

REMANIEMENTS D'ACRITARCHES DANS LE SIEGENIEN ET L'EMSIEN (DEVONIEN INFÉRIEUR) DU SYNCLINORIUM DE DINANT (BELGIQUE)¹

par

Michel VANGUESTAINE²

(4 figures et 5 planches)

RESUME.- Les Acritarches du Siegenien et de l'Emsien du synclinorium de Dinant proviennent du remaniement de niveaux, probablement divers, du Silurien, le mieux daté se situant dans l'intervalle Ludlow (? supérieur) - Lochkovien inférieur, ainsi que d'horizons de l'Ordovicien, le mieux représenté étant d'âge approximativement Llanvirn supérieur. Les assemblages du bord nord sont exclusivement siluriens tandis que se mélangent au bord sud, localement au moins, ceux de l'Ordovicien et du Silurien. Ces différences semblent indiquer des sources d'apport distinctes, l'une silurienne et septentrionale alimentant l'ensemble du bassin, l'autre ordovicienne et ? méridionale n'affectant que le bord sud. L'hypothèse est émise que la source septentrionale se situe au droit du massif du Brabant, plutôt qu'en Europe du Nord, et que ses apports sont le produit de l'érosion de l'épaisse couverture néosilurienne dont on suppose l'existence pour expliquer la schistosité calédonienne qui affecte le Cambro-Silurien de l'aire brabançonne. La source méridionale pourrait, quant à elle, se situer dans une ride interne du géosynclinal varisque telle la "Mittel Deutsche Schwelle".

ABSTRACT.- Siegenian and Emsian Acritarcha in the Synclinorium of Dinant originate from redistributed Silurian and Ordovician sediments. The assemblages on the northern side are exclusively Silurian. On the southern flank Silurian and Ordovician are mixed in some localities. These data imply distinct source areas : a northern Silurian one feeding the entire basin, a ? southern Ordovician one just feeding the southern margin. It seems likely that the northern source area should not be located at a higher latitude than the Brabant Massif and then should correspond to the presently removed thick late Silurian sediments that are needed to explain the slaty cleavage affecting the Cambro-Silurian rocks of the Brabant area. The southern source area could be searched in one of the internal highs of the Variscan geosyncline like the Mid-German Swell.

INTRODUCTION

Dans une note préliminaire sur le phytoplancton (Acritarches) de l'Eifel, RIEGEL, 1974, constate que l'Emsien supérieur (couches de Wiltz et de Wetteldorf) bien que tenu pour marin et par ailleurs riche en spores, fournit des populations d'Acritarches pauvres, non diversifiées, constituées d'espèces à longues extensions stratigraphiques, chacune d'elles étant connues non seulement dans le Dévonien, mais aussi dans le Silurien voire même l'Ordovicien. Le Dévonien moyen (couches de Heisdorf et de Nohn, et les couches de "Fleringen"), tout aussi pauvre et non diversifié, présente en plus des espèces ubiquistes quelques taxons (*Navifusa*, *Stellinium octoaster*, *Polyedrixium*, *Cymatio-sphaera magnata*) distinctifs du Dévonien. Comparant

ces assemblages avec ceux plus prolifiques des Schistes de Daleje, Couvinien de Bohême, et de Nehden, Dévonien supérieur de l'Eifel, RIEGEL suggère que la pauvreté en phytoplancton du Dévonien inférieur et moyen du massif Rhénan, est liée à leur faciès néritique, épicon-tinental, la richesse et la diversité en Acritarches du Couvinien et du Dévonien supérieur, respectivement de Bohême et de l'Eifel, étant mises en relation avec leur faciès pélagique.

1 Communication présentée le 9 janvier 1979, manuscrit déposé le 21 décembre 1978.

2 Université de Liège, Paléobotanique et Paléopalynologie, 7, place du XX Août, B-4000 Liège (Belgique).

Des observations dans le Couvinien (inédit), le Frasnien et la Famennien (VANGUESTAINE, in : KIMPE *et al.*, 1978; VANGUESTAINE, 1978c) de la partie belge du même bassin ardenno-rhénan confirment les conclusions de RIEGEL relatives au Dévonien moyen et au Dévonien supérieur. Par contre, le présent travail sur le Dévonien inférieur du synclinorium de Dinant nous conduit à une interprétation différente : l'absence, probablement totale, de toute trace de vie phytoplantonique contemporaine du dépôt des sédiments, les assemblages étant intégralement, sinon en majeure partie, constitués de spécimens provenant du remaniement d'horizons plus anciens.

L'existence de remaniements d'Acritarches est bien connue en Belgique depuis que MARTIN, 1969 et 1974, a décrit, dans le Silurien (Tarannon à Ludlow inférieur) de l'anticlinorium du Condroz, ainsi que dans le Llandovery de la retombée méridionale du massif du Brabant, des formes ordoviciennes (Trémadoc et Arénig-Llanvirn), parfois très abondantes. Leur intérêt géologique est évident. Leur présence renforce la thèse du plissement au Caradocien de l'Ardenne méridionale (massifs de Rocroi, Givonne, Serpont et Stavelot). Le phénomène de remaniement d'Acritarches au fur et à mesure que progresse leur étude s'avère de plus en plus fréquent. Diverses localités du Dévonien inférieur (Old Red Sandstone) du Pays de Galles présentent des Acritarches remaniés, tantôt du Trémadocien, tantôt du Wenlock (EDWARDS, RICHARDSON & THOMAS, in : FRIEND & WILLIAMS, 1978; THOMAS, in : FRIEND & WILLIAMS, 1978). RICHARDSON & RASUL, 1978, ont décrit tout récemment, dans de l'Emsien du sondage d'Apley Barn, Oxfordshire, un assemblage d'Acritarches dérivés de sédiments trémadociens, ordoviciens et siluriens dépourvus par ailleurs de toute espèce autochtone. D'autres auteurs (SMITH, 1977, BLESS & STREEL, 1976, VANGUESTAINE, 1978c) ont aussi invoqué le phénomène de remaniement pour expliquer des distributions anormales.

L'étude des Acritarches remaniés semble destinée à jouer un rôle important dans les reconstitutions paléogéographiques. Les travaux de CRAMER (dont le dernier en date est celui de CRAMER & DIEZ, 1974) montrent, en effet, une nette tendance au provincialisme des espèces dont la répartition est de type latitudinal. C'est ainsi qu'au Llandovery supérieur-Wenlock, utilisant des données relatives à des centaines de localités distribuées en Europe, en Afrique du Nord, dans les Amériques et le continent indien, CRAMER & DIEZ, 1974, considèrent l'existence de 5 provinces dont les limites semblent bien parallèles aux paléo-

latitudes. Ils distinguent :

1. une province à *Glaeocapsamorpha prisca*, chevauchant le paléoéquateur situé dans la partie septentrionale du Groenland et de la Scandinavie;
2. une province à *Estiasta-Pulvinosphaeridium* qui comprend la Scandinavie, les pays baltes et l'Europe centrale;
3. une province à *Domasia* centrée sur l'Angleterre et le Pays de Galles, la Belgique se trouvant à la charnière avec la province suivante;
4. une province intermédiaire avec la Belgique, la Bretagne et la Montagne Noire;
5. une province à *Neoveryhachium carminae*, subdivisée en sous-provinces, embrassant l'Espagne et l'Afrique du Nord.

Chacune de ces provinces a son équivalent dans le continent américain. L'intérêt de ce provincialisme, en ce qui concerne le cas du remaniement, est manifeste. Il devrait permettre de situer la paléolatitudes dont proviennent les éléments anachroniques. Nous y ferons appel, au chapitre 5.

L'âge des échantillons du Dévonien inférieur servant de base à ce travail n'est pas discuté ici. Nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage d'ASSELBERGHS, 1956. Nous les localisons ci-après et les situons stratigraphiquement à la figure 2.

1. LOCALISATION DES PRELEVEMENTS

1.1. Emsien moyen-supérieur du Sart-Tilman

Echantillonnage réalisé lors du creusement du tunnel d'égouttage du domaine universitaire du Sart-Tilman au Sud de Liège. La position de ce tunnel, parallèle au ruisseau du Blanc Gravier, est indiquée dans CALLEMBERT & PEL, 1966, fig. 1. Des 48 échantillons préparés en vue de leur examen palynologique, répartis sur une stampe normale de 173,4 m, nous ne rapportons dans le présent travail que les résultats relatifs aux prélèvements les plus riches en microphytoplancton St-B262 et St-265. Les deux appartiennent à la quatorzième des XV séquences sédimentaires distinguées par J. PEL (communication personnelle) dans cet Emsien moyen-supérieur, soit à la portion terminale de la stampe recoupée par le tunnel. Cette stampe ne comprend ni l'extrême base ni l'extrême sommet de l'Emsien moyen-supérieur de la région (J. PEL, communication personnelle).

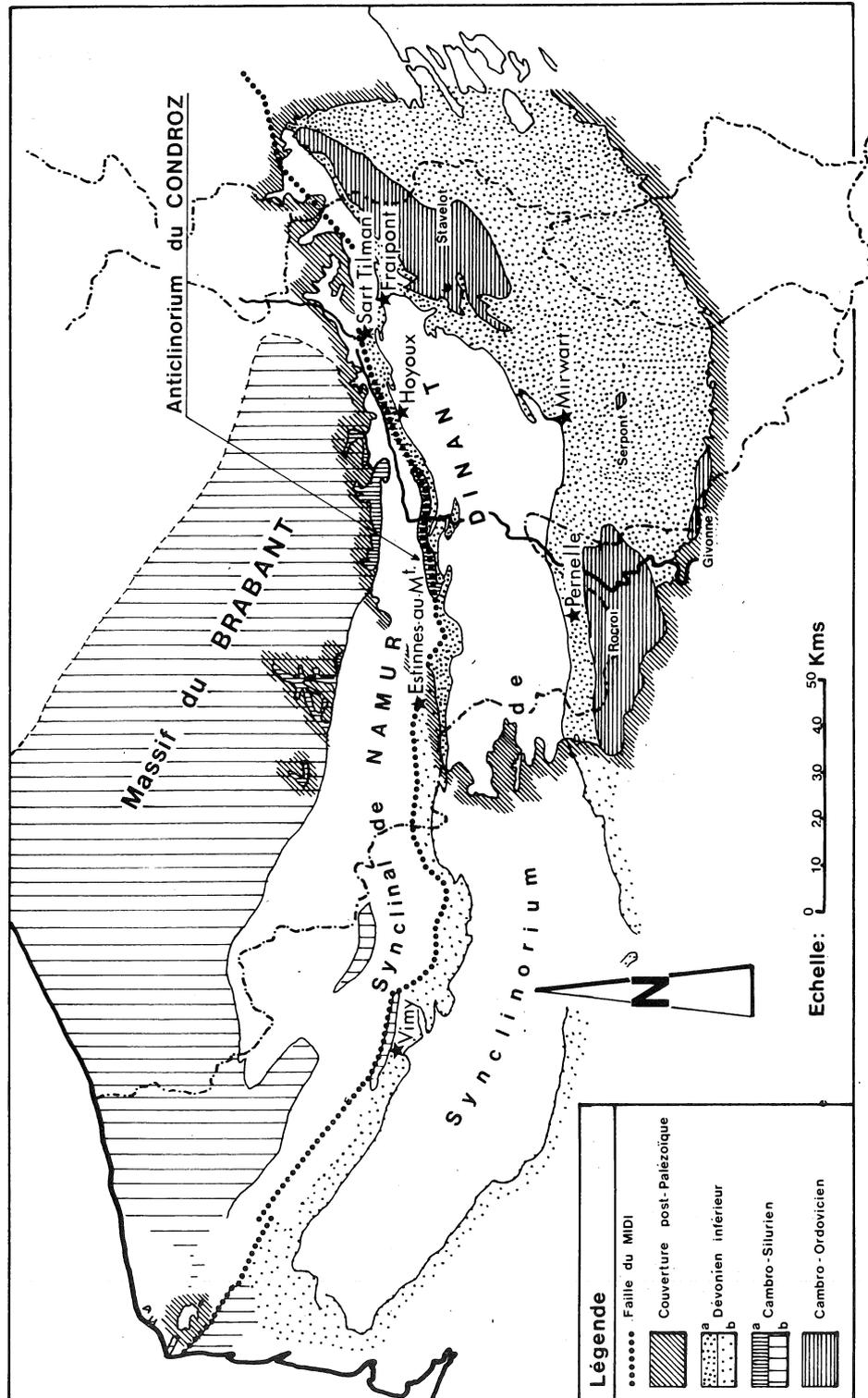


Figure 1.- Localités de prélèvements dans le synclinorium de Dinant. Un figuré distinct représente le Dévonien inférieur et le Cambro-Silurien en affleurement (a) et sous couverture post-paléozoïque (b).

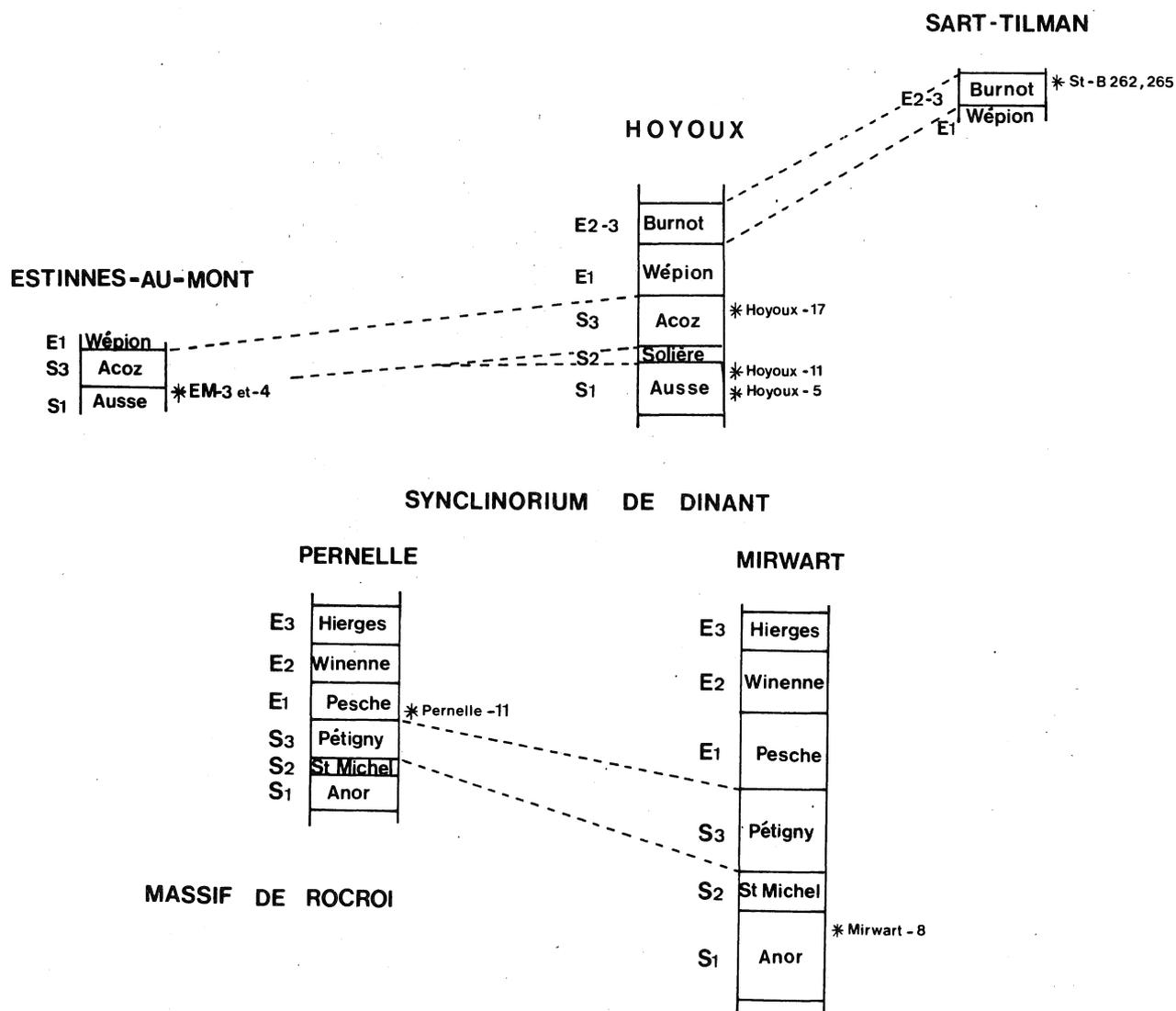


Figure 2.- Position stratigraphique dans le Dévonien inférieur, Siegenien (S_1, S_2, S_3) et Emsien (E_1, E_2, E_3), des prélèvements analysés (d'après ASSELBERGHS, 1956). La localité de Fraipont d'âge controversé, Siegenien ou Emsien, n'est pas reprise dans cette figure.

1.2. Siegenien de la vallée du Hoyoux

Les échantillons mentionnés ici (Hoyoux -5, -11, et -17) sont localisés dans STREEL *et al.*, 1979. Ils appartiennent respectivement au Siegenien inférieur (Bois d'Ausse : Hoyoux -5 et -11) et au Siegenien supérieur (Acoz : Hoyoux -17).

1.3. Emsien inférieur de la vallée de la Pernelle

Voir STREEL *et al.*, 1979 quant à la localisation

de l'échantillon Pernelle -11 prélevé dans la Formation de Pesche.

1.4. Siegenien inférieur d'Estinnes-au-Mont

Gisement à végétaux de la carrière du Bois de Bescaille (localisation et discussion de l'âge dans ASSELBERGHS, 1942) au sud d'Estinnes-au-Mont. D'après M. FAIRON-DEMARET, 1974, sur la base de l'analyse des spores, le gisement serait bien Siegenien.

1.5. Gîte à Pteraspis (*Cymripteraspis*) *leachi* de Fraipont

Fragment du spécimen F-VII de la collection de *Pteraspis* (*C*) *leachi* récoltée à Fraipont dont WHITE, 1960, p. 8 et 10 précise la localisation et contredit l'âge Siegenien supérieur ou Emsien assigné par d'autres au gisement. Sur la base d'arguments paléontologiques, WHITE suggère qu'un âge Siegenien inférieur est plus probable. L'analyse palynologique, en cours, vise à trancher le différent.

1.6. Siegenien inférieur de la tranchée du chemin de fer Grupont-Mirwart

Prélèvements effectués sur la base d'une coupe au 1/200e de P. STAINIER (communication personnelle). L'échantillon MIRWART -8 (km 132 400) appartient au Grès d'Anor.

2. SYSTEMATIQUE

Cymbosphaeridium (?) *carinosum*
(CRAMER, 1964) JARDINE *et al.*, 1972
(Pl. I : 4, 6, 9; Pl. III : 3, 5, 9, 10)

Espèce abondante (avec *C. pilaris*). Le cc est microgranuleux à grossièrement granuleux. Les appendices sont transparents, trapus (Pl. III : 5) ou élancés (Pl. I : 6). Ils sont creux et délimités proximalelement par un ménisque basal (Pl. I : 6, 9; Pl. III : 3). Leur extrémité distale est plusieurs fois ramifiée et les pinnules terminales sont pleines. L'existence d'un macropyle (Pl. I : 6) correspondant à un opercule porteur de plusieurs appendices (Pl. I : 4; Pl. III : 3, 9) est quelquefois évidente. Il semble bien exister un passage continu de cette espèce d'une part à *C. pilaris* par l'intermédiaire de spécimens de grande taille à opercule porteur d'un nombre réduit d'appendices (2 ou 3 à la Pl. III : 3 inclus ici dans l'espèce *carinosum*, 2 à la Pl. I : 3 incorporé dans *C. pilaris*) et d'autre part à des spécimens de taille plus réduite notés cf *Cymbosphaeridium* (?) *carinosum* (Pl. I : 10; Pl. III : 4, 6) à membrane scabrate à microgranulée et pour lesquels l'existence d'une membrane unique semble plus probable qu'une membrane double.

Cymbosphaeridium pilaris
(CRAMER) LISTER, 1970
(Pl. I : 1 à 3, 5, 7, 8; Pl. III : 1, 2, 7, 8)

Espèce à cc toujours granuleux. Les appendices sont lisses, longs et cylindriques, transparents et se sub-

divisent à l'extrémité distale à la manière des doigts d'un gant. La cavité des appendices est close du côté proximal par un ménisque concave d'observation aisée. Du côté distal, la cavité des appendices se prolonge dans les pinnules et c'est là l'un des critères les plus utiles pour distinguer *C. pilaris de carinosum* dont les pinnules terminales sont filiformes et pleines. L'opercule porteur d'un seul appendice est aussi distinctif de cette espèce (Pl. I : 1, 2, 7; Pl. III : 2, 8) quoique 1 spécimen muni de 2 appendices soit observé (Pl. I : 3).

Elektoriskos brevispinosum
(LISTER) VANGUESTAINE *nov. comb.*
(Pl. III : 18; Pl. IV : 14)

1970 *Filisphaeridium brevispinosum* LISTER p. 72-73;
Pl. 7 : 5-10; texte-fig. 22.

L'espèce type de *Filisphaeridium* a des appendices à extrémité distale différenciée.

Mensurations (6 spécimens) : cc 24 à 30 μ , moyenne 27 μ ; poils 2 à 6 μ ; rapport longueur app. sur diamètre du cc : 8 à 20 %.

Elektoriskos williereae
(DEFLANDRE & DEFLANDRE-RIGAUD)
VANGUESTAINE *nov. comb.*
(pl. I : 13, 14; Pl. III : 20)

1965 *Micrhystridium williereae* DEFLANDRE & DEFLANDRE-RIGAUD, fiche n° 2437.

L'espèce ne peut être rangée ni dans *Comasphaeridium* (chevelu très dense d'appendices) combinaison proposée par CRAMER, 1970 ni dans *Filisphaeridium* (différenciation distale des appendices) combinaison de LISTER, 1970. Elle est prise ici dans le sens circonscrit par DIEZ & CRAMER, 1977 faute de données précises concernant l'holotype.

Micrhystridium stellatum var. intonsurans
LISTER, 1970
(Pl. II : 3; Pl. III : 19)

Spécimens un peu plus grands et à appendices plus nombreux que l'holotype du Ludlow du Shropshire. Le rapport diamètre du cc sur longueur des appendices lui est comparable. La pilosité est répartie de la même manière. *M. stellapilosum* MARTIN, 1969 du Tarannien de Belgique, présente des appendices proportionnellement plus grands et une pilosité couvrant non seulement les appendices mais aussi le cc.

Micrhystridium stellatum var. *salopiense*

LISTER, 1970

(Pl. I : 11; Pl. III : 16)

Coques à contour franchement polygonal à sub-circulaire selon le nombre d'appendices. Ces derniers, au nombre d'une dizaine à une vingtaine sont de longueur égale ou quelque peu inférieure à celle du diamètre de la coque, faisant 17-18 μ . Les appendices sont creux sur à peu près la moitié de leur longueur et caractéristiquement élargis en forme de boule à l'extrémité distale. *Micrhystridium acum* MARTIN, 1969 possède des appendices beaucoup plus nombreux et proportionnellement plus courts.

Multiplicisphaeridium spp.

(Pl. II : 4; Pl. III : 14, 15; Pl. IV : 1, 2, 10; Pl. V : 4, 7)

Les espèces de ce genre ne sont pas dénommées autrement dans le présent travail du fait du trop petit nombre des spécimens observés dans le matériel étudié. On se référera aux légendes des figures pour les détails morphologiques.

Pterospermella sp. A

(Pl. III : 11, 12)

Espèce à cc de 13 à 14 μ de diamètre, foncé non opaque, apparemment dépourvu de structures. Aile transparente lisse, dépourvue de stries radiales, large de 5 à 6 μ . Diamètre hors-tout 22 à 25 μ . Des plis diagenétiques (?) affectent et le cc et l'aile équatoriale. Cette morphologie ne correspond, semble-t-il, à aucune espèce décrite jusqu'à présent.

Cf. *Pulvinosphaeridium cochinum*

(CRAMER) MARTIN, 1969

(Pl. 5, : 9)

Description (2 spécimens) : coque triangulaire à côtés légèrement convexes, côtés compris entre 28 et 38 μ . Les pointes du triangle se différencient nettement de la portion centrale de la coque par leur teinte plus foncée. Elles constituent de la sorte des épines triangulaires, dont la forme varie d'un spécimen à l'autre : aussi larges que hautes à la Pl. 5 : 9 - hautes de 6 à 7 μ large de 7 μ - plus élancées chez l'autre spécimen observé - longues de 8 à 10 μ et larges de 5 μ à la base. La membrane du cc est lisse.

Remarques :

1. La différenciation des extrémités distales du cc n'est pas signalée pour l'holotype lequel présente de plus une membrane ornementée.

2. MARTIN, 1969 a figuré deux spécimens de l'espèce conformes par leur silhouette à nos exemplaires.

Stellinium rabians

(CRAMER) VANGUESTAINE nov. comb.

(Pl. IV : 16)

1964 *Polyedrixium rabians* CRAMER, p. 320, Pl. XV : 10 à 16; texte-fig. 32 : 3 et 4.

? *Stellinium tetrahedroide*

(CRAMER) VANGUESTAINE nov. comb.

1964 *Polyedrixium tetrahedroide* CRAMER, p. 320, Pl. XV, 4 à 7; texte-fig. 32 : 1 et 2.

3. INDICES ET PREUVES DU REMANIEMENT

3.1. Distribution anormale des espèces au sein de l'intervalle sédimentaire investigué

La figure 3 fait l'inventaire spécifique de chacun des échantillons analysés. Les espèces présentes dans deux prélèvements au moins sont représentées par un point noir, celles rencontrées dans un seul niveau, par un cercle blanc. Dans plusieurs échantillons, mais particulièrement dans Pernelle -11, la proportion des secondes par rapport aux premières est anormale. A Pernelle -11, ce rapport est de 65 %/o. Un tel taux de renouvellement de l'assemblage est vraiment suspect, d'autant plus qu'aucune des espèces particulières à ce niveau ne se prolonge vers le haut. Elles apparaissent puis disparaissent aussitôt. Une pareille distribution trouve son explication lorsqu'on prend en considération l'extension stratigraphique, connue par la littérature, des espèces.

3.2. Distribution stratigraphique connue des espèces

C'est l'objet de la figure 4 qui concerne 28 des 38 espèces identifiées. Les 10 autres n'y sont pas reportées soit parce que l'extension stratigraphique n'est pas connue - *Pterospermella* sp. A est une espèce probablement nouvelle - soit parce que leur répartition est trop vaste pour être significative dans l'intervalle qui nous occupe : *Veryhachium downiei*, *V. europaeum*, *V. rhomboidium*, *V. lairdi*, *Micrhystridium stellatum*, *Stellinium tetrahedroide*, *Multiplicisphaeridium* sont décrits dans l'Ordovicien, le Silurien et le Dévonien; *Diexallophosis remota*, et formes affines, dans le sommet de l'Ordovicien, le Silurien et le Dévonien; *Pterospermella* dans le Silurien et le Dévonien. Si l'on additionne à

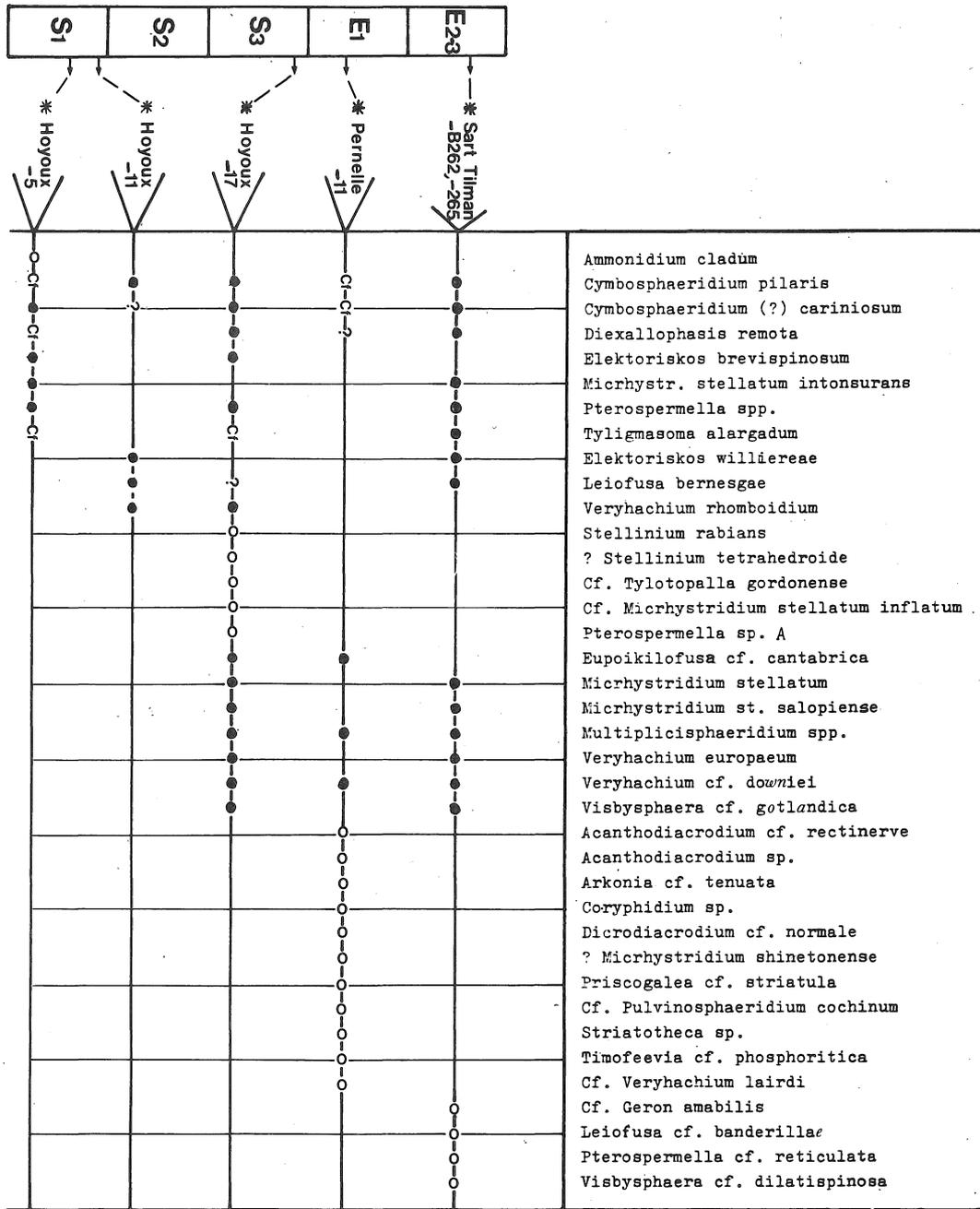


Figure 3.- Inventaire spécifique des prélèvements analysés distribués selon leur ordre stratigraphique au sein du Dévonien inférieur. La présence d'un taxon dans deux échantillons au moins est figurée par un point, dans un seul niveau par un cercle. Lire *Multiplicisphaeridium cf. pachymurum* (HILL, 1978) au lieu de *cf. Diexallophasis remota* de Hoyoux-5.

ces 9 derniers taxons, les 5 espèces *Micrhystridium stellatum inflatum*, *Leiofusa berneseae*, *Leiofusa banderillae*, *Tylotopalla gordonense* et *Tyligmasoma alargadum*, on obtient 14 espèces qui, d'après la littérature palynologique, sont potentiellement présentes dans le Siegenien et l'Emsien dont proviennent nos prélèvements.

Les 23 autres par contre ne sont pas connues dans cet intervalle mais dans des couches plus anciennes. C'est en particulier le cas, comme le montre la figure 4, de la plupart des espèces de Pernelle -11 qui sont distinctives de l'Ordovicien voire même du Cambrien. Le remaniement de ces espèces est évident. Cette même conclusion s'applique aussi à la plupart des autres espèces de la figure 4 inconnues au-delà du Silurien. Dans sa synthèse portant sur la distribution des Acritarches du Silurien terminal au Dévonien supérieur, JARDINE, 1972 circonscrit les caractères de V associations qui se succèdent stratigraphiquement dans l'intervalle considéré. Nous verrons plus loin que l'assemblage de Hoyoux -17 et du Sart-Tilman (que nous discuterons ensemble étant données leurs similitudes qui apparaîtront mieux par la suite) correspondent à l'association I du Silurien terminal (JARDINE, 1972). L'association II du Lochkovien-Siegenien à *Ozotobracion*, *Riculusphaera* et *Fimbrioglomerella* présente déjà des différences nettes avec la précédente; à fortiori, l'association III du Siegenien pp.-Emsien à *Navifusa*, *Polyedrixium*, *Stellinium octoaster* et al. est-elle radicalement différente. Nous pousserons même plus loin notre conclusion en suggérant que le remaniement est non seulement le fait des espèces pré-lochkoviennes mais qu'il pourrait porter sur la totalité des microfossiles identifiés. On peut le penser puisque les espèces admettant l'âge Siegenien-Emsien des prélèvements analysés sont aussi des espèces connues au Silurien terminal. De plus, aucune des caractéristiques phytoplantoniques propres au Dévonien inférieur n'a été reconnue. Même *Tyligmasoma alargadum*, probablement identifié dans le Silurien (voir DEUNFF & MASSA, 1975) et *Pterospermella reticulata*, difficilement dissociable en ce qui nous concerne de l'espèce ludlovienne *P. martinii* CRAMER 1967, n'échappent pas à cette remarque.

4. AGE DES COUCHES FOSSILIFERES REMANIEES

4.1. Pernelle -11

Les Acritarches qui y sont identifiés se composent de 3 ensembles d'inégale importance en diversité spécifique. Le plus riche à cet égard est constitué d'espèces ordoviciennes dont la comparaison de l'extension

stratigraphique conduit à l'individualisation de l'intervalle de temps hachuré B à la fig. 4 : le Llanvirn supérieur. Huit espèces, des 17 reconnues dans l'échantillon, proviennent de couches de cet âge. La découverte d'un *Timofeevia cf. phosphoritica* semble indiquer le remaniement de couches plus anciennes, cambro-trémadociennes : zone hachurée A à la fig. 4. Le fait est moins évident que pour l'Ordovicien moyen puisqu'il n'implique qu'une seule espèce. A cet ensemble A néanmoins pourrait appartenir une partie des espèces de l'ensemble B dont l'extension stratigraphique atteint le Trémadocien. Le troisième ensemble est formé des espèces *Cymbosphaeridium pilaris* ou *carinosum*, Pl. V : 1, *Eupoikilofusa cf. cantabrica*, *Cf. Pulvinosphaeridium cochinum*. Elles sont significatives d'un âge siluro-lochkovien inférieur mais n'autorisent pas de précision au sein de cet intervalle.

4.2. Hoyoux -17 et Sart-Tilman -B262, -265

Les espèces présentes dans ces 3 échantillons, discutés simultanément, sont les taxons siluro-dévonien de la figure 4 desquels on aura soin d'exclure *Ammonidium cladum* (Hoyoux -5) et *Pulvinosphaeridium cochinum* (Cf. à Pernelle -11).

A la même figure 4, nous avons individualisé, par un hachuré, un intervalle de temps minimum, dénommé C, dans lequel se rencontrent toutes les extensions stratigraphiques en présence. La méthode est peu satisfaisante car dans le détail, certaines extensions ne se recouvrent pas. L'intervalle de temps ainsi délimité correspond à celui de l'Association I du Silurien terminal de JARDINE, 1972, c'est-à-dire à la biozone de *Cymbosphaeridium pilaris* telle qu'elle est reconnue au Sahara algérien.

C'est en Espagne qu'elle fut décrite pour la première fois par CRAMER, 1964 dans les formations équivalentes de San Pedro (Leon) et de Furada (Asturies) données comme Wenlock-Ludlow à Gedinnien inférieur. *Visbysphaera gotlandica*, *Elektoriskos williereae*, *Eupoikilofusa cantabrica*, *Cymbosphaeridium pilaris*, *Leiofusa berneseae*, *Stellinium rabians*, *Leiofusa banderillae*, *Tylotopalla gordonense*, *Cymbosphaeridium (?) carinosum*, *Geron amabilis*, de même que *Diexalophasis remota*, *Veryhacium rhomboidium*, *Micrhystridium stellatum*, *Veryhacium europaeum* et *Veryhacium downiei* sont autant d'espèces des formations de San Pedro et de Furada, que nous identifions, pour certaines avec réserves, dans les échantillons sous rubrique.

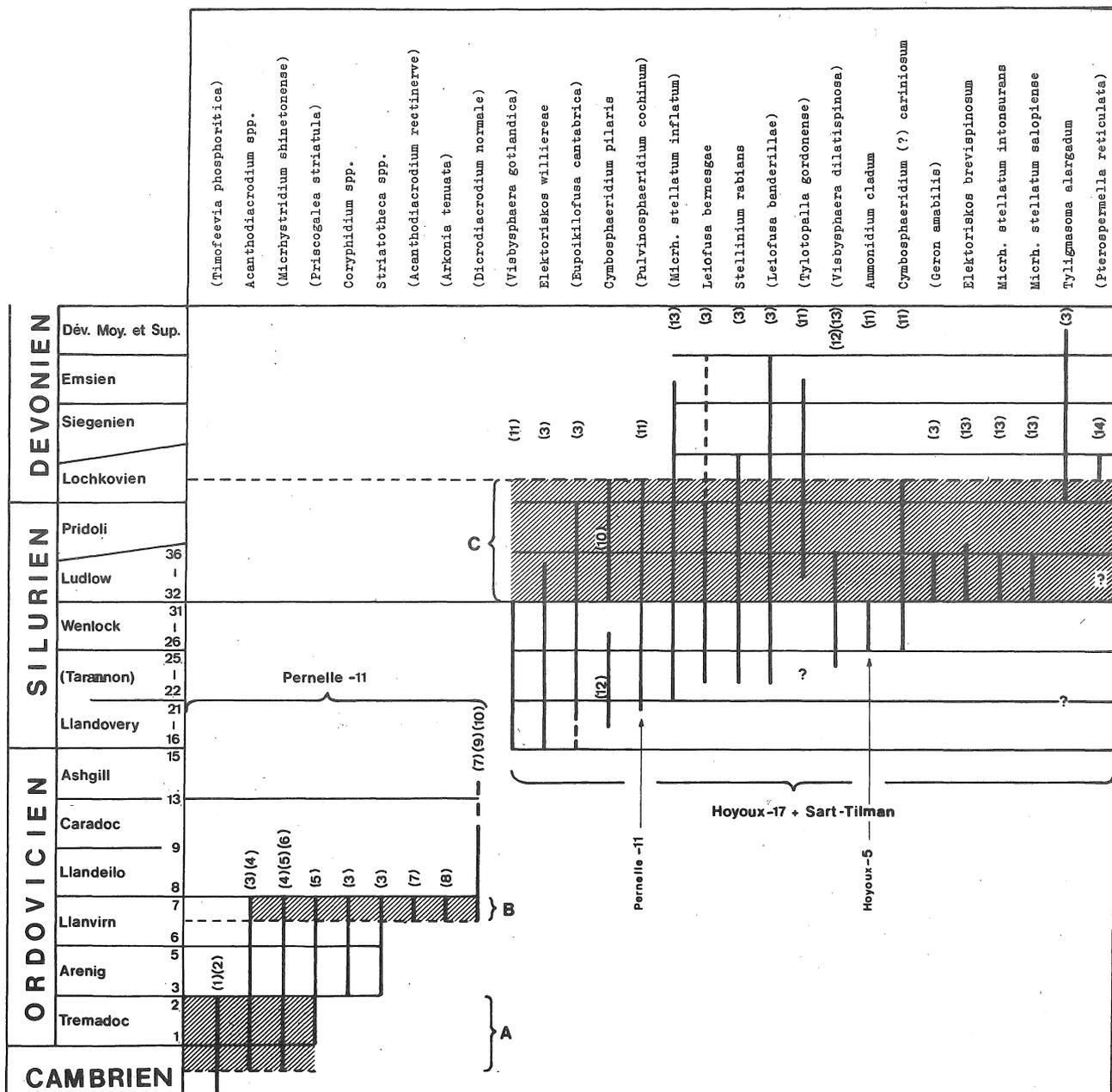


Figure 4.- Extension stratigraphique des espèces non ubiquistes d'après (1) VANGUESTAINE, 1978b, (2) RASUL, 1974, (3) DIEZ & CRAMER, 1977, (4) VANGUESTAINE, 1973, (5) MARTIN, 1969, (6) VANGUESTAINE, 1978a, (7) BURMANN, 1968, (8) BURMANN, 1970, (9) RAUSCHER, 1973, (10) JARDINE et al., 1974, (11) DIEZ & CRAMER, 1974, (12) HILL, 1974 et 1978, (13) LISTER, 1970, (14) LOEBLICH & WICANDER, 1976. Il est tenu compte en outre de DEUNFF & MASSA, 1975, Llandovery inférieur de Lybie, concernant l'extension stratigraphique vers le bas de *Tyligmasoma alargadum* et de la synonymie possible de *Pterospermella* cf. *reticulata* et *Pterospermella martini* (CRAMER, 1967) du Ludlow d'Espagne. Les zones hachurées A. B. C indiquent l'âge approximatif des niveaux remaniés. La possibilité d'un remaniement de Silurien moyen (\pm Wenlock inférieur) dans l'échantillon Hoyoux -5 n'est pas indiquée.

La même association fut retrouvée dans le Sahara algérien à la suite d'un ensemble de travaux de palynologie appliquée effectués par les compagnies françaises de pétrole dont le dernier en date est la synthèse de JARDINE *et al.*, 1974. La biozone de *Cymbosphaeridium pilaris* y est décomposée en trois Zones G5, H et IoIc. Sur la base des graptolites, il est montré que la Zone G5 est certainement Ludlow, la Zone G, Pridoli à Gedinnien inférieur, la Zone IoIc, Lochkovien.

En Belgique, contrairement à la Bretagne (PARIS & DEUNFF, 1969; DEUNFF, LEFORT & PARIS, 1971; DEUNFF & CHAURIS, 1974; MOREAU-BENOIT, 1974) et le Cotentin (RAUSCHER, 1973) l'association du Silurien terminal hispano-africain n'a pas encore été trouvée et ce malgré l'inventaire de MARTIN, 1969. C'est peut-être en raison du caractère peu productif souligné par MARTIN, 1969, du Silurien terminal belge, que ce soit dans les sondages de Flandres (Booischoot, Tournai, Leuze), en affleurement dans le Brabant (Ronquières, Horrues) ou dans le Condroz ("assises" de Thimensart et de Colibeau). Le seul élément de comparaison se situe dans le Condroz où *Cymbosphaeridium (?) carinosum* est présent dans le Ludlow inférieur de Vitrival.

C'est ici qu'il convient de mentionner des observations inédites que nous avons effectuées dans la Série silurienne de Liévin en Artois. Le sondage étudié est le nouveau sondage de Vimy, 1971 dont l'analyse palynologique a été confiée à notre laboratoire par M.J. CHALARD, Chef des Etudes Géologiques aux Houillères du bassin du Nord et du Pas-de-Calais. La faille du midi y est rencontrée à la cote de 789.3 m. A la profondeur de 776 m, BULTYNCK (communication personnelle) identifie 5 spécimens appartenant tous à la sous-espèce *Ozarkodina remscheidensis easteinhornensis* indiquant un âge Ludlow à Pridoli égal ou antérieur à l'âge des niveaux à *Ozarkodina confluens* et *Ozarkodina remscheidensis remscheidensis* du Calcaire de Liévin et de la partie inférieure du Calcaire d'Angres que BULTYNCK, 1977 place dans le Pridoli supérieur. A la même profondeur (777,35 m) et plus haut, nous identifions *Cymbosphaeridium pilaris* pour la première fois trouvé dans le Silurien de nos régions à un niveau équivalent à celui qu'il occupe en Espagne et au Sahara.

Les niveaux de Hoyoux -17 et du Sart-Tilman présentent par ailleurs des espèces du Ludlow et du Dowtonien inférieur (Ludlow Bone Bed) du Shropshire inconnues dans le Wenlock de la même région : ce sont *Elektoiskos brevispinosum*, *Micrhystridium stellatum intonsurans* et *salopiense*. Il est intéressant

de noter, à propos de cette dernière variété, son abondance croissante de la base au sommet de la série ludlowienne du Shropshire et de constater que nos spécimens lui sont morphologiquement plus proches qu'ils ne le sont d'une espèce pourtant très semblable, *Micrhystridium acum*, que MARTIN, 1969 localise dans le Wenlock et le Ludlow inférieur du Condroz. Ce n'est peut-être pas sans signification non plus qu'*Eupoikilofusa cantabrica* et *Stellinium tetrahedroide* ne sont trouvés dans le Shropshire qu'au sommet de la séquence ludlowienne.

De ces considérations, il ressort qu'un âge Ludlow (supérieur ?) à Lochkovien inférieur est l'intervalle stratigraphique dans lequel on peut au mieux situer les microfossiles remaniés de Hoyoux -17 et du Sart-Tilman. Aucune différence stratigraphique ne se marque entre les deux localités alors que les microfossiles ont été extraits de niveaux du Dévonien inférieur bien distincts par leur âge.

4.3. Hoyoux -5 et Hoyoux -11

Ces deux assemblages, malgré leur faible rendement, peuvent néanmoins être attribués au Silurien. C'est ce que montre pour Hoyoux -11 la présence de *Cymbosphaeridium pilaris* et *Elektoiskos williereae* dont l'extension stratigraphique est comprise dans l'intervalle Llandovery à Ludlow-Lochkovien inférieur (fig. 4). La présence de *Leiofusa berneseae* confirme partiellement cette datation puisque principalement décrit dans le Silurien. Le même raisonnement s'applique à Hoyoux -5 : *Ammonidium cladum*, *Multiplicisphaeridium pachymurum* (voir légende de la fig. 3 et Pl. IV : 3) sont des espèces la première du Wenlock, la seconde du Llandovery supérieur - Wenlock inférieur du Shropshire et du Welsch Borderland; *Cymbosphaeridium (?) carinosum*, *Elektoiskos brevispinosum* et *Micrhystridium stellatum intonsurans* sont connus respectivement la première depuis le Wenlock et les deux autres à partir du Ludlow. Aucun de ces 5 espèces n'est identifiée au-delà du Lochkovien inférieur. Leur distribution, pour autant qu'elle puisse être regardée comme définitive, est cependant contradictoire : les unes *Ammonidium cladum* et *Multiplicisphaeridium pachymurum* inconnues au Ludlow, les autres *Elektoiskos brevispinosum* et *Micrhystridium stellatum intonsurans* jamais décrites au Wenlock. Peut-être faut-il voir dans cet assemblage hétérogène l'indice du remaniement de deux niveaux stratigraphiques différents : l'un approximativement Wenlock inférieur avec *Ammonidium cladum* et *Multiplicisphaeridium pachymurum*, l'autre Silurien terminal, antérieur au

Lochkovien inférieur avec *Elektoriskos brevispinosum* et *Micrhystridium stellatum intonsurans*, *Cymbosphaeridium* (?) *carinosum* appartenant indifféremment à l'un ou l'autre ensemble. Hormis la présence supplémentaire possible d'espèces du Wenlock inférieur, on peut par ailleurs considérer que les deux prélèvements Hoyoux -5 et Hoyoux -11 participent au remaniement des mêmes couches que celles qui ont fourni les Acritarches de Hoyoux -17 et du Sart-Tilman. Les deux premiers niveaux du Hoyoux offrent, avec une diversification moindre liée à la moindre concentration en microfossiles des prélèvements, un assemblage non différent de celui des deux autres localités.

4.4. Estinnes-au-Mont et Fraipont F-VII

Ces deux localités n'ont pas encore fait l'objet d'un examen détaillé comme les précédentes. L'inventaire spécifique partiel qui y a déjà été réalisé fait apparaître néanmoins la présence de *Cymbosphaeridium pilaris* accompagnés de quelques-unes des espèces siluriennes de la figure 4. Il est, dès lors, certain que le ou les niveaux remaniés qui leur ont fourni leurs microfossiles appartiennent au Silurien.

4.5. Mirwart -8

L'inventaire des Acritarches de la coupe Mirwart-Grupont s'est dans l'ensemble montré très décevant du fait du mauvais état de conservation des spécimens qui y ont été repérés. Nous avons toutefois identifié à Mirwart -8 *Acanthodiacrodium* sp. et *Priscogalea* sp. cf. *striatula* soit, si l'on consulte la figure 4, des éléments cambro-ordoviciens comme à Pernelle -11.

5. ORIGINE GEOGRAPHIQUE DES MATERIAUX REMANIES

5.1. Existence probable de plusieurs sources d'apport

Il ressort des considérations qui précèdent que les couches fossilifères remaniées n'appartiennent pas à un seul niveau stratigraphique. Deux tendances majeures se dégagent : l'une centrée sur l'Ordovicien, avec peut-être aussi du Cambro-Trémadocien, l'autre centrée sur le Silurien terminal, avec peut-être du Wenlock inférieur. Il apparaît de plus, lorsqu'on replace les points de prélèvement dans leur contexte géographique, que les localités du bord nord du synclinorium de Dinant (Hoyoux et Sart-Tilman mais aussi Estinnes-au-Mont et Fraipont) reçoivent des apports de même âge global, siluriens, tandis que les localités du bord sud présentent

des espèces ordoviciennes auxquelles s'additionnent, dans la coupe de la Pernelle, des éléments siluriens, non perçus à Mirwart. L'impression prévaut dans ces circonstances de l'existence au moins d'une dualité des apports, un agent vecteur amenant les matériaux siluriens au bord nord et localement au moins au bord sud, un second véhicule conduisant au bord sud les matériaux ordoviciens lesquels n'atteignent pas le bord nord. On serait tenté par conséquent de positionner au nord la source silurienne et au sud la source ordovicienne.

5.2. Source des matériaux remaniés.

5.2.1. Le massif du Brabant

Les matériaux siluriens, d'origine apparemment septentrionale, pourraient provenir du massif du Brabant. Exondé aux confins du Silurien et du Dévonien (MICHOT, 1976) suite à l'orogénèse calédonienne, il serait resté émergé pendant au moins tout le Dévonien inférieur (COLBEAUX *et al.*, 1977). Seule sa bordure orientale est le siège d'une sédimentation éodévonienne comme en témoignent les sondages de Bolland et de Soumagne (MICHOT, 1976; COLBEAUX *et al.*, 1977). Cette hypothèse brabançonne rencontre les travaux de CHARLET, 1969 qui sur la base de la thermoluminescence du quartz détritique du Dévonien inférieur du synclinorium de Dinant, localise, sans pouvoir en préciser l'âge, la source de l'apport dans la "couverture silurienne de la chaîne brabançonne et de l'aire continentale plus septentrionale".

5.2.2. L'Europe septentrionale

L'hypothèse a été émise d'une venue de Norvège méridionale (MICHOT, 1976) du matériau lithique constitutif du Dévonien inférieur du synclinorium de Dinant. Le provincialisme qui affecte les populations d'Acritarches aux diverses époques géologiques (CRAMER & DIEZ, 1974) tend à exclure cette possibilité en ce qui concerne le phytoplancton du moins. L'association du Silurien terminal à *Cymbosphaeridium pilaris* telle qu'elle est caractérisée au Sahara algérien (JARDINE, 1972) et en Espagne (CRAMER, 1964) ne correspond pas à celle du Ludlow du Shropshire (LISTER, 1970; LISTER & DOWNIE, 1974) à *Cymbosphaeridium bikiidium*. La distinction au Ludlow d'une province sud (hispano-africaine) et d'une province nord (anglaise) est d'ailleurs déjà suggérée par JARDINE, 1972. Elles semblent occuper dans l'espace des positions identiques aux provinces à *Neoveryhachium carminae* et à *Domasia* du Llandovery supérieur-Wenlock (CRAMER & DIEZ,

1974). Entre ces deux provinces, la Belgique, la Bretagne et la Montagne Noire se situent à cette époque en position intermédiaire (CRAMER & DIEZ, 1974). C'est aussi en position intermédiaire que semble se localiser l'assemblage remanié du Silurien terminal : abondance de *Cymbosphaeridium pilaris*, de *C. (?) carinosum*, présence de *Leiofusa berneseae* et celle suggérée de *Tylotopalla gordonense* et *Geron amabilis*, espèces de la province sud absentes dans le Shropshire ; présence d'*Elektoriskos brevispinosum*, *Micrhystridium stellatum intonsurans* et *salopiense*, espèce du Shropshire non signalées au Sahara et en Espagne. Il est symptomatique à cet égard qu'*Elektoriskos brevispinosum* soit trouvé dans la partie moyenne de la Série compréhensive du Cotentin rapportée au Ludlow par RAUSCHER, 1973. De ces considérations, il ressort que positionner la source des microfossiles siluriens remaniés à la latitude du Shropshire et à fortiori plus au nord encore rencontre de sérieuses objections. Notre hypothèse d'une venue du massif du Brabant s'en trouve dès lors renforcée.

5.2.3. Origine méridionale

Nous proposons ici, non sans réserves, une origine méridionale (? "Mittel Deutsche Schwelle") pour les éléments ordoviciens remaniés. C'est ce que suggère la configuration des remaniements dans le synclinorium de Dinant. Il ne faut cependant pas perdre de vue les résultats des travaux de MARTIN, 1968 et 1974 que nous avons rappelés plus haut : des éléments remaniés ordoviciens sont mêlés aux populations siluriennes du Condroz et du Brabant, reproduisant un assemblage comparable, quoique non identique, à celui de Pernelle-11 où se mêlent également Ordovicien et Silurien. On pourrait envisager aussi dès lors que ce soit un de ces assemblages mixtes du continent condruso-brabançon qui, contournant le bord nord du synclinorium de Dinant ait contaminé le bord sud.

6. CONCLUSION

Si nos déductions stratigraphiques sont correctes quant à l'âge Ludlow (supérieur ?)-Lochkovien des microfossiles siluriens des échantillons les plus riches, le niveau stratigraphique remanié au droit du massif du Brabant serait de même âge et plus probablement plus jeune que les sédiments siluriens les plus récents accessibles à l'heure actuelle sous la discordance varisque : le Ludlow inférieur ("assise" de Ronquières). On peut par ailleurs penser, devant l'ampleur de l'apport silurien anachronique - affectant un bassin d'au moins 100 km de large d'Estinnes-au-Mont à Frai-

pont, sur une épaisseur de quelque 1500 m de couches siegeniennes et emsiennes - que ces dépôts néosiluriens constituaient, avant d'être soustraits par l'érosion, une épaisse série sédimentaire. Ces observations confirmeraient dès lors l'existence des couches nécessaires, 4000 m, pour imprimer au Calédonien du Brabant la schistosité qui fait défaut dans l'aire géantclinale du Condroz (MICHOT, 1979).

BIBLIOGRAPHIE

- ASSELBERGHS, E., 1942. L'âge des couches fossilifères du Bois de Bescaille (Eodévonien). Bull. Soc. belge Géol., LI : 63-70.
- ASSELBERGHS, E., 1956. L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, 14.
- BABIN, C., BIGEY, F., DEUNFF, J., DROT, J., GOUJET, D., LARDEUX, H., LE MENN, J., L'HOTELLIER, J., MELOU, M., MOREAU-BENOIT, A., MORZADÉC, P., PARIS, F., PLUSQUELLEC, Y., PONCET, J., RACHEBOEUF, P., TAUGOURDEAU, P. & WEYANT, M., 1976. Les schistes et calcaires eodévoniens de Saint-Cénéry (Massif Armoricaire, France). Sédimentologie, paléontologie, stratigraphie. Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, 19, 328 pp.
- BLESS, M.J.M., & STREEL, M., 1976. The occurrence of reworked miospores in a Westphalian C microflora from South Limburg (the Netherlands) and its bearing on paleogeography. Meded. Rijks Geol. Dienst, N.S. 27 (1) : 1-39.
- BULTYNCK, P., 1977. Conodontes de la Série de Liévin (Siluro-Dévonien) de l'Artois (Nord de la France). Ann. Soc. Géol. Nord, XCVII : 11-20.
- BURMANN, G., 1968. Diacrodien aus dem unteren Ordovizium. Paläontol. Abh., 2 : 639-652.
- BURMANN, G., 1970. Weitere organische Mikrofossilien aus dem unteren Ordovizium. Paläontol. Abh., B, Paläobot., 3 : 289-347.
- CALEMBERT, L. & PEL, J., 1966. Geologische Untersuchungen für den Aufbau der neuen Universität Lüttich bei Sart-Tilman. Geol. Mitt., 6 (Breiddin-Festschrift) : 197-212.
- CHARLET, J.M., 1969. La thermoluminescence des roches quartzo-feldspathiques. Application à l'étude des séries sédimentaires détritiques; intérêt dans la datation des granites (2e partie). Bull. B.R.G.M. (deuxième série), section II, 3 : 11-60.
- COLBEAUX, J.P., BEUGNIES, A., DUPUIS, Ch., ROBASYNSKI, F. & SOMME, J., 1977. Tectonique de blocs dans le Sud de la Belgique et le Nord de la France. Ann. Soc. Géol. Nord, XCVII (3) : 191-222.

- CRAMER, F.H., 1964. Microplankton from three Palaeozoic Formations in the Province of Leon, NW-Spain. *Leidse Geol. Meded.*, 30 : 253-361.
- CRAMER, F.H., 1967. Palynology of Silurian and Devonian rocks in northwest Spain. *Bol. Inst. Geol. Miner. Espana*, 77 : 225-286.
- CRAMER, F.H., 1969. Geron, an acritarch genus from the Silurian. *Bull. Soc. Geol. Belg.*, 77 : 217-225.
- CRAMER, F.H., 1970. Distribution of selected Silurian acritarchs. *Rev. Espan. De Micropal., Numero Extraordinario*.
- DEFLANDRE, G., 1945. Microfossiles des calcaires siluriens de la Montagne Noire. *Ann. Paléont.*, 31 : 41-76.
- DEFLANDRE, G. & DEFLANDRE-RIGAUD, M., 1965. Fichier micropaléontologique général. Acritarches II. Arch. orig. Serv. Document. C.N.R.S., série 12.
- DEUNFF, J. & CHAURIS, L., 1974. Découverte d'un microplancton à Acritarches, Chitinozoaires et Spores du Silurien supérieur près de Landernau (Nord Finistère). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 278 : 2091-2093.
- DEUNFF, J., LEFORT, J.P. & PARIS, F., 1971. Le microplancton ludlovien des formations immergées des Minquiers (Manche) et sa place dans la distribution du paléoplancton silurien. *Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, Série C*, 3 : 1-28.
- DEUNFF, J. & MASSA, D., 1975. Palynologie et stratigraphie du Cambro-Ordovicien (Lybie nord-occidentale). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 281 : 21-24.
- DEUNFF, J. & PARIS, F., 1971. Présence d'un paléoplancton à Acritarches, Chitinozoaires, Spores, Scolécodontes et Radiolaires dans les Formations Siluro-Dévonienues de la région de Plourach (Côte-du-Nord). *Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, Série C*, 3 : 83-88.
- DIEZ, M.d.C.R. & CRAMER, F.H., 1974. Range chart of selected Lower Paleozoic acritarch taxa. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 18 : 155-170.
- DIEZ, M.d.C.R. & CRAMER, F.H., 1977. Range Chart of selected Lower Paleozoic Acritarch taxa II. Index to parts I and II. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 24 : 1-48.
- DOWNIE, C., 1959. Hystrichospheres from the Silurian Wenlock Shale of England. *Palaeontology*, 2 (1) : 56-71.
- CRAMER, F.H. & DIEZ, M.d.C.R., 1974. Silurian acritarchs : distribution and trends. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 18 : 137-154.
- EISENACK, A., 1955. Chitinozoen, Hystrichosphären und andere Mikrofossilien aus dem Berychia-Kalk. *Senck. leth.*, 36 : 157-188.
- EISENACK, A., CRAMER, F.H. & DIEZ, M.d.C.R., 1973. Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band III, Acritarcha, 1 Teil. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1104 pp.
- FAIRON, M., 1974. Contribution à l'étude des Lycophytes dévoniennes. Thèse inédite, Université de Liège.
- FRIEND, P.F. & WILLIAMS, 1978. Field guide to selected outcrop areas of the Devonian of Scotland, the Welsh Borderland and South Wales. International Symposium on the Devonian System. P.A.D.S. 78. The Paleontological Association.
- HILL, P.J., 1974. Stratigraphic palynology of acritarchs from the type area of the Llandovery and the Welsh Borderland. *Rev. Palaeob. Palyn.*, 18 (1/2) : 11-23.
- HILL, P., 1978. A review of *Cymbosphaeridium pilar* and comparison with *Multiplicisphaeridium pachymurum* sp. nov. from the Llandovery and Wenlock of Shropshire, Great Britain. *Palynology*, 2 : 181-185.
- JARDINE, S., 1972. Microplancton (Acritarches) et limites stratigraphiques du Silurien terminal au Dévonien supérieur. *C.R. Sept. Congr. Int. Strat. Géol. Carb., Krefeld*, 1971, 1 : 313-323.
- JARDINE, S., COMBAZ, A., MAGLOIRE, L., PENIGUEL, G. & VACHEY, G., 1972. Acritarches du Silurien terminal et du Dévonien du Sahara algérien. *C.R. Sept. Congrès Internat. Stratigr. Geol. Carbonifère, Krefeld*, 1971, 1 : 295-311.
- JARDINE, S., COMBAZ, A., MAGLOIRE, L., PENIGUEL, G. & VACHEY, G., 1974. Distribution stratigraphique des Acritarches dans le Paléozoïque du Sahara algérien. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 18 (1/2) : 99-129.
- KIMPE, W.F.M., BLESS, M.J.M., BOUCKAERT, J., CONIL, R., GROESSENS, E., MEESEN, J.P.M.Th., POTY, E., STREEL, M., THOREZ, J. & VAN-GUESTAINE, M., 1978. Paleozoic deposits east of the Brabant massif in Belgium and the Netherlands. *meded. Rijks Geol. Dienst*, 30 (2) : 37-103.
- LISTER, T.R., 1970. A monograph of the acritarchs and chitinozoa from the Wenlock and Ludlow Series of the Ludlow and Millichope areas, Shropshire. *Palaeontogr. Soc., Monogr.*, 1, 100 pp.
- LISTER, T.R. & DWONIE, C., 1974. The stratigraphic distribution of the Acritarchs in the Ludlow succession at Ludlow. *Rev. Palaeob. Palyn.*, 18 (1/2) : 25-27.
- LOEBLICH, A.R. & WICANDER, E.R., 1976. Organic-walled microplankton from the Lower Devonian (Late Gedinnian) Haragan and Bois d'Arc Formations of Oklahoma, U.S.A., Part 1. B, 159 : 1-81.
- MARTIN, F., 1969. Les Acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belges. Détermination et valeur stratigraphique. *Inst. roy. Sc. Nat. Belg., mémoire* 160, 175 pp.
- MARTIN, F., 1974. Ordovicien supérieur et Silurien inférieur à Deerlijk (Belgique). *Palynofaciès et microfaciès. Mém. Inst. roy. Sc. Nat. Belg.*, 174 : 1-71.
- MICHOT, P., 1976. Le segment varisque et son antécédent calédonien in *Beiträge zur Kenntnis der europäischen Varisziden* : Franz Kossmat Sym., 1974. *Nova Acta Leopoldina, Abh. der Deutsch. Akad. der Naturforsch. Leopoldina, N.F.*, 45 (224) : 201-228.

- MICHOT, P., 1979. La faille mosane et la phase hyporogénique bollandienne d'âge emsien, dans le Rameau calédonien condruso-brabançon. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 101.
- MOREAU-BENOIT, A., 1974. Recherches de Palynologie et de Planctologie sur le Dévonien et quelques formations siluriennes dans le Sud-Est du Massif Armoricain. *Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, 18, 248 pp.
- PLAYFORD, G., 1977. Lower to Middle Devonian Acritarchs of the Moose River Basin, Ontario. *Geol. Surv. Canada*, 279, 87 pp.
- RASUL, S.M., 1974. The stratigraphic distribution of Tremadoc acritarchs in the Shineton Shales succession, Shropshire, England. *Rev. Palaeobot., Palyn.*, 18 (1/2) : 1-9.
- RAUSCHER, R., 1973. Recherches micropaléontologiques et stratigraphiques dans l'Ordovicien et le Silurien de France. Etude des Acritarches, des Chitinozoaires et des Spores. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg.
- RICHARDSON, J.B. & RASUL, S.M., 1978. Palynomorphs in Lower Devonian sediments from the Apley Barn borehole, Southern England. *Pollen et Spores*, XX : 423-462.
- RIEGEL, W., 1974. Phytoplankton from the Upper Emsian and Eifelian of the Rhineland, Germany. A preliminary report. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 18 (1/2) : 29-39.
- SMITH, D.G., 1977. Lower Paleozoic acritarchs in an Irish Lower Carboniferous siltstone. Abstract, Coloquio Internat. Palinologia, Leon, Espagne, 77.
- STOCKMANS, F.W. & WILLIERE, Y., 1962. Hystriosphères du Dévonien belge (Sondage de l'Asile d'aliénés à Tournai). *Bull. Soc. belge de Géol.*, LXXI(1) : 41-77.
- STREEL, M., FAIRON-DEMARET, M., VANGUESTAINE, M. & OTAZO, N., 1979. Miospores and acritarcha from the Siegenian beds of the Dinant Basin (Belgium). Review of Palaeobotany and Palynology (en préparation).
- VANGUESTAINE, M., 1973. Etude palynologique du Cambro-Ordovicien de Belgique et de l'Ardenne française. *Systématique et Biostratigraphie*. Thèse de doctorat. Université de Liège.
- VANGUESTAINE, M., 1974. Espèces zonales d'Acritarches du Cambro-Trémadocien de Belgique et de l'Ardenne française. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 18 (1/2) : 63-81.
- VANGUESTAINE, M., 1978a. Données palynologiques nouvelles dans l'Ordovicien inférieur du bassin de la Senne, Massif du Brabant, Belgique. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 100 : 193-198.
- VANGUESTAINE, M., 1978b. Critères palynostratigraphiques conduisant à la reconnaissance d'un pli couché Revinien dans le sondage du Grand Halleux. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 100 : 249-276.
- VANGUESTAINE, M., 1978c. Acritarches du Famennien Supérieur du sondage de Tohogne (Belgique) et corrélation biostratigraphique transcontinentale. *Palinologia*, 1 : 481-489.
- VAVRDOVA, M., 1966. Paleozoic microplankton from Central Bohemia. *Cas. Miner. Geol.*, 11 : 409-414.
- WHITE, E.I., 1960. Notes on Pteraspids from Artois and the Ardenne. *Inst. roy. Sc. nat. Belg., Bull.*, XXXVI, 6 : 1-16.

PLANCHES I à V :

Tous les spécimens figurés sont au grossissement uniforme de 1.000 x. Les préparations microscopiques sont déposées dans les collections du Service de Paléobotanique et Paléopalynologie de l'Université de Liège

PLANCHE I

(Emsien 2-3 du Sart Tilman)

1 à 3, 5, 7 et 8 : *Cymbosphaeridium pilaris* (CRAMER)
LISTER 1970

1. St-265, 1757, 2484 : Vue équatoriale avec opercule (o) en place porteur de l'app. unique; ϕ équatorial 38 μ ; ϕ méridien 39 μ (opercule compris); 8 app. atteignant 25 μ , distribués selon la formule (LISTER, 1970) : $A^1S^0P^4E^0Po^2An^1$. Ménisque (m) nettement distinct à la base de l'app. apical et de l'antapical. Membrane externe grossièrement granulée ($\pm 1 \mu$) au niveau du corps central, lisse au niveau des app.
2. St-B262, 1761, 1282 : Deux spécimens accolés, de taille très différente. Le grand est en vue équatoriale, avec opercule (o) en place, porteur d'un app. unique; ϕ éq. 32 μ , ϕ mér. 32 μ (opercule compris); opercule large de 21 μ ; les plus grands appendices sont l'apical et l'antapical; memb. du cc microgranulée à éléments de 0,5 μ ; ménisque basal (m) nettement distinct à la base de l'app. antapical. Le petit spécimen ne fait que 20 μ de ϕ .
3. St-B262, 1761, 3106 : Opercule en vue latérale, replié sur lui-même, large de 25 μ , à membrane granulée, porteur de 2 app., longs de 18 et 20 μ , lisses à terminaison "manate" et pinnules distales creuses, closes.
5. St-265, 1757, 2519 : Spécimen à cc opaque, et comprimé, ne montrant pas l'emplacement de l'opercule; ϕ cc 32/21 μ ; 8 app. observables, atteignant 20 μ , à extrémité distale "manate"; la cavité des app. se prolonge jusqu'à l'extrémité des pinnules.
7. St-B262, 1760, 1072 : Vue équatoriale; opercule (o) légèrement déboité et affaissé dans la cavité du cc, porteur d'un app. unique; ϕ éq. 29 μ , ϕ mér. 27 μ (opercule non compris); 13 app. atteignant 11 μ ; membrane du cc "scabrate", à éléments microgranuleux inférieurs à 0,5 μ .
8. St-B262, 1760, 1912 : Vue équatoriale avec macropyle (mp) large de 26 μ ; ϕ éq. 35 μ ; ϕ mér. 26 μ (opercule détaché); 9 app. longs de 19 à 23 μ .

4, 6 et 9 : *Cymbosphaeridium(?) carinosum* (CRAMER)
JARDINE et al., 1972

4. St-B262, 1760, 0757 : Opercule en vue latérale, replié sur lui-même, large de 25 μ , porteur d'au moins 4 app. transparents à pinnules terminales pleines.
6. St-B262, 1761, 1512 : Vue ? apicale; ouverture triangulaire (? macropyle); ϕ cc 35 μ ; 15 app. observables, hétéromorphes, simplement bifides ou ramifiés de manière très complexe par dichotomies successives, longs de 14 à 19 μ , à pinnules terminales pleines; ménisque basal (m) très nettement observable à la base des app. disposés à l'équateur; membrane du cc distinctement granulée, éléments de 0,5 à 1 μ ; app. lisses.
9. St-B262, 1760, 2244 : Macropyle non visible; cc 32 μ ; ± 25 app. atteignant 13 μ , constitués par la membrane externe, lisse au niveau des appendices, grossièrement granulée (1 μ) sur le corps central.
10. St-B262, 1761, 1313 : cf. *Cymbosphaeridium(?) carinosum* : cc 22,5 μ , ± 20 app. de 19 μ communiquant avec la cavité du cc; membrane microgranulée au niveau du cc, lisse au niveau des app.
11. *Micrhystridium stellatum* var. *salopiense* LISTER 1970 : St-B262, 1760, 2815 : cc 17 μ , ± 15 app. 15-17 μ , extrémité distale des app. nettement noduleuses.
12. *Micrhystridium stellatum* DEFLANDRE, 1945 : St-B262, 1760, 2155.
- 13 et 14 : *Elektoriskos williereae* (G. et M. DEFLANDRE) VANGUESTAINE nov. comb.
13. St-B262, 1761, 2424 : cc 17 μ , app. 15 μ , de largeur atteignant 1 à 1,5 μ .
14. St-B262, 1761, 2129 : cc 20 μ , app. 10 μ , de largeur inférieure à 0,5 μ .

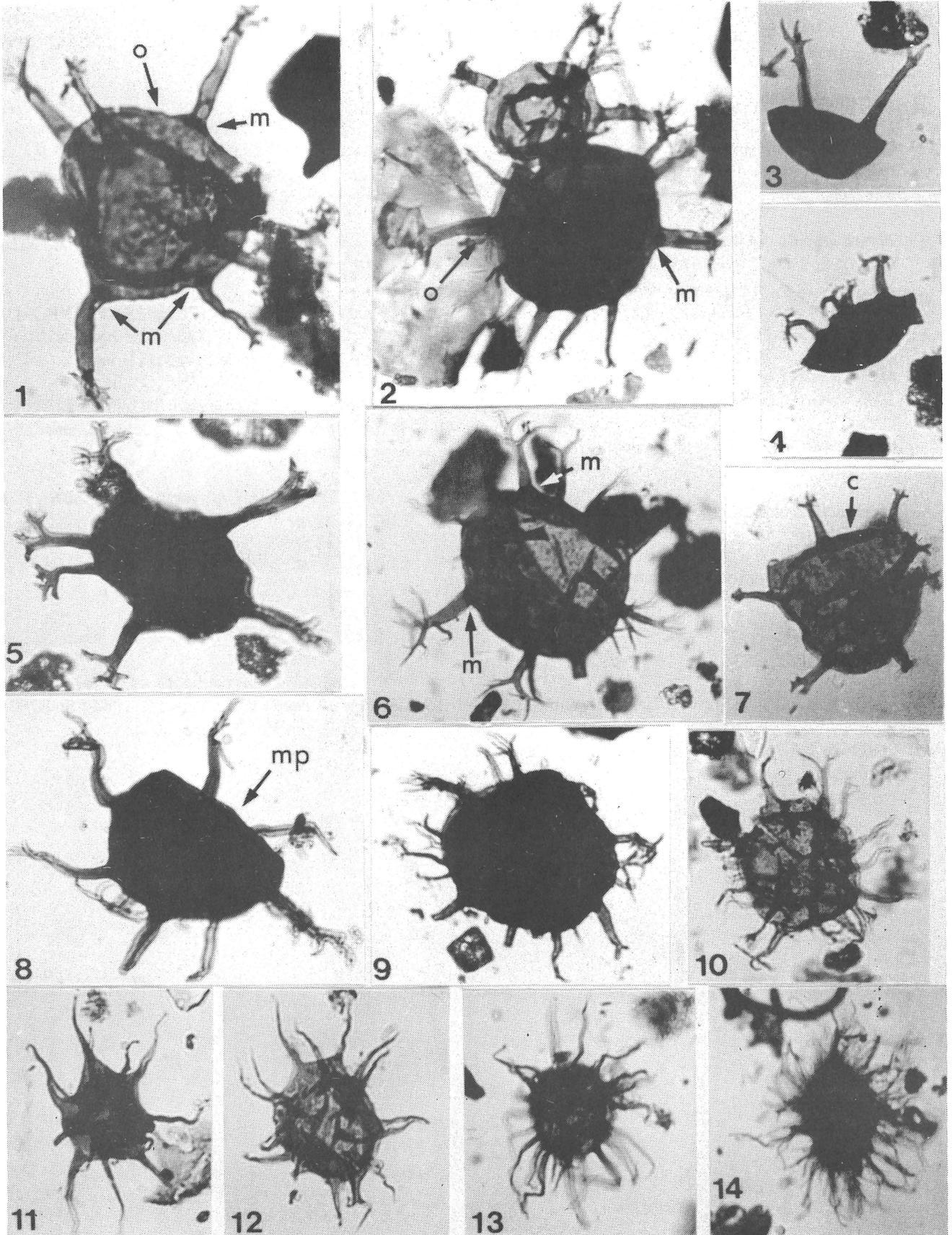


PLANCHE II

(Emsien 2-3 du Sart-Tilman)

1. *Diexallophasis remota* (DEUNFF) PLAYFORD 1977 : St-265, 1758, 1854 : cc lisse, 31 μ ; 6 app. longs de 28 μ , larges de 2,5 à 3 μ , granuleux à épineux et stries longitudinales, terminaison distale "manate".
2. *Pterospermella* cf. *reticulata* LOEBLICH & WILCANDER, 1976 : St-B262, 1762, 1188 : cc 42 μ , aile 18 à 20 μ , ϕ hors-tout 80 μ . Déhiscence par fente méridienne. Ornementation du cc non perceptible du fait de son opacité.
3. *Micrhystridium stellatum* var. *intonsurans* LISTER, 1970 : St-B262, 1762, 1261 : cc 18 μ ; \pm 25 app., longs de 19 μ , à base creuse et pointe filiforme pleine; pilosité n'affectant apparemment que les seuls app.
4. *Multiplicisphaeridium* sp. : St-B262, 1761, 2474, cc 16,5 μ , app. 5 μ simples ou ramifiés.
- 5, 6, 10 et 11 : *Leiofusa berneseae* CRAMER, 1964.
5. St-B262, 1761 : cc 17/12 μ : app. 13 μ .
6. St-B262, 1762, 1886 : cc 16/12 μ ; app. \pm 20 μ .
10. St-B262, 1762, 2813 : cc 17,5/11 μ ; app. 23 μ .
11. St-B262, 1762, 2070 : cc 17/11 μ ; app. 23 μ .
7. Cf. *Geron amabilis* CRAMER, 1969 : St-B262, 1761, 1953 : cc subsphérique, ϕ 26 μ ; app. apparemment unique, long de 88 μ . large de \pm 6 μ à la base, cavité se poursuivant jusqu'à l'extrémité distale. Membrane du cc apparemment simple.
8. *Veryhachium europaeum* STOCKMANS & WIL-LIERE, 1962 : St-366, 1552, 1308.
9. *Tyligmasoma alargadum* (CRAMER) PLAYFORD, 1977 : St-B262, 1760, 1336 : cc haut de 34 μ ; app. 15 à 16 μ , larges de 11-12 μ à la base.
12. *Visbysphaera* cf. *dilatispinosa* (DOWNIE) LISTER, 1970 : St-B262, 1762, 3055 : cc 34 μ , ampoules ornementées de \pm 7 μ de haut.
- 13 et 14 : *Visbysphaera* cf. *gotlandica* (EISENACK) LISTER, 1970.
13. St-B262, 1762, 3042 : cc 33 μ ; app. hauts de 4 à 5 μ , garnis de 2 à 3 épines de 0,5 à 1,5 μ .
14. St-B262, 1762, 2266 : cc 40 μ , app. hauts de 2 à 3 μ .
15. *Leiofusa* cf. *banderillae* CRAMER, 1964 : St-B262, 1760, 2298 : cc 30/10 μ ; app. 50 μ .

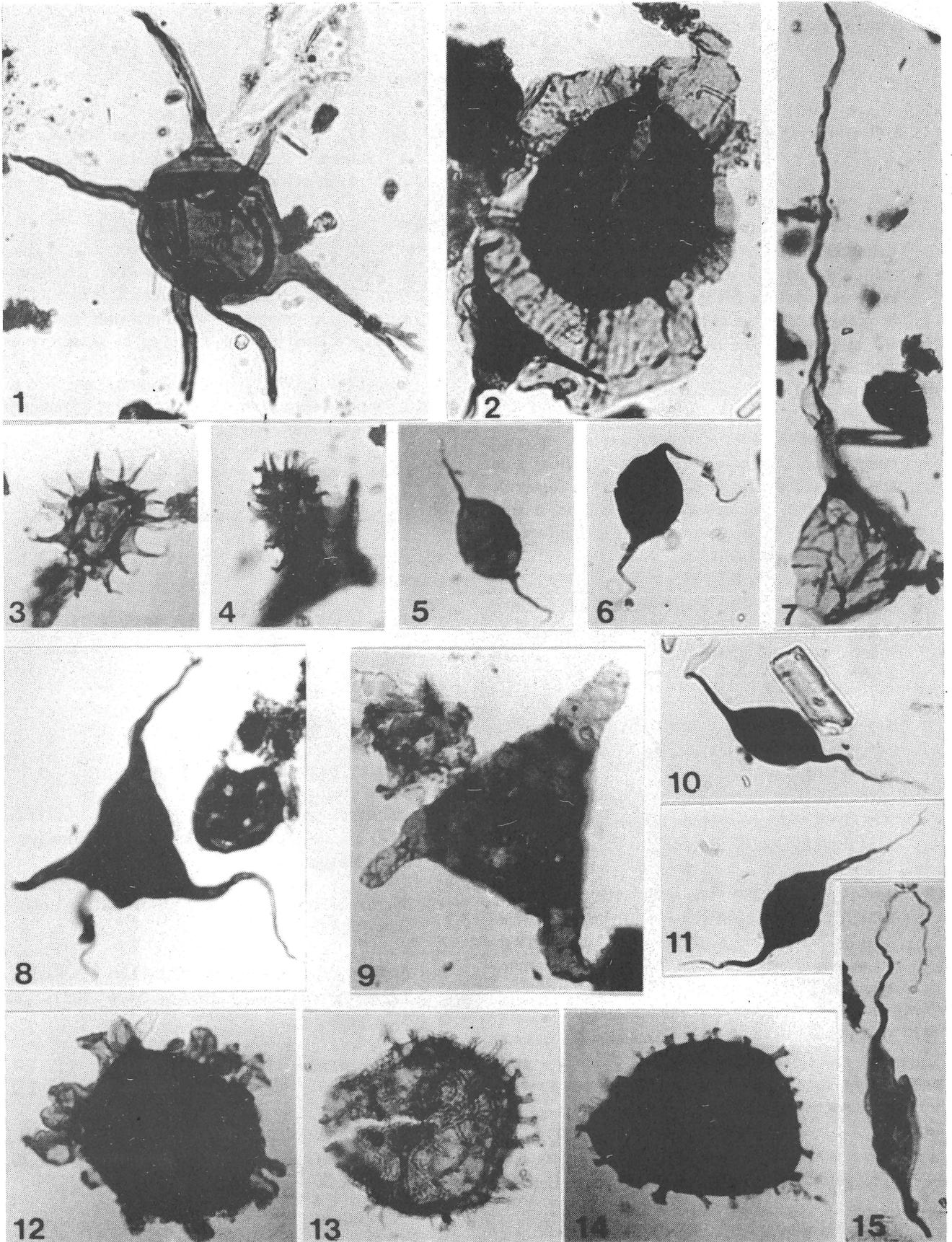


PLANCHE III

(Siegenien inférieur et supérieur du Hoyoux)

- 1, 2, 7 et 8 : *Cymbosphaeridium pilaris* (CRAMER)
LISTER, 1970
1. Hoy-11, 15720, 1649 : deux spécimens de 31 et 33 μ de ϕ ; ± 6 app. de longueur atteignant 20 μ , nettement différenciés du cc par l'absence d'ornementation de leur membrane, la transparence de cette dernière opposée à la teinte foncée du cc et la présence d'un ménisque basal (non perceptible sur la photo). Les pinnules terminales des app. sont creuses (p). Le cc est grossièrement granulé (éléments de 1 μ , non perceptibles sur la photo).
2. Hoy-17, 9435, 3142 : vue équatoriale, opercule comprimé et légèrement déboîté (o) porteur d'un app. unique; ϕ éq. 30 μ , ϕ mér. 23 μ (opercule non compris), macropyle 25 μ ; plus de 6 app. courts, max. 15 μ ; membrane cc irrégulièrement microgranulée, éléments $\pm 0,5 \mu$.
7. Hoy-17, 9435, 0845 : ? vue apicale d'un spécimen à app. volumineux, longs de 21 et 28 μ , larges de 5 à 5,5 μ à base nettement close (m); cc granulé à éléments d'1 μ .
8. Hoy-17, 15721, 0420 : opercule granuleux à rugulé, éléments $\pm 1 \mu$; app. long de 22 μ , large de 5 μ à la base.
- 3, 5, 9 et 10 : *Cymbosphaeridium (?) carinosum*
(CRAMER, 1964) JARDINE et al., 1972
3. Hoy-17, 9435, 1234 : vue équatoriale avec ? opercules (o) partiellement déboîté, porteur apparemment de 2-3 app. cc 30 μ , ± 16 app. longs de 14 μ ; cc granuleux, éléments de 0,5 μ . Les pinnules terminales des app. sont fines.
5. Hoy-5, 9404, 2701 : cc 26 μ , membrane distinctement microgranulée, éléments de 0,5 μ à 1 μ , ± 15 app. creux, courts, atteignant 6 μ isolés par un ménisque basal.
9. Hoy-5, 9403, 1891 : opercule de 23 μ porteur de 6 (ou plus) app. de 10 μ .
10. Hoy-17, 9435, 2712 : spécimen de 34 μ de cc, à membrane nettement granuleuse; app. atteignant 12 μ nettement plus transparents que le cc.
- 4 et 6 : Cf. *Cymbosphaeridium (?) carinosum*.
4. Hoy-17, 15721, 1571 : plis annulaires correspondant (?) à la bordure de l'opercule en place; la cavité des app. semble en communication avec celle du cc; ce scabrate, app. lisses; cc 24 μ , app. 7 μ .
6. Hoy-17, 9435, 2628 : cc 23 μ scabrate; app. de 5 μ . Il ne peut être précisé si la cavité des app. communique ou non avec celle du cc.
- 11 et 12 : *Pterospermella* sp. A.
11. Hoy-17, 9435, 2187 : cc 13 μ , aile 5 μ .
12. Hoy-17, 9436, 1378 : cc 14 μ , aile 6 μ , hors-tout 25 μ .
13. *Pterospermella* sp. : Hoy-17, 9435, 3105 : spécimen mal conservé.
- 14 et 15 : *Multiplicisphaeridium* sp.
14. Hoy-11, 9416, 2093 : cc 20 μ , app. 5 μ .
15. Hoy-17, 9436, 1933 : cc 16 μ , app. 6 μ .
16. *Micrhystridium stellatum salopiense* LISTER, 1970 : Hoy-17, 9435, 2483; contour subpolygonal; ± 18 app.
17. *Micrhystridium stellatum* DEFLANDRE, 1945 : Hoy-17, 9436, 2853.
18. *Elektoriskos brevispinosum* (LISTER) VANGUESTAINE nov. comb. : Hoy-5, 9404, 2031 : cc 27 μ , poils 3 μ .
19. *Micrhystridium stellatum intonsurans* LISTER, 1970 : Hoy-5, 9404, 2421 : cc 17 μ , 26 app. 7 μ .
20. *Elektoriskos williereae* (G. et M. DEFLANDRE) VANGUESTAINE nov. comb. : Hoy-11, 15720, 1753 : cc 20 μ , app. longs de $\pm 15 \mu$.

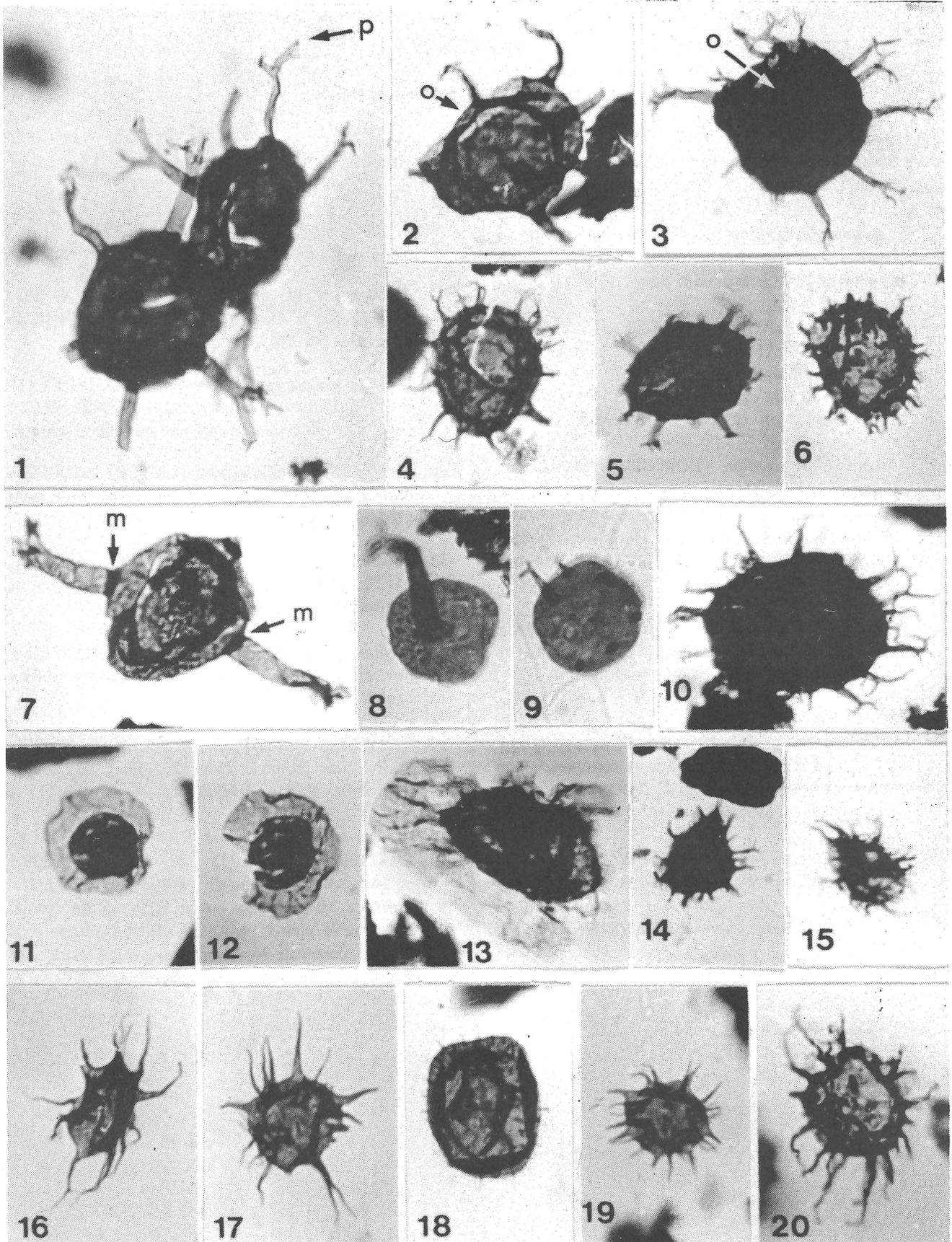


PLANCHE IV

(Siegenien inférieur et supérieur du Hoyoux)

1. *Multiplicisphaeridium* sp. : Hoy-17, 9436, 2232 : cc 29 μ , 20 app. de 14 μ à tronc granuleux.
2. *Multiplicisphaeridium* sp. ou *Cymbosphaeridium* sp. Hoy-17, 9436, 2863 : cc 37 μ , microgr., \pm 10 app. atteignant 18 μ , à membrane lisse.
3. Cf. *Diexallophasis remota* (DEUNFF) PLAYFORD, 1977 : Hoy-5, 15719, 2717 : cc 39 μ , 4(5 ?) app. atteignant 25 μ ; membranes du cc et app. "lisses"; extrémité distale des app. digitée et creuse (= *Multiplicisphaeridium* cf. *pachymurum* HILL, 1978).
4. *Ammonidium cladum* (DOWNIE) HILL, 1974 : Hoy-5, 9403, 1986 : cc hexagonal, 25 μ , scabrate; 10 app. lisses, 16 μ larges de 4 μ à la base, à ramification par brèves dichotomies successives formant une masse de pinnules concentrées à l'extrémité distale des app.
5. *Tyligmasoma alargadum* (CRAMER) PLAYFORD, 1977 : Hoy-5, 15719, 0834 : double membrane au niveau du cc; extrémité des app. tronquée.
6. Cf. *Micrhystridium stellatum inflatum* DOWNIE, 1959 : Hoy-17, 9435, 1226 : cc 27 μ , 5 (6 ?) app. de 24 μ , apparemment simples et coniques, membranes cc et app. lisses, cavité des app. communiquant librement avec celle du cc.
7. *Veryhachium europaeum* STOCKMANS & WILLIERE, 1962 : Hoy-17, 9436, 2623.
- 8 et 9 : *Veryhachium rhomboidium* DOWNIE, 1959.
8. Hoy-11, 15720, 1458 : 5 app.
9. Hoy-17, 9436, 3108 : côtés du cc 15 à 20 μ ; 6(7 ?) app. atteignant 24 μ .
10. *Multiplicisphaeridium* sp. : Hoy-17, 9435, 2193 : cc 18 μ , 9 app. 14 μ .
11. *Veryhachium* cf. *downiei* STOCKMANS & WILLIERE, 1962 : Hoy-17, 9436, 2511 : côtés 12 ou 13 μ , app. 6 à 8 μ .
- 12 et 13 : ? *Stellinium tetrahedroide* (CRAMER) VANGUESTAINE, nov. comb. : hoy-17, 9436, 2602 : caractère triédrique des app. non nettement marqué.
14. *Elektoriskos brevispinosum* (LISTER) VANGUESTAINE nov. com. : Hoy-17, 9435 : cc 30 μ , poils atteignant 6 μ .
15. *Leiofusa berneseae* CRAMER, 1964 : Hoy-11, 15720, 0656 : cc 22/12 μ , app. 12 μ ; ligne de déhiscence nettement perceptible.
16. *Stellinium rabians* (CRAMER) VANGUESTAINE nov. comb. : Hoy-17, 9435, 2576 : diamètre hors tout 20 μ .
17. ? *Stellinium tetrahedroide* (CRAMER) VANGUESTAINE nov. comb. : Hoy-17, 9436, 2679 : app. dépourvus d'arête médiane; cc 16 μ , app. 11 μ .
18. Cf. *Tylotopalla gordonense* (CRAMER) EISENACK, CRAMER & DIEZ, 1973 : Hoy-17, 9435, 2039 : cc 14 μ , sphérique; plus de 4 app. coniques, simples, longs de 10 μ , à base creuse et extrémité distale, filiforme et pleine; membrane du cc pyritisée mais laissant percevoir localement des replis atteignant 0,5 μ de haut.

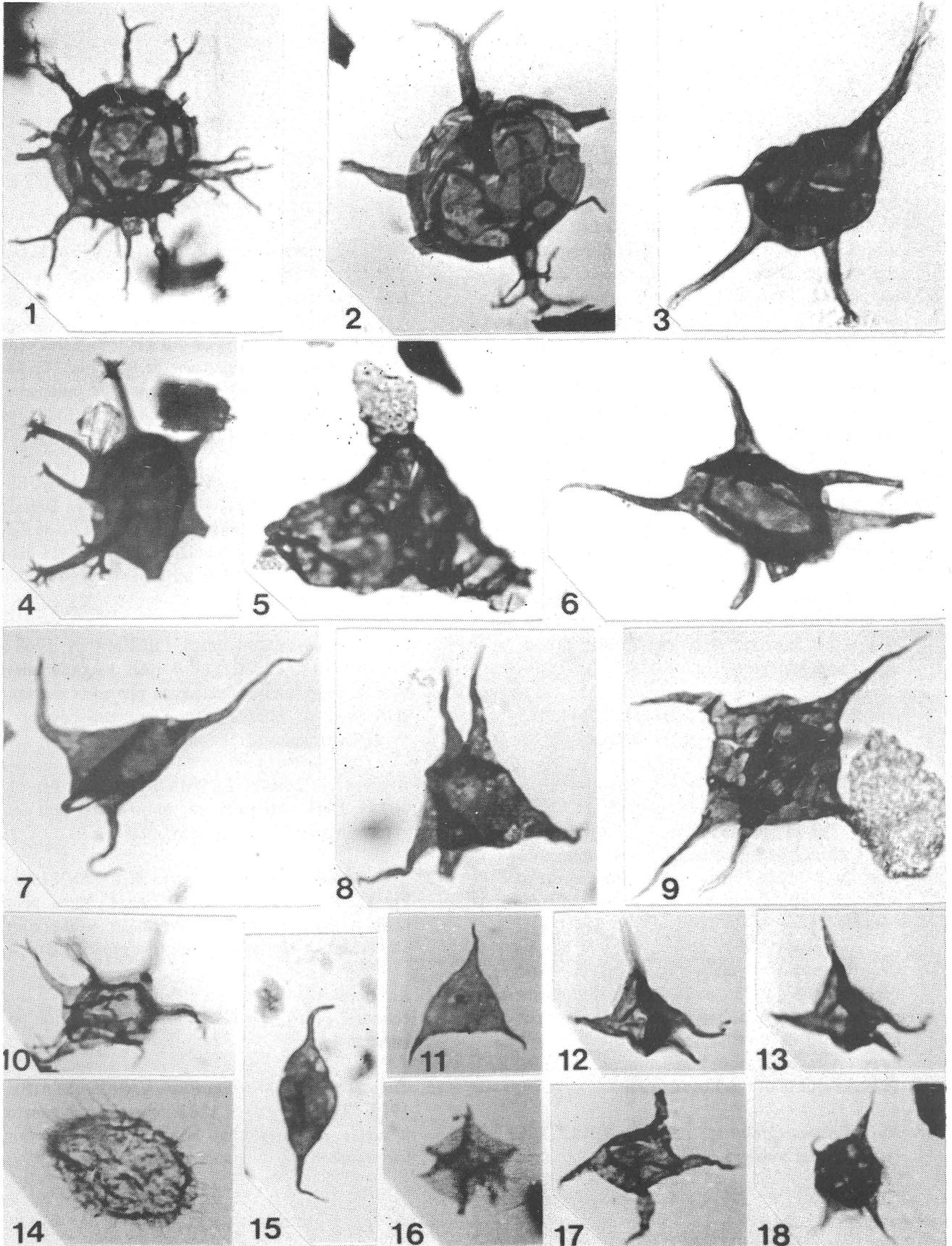


PLANCHE V

(Emsien inférieur de la Pernelle)

1. *Cymbosphaeridium cf. pilaris* (CRAMER) LISTER 1970 : Per-11, 10144, 1931 : spécimen à opercule monospinosé non évident, quoique suggéré (0?), à granulation grossière de la coque (0,5-1 μ), à ménisque (m) convexe à la base des app. lesquels sont transparents, lisses et peu nombreux; cc 34 μ , app. 15 μ . La conformation des pinnules distales des app. non distinctement creuses fait hésiter entre *pilaris* et *Cymbosphaeridium (?) carinosum*.
2. Indéterminé : Per-11, 10143, 1460 : coque de 26 μ , à app. à base close et extrémité distale tronquée; membrane du cc et des app. peu ou pas ornementée; peut-être *Baltisphaeridium* sp, genre Ordovicien; à envisager aussi *Cymbosphaeridium bikidium* LISTER 1970, espèce du Ludlow du Shropshire, dans la mesure où la calotte polaire notée (0 ?) peut être assimilée à un opercule monospinosé.
3. *Eupoikilofusa cf. cantabrica* (CRAMER) CRAMER 1970 : Per-11, 10143, 1647 : spécimen fragmentaire à cc finement strié, espacement d'1 μ , et app. lisse et sombre.
4. *Multiplicisphaeridium* sp. : Per-11, 10144, 1654 : cc 19 μ , 14 app. de 11 μ , bifurcations du 1er et 2e ordre.
5. Cf. *Diexallophasis remota* (DEUNFF) PLAYFORD 1977 : Per-11, 10143, 2241 : cc 38 μ , app. atteignant 40 μ à cavité communiquant librement avec celle du cc; cône couvrant et membrane du cc et celle des app.; l'extrémité des 3 app. intacts est "simple".
6. Cf. *Polygonium gracilis* VAVRDOVA 1966 : Per-11, 10143, 1553 : cc 28 μ , app. 18 μ , membrane du cc et des app. lisse. Les spécimens types de l'Ordovicien de Bohême sont franchement polygonaux. A envisager aussi l'espèce *lucidum* DEUNFF, 1959, ubiquiste depuis l'Ordovicien.
7. *Multiplicisphaeridium* sp. : Per-11, 10143, 1596 : spécimen mal conservé.
8. Cf. *Dictyotidium dictyotum* (EISENACK) EISENACK 1955 : Per-11, 10147, 1461 : coque de 45 μ à mailles polygonales de $\pm 13 \mu$.
9. Cf. *Pulvinosphaeridium cochinum* (CRAMER) MARTIN, 1969 : Per-11, 10144, 2031 : coque triangulaire s'ouvrant par un épityche, haute de 25 μ ; épines triangulaires disposées aux angles du cc, hautes de 6 à 7 μ , larges de 7 μ à la base, nettement plus foncées que la membrane de la coque. Un autre spécimen présente des épines plus allongées, 8 à 10 μ , larges de 5 μ à la base, tout aussi sombres que celle du spécimen figuré.
10. *Priscogalea cf. striatula* (VAVRDOVA) VANGUESTAINE, 1974 : Per-11, 10144, 2753 : vue latérale avec opercule légèrement déboîté; cc de 42 μ de diamètre équatorial; app. tubulaires transparents à base close, longs de 11 à 16 μ ; stries radiaires présentes mais mal exprimées.
11. *Dicrodiacrodium cf. normale* : BURMANN, 1968 : Per-11, 10143, 2330 : ± 7 rides longitudinales; base de l'app. unique épaissie en une sorte de manchon sombre; seule la portion proximale des app. multiples antapicaux est conservée.
12. *Arkonion cf. tenuata* BURMANN 1970 : Per-11, 10145, 1321 : striation très dense et très fine non perceptible sur la microphotographie.
13. *Acanthodiacrodium cf. rectinerve* BURMANN 1968 : Per-11, 10146, 2145; $\pm 20-25$ app. à chaque pôle, hauts de 6 μ , extrémité distale filiforme, base conique creuse; ± 6 stries longitudinales espacées de 5 μ .
14. *Acanthodiacrodium* sp. : Per-11, 10146, 2529 : ceinture équatoriale lisse, non striée, épines polaires de 4 μ .
15. *Timofeevia cf. phosphoritica* VANGUESTAINE, 1978 : Per-11, 10145, 1282 : champs polygonaux à arêtes saillantes dont les points d'intersection sont munis d'app. tronqués; cc 28 μ .

