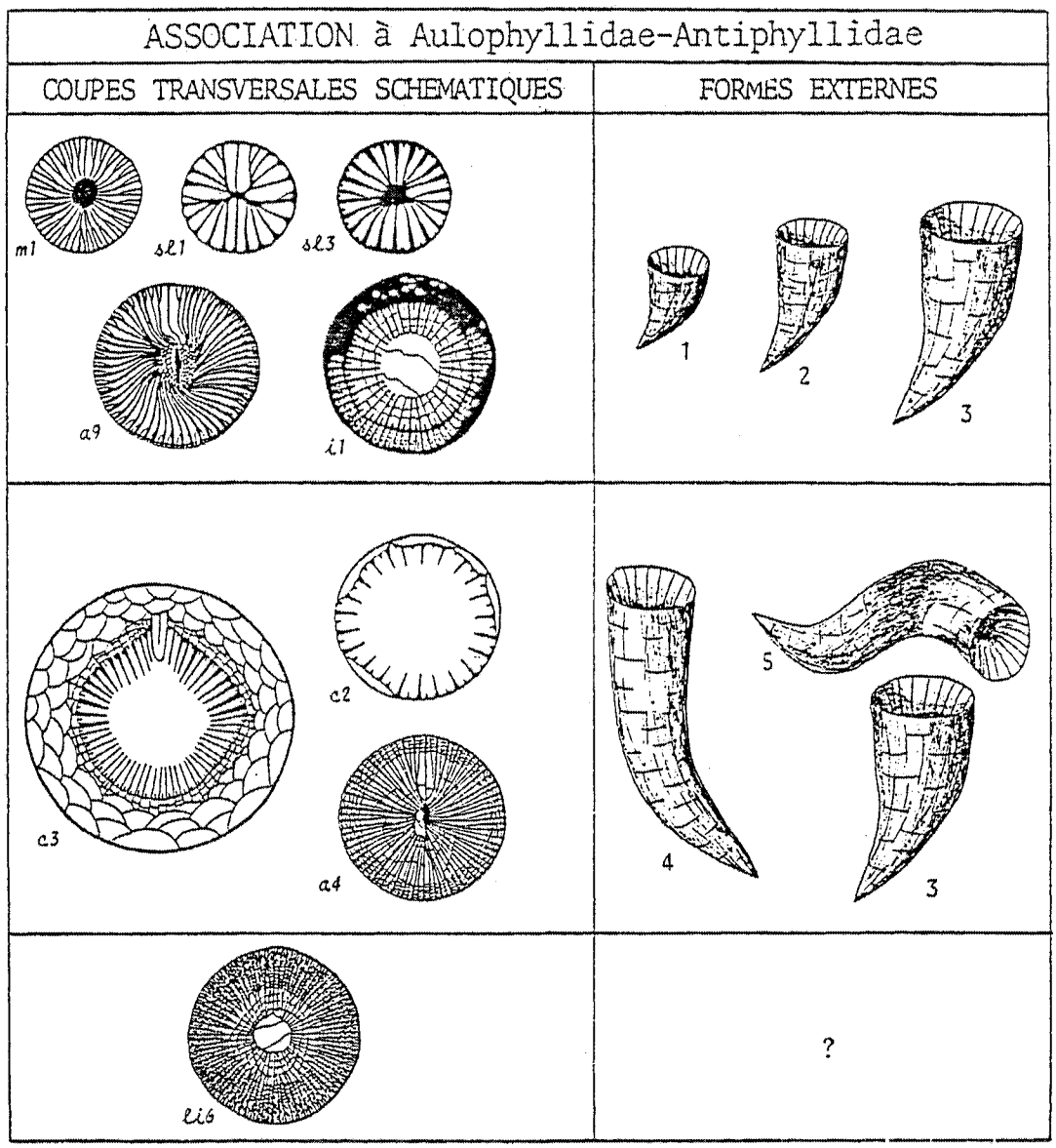


Fig. 116. - Espèces de Tétracoralliaires composant l'association à Aulophyllidae-Antiphyllidae (Association à polypiers à structure axiale). (Sigles fig. 96 et 120).

Elle se rencontre aux Rochers (carrière B, base de la série), au Tournaisien supérieur (Tn3c). 50 % des Tétracoralliaires sont représentés par des polypiers à structure axiale dont 36 % environ sont des Aulophyllidae (Cyathoclisia monicae, Delepinella anastomosa); il s'y ajoute Semenoffia meodenensis et Aulokoninckophyllum miloni. Les polypiers sans dissépiments (40 % des Tétracoralliaires), sont essentiellement représentés par des Antiphyllidae (34 % environ, Proheterelasma (?) omaliusi et Rotiphyllum densum) et aussi Cyathaxonia cornu, Zaphrentites (?) sp. et des Plerophyllina indéterminés. Les 10 % restant appartiennent au sous-ordre Caniniina, partagés entre Canina aff. cornucopiae et Siphonophyllia cylindrica (fig. 116, 117). La plupart des grands polypiers sont cératoïdes, parfois cylindroïdes. La macrofaune compagne est abondante et variée. L'épifaune sessile suspensivore abonde : ce sont surtout des Brachiopodes (Spiriférides, Athyrides, Chonétides, Productides, etc....). On trouve également, des Bivalves (Conocardium), des Crinoïdes, des Bryozoaires (Fenestellides,

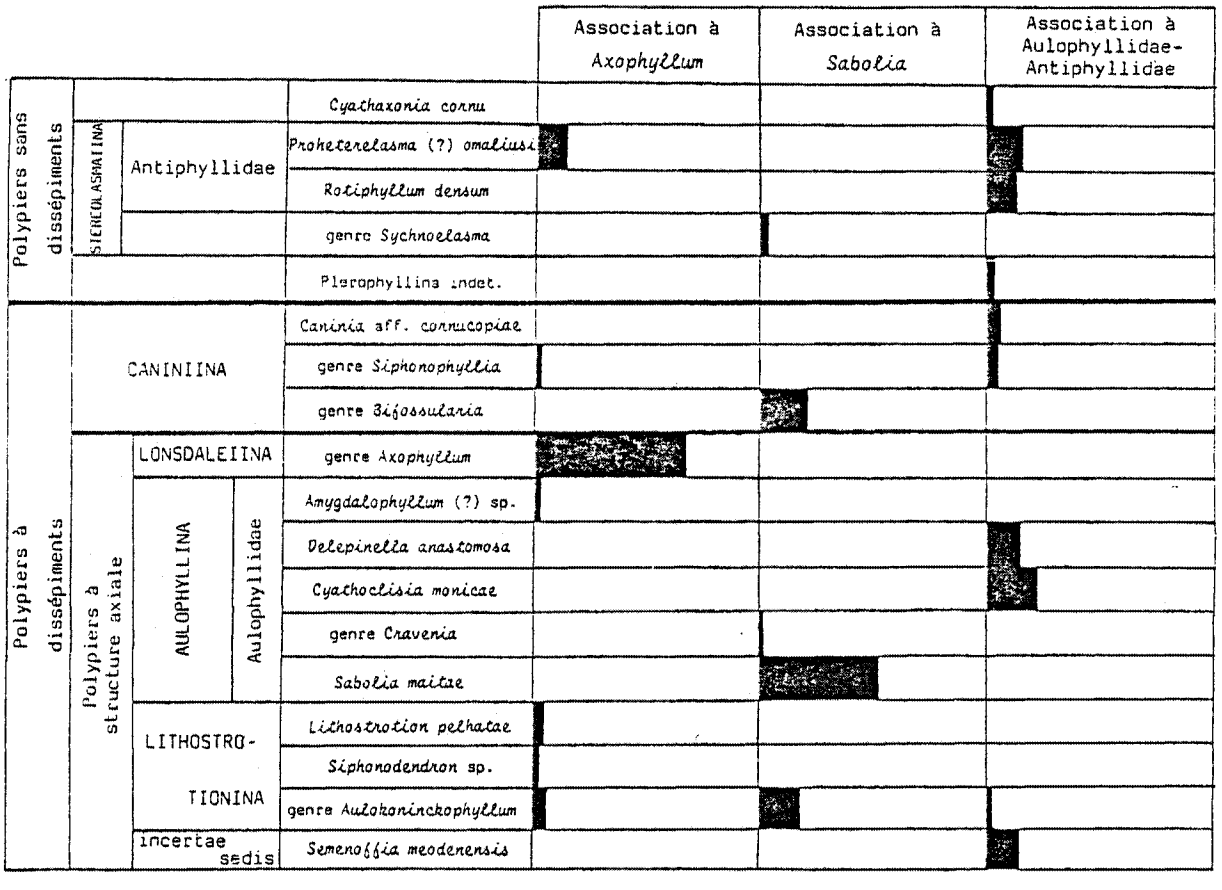


Fig. 117. - Histogramme du pourcentage des différents taxons de Tétracoralliaires dans chaque association à polypiers à structure axiale (la largeur de chaque colonne équivant à 100 %).

brisés), des Tabulés (Michelinia, Syringopora). L'épifaune vagile est, de même, bien représentée : Gastéropodes (Euomphalides, Bellerophontides) et Trilobites (Proétides essentiellement, quelques Phillipsides). Le calcaire est clair, la texture de la roche packstone. Le sédiment est riche en Foraminifères, Calcisphères et Palaeoberesellae. Là encore, les conditions de vie étaient semblables à celles des deux associations précédentes, avec cependant un apport important de polypiers sans dissépiments, caractérisant un environnement plus calme.

E - CONCLUSION ET PALEOGEOGRAPHIE

LE TOURNAISIEN SUPERIEUR (Tn3c) ET LA BASE DU VISEEN INFERIEUR (V1a)

Dans le Synclinorium de Laval, le Synclinorium du Ménez-Bélair et le Synclinal de Montmartin, de nombreuses informations ont pu être recueillies, et neuf associations à Tétracoralliaires y ont été observées. A l'Ouest (Quenon au Nord de Rennes), l'association à Antiphyllidae-Cyathaxonia, du Tournaisien supérieur (Tn3c), caractérise un milieu calme et relativement profond sous la limite d'action des vagues. Au Sud-Est, dans le Synclinorium de Laval, se développe d'abord (Tn3a ou b ou base Tn3c, PARIS & al. 1982), la Formation de Changé (PLAINE 1976)(siltstones décalcifiés) riche en macrofaune. Les Tétracoralliaires sont représentés par des petits solitaires sans dissépiments, malheureusement indéterminables. Cependant, l'association à Tétracoralliaires, bien que plus ancienne, devait être très proche de celle de Quenon qui caractérise un milieu calme et profond, sous la limite d'action des vagues. Au cours du Tournaisien supérieur (Tn3c), la sédimentation carbonatée s'installe dans cette zone profonde et les récifs waulsortiens, développés dans des eaux chaudes, s'épanouissent, permettant le développement de l'association à Amplexus ; d'après les associations de Conodontes (Gnathodus texanus, Scaliognathodus anchoralis, PELHATE 1971) contenues dans les encrinites de la base des récifs waulsortiens, ces derniers se seraient développés le long d'une pente (DREESEN et al. 1986). Au Nord-Est, trois associations à Tétracoralliaires apparaissent, l'association à Siphonophyllia étant la plus répandue. Elle caractérise un milieu relativement calme, pouvant être mal oxygéné (région de Port-Etroit), mais se situant probablement au-dessus de la limite d'action des vagues. Les associations à Syphonophyllia-Antiphyllidae et Aulophyllidae-Antiphyllidae (présentes aux Rochers), bien que possédant de nombreux polypiers sans dissépiments, caractérisent un environnement plus agité que celui de l'association à Siphonophyllia. Les petits polypiers sans dissépiments constituent des accumulations se mélangeant aux polypiers à dissépiments, et proviennent probablement de zones plus calmes et plus profondes (Quenon à l'Ouest ou Formation de Changé au Sud...?). La prolifération importante des Calcisphères et des Palaeoberesellae, et le milieu réducteur surtout à Port-Etroit, indiquent que, dans la Formation de Sablé, l'ensemble des associations vivent dans un bassin à circulation restreinte (MAMET 1973, MAMET & ROUX 1974). En effet, un haut-fond situé entre Vaiges et Epineux (PELHATE 1971), séparait le Synclinorium médian à L'Ouest de la mer ouverte à l'Est (fig. 118). Ceci expliquerait l'absence des Céphalo-

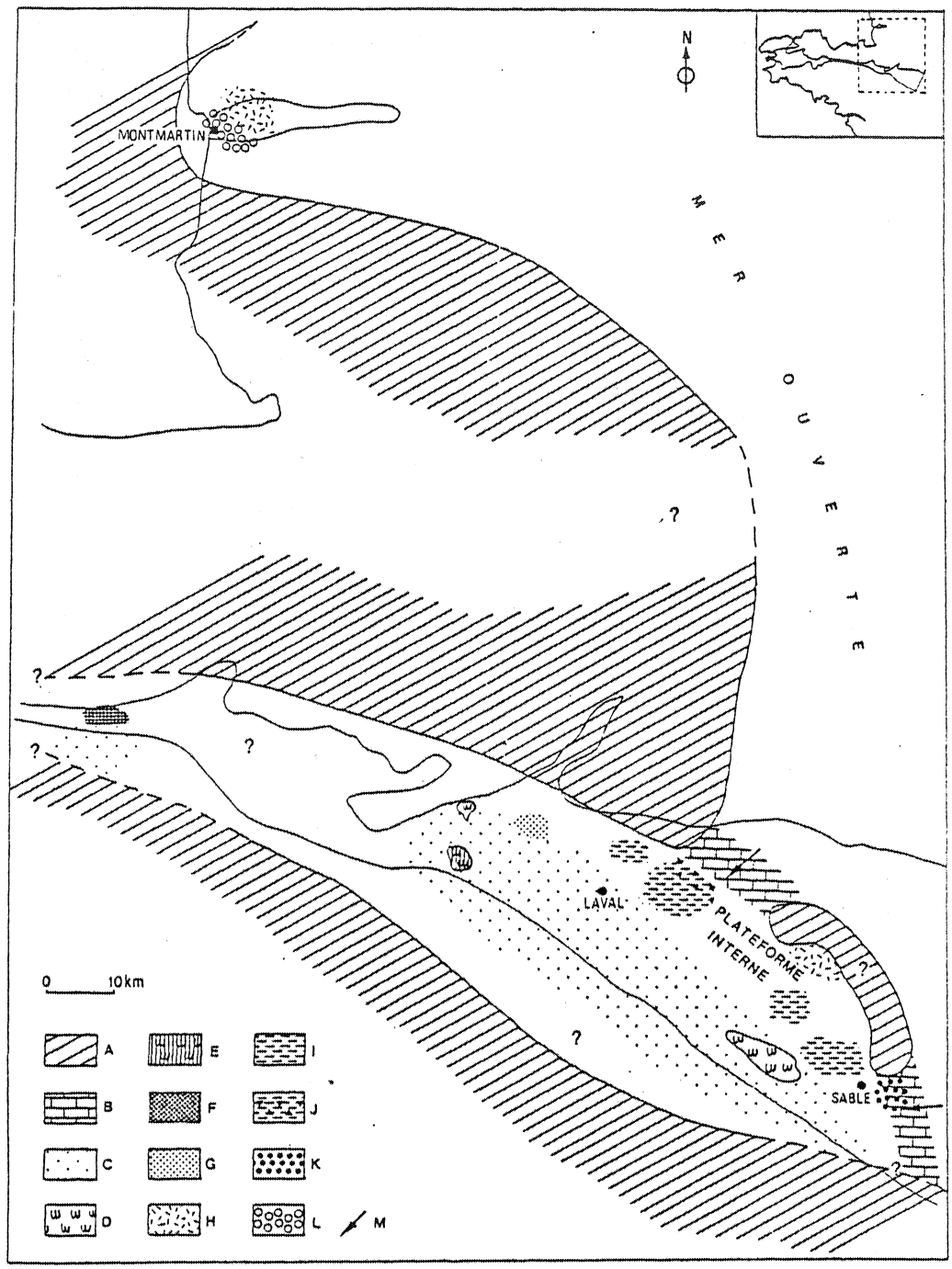


Fig. 118. - Esquisse paléogéographique des Synclinoria de Laval et du Ménez-Bélair et du Synclinal de Montmartin au Tournaisien supérieur (Tn3c) et à la base du Viséen inférieur (VIa).
A : terres émergées supposées ; B : haut-fond immergé ; C : Formation de Laval (zone profonde) ; D : récifs waulsortiens ; E : Association à *Amplexus* (faciès waulsortien) ; F : Association à Antiphyllidae-*Cyathaxonia* ; C : Association à Plerophyllina ; H : Association à *Sychnoelasma* ; I : Association à *Siphonophyllia* ; J : Association à *Siphonophyllia*-Antiphyllidae et Association à Aulophyllidae-Antiphyllidae ; K : Association à *Solemnophyllum* ; L : Association à *Palaeosmilia* ; M : influence de la mer ouverte.

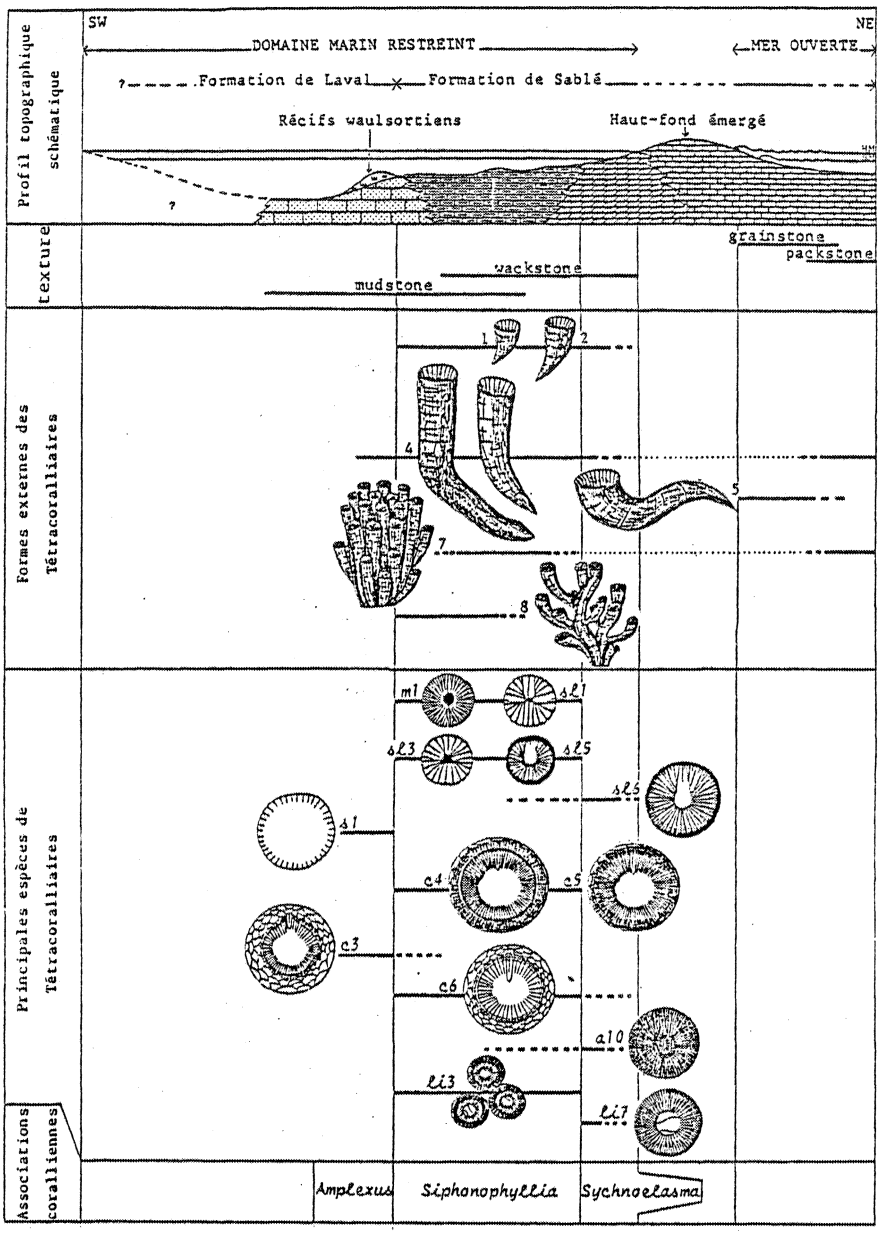
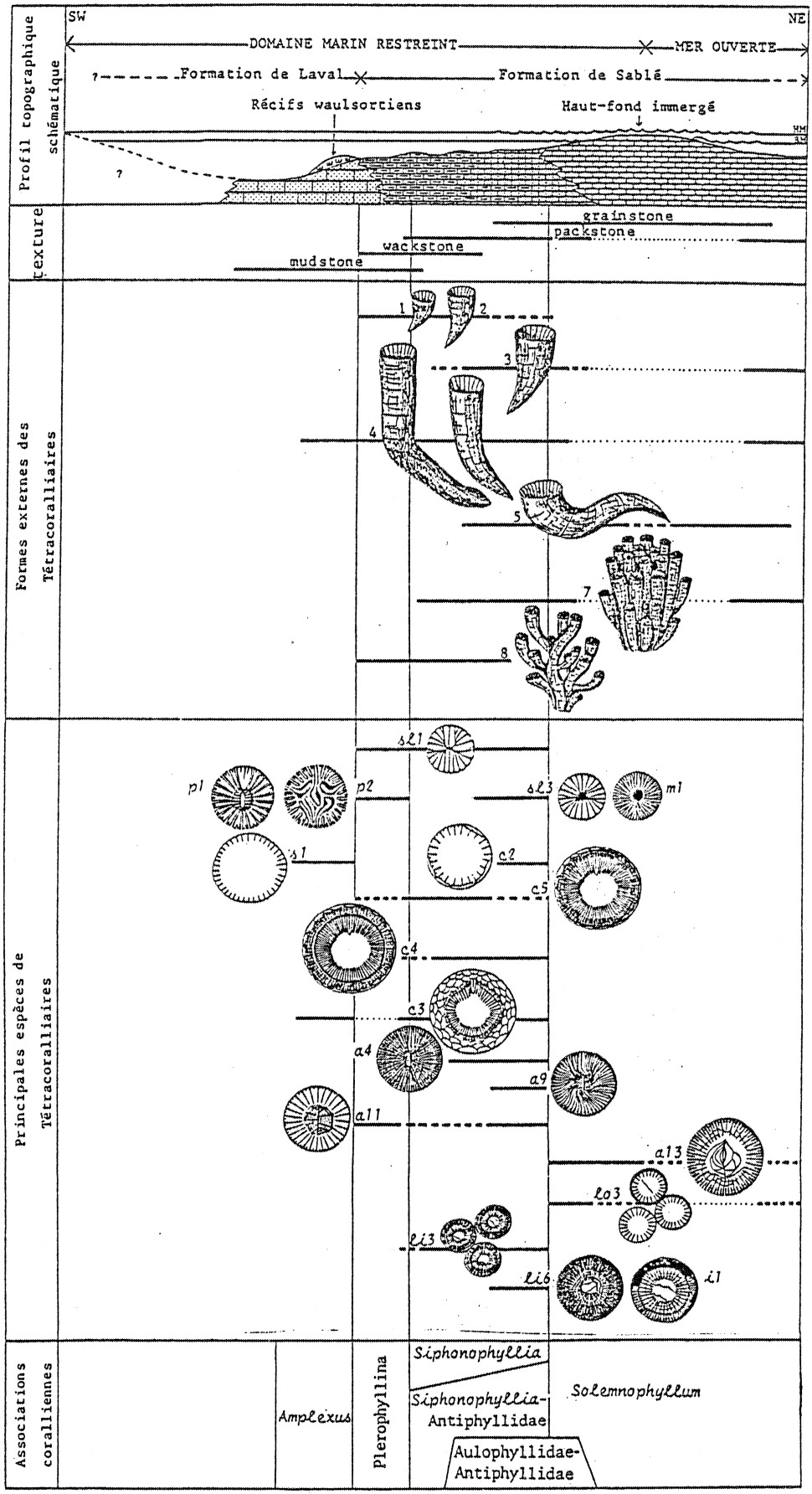


Fig. 119. - Distribution des associations de Tétracoralliaires en fonction de la bathymétrie, du niveau d'énergie, sur une coupe schématique en arrière du haut-fond émergé dans le Synclinorium de Laval au Tournaisien supérieur (Tn3c) et à la base du Viséen inférieur (V1a).

Fig. 120. - Distribution des associations de Tétracoralliaires en fonction de la bathymétrie, du niveau d'énergie, sur une coupe schématique en arrière du haut-fond immergé dans le Synclinorium de Laval, au Tournaisien supérieur (Tn3c) et à la base du Viséen inférieur (V1a).
1 : trochoïde ; 2 : cératoïde ; 3 : cératoïde de grande taille ; 4 : cylindroïde ; 5 : scolécoïde ; 6 : massive cérioïde ; 7 : fasiculée phacelloïde ; 8 : fasciculée dendroïde. (sigles des espèces voir fig. 96).


Profil topographique schématique
SW
NE
DOMAINE MARIN RESTREINT
MER OUVERTE
Formation de Laval
Formation de Sablé
Récifs waulsortiens
Haut-fond immergé
Texture
grainstone
packstone
wackstone
mudstone
Formes externes des Tétracoralliaires
1
2
3
4
5
7
8
Principales espèces de Tétracoralliaires
sl1
p1
p2
sl3
m1
s1
c2
c5
c4
c3
a4
a9
a11
a13
lo3
li3
li6
i1
Associations coralliennes
Amplexus
Plerophyllina
Siphonophyllia
Siphonophyllia-Antiphyllidae
Solemnophyllum
Aulophyllidae-Antiphyllidae

podes (organismes pélagiques) à Quenon. Cet endroit, éloigné de la mer ouverte (actuellement situé dans un domaine très tectonisé (voir supra p. 7,fig. 6), et sa position par rapport au Synclinorium de Laval étant impossible à définir) ne subit que très faiblement son influence et n'autorise pas le développement des polypiers à dissépiments. Les associations à Siphonophyllia, Siphonophyllia-Antiphyllidae, Aulophyllidae-Antiphyllidae, riche en polypiers à dissépiments se situent immédiatement en arrière du haut-fond, dans des eaux moins profondes et pouvant subir l'influence de la mer ouverte (présence de Foraminifères pélagiques, milieu plus agité), ou, au contraire, se développer dans un milieu réducteur et isolé. Ce haut-fond constitue une barrière géographique favorisant un endémisme chez certains Tétracoralliaires à dissépiments (Cyathoclisa monicae, Delepinella anastomosa, Semenoffia moedenensis, Solenodendron pillolai, Aulokoninckophyllum miloni, Siphonophyllia gigantea).

Au Viséen inférieur (V1a), dans le Synclinorium de Laval, la paléogéographie est à peu de choses près la même qu'au Tournaisien supérieur. Les associations à Tétracoralliaires se diversifient en fonction de la bathymétrie, l'oxygénation et la salinité sur cette plateforme interne et de leur éloignement du haut-fond. A l'Ouest, les polypiers sans dissépiments prolifèrent avec l'association à Plerophyllina. Cette association est éloignée du haut-fond (fig. 118, 120) et le milieu est calme. Vers l'Est, ou la turbulence des eaux augmente, ou le milieu est très confiné ; l'association à Siphonophyllia y domine. L'association à Solemnophyllum indique un milieu agité et peu profond, en relation avec la mer ouverte, par ses polypiers scolécoïdes et l'abondance et la diversité des Gastéropodes ; cette association s'est développée sur le haut-fond immmergé ou juste en arrière de celui-ci. Enfin, immédiatement en arrière du haut-fond, s'épanouit l'association à Sychnoelasma ; elle semble s'être développée dans un milieu sursalé. Pour expliquer ce phénomène, le haut-fond devait être émergé ou proche de l'émersion et isoler cette région très peu profonde du domaine marin franc. On remarque d'ailleurs, qu'au Sud-Ouest de cette région "évaporitique", l'association à Siphonophyllia se développe dans un milieu réducteur, confiné, alors qu'au Nord, cette même association se situe dans une zone agitée, subissant fortement l'influence de la mer ouverte (fig. 118-120). Là encore l'endémisme est favorisé (Lophophyllidium (?) vannieri, Nominoephyllum lardeuxi (polypiers sans dissépiments), Solemnophyllum semenoffi).

Il est difficile de comparer cette paléogéographie très particulière avec une région actuelle. Cependant, des affinités peuvent être observées avec le Golfe Persique actuel (voir PURSER 1983). Le détroit d'Hormuz aurait sensiblement le même effet sur le milieu que la partie émergée (ou proche de l'émersion) du haut-fond dans le Synclinorium de Laval :

- influence sur la salinité, l'oxygénation (fig. 121).
- influence sur les faunes. Dans le Golfe Persique, on compte 15 genres de polypiers scléractiniaires seulement ; ce nombre est nettement inférieur à celui de la faune indopacifique et des Caraïbes. Les Acropores sont branchus et de taille modeste, alors que leur morphologie est massive aux Caraibes et dans la Grande Barrière australienne. Les formes hermatypiques ne supportent pas une salinité supérieure à 48 % , la plus grande variété de ces formes se situe au Nord du golfe où la salinité est inférieure à 40 %.

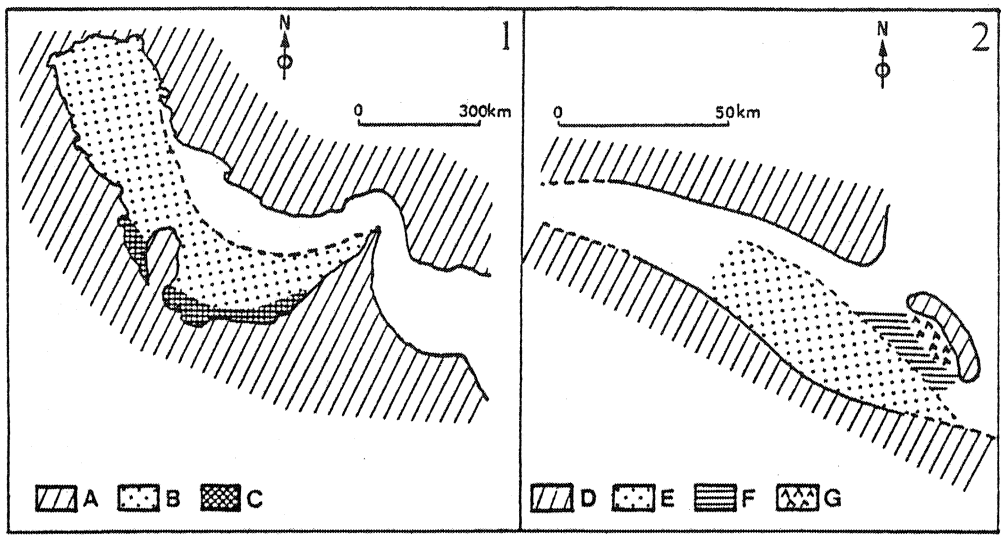


Fig. 121. - 1 : influence du détroit d'Hormuz sur la salinité dans le Golfe Persique actuel.
A : terres émergées ; B : salinité de 40 ‰ à 50 ‰ ; C : salinité supérieure à 50 ‰.
2 : influence du haut-fond émergé sur la salinité et l'oxygénation des eaux dans le Synclinorium de Laval au Tournaisien supérieur (Tn3c) et à la base du Viséen inférieur (VIa).
D : terres émergées supposées : E : Formation de Laval (zone profonde) ; F : dépôts riches en matière organique, mal oxygénés ; G : calcaire dolomitisé, salinité supérieure à la normale.

Dans le Synclinorium de Laval, on note l'absence totale de certains genres connus ailleurs et caractéristiques de cette période : en particulier le genre Caninophyllum ; à cette même époque, le genre Palaeosmilia est également absent alors qu'il est très abondant dans le Synclinal de Montmartin. Solemnophyllum semble substituer Palaeosmilia dans le Synclinorium de Laval. Les formes coloniales sont très rares.

Le Synclinorium de Montmartin, plus au Nord, présente seulement deux associations à Tétracoralliaires. Ces associations traduisent un milieu peu profond, l'association à Sychnoelasma indiquant une zone agitée mais moins turbulente que l'association à Palaeosmilia (fig. 122). Cette dernière, développée dans la zone intertidale, ou au sommet de la zone subtidale, se situe essentiellement au Sud et à l'Ouest du synclinal, alors que l'association à Sychnoelasma se développe au Nord et à l'Est (fig. 118).

LE SOMMET DU VISEEN INFERIEUR (V1b)

Les données relatives au Synclinorium de Laval sont très limitées. L'association à Palaeosmilia croît sur les pentes du haut-fond aussi bien du côté de la mer ouverte que dans le bassin restreint ; l'environnement est très peu profond et très agité. Aucunes données

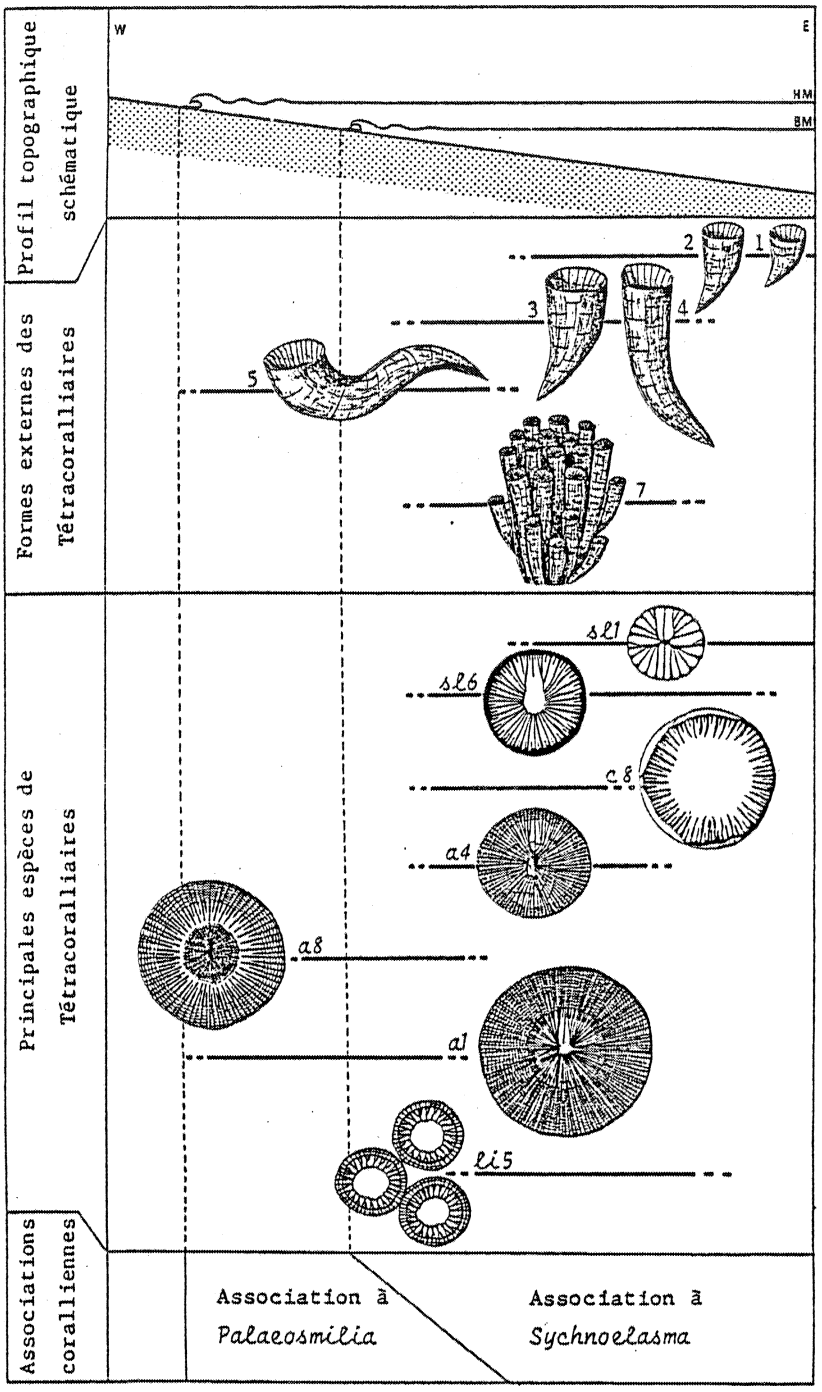


Fig. 122. - Distribution des associations de Tétracoralliaires en fonction de la bathymétrie, du niveau d'énergie, sur une coupe schématique du Synclinal de Montmartin (sigles : fig. 96 et 120).

n'ont été obtenues vers l'Ouest et, de ce fait, la paléogéographie, au sommet du Viséen inférieur (V1b), ne peut être établie.

LE VISEEN MOYEN (V2a et b)

L'essentiel des données paléontologiques dont on dispose relativement au Viséen moyen ont été fournies par la partie orientale du synclinorium. Des Tétracoralliaires ont été signalés par PELHATE (1971) dans sa partie occidentale, aux Aumeunes (Louverné) ; seul le gisement de Saint-Roch (Changé, Mayenne) en a livré.

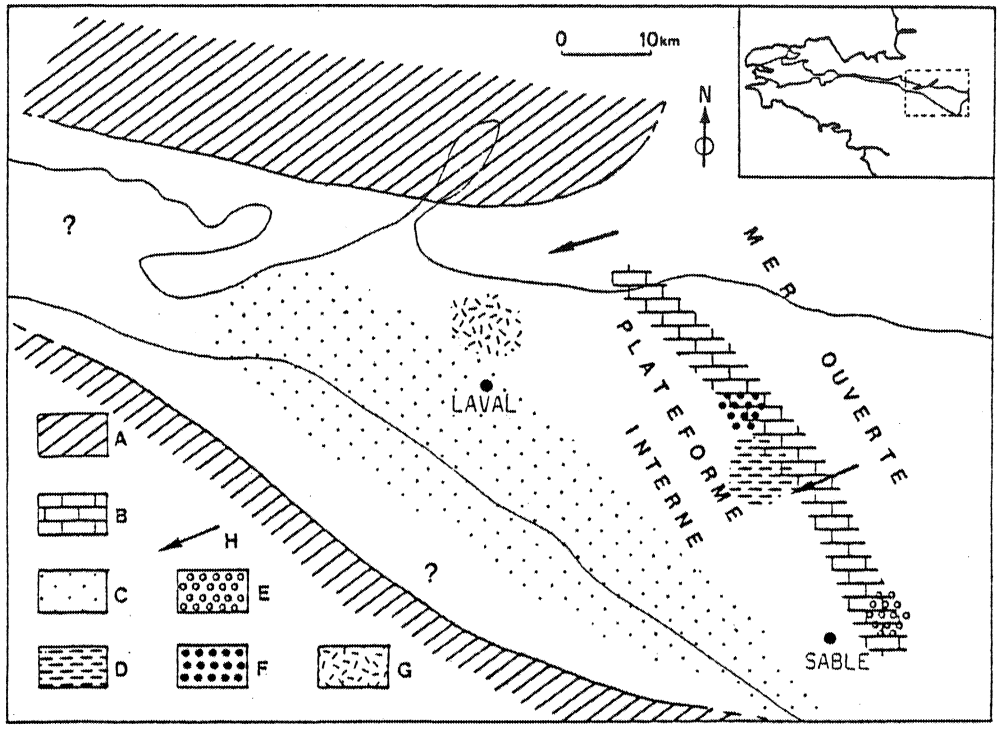


Fig. 123. - Esquisse paléogéographique du Synclinorium de Laval au Viséen moyen. A : terres émergées supposées ; B : haut-fond immergé ; C : Formation de Laval (zone profonde) ; D : Association à *Bifossularia* ; E : Association à *Palaeosmilia* ; F : Association à *Sabolia* ; G : Association à *Axophyllum*.

Dans la partie orientale sont localisées les associations à Tétracoralliaires sur le haut-fond ou à sa proximité. Sur la plate forme interne, les coraux semblent devenir plus rares (fig. 123). Quatre associations à Tétracoralliaires se développent au Viséen moyen. En avant du haut-fond à l'Est, on retrouve l'association à Palaeosmilia, l'environnement est peu profond et le milieu très agité. Les trois autres associations se situent en arrière du haut-fond. De nombreuses Palaeoberesellae s'y épanouissent, caractérisant un milieu restreint (MAMET & ROUX 1974). L'association à Sabolia reflète un milieu très agité ; l'association à Bifossularia témoigne d'une turbulence des eaux moins forte que la précédente. Bifossularia tictensis est la seule espèce commune à ces deux associations. Enfin, plus à l'Ouest se développe l'association à Axophyllum qui traduit aussi un milieu agité (présence de colonies massives du genre Lithostrotion,

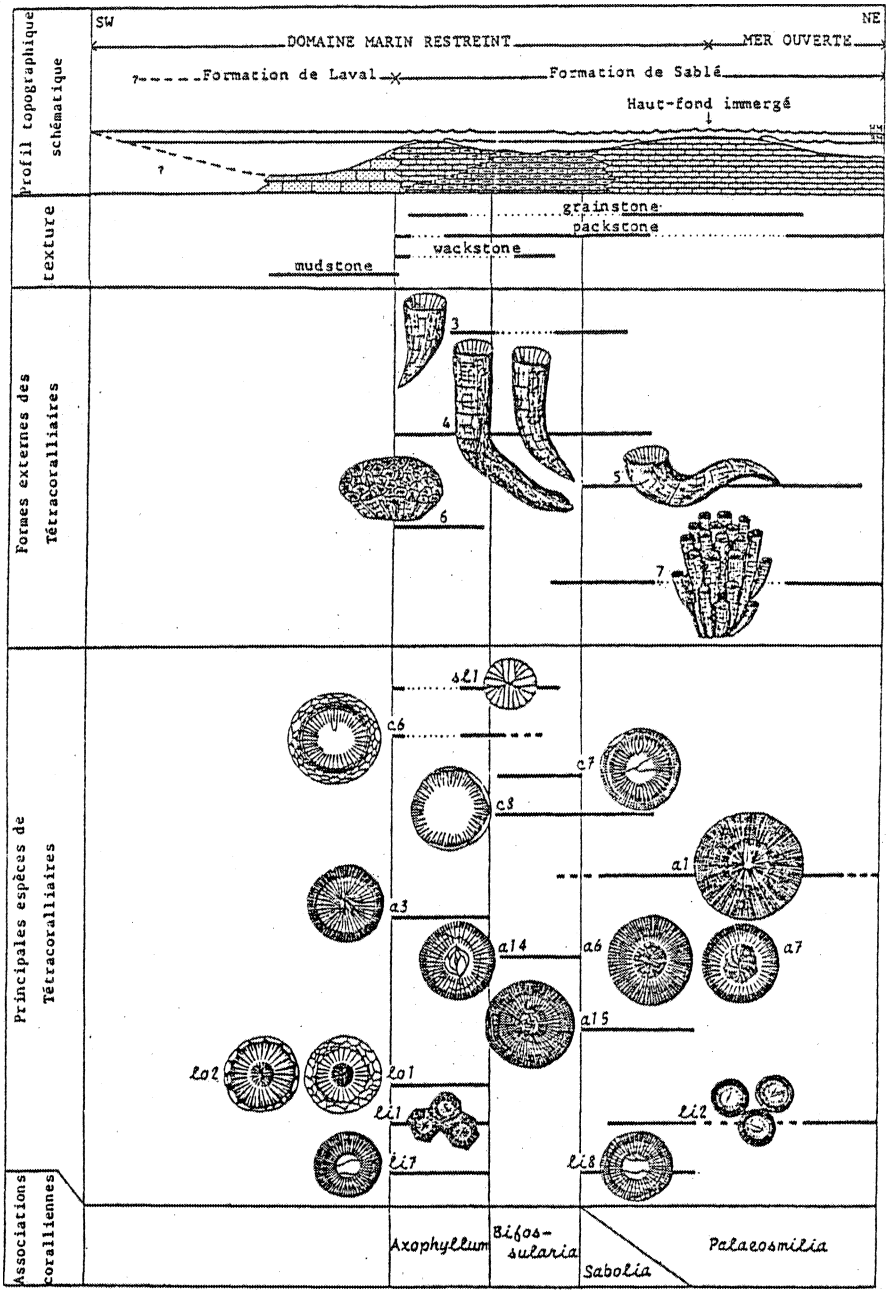


Fig. 124. - Distribution des associations de Tétracoralliaires en fonction de la bathymétrie et du niveau d'énergie sur une coupe schématique du Synclinorium de Laval au Viséen moyen. (sigles : fig. 96 et 120).

sédimentologie) (fig. 124). Au Viséen moyen, la région où se dépose la Formation de Sablé est dans son ensemble très peu profonde (fig. 124). Rien ne permet d'affirmer si le haut-fond est émergé ou immergé. Les microfaciès observés semblent caractériser des milieux bien oxygénés et à salinité normale.

HOULGATTE & al. (1987), proposent une reconstitution paléogéographique du Synclinorium de Laval à partir des données sédimentologiques ; lors de la tectonique fini-dévonienne (phase bretonne), décrochement et rifting ont affecté cette région ; ceci pourrait expliquer la présence du haut-fond à l'Est, et l'évolution en plateforme interne de ce bassin du Tournaisien supérieur au Viséen moyen.

AFFINITES DES FAUNES DE TETRACORALLIAIRES

Dans le Massif Armoricain, les Tétracoralliaires sans dissépiments, abondants au Tournaisien supérieur, se raréfient au cours du Carbonifère inférieur, surtout à partir du sommet du Viséen inférieur. La plupart des espèces tournaisiennes sont surtout communes avec les autres régions de l'Europe occidentale (Cravenia rhytoides, Rotiphyllum densum, Sychnoelasma koninckii) ; les autres sont répandues dans toute l'Eurasie (Amplexus coralloides, Cyathaxonia cornu, Prohetерelasma (?) omaliusi). Les mêmes affinités peuvent être notées pour les Tétracoralliaires sans dissépiments du Viséen inférieur.

Les Tétracoralliaires à dissépiments présentent, contrairement aux précédents, de nombreuses espèces endémiques (70 % au Tournaisien supérieur, 50 à 60 % au Viséen). Quelle que soit la période de temps considérée, les autres espèces à dissépiments sont communes avec l'Europe occidentale et le Nord de l'Afrique (Siphonophyllia hettonensis au Tournaisien supérieur, Siphonophyllia aff. garwoodi au Viséen inférieur) ou avec l'ensemble de l'Eurasie et toujours le Nord de l'Afrique (Caninia cornucopiae au Tournaisien supérieur, Siphonophyllia cylindrica au Tournaisien supérieur et Viséen inférieur, Palaeosmilia murchisoni au Viséen inférieur et moyen).

Bifossularia tictensis apparaît dès le Viséen inférieur dans le Massif Armoricain et Bifossularia ussowi au Viséen moyen seulement. Ces deux espèces n'étaient connues, jusqu'à présent, que dans le Bassin du Kuznetsk (Sibérie, URSS), à partir du Tournaisien supérieur et jusqu'au Viséen moyen. Le genre Bifossularia aurait des représentants au Nord de l'Afrique (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY, communication orale). Ces deux espèces communes au Massif Armoricain et au Bassin du Kuznetsk n'implique pas nécessairement la contiguité de ces deux régions au Carbonifère inférieur. MAYR (1974, p. 371, 372) indique que la majorité des larves planula de Galaxia aspaersa (coraux constructeurs de récifs actuels), se fixent en une semaine, mais qu'un petit nombre flotte pendant 60 jours. Dans un courant océanique de 3 km par heure (72 km par jour), elles peuvent couvrir 4500 km avant de se fixer. Les larves planula de Bifossularia tictensis, dès le Viséen inférieur, et de Bifossularia ussowi, au Viséen moyen, ont fort bien pu, elles aussi, parcourir de grandes distances avant d'atteindre le Massif Armoricain. B. ussowi et B. tictensis sont les seules espèces du Bassin du Kuznetsk, que l'on rencontre aussi dans le Massif Armoricain. Si Lophophyllum fomitchevi DOBROLYUBOVA et Rylstonia benecompacta kussbassica DOBROLYUBOVA appartiennent réellement au genre

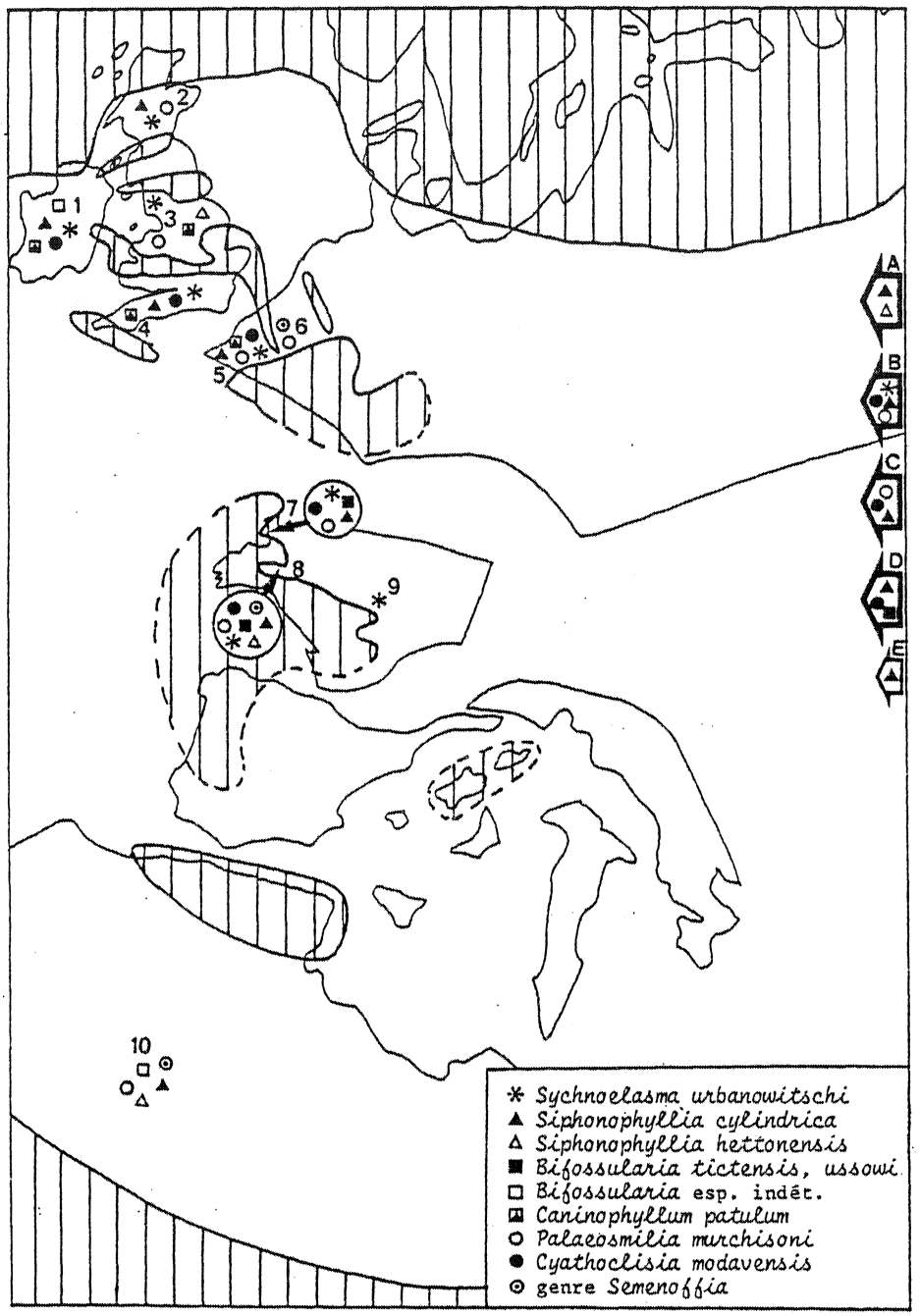


Fig. 125. - Affinités des Faunes de Tétracoralliaires du Massif Armoricain avec celles de l'Europe du Nord-Ouest, du Nord de l'Afrique.
1 : Irlande ; 2 : Ecosse ; 3 : Centre Angleterre ; 4 : Sud-Ouest Angleterre ; 5 : Bassin de Namur-Dinant (Belgique) ; 6 : Bassin de Campine-Brabant (Belgique) ; 7 : Synclinal de Montmartin ; 8 : Synclinorium de Laval (France) ; 9 : Morvan (France) ; 10 : Nord de l'Afrique.
Relation avec les régions orientales : A : Nouvelle-Zemble ; B : Oural ; C : Bassin de Donetz ; D : Bassin du Kuznetsk ; E : Kazakhstan.
Reconstitution paléogéographique d'après SCOTESE et al. (1979), VAI (1979), FEDOROWSKI (1981), POTY (1981), LEEDER (1987). Les zones hachurées indiquent les terres émergées supposées.

Solemnophyllum, comme il l'a suggéré ici (p. 90, 91), les relations entre Massif Armoricain et Bassin du Kuznetsk s'en trouveraient accentuées.

L'appauvrissement en polypiers sans dissépiments à partir du sommet du Viséen inférieur n'est assurémment pas fortuit. Il correspond à une bathymétrie de moins en moins profonde en arrière du haut-fond, lié à un comblement de la plateforme interne, et annonçant l'émersion de la région au cours du Viséen supérieur.

Le genre Lophophyllidium est connu dans le monde entier, excepté en Europe occidentale, à partir du Carbonifère supérieur. Lophophyllidium (?) vannieri, dans la mesure où ce taxon appartient bien au genre Lophophyllidium, en serait la première espèce connue. Des remarques similaires peuvent être faîtes pour les genres Aulokoninckophyllum et Semenoffia. En effet, ces deux genres n'étaient connus qu'à partir du Viséen supérieur (Aulokoninckophyllum carinatum en Eurasie et au Nord de l' Afrique, A. ubaghsi en Belgique, A. (?) simplex en Australie, Semenoffia amarensis au Nord de l'Afrique, Semenoffia viseensis en Belgique (région de Visé)). Dans le Massif Armoricain, ils apparaissent dès le Tournaisien supérieur avec Aulokoninckophyllum miloni et Semenoffia moedenensis.

En définitive, la faune corallienne étudiée ici, appelle, relativement à ses affinités, les remarques suivantes :

-elle est apparentée à celle de l'Europe occidentale, et aussi du Nord de l'Afrique, soit la "Western European" province (FEDOROWSKI 1981) (fig. 125).

-les affinités avec l'Europe de l'Est et l'Asie sont également bien marquées, surtout à partir du Viséen inférieur (genres Bifossularia et ? Solemnophyllum).

Ces faits confirment le caractère européen, nord-africain et éventuellement eurasiatique de cette faune, c'est-à-dire que les Tétracoralliaires armoricains appartiennent à l'"Eurasian region", une des trois régions zoogéographiques distinguées par HILL (1973, 1981). Cette région a été ensuite divisée en six provinces par FEDOROWSKI (1981) parmi lesquelles la "Western European" province (voir supra).

BIBLIOGRAPHIE

AMIEUX P. 1979 .
Exemple d'un passage des "Black shales" aux évaporites dans le Ludien (Oligocéne inférieur) du Bassin de Mormoiron (Vaucluse, Sud-Est de la France). Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine. 4, 1, p. 281-307.

BANDEL K. 1974 .
Deep-water limestones from the Devonian-Carboniferous of the Carnic Alps, Austria. Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ. 1, p. 93-115, text.-fig. 1-16.

BERNARD H.M. 1904 .
The protheca of the Madreporaria ; with special reference of the genera Calostylis LINDS. and Moselaya QUELCH. Ann. and Mag. Nat. Hist., ser. 7, p. 1-33.

BEUS S.S. 1984 .
Fossil associations in the high Tor Limestone (Lower Carboniferous) of South Wales. Journ. of Paleont., 58, 3, p. 651-667, 11 fig.

BEZIER M. 1890 .
Sur un gisement carbonifère de l'étage de Visé, reconnu à Quenon en SaintAubin-d'Aubigné (Ille-et-Vilaine). C.R. Acad. Sci. Paris, p. 403-404.

BONEM R.M. 1981 .
Orientation and functional morphology of Conocardium mollusks. Geol. Soc. America Abstr. Prog., 13, (7), p. 413.

BRETSKY P.W. Jr. 1969 .
Evolution of Paleozoic Benthic Marine invertebrate Communities. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 6, (1), p. 45-59, 1 fig., 2 tabl.

CARPENTIER A., DELEPINE G. & MARTEL H. 1935 .
Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe. Bull. Soc. Géol. France, (V), 5, p. 77-84, pl. II-III. Paris.

CARRUTHERS R.G. 1908 .
A revision of some Carboniferous Corals. Geol. Mag., n.s., V, p. 63-74, 158-171, pl. IV, VI. Cambridge.

CARRUTHERS R.G. 1909 .
In LEE G.W. : A carboniferous fauna from Novaja Zemlja collected by Dr Bruce W.S. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, XLVII, p. 143-186, 2 pl. Edinburgh.

CARRUTHERS R.G. 1910 .
On the Evolution of Zaphrentis delanouei in lower Carboniferous times. Quart. Jour. Geol. Soc., LXVI, p. 523-538, pl. XXXVI, XXXVII, London.

CARRUTHERS R.G. 1913 .
Lophophyllum and Cyathaxonia : revision notes on two genera of Carboniferous corals. Geol. Mag., n.s., V, X, 11,p. 49-56, text.-fig. 1-5, pl. III. Cambridge.

CHEVALIER J.P. 1972 .
Coraux. La Mer, 3, p. 943-960.

CHICHEREAU L., MONTEIL G. & TRICHET J. 1976? .
Informations données par les acides aminés et les sucres aminés sur l'origine , présumée algaire, de certains calcaires. Congrès international? p. 879-890.

CLARKE M.J. 1966 .
A new species of Fasciculate Aulina from Ireland. Scien. Proc. Roy. Dub. Soc., A, 2, 14, p. 221-227, pl. 20. Dublin.

COATES A.O. & OLIVER W.A. 1973 .
Coloniality in zoantharian corals. in R.S. BOARDMAN, A.H. CHEETHAM & OLIVER W.A. (eds). Animal colonies, p. 3-27, text.-fig. 1-9, tabl. 1-2. DOWDEN, HUTCHISON & ROSS (Stoudsberg, Pa.).

CONIL R., GROESSENS E. & LYS M. 1973 .
Etude micropaléontologique de la tranchée d'Yves Gemezee (Tn3c-V1-V2, Belgique). Bull. soc. Belge Géol. Paléont. hydr., 82, 1, p. 201-239.

CONIL R., GROESSENS E. & PIRLET H. 1976 .
Nouvelle charte stratigraphique du Dinantien type de la Belgique. Ann. Soc. géol. Nord, XCVI, p. 363-373, 2 tab. Lille.

CONIL R. & LYS M. 1964 .
Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois). Part 1. Algues et Foraminifères et part 2. Foraminifères. Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, 23, 335 p., 42 pl.

CONIL R., POTY E., SIMAKOV K.V. & STREEL M. 1982 .
Foraminifères, spores et Coraux du Famenien supérieur et du Dinantien du Massif de l'Omolon (Extreme-Orient soviétique). Ann. Soc. Geol. Belg., 105, 1, p. 145-160, 2 fig., 5 pl. Liège.

COOPE G.R. 1956 .
The insertion of septa in the late growth stages of Clisiophyllid Corals. Geol. Mag., 93, p. 233-241, pl. IX. Cambridge.

COOPE G.R. 1957 .
The insertion of septa in the late growth stages of Palaeosmilia murchisoni (EDW. & H.). Geol. Mag., 94, 6, p. 465-471, 2 fig., 1 pl., Cambridge.

COTTON G. 1973 .
The Rugose Coral genera. 358 p. Elesvier. Amsterdam.

CUIF J.P. 1974 .
Indices d'affinités paléozoiques chez les Madréporaires du Trias supérieur. C.R. Acad. Sci. Paris, 279, (D), p. 1753-1756. Paris.

CUIF J.P. 1975 .
Caractères morphologiques, microstructuraux et systématiques des Pachythecalidae, nouvelle famille de Madréporaires triasiques. Géobios, 8, 3, p. 157-180, fig. 9, pl. 12-14. Lyon.

DANA J.D. 1846 .
Genera of fossil Corals of the family Cyathophyllidae. Amer. Jour. Sc. and Arts, (2), I, p. 178-189, 5 fig.

DELEPINE G. 1911 .
Recherches sur le Calcaire Carbonifere de la Belgique. Mem. et Trav. Fac. Cath. de Lille, 8, 419 p.

DELEPINE G. 1913 .
Note préliminaire sur la faune du calcaire carbonifère du bassin de Laval. Ann. Soc. Géol. Nord, XLII, p. 26-30. Lille.

DELEPINE G. 1930a.
La faune du Calcaire de Régneville. Mém. Soc. linn. Normandie, N.S., Sect. Géol., I, 1, mém. 1, p. 3-24, pl. I-II. Caen.

DELEPINE G. 1930b.
Contribution à l'étude de la faune du Calcaire de Sablé ; les polypiers. Mém. Soc. linn. Normandie, N.S., sect. Géol., I, 1, mém. 2, p. 27-40, pl. III. Caen.

DEMANET F. 1923 .
Le Waulsortien de Sossoye et ses rapports fauniques avec le Waulsortien d'age Tournaisien supérieur. Inst. Géol. Univ. Louvain, II, p. 37-286, texte-fig. 1-5, pl. IV-XIV, 1 tabl., 1 carte. Louvain.

DINGWALL J.M.M. 1926 .
On Cyathoclisia a new genus of Carboniferous Coral. Quart. Jour. Geol. Soc., LXXXII, p. 12-21, pl. I-III. London.

DIXON O.A. 1970 .
Variation in the Visean Coral Caninia benburbensis from north-west Ireland. Palaeontology, 13, 1, p. 52-63, 14 fig. London.

DOBROLYUBOVA T.A. 1970 .
Novye odinochnye rugosy iz nizhnego karbona Russkov platiformy : in G.G. ASTROVA & I. I. CHUDINOVA (eds). Novye vidy paleozoyskikh mshanok i korallov, p. 121-134, pl. 44-48. Nauka Moscou.

DOBROLYUBOVA T.A., KABAKOVITCH N.D. & SAYUTINA T.A. 1966 .
Chetyrekhluchevye korally nizhnega karbona kuznetskoj kotloviny. Trudy paleont. Inst. Akad. Nauk. SSSR, 111, 275 p., 45 pl. Moscou.

DOUBINGER J., DROT J. & PONCET J. 1966 .
Présence d'une série ordovicienne dans le synclinal de Montmartin-sur-Mer (Manche). C.R. Acad. Sci. Paris, (D), 262, p. 961-963.

DOUGLAS J.A. 1909 .
The Carboniferous Limestone of County Clare (Ireland). Quart. Jour. Geol. Soc., LXV, p. 538-586, text.-fig. 1-7, pl. XXVI-XVII. London.

DREESEN R., SANDBERG C.A. & ZIEGLER W. 1986 .
Review of late devonian and early carboniferous conodont biostratigraphy and biofacies models as applied to the Ardenne shelf. Ann. Soc. Géol. Belgique, 109, p. 27-42.

DUBREUIL M. 1986 .
Evolution géodynamique du Paléozoique Ligérien (Massif Armoricain). Thèse doctorat d'Etat, Nantes, 278 p.

DUERDEN J.E. 1902 .
Relationships of the Rugosa (Tetracoralla) to the living Zoantheae. Ann. Mag. Nat. Hist., 7, 9, p. 381-398, text.-fig. 1-12. London.

DUN W.S. & BENSON W.N. 1920 .
In BENSON W.N., DUN W.S., BROWNE W.R. : "The Geology and Petrology of the Great Serpentine Belt of N.S. Wales. Pt 9 : The Geology, palaeontology and pétrology of the Carrabubula District with notes on adjacent regions". Proc. Linn. Soc. N.S. Wales, XLV, (3), p. 337-363, pl. 18-23. Sydney.

DUNHAM R.J. 1962 .
Classification of carbonate rocks according to depositional texture classification of carbonate rocks, a symposium. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 1, p. 20-32.

DYBOWSKI W.N. 1873-1874 .
Monographie der Zoantharia Sclerodermata Rugosa aus der Silurformation Estlands, Nord Livlands und der Insel Gotland. Arch. Naturk. Liv. EhstKurl, (1), V, (3), 1873, p. 257-414, pl. I-II, 1874, p. 415-532, pl. IIIV.

EASTON W.H. 1944 .
Corals from the Chouteau and related formations of the Mississipi Valley region. Illinois State Geol. Surv. Rep. Inv., 97, 93 p., 4 text.-fig., pl. 22. Chicago.

EASTON W.H. 1945 .
Kinkaid corals from Illinois. J. Paleont., 19, 4, p. 383-389, fig. 1-8. Lawrence.

EASTON W.H. 1973 .
On the tetracorals Acrocyathus and Lithostrotionella and their septal morphology. Journ. of Paleont., 47, 1, p. 121-135, 1 pl.

ELF-AQUITAINE 1975 .
Essai de caractérisation sédimentologique des dépots carbonatés. 1 -Eléments d'Analyse. Elf-Aquitaine Centre Recherches Boussens et Pau, p. 1-173.

ELF-AQUITAINE 1977 .
Essai de caractérisation sédimentologique des dépots carbonatés. 2 -Eléments d'Interprétation. Elf-Aquitaine Centres Recherches Boussens et Pau, p. 1-231.

FAUROT L. 1909 .
Affinites des Tetracoralliaires et des Hexacoralliaires. Ann. Pal., IV, 3, p. 69-108, fig. 1-20.

FEDOROWSKI J. 1968 .
Upper Visean Tetracorallia from some borings in the Lublin coal measures (Poland). Acta Pal. Polonica, 13, 2, p. 203-217, pl.I et II. Warszawa.

FEDOROWSKI J. 1970 .
Some Upper Visean columnate Tetracorals from the Holy cross Montains, Poland. Acta Palaeont. Pol., XV, 4, p. 549-626, fig. 1-24, pl. I-XII. Warszawa.

FEDOROWSKI J. 1971 .
Aulophyllidae (Tetracoralla) from the Upper Visean of Sudetes and Holy cross Mountains. Pal. Polonica, 24, 1970, p. 1-137, 52 fig., pl. 1 - 23. Warszawa.

FEDOROWSKI J. 1974 .
The Upper Palaeozoic tetracoral genera Lophophyllidium and Timorphyllum. Paleontology, 17, 3, p. 441-474, 4 fig., pl. 60-70. London.

FEDOROWSKI J. 1981 .
Carboniferous corals : distribution and sequence. Acta Palaeont. Pol., 26, (2), p. 87-160.

FEDOROWSKI J. & JULL R.K. 1976 .
Review of blastogeny in Palaeozoic corals and description of lateral increase in some Upper Ordovician rugose corals. Acta Paleont. Pol., 21, 1, p. 37-78, text.-fig. 1-10, pL. 8-15. Warszawa.

FLEMING J. 1828 .
A History of British Animals, XXIII, p. 1-565. Edinburg.

FLOWER R.H. 1961 .
Montoya and related colonial corals. New Mexico State Bur. Mines Miner. Resour., mem. 7, 1, p. 1-97, pl. 1-8, 13-52. Santa Fe.

FLOWER R.H. & DUNCAN H.M. 1975 .
Some problems in coral phylogeny and classification. Bull. Ann. Paleontol. 67, 287, p. 175-192, text.-fig. 1, pl. 1-3.

FLUGEL H. 1975 .
Skelettentwicklung, Ontogenic und Funktionsmorphologie rugoser Korallen. Palaontol. Z., 49, 4, p. 407-431, text.-fig. 1-10.

FOMITCHEV W.D. 1931 .
Novye dannye o nizhnekamennougol'nykh korallakh Kuznestkogo bassejna. Trudy Glav. Geol. Razv. Uprav., 49, p. 1-80, pl. I-II.

FOMITCHEV W.D. 1939 .
Tip Kishetchnopolostnye Coelenterata in Atlas rukovodjashtchekh form iskopaemykh faun SSSR, Gonti, Leningrad, p. 50-64, fig. 10-12, pl. VI-XI.

FOMITCHEV W.D. 1953 .
Korally Rugosa i stratigrafjia sredne i verkhnekamennougol'nykh i permskikh otlozhenij Donetskogo bassejna. Trudy VSEGEI, 1 vol., 622 p., atlas pl. IXLIV. Moscou (Gosgeolizdat).

FONTAINE H. 1980 .
Sychnoelasma urbanowitschi, STUKENBERG, espèce corallienne du Carbonifère de Normandie, de la Sarthe et du Morvan. Société d'Hist. Nat. et des amis du Muséum d'Autun, 95, p. 19-26.

FRECH F. 1885 .
Die Korallenfauna des Oberdevons in Deutschland. Zeitschr. deutsch. Geol. Ges., 37, p. 21-130, pl. I-XI. Hannover.

FRITZ M.A. & HOWELL B.F. 1955 .
An Upper Cambrien coral from Montana. Jour. of Palaeont., 29, p. 181-183, Lawrence.

FRITZ M.A. & HOWELL B.F. 1959 .
Cambrotrypa montanensis, a Middle Cambrian fossil of possible coral affinity. Proc. Geol. Ass. Canada, 11, p. 89-93.

FROMENTEL E. de 1861 .
Introduction à l'étude des polypiers fossiles, 357 p., F. SAVY (Paris).

GABUNIA K.E. 1919 .
Materialy k izutchenijw fauny korallov iz nizhnekamennougol'nykh otlozhenij okolo d Rojki na Tomi. Izvest. sib. géol. kom., I, (3), p. 1-48, pl. 1-5.

GARWOOD E.J. 1912 .
The Lower Carboniferous succession in the North-West of England. Quart. Jour. Geol. Soc., LXVIII, p. 449-586, fig. 1-12, pl. XLIV-LVI. London.

GARWOOD E.J. 1916 .
The faunal succession in the Lower Carboniferous rocks of Westmorland and north Lancashire. Proc. Geol. Assoc. London, 27, p. 1-43.

GEBELEIN C.D. & HOFFMAN P. 1973 .
Algal origin of dolomite laminations in stromatolitic limestone. Jour. sediment. Petrol., 43, 3, p. 603-613.

GORSKY I.I. 1932 .
Korally iz nizhnekamennougol'nykh otlozhenij Novoj Zemli. Trudy Arkt Inst. 28, p. 1-128, pl. 1-12. Moscou.

GORSKY I.I. 1935 .
Nekotorye Coelenterata iz nizhnekamennougol'nykh otlozhenij Novoj Zemli. Trudy Arkt Inst., XXVIII, p. 1-128, pl. I-XII. Moscou.

GORSKY I.I. 1938 .
Kamennougol'nye Korally Novoj Zemli. Trudy Vses Arkt Inst., 93, (2), p. 1-221, fig. 1-81, pl. I-XVI. Moscou.

GRABAU A.W. 1922 .
Palaeozoic Corals of China, Part I : Tetraseptata. Pal. Sinica, B, II, 1, p. 1-76, fig. 1-74, pl. I. Péking.

GRABAU A.W. 1928 .
Palaeozoic Corals of China, Part I : Tetreseptata, Part II : Second Contribution to our knowledge of the Streptelasmoid Corals of China and adjacent territories. Pal. Sinica, B, II, 2, p. 1-175, pl. I-VI. Péking.

GRIFFITH R. 1842 .
Notice respecting the Fossils of the Mountain Limestone of Ireland. p. 1-25, 1 coupe géol. Dublin.

GROBER P. 1910 .
Essai de comparaison entre les couches du Calcaire carbonifère de Belgique et celle de l'Angleterre caractérisées par des zones à Polypiers et à Brachiopodes. Première partie : Le Tournaisien. Bull. Soc. Belg. Geol., Mémoires, 24, 1, p. 25-46, 3 pl. Bruxelles.

GUERANGER E. 1853 .
Essai d'un répertoire paléontologique du département de la Sarthe. JULIEN, LANIER & Cie, 44 p. Le Mans.

GUILLIER A. 1886 .
Géologie du département de la Sarthe. 418 p. Le Mans - Paris.

GUILLOCHEAU F. & ROLET J. 1982 .
La sédimentation paléozoique Ouest armoricaine : histoire sédimentaire, relations tectonique-sédimentation. Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, (C), 14, 2 : 45-62.

HARLAND W.B., COX A.V., LLEWELLYN P.G., PICKTON C.A.G., SMITH C.A.G., SMITH A.G.& WALTERS R. 1982 .
A geologic time scale. Cambridge Earth Science Series (HUGHES N.F., COOK A.H., HARLAND W.B., SCLATER J.G. : ed.). Cambridge University press.

HILL D. 1934 .
The Lower Carboniferous Corals of Australia. Proc. Roy. Soc. Queensland 45, p. 63-115, pl. 7-11. Brisbane.

HILL D. 1935 .
British Terminology for Rugose Corals. Geol. Mag., 72, 857 ,p. 481-518, Cambridge.

HILL D. 1938-1941 .
A Monograph on the Carboniferous Rugose Corals of Scotland. Palaeontogr. Soc. (1938), 91, p. 1-78, pl. I, II ; (1939), 92, p. 79-114, pl. III-V ; (1940), 93, p. 115-204, pl. VI-XI ; (1941), 94, p. 205-213. London.

HILL D. 1956 .
Rugosa in MOORE R.C. : Treatise on Invertebrate Paleontology, F, p. F233-F327, fig. 165-221. Lawrence, Kansas.

HILL D. 1960 .
Possible intermediates between Alcyonaria and Tabulata, Tabulata and Rugosa, Rugosa and Hexacoralla. Intern. Géol. Congr. Rep. 21 th sess., Norden 1960, Copenhagen. Berlingske Bogrykk, p. 234 (abstract) ; XXII, p. 51-58.

HILL D. 1973 .
Lower Carboniferous corals. in A. HALLAM (ed.), Atlas of palaeobiogeography . p. 133-142. Elsevier, Amsterdam.

HILL D. 1981 .
Rugosa and Tabulata. Supplement 1 in ROBINSON R.A. (ed.), Treatise on Invertabrate Palaeontology, Part F, Coelenterata. Boulder et Lawrence, USA, 2 vol, p. F1-F762, 2 tabl., 462 fig.

HOULGATTE E., LE HERISSE A., PELHATE A. & ROLET J. 1987 .
Evolution géodynamique du Bassin carbonifère de Laval (Massif Armoricain). Bull. B.R.G.M. (sous presse).

HOWELL E.J. 1938 .
Rugose corals from the mid-Avonian Limestones of West Glamorgan. Ann. and Mag. Nat. Hist., 2, 1, P. 1-22.

HUANG T.K. 1932 .
Permian corals of southern China. Palaeontol. Sinica, B, 8, (2), p. 1-163.

HUBBARD J.A.E.B. 1970 .
Sedimentological factors affecting the growth of the Visean Caninoid corals in north-west Ireland. Palaeontology, 13, 2, p. 191-207, 6 fig., pl. 41-44.

HUBBARD J.A.E.B. & POCOCK Y.P. 1972 .
Sediment rejection by recent scleractinian corals : a key to palaeoenvironmental reconstruction. Geol. Rundschau, 61, 2, p. 598-626, 10 fig., 1 pl.

HUDSON R.G.S. 1928 .
On the Lower Carboniferous corals : Cravenia rhytoides and Cravenia tela gen. et spp. n. Leeds Philos. Soc. Sci. Sec., Proc., 1, p. 252-257.

HUDSON R.G.S 1936 .
On the Lower Carboniferous corals : Rhopalolasma, gen. nov. and Cryptophyllum CARR. Yorksh. Geol. Soc. Proc., 23, 2, p.90-102.

HUDSON R.G.S. 1941 .
On the Carboniferous corals : Zaphrentis carruthersi sp. nov. from the Mirk Fall Beds and its relation to the Z. delanouei species-group. Proc. Yorks. Geol. Soc., 24, 4, p. 290-311, 1 text.-fig., pl. 21-22. Leeds.

HUDSON R.G.S. 1942 .
Fasciculophyllum THOMSON and other genera of the "Zaphrentis" omaliusi group of Carboniferous corals. Geol. Mag., 79, 5, p. 257-263, 2 text.-fig. Cambridge.

HUDSON R.G.S. 1943 .
Lower Carboniferous corals of the genera Rotiphyllum and Rylstonia. Proc. Leeds Phil. & Lit. Soc., 4, p. 135-141.

HUDSON R.G.S. 1944 .
Lower Carboniferous Corals of the Genera Rotiphyllum and Permia. Jour. of Paleontol., 18, 4, p. 355-362, fig. 1, pl. 56-57. Lawrence.

HUDSON R.G.S. & COTTON G. 1945 .
The Lower Carboniferous in a boring at Alport, Derbyshire. York. Geol. Soc. Proc., 25, 4, p. 254-330, text.-fig. 1-6, pl. 19, 1 tabl.

HUDSON R.G.S. & FOX T. 1943 .
An Upper Visean Zaphrentoid Fauna from the Yoredale Beds of North-West Yorkshire. Proc. Yorks. Geol. Soc., 25, p. 101-126, pl. IX-XII. Leeds.

HUDSON R.G.S. & PLATT M.I. 1927 .
On the Lower Carboniferous Corals : The Development of Rylstonia benecompacta, gen. et sp. nov. Ann. and Mag. Nat. Hist., 9, XIX, p. 39-48, pl. I, London.

ILJINA N.S. 1939 .
Korally iz nizhuekamennougol'nykh otlozheriij sredego tetchnija r. Ishim. Bull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prirody Otd. Geol., XVII (1), p. 83-101, pl. 1ab, 11, III a-b, IV.

ILJINA T.G. 1962 .
Nekotorye predstaviteli semejstva Plerophyllidae iz pogranitchnykh sloev permi i triasa Dzhul'fy. Paleont. Zhurn., (4), p. 70-82, pl. I-II. Novosibirsk.

ILJINA J.G. 1963 .
Novye dannye o proiskhozhedenii shestilutchevykh korallov. Doklady Akad. Nauk SSSR, 148, (1), p. 194-196, fig. 1-2.

ILJINA T.G. 1965 .
Tchetyrekhlutchevye korally pozdnej permi i rannego triasa Zakavkaz'ja. Trudy Paleont. Inst. Akad. Nauk. SSSR, 107, p. 1-104, fig. 1-36, pl. 1-20, Moscou.

IWANOWSKI A.B. 1965 .
Drevneyshie rugosy. 152 p., 77 text.-fig., 39 pl. Akad. Nauk SSSR, Sibirskoe otd, Inst. Geol. Geofiz, Nauka (Moscou).

IWANOWSKI A.B. 1966 .
Polozheniye rugoz v sisteme korallovykhpolipov. Akad. Nauk SSSR, Dokl, 166, 2, p. 455-458.

IWANOWSKI A.B. 1972 .
Vnutrividovaya izmenchivost morfologiya i ontogenez skeleta Calphyllum profondum (Rugosa) (po materialam iz Kazanskogo yarusa Russkoy platformy). Akad. Nauk SSSR Sibirskoe Otd. Inst. Geol. Geofiz, Tr, 119, p. 4-9, 115-116, pl. 1-5, 1 tabl.

IWANOWSKI A.B. 1973a.
Sistema rugoz, in A.B. IWANOWSKI (ed.). Novoe v palaontologii Sibiri i Sredney Azii : Akad Nauk SSSR Sibirskoe otd. Inst. Geol. Geofiz. Tr., 47, p. 76-81.

IWANOWSKI A.B. 1973b.
Istoriya izucheniya paleozoykikh korallov i stromatoporoidey, 288 p., Nauka (Moscou).

JELL J.S. & HILL D. 1974 .
The microstructure of corals. Ancient Cnidaria, I, p. 8-14, Novosibirsk.

JELL P.A. & JELL J.S. 1976 .
Early Middle Cambrian corals from western New South Wales. Alcheringa, 1, p. 181-195, text.-fig. 1-12. Sidney.

JULL R.K. 1976 .
Septal development during Hystero-ontogeny in the Ordovician Tabulate coral Foerstephyllum. Jour. of Paleont., 50, 3, p. 380-391, 3 fig., 1 tab., 3 pl. Lawrence.

KAJLO D.L. 1956 .
Rugozy ordovika i Llandoveri Pribaltiki, ikh rasprostranenie i razvitie. Autoferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata geologomineralogischeskikh nauk., 16 p. Tartu gosud. Univ.

KHOA N.D. 1977 .
Carboniferous Rugosa and Heterocorallia from Boreholes in The Lublin region (Poland). Acta Pal. Polonica, 22, 4, p. 301-404, pl. 1-27. Warszawa.

KIMPE W.F.M. & al. 1978 .
Paleozoic deposits east of the Brabant Massif in Belgium and the Netherlands. Meded. Rijks Geol. Drenst., 30-2, p. 37-103, fig. 1-12, pl. 1-16, cartes 1-7, The Hague.

KOBLUK D.R. 1979 .
A new and unusual skeletel organism from the Lower Cambrian of Labrador. Canadian Jour. of Earth Sci., 16, p. 2040-2045. Ottawa.

KOBLUK D.R. 1981 .
Earliest cavity-dwelling organisms (coelobionts) Lower Cambrian Poleta Formation, Nevada. Canadian Jour. of Earth Sci., 18, p. 669-679. Ottawa.

KOBLUK D.R. 1984 .
A new compound skeletal organism from the Rosella Formation (Lower Cambrian), Atan Group, Cassiar Mountains, British Columbia. Jour. of Paleont., 58, 3, p. 703-708, 5 fig. Lawrence.

KONINCK L.G. de 1842 .
Description des animaux fossiles qui se trouvent dans les terrains carboniféres de Belgique. Division I, Zoophytes,p. 1-32, pl. A-D.

KONINCK L.G. de 1872 .
Nouvelles recherches sur les animaux fossiles du terrain carbonifère de la Belgique. Mém. Acad. Sci. Belgique, 39, IV, 178 p., 15 pl.

KORDE K.B. 1963 .
Hydroconozoa a new class of Coelenterates. Pal. Zhurn., 2, p. 20-25. Novosibirsk.

KULLMAN J. 1966 .
Goniatiten-Korallen-Vergesellschaftungen im Karbon des Kantabrischen Gebirges (Nordspanien). Neues Jahrb. Geol. Palaont., 125, p. 443-466, pl. 40-41, Stuttgart.

KULLMAN J. 1975 .
Coral associations from cephalopo-bearing rocks of Spain and Turkey in B.S. SOKOLOV (ed.). Drevnie Cnidaria, 2, p. 161-167, text.-fig. 1-2, Nauka (Novosibirsk).

KUMMEL B. & TEICHERT C. 1973 .
The Permian-Triassic boundary beds in Central Tethys. Can. Soc. Petrol. Geol., mem. 2, p. 17-34.

LANG W.D., SMITH S. & THOMAS H.D. 1940 .
Index of Paleozoic corals genera Printed by order of the British Museum, London, 1 vol., p. 1-231.

LEBESCONTE P. 1890 .
Sur la présence du Carbonifère en Bretagne. C.R. Acad. Sc. Paris, p. 366.

LECOMPTE M. 1952 .
Madréporaires paléozoiques. In PIVETEAU J. : Traité de Paléontologie, I, p. 419-538, fig. 1-154, 1-75. Masson et Cie, Paris.

LECOMPTE M. 1967 .
La Belgique et le Nord de la France. Inter. Symp. Devonian System, 1, p. 15-52.

LEEDER M.R. 1987 .
Tectonic and Palaeogeographic Models for Lower Carboniferous Europe. p. 1-20, in MILLER J., ADAMS A.E. & WRIGHT V.P. (eds.) : European Dinantian Environments. John WILEY & Sons Ltd.

LEES A. 1973 .
Les dépots carbonatés de plate-forme. Bull. Centre Rech. Pau-SNAP, 7, 1, p. 177-192.

LEES A., NOEL B. & BOUW P. 1977 .
The Waulsortian "reefs" of Belgium : a Progress report. Mem. Inst. Géol. Univ. Louvain, 29, p. 289-315, 11 fig.

LEJAL NICOL A., PARIS F., PLAINE J. & STREEL M. 1982 .
Paléoflore et spores du Tournaisien à Saint-Pierre-le-Potier (Formation de l'Huisserie, synclinorium de Laval). Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, (C), 14, 2 : 35-43, 2 pl.

LEWIS H.P. 1924 .
Upper Visean Corals of the genus Caninia. Quart. Jour. Géol. Soc., LXXX, p. 389-407, pl. XXVII-XXX, London.

LEWIS H.P. 1927a.
Caninia cylindrica SCOULER and other large Caninia from the Carboniferous Limestone of Ireland. Scient. Proc. R. Dubl. Soc., XVIII, p. 373-382, l. XVI-XVII, Dublin.

LEWIS H.P. 1927b.
On Auloclisia, a new genus from the Carboniferous Limestone. Proc. Yorksh. Geol. Soc., XXI, p. 29-46, pl. I-II. Leeds.

LEWIS H.P. 1930 .
On the Aronian succession in the South of the Isle of Man. Quart. Jour. Geol. Soc., LXXXVI, p. 234-290, pl. XX-XXV, London.

LISSITZIN K.I. 1925 .
Podrazdelenija nizhnego karbona i ikh Korallovo-brakhiopodovaja fauna. Izvest Don. Politekh Inst., IX, p. 54-68, pl. I-II, Novotcherkassk.

LOEBLICH A.R. & TAPPAN H. 1964 .
Protista, part C, in Moore R.C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology, p. C1-C900.

LUDWIG R. 1865-1866 .
Corallen aus palaolithischen Formationen. Palaeontographica, 14, p. 133-244.

MA T.Y.H. 1937 .
On the seasonal growth in Palaeozoic Tetracorals and the climate during the Devonian Period. Palaeontol. Sinica, ser. B, II, 3, p. 1-51, 1 carte, pl. I-XXII.

MACHEL H.G. & MOUNTJOY E.W. 1986 .
Chemistry and Environements of Dolomitization - A Reappraisal. Earth Science Reviews, 23, p. 175-222.

MAERZ R.H. Jr. 1978 .
Paleoautecology of Caninia torquia (OWEN) from the Beil Limestone Member (Pennsylvanian, Virgilian), Kansas. Univ. Kansas Paleont. Contr., 92, p. 1-22, fig. 1-12, pl. 1-2.

MAMET B. 1972 .
Un essai de reconstitution paleoclimatique base sur les microflores algaires du Viséen. 24ᵉ Congr. géol. int. (Montréal), sec. 7, p. 282-291.

MAMET B. 1973 .
Microfaciès viséens du Boulonnais (Nord France). Revue de Micropal. 16, 2, p. 101-124, 2 fig., 9 pl.

MAMET B. & ROUX A. 1974 .
Sur quelques Algues tubulaires scalariformes de la Téthys paléozoique. Revue Micropal., 17, 3, p. 134-156, 8 fig., 7 pl.

MANIGAULT B., LE HERISSE A. & PLAINE J. 1984 .
Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Meslay-du-Maine nᵒ 356. Carte et notice explicative, Orléans.

MANTEN A.A. 1971 .
Silurian reefs of Gotland X + 539 p., 230 text.-fig., 23 tabl. ELSEVIER (Amsterdam).

MAYR E. 1974 .
Populations,especes et evolution. 496 p. Paris, Hermann.

McCOY F. 1844 .
A synopsis of the characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland, p. VII, 5-207, pl. I-XXIX, Dublin.

McCOY F. 1849 .
On some new genera and species of Palaeozoic Corals and Foraminifera. Ann. and Mag. Nat. Hist., 2, III, p. 1-20, 119-136, fig. p.4, 12, 119, 126, 127, 130, London.

McCOY F. 1851 .
A description of some New Mountain Limestone Fossils. Ann. and Mag. Nat. Hist., 2, VII, p. 167-175, London.

McCOY F. 1851-1855 .
A synopsis of the classification of the British Palaeozoic Rocks, by A. SEDGWICK, with a systematic Description of the British Paleozoic fossils in the Geol. Museum of the Univ. of Cambridge by F. McCOY, London, Cambridge ; 1851, p. 1-IV, 1-184 ; 1852, p. I-X, 185-406 ; 1855, p. IXCVIII, 407-661, pl. IIA-IID, IIIA-IIIK, IA-IL.

MICHELIN H. 1840 .
Astrée Astraea. In GERVAIS P., Dict. Sci. Nat. Paris, suppl. I, p. 484-487.

MICHELIN H. 1841-1848 .
Iconographie zoophytologique, description par localités et terrains des Polypiers fossiles de France et pays environnants, p. I-XII, 1-348, pl. ILXXIX, Paris.

MILNE-EDWARDS H. 1860 .
Histoire naturelle des Coralliaires. III, p. 335. Paris.

MILNE-EDWARDS H. & HAIME J. 1848 .
Recherches sur les Polypiers. Quatrième mémoire. Monographie des Astréides. Ann. Sci. Nat. Paris, 3, X, p. 209-319, pl. V-IX.

MILNE-EDWARDS H. & HAIME J. 1850-1854 .
A Monograph of the British Fossil Corals. Palaeont. Soc., p. I-LXXXV, 1-322, pl. 1-72, London.

MILNE-EDWARDS H. & HAIME J. 1851 .
Monographie des Polypiers fossiles des terrains palaeozoiques, précédée d'un tableau général de la classification des Polypes. Arch. Mus. Hist. Nat. Paris, V, p. 1-502, 20 pl.

MILON Y. 1922 .
Notes géologiques sur la partie du Bassin de Laval parcourue le 17 Avril 1921. Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, III, 2, p. 176-185, Rennes.

MILON Y. 1923a.
Sur la faune et l'age du calcaire carbonifère de Saint-Ségal (Finistère). C.R. Acad. Sc. Paris, 176, p. 591.

MILON Y. 1923b.
Observations sur le calcaire de Quenon (Ille-et-Vilaine). C.R. somm. Soc. géol. France, 6, p. 62-63, Paris.

MILON Y. 1924 .
Sur la faune et l'age des calcaires waulsortiens de Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne). C.R. Acad. Sci. Fr. 179, p. 1174.

MILON Y. 1928 .
Recherches sur les calcaires paléozoiques et le Briovérien de Bretagne. Thèse, 151 p., 77 fig., 8 pl. Imprimerie Oberthur, Rennes.

MINATO M. & ROWETT C.L. 1967 .
Discovery of the genus Aulina SMITH in the Carboniferous of Japan. Hokkaido Univ. Fac. Sci. Journ., 4, p. 383-393, 1 text.-fig., pl. 48-47.

MONTANARO-GALLITELLI E. 1975 .
Hexanthiniaria, a new order of Zoantharia (Anthozoa, Coelenterata). Bull. Soc. Paleontol. Italiana, 14, (1), p. 35-39, Milan.

MOORE R.C. & JEFFORDS R.M. 1945 .
Description of Lower Pennsylvanian corals from Texas and adjacent States. Univ. Texas, Publ. n' 4401, p. 77-208, text.-fig. 1-214, pl. 14.

NEUMAN B.E. 1977 .
On the Taxonomy of lower Palaeozoic Solitary Streptelasmids. Mém. BRGM, 89, p. 69-77, 1 tabl., Orléans.

NEUMAN B.E.E. 1984 .
Origin and early evolution of Rugose Corals. Paleontographica Americana, 54. Proc. Fourth International Symposium on Fossil Cnidaria. Washington 1983.

NICOL D. 1970 .
Mode of life of Conocardium, a Paleozoic pelecypod. Nautilus, 83, p. 77-83.

ODIN G.S. & GALE N.H. 1982 .
Mise à jour de l'échelle des temps calédoniens et hercyniens. C.R. Acad. Sc. Paris, 294, (2), p. 453-456, Paris.

OEHLERT D. 1880 .
Note sur le calcaire de Saint-Roch, à Changé. Bull. Soc. Géol. Fr., VIII, p. 270, Paris.

OEHLERT D. 1882 .
Notes géologiques sur le département de la Mayenne. 148 p., Germain & Grassin. Angers.

OEHLERT D. 1894 .
Bassin de Laval. Bull. serv. Carte Géol. France, VI, p. 37-39, Paris.

OEHLERT D. & OEHLERT P. 1898 .
Feuilles de Mayenne et de La Flèche. Bull. Carte géol., 63, X, 3 p.

OEHLERT D. & OEHLERT P. 1911 .
Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de la France dans la Sarthe et la Mayenne, du 28 Aout au 7 Septembre 1909. Bull. Soc. Géol. France, 9, p. 545-675, 43 fig., Paris.

OLIVER W.A. Jr. 1980 .
The relationship of the scleractinian corals to the rugose corals. Paleobiology, 6, (2), p. 146-160, 8 fig. Chicago.

ONOPRIENKO Yu I. 1979a.
Nekotorye rannekammenougol'nye odinotchnye Rougozy Omolonskogo Massiva, in Isk. Besp. Dol'. Vos., p. 3-28, pl. I-V, Vladivostok. V

ONOPRIENKO Yu I. 1979b.
New Rugosa Sindings in the Devonian-Carboniferous transitional deposits of the Omolon Massif. Field Excursin Guidebook Tour IX, XIV. Pacific Science Congress, Khabarovsk 1979, suppl. 2. Mogadon p. 5-73, pl. 1-19.

ORBIGNY A. d' 1850-1852 .
Prodrome de Paleontologie stratigraphique universelle des Animaux Mollusques et Rayonnés, I-III, LX, 1013 p., Masson, Paris.

PAPROTH E. & al. 1983 .
Bio-and lithostratigraphic subdivisions of the Dinantian in Belgium, a review. Ann. Soc. Géol. Belg., 106, (2), p. 185-239.

PARIS F. 1986 .
Les terrains paléozoiques in Carte géologique de la France à 1/50 000 et notice. Feuille Combourg n° 282 (B.R.G.M. éd.).

PARIS F., LE HERISSE A., PELHATE A. & WEYANT M. 1982 .
Les formations carbonifères et la phase bretonne dans le Synclinorium du Ménez-Bélair : essai de synthèse. Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, (C), 14, 2, p. 19-33, 2 pl.

PARKINSON D. 1926 .
The faunal succession in the Carboniferous Limestone and Bowland Shales at Clithroe and Pendel Hill (Lancashire). Quart. Jour. geol. Soc. London, 82, p. 188-249.

PARKINSON J. 1808 .
Organic remains of a former world, II, Zoophytes, p. I-XIV, p. 1-286, 19 pl., London.

PELHATE A. 1971 .
Le Carbonifère inférieur du Bassin de Laval, Massif Armoricain. Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne, 15, 315 p.

PELHATE A. 1973 .
Précision sur l'age de la sédimentation carbonatée dans l'Ouest du bassin de Chateaulin et conséquences paléogéographiques. C.R. Acad. Sc. Paris, 277, série D, p. 2305-2307.

PELHATE A. 1979a.
Le Carbonifère inférieur et moyen du Massif Armoricain (France). 8e Congrès international de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère (1975). Compte Rendu, 2, p. 87-96, Moscou.

PELHATE A. 1979b.
Excursion B05, arret 4-7 in Stratigraphie du Paléozoique du Massif Armoricain : Le Synclinorium de Laval (dir. P. MORZADEC et A. PELHATE). Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, (C), 11, 1-2, p. 183-191, (1980), Rennes.

PELHATE A. 1986 .
Bassin de Montmartin. In The Carboniferous in the world, part. France, publ. U.I.G.S. (sous presse).

PELHATE A. & PONCET J. 1970 .
Précision sur l'age de la partie basale du Dinantien du "synclinal" de Montmartin (Manche). C.R. Som. Soc. Géol. Fr., 4, p. 109, Paris.

PELHATE A. & PONCET J. 1975 .
Les calcaires dinantiens du Synclinal de Montmartin (Massif Armoricain, France). 7e Congr. Intern. Carbon. Krefeld 1971, p. 65-69, 1 fig., pl. 1 et 2.

PERRET M.F. & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. 1971 .
Coralliaires des calcaires carbonifères d'Ardengost (Hautes Pyrénées). Bull. Soc. d'Hist. Nat. Toulouse, 107, 3-4, (76), p.567-794, pl. I-V. 7

PERROUD H., ROBARDET M., VAN DER VOO R., BONHOMMET N. & PARIS F. 1984 .
Revision of the age of magnetization of the Montmartin red beds, Normandy, France. Geophys. J.R. astr. Soc., 80, p. 541-549, 4 fig., 2 tabl. Oxford.

PHILLIPS J. 1836 .
Illustrations of geology of Yorkshire. Part II : the Mountain Limestone district, p. I-XX, 1-253, 25 pl., London.

PLAINE J. 1976 .
La bordure sud du Synclinorium paléozoique de Laval (Massif Armoricain). Stratigraphie - Volcanisme - Structure. Thèse 3ème cycle, Rennes, 229 p. (inédit).

PLUSQUELLEC Y., PELHATE A., ROLET J. & WEYANT M. 1982 .
Découverte de calcaire tournaisien supérieur et de conglomérat (Viséen supérieur probable) près de la bordure occidentale du Bassin de Chateaulin (Massif Armoricain - France). Intéret stratigraphique et tectonique. Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, (C), 14, 2, p. 1-17, 6 fig., 3 pl., Rennes.

POCTA F. 1902 .
Anthozoaires et Alcyonaires. In Joachim BARRANDE, Systeme Silurien du centre de la Boheme, 1, 8, 2, p. I-VIII 1-347, text.-fig. 1-24, pl. 20-118, (Prague-Paris).

PONCET J. 1974 .
La série stratigraphique dans le synclinal de Montmartin-sur-Mer (Manche). Bull. Soc. linn. Normandie, 104, p. 59-69.

PONCET J. & GIRESSE P. 1972 .
Nouvelle datation des niveaux gréseux entre Hyenville et Cerizy-la-Salle. Synclinal de Montmartin-sur-Mer (Manche). Bull. B.R.G.M. (2), 1, 1, p. 49-58, 2 fig., Orléans.

POTY E. 1981 .
Recherche sur les Tétracoralliaires et Hétérocoralliaires du Viséen de Belgique. Meded. Rijks geol. Dienst. 35, 1, 161 p., 63 fig., 9 tab., 34 pl., The Hague.

POTY E. 1984a.
An evolutionary pattern for the Western European Lithostrotionidae. in Recent Advances in the Paleobiology and Geology of Cnidaria. "Fourth International Symposium on Fossil Cnidaria. Washington 1983. Palaeontographica Americana, 54, p.465-469.

POTY E. 1984b.
Rugose corals at the Devonian-Carboniferous boundary. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 67, p. 29-35.

POTY E. 1986 .
Late Devonian to early Tournaisian Rugose Corals. Ann. Soc. Geol. Belgique. , p. 65-74.

POTY E. & ONOPRIENKO Y.I. 1984 .
In SHILO N.A. & al., sedimentological and paleontological Atlas of the late Famennian and Tournaisian Deposits in the Omolon region (N.E. URSS). Ann. Soc. Géol. Belg., 107, p. 200-213, pl. 29-35. Liège.

PURSER B.H. 1983 .
Le Golfe Persique. p. 1-104 ; in Sédimentation et diagénèse des Carbonates néritiques récents. Tome 2, ed. Tehnip Paris et IFP Rueil Malmaison, 389 p.

RAKSHIN P.P. 1965 .
Nouveaux Rugosa viséens du versant occidental de l'Oural. Pal. Zh., 1, p. 54-59, pl. IV. Novosibirsk.

RAMSBOTTOM W.H.C. 1978 .
Carboniferous in McKERROW W.S. (ed.), The Ecology of Fossils. M.I.T. Press, Cambridge, p. 146-183, fig. h, i, Tab. V à VII, fig. 39 à 56.

RAMSBOTTOM W.H.C. & MITCHELL M. 1980 .
The recognition and division of the Tournaisian series in Britain. Jour. Geol. Soc. London, 137, p.61-63, tab. 1.

RIVIERE L.M. 1977 .
Le Culm Frasno-Dinantien du synclinal d'Ancenis (S.E. du Massif Armoricain) au Nord de la Loire. Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne, (C), IX, 1, 1, 19-57, 1 pl., Rennes.

ROBARDET M. 1981 .
Evolution géodynamique du Nord-Est du Massif Armoricain au Paléozoique. Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne, 20, 342 p.

ROEMER F. 1880 .
Lethaea geognostica. Theil 1, Lethaea palaeozoica, 2, p. 113-544, textfig. 1-226. E Schweizerbat, Stuttgart.

ROUX A. 1985 .
Introduction à l'étude des Algues fossiles paléozoiques de la Bactérie à la Tectonique des plaques. Bull. Centre Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine, 9, (2), p. 465-699.

ROZKOWSKA M. 1980 .
On Upper Devonian habits of Rugose Corals. Acta Paleontol. Pol., 25, 3-4, p. 597-611.

RYDER T. A. 1930 .
Notes on "Carcinophyllum" NICH. & THOM., with descriptions of two new species. Ann. and Mag. Nat. Hist., ser. 10, V, p. 337-351, fig. 1-5, London.

SALEE A. 1910 .
Contribution a l'etude des Polypiers du Calcaire carbonifere de la Belgique. Le genre Caninia. Nouv. Mem. Soc. Belge Geol.,Paleont., Hydrog., 3, p. 1-62, pl. 1-9, Bruxelles.

SALEE A. 1913a.
Formes nouvelles du genre "Caninia". Bull. Soc. Belge Geol., XXVI (1912) p.41-49, pl. A-D, Bruxelles.

SALEE A. 1913b.
Contribution a l'etude des Polypiers du Calcaire carbonifere de la Belgique. Le groupe des Clisiophyllides. Mem. Inst. geol. Univ. Louvain, 1, p. 180-293, pl. 4-11.

SALEE A. 1920 .
Sur un genre nouveau de Tétracoralliaires (Dorlodotia) et la valeur stratigraphique des Lithostrotion. Ann. Soc. Scient. Bruxelles, série B, XXXIX, second fasc., p. 145-154.

SANDO W.J. 1961 .
Morphology and Ontogeny of Ankhelasma a new Mississippian Coral Genus. J. Paleont., 35, 1,p. 65-81, 13 text.-fig., pl. 17-18. Lawrence.

SANDO W.J. 1976 .
Révision of the Carboniferous genus Aulina SMITH, (Coelenterata, Anthozoa). Jour. Research U.S. Geol. Survey., 4, 4, p. 421-435. Washington.

SANDO W. J. 1977 .
Significance of coiled protocoralla in some Mississipian horn corals. Palaeontology , 20, (1), p. 47-58, 1 fig., 3 tab. pl. 12. London.

SANDO W.J. 1980 .
The paleoecology of Mississipian Corals in the Western Conterminous United States. Acta Paleontol. Pol., 25, 3-4, p. 619-631.

SANDO W.J. 1984 .
Significance of Epibionts on horn Corals from the Chainman shale (Upper Mississippian) of Utah. Journ. of Palaont., 58, 1, p. 185-196, 5 fig.

SAYUTINA T.A. 1973 .
Nizhnekamennougol'nye Korally Severnogo Urala. Podotrjad Acrophyllina. Trudy Paleont. Inst. Akad. Nauk SSSR, 140 ,p.1-168, fig. 1-16, pl. I-XX. Moscou.

SAYUTINA T.A. 1976 .
O rode Sychnoelasma iz nizhnekamennougolnykh otlozheniy severnogo Urala. Moskov, o va Ispyt. Prir. Byull. Otdel. Geol., 51, (1), p. 111-123, textfig. 1-4, pl. 1-2.

SCHINDEWOLF O.H. 1931 .
On the genotype and septal development of the coral genus Petraia MUNSTER. Quart. Jour. Geol. Soc., 87, 4, p.630-649, 18 fig., pl. 2. London.

SCHINDEWOLF O.H. 1942 .
Zur Kenntnis der Polycoelien und Plerophyllen. Eine Studie uber den Bau der "Tetrakorallen" und ihre Beziehungen zu den Madreporarien. Abt. Reichsamt. Bodenf, N.F., 204, p. 1-324, 155 fig., 36 pl.

SCHOUPPE A. & STACUL P. 1966 .
Morphogenese und Bau des skelettes der Pterocorallia. Palaeontographica suppl., XI, p. 1-186, 132 fig., 6 pl. ,Stuttgart.

SCOTESE C.R., BAMBACH R.K., BARTON C., VAN DER VOO R. & ZIEGLER A.M. 1979 .
Paleozoic base maps. Jl. Geol., 87, p. 217-277, Chicago.

SCOULER J. 1842 .
In GRIFFITH 1842 (voir GRIFFITH 1842)

SCOULER J. 1844 .
In Mc COY: "A Synopsis....." (voir Mc COY 1844)

SCRUTTON C.I. 1965 .
Periodicity in Devonian Coral Growth. Paleontology, 7, 4, p. 552-558, 1 tabl., pl. 86-87.

SCRUTTON C.T. 1970 .
Evidence for a monthly periodicity in the growth of some corals, in S.K. RUNCORN (ed.), Palaeogeophysics, p. 11-16, text.-fig. 1-4, 1 tabl., Academic Press (London).

SCRUTTON C.T. 1979 .
Early fossil cnidarians, p. 161-207, in HOUSE M. R. (ed.), The origin of major invertebrate groups. Academic Press, London and New York, 515p.

SEDLAK W. 1977 .
Some aspects on the Stratigraphy and Taxonomy of Cambrian fauna found on Lysa Gora (the Swietokreyskie Mountains, Central Poland). Mem. B.R.G.M., 89, p. 42-48, 1 fig., 3 pl., Orleans.

SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. 1974 .
Recherches sur les tetracoralliaires du Carbonifere du Sahara occidental. Mem. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 21, 316 p., 76 pl.

SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. 1986 .
Sous-classe des Tetracoralliaires. p.765-781, in GRASSE P.P., Traite de Zoologie, vol. Coelenteres (sous presse).

SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. & VUILLEMIN C. 1987 .
Insertion septale chez le Tetracoralliaire Delepinella anastomosa VUILLEMIN (Carbonifere, Massif Armoricain). C. R. Sc. Acad. Paris (sous presse)

SIBLY T.F. 1906 .
On a Carboniferous Limestone (Avonian) of the Mendip Area (Somerset) with especial reference to the paleontological sequence. Quart. Jour. Geol. Soc., LXII, p. 324-380, pl. 31-35, London.

SIMAKOV K.V ., BLESS M.J.M., BOUCKAERT J., CONIL R., GAGIEV M.H., KOLESOV Y.V., ONOPRIENKO Y.I., POTY E. & al. 1983 .
Upper Famennian and Tournaisian deposits of the Omolon Region (N.E. URSS). Ann. Soc. Geol. Belg., 106, p. 335-399, 17 fig., 1 tabl., 16 pl. Liège.

SIMONSEN A.H. & CUFFEY R.J. 1980 .
Fenestrate, Pinnate, and Ctenostome Bryozoans and associated barnacle borings in the Wreford Megacyclothem (Lower Permian) of Kansas, Oklahoma, and Nebraska. Univ. Kansas Paleont. Contr. pap. 101, p. 1-38, 11 fig.

SMITH S. 1917 .
Aulina rotiformis gen. and sp. nov., Phillipsastraea hennahi (LONSDALE) and Orionastraea gen. nov.. Quart. Jour. Geol. Soc., LXXII (1916), p. 280-307, fig. 1-4, pl. XXII-XXIV, London.

SMITH S. 1925 .
The genus Aulina. Ann. and Mag. Nat. Hist., ser. 9, XVI, p. 485-496, 1 fig., pl. XXIV, London.

SMITH S. & YU C.C. 1943 .
A revision of the Coral Genus Aulina SMITH, and descriptions of new species from Britain and China. Quart. Jour. Geol. Soc., XCIX, p. 37-61, pl. VIII-X, London.

SMYTH L. B. 1915 .
On the faunal zones of Rush-Skerries, Carboniferous sections, County Dublin. Scient. Proc. R. Dublin Soc., n.s., XIV, 41, p. 535-562, pl; 35-37

SOKOLOV B.S. 1950 .
Sistematika i istorija razvitija paleozojskikh korallov Anthozoa Tabulata. Voprosy Paleontologii, I, p. 134-210, 5 fig.

SOKOLOV B.S. 1955 .
Tabulyaty paleozoya europeyskoy chasti SSSR. Vvedenie obshie voprosy sistimatiki i istoni rasvitiya tabulyat. Vses Neft. Nauchnoissled. Geol. Razved inst. Tr. VNIGRI n.s., 85, p. 1-527, 82 text.-fig., 90 pl.

SOKOLOV B.S. 1960 .
Permskie korally yugo-vostochnoy chasti Omolonskogo massiva (e obshchim obzorom plerofilloidnykh rugoz). Paleontol. Sb., 2,VNIGRI, Tr., 154, p. 38-77, text.-fig. 1-2, pl. 1-3.

SOKOLOV B.S., IWANOWSKI A.B. & KRASNOV E.V. 1971 .
Morfologija i terminologija kishetchaopolostnykh. Trudy Inst. Geol. Geofiz. sib. Otd, Akad, Nauk. SSSR, 133, p. 1-159, 62 fig., 32 pl.

SOMERVILLE I.D., MITCHELL M. & STRANK A.R.E. 1986 .
An Arundian fauna from the Dyserth area, North Wales and its correlation within the British Isles. Proc. York. Geol. Soc., 46, (1), p. 57-75.

SOMERVILLE I.D. & STRANK. A.R.E. 1984 .
Discovery of Arundian and Holkerian faunas from a Dinantian platform succession in North Wales. Geol. Jour., 19, p. 85-104.

SORAUF J.E. 1970 .
Microstructure and formation of dissepiments in the skeleton of the recent Scleractinia. Biomineralization, 2, p. 1-16.

SORAUF J.E. 1977 .
Microstructure and Magnesium content in Lophophyllidium from the Lower Pennsylvanian of Kentucky. Jour. of Paleont., 51, p. 150-160. Lawrence.

SORAUF J.E. 1978 .
Original structure and composition of Permian Rugose and Triassic Scleractinian corals. Paleontology, 21, p. 321-339, London.

SORAUF J.E. 1980 .
Biomineralization-structure and diagenesis of the Coelenterate skeleton. Acta Palaeontol. Polonica, 25, 3-4, p. 327-343, pl. 13-17, Warszawa.

SORAUF J. E. & OLIVER W. A. 1976 .
Septal carinae and microstructure in Middle Devonian Heliophyllum (Rugosa) from New York state. Jour. of Paleont., 50, p.331-343, text-fig. 1-6, pl. 1-5.

SORAUF J.E. & PEDDER A.E.H. 1986 .
Late Devonian rugose corals and the Frasnian-Famennian crisis. Can. J. Earth Sc., 23, p. 1265-1287.

SOSHKINA E. 1928 .
Die unterpermischen Korallen von westlichen Abhang des nordlichen Uralgebirges. Bull. Soc. Nat. Moscou, sect. Geol., VI, n.s., XXXVI, p. 339-393, pl. XII.

SOSHKINA E.D. 1960 .
Tourneiskie koralli Rugosa i ikh vzaimootnocheniia s devonskimi. Sb. Trud. Geol. i Paleont., 18, p. 272-328, fig. 1-12, pl. I-VI.

SOSHKINA E.D., DOBROLYUBOVA T.A. & KABAKOVITSH N.V. 1962 .
Podklass tetracoralla. In ORLOV J.A. : Osnovy Paleontologii p. 286-356, fig. 1-108, pl. I-XXIII. Izd. Akad. Nauk. SSSR, Moscou.

SOSHKINA E.D., DOBROLYUBOVA T.A & PORFIRIEV G.S. 1941 .
Permskie Rugosa evropeyskoy chasti SSSR. Paleontologiya SSSR, Monogr., 5, 3, (1), 304 p.

SOWERBY J. 1812-1815 .
The Mineral Couchology of Great Britain, I, p. I-VII, 9-234, 102 pl., London.

SPASSKY N.Y. 1965 .
Osnoy sistematiki devonskikh chetyrekhlucheiykh korallov. In SOKOLOV B.S. & IWANOWSKI A.B. (ed.) Rugozy paleozoya SSSR Tr. I Vsesoynznogo simpoziuma po izucheniyn iskopaenykh korallov SSSR, 3, p. 80-90, text.-fig. 1-5. Akad. Nauk SSSR Sibirskoe otd, Inst. Geol. Geofiz (Novosibirsk).

SPASSKY N.Y. 1967 .
Paleoekologija chetyrekhluchevykh korallov. Paleont. Zhur., 2, p. 7-14, Novosibirsk.

STUCKENBERG A. 1895 .
Korallen und Bryozoen der Steinkohlenablagerungen des Ural und des Timan. Mém. Comité Géol. Saint-Petersbourg, X, (3), p. I-VIII, 1-244, pl. I-XXIV.

SYTOVA V.A. 1977 .
On the origin of Rugose Corals. Mém. B.R.G.M., 89, p. 65-68, 2 fig., Orléans.

TERMIER G., TERMIER H. & VACHARD D. 1975 .
Recherches micropaléontologiques dans le Paléozoique supérieur du Maroc central. Cahiers de Micropal., 4, p. 1-99.

TERMIER G., TERMIER H. & VACHARD D. 1977 .
On Moravamminida and Aoujgaliida (Porifera, Ischyrospongia) : Upper Paleozoic "Pseudo-Algae" ; in Fossil Algae, Springer, p. 215-219.

THOMASSIN B.A. 1982 .
Les récifs coralliens. Le courrier du CNRS, 46, p. 44-49, 6 fig.

THOMSON J. 1883 .
On the development and generic relation of the corals of the Carboniferous system of Scotland. Proc. Roy. Phil. Soc. Glasgow, XIV, p. 296-520, 14 pl.

THOMSON J. & NICHOLSON H.A. 1875-1876 .
Contribution to the study of the chief generic types of the Palaeozoic Corals. Ann. Mag. Nat. Hist., 4, XVI, 1875, p. 305-309 et 424-429, pl. XII; XVII, 1876, p. 60-70, 123-128, 290-305, 451-462, pl. VI-VIII, XII, XIV-XVII, XXI-XXV ; XVIII, 1876, p. 68-73, pl. I-III, London.

TOLMATCHEV I.P. 1924-1931 .
Faune du Calcaire du Bassin du Kuznetsk. Comité géologique Leningrad. Matériaux pour la géologie générale et appliquée. 25, p. 1-663, pl. IXXIII.

TSIEN H.H. 1967 .
Distribution of rugose corals in the Middle and Upper Devonian (Frasnian) reef complex of Belgium. in International symposium on the Devonian system, Calgary, 2, p. 273-293, 1 tabl., 15 fig.

TSIEN H.H. 1984 .
Organisms : Their Ecology and function in carbonate construction, in Recent Advances in the Paleobiology and Geology of Cnidaria. "Fourth International Symposium on Fossil Cnidaria. Washington 1983. Palaeontographica Americana, 54, p. 415-420, 6 fig.

TYNAN M.C. 1983 .
Coral-like microfossils from the Lower Cambrian of California. Jour. of Paleont., 57, 6, p. 1188-1211, 12 fig., 2 tabl. Lawrence.

VACHARD D. 1980 .
Tethys et Gondwana au Paléozoique supérieur. Les Données Afghanes. Biostratigraphie, micropaléontologie, paléogéographie. Thèse. Docum. et Trav. de l'Inst. Géol. Albert de Lapparent, Paris, 2, 463 p., 75 fig., 50 tabl., 35 pl.

VAI G.B. 1979 .
Tracing the Hercynian structural zones across "Neo-Europa" : Introduction. Mem. Soc. Geol. Ital., 20, p. 39-45.

VASSILJUK N.P. 1960 .
Nizhnekamennougol'nye korally Donetskogo bassejna. Trudy Inst. Geol. Nauk SSSR, Sér. Strati. Paleont., 13, p. 1-179, pl. 1-42, Moscou.

VASSILJUK N.P. 1964 .
Korally zon C1g - C1a Donetskogo basseyna, in Materialy k faune verkhnego paleozoya Donbassa, 2, Akad. Nauk. Ukr. SSR, Inst. Geol. Nauk. Tr., ser. strat. paleontol., 48, p. 60-103, pl. 1-8.

VASSILJUK N.P. & ZHIZHINA M.S. 1979 .
Nouvelles données sur les Rugosa du Carbonifère inférieur du Bassin du Donetz. (familles Palaeosmilidae et Lithostrotionidae). Paleontol. Sbornik, 16, p.35-41, Lvov, URSS.

VAUGHAN A. 1905 .
The palaeontological sequence in the Carboniferous Limestone of the Bristol Area. Quart. Jour. Geol. Soc., LXI, p. 181-307, pl. XXII-XXIX, 3 tabl., London.

VAUGHAN A. 1906 .
An account of the Faunal succession and correlation p. 295-322, pl. XXIXXXX, in MATLEY C.A. & VAUGHAN A. : The Carboniferous Rocks at Rush (County Dublin). Quart. Jour. Geol. Soc., LXII, p. 257-323, fig. 1-13, pl. XXIXXXX, London.

VAUGHAN A. 1908 .
An account of the Faunal succession and correlation p. 436-472, pl. XLIX, L, in MATLEY C.A. & VAUGHAN A. : The Carboniferous Rocks at Loughshinny (County Dublin). Quart. Jour. Geol. Soc., LXIV, p. 413-474, pl. XLIX-L, London.

VAUGHAN A. 1910 .
Faunal succession in the Lower Carboniferous Limestone (Avonian) of the British Isles, Report of Committee. Brit. Assoc. Adv. Sci., Winnipeg, Rep. 1909, 79, p. 187-191, tabl. 1-3.

VAUGHAN A. 1911a.
In REYNOLDS S.H. & VAUGHAN A., Faunal and lithological sequence in the Carboniferous Limestone series (Avonian) of Burrington Combe (Somerset). Quart. Jour. Geol. Soc., LXVII, p. 342-392, fig. 1-12, pl. XXVIII-XXXI, London.

VAUGHAN A. 1911b.
Note on Clisiophyllum ingletonense sp. nov. Proc. Yorks. Geol. Soc., XVII, 2, p. 1-17, 3 pl.

VAUGHAN A. 1915 .
Correlation of Dinantien and Avonian. Quart. Jour. Geol. Soc., LXXI, (1917), p. 1-52, pl. I-VII, London.

VERNEUIL E. de 1850 .
Réunion extraordinaire de la Société géologique de France au Mans. Bull. Soc. Géol. Fr., (2), VII, p. 769-777, Paris.

VOLKOVA M.S. 1938 .
Nizhnekamennougol'nye ohlozhenija r. Ishim i ikh korallovaja fauna. Mater. Geol. polez Iskop vost kazakhstana, 4, p. 1-51, pl. 1-9.

VOLLBRECHT E. 1928 .
Die Entwicklung des septelapparates bei Semaiophyllum : Ein Beitrag zur Entwicklung des septelapparates der Rugosen. Neues Jahrb. Mineral. Geol. Paleontol. 59, B, p. 1-30, text.-fig. 1-2, pl. 1-4, Stuttgart.

VUILLEMIN C. 1985 .
Delepinella anastomosa nov. gen., nov. sp., Rugosa (Tétracoralliaire) du Tournaisien supérieur du Massif Armoricain (France). Geologica et Palaeontologica, 19, p. 39-49, 6 fig., 1 pl., Marburg.

VUILLEMIN C. 1987 .
Données paléoécologiques sur des Associations coralliennes (Rugosa) du Tournaisien supérieur du Massif Armoricain. Hercynica, Rennes. (en préparation).

VUILLEMIN C. & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. 1987 .
Description des types de "Caninia" gigantea MICHELIN, Tétracoralliaires du Carbonifère du Massif Armoricain. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris. (sous presse).

WANG H.C. 1947 .
Notes on some Permian rugose corals from Timor. Geol. Mag., 84, p. 334-344.

WANG H.C. 1950 .
A revision of the Zoantaria Rugosa in the light of their minutes skeletal structures. Philos. Trans. Roy. Soc., B : Biol. Sci., 611, 634, p. 175-246, pl. 4-9.

WEBBY D.B. 1971 .
The new ordovician genus Hillophyllum and the early history of Rugose corals with acanthine septa. Lethaia, 4, 2, p. 153-168, 9 fig., Oslo.

WEISSERMEL W. 1927 .
Die Umbildung der Rugosen in Hexakorallen. Siz. Ber. preuss. geol. Landesanst, 2, p. 1-17, 6 fig.

WELLS J.W. 1937 .
Individual variation in the rugose coral species Heliophyllum halli E. & H. Paleontogr. Am., 2, (6), p. 1-22, text.-fig. 1-30, tabl. 1-4, pl. 1.

WELLS J.W. 1956 .
Sceractinia in MOORE R.C. : Treatise on Invertebrate Paleontology, F, p. F328-F443, fig. 222-339. Lawrence, Kansas.

WELLS J.W. 1963 .
Coral growth and geochronometry. Nature London, 197, 4871, p. 948-950, fig. 1-2.

WEYER D. 1970 .
The middle tournaisian rugose coral Zaphrentis delepinei VAUGHAN 1915. Bull. Soc. belge Geol. Paleont. Hydrogeol., 79, 1, p. 55-84, text.-fig. 1-3, pl. 1-7, Bruxelles.

WEYER D. 1972 .
Zur Morphologie der Rugosa (Pterocorallia). Geologie Jahrg., 21, (6), p. 710-737, 7 fig., 2 pl., Berlin.

WEYER D. 1974 .
Das Rugosa-Genus Antiphyllum SCHINDEWOLF 1952 (Unternamur, Oberschlesiches steinkohlenbecken). Casopis pro mineralogii a geologii, 19, 4, p. 345-365, 8 fig., Prague.

WILMORE A. 1910 .
On the Carboniferous Limestone south of Craven Fault (Grassington -Hellfield District). Quart. Jour. Geol. Soc., LXVI, p. 539-585, fig. 1-5, pl. XXXVIII-XLI, London.

WRIGHT A.J. 1969 .
Notes on Tetracoral morphology. Jour. of Paleontology, 43,p. 1232-1236, 2 text.-fig. Lawrence.

YAKOVLEV N.N. 1954 .
K. voprosu o svjazi mezhdu korallami i Arkheotsjatami. Doklady Akad. Nauk SSSR, XCIV, 4, p. 771-773.

YOH S.S. 1929 .
On a new species of Clisiophyllid coral from Lower Carboniferous of central Kwangsi Province. Kwantung and Kwangsi, Geol. surv., Spec. Publ., 1, p. 1-13.

YU C.C. 1931 .
The correlation of the Fengninian system, the Chinese Lower Carboniferous, as based on coral zones. Geol. Soc. China Bull., 10, p. 1-30, text.-fig. 1-5. Péking.

YU C.C. 1933 .
Lower Carboniferous Corals of China. Palaeont. Sinica, B, XII, 3, p. 1-211, pl. 1, XXIV. Péking.

YU C.C. 1937 .
The Fenginian (Lower Carboniferous) Corals of south China. Acad. Sinica, Mem. Nat. Research, Inst. Geol., XVI, p. 1-111, pl. I-XII.

YU C.M. & al. 1963 .
Chung-kua te shan-hu Huashih. 390 p., 98 pl. Science Publ. House, Péking.

INDEX DES ESPECES

Les références aux figures sont indiquées entre parenthèses

Allotropiophyllum sp. 150, (103)

Amplexus coralloides ..... *26-27*, 127, 151,152, 178, (87), (96),(102-103), (119-120)

Amygdalophyllum (?) sp. *68*, 165, (40), (93-94), (96), (114), (117), (124)

Ankhelasma typicum 38

Arachniophyllum simplex ..... (57)

Astrocyathus compressus 48

Astrocyathus incisus 48

Aulina amarensis 111

Auloclisia mutata 76

Auloclisia sp. *75-76*, (94), (96), (113)

Aulokoninckophyllum carinatum 9, 111, 113, 179, (79-80)

Aulokoninckophyllum miloni 105, 111, *111-113*, 115, 116, 117, 118, 135, 145, 158, 167, 170, 179, (74-76), (79-80), (87-88), (96), (108-109), (116), (120)

Aulokoninckophyllum ngakoi 105, 111, 113, 115, *115-118*, 135, 166, (75-76), (78-80), (94), (96), (115), (124)

Aulokoninckophyllum (?) *simplex* 111, 113, 116, 179, (79-80)

Aulokoninckophyllum sp. aff. *miloni* 105, 111, *114-115*, 116, 117, 118, 145, 153, 165, (75-77), (79-80), (90), (92-94), (96), (104), (114), (119), (124)

Aulokoninckophyllum ubaghsi 111, 113, 179, (79-80)

Axophyllum begaense 98

Axophyllum cf. *begaense* *97-98*, 135, 144, 145, 165, 170, (61), (93-94), (96), (114), (124)

Axophyllum expansum 9, 96

Axophyllum mendipense *96-97*, 98, 133, 135, 144, 145, 165, 170, (61), (93-94), (96), (114), (124)

Axophyllum vaughani 97

Bifossularia tictensis 64-65, 133, 135, 144, 145, 153, 160, 167, 176, 179, (37), (39), (90), (92), (94), (96), (104), (110), (115), (122), (124-125)

Bifossularia ussowi 63-64, 65, 133, 135, 144, 145, 160, 179, (4), (37), (39), (92), (94), (96), (110), (124-125)

Bifossularia ussowi tenuiseptata 64

Bifossularia ussowi ussowi 64

Bifossularia esp. indét. ..... (125)

Bothrophyllum (Bothroclisia) clisiophylloides .. (57)

Caninia benburbensis 55

Caninia cornucopiae 49, 50, 179, (32), (87), (96)

Caninia cornucopiae var. *vesicularis* 50

Caninia aff. *cornucopiae* 49-50, 135, 167, (32), (87-88), (96), (116-117), (120)

Caninia gigantea 3, 53, 58, (3)

Caninia hettonensis 58

Caninia okensis ..... (57)

Caninia cf. *socialis* 127

Caninia sp. 54

Caninoïd cyathophyllum 60

Caninophyllum patulum ..... (4), (125)

Carcinophyllum vaughani 85

Claviphyllum eruca 33

Clisiophyllum curkeenense 82

Clisiophyllum (Dibunophyllum) praecursor 86

Clisiophyllum ingletonense 79

Clisiophyllum keyserlingi 78

Clisiophyllum keyserlingi crassiseptatum 76

Clisiophyllum multiseptatum 78, 79, (46)

Clisiophyllum parkinsoni 77, (45)

Clisiophyllum aff. *parkinsoni* 76-77, (45), (92), (94), (96), (110), (124)

Clisiophyllum sp. 77-78, (90), (92), (94), (96), (110), (124)

Cravenia lamellata 85

Cravenia rhytoides 83-86, 150, 158, 178, (4), (50-51), (87-88), (90), (94), (96), (101), (108), (115), (120)

Cravenia tela 84

Cyathaxonia cornu 27-29, 70, 75, 148, 167, 178, (15-16), (87-89), (96), (100), (103), (109), (116-117), (119-120)

Cyathaxonia tantilla 141

Cyathaxonia tortuosa ..... (57)

Cyathoclisia densa 82

Cyathoclisia modavensis 82, 83, (4), (125)

Cyathoclisia cf. *modavensis* *83*, 153, (90), (92), (96), (104), (119)
Cyathoclisia monicae *80-83*, 135, 145, 167, 170, (47-49), (87-90), (96), (116-117), (120)
Cyathoclisia sp. ..... (87)
Cyathoclisia tabernaculum 82
Delepinella anastomosa *69-75*, 145, 153, 158, 167, 170, (4), (40-44), (87-88), (90), (96), (104), (108-109), (116-117), (120), (122)
Dibunophyllum bipartitum 86
Dibunophyllum cf. *bipartitum* *86*, (94), (96), (113)
Diphyphyllum concinnum 106, 107
Dorlodotia pseudovermiculare 99
Dorlodotia cf. *pseudovermiculare* *99*, 162, 164, (62), (90-91), (96), (112-113), (120)
Eostrotion tortuosum ..... (57)
Fasciculophyllum dybowskii 32, 33
Favistina undulata ..... (13)
Hexalasma hexaseptatum 44, 48
Hexalasma primitivum 44, 48, (30)
Hexalasma protoseptatum 44, 48
Hillophyllum priscum 23, (13)
Hillophyllum sp. ..... (13)
Kinkaidia trigonalis ..... (30)
Koninckophyllum magnificum ..... (57)
Koninckophyllum meathopense 91
"*Koninckophyllum*" *praecursor* 79
Lambeophyllum dybowskii ..... (13)
Lambeophyllum profoudum ..... (13)
Lithostrotion araneum 102, (65)
Lithostrotion decipiens 101, (65)
Lithostrotion irregulare 8
Lithostrotion maccoyanum ..... (65)
Lithostrotion pelhatae *100-102*, 133, 135, 145, 165, (63-65), (93-94), (96), (114), (117), (124)
Lithostrotion vorticale 101, (65)
Lophophyllidium proliferum 41
Lophophyllidium (?) *vannieri* *41-44*, 135, 150, 174, 179, (26-28), (90), (96), (101), (103), (120)
Lophophyllum fomitchevi 91, 179, (56)
Lophophyllum koninckí 40
Neoclisiophyllum ingletonense 78, *78-79*, (46), (90), (96), (113), (122)
Neokoninckophyllum tanaicum ..... (57)

Nominoephyllum lardeuxi 45, *47-49*, 135, 150, 174, 166, (30-31), (90), (96), (101), (103), (120)

Palaeophyllum sp. ..... (13)

Palaeosmilia aquisgranensis 66, 68

Palaeosmilia contexta 66

Palaeosmilia murchisoni *66-67*, 130, 135, 144, 145, 162, 179, (4), (90), (94-96), (111), (113), (122), (124-125)

Palaeosmilia sp. *67-68*, 145, (92), (94), (96), (109-110)

Parasiphonophyllia smirnovi 56, (37)

Petraia semistriata 70, 75

Pleophyllum compactum ..... (30)

Plerophyllum tenuiseptatum 33

Primitophyllum primum ..... (13)

Proheterelasma (?) *omaliusi* *29-33*, 32, 33, 36, 148, 150, 153, 154, 158, 165, 167, 178, (17-19), (87-90), (93-94), (96), (100-101), (103-105), (108-109), (114), (116-117), (119-120), (122), (124)

Proheterelasma (?) sp. *33*, (20), (90), (96), (103)

Proheterelasma (?) *thomsoni* 33

Pseudocryptophyllum cavum 44, 48, (30)

Rhopalolasma symplecta 47

Rhopalolasma tachyblastum 47

Rotiphyllum densum 33, *34-36*, 135, 148, 154, 158, 167, 178, (21-22), (87-89), (96-97), (100), (103), (105), (108-109), (116-117), (119-120)

Rylstonia benecompacta kussbassica 91, 179, (56)

Rylstonia stirtonensis 44

Sabolia maitae *93-95*, 135, 144, 145, 166, (57-60), (94), (96), (115), (117), (124)

Semenoffia amarensis 118, 121, 179, (80)

Semenoffia moedenensis 118, *118-121*, 135, 143, 145, 167, 170, 179, (80-84), (87-88), (96), (116-117), (120)

Semenoffia viseensis 118, 121, 179, (80)

Sinophyllum pendulum 41

Sinophyllum (?) sp. 42

Siphonodendron intermedium 104, (68)

Siphonodendron "irregulare" 104, (68)

Siphonodendron junceum ..... (68)

Siphonodendron martini 8, (68)

Siphonodendron ondulosum 104, (68)

Siphonodendron pauciradiale ..... (68)

Siphonodendron sarthensis 86, *102-105*, 133, 135, 162, (4), (66-68), (94-97), (111), (113), (124)

Siphonodendron sociale 104, (68)
Siphonodendron sp. ..... (4), (117)
Siphonophyllia benburbensis 60
Siphonophyllia buxtonensis 62, (37-38)
Siphonophyllia cylindrica 51-53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 127, 144, 145, 151, 154, 167, 179, (4), (33), (37-38), (87-88), (90), (96), (102-103), (116), (119-120), (125)
Siphonophyllia dorlodoti 59, 62, (37-38)
Siphonophyllia garwoodi 54, 58, 59, 60, (37-38)
Siphonophyllia aff. *garwoodi* 53-55, 128, 135, 144, 145, 153, 154, 165, 179, (3), (33), (37-38), (87), (90), (92-94), (96-97), (104-107), (114), (119), (124)
Siphonophyllia gigantea 56, 57-60, 62, 125, 135, 143, 144, 145, 146, 154, 158, 170, (3), (34-38), (87-88), (96-97), (105), (108), (119-120)
Siphonophyllia hasteriensis 53, 59, 60, (37-38)
Siphonophyllia herculina 53
Siphonophyllia hettonensis 55-56, 58, 59, 60, 62, 125, 135, 144, 145, 146, 154, 158, 179, (3-4), (34-38), (87-88), (96-97), (105), (108), (119-120), (125)
Siphonophyllia latetabulata ..... (37)
Siphonophyllia samsonensis 55, 59, 60, 61, 62, (37-38)
Siphonophyllia siblyi 59, 62, (37-38)
Siphonophyllia sp. 150, (90)
Siphonophyllia transitoria 60, (37-38)
Solemnophyllum semenoffi 88-92, 92, 135, 144, 146, 162, 164, 174, (52-57), (90-91), (96), (112-113), (120)
Solemnophyllum sp. 92, (52-53), (56), (92), (94), (96), (109-110), (124)
Solenodendron furcatum 108, 110, (72)
Solenodendron hibernicum 111, (72)
Solenodendron horsfieldi 107, (72)
Solenodendron kosvensis 108, 109, (72)
Solenodendron pillolai 105, 106-108, 109, 110, 125, 128, 135, 154, 158, 170, (4), (69-72), (87-88), (96-97), (106-109), (119-120)
Solenodendron ramosa ..... (72)
Solenodendron sp. 1 ..... 105, 108-110, 154, (70-72), (90), (96), (105)
Solenodendron sp. 2 ..... 105, 110-111, 145, 153, (70-73), (90), (96), (104), (122)
Solenodendron (?) *yohi* ..... (72)
Sychnoelasma konincki 37-38, 128, 148, 154, 178, (24-25), (87), (89), (96), (100), (103), (106-107), (119)

Sychnoelasma urbanowitschi *38-40*, 128, 130, 135, 153, 170, (4), (25), (87), (90), (92), (94), (96-97), (103-104), (115), (119), (122), (125)
Turbinatocaninia okensis ..... (57)
Uralinia multiplex 8
Yuanophyllum kansuense ..... (57)
Zaphrentis cylindrica 3
Zaphrentis excavata 3
Zaphrentis gueranguerí 3
Zaphrentis herculina 53
Zaphrentis koninckí var. *kentensis* 40
Zaphrentis phillipsi 3
Zaphrentites (?) sp. 36, 167, (23), (87-88), (96)
Zaphrentoides griffithi 38

PLANCHES

Orientation des sections. Sur les sections transversales, le septe cardinal est, dans la mesure du possible, dirigé vers le haut (SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974, p. 37). Lors de l'insertion septale, les septes se succèdent dans le sens antipode - cardinal.

PLANCHE 1

Fig. 1. *Amplexus coralloides* SOWERBY 1814. IGR 35708 (x 4). Carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne). Formation de Laval (Faciès waulsortien). Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur. 1a : section longitudinale ; 1b : section transversale.

Fig. 2-3. *Cyathaxonia cornu* MICHELIN 1847.
2 : IGR 35268, section transversale (x 15). Carrière de Quenon (Saint-Germain-sur-Ille, Ille-et-Vilaine). Formation de Quenon. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
3 : IGR 35199, section transversale (x 15). Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).

Fig. 4-5. *Proheterelasma* (?) *omaliusi* (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851).
4 : IGR 35149. Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3). 4a : section transversale (x 6) ; 4b : section transversale d'un stade jeune (x 10).
5 : IGR 35703, section transversale (x 6). Carrière de La Vionne (Saint-Ouen-des-Toits, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

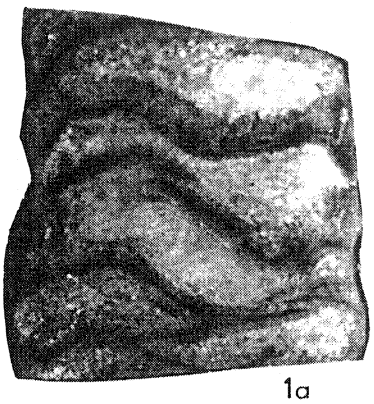
Fig. 6-7. *Rotiphyllum densum* (CARRUTHERS 1908). Carrière de Quenon (Saint-Germain-sur-Ille, Ille-et-Vilaine). Formation de Quenon. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
6 : IGR 35281, section transversale (x 6).
7 : IGR 35287, section transversale (x 6).

Fig. 8. *Zaphrentites* (?) sp. IGR 35226, section transversale (x 6). Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).

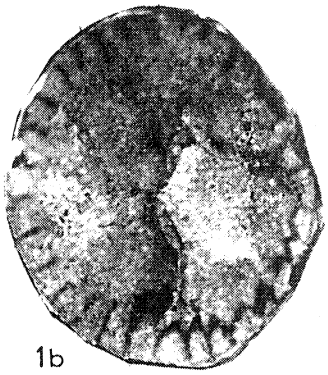
Fig. 9. *Proheterelasma* (?) sp. IGR 35698, section transversale (x 6). Carrière de La Vionne (Saint-Ouen-des-Toits, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

Fig. 10. *Sychnoelasma konincki* (MILNE-EDWARDS & HAIME 1851). IGR 35275 (x 5). Carrière de Quenon (Saint-Germain-sur-Ille, Ille-et-Vilaine). Formation de Quenon. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3). 10 a-b : sections transversales.

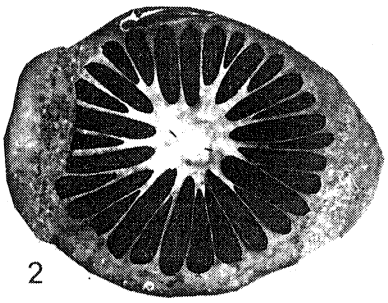
Fig. 11-13. *Sychnoelasma urbanowitchi* (STUCKENBERG 1895).
11 : IGR 35744, section transversale (x 3). Carrière de la Butte à Berthe (Grimouville, Manche). Formation de Régneville. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
12 : IGR 35319 (x 4). Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α. 12a : section transversale ; 12b : section longitudinale.
13 : IGR 35317, section transversale (x 4) ; même gisement, même niveau stratigraphique que l'échantillon précédent.



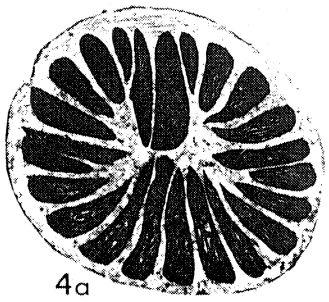
1a



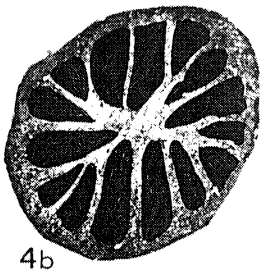
1b



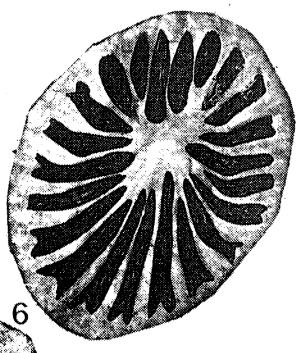
2



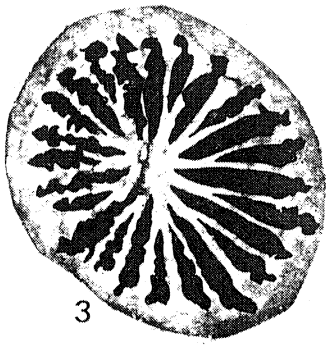
4a



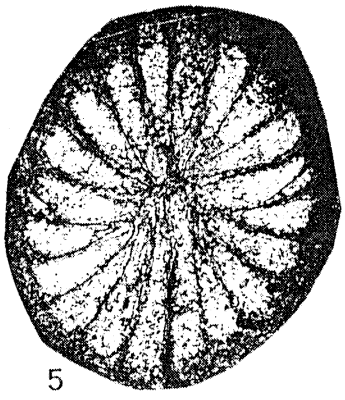
4b



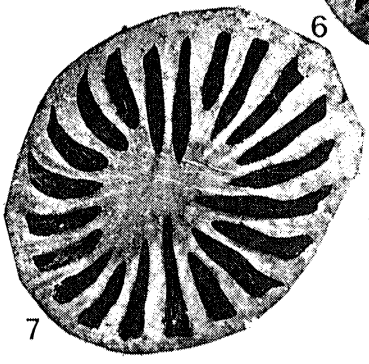
6



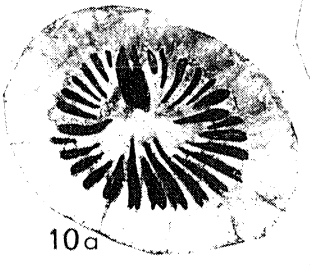
3



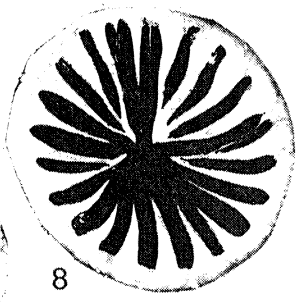
5



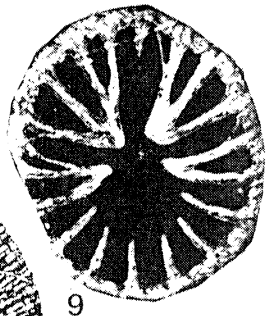
7



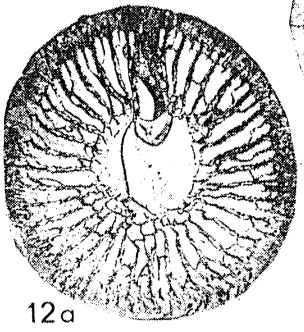
10a



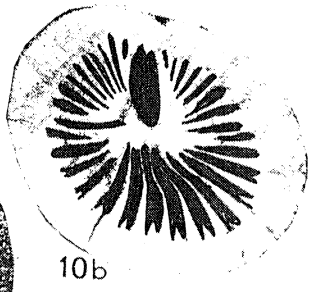
8



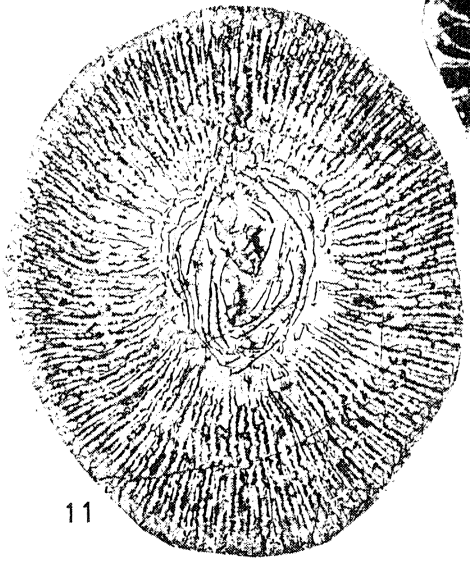
9



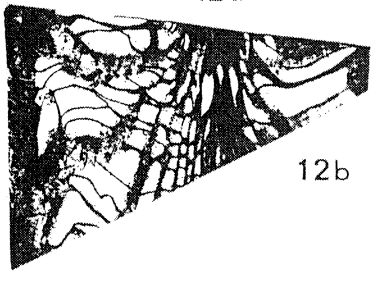
12a



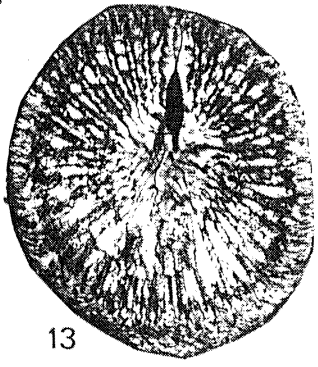
10b



11



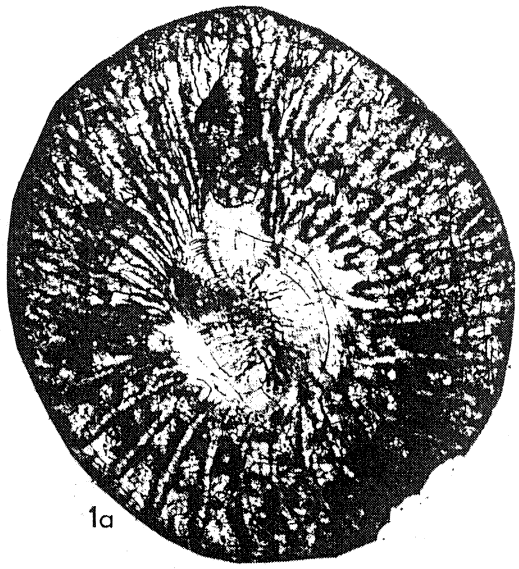
12b

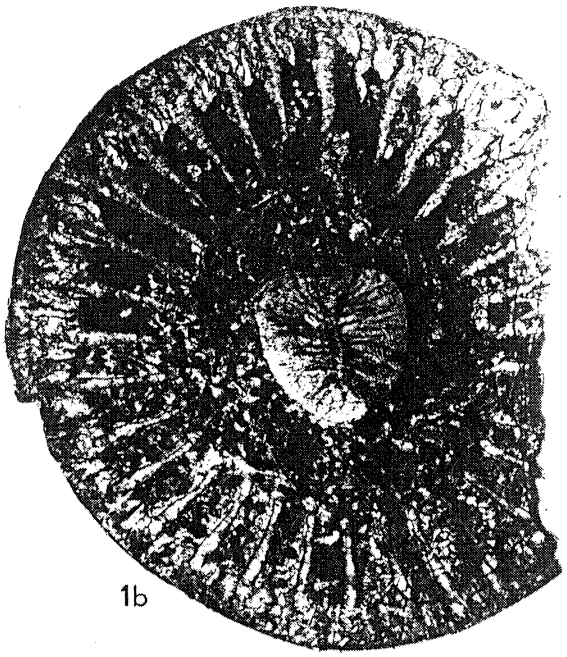


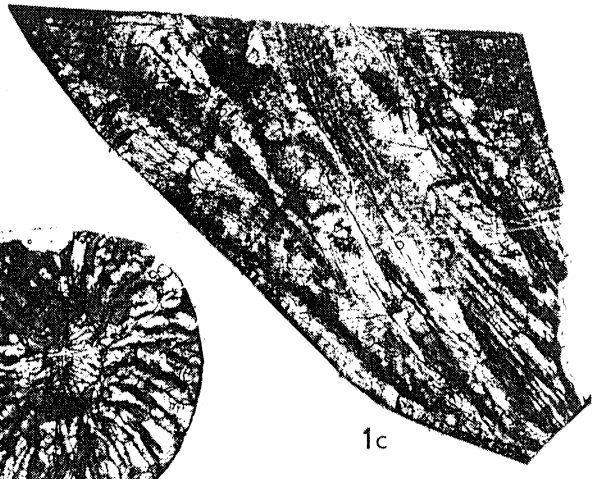
13

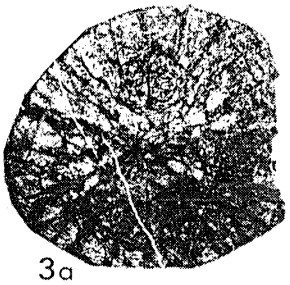
PLANCHE 2

Fig. 1-3. *Lophophyllidium* (?) *vannieri* nov. sp. Carrière de La Vionne (Saint-Ouen-des-Toits, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
1 : Holotype IGR 35608 (x 6). 1a : section transversale, stade adulte ; 1b : section transversale dans la calice ; 1c : section longitudinale.
2 : Paratype IGR 35611. 2a : section transversale, stade jeune (x 6) ; 2b : section transversale, stade adulte (x 6) : 2c : section transversale dans le calice (x 5).
3 : Paratype IGR 35604 ; 3a : section transversale, stade jeune (x 6) ; 3b : section transversale, stade jeune (x 8).

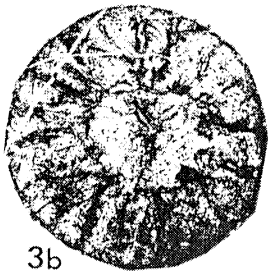

1a

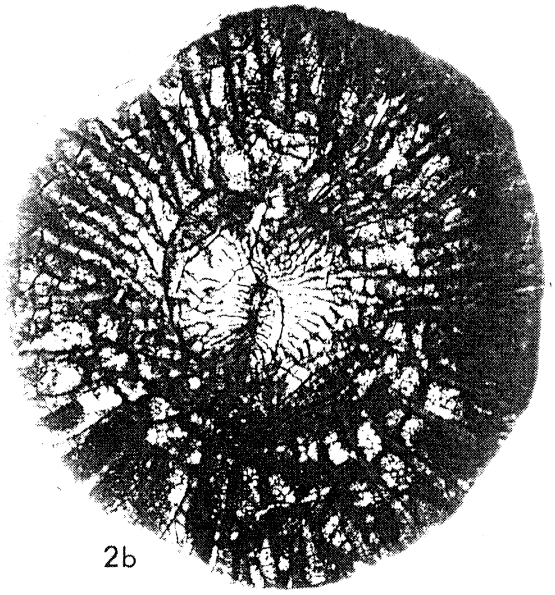

1b


1c


3a

2a


3b


2b

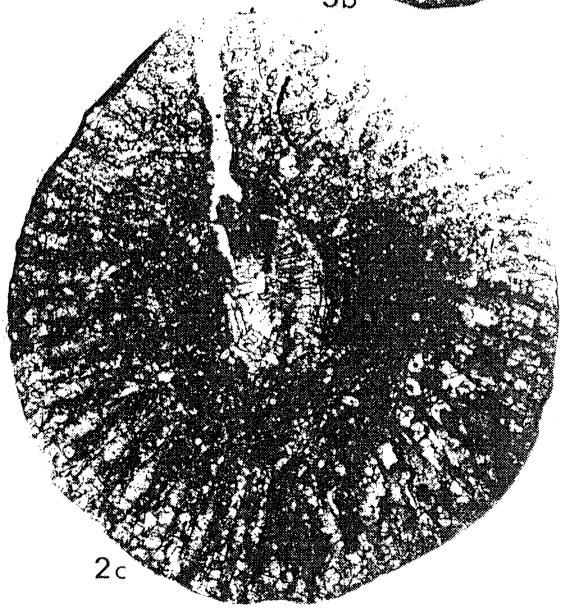
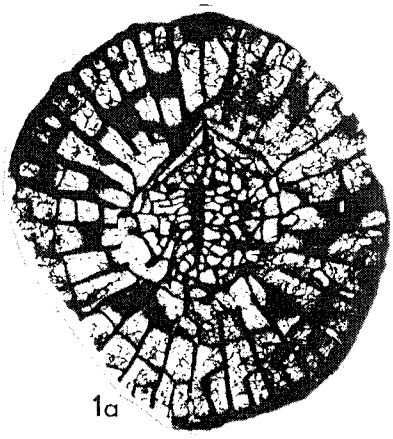
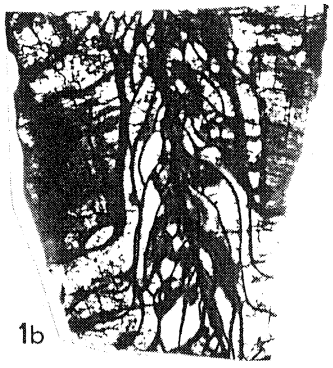

2c

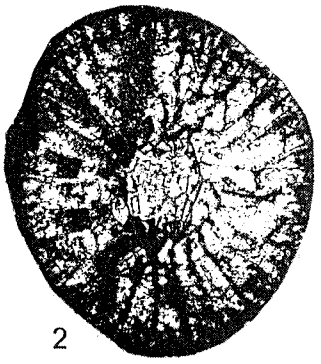
PLANCHE 3

Fig. 1-4. *Cravenia rhytoides* HUDSON 1928.
1 : IGR 35695 (x 4). Carrière de La Vionne (Saint-Ouen-des-Toits, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α) ; 1a : section transversale ; 1b : section longitudinale.
2 : IGR 35692 (x 5), section transversale. Même gisement, même niveau stratigraphique que le précédent.
3 : IGR 35203 (x 4), section transversale. Carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
4 : IGR 35204 (x 3). Même gisement, même niveau stratigraphique que le précédent. 4a : section transversale ; 4b : section longitudinale.

Fig. 5-6. *Nominoephyllum lardeuxi* nov. gen. nov. sp. (x 6). Carrière de La Vionne (Saint-Ouen-des-Toits, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
5 : Holotype IGR 35682. 5 a-b : sections transversales ; 5c : section longitudinale.
6 : Paratype IGR 35683. 6 a-b : sections transversales.
Les six protoseptes sont indiqués par des points à la périphérie des sections transversales.


1a

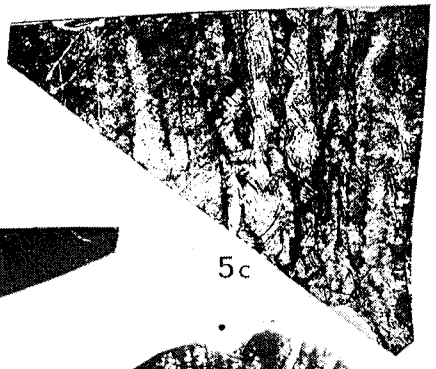

1b

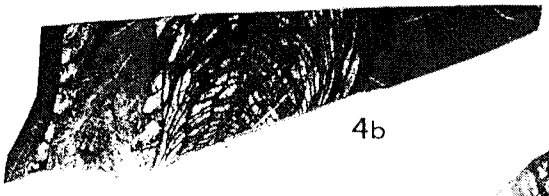

2

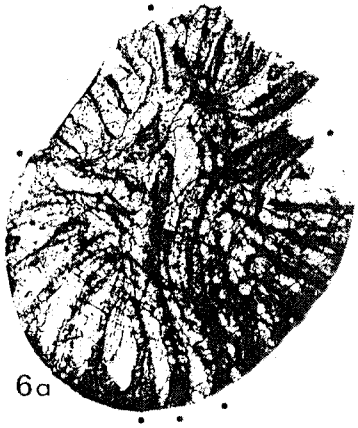
3

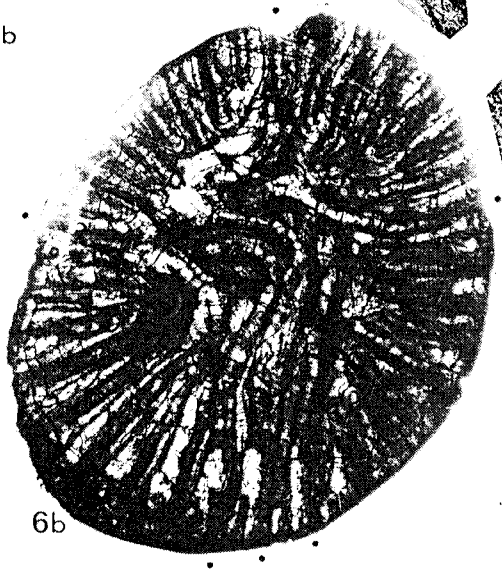
4a

5a


5c


4b


6a


6b

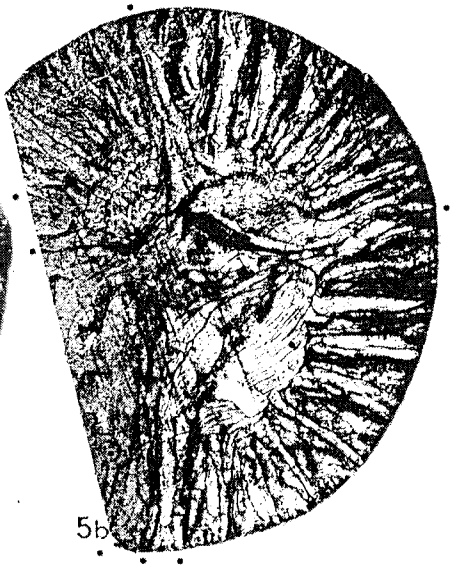
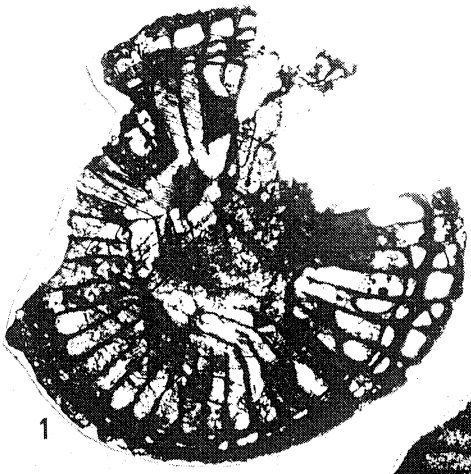

5b

PLANCHE 4

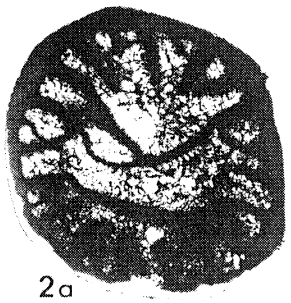
Fig. 1. *Caninia cornucopiae* MICHELIN in GERVAIS 1840. Spécimen LM 14 (Collections de l'Université du Maine, Le Mans, Sarthe) (x 3). Carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

Fig. 2. *Caninia* aff. *cornucopiae* MICHELIN in GERVAIS 1840. Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
2 : IGR 35223. 2a : section transversale, stade jeune (x 6) ; 2 b-c : sections transversales, stades adultes (x 4).
3 : IGR 35215 (x 4), section transversale.
4 : IGR 35216 (x 4). 4a : sections transversales ; 4b : section longitudinale.

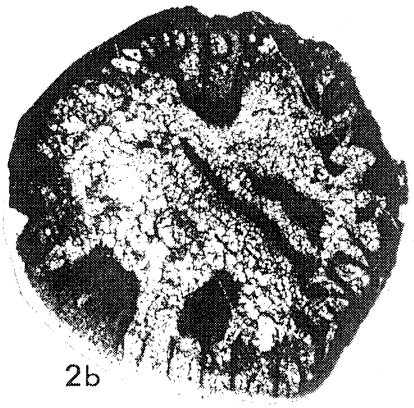
Fig. 5-6. *Siphonophyllia cylindrica* SCOULER in GRIFFITH 1842. Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
5 : IGR 35002 (x 2). 5 a-b : sections transversales.
6 : IGR 35006 (x 2), section transversale.



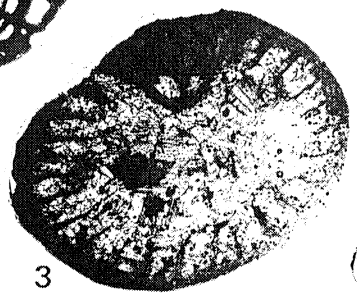
1



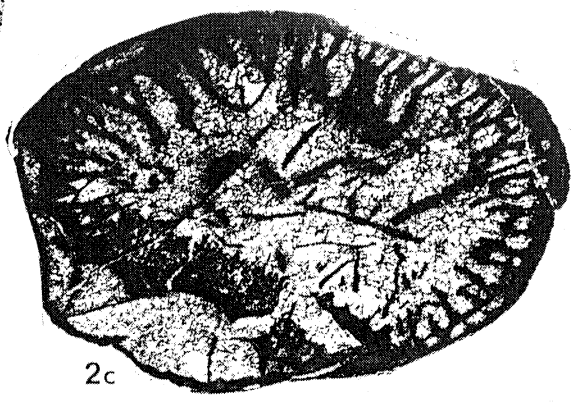
2a



2b

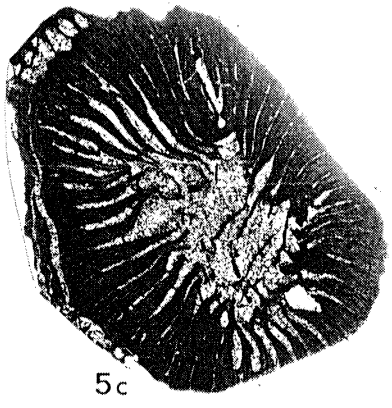


3



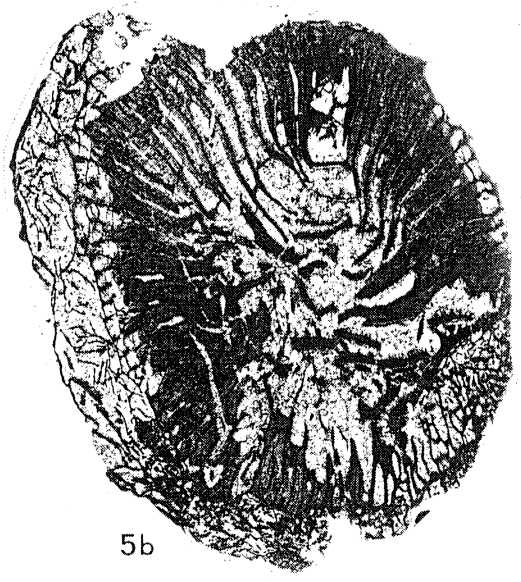
2c

5a



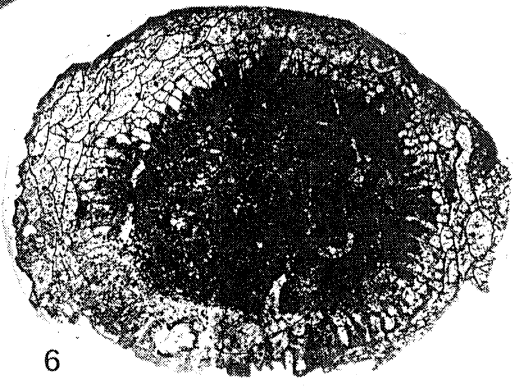
5c

4b



5b

4a

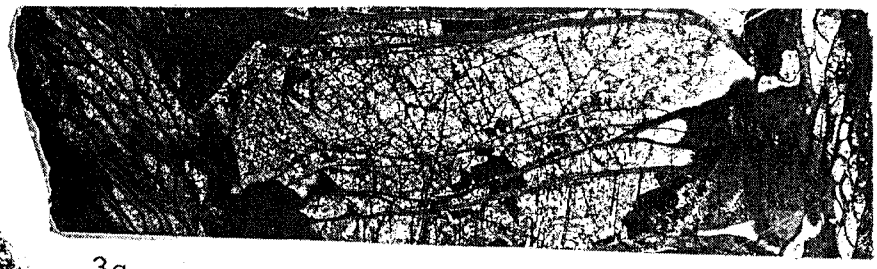


6

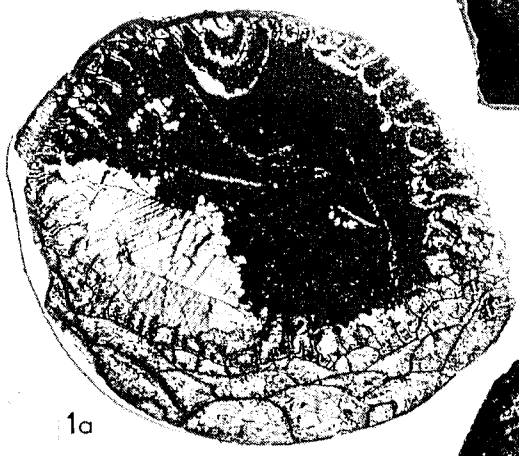
PLANCHE 5

Fig. 1-2. *Siphonophyllia cylindrica* SCOULER 1842.
1 : IGR 35741 (x 2). Carrière de l'Euche (Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne). Formation de Laval (Faciès waulsortien). Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur. 1a : section transversale ; 1b : section longitudinale.
2 : IGR 35368, section transversale (x 3). Carrière des Gravus (Louverné, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

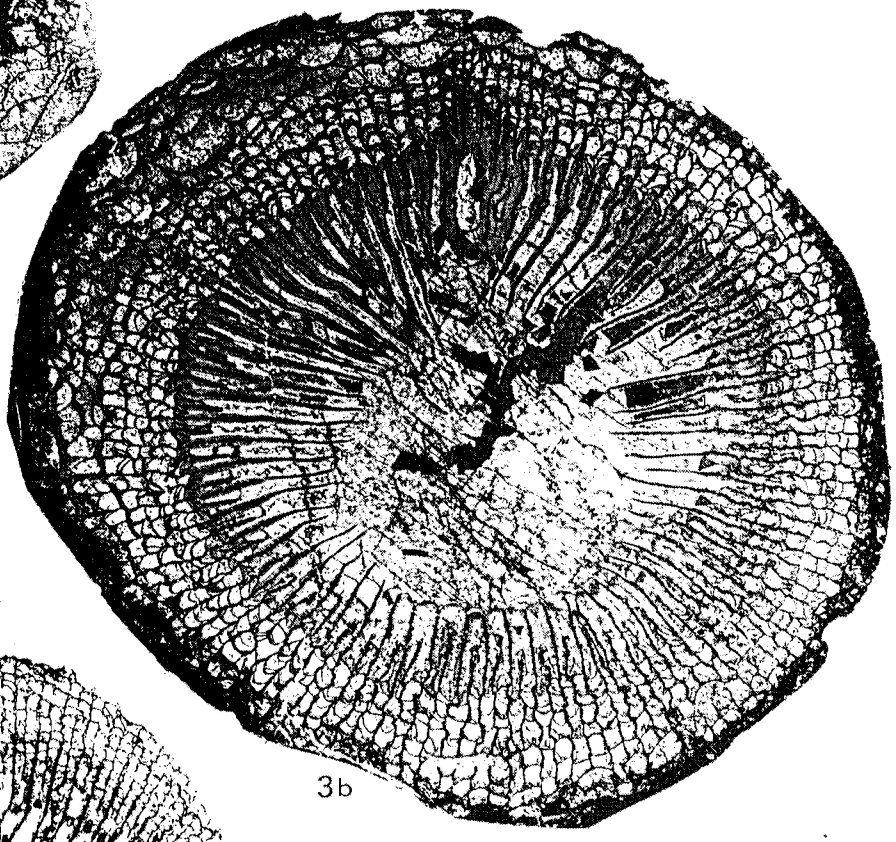
Fig. 3-4. *Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE 1910). Carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe). Formation de Sablé. Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur.
3 : spécimen IPM.S.11463 (Collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, correspond à *Caninia gigantea* MICHELIN 1843 qu'il figure pl. 16, fig. 1b) (x 2).
3a : section longitudinale ; 3b : section transversale.
4 : spécimen LM 1 (Collection de l'Université du Maine, Le Mans, Sarthe), section transversale (x 1,5).



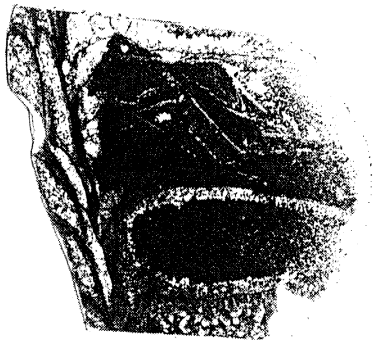
3a



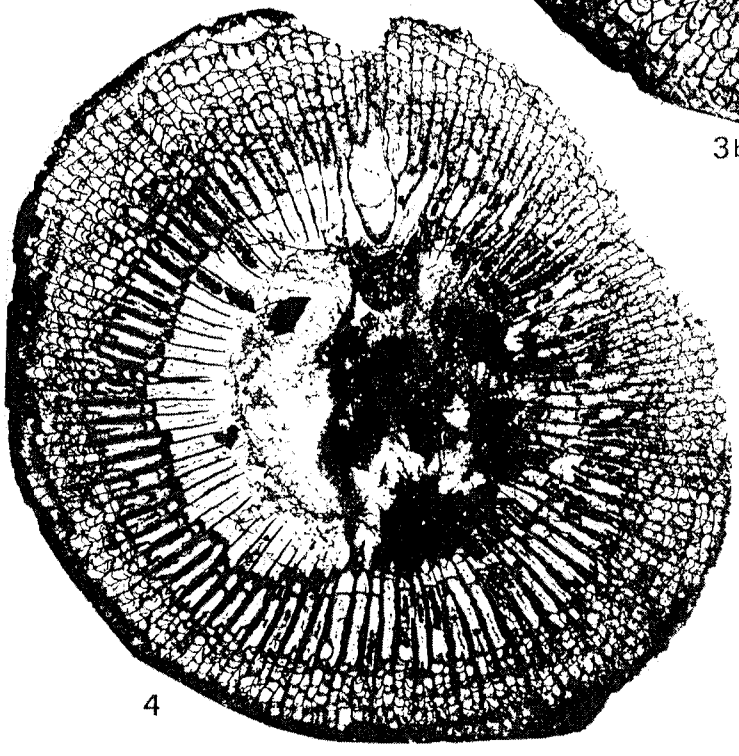
1a



3b



1b



4

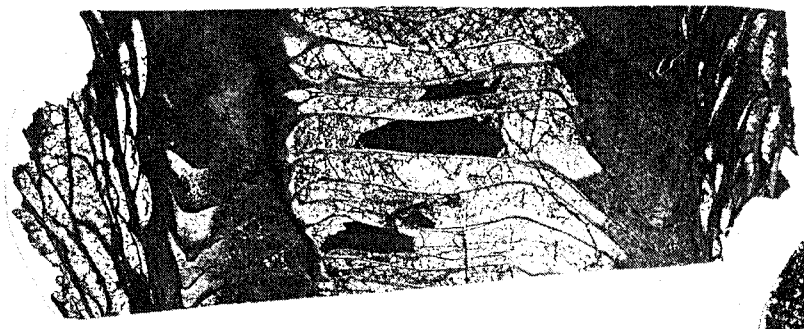
2

PLANCHE 6

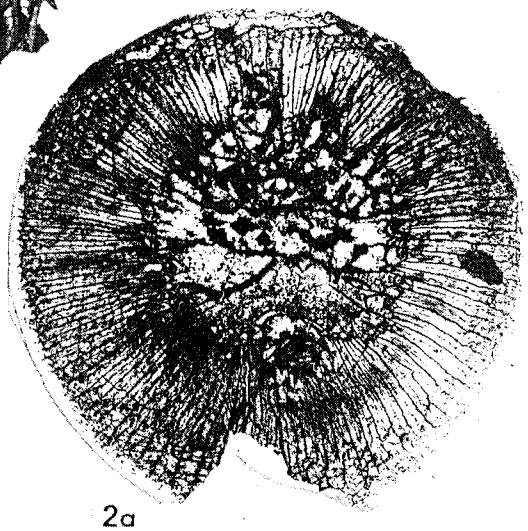
Fig. 1. *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980. Spécimen IPM.S.11461 (Collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, correspond à *Caninia gigantea* MICHELIN 1843. Cet échantillon a servi à la réalisation de la fig. 1a composite (pl. 16) de MICHELIN 1843 avec l'échantillon IPM.S.11460 (cf. pl. 8, fig. 2 a-b) (x 2). Carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe). Formation de Sablé. Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur. 1a : section longitudinale ; 1b : section transversale.

Fig. 2. *Siphonophyllia hettonensis* (WILMORE 1910). IGR 35027 (x 1,5). Carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3). 2a : section transversale d'un stade jeune, les septes, très épaissis, se touchent les uns les autres ; deux fossules sont distinctes (cardinale, antipode). Les dissépiments sont usés ; 2b : section longitudinale ; 2c : section transversale, les septes sont épaissis et le dissépimentarium développé.

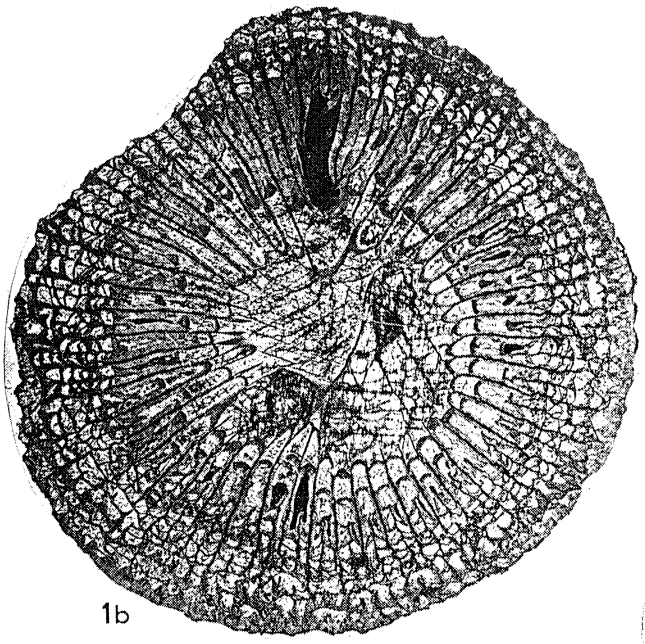
Fig. 3. *Siphonophyllia gigantea* (MICHELIN 1843). IGR 35031, section transversale, les septes mineurs sont contratingents (x 2). Carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).



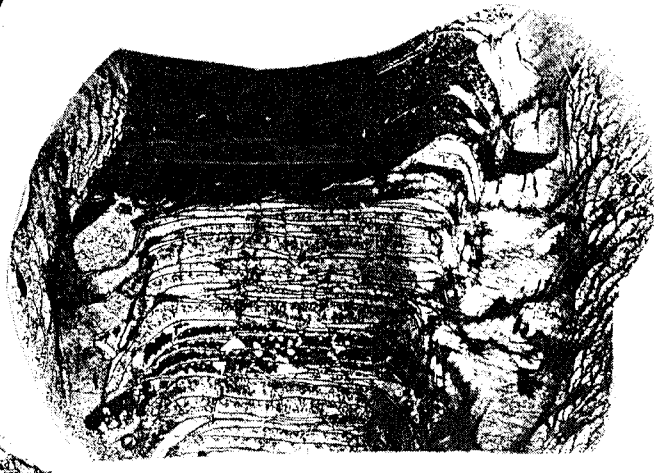
1a



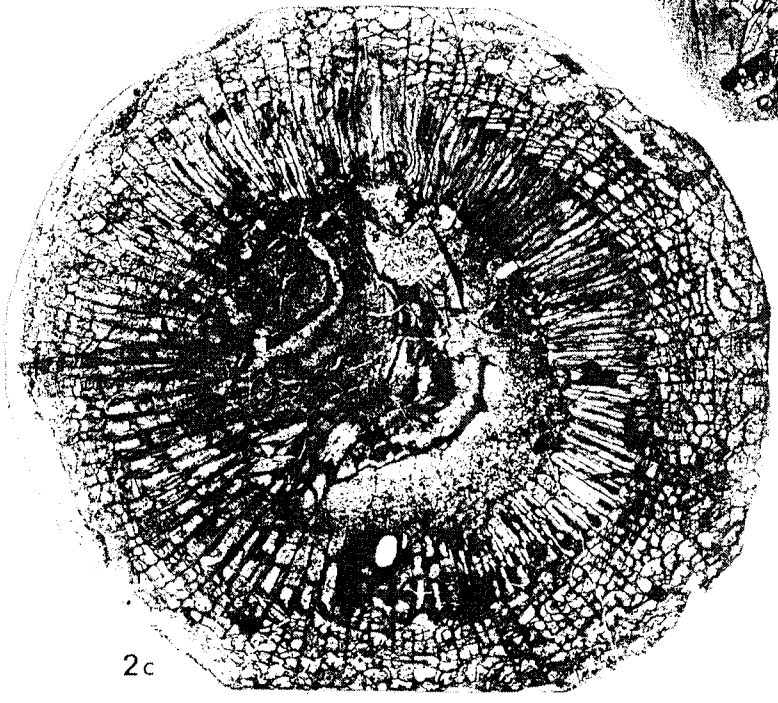
2a



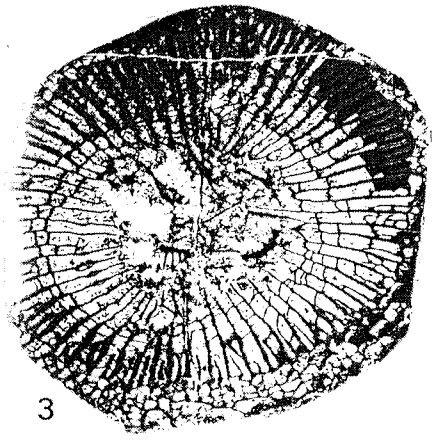
1b



2b



2c

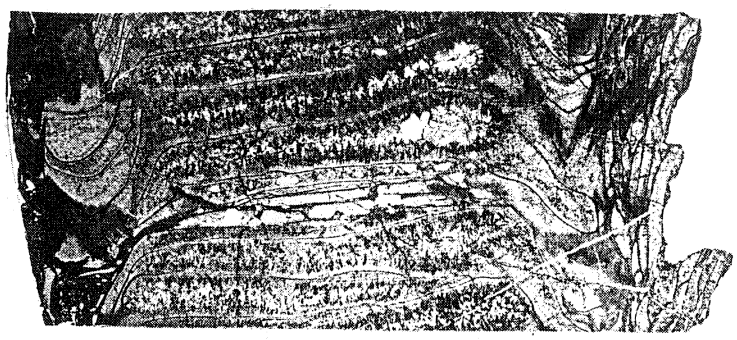


3

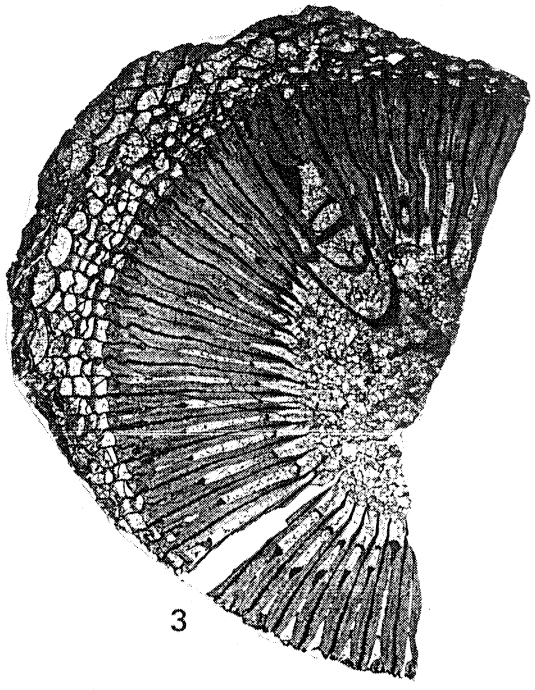
PLANCHE 7

Fig. 1-2. *Siphonophyllia gigantea* (MICHELIN 1843).
1 : lectotype IPM.S.11462 (Collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, figuré par MICHELIN 1843, pl. 16, fig. 1e) (x 2). Carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe). Formation de Sablé. Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur. 1a : section longitudinale ; 1b : section transversale.
2 : IGR 35037 (x 2). Carrières B des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3). 2a : section longitudinale ; 2b : section transversale.

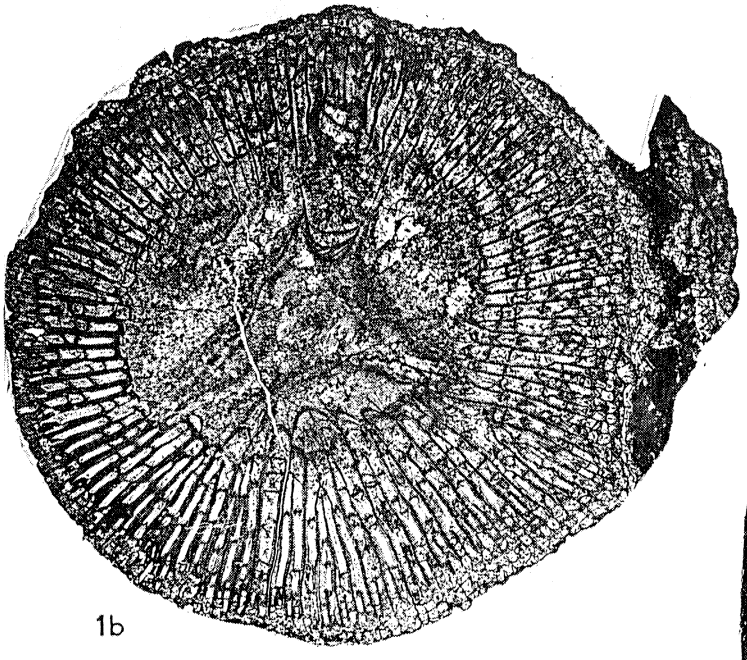
Fig. 3-4. - *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* RAMSBOTTON & MITCHELL 1980.
3 : spécimen IPM.S.11464 (Collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, correspond à *Caninia gigantea* MICHELIN 1843 qu'il figure pl. 16, fig. 1c). Section transversale (x 2). Carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe). Formation de Sablé. Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur.
4 : IGR 35378, section transversale (x 2). Carrière de l'Aiguillonière (Bouesnay, Mayenne). Formation de Sablé. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α.



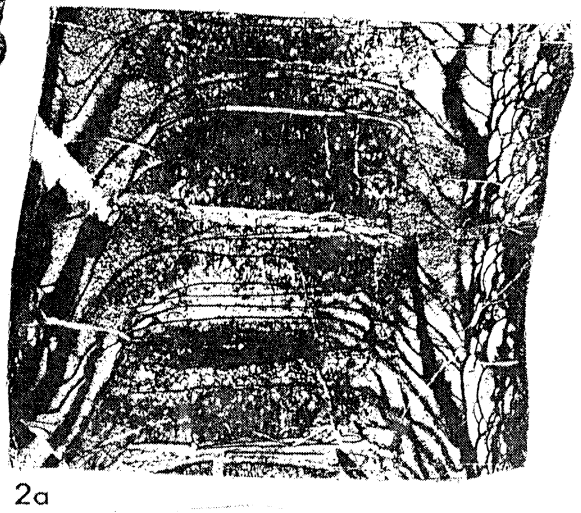
1a



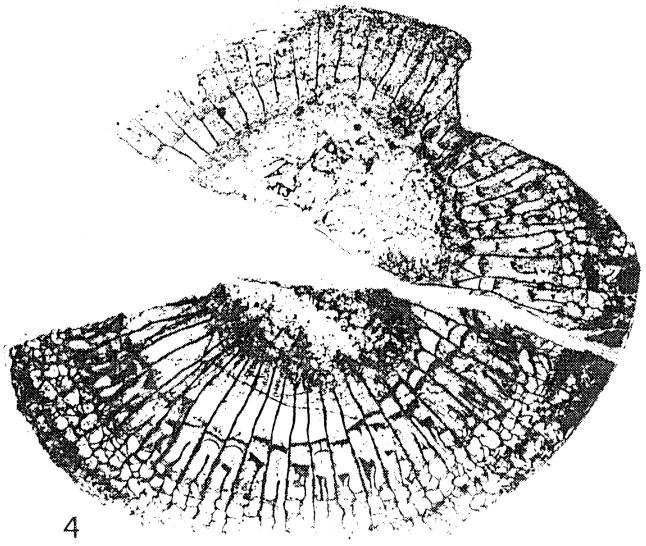
3



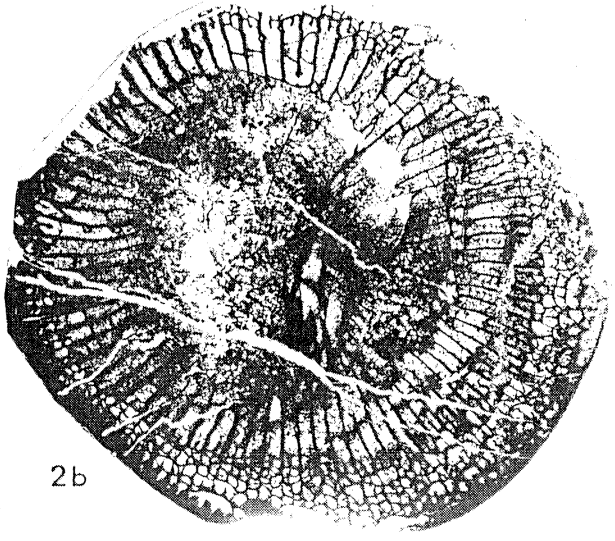
1b



2a



4



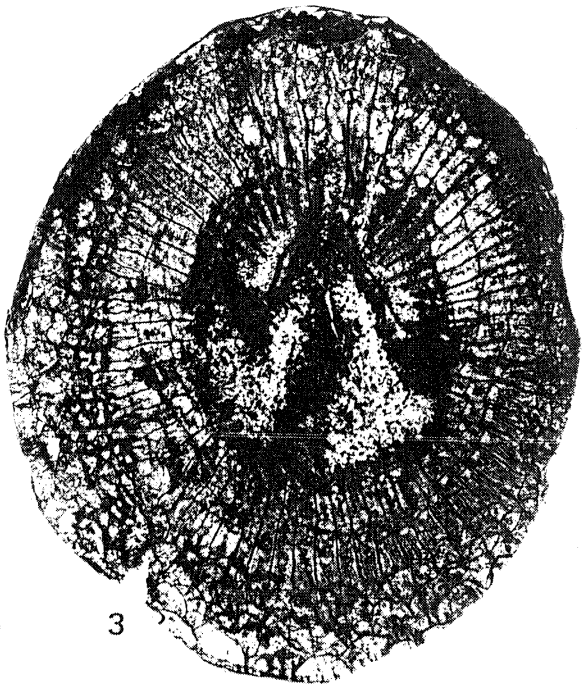
2b

PLANCHE 8

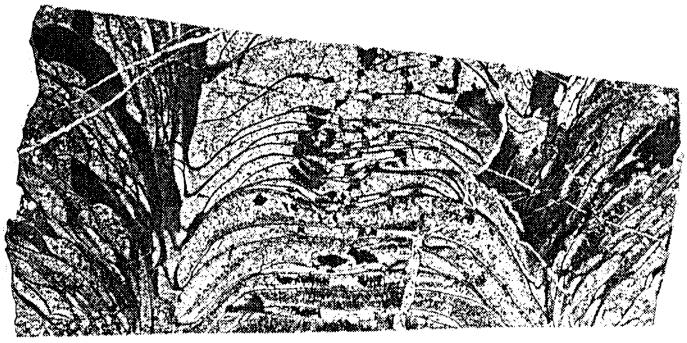
Fig. 1. *Siphonophyllia garwoodi* RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980. Holotype GSM 64028, section transversale (x 2) (Institute of Geological Sciences Leeds, Angleterre). Arnside Shore (Grande-Bretagne). Arundien. (Cliché de M. MITCHELL, Institute of Geological Sciences, Leeds).

Fig. 2-4. *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980.
2 : spécimen IPM.S.11460 (Collection MICHELIN, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, correspond à *Caninia gigantea* MICHELIN 1843. Cet échantillon à servi à la réalisation de la fig. 1a composite (pl. 16) de MICHELIN 1843 avec l'échantillon IPM.S.11461 (cf. pl. 6, fig. 1 a-b) (x 2). Carrière de Port-Etroit (Solesmes, Sarthe). Formation de Sablé. Tournaisien supérieur ou Viséen inférieur. 2a : section longitudinale ; 2b : section transversale.
3 : IGR 35371, section transversale (x 2). Carrière du Pin (Préaux, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
4 : IGR 35377 (x 2). Carrière de l'Aiguillonière (Bouessay, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α). 4a : section transversale ; 4b : section longitudinale.

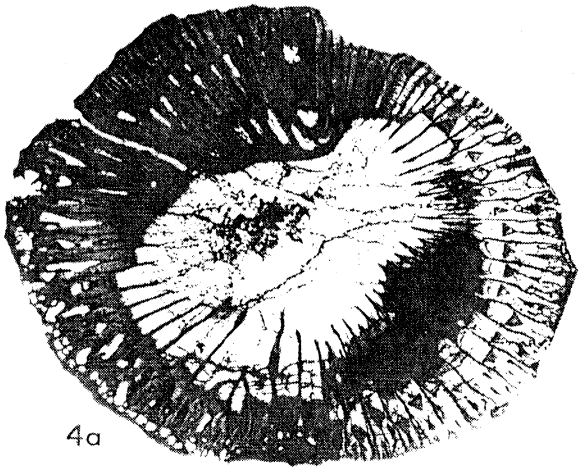
1



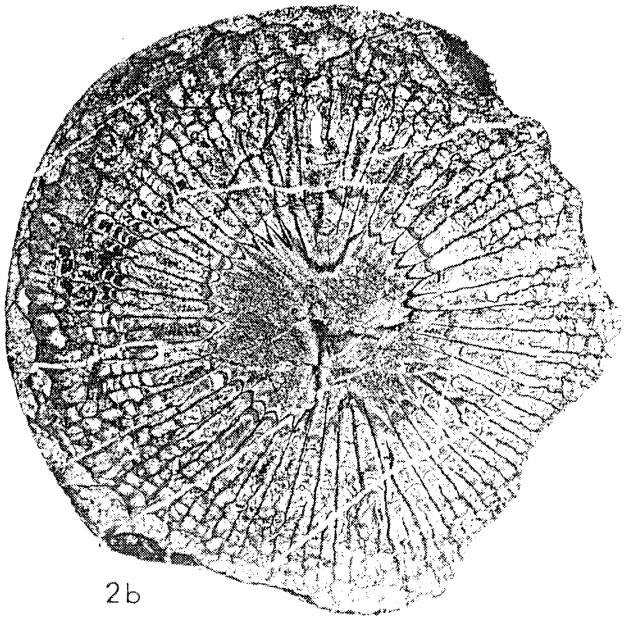
3



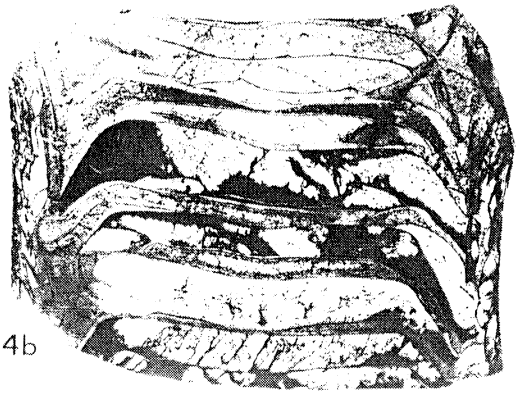
2a



4a



2b



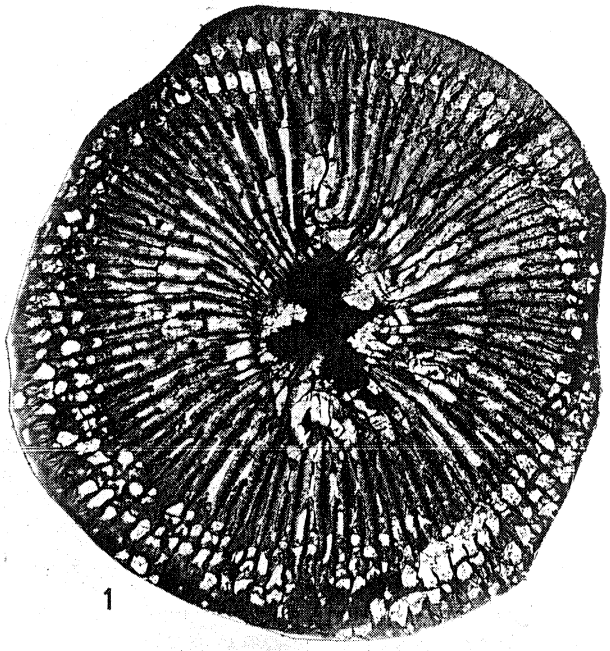
4b

PLANCHE 9

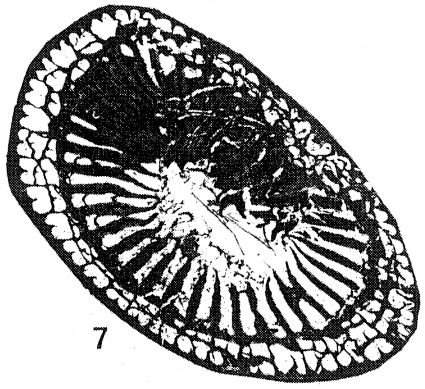
Fig. 1-3. *Bifossularia ussowi* (GABUNIA 1919). Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V2a (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ).
1 : IGR 35336 (x 2), section transversale.
2 : IGR 35339 (x 2), section transversale.
3 : IGR 35337 (x 2). 3a : section longitudinale ; 3b : section transversale.

Fig. 4-6. *Bifossularia tictensis* (TOLMATCHEV 1931). Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V2a (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ).
4 : IGR 35347 (x 3). 4 a-b : sections transversales de stades jeunes.
5 : IGR 35351 (x 2). 5a : section transversale ; 5b : section longitudinale.
6 : IGR 35346 (x 2), section transversale.

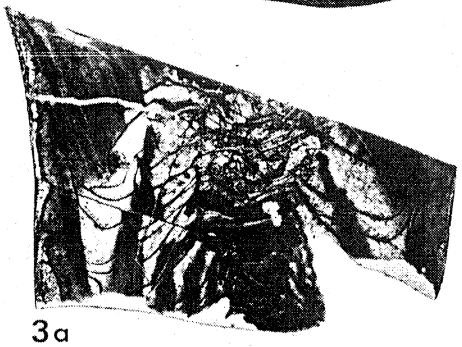
Fig. 7. *Siphonophyllia* aff. *garwoodi* RAMSBOTTOM & MITCHELL 1980. IGR 35324 (x 2), section transversale. Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).



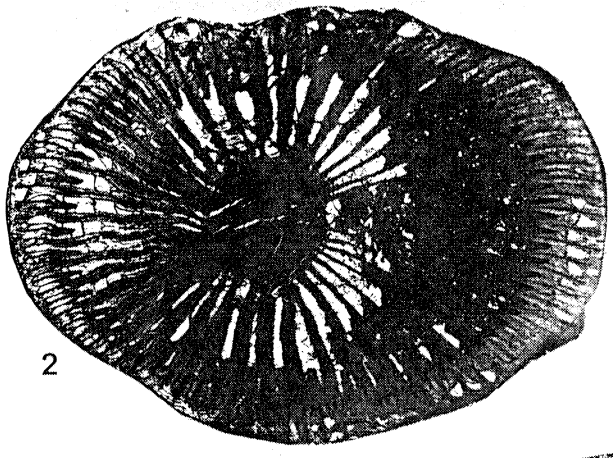
1



7

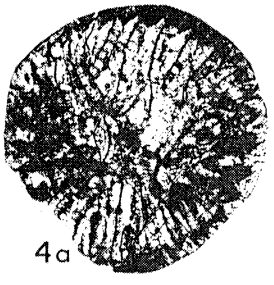


3a

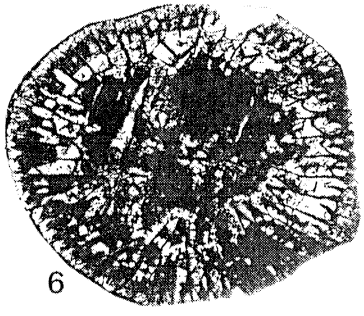


2

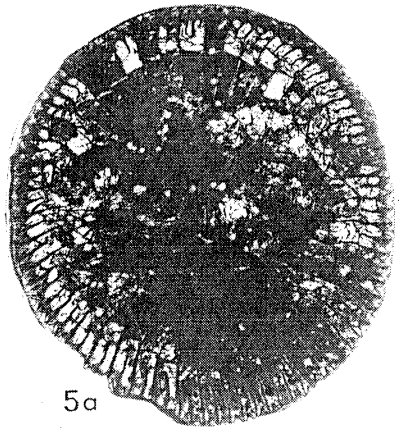
3b



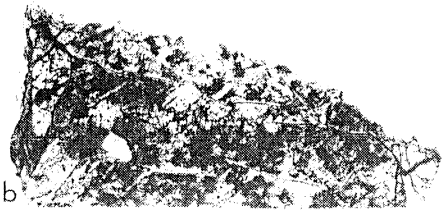
4a



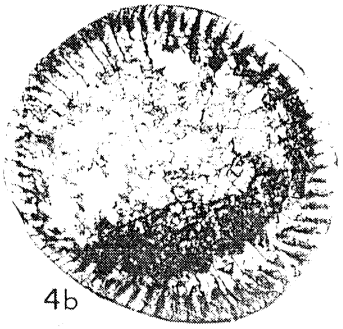
6



5a



5b

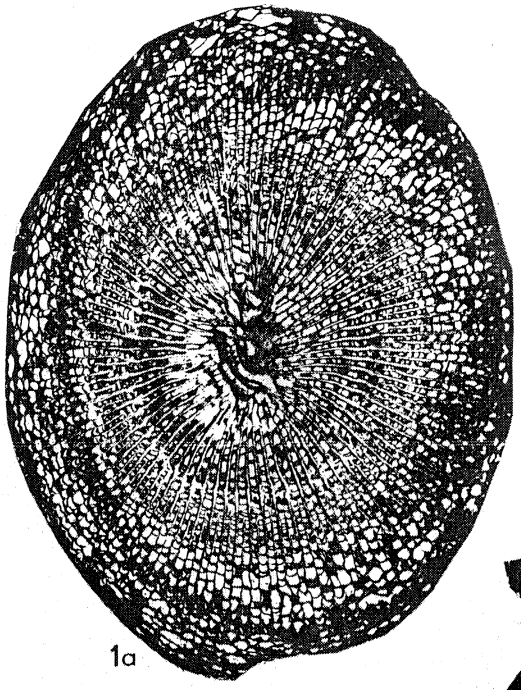


4b

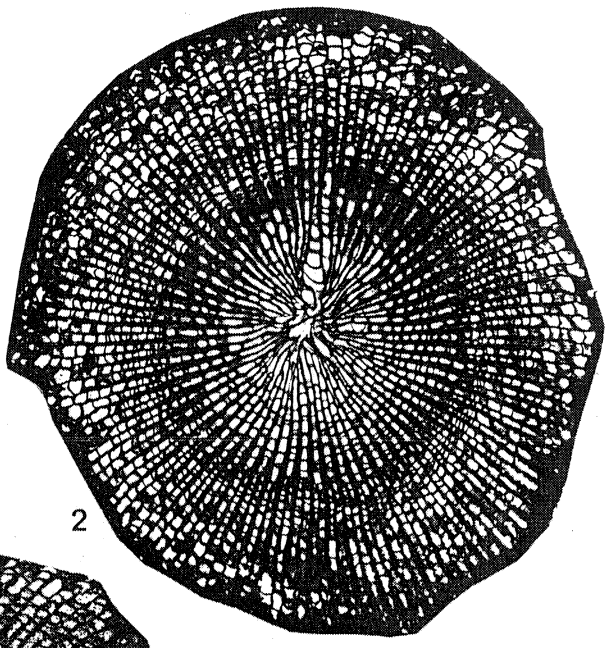
PLANCHE 10

Fig. 1-3. *Palaeosmilia murchisoni* MILNE-EDWARDS & HAIME 1848.
1 : IGR 35543 (x 2). Carrière de Châteauneuf (Juigné, Sarthe). Formation de Sablé. V2a ou b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ ou base zone cf5. 1 a-b : sections transversales ; 1c : section longitudinale.
2 : IGR 35560 (x 2), section transversale. Même gisement, même niveau stratigraphique que le précédent.
3 : IGR 35525, 35526, 35527 (x 3), sections ou fragments de sections transversales de trois Polypiers juxtaposés (il ne s'agit pas de la forme coloniale *Palastraea*). Carrière de l'Ouvardière (Juigné, Sarthe). Formation de Sablé. V2a ou b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ ou base zone cf5).

Fig. 4. *Palaeosmilia* sp. IGR 35329 (x 3), section transversale. Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V2a (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ).

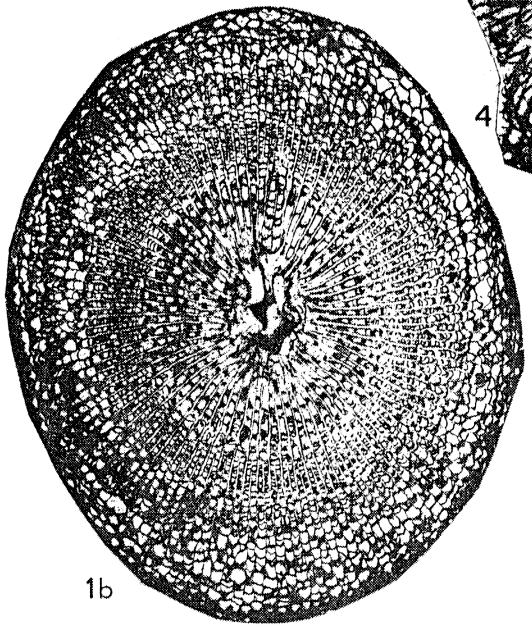


1a

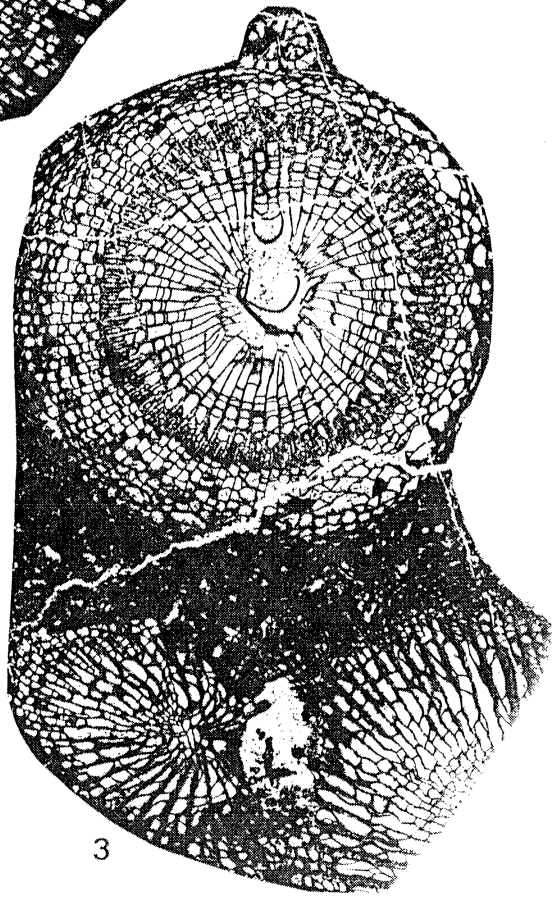


2

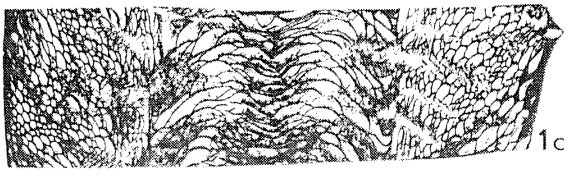
4



1b



3



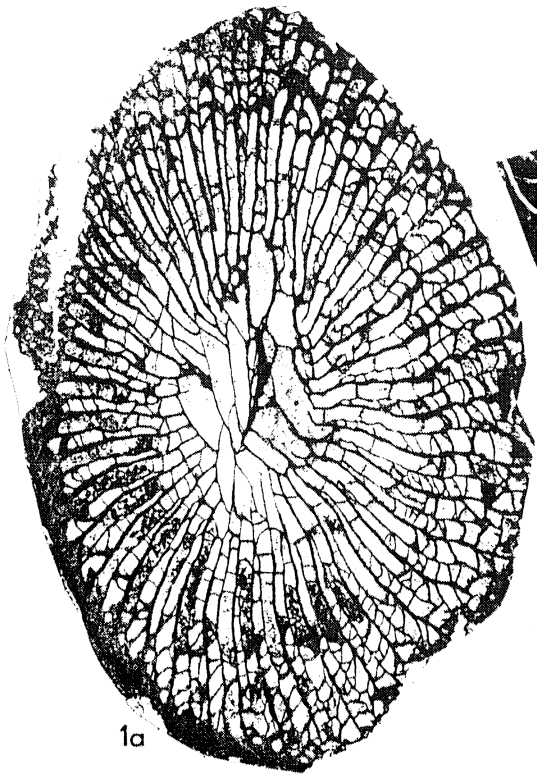
1c

PLANCHE 11

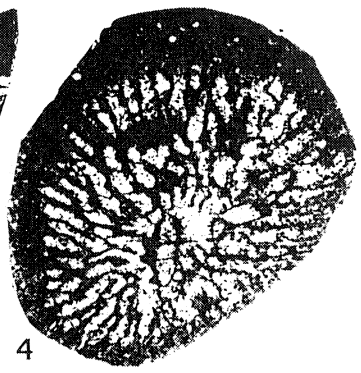
Fig. 1-3. *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN 1985. Carrière des Rochers (Argentré, Mayenne). Base de la Formation de Sablé. Tn3c (sommet du Tournaisien supérieur ; zone cf3).
1 : Holotype IGR 35041. 1 a-b : sections transversales (x 4) ; 1c : section longitudinale (x 4) ; 1d : détail de la structure axiale de la section figurée en 1a (x 8).
2 : Paratype IGR 35213 (x 4). 2a : section transversale ; 2b : section longitudinale.
3 : Paratype IGR 35211 (x 10). Détail de la columelle (stade jeune).

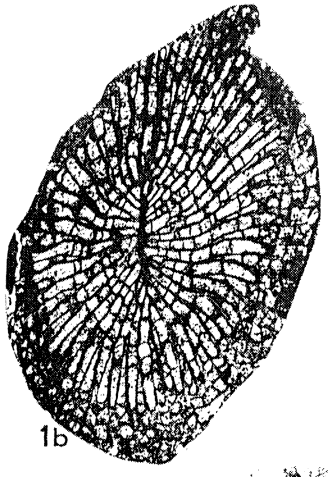
Fig. 4. *Delepinella anastomosa* VUILLEMIN 1985. IGR 35755 (x 5), section transversale. Carrière B de la Bonnetterie (Grimouville, Manche). Formation de Régneville. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

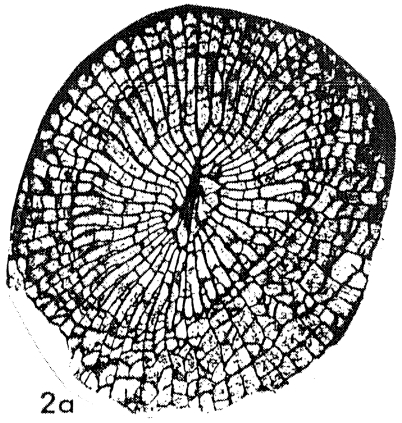
Fig. 5. *Amygdalophyllum* ? sp. IGR 35591. Carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne). Formation de Sablé. V2b (Viséen moyen ; base de la zone cf5). 5 a-b : sections transversales (x 4) ; 5c : section longitudinale (x 4) ; 5d : détail de la structure axiale de la section figurée en 5b (x 10).


1a

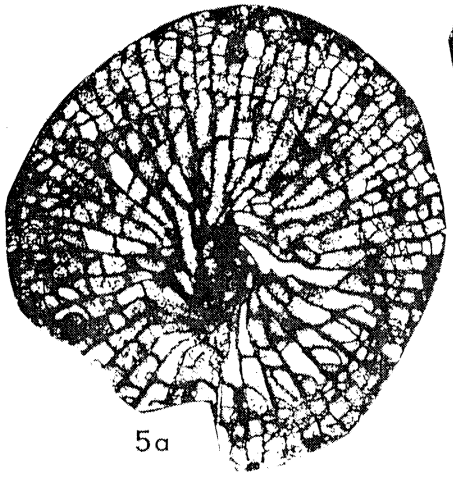
1c


4

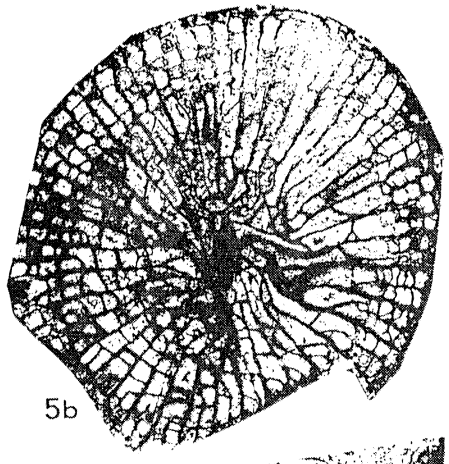

1b


2a

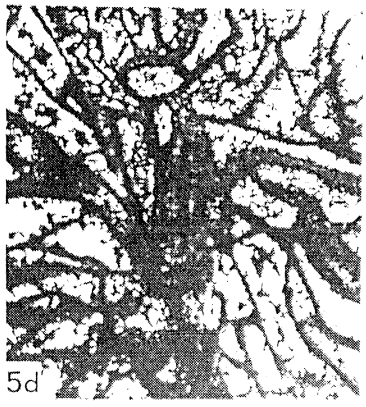
3


5a

2b


5b

1d


5d

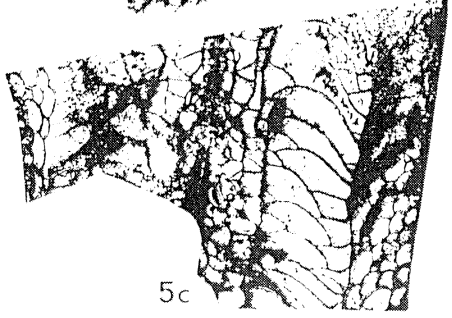
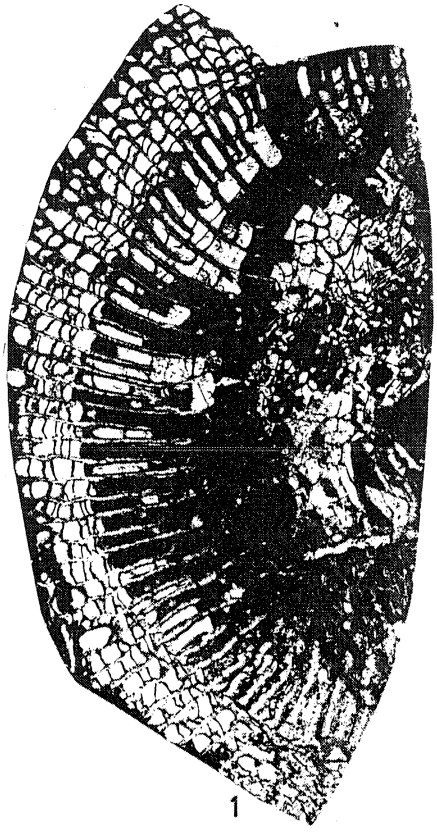

5c

PLANCHE 12

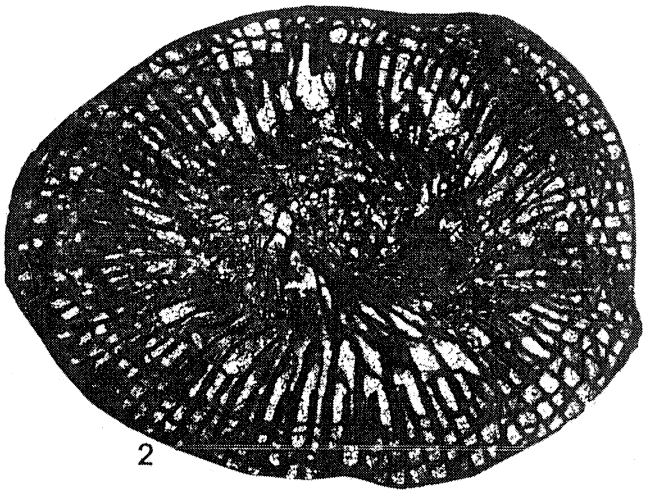
Fig. 1. *Clisiophyllum* sp. IGR 35330 (x 3), fragment de section transversale. Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V2a (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ).

Fig. 2. *Cyathoclisia* cf. *modavensis* (SALEE 1913). IGR 35326, section transversale (x 3). Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

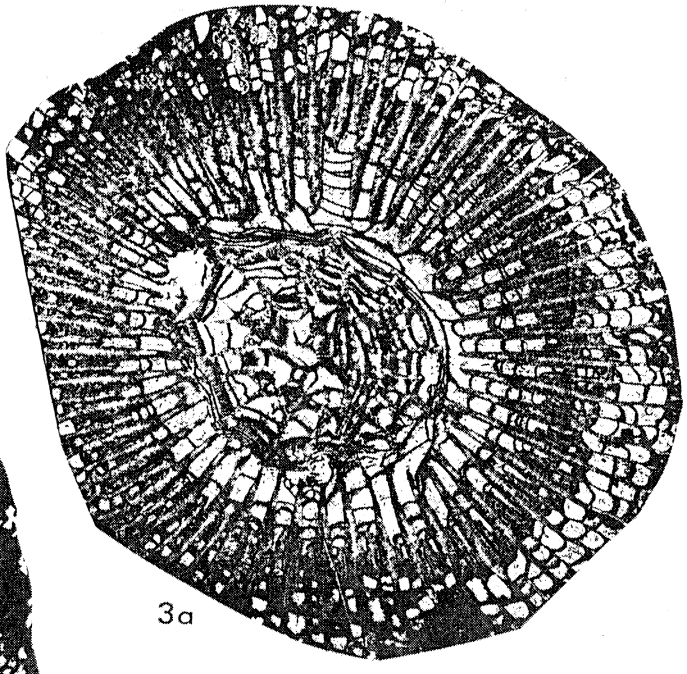
Fig. 3. *Auloclisia* sp. IGR 35571. Le Pressoir (Juigné, Sarthe). Collection MILON, niveau indéterminé, probablement Viséen moyen. 3a : section transversale (x 4) . 3b : section longitudinale (x 4) ; 3c : détail des dissépiments et de septes épaissis dans le tabularium (x 10), ce qui permet de rapprocher ce spécimen de *Clisiophyllum keyserlingi crassisseptatum* SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974 ; 3 d : détail de la structure axiale de la section figurée en 3a (x 6).



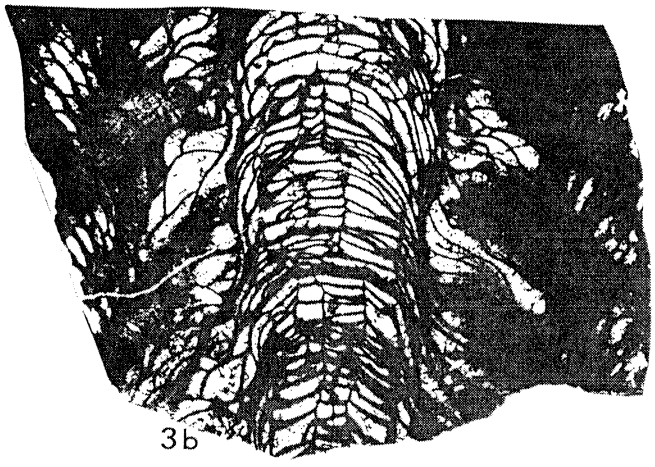
1



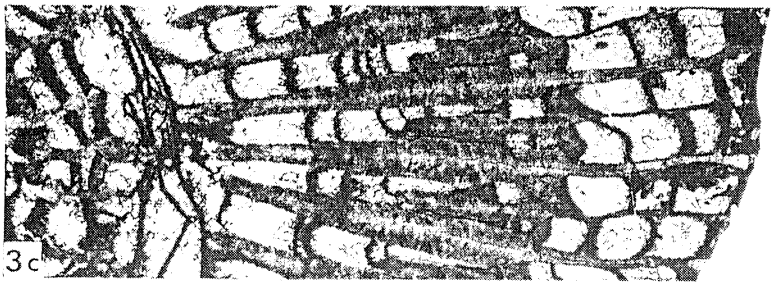
2



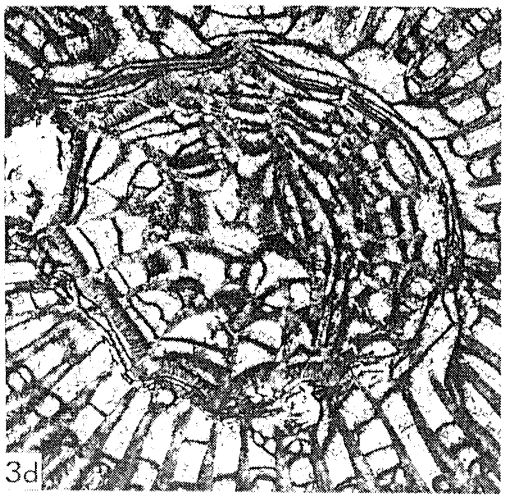
3a



3b



3c

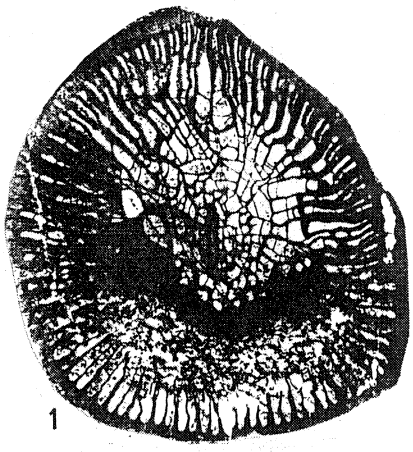


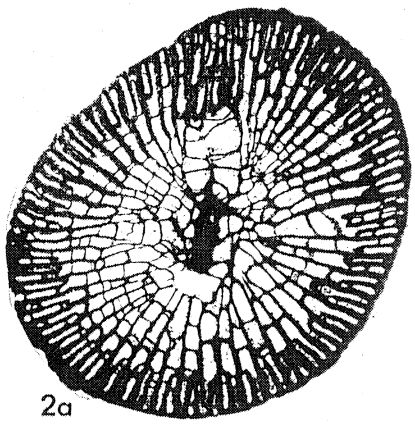
3d

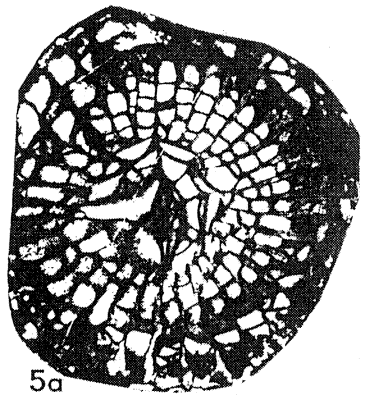
PLANCHE 13

Fig. 1-4. *Cyathoclisia monicae* nov. sp. Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Base de la Formation de Sablé. Tn3c (sommet du Tournaisien supérieur ; zone cf3).
1 : Paratype IGR 35074, section transversale (x 3).
2 : Paratype IGR 35073. 2a : section transversale (x 3) ; 2b : détail de la structure axiale de la section précédente (x 10), structure axiale simple avec columelle épaissie.
3 : Holotype IGR 35072. 3a : section transversale (x 3) ; 3b : détail de la structure axiale de la section précédente (x 10), structure axiale complexe à lamelles radiaires spiralées, columelle assez mince.
4 : Paratype IGR 35098, section longitudinale (x 4).

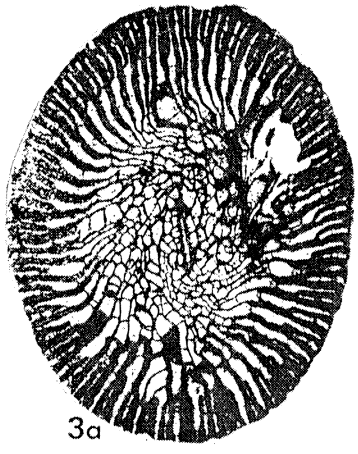
Fig. 5. *Dibunophyllum* cf. *bipartitum* Mc COY 1849. IGR 35572. Le Pressoir (Juigné, Sarthe). Collection MILON, âge indéterminé, probablement Viséen moyen. 5a : section transversale dans un stade jeune (x 7) ; 5 b-c : sections transversales de stades plus avancés (x 5).

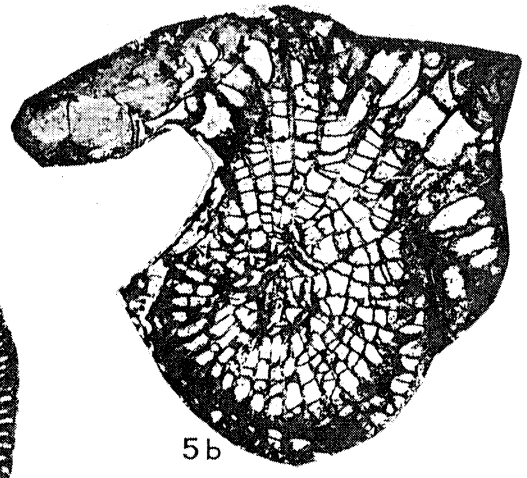

1

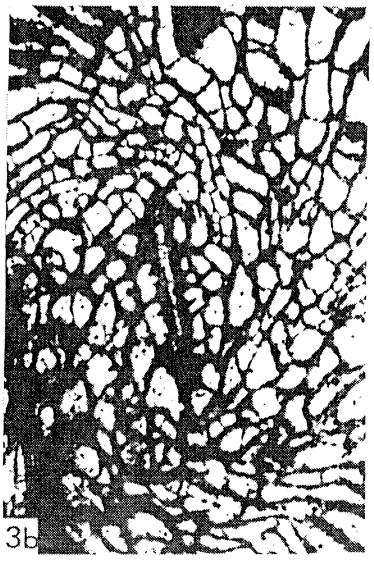

2a

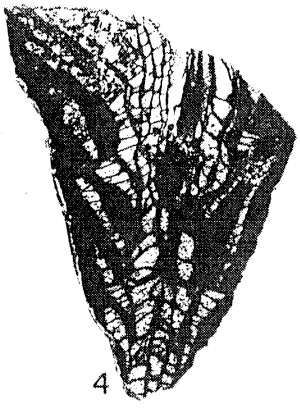

5a

2b


3a


5b


3b


4

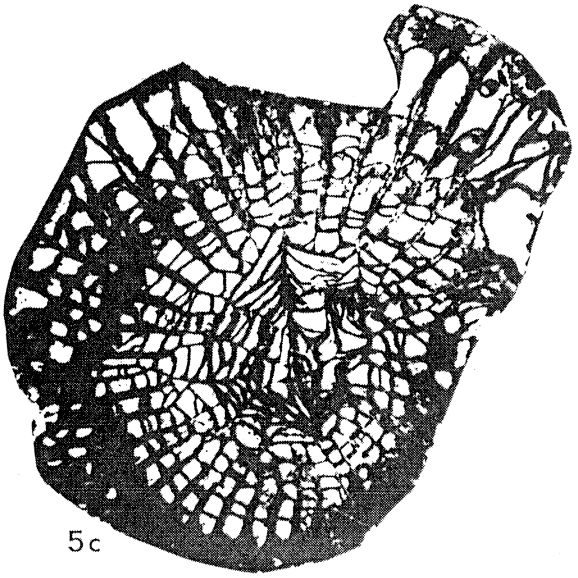
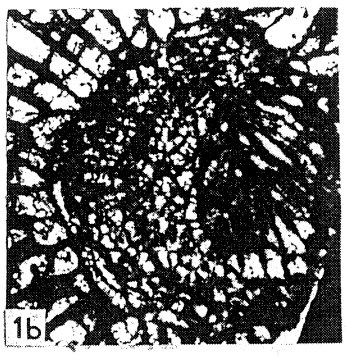

5c

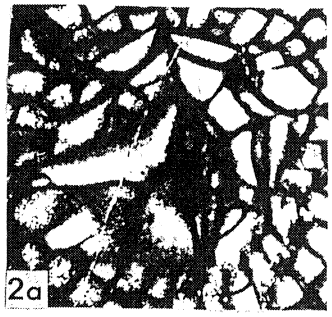
PLANCHE 14

Fig. 1. *Neoclisiophyllum ingletonense* (VAUGHAN 1911). IGR 35759. Carrière D de La Bonnetterie (Grimouville, Manche). Formation de Régneville. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α. 1a : section transversale (x 3) ; 1b : détail de la structure axiale de la section précédente (x 8).

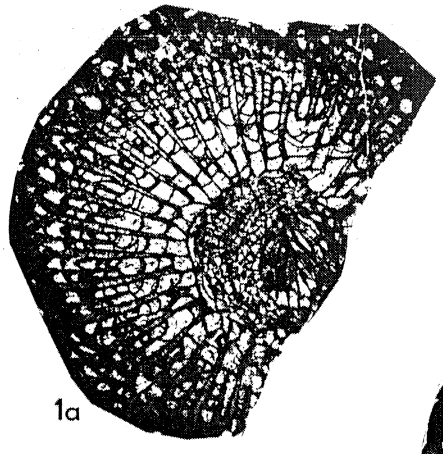
Fig. 2. *Dibunophyllum* cf. *bipartitum* Mc COY 1849. IGR 35572. Le Pressoir (Juigné, Sarthe). Collection MILON, âge indéterminé probablement Viséen moyen. 2a : détail de la structure axiale de la section figurée en 5a de la planche précédente (stade jeune) (x 10) ; 2b : détail de la structure axiale de la section figurée en 5c de la planche précédente (stade adulte) (x 10).

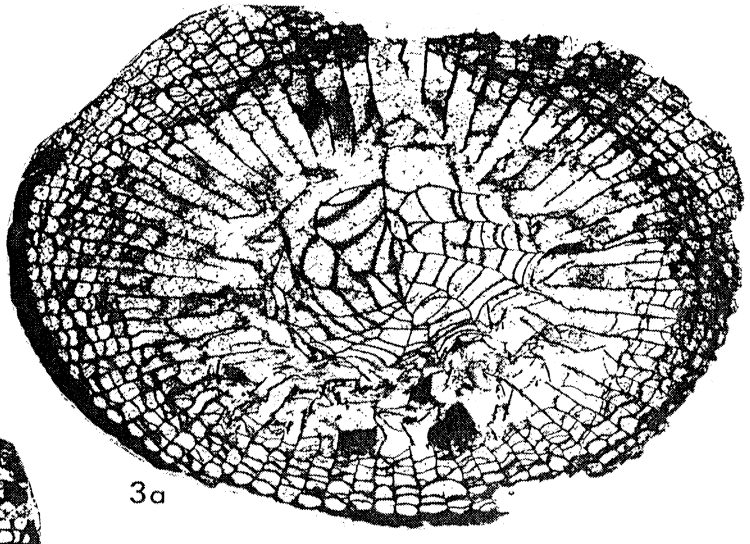
Fig. 3. *Clisiophyllum* aff. *parkinsoni* FEDOROWSKI 1971. IGR 35325. Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V2a (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ). 3 a-b : sections transversales (x 3) ; 3c : section longitudinale (x 3) ; 3d : détail de la structure axiale de la section figurée en 3a (x 6).

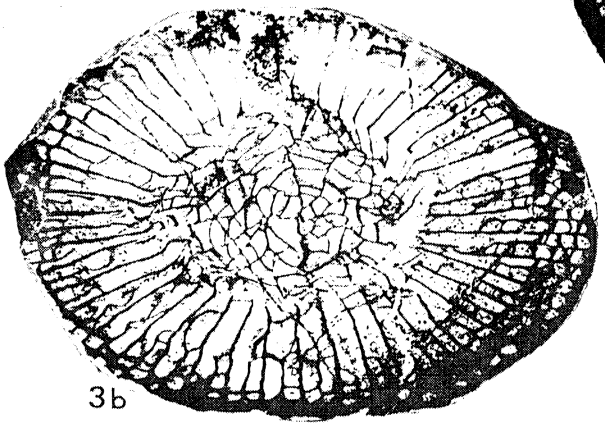

1b

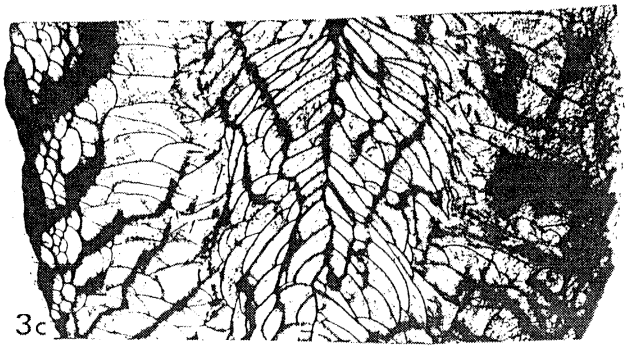

2a

2b


1a


3a


3b


3c

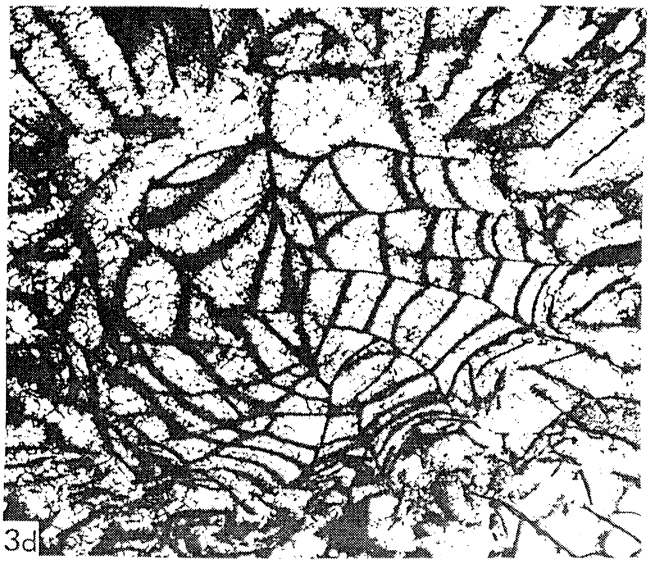
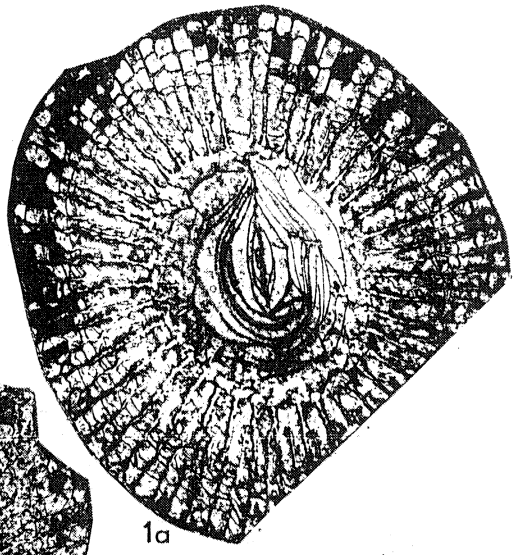
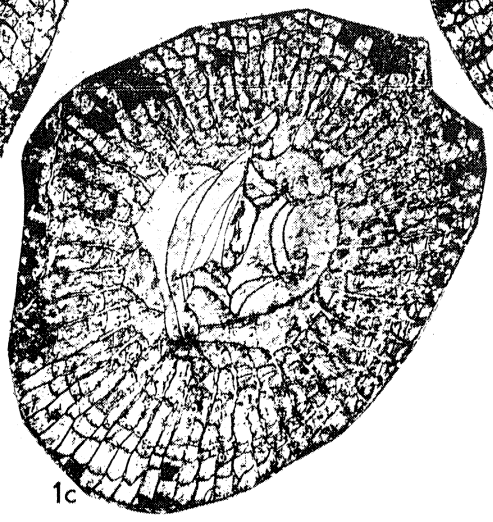

3d

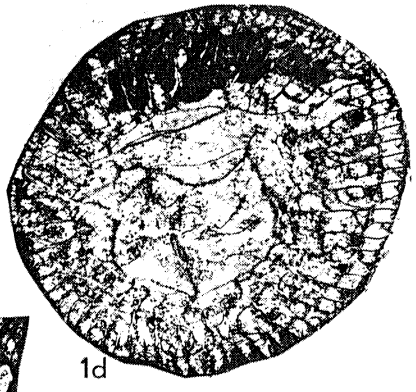
PLANCHE 15

Fig. 1. *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp. Holotype IGR 35387. Solesmes (Fondation d'une maison, Sarthe). Formation de Sablé. Vla (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α). 1a : section transversale, stade adulte avancé, structure axiale de type "*Auloclisia*" (x 3) ; 1 b-c : sections transversales, stades adultes, structure axiale de type "*Koninckophyllum*" (x 3) (1b : présence d'un bourgeon latéral ?) ; 1d : section transversale, stade jeune, structure axiale de type "*Eostrotion*" (x 3) ; 1e : section longitudinale (x 3). 1 f-g-h : détails de la structure axiale (x 6) ; 1f : stade jeune correspondant à la section figurée en 1d ; 1g : stade adulte correspondant à la section figurée en 1c ; 1h : stade adulte avancé correspondant à la section figurée en 1a. 1i : détail des dissépiments et des septes (x 10).

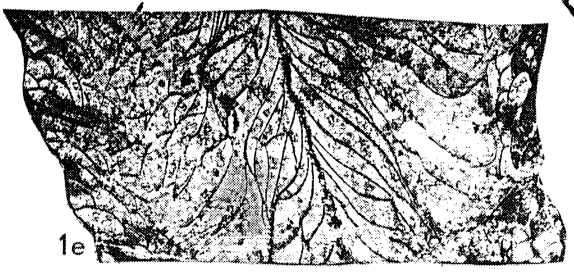
1b


1a


1c


1d

1f


1e

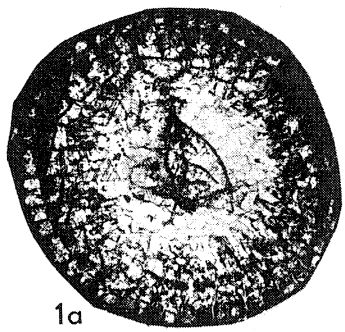
1g

1h

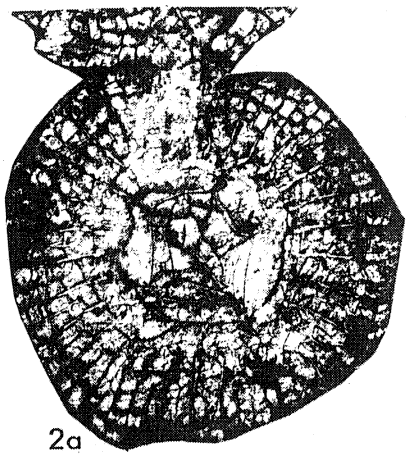
1i

PLANCHE 16

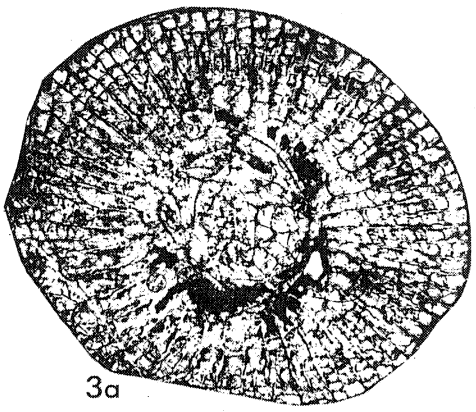
Fig. 1-5. *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp. Solesmes (Fondation d'une maison, Sarthe). Formation de Sablé. Vla (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
1 : Paratype IGR 35393, 3 sections transversales (x 4). 1 a-b : stades jeunes = stade "*Eostrotion*" ; 1c : stade jeune, intermédiaire entre les stades "*Eostrotion*" et "*Koninckophyllum*".
2 : Paratype IGR 35394, sections transversales (x 4). 2 a-b : stades intermédiaires entre les stades "*Eostrotion*" et "*Koninckophyllum*" (2a : présente un bourgeonnement latéral).
3 : Paratype IGR 35392, stades intermédiaires entre "*Koninckophyllum*" et "*Auloclisia*" (x 3); 3 a-b : sections transversales ; 3c : section longitudinale.
4 : Paratype IGR 35390, stade jeune "*Eostrotion*" (x 3) ; 4a : section longitudinale, 4b : section transversale.
5 : Paratype IGR 35389, section transversale, stade intermédiaire entre "*Eostrotion*" et "*Koninckophyllum*" (x 3).



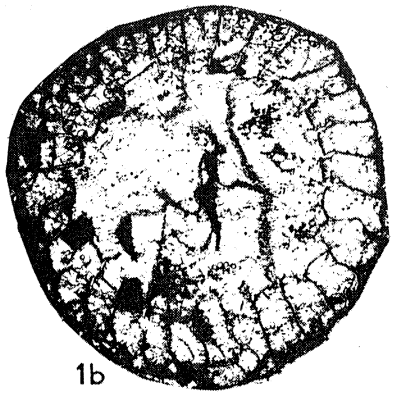
1a



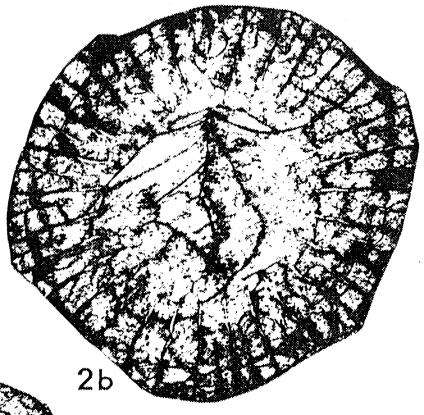
2a



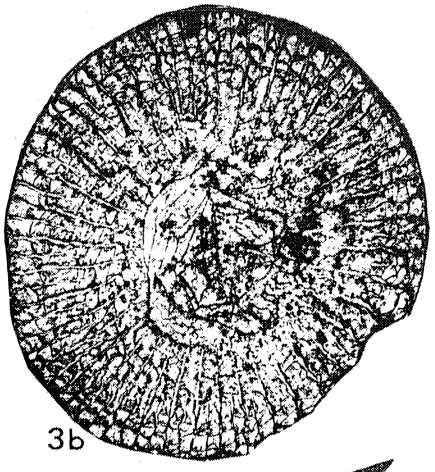
3a



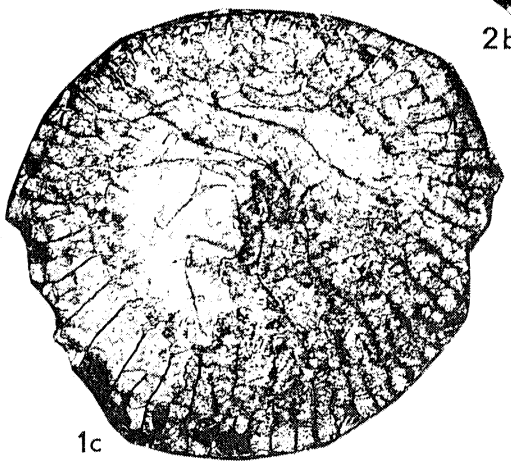
1b



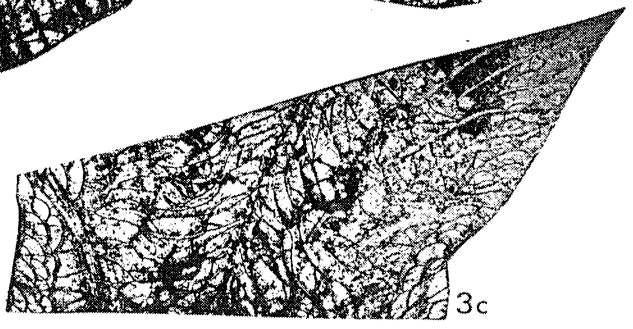
2b



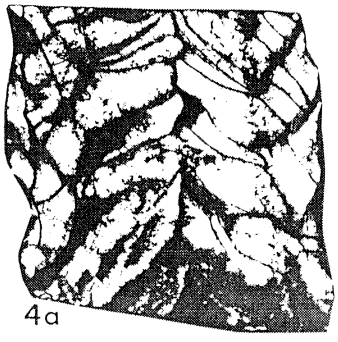
3b



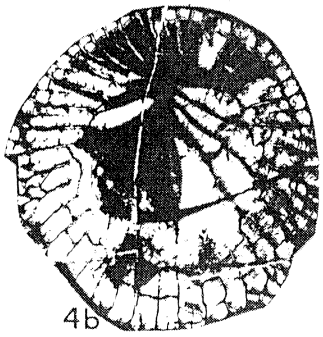
1c



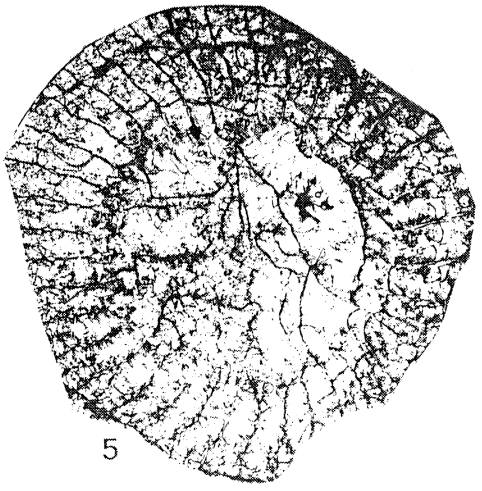
3c



4a



4b



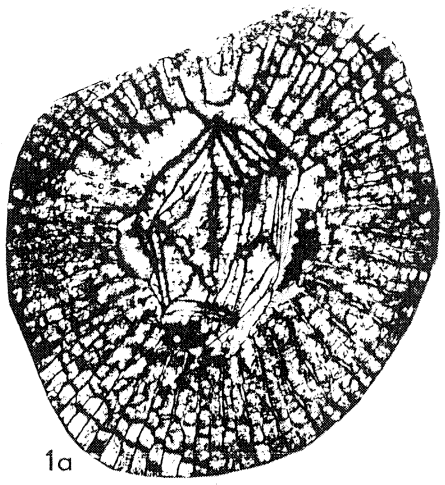
5

PLANCHE 17

Fig. 1-2. *Solemnophyllum semenoffi* nov. gen. nov. sp. Solesmes (Fondation d'une maison, Sarthe). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
1 : Paratype IGR 35395, stade "*Auloclisia*" (x 3). 1a ; section transversale ; 1b : section longitudinale.
2 : Paratype IGR 35388, section transversale (x 3), stade intermédiaire entre "*Koninckophyllum*" et "*Auloclisia*".

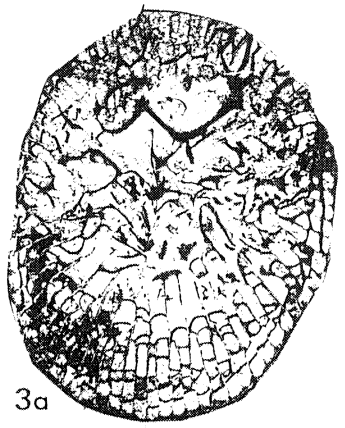
Fig. 3. *Solemnophyllum* sp. IGR 35331 (x 3). Carrière Les Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V2a (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ. 3 a-b : section transversales ; a : stade "*Eostrotion*" ? ; b : stade "*Auloclisia*". 3c : section longitudinale.

Fig. 4. *Sabolia maitae* nov. gen. nov. sp. Holotype IGR 35434. Tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne). Formation de Sablé. V2 a ou b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ ou base zone cf5).
4 a-b-c-d : sections transversales (x 3) ; 4e : section longitudinale (x 3) ; 4f : détail de la structure axiale de la section figurée en 4a (x 10).



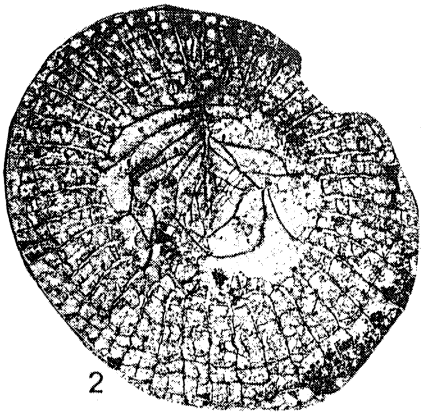
1a

1b

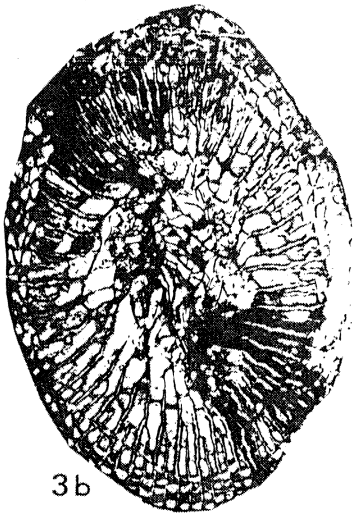


3a

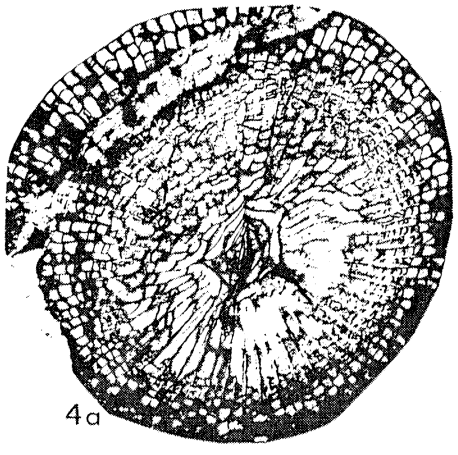
3c



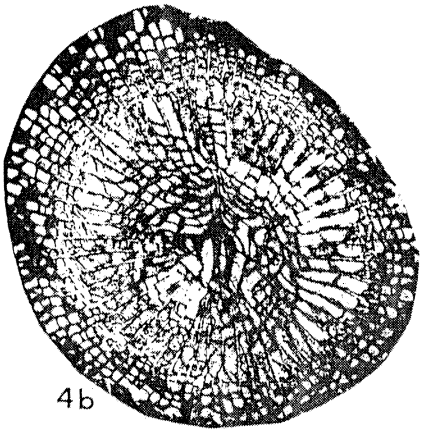
2



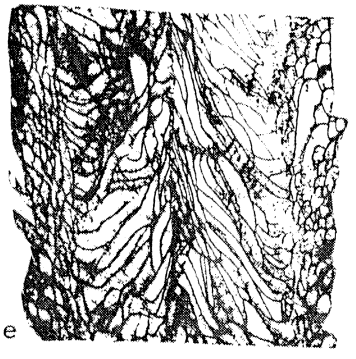
3b



4a

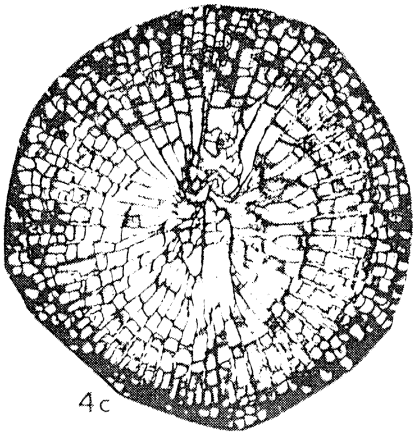


4b

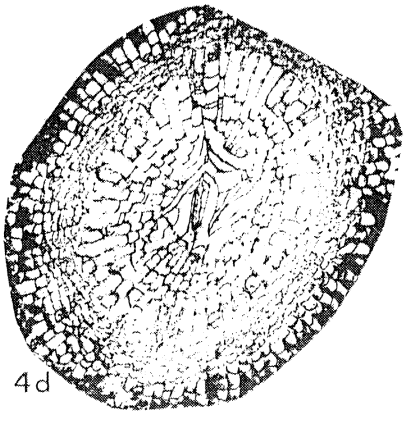


4e

4f



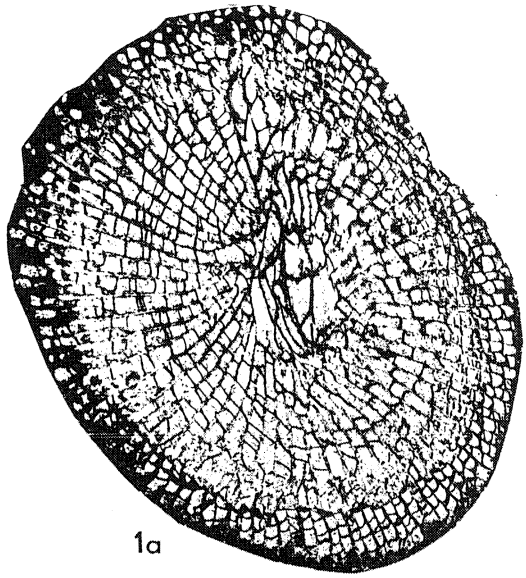
4c



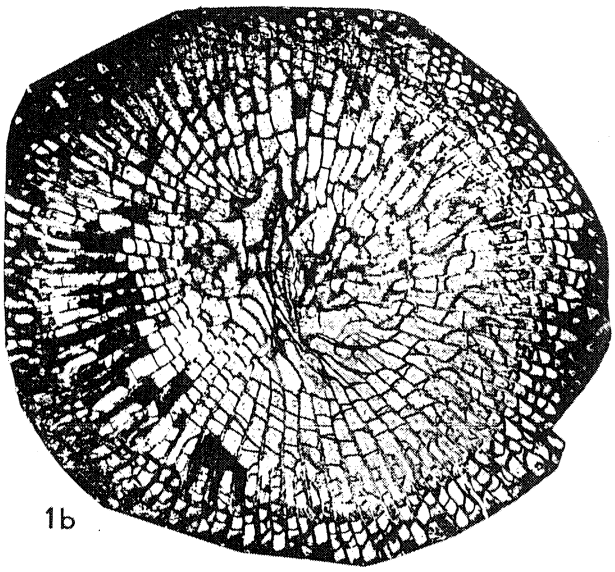
4d

PLANCHE 18

Fig. 1-3. *Sabolia maitae* nov. gen. nov. sp. Tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne). Formation de Sablé. V2 a ou b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ ou base zone cf5).
1 : Paratype IGR 35444 (x 3). 1 a-b-c : sections transversales ; 1d : section longitudinale.
2 : Paratype IGR 35435 (x 5). 2 a-b : sections transversales.
3 : Paratype IGR 35428 (x 3). 3 a-b : sections transversales.

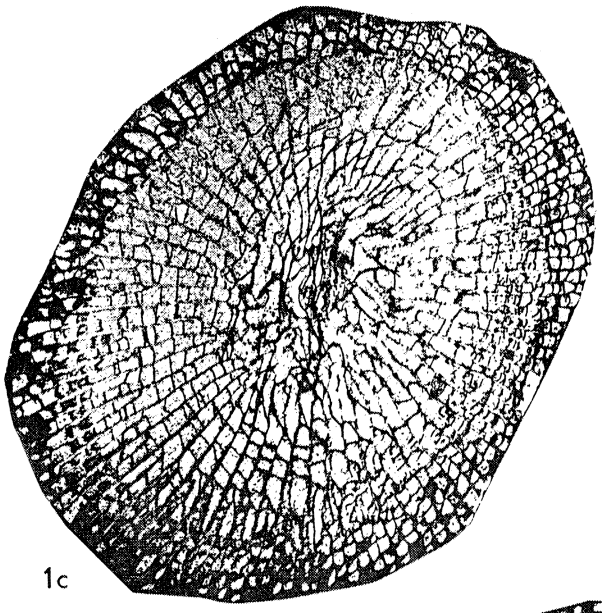


1a

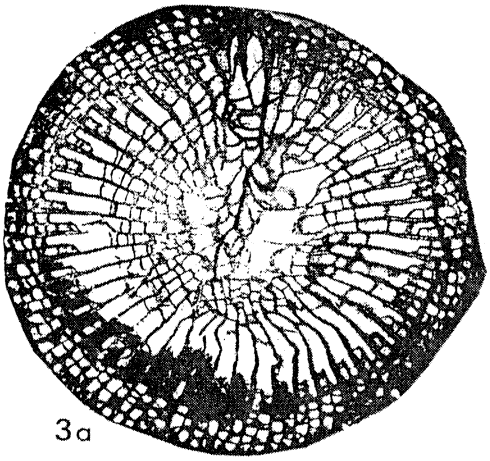


1b

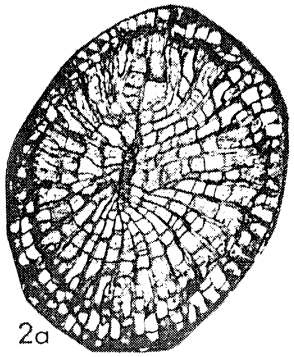
1d



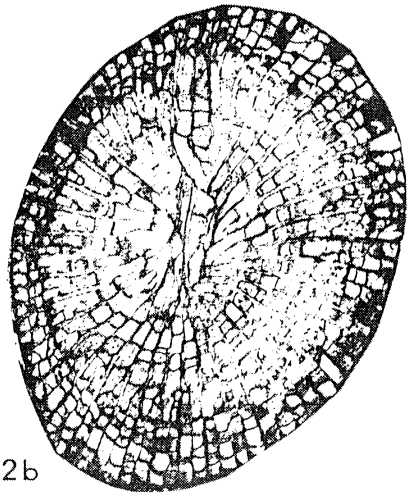
1c



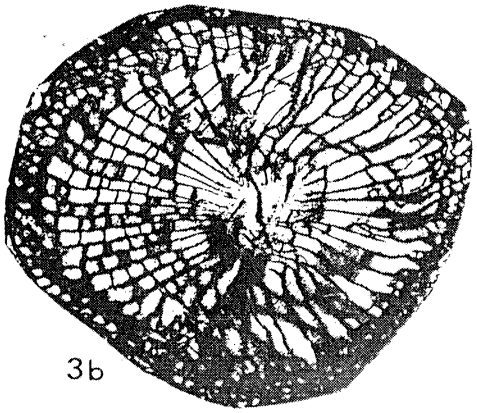
3a



2a



2b

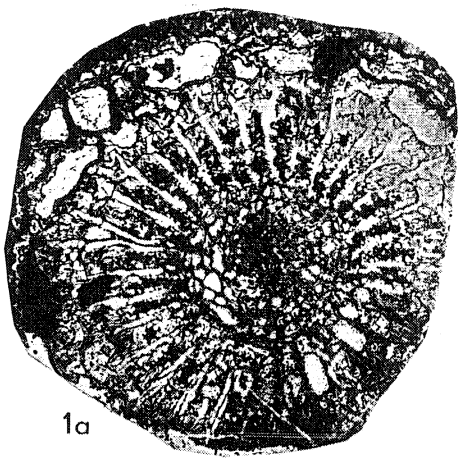


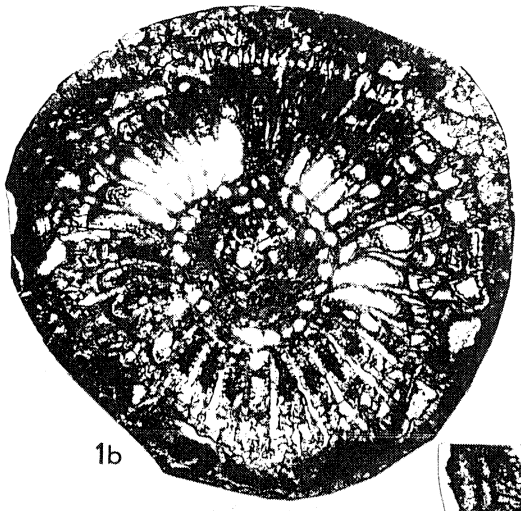
3b

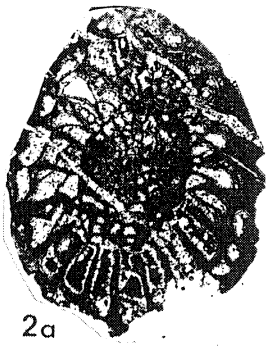
PLANCHE 19

Fig. 1-3. *Axophyllum mendipense* (SIBLY 1906). Carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne). Formation de Sablé. V2b (Viséen moyen ; base de la zone cf5).
1 : IGR 35576 (x 4). 1 a-b : sections transversales.
2 : IGR 35582 (x 4). 2a : section transversale, stade jeune ; 2b : section longitudinale; 2 c-d-e : sections transversales, stades adultes.
3 : IGR 35581 (x 3). 3 a-b : sections transversales.

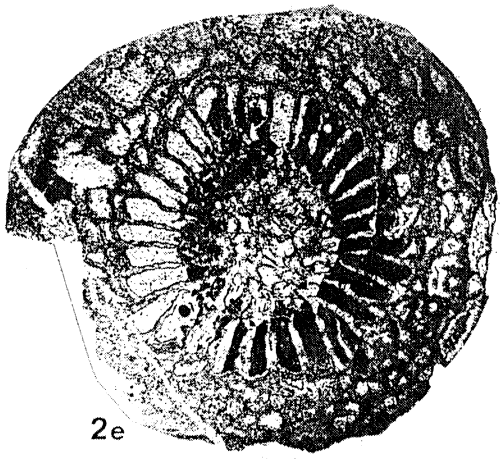
Fig. 4. *Axophyllum* cf. *begaense* SEMENOFF-TIAN-CHANSKY 1974. IGR 35587 (x 4). Carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne). Formation de Sablé. V2b (Viséen moyen ; base de la zone cf5).
4 a-b : sections transversales ; 4c : section longitudinale.

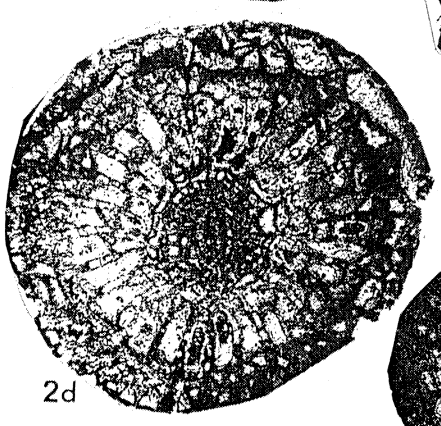

1a

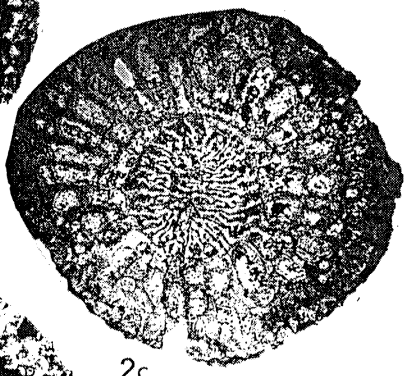

1b

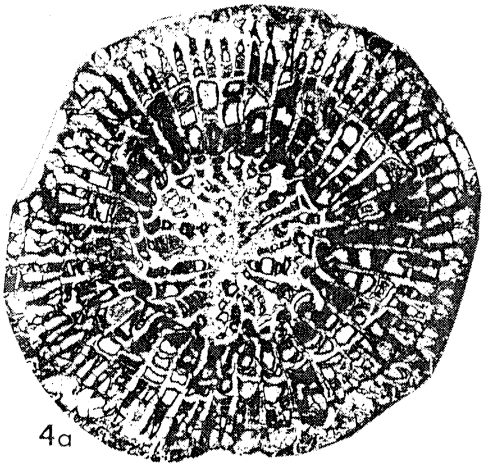

2a

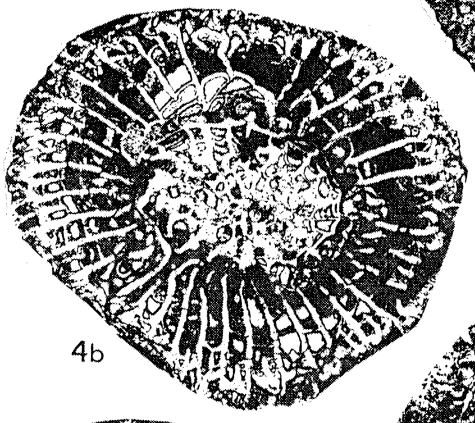
2b


2e

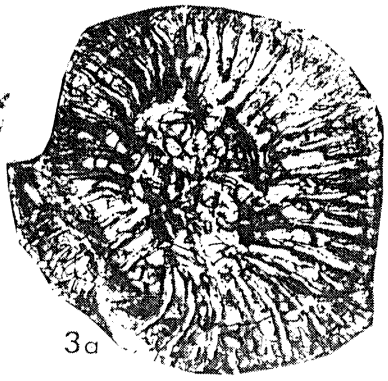

2d


2c


4a


4b

4c


3a

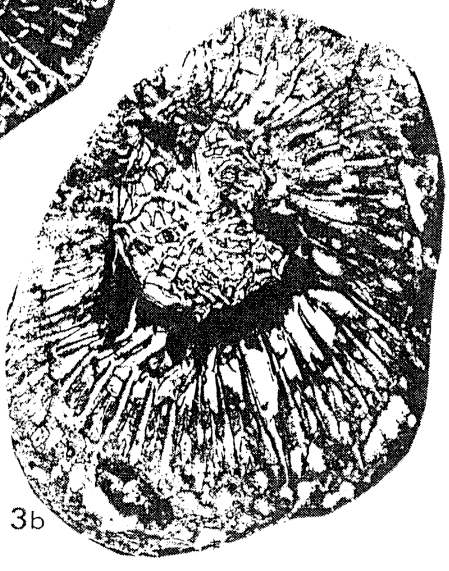
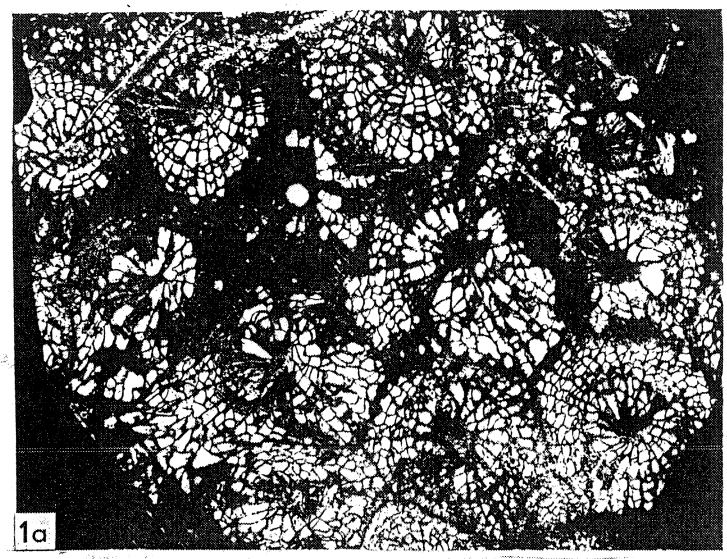
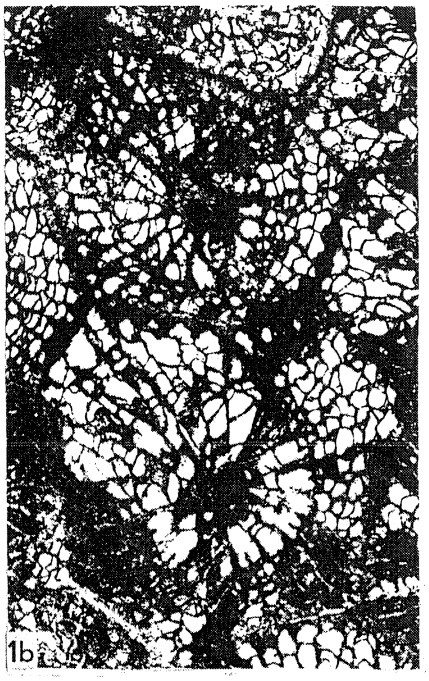

3b

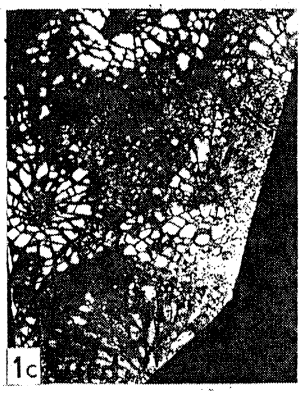
PLANCHE 20

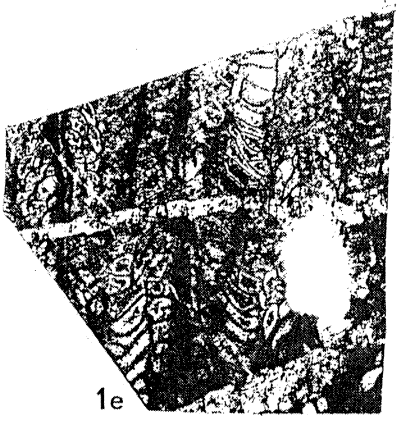
Fig. 1. *Lithostrotion pelhatae* nov. sp. Holotype IGR 35592. Carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne). Formation de Sablé. V2b (Viséen moyen ; base de la zone cf5). 1a : section transversale (x 4) ; 1b : détail de deux polypiérites de la section précédente (x 6) ; 1 c-d : sections transversales (x 4) ; 1e : section longitudinale (x 4).

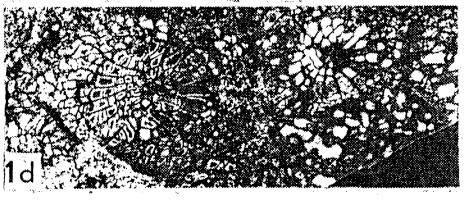
Fig. 2-4. *Siphonodendron sarthensis* nov. sp.
2 : Holotype IGR 35567 (x 3), sections transversale et longitudinale. Carrière de Château-neuf (Juigné, Sarthe). Formation de Sablé. V2 a et b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ et base zone cf5).
3 : Paratype IGR 35569 (x 8), section transversale. Même gisement et même niveau stratigraphique que l'holotype.
4 : Paratype IGR 35528 (x 3), section transversale. Carrière de l'Ouvardière (Juigné, Sarthe). Formation de Sablé. V2 a et b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ et base zone cf5).

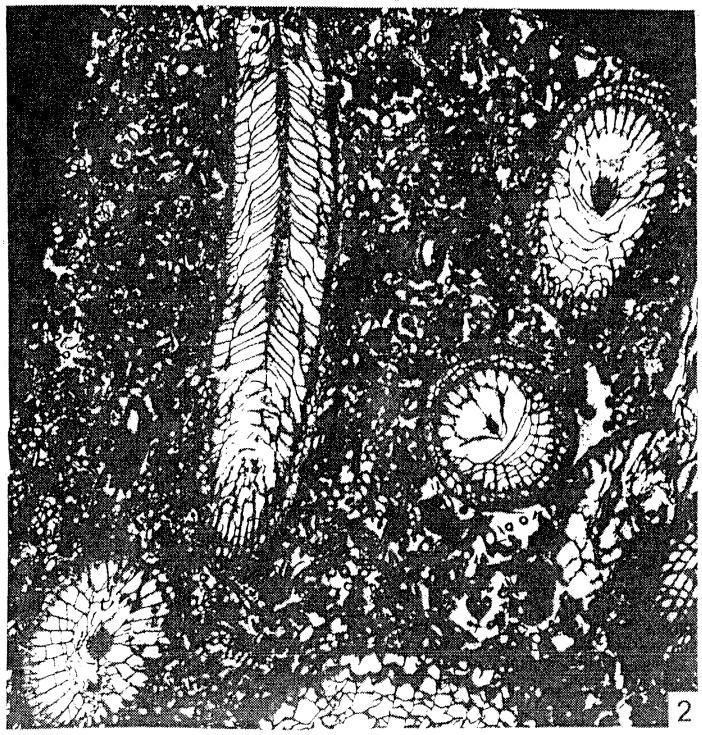

1a

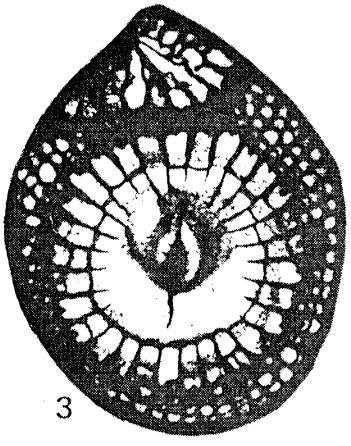

1b


1c


1e


1d


2


3

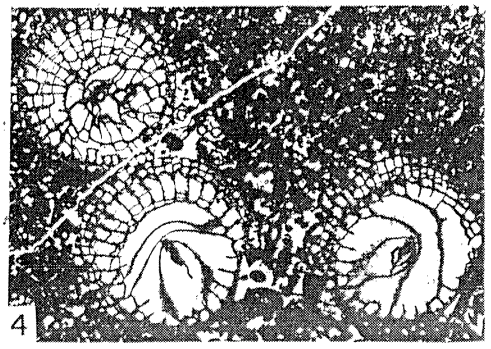
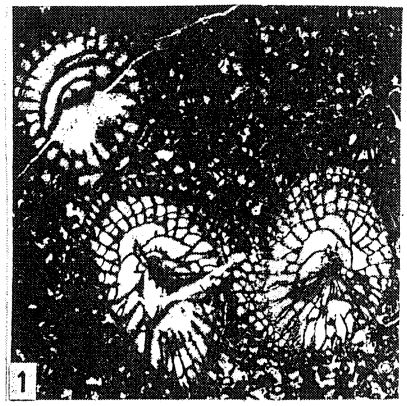

4

PLANCHE 21

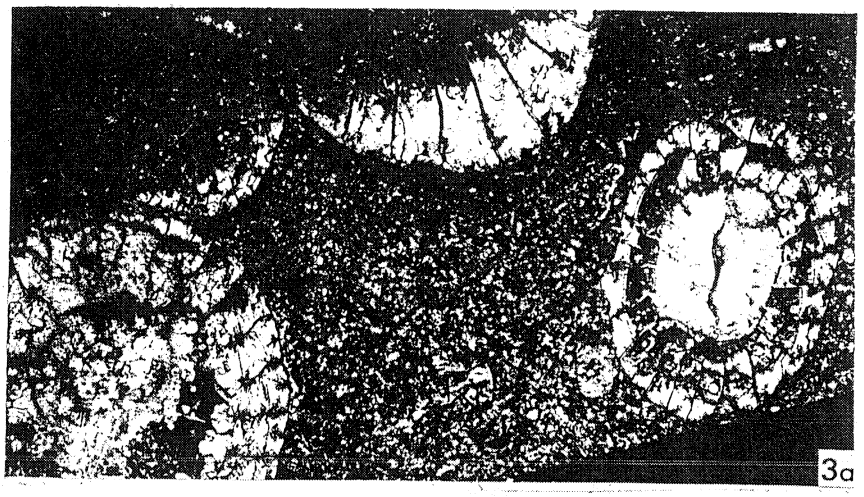
Fig. 1-2. *Siphonodendron sarthensis* nov. sp.
1 : Paratype IGR 35528 (x 3), section transversale. Carrière de l'Ouvardière (Juigné, Sarthe). Formation de Sablé. V2 a et b (Viséen moyen ; sous-zone cf4δ et base zone cf5).
2 : Paratype IGR 35570 (x 3), section transversale. Le Pressoir (Juigné, Sarthe). Age indéterminé (Collection MILON), même âge probable que le précédent.

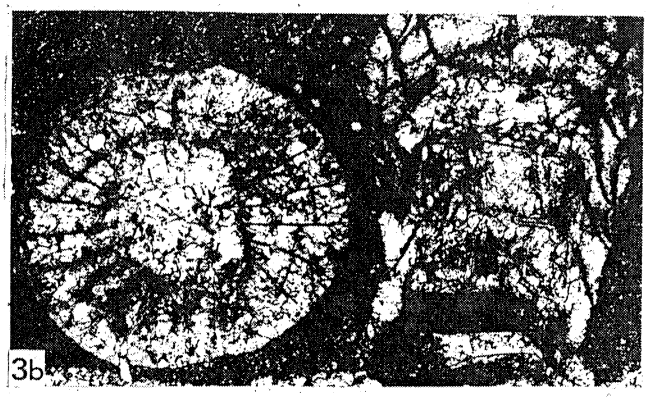
Fig. 3-4. *Dorlodotia* cf. *pseudovermiculare* (Mc COY 1855). Solesmes. (Fondation d'une maison, Sarthe). Formation de Sablé. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).
3 : IGR 35413 (x 5). 3a : section transversale ; 3b : sections transversale et longitudinale.
4 : IGR 35414 (x 5). 4 a-b : sections transversales.

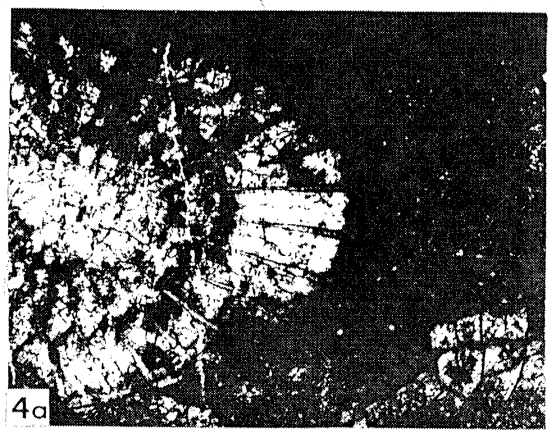
Fig. 5. *Solenodendron* sp. 2. IGR 35771. Carrière de la Ballastière (Sous-les-Rues, Manche). Formation de Régneville. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α). 5a : section transversale (x 3) ; 5b : section longitudinale (x 4).

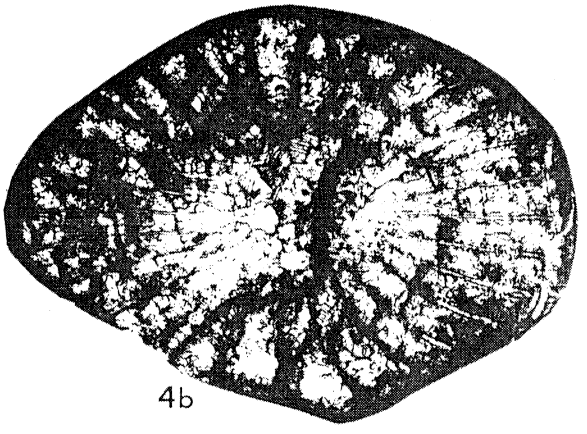

1

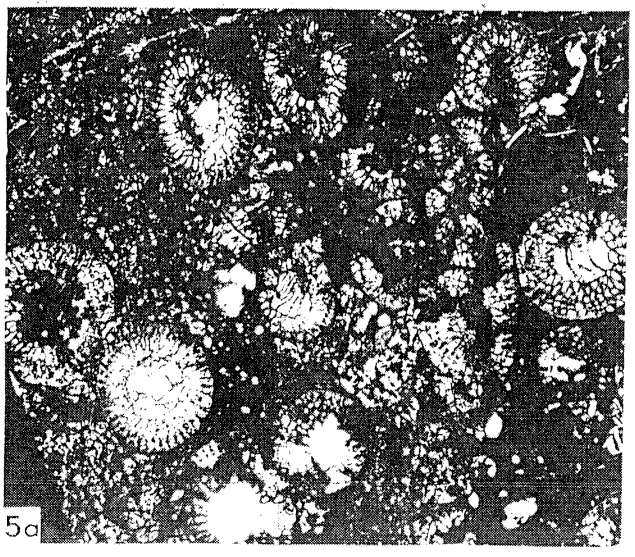
2


3a


3b


4a


4b


5a

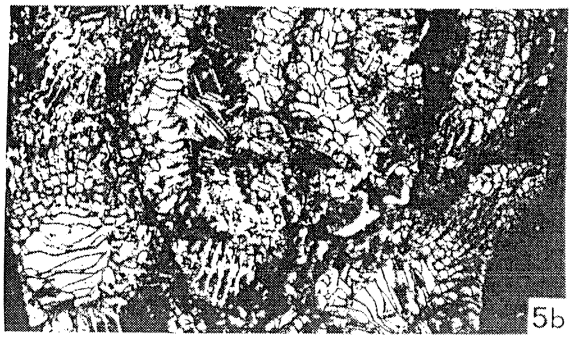
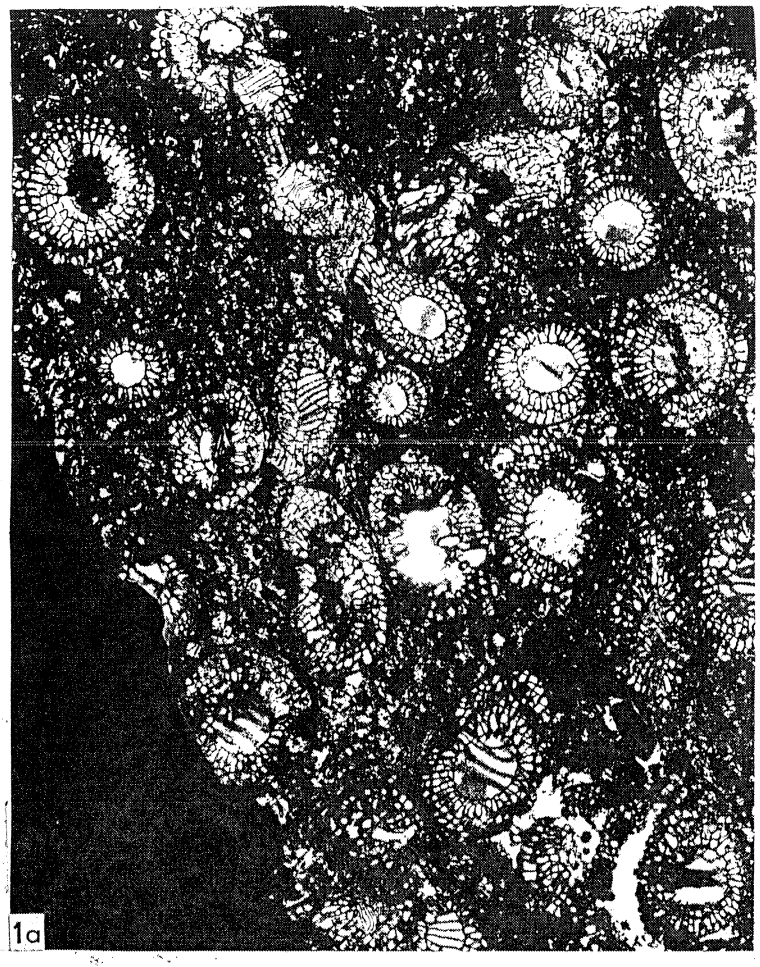
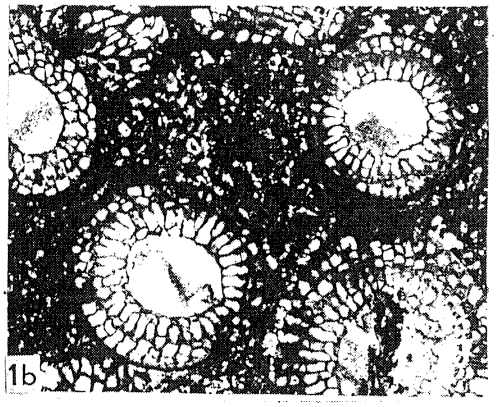

5b

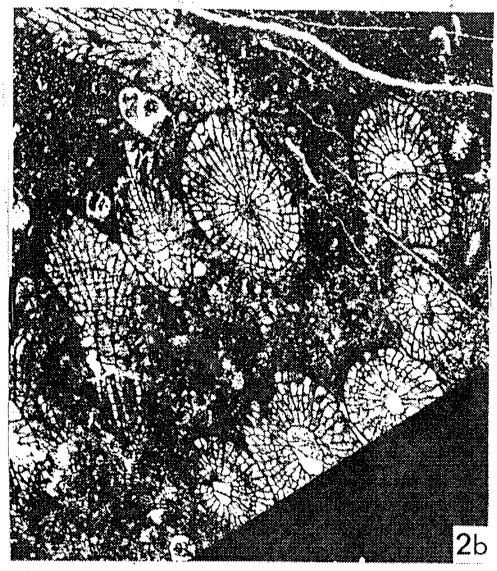
PLANCHE 22

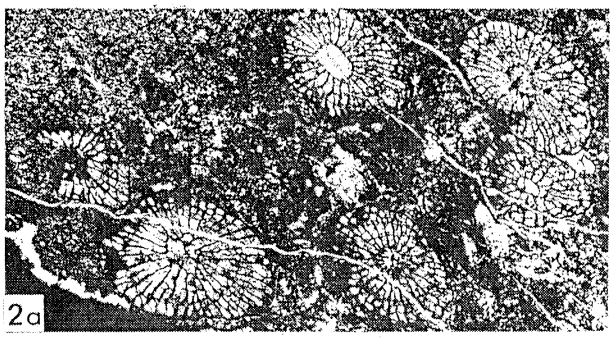
Fig. 1. *Solenodendron* sp. 2. IGR 35770. Carrière de la Ballastière (Sous-les-Rues, Manche). Formation de Régneville. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α). 1a : section transversale (x 3) ; 1b : détail de quelques polypiérites de la section précédente (x 5).

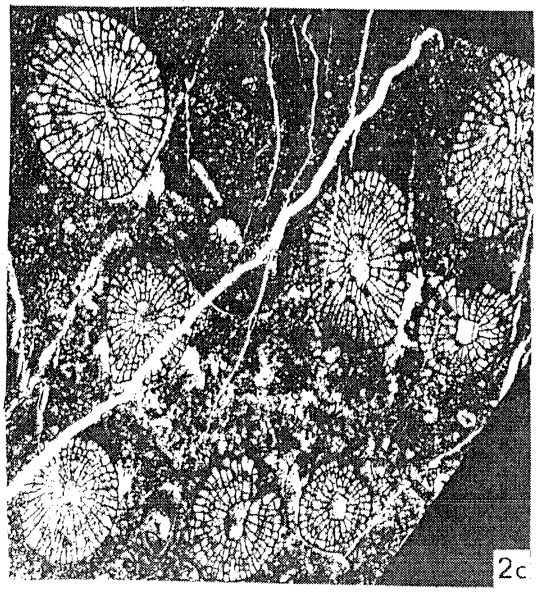
Fig. 2. *Solenodendron* sp. 1. IGR 35366. Carrière Les Gravus (Louverné, Mayenne). Formation de Sablé. VIa (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α). 2 a-c : sections transversales (x 3) ; 2 d : détail de deux polypiérites de la section 2c (x 6).


1a


1b


2b


2a


2c

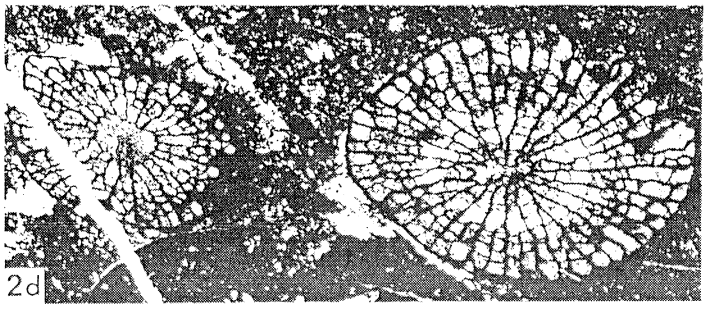
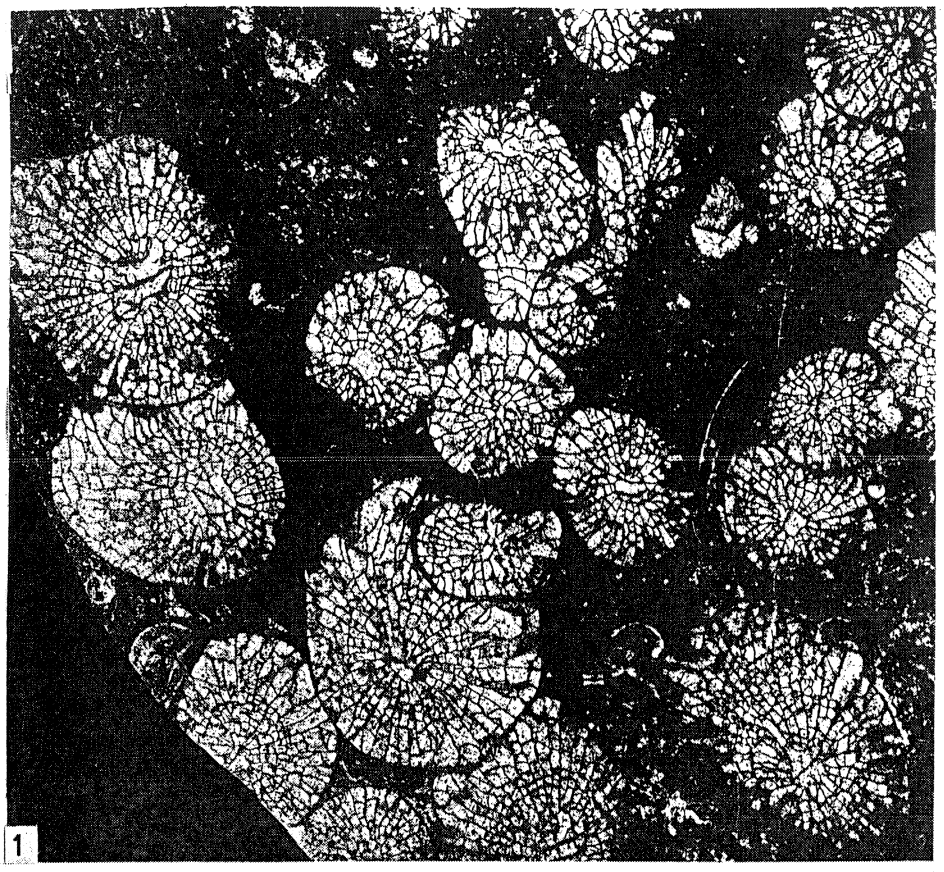
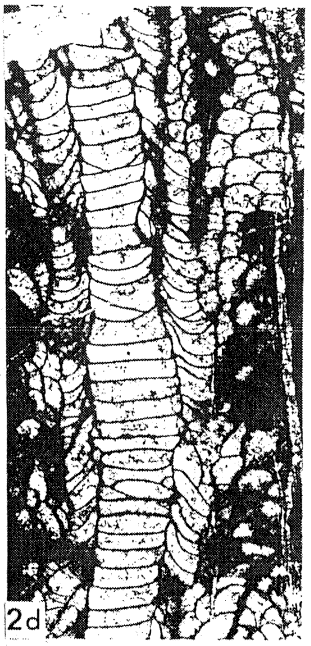
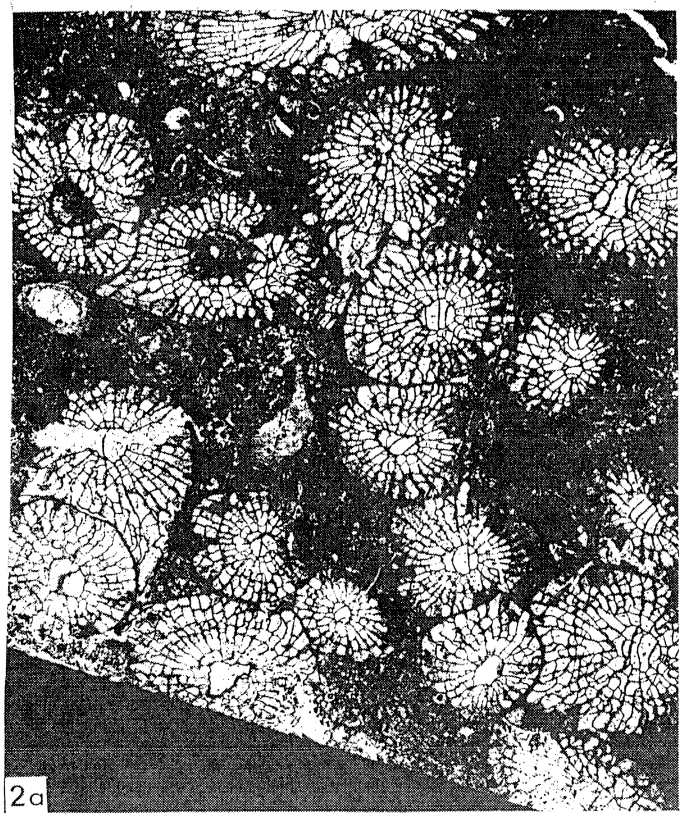

2d

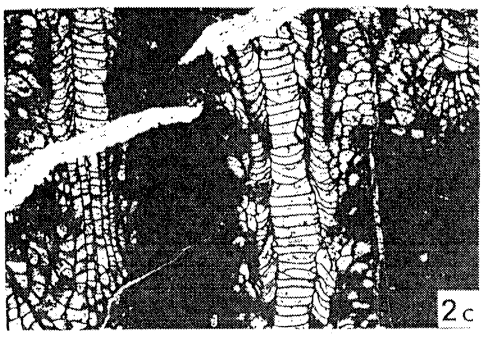
PLANCHE 23

Fig. 1-2. *Solenodendron pillolai* nov. sp. Carrière A des Rochers (Argentré, Mayenne). Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
1 : Paratype IGR 35201, section transversale (x 3).
2 : Holotype IGR 35200. 2a : section transversale (x 3) ; 2b : détail de deux polypiérites de la section précédente (x 6) ; 2c : section longitudinale (x 3) ; 2d : détail de la section longitudinale précédente (x 5).


1


2d


2a


2c

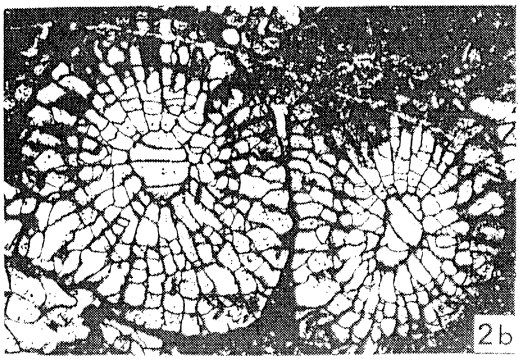
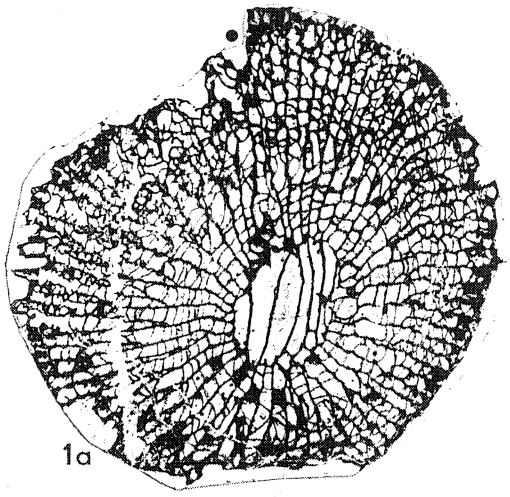
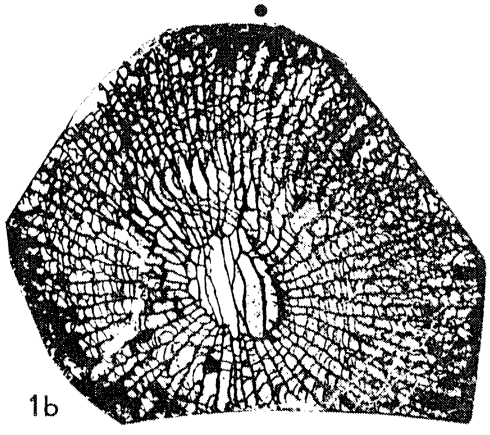

2b

PLANCHE 24

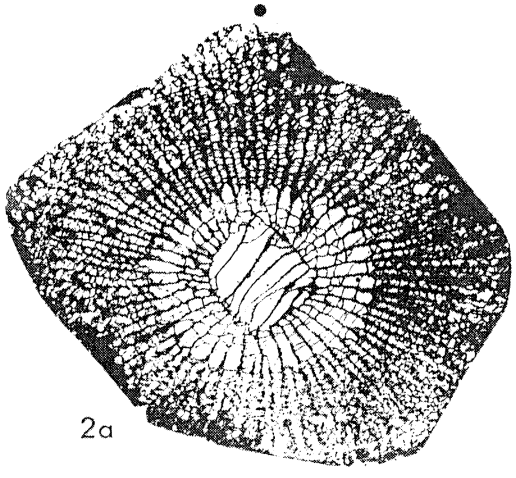
Fig. 1-2. *Aulokoninckophyllum miloni* nov. sp. Carrière A et B des Rochers (Argentré, Mayenne). Base de la Formation de Sablé. Tn3c (sommet du Tournaisien supérieur ; zone cf3).
1 : Holotype IGR 35209 (x 3). 1 a-b : sections transversales ; 1c : section longitudinale.
2 : Paratype IGR 35207. 2a : section transversale (x 3) ; 2b : section longitudinale (x 3); 2b : détail des septes carénés de la section précédente (x 20).

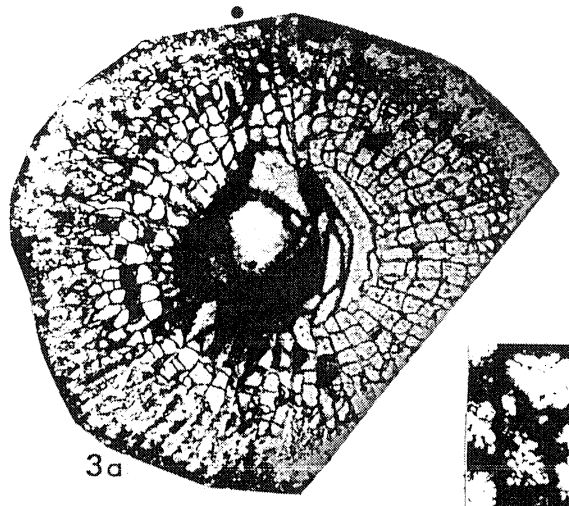
Fig. 3-4. *Aulokoninckophyllum* sp. aff. *miloni* nov. sp.
3 : IGR 35590. Carrière de Saint-Roch (Changé, Mayenne). Formation de Sablé. V2b (Viséen moyen ; base de la zone cf5). 3 a-b : sections transversales (x 4) ; 3c : section longitudinale (x 4) ; 3d : détail des septes carénés et contratingents de la section figurée en 3b (x 20).
4 : IGR 35328. Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α). Détail des septes carénés de la section figurée sur la planche 25, fig. 1a (x 20).

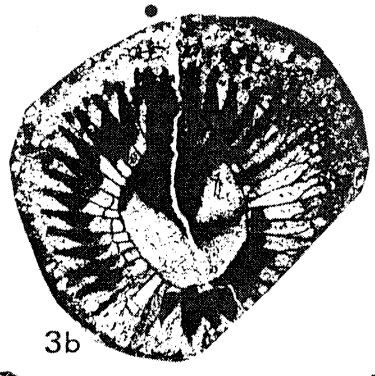

1a

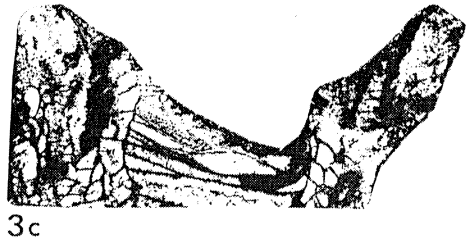

1b

1c


2a


3a


3b


3c

4

2b

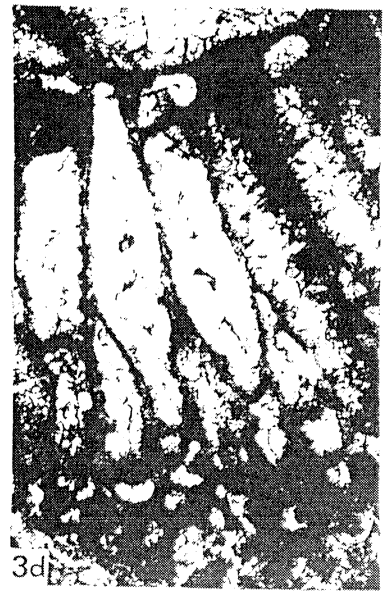
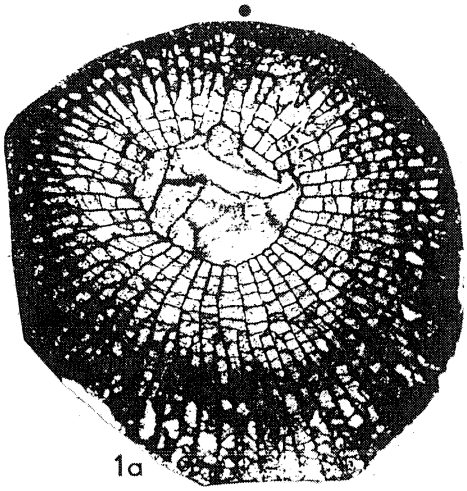

3d

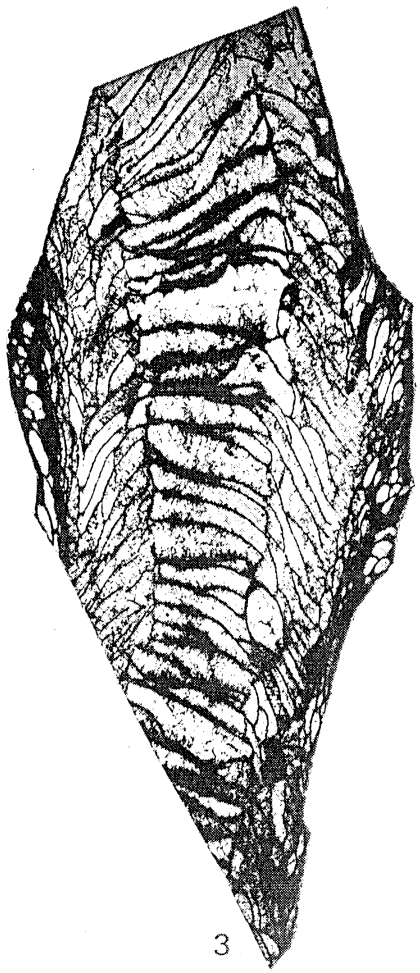
PLANCHE 25

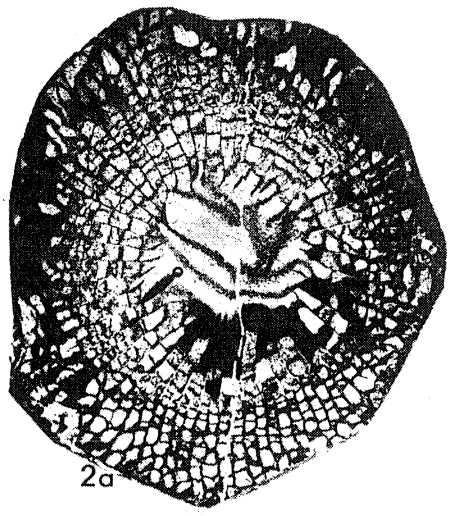
Fig. 1. *Aulokoninckophyllum* sp. aff. *miloni* nov. sp. IGR 35328 (x 4). Carrière des Fourneaux (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne). Formation de Sablé. V1a (Viséen inférieur ; sous-zone cf4α).

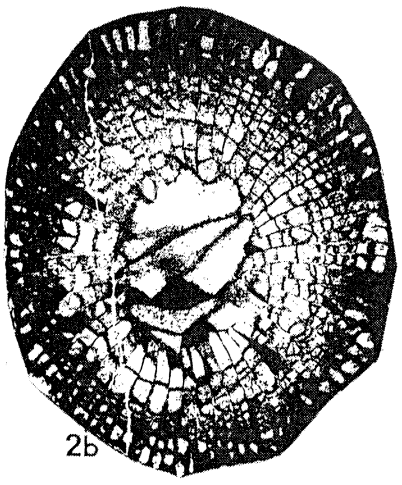
Fig. 2-5. *Aulokoninckophyllum ngakoi* nov. sp. Tranchée de la Cruchonnière (Vaiges, Mayenne). Formation de Sablé. V2 a ou b (Viséen moyen ; sous-zone cf4α ou base zone cf5).
2 : Holotype IGR 35448. 2 a-c : sections transversales (x 4) ; 2d : section longitudinale (x 4) ; 2e : détail des septes et dissépiments de la section figurée en 2a (x 20).
3 : Paratype IGR 35451 (x 4), section longitudinale.
4 : Paratype IGR 35450 (x 4), section longitudinale.
5 : Paratype IGR 35452 (x 4), section transversale.


1a

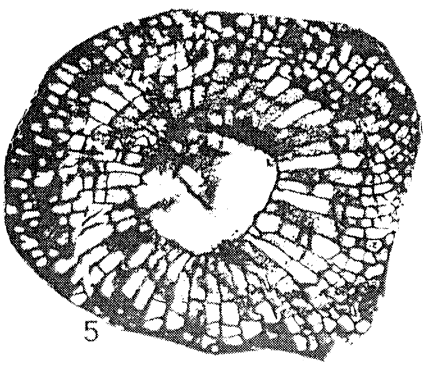
1b

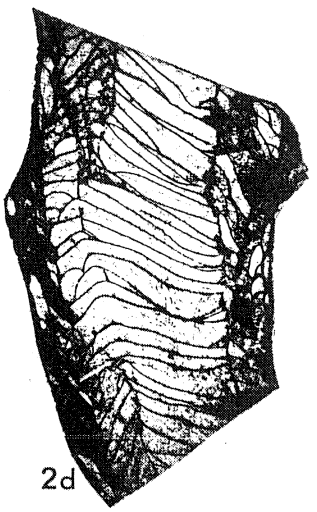

3


2a


2b

4


5

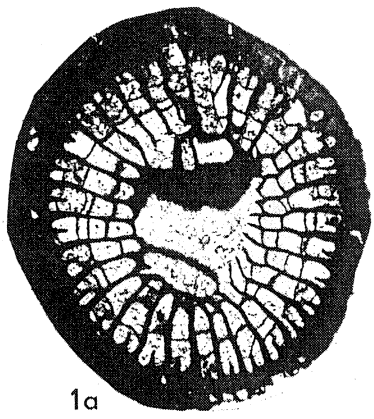

2d

2c

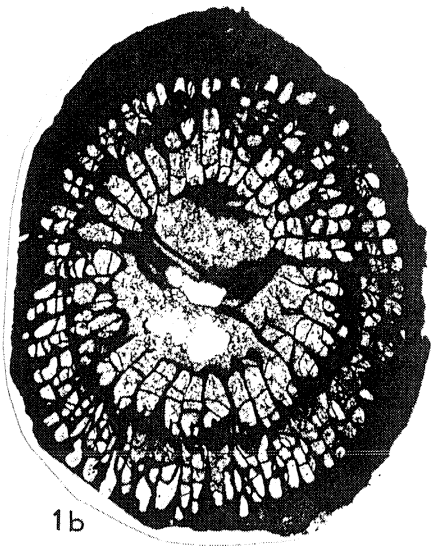
2e

PLANCHE 26

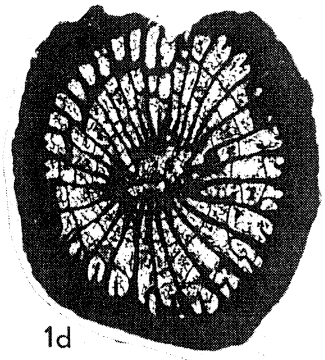
Fig. 1-3. *Semenoffia meodenensis* nov. sp. Carrière B des Rochers (Argentré, Mayenne). Base de la Formation de Sablé. Tn3c (Tournaisien supérieur ; zone cf3).
1 : Holotype IGR 35227. 1a : section transversale, stade adulte au sommet du polypier, diminution des dissépiments masqués par une épaisse stéréozone (x 4) ; 1b : section transversale, stade adulte plus jeune que le précédent avec développement plus important des dissépiments (x 4) ; 1c : section longitudinale (x 4) ; 1d : section transversale (x 4) ; 1 e-f : sections transversales, stades jeunes (x 5) ; 1g : détail des septes et de la section figurée en 1a ; 1h : détail des septes et des dissépiments de la section figurée en 1b.
2 : Paratype IGR 35245 (x 5). 2 a-b : sections transversales, stades jeunes ; 2c : section longitudinale.
3 : Paratype IGR 35240 (x 4), section longitudinale.



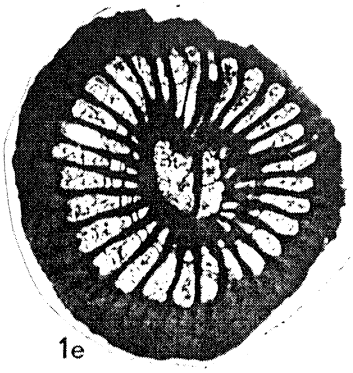
1a



1b

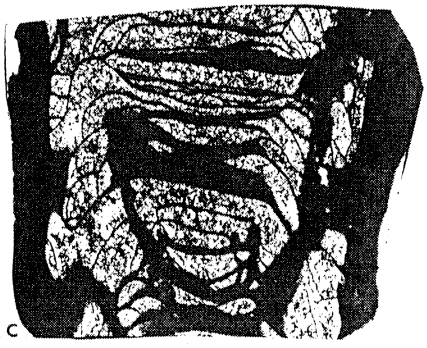


1d

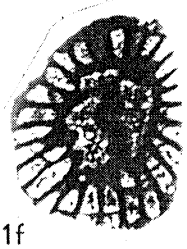


1e

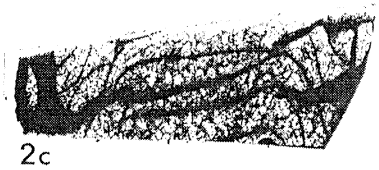
1g



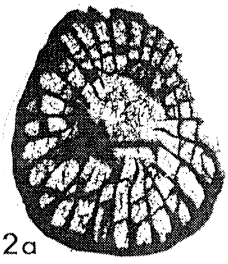
1c



1f

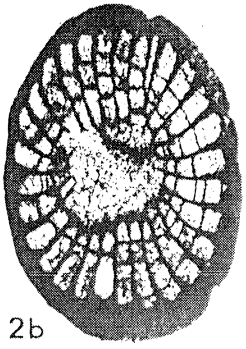


2c

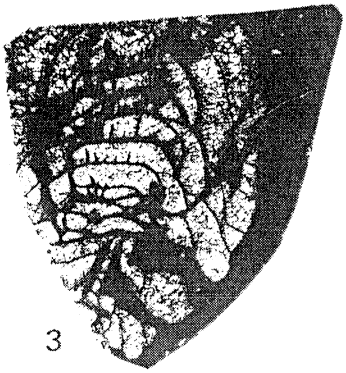


2a

1h



2b



3

UNIVERSITÉ DE RENNES
BIBLIOTHÈQUE
INSTITUT DE GÉOLOGIE