

**DATATION PAR ACRIARCHES DES COUCHES  
CAMBRO-TREMADOCIENNES LES PLUS PROFONDES  
DU SONDAGE DE LESSINES  
(bord méridional du Massif du Brabant, Belgique)**

par

**Michel VANGUESTAINE<sup>1-2</sup>**

(7 figures et 2 planches)

**RESUME.**- Dans le sondage de Lessines, deux horizons lithologiques successifs, de haut en bas, le microconglomérat de la base de l'Unité III et le clayshale de l'Unité IV, ont fait l'objet d'un examen palynologique détaillé. Cette étude conduit à attribuer un âge Trémadocien au premier, Cambrien Inférieur à Moyen au second. Une lacune sédimentaire importante est de ce fait mise en évidence. Elle couvre au moins les 2 zones supérieures à trilobites du Cambrien Moyen, l'entièreté du Cambrien Supérieur et peut-être même une partie du Trémadocien.

La corrélation de l'Unité IV avec la partie supérieure de l'«assise» d'Oisquercq conduit pour la première fois à une estimation indirecte de l'âge de cette dernière et le rapprochement de cette «assise» avec le Devillien de l'Ardenne.

La systématique des espèces cambriennes est établie et la combinaison nouvelle *Dichotisphaera gregalis* (Hagenfeldt) nov. comb. est proposée.

**ABSTRACT.- ACRIARCH DATATION OF THE DEEPEST CAMBRO-TREMADOCIAN STRATA OF THE LESSINES BOREHOLE (SOUTHERN BORDER OF THE BRABANT MASSIF, BELGIUM).**

Two successive lithological horizons from the Lessines borehole, in descending order, the microconglomerate at the base of Unit III and the clayshale of Unit IV, have been subjected to a detailed palynological examination. As a result of this study a Tremadocian age has been attributed to the first and an Early to Middle Cambrian age to the latter. Thus a significant sedimentary gap has been documented, which covers at least the upper two trilobite zones of the Middle Cambrian, the whole of the Upper Cambrian and possibly part of the Tremadoc.

Correlation of Unit IV with the upper part of the «assise d'Oisquercq» allows for the first time an indirect estimation of the age of the latter, and enables its correlation with the Devillian of the Ardenne area.

A systematic description of cambrian species is given and the new combination *Dichotisphaera gregalis* (Hagenfeldt) nov. comb. is proposed.

1. Services Associés de Paléontologie - Université de Liège.

2. Travail financé par le Service Géologique de Belgique (projet WAL/88.6.2).

### 1.- INTRODUCTION

Le sondage de Lessines (n° 113E1015), implanté au flanc méridional du Massif du Brabant (fig.1), a recoupé successivement 145,45 m de porphyre puis 289,55 m de sédiments dont une première description lithologique, paléontologique et sédimentologique fait l'objet de la publication de Herbosch *et al.* (1991, ce volume). Quatre unités lithologiques y sont distinguées, de haut en bas, les Unités I à IV (fig.1).

Le présent article traite tout d'abord de l'étude palynologique très détaillée des couches aux confins des Unités III et IV. Il se poursuit par la description systématique et la signification stratigraphique des acritarches de la partie la plus profonde du sondage, l'Unité lithologique IV.

### 2.- ETUDE DETAILLEE DU CONTACT ENTRE LES UNITES LITHOLOGIQUES III ET IV

#### 2.1.- Lithologie et contexte paléontologique

Herbosch *et al.* (1991) décrivent les lithologies très distinctes des Unités III et IV: aux faciès de «quartzophyllades» gris de l'Unité III succèdent les faciès «phylladeux» gris vert très homogènes de l'Unité IV. Le contact entre ces deux Unités est souligné par un microconglomérat épais de 15 cm, constitué d'une matrice schisteuse noire, et de petits éléments ± arrondis gris silteux.

Herbosch *et al.* par ailleurs, assignent à l'ensemble de l'Unité III, épaisse de 95,67 m, un âge trémadocien sur la base de l'analyse palynologique de 11 échantillons parmi lesquels les niveaux 384,20 et 386,30 situés respectivement à 2,47 m et 0,30 m au dessus du contact des Unités III et IV.

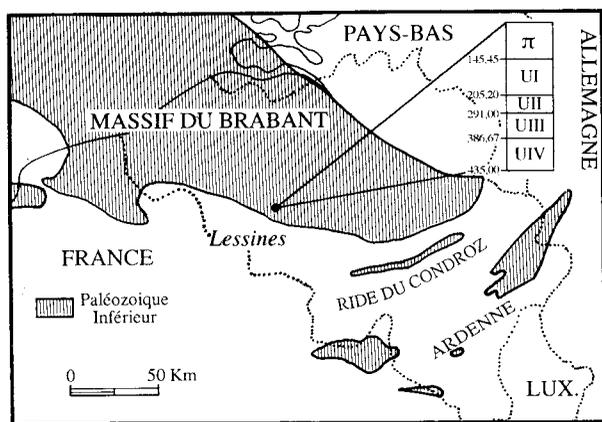


Fig. 1.- Localisation et log synthétique du Sondage de Lessines. En dessous d'un porphyre, 4 Unités sédimentaires de l'Ordovicien et du Cambrien sont décrites par Herbosch *et al.*, 1991.

#### 2.2.- Echantillonnage palynologique

Le microconglomérat et son encaissant sédimentaire ont fait l'objet d'une étude particulièrement détaillée qui a porté sur une carotte subcontinue de 46 cm (386.50 à 386.96 m) mise à part une laie de 7 cm (386.57 à 386.64 m) (fig.2).

De haut en bas, s'observent un siltstone gris bréchifié surmontant une laie de siltstone gris clair (386.50 à 386.52 m), le microconglomérat et une laie millimétrique de siltstone gris clair (386.52 à 386.67 m), un clayshale gris à linéoles vertes (386.67 à 386.80 m), enfin, un clayshale vert (386.80 à 386.96 m).

De manière à préserver au maximum la cohérence de la carotte, elle a été découpée en 14 tronçons (fig.2) épais de 2 à 6 cm, en veillant à respecter au mieux les subdivisions lithologiques. Le tronçon 2 (386,78 m) comporte néanmoins à sa base un peu de clayshale vert, de même que le niveau 8 (386,66 m), un peu de siltstone; le niveau 11 (386,51 m) englobe le sommet du microconglomérat et la base des siltstones bréchifiés.

Onze échantillons (1 à 11, de bas en haut) ont été sélectionnés aux fins d'analyses palynologiques.

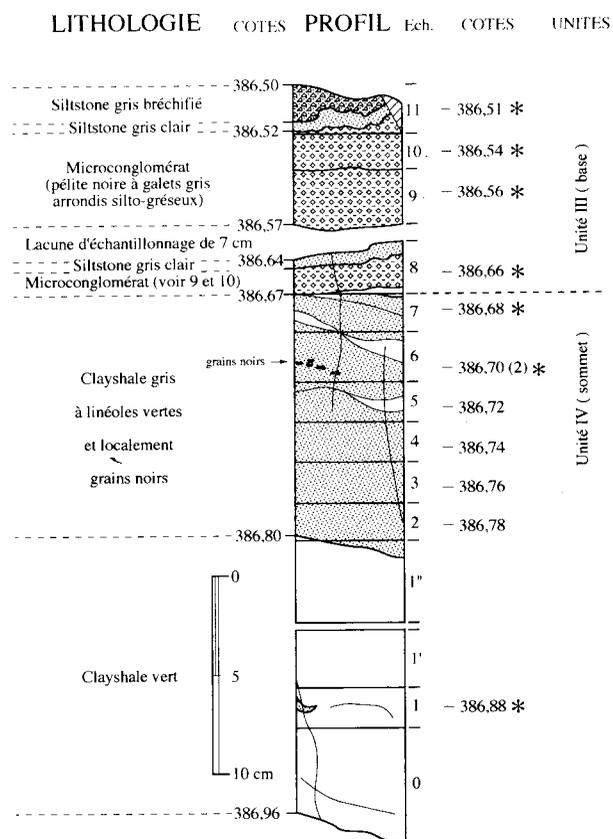


Fig. 2.- Détail de l'échantillonnage palynologique au contact des Unités lithologiques III et IV. Les échantillons fossilifères sont indiqués par une astérisque. Le niveau 386.70 a fait l'objet d'un double échantillonnage. Les deux échantillons notés 386.70(1) et 386.70(2) sont distingués en raison de leur richesse inégale en microfossiles.



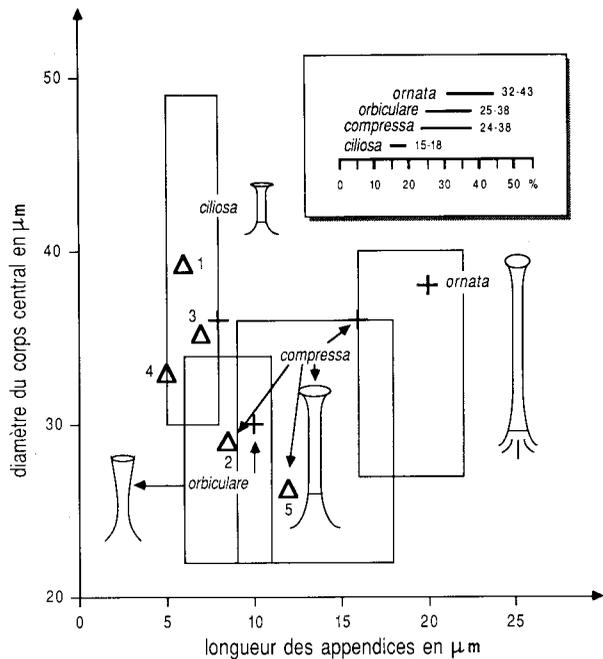


Fig. 4.- Graphique diamètre du corps central/longueur des appendices de 4 espèces de *Skiagia* montrant la position de 5 spécimens attribués aux espèces *ciliosa* ( $\Delta$ 1, Pl.1, fig.1 à 3;  $\Delta$ 3, Pl.1, fig.6 et 7;  $\Delta$ 4, Pl.1, fig.4) et *compressa* ( $\Delta$ 2, Pl.1, fig.10 et 11;  $\Delta$ 5, Pl.1, fig.9) parmi les populations originales d'Estonie et de Pologne délimitées par les rectangles avec localisation de l'holotype (Volkova, 1968 et 1969b). En cartouche, rapport longueur des appendices au diamètre du corps central d'après Downie, 1982.

*tum* (Downie), Combaz, 1968 représente, dans l'état actuel de nos connaissances, le meilleur critère pour une définition palynologique de la limite Cambrien-Ordovicien.

Sur cette base, le Trémadocien serait déterminé à partir de l'échantillon 10. Logiquement, le même âge ne peut être attribué aux échantillons 8 et 9 sous-jacents qui, ne contiennent pas l'espèce précitée, mais livrent seulement des espèces qui lui sont contemporaines. Parmi ces dernières, nous comprenons les spécimens de *Timofeevia phosphoritica* Vanguetaine, 1978 observés dans l'échantillon 8. Cette espèce trouvée en abondance dans les sédiments du Cambrien Moyen et Supérieur (Vanguetaine, 1978; Martin et Dean, 1981 et 1988) pourrait faire penser à un tel âge. Des spécimens comparables s'observent toutefois jusqu'à concurrence de 0,3% de l'assemblage dans certains niveaux (les échantillons 305.45, 365.10 et 376.15 m) indubitablement trémadociens du sondage (Herbosch *et al.*, 1991) sus-jacents à ceux qui font l'objet de ce travail.

Il résulte de ces considérations qu'un âge trémadocien paraît le plus probable pour l'intervalle 386.50 à 386.67 m, celui où sont trouvés les 15 cm de microconglomérat, même si cet âge n'est que localement démontré.

Notons finalement que l'attribution à un horizon précis du Trémadocien n'est pas réalisable

pour l'instant sur la base de résultats aussi ponctuels. La présence d'*Acanthodiacrodium ubui* Martin, 1969, si elle est confirmée, et de *Cymatiogalea bellicosa* Deunff (1961) 1964 indiqueraient néanmoins selon Rasul, 1979 la partie inférieure du Trémadocien.

### 3.- LES CLAYSHALES DE L'UNITE IV

#### 3.1.- Lithologie et contexte stratigraphique

La roche est décrite dans Herbosch *et al.* (1991) comme un clayshale gris vert homogène. Elle est sous-jacente à l'Unité III datée du Trémadocien qu'elle précède de manière apparemment concordante.

#### 3.2.- Echantillonnage palynologique

Epaisse de quelque 50 m (386.67 à 435.0 m), cette Unité a fait l'objet d'un échantillonnage décimétrique sauf dans la partie supérieure où il est centimétrique (voir 2.2.).

Il se compose (fig.5) des échantillons 386.7(1)<sup>1</sup>, 387.0, 388.2, 396.2, 396.9, 405.2, 416.15, 426.15 et 434.5 m ainsi que ceux prélevés à l'extrême sommet de l'Unité (2.2).

Seuls les 10 premiers mètres de l'Unité sont fossilifères, observation sans doute à mettre en relation avec l'évolution concomitante du faciès dont la couleur passe du gris alternant avec vert en haut pour devenir franchement vert vers le bas.

#### 3.3.- Etude palynologique

Du fait de leur très grand intérêt stratigraphique, les espèces trouvées dans ce clayshale font l'objet d'une description systématique détaillée. Leur extension dans le sondage est donnée à la fig.5.

Groupe **ACRITARCHA** Evitt, 1963

Genre **BALTISPHAERIDIUM**  
Eisenack, 1958 emend. Eisenack, 1969

*Baltisphaeridium dubium* Volkova, 1968

Pl. 1, fig. 15

1. Ce niveau a fait l'objet d'un double échantillonnage. Les deux échantillons sont notés 386.7 m(1) et 386.7 m(2). Leur richesse différente en microfossiles nous incite à les distinguer l'un de l'autre.

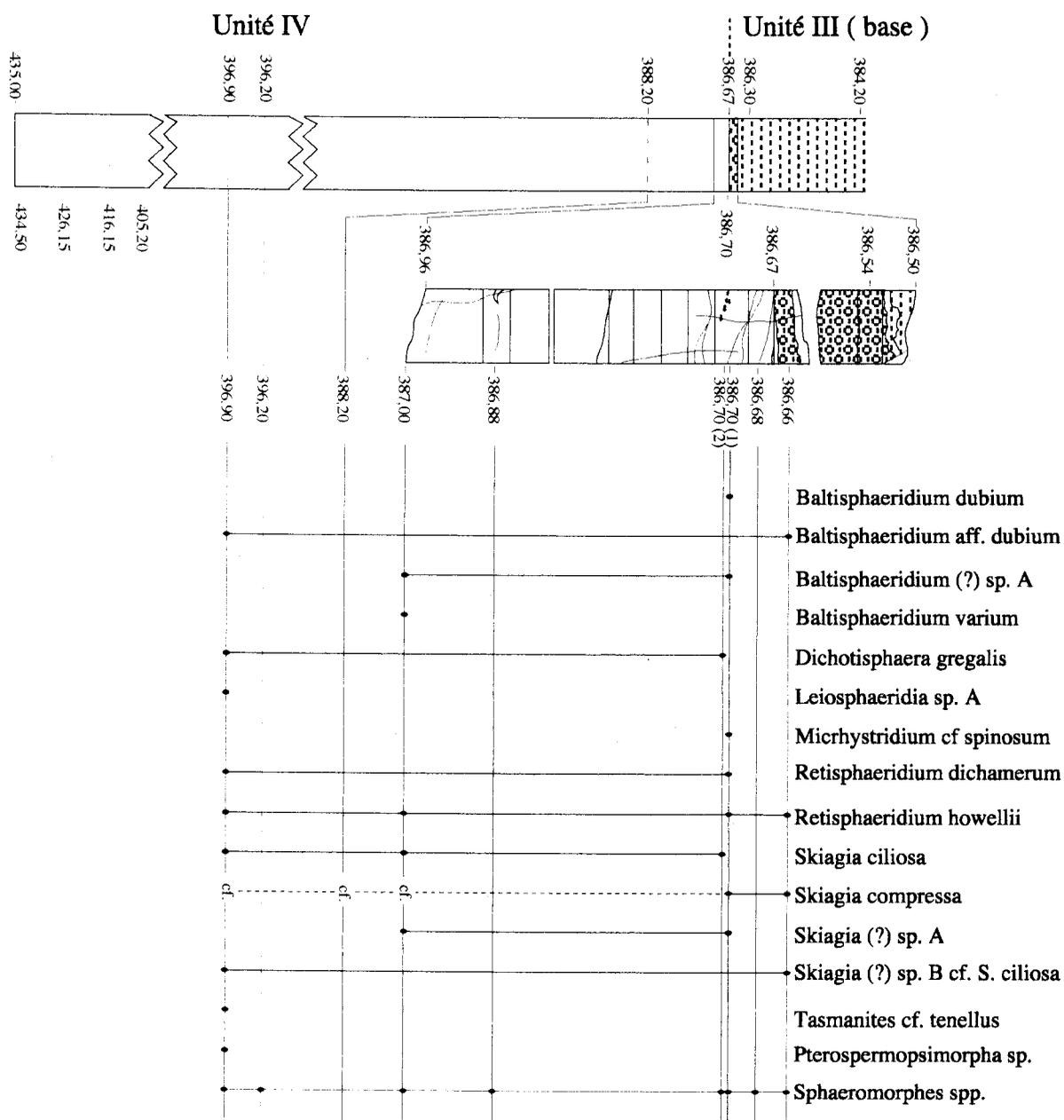


Fig. 5.- Palynologie des Clayshales de l'Unité IV : distribution des espèces d'acritarches. Le niveau 386.70 a fait l'objet d'un double échantillonnage. Les deux échantillons notés 386.70(1) et 386.70(2) sont distingués en raison de leur richesse inégale en microfossiles.

*Baltisphaeridium dubium* n. sp. in Volkova, 1968, p.18, Pl. I, figs. 8,9, Pl. XI, fig. 6.

**Exemplaire :** 1

**Description :** coque de contour subcirculaire, à membrane chiffonnée par de nombreux plis en forme de nervure et de fuseau. Diamètre  $45\ \mu\text{m}$ . Nombreuses épines coniques, longues de quelque  $2\ \mu\text{m}$ , souvent tronquées, équidistantes de  $2-3\ \mu\text{m}$ . Microgranulation nette de la surface de la coque entre les épines : éléments  $\pm$  arrondis de  $0,25\ \mu\text{m}$  de diamètre.

**Comparaison :** Volkova (1968) ne précise pas l'ornementation de la coque entre les épines. Selon Hagenfeldt (1989a), celle-ci est granulée à rugulée.

**Extension stratigraphique :** cette espèce n'est actuellement connue que dans la Zone à *Holmia* du Cambrien Inférieur d'U.R.S.S., d'Estonie et de Pologne orientale (Volkova *et al.*, 1979), dans les Zones à *Holmia* et *Protolenus* du Cambrien Inférieur de Scandinavie (Moczyłowska et Vidal, 1986, Eklund, 1990, Hagenfeldt, 1989a) et de Pologne (Moczyłowska, 1981, Moczyłowska et Vidal, 1986).

*Baltisphaeridium aff. dubium* Volkova, 1968

Pl. 1, fig. 16 et 20

*Baltisphaeridium dubium n. sp. in* Volkova, 1968, p.18, Pl. I, figs. 8,9, Pl. XI, fig. 6.

**Exemplaires:** 2

**Description:** coque subcirculaire, chiffonnée par de nombreux plis, les uns étroits, en forme de nervure, les autres larges et fusiformes. Diamètre 35 et 39  $\mu\text{m}$ . Des épines courtes, de forme conique, hautes de 2  $\mu\text{m}$ , équidistantes de  $\pm 5 \mu\text{m}$ , sont lâchement distribuées à la surface de la coque. Granulation nette de la surface de la coque entre les épines: 0,25 à 0,5  $\mu\text{m}$ .

**Comparaison:** se distingue de *B. dubium* par l'espacement beaucoup plus grand des épines.

*Baltisphaeridium varium* Volkova, 1969b

Pl. 2, fig. 1 et 2

*Baltisphaeridium varium n. sp. in* Volkova, 1969b, p. 225-226; Pl. L, fig. 4-8; Pl. LI, fig. 13 et 14.

**Exemplaire:** 1 spécimen

**Description:** coque sombre, de contour subcirculaire, de 21  $\mu\text{m}$  de diamètre. Elle est entourée d'une couronne d'appendices transparents, de forme conique, longs de quelque 5  $\mu\text{m}$  et au nombre d'une quarantaine sur le seul pourtour. L'extrémité distale des appendices est tantôt mousse tantôt pointue ou terminée par un filament atteignant 4  $\mu\text{m}$ . Les membranes semblent lisses.

**Remarques:** l'extrémité proximale des appendices est peu observable en particulier la séparation de leur cavité avec celle du corps central (Hagenfeldt, 1989). Cette espèce pourrait être confondue avec des *Skiagia compressa* à appendices tronqués.

**Comparaisons:** l'holotype mesure 22  $\mu\text{m}$  et possède des appendices de  $\pm 4 \mu\text{m}$ .

**Extension stratigraphique:** Cambrien Inférieur et partie inférieure du Cambrien Moyen d'U.R.S.S. (Volkova *et al.*, 1979), de Scandinavie (Moczyłowska et Vidal, 1986, Hagenfeldt, 1989, Eklund, 1990) et de Pologne (Volkova, 1969, Moczyłowska, 1981), Cambrien Inférieur d'Ecosse, du Groenland et de Norvège (Downie, 1982).

*Baltisphaeridium (?) sp. A.*

Pl. 1, figs. 17 et 18

**Exemplaires:** 3 spécimens à appendices tronqués.

**Description:** coque elliptique peu translucide. Diamètre 35 à 38  $\mu\text{m}$ . Appendices de forme conique, plus transparents que la membrane de la coque, longs de  $\pm 5 \mu\text{m}$  et équidistants de  $\pm 5 \mu\text{m}$ , à extrémité distale non observable. Déhiscence nette de la coque par fente équatoriale. Granulation irrégulière: éléments de  $\pm 0,25$  à 0,5  $\mu\text{m}$ .

**Remarque:** spécimens non attribuables pour l'instant à une espèce décrite.

Genre **DICHOTISPHAERA** Turner, 1984.

*Dichotisphaera gregalis*  
(Hagenfeldt, 1989) nov. comb.

Pl. 2, figs. 4 et 8

*Leiosphaeridia gregalis n. sp. in* Hagenfeldt 1989a, p. 62-64, Pl. 3, figs. 5 et 6.

**Exemplaires:** 2 spécimens

**Description:** Spécimens typiquement elliptiques, tous deux de 37  $\mu\text{m}$  de diamètre maximum, présentant une fente de déhiscence qui correspond à quelque 25% du périmètre de la coque.

**Comparaisons:** l'holotype d'Hagenfeldt mesure 40  $\mu\text{m}$ , une membrane épaisse et une fente étendue aux 75% du périmètre.

Certaines *Leiosphaeridia* sp. de Knoll et Swett, 1987 (notamment Pl.7, fig.11) sont vraisemblablement à ranger dans la même espèce.

**Extension stratigraphique:** Cambrien Inférieur et Moyen de la dépression baltique et de Suède (Hagenfeldt, 1989a et b).

Genre **LEIOSPHAERIDIA** Eisenack, 1958

*Leiosphaeridia sp. A*

Pl. 1, fig. 19

**Exemplaires:** 2

**Description:** enveloppe de contour elliptique, de

40 à 45  $\mu\text{m}$  de diamètre, chiffonnée par de fins plis linéaires ou des plis larges, en forme de croissant de lune. Granulation nette de la paroi. Granules de 0,25 à 0,5  $\mu\text{m}$  de diamètre, équidistants de  $\pm$  0,5  $\mu\text{m}$  à 1  $\mu\text{m}$  assez régulièrement distribués.

**Comparaison:** se distingue de *Baltisphaeridium aff. dubium* par l'absence d'appendices à la surface de la coque.

Genre **MICRHYSTRIDIUM**

Deflandre, 1937 emend. Sarjeant, 1967

*Micrhystridium cf. spinosum* Volkova, 1969b

Pl. 2, fig. 3

*Micrhystridium spinosum n. sp. in* Volkova, 1969b, p. 229; Pl. L, figs. 14-16.

**Exemplaire:** 1 spécimen bien conservé

**Description:** coque elliptique de 11  $\mu\text{m}$  de diamètre, garnie de nombreux appendices en forme d'épines assez raides très légèrement coniques à base peu étalée sur le corps central, longues de 2 à 3  $\mu\text{m}$ . Membrane de la coque lisse entre les épines. Pas de structure de déhiscence bien marquée.

**Remarque:** la détermination de ces petits *Micrhystridium* est très délicate et nécessiterait un matériel plus nombreux.

Genre **PTEROSPERMOPSIMORPHA**

Timofeev, 1966

*Pterospermopsimorpha sp. A*

Pl. 2, fig. 5

**Exemplaire:** 1

**Description:** coque constituée de 2 membranes. L'externe est mince et translucide, chiffonnée, chagrinée à irrégulièrement granulée. Elle débord de 4,5  $\mu\text{m}$  de la capsule interne. Cette dernière de 28  $\mu\text{m}$  de diamètre est plus sombre et de contour subcirculaire.

**Remarques:** l'appartenance de ce spécimen au genre *Pterospermopsimorpha* (2 membranes concentriques) plutôt que *Pterospermella* Eisenack, 1972 (1 aile équatoriale) est attestée par le fait que des plis affectant la membrane externe franchissent le contour de la capsule. De plus, une

déchirure dans cette membrane externe permet de constater qu'elle est double alors qu'elle est simple ou apparemment simple dans *Pterospermella*.

**Comparaison:** le spécimen du Devillien terminal du Massif de Stavelot figuré par Vanguetaine (1974), Pl.1, fig.2 présente un rapport diamètre de la capsule/diamètre de la coque beaucoup plus petit.

Genre **RETISPHAERIDIUM**

Staplin, Jansonius et Pocock, 1965

*Retisphaeridium dichamerum*

Staplin, Jansonius et Pocock, 1965

Pl. 2, figs. 7 et 9

*Retisphaeridium dichamerum n. sp. in* Staplin, Jansonius et Pocock, 1965, p. 187, Pl. 19, figs. 1-7.

**Exemplaires:** 2

**Description:** Spécimens de contour subpolygonaux à arrondi et de 38 et 39  $\mu\text{m}$  de diamètre. Épaississements fins (Pl.2, fig.9) ou plis larges masquant ces derniers (Pl.2, fig.7), disposés localement selon les côtés de polygones. D'après la taille de ces derniers, leur nombre est nettement supérieur aux  $\pm$  15 champs qui constituent la coque de *R. howellii* Martin in Martin et Dean, 1983.

**Comparaison:** le diamètre et le nombre de champs (plus de 25 selon Martin in Martin et Dean, 1983) sont plus grands que chez *R. howellii*

**Extension stratigraphique:** Cambrien Inférieur et Moyen de Scandinavie (Bagnoli *et al.*, 1988, Hagenfeldt, 1989a et b, Eklund, 1990), Cambrien Moyen du Canada (Staplin, Jansonius et Pocock, 1965), Cambrien Moyen d'Espagne (Fombella, 1979), Cambrien Inférieur d'Écosse, du Canada et de Norvège (Downie, 1982) Cambrien Inférieur et Moyen de Terre-Neuve (Martin et Dean, 1983 et 1984) Cambrien Moyen du Maroc (Vanguetaine et Van Looy, 1983)

*Retisphaeridium howellii*

Martin in Martin et Dean, 1983

Pl. 2, figs. 10 à 22

*Retisphaeridium howellii n. sp. in* Martin et Dean, 1983, p. 361, Pl. 43.2, figs. 2, 3, 5, 6, 11, 12, 16, 18, 19.

**Exemplaires:** une vingtaine de spécimens assez bien conservés.

**Description:** coque de contour franchement polygonal (Pl 2, 13) à arrondi, de 30 à 34  $\mu\text{m}$  de diamètre et dont la surface externe est subdivisée en champs polygonaux généralement délimités par de larges plis. Le nombre de champs est peu élevé, de l'ordre d'une dizaine à une vingtaine. Membranes de la coque lisses à finement mais distinctement microgranulées.

**Remarques:** les spécimens observés se décomposent en 3 ensembles. Le premier, illustré par les spécimens de Pl.2, figs.10 à 12 présente un nombre élevé de champs délimités par des plis relativement étroits. Ils se situent à la limite *dichamerum-howellii*. Nous les avons intégrés dans la seconde en raison de la petitesse de la taille (31 à 33  $\mu\text{m}$ ). Le second ensemble (Pl. 2, figs.13 à 17) présente une disposition géométrique assez régulière. Il s'agit peut-être de compressions polaires. Le troisième ensemble (Pl. 2, figs.18 à 22) est constitué de spécimens dont la disposition des champs semble quelconque. Les spécimens pourraient se présenter en compression oblique ou équatoriale. Ces deux derniers ensembles avec leur petit nombre de champs correspondent bien aux spécimens illustrés par Martin *in* Martin et Dean, 1983.

**Comparaison:** *Cymatiosphaera postii* Yankauskas et Posti, 1976 (voir Hagenfeldt, 1989 et Eklund, 1990 pour l'illustration) n'est pas avec certitude une espèce différente de *R. howellii*.

**Extension stratigraphique:** Cambrien Inférieur et Moyen de Terre Neuve (Martin et Dean, 1983 et 1984), Cambrien Moyen de l'île d'Oland (Bagnoli *et al.*, 1988).

#### Genre **SKIAGIA** Downie, 1982

*Skiagia ciliosa* (Volkova, 1969) Downie, 1982

Pl. 1, figs. 1 à 7

*Baltisphaeridium ciliosum* n. sp. *in* Volkova, 1969b, p. 224-225; Pl. L, figs. 1-3; Pl. LI, figs. 11-12.

*Skiagia ciliosa* (Volkova) *nov. comb.* *in* Downie, 1982, p. 263, figs 5 et 7 p-q.

**Exemplaires:** 4 spécimens dont 3 avec appendices complets.

**Remarque:** sont rangés dans cette espèce des spécimens, de contour elliptique festonné ou non de taille relativement grande. Diamètre du corps central 33 à 39  $\mu\text{m}$ . Appendices relativement courts. Longueur hors-tout 5 à 7  $\mu\text{m}$  soit 15 à 20% de diamètre du corps central. Base peu ou pas évasée surmontée d'un épaississement parfois net, et extrémité distale élargie en forme d'entonnoir atteignant 2  $\mu\text{m}$  de diamètre.

D'après les critères de mensurations de la coque et des appendices repris fig.4, ces spécimens s'intègrent bien dans la population de *S. ciliosa*. Toutefois la forme d'appendices décrite par Volkova, 1969 (élargissement distal débutant à la moitié de leur longueur), illustrée par Knoll et Swett, 1987 (fig.9.11: processes that widen gradually toward the distal end) n'a pu être contrôlée sur les spécimens belges pas plus que l'existence d'une capsule interne sombre (voir à ce sujet les remarques concernant l'espèce décrite sous l'intitulé *Skiagia* (?) sp. B cf. *S. ciliosa*).

**Comparaisons:** *S. orbiculare* et *S. compressa* sont dans l'ensemble plus petits et présentent un rapport diamètre du cc/longueur des appendices plus grand (voir à la figure 4 les valeurs de ce rapport selon Downie, 1982, estimations à prendre avec réserves étant donné les critiques formulées par Knoll et Swett, 1987 quant à l'attribution spécifique de certaines espèces par Downie). Des épaississements sont observés à la base des appendices de nos spécimens alors que ce caractère n'est pas observé avec certitude chez *S. orbiculare*.

**Extension stratigraphique:** Cambrien Inférieur du Groenland (Downie, 1982) et du Spitzberg (Knoll et Swett, 1987), Cambrien Inférieur et Moyen d'Angleterre et du Pays de Galles (*in* Downie, 1982), Cambrien Inférieur et Moyen de Scandinavie (Moczyłowska et Vidal, 1986, Hagenfeldt, 1989a et b, Eklund, 1990) d'U.R.S.S. (Volkova *et al.*, 1974), de Pologne (Volkova, 1969a, Moczyłowska, 1981).

*Skiagia compressa* (Volkova, 1968) Downie, 1982

Pl. 1., figs. 9 à 11

*Baltisphaeridium compressum* n. sp. *in* Volkova, 1968, p. 18, Pl. II, figs. 6-9, 12; Pl. XI, fig. 2.

cf. *Baltisphaeridium compressum* Volkova, 1968 *in* Vanguetaine, 1974, p. 77.

*Baltisphaeridium* cf. *compressum* Volkova, 1968 *in* Vanguetaine, 1978, p. 250 et 270.

*Skiagia compressa* (Volkova) nov. comb. in Downie, 1982, p. 263, figs. 5 et 7 r-t.

*Skiagia compressa* (Volkova) Downie, 1982 in Vanguetaine, 1986, p. 69.

**Exemplaires:** plusieurs dizaines de spécimens, dont 3 avec appendices complets.

**Description:** cette espèce, la mieux représentée du genre *Skiagia* dans le matériel belge, est de contour parfois typiquement festonné, de taille petite (24 à 30  $\mu\text{m}$ ), dont les appendices, quand ils sont mesurables, atteignent hors-tout 8,5 à 12  $\mu\text{m}$  soit 29% du diamètre du corps central, et présentent une base nettement conique, haute de  $\pm 2 \mu\text{m}$ , un épaississement proximal, un tronc subcylindrique, large d' $1/2 \mu\text{m}$ , et une expansion distale s'épanouissant sur 3  $\mu\text{m}$  de large.

**Comparaisons:** se distingue de *S. orbiculare* dont les mensurations sont comparables par la différence d'évasement des bases d'appendices et la présence certaine d'un épaississement proximal. *S. ornata* possède des appendices nettement plus grands et des ornements radiaires à la surface de la coque.

**Remarque:** les spécimens dont les appendices sont tous tronqués sont notés *S. cf. compressa* (voir fig.5).

**Extension stratigraphique:** Cambrien Inférieur et Moyen d'U.R.S.S. (Volkova *et al.*, 1979), de Scandinavie (Moczyłowska et Vidal, 1986, Hagenfeldt, 1989a et b, Eklund, 1990), de Pologne (Volkova, 1969a et b, Moczyłowska, 1981), Cambrien Inférieur d'Ecosse, du Groenland et de Norvège (Downie, 1982) et du Spitzberg (Knoll et Swett, 1987), Devillien de Belgique et de France (Vanguetaine, 1974, 1978 et 1986).

*Skiagia* (?) sp. A

Pl. 1, figs. 13 et 14

**Exemplaires:** 2 spécimens à app. tronqués.

**Description:** spécimens de 29 et 33  $\mu\text{m}$  de diamètre à caractères de *Skiagia* par le contour festonné de la coque et l'épaississement de la base des appendices, mais dont la membrane du corps central est chagrinée alors que celle des deux espèces précédemment décrites est lisse.

**Comparaison:** la seule espèce ornementée de *Skiagia* est *S. ornata* dont les ornements sont faits

de rides distribuées en étoile autour des bases d'appendices

*Skiagia* (?) sp. B. cf. *S. ciliosa*.  
(Volkova, 1969), Downie, 1982

Pl. 1, figs. 8 et 12

*Baltisphaeridium ciliosum* n. sp. in Volkova, 1969b, P. 224-225. Pl. L, figs. 1-3; Pl. LI, figs. 11-12.

*Skiagia ciliosa* (Volkova) nov. comb. in Downie, 1982, p. 263, figs.5 et 7 p-q

**Exemplaires:** 3 spécimens à app. tronqués.

**Description:** spécimens de 28 à 35  $\mu\text{m}$  de diamètre, à contour festonné, présentant localement ou sur tout le pourtour (Pl. 1, fig. 12) une zone claire indiquant une double membrane, l'externe claire porteuse des appendices, l'interne sombre.

**Comparaison:** ce caractère a été décrit par Volkova, 1969 pour l'espèce *Skiagia ciliosa*, observation confirmée par Hagenfeldt, 1989. L'absence d'appendices complets ne nous permet toutefois pas d'attribuer ces spécimens à l'espèce *ciliosa*.

#### Genre TASMANITES

Newton 1875 emend. Eisenack, 1958.

*Tasmanites cf. tenellus* Volkova, 1968

Pl. 2, fig. 6

*Tasmanites tenellus* n. sp. in Volkova, 1968, p. 29, Pl. VI, figs. 1-5; Pl. X, fig. 1.

**Exemplaires:** 1 spécimen

**Description:** corps de contour circulaire. Diamètre: 37  $\mu\text{m}$ . La membrane est percée d'une multitude de pores minuscules (diamètre 0,25  $\mu\text{m}$ ) équidistants d' $1/2$  à 1  $\mu\text{m}$  non régulièrement distribués, jointifs ou non.

**Remarque:** un corps circulaire opaque, de 7,5  $\mu\text{m}$  de diamètre est observable en lumière transmise mais non en lumière réfléchie.

**Comparaison:** *T. tenellus* est de taille nettement plus grande.

### 3.4.- Etat de conservation et distribution des espèces.

Les spécimens observés sont dans un état de conservation moyen. Les membranes sont nettes, peu ou pas pyritisées, mais les appendices des *Skiagia* sont très généralement tronqués. Le taux d'évolution de la matière organique est élevé. L'opacité des spécimens après l'oxydation standard (2 heures de Schulze aqueux) a nécessité une oxydation complémentaire au Schulze sec (HNO<sub>3</sub> + KClO<sub>3</sub>) de 10 secondes. Trois niveaux sont

moyennement riches: 386.7 (1), 387.0 et 396.9 m; les autres sont très pauvres ou stériles.

La diversité spécifique est relativement faible (15 espèces) et la distribution des espèces (fig.5) semble très anarchique. Ceci tient probablement au petit nombre de spécimens observés (une centaine pour les échantillons les plus riches). Elle ne semble pas indiquer l'existence d'assemblages différents. Aussi, la signification stratigraphique de ces espèces sera-t-elle analysée comme provenant d'un seul horizon.

Cambrien Inférieur			Cambrien Moyen			C. S.	Series
Subholmia	Holmia	Protolenus	P. oelandicus	P. paradoxissimus	P. forchhammeri		Superzones/Etages
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					1	Archaeodiscina umbonulata
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					2	Baltisphaeridium dubium
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					3	Skiagia compressa
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					4	Skiagia ciliosa
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					5	Baltisphaeridium varium
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					6	Retisphaeridium dichamerum
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					7	Retisphaeridium howellii Cymatiosphaera postii
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					8	Eliasum Ilaniscum
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					9	Cristallinium cambriense
	[Stratigraphic range: Subholmia to Protolenus]					10	Timofeevia spp.

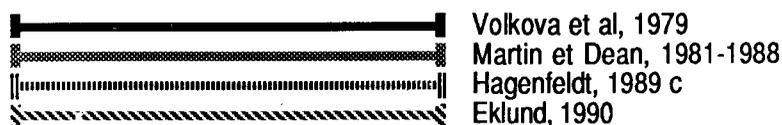


Fig. 6.- Extension stratigraphique de 11 espèces d'acritarches d'après les travaux de Volkova *et al.*, 1979; Martin et Dean, 1981, 1983, 1984, 1988; Hagenfeldt, 1989c et Eklund, 1990. Seules les espèces 2 à 7 sont trouvées dans les Clayshales de l'Unité IV. Leur extension stratigraphique indique un âge Cambrien Inférieur à Cambrien Moyen s'étendant de la superzone à *Holmia* à la zone à *Paradoxides oelandicus*. L'extension des espèces 1, 8, 9 et 10, non trouvées à Lessines, est utilisée dans la discussion de l'âge de l'Unité IV (voir 3.5).

### 3.5.- Signification stratigraphique des espèces de l'Unité IV

L'assemblage palynologique observé se caractérise par la fréquence des espèces *Skiagia ciliosa* et *S. compressa*, et *Retisphaeridium dichamerum* et *howellii*. Aucune des espèces de cet assemblage (les espèces 2 à 7 de la figure 6) n'est connue avant la Superzone à *Holmia* du Cambrien Inférieur. La plupart (espèces 2 à 5) disparaissent avant la zone à *Paradoxides paradoxissimus* du Cambrien Moyen. C'est par conséquent dans cet intervalle de temps que se situe l'horizon analysé.

Il est difficile pour l'instant, faute de critères de comparaison (6 espèces dont l'extension est connue à l'étranger dans des niveaux datés par macrofossiles), d'être plus précis. Trois indices pourraient cependant indiquer un âge restreint au seul Cambrien Inférieur :

1. l'absence d'*Archaeodiscina umbonulata* Volkova, 1968 dont la fréquence diminue ou s'annule au dessus de la Superzone à *Holmia* (Volkova *et al.*, 1979, Eklund, 1990).
2. l'extension apparemment restreinte au seul Cambrien Inférieur de l'espèce *Baltisphaeridium dubium*
3. l'absence des espèces 8 à 10 de la figure 6 inconnues dans la Superzone à *Holmia*.

Les critères d'absence et la rareté de certaines espèces (celle de *B. dubium*, 1 seul spécimen observé) étant d'utilisation délicate, nous nous en tenons à une fourchette d'âges large qui inclut la partie inférieure du Cambrien Moyen.

La fig. 7 fournit la localisation des assemblages qui présentent des affinités avec le sondage.

### 3.6.- Comparaison avec les assemblages connus du Cambrien Inférieur et du Cambrien Moyen

Volkova *et al.* (1979) ont fourni la première étude synthétique de la distribution des acritarches du Précambrien terminal à la partie la plus inférieure du Cambrien Moyen. Dans la plate-forme est européenne, le Précambrien terminal et l'extrême base du Cambrien Inférieur (les couches de Rovno et de Lontova) montrent un assemblage dominé par les sphaeromorphes = Superzone I *in* Vanguestaine et Van Looy (1983) nettement distinct de celui observé à Lessines.

Les couches suivantes du Cambrien Inférieur et de la base du Cambrien Moyen (couches de Talsi [= Lukati + Tiskre], de Vergale, de Rausve et de Kibartaï) voient l'apparition des Acanthomorphes parmi lesquels plusieurs espèces de *Skiagia*, et contiennent 4 des espèces identifiées dans le

sondage de Lessines (*Skiagia ciliosa*, *S. compressa*, *Baltisphaeridium dubium* et *B. varium*), *Archaeodiscina umbonulata*, typique des Superzones à *Holmia* et de la Zone à *Protolenus* du Cambrien Inférieur de la plate-forme est-européenne n'est pas observée à Lessines qui présente par contre deux espèces de *Retisphaeridium* non mentionnées par Volkova *et al.*, 1979.

Le développement des recherches dans les couches de même âge du Cambrien Inférieur à la base du Cambrien Moyen en Scandinavie (citons notamment Downie, 1982, Moczyłowska et Vidal, 1986, Hagenfeldt, 1989a et b, Eklund, 1990), au Groenland (Downie, 1982), au Spitzberg (Knoll et Swett, 1987), aux Etats Unis (Wood et Clendening, 1982) et en Alberta (Downie, 1982), confirment, tout en le précisant, le schéma élaboré par les collègues soviétiques. La figure 6 montre en effet que les extensions des espèces 2 à 5 dans la plate-forme est-européenne (Volkova *et al.*, 1979) et en Scandinavie (Hagenfeldt, 1989 et Eklund, 1990) sont très comparables.

Les travaux de Martin et Dean à Terre-Neuve ont jusqu'à présent peu abordé le Cambrien Inférieur et l'extrême base du Cambrien Moyen. Dans leur publication de 1983, ils fournissent cependant la description de deux espèces trouvées à Lessines, *Retisphaeridium dichamerum* et *R. howellii*. La première est connue également dans le Cambrien Inférieur et Moyen de nombreuses localités citées précédemment. La seconde (*R. howellii*) n'était connue jusqu'à présent qu'à Terre-Neuve et à Oland (Suède, Bagnoli *et al.*, 1988). Nous nous demandons toutefois si elle n'est pas synonyme de *Cymatiosphaera postii* Yankauskas et Posti, 1976 que Volkova *et al.* (1979), Hagenfeldt (1988), Eklund (1990) trouvent depuis les couches à *Holmia* jusqu'à l'extrême base du Cambrien Moyen. Nous donnons l'extension de l'une et l'autre à la figure 6.

## 4.- DISCUSSION

La discussion de ces résultats palynologiques et leurs conséquences géologiques sont présentées dans Herbosch *et al.* (1991, ce volume). Il nous faut cependant avant de conclure, préciser deux points qui concernent le microconglomérat de la base de l'Unité III.

### 4.1.- Caractère particulier de la distribution des acritarches dans le microconglomérat 386.52 à 386.67 m (fig.3)

Les résultats qui précèdent permettent de mieux comprendre la succession des assemblages d'acritarches dans l'intervalle de 386.50 à 386.96 m où se trouve le microconglomérat de la



Fig. 7.- Localisation des gisements à acritarches du Cambrien Inférieur et de la base du Cambrien Moyen cités dans le texte ou connus de l'auteur. La disposition des continents est celle d'Erdtmann, 1982 modifiée. Cette reconstitution d'Erdtmann rapproche plus que ne le font Scotese et McKerrow, 1990, Avalonia de l'Europe méridionale. Plusieurs gisements de même âge, mais d'intérêt secondaire, ne sont pas reportés sur cette carte. Moczyłowska et Vidal, 1988 en citent un certain nombre de même que Downie, 1982 pour le Cambrien Inférieur.

1. Sondages en Estonie (Volkova, 1968)
2. Sondages de Kaplonosy et de Radzyn en Pologne orientale (Volkova, 1969a et b).
- 3 à 7. Sondages et affleurement en Finlande, Golfe de Bothnie, Mer Baltique et Suède (Hagenfeldt, 1989a et b).
8. Sondage Bårstad 2 en Suède (Eklund, 1990)
9. Devillien des Massifs de Rocroi et de Stavelot (Vanguetaine, 1974, 1978 et 1986).
10. Cambrien Inférieur d'Angleterre et du Pays de Galles (Potter, 1974 et *in* Downie, 1982 et 1984).
11. Cambrien d'Irlande, (voir Vanguetaine, 1986).
12. Cambrien Inférieur et Moyen de Terre-Neuve orientale (Martin et Dean, 1983).
13. Cambrien Inférieur du Maroc *in* Van Looy et Vanguetaine, 1984, p. 229.
14. Cambrien Inférieur du Venezuela (Baudet et Vanguetaine *in* Di Giacomo, 1985).
15. Cambrien Inférieur du Spitzberg (Knoll et Swett, 1987).
- 16 et 17. Cambrien Inférieur du Groenland et d'Ecosse (Downie, 1982).
18. Cambrien Inférieur du Tennessee, U.S.A. (Wood et Clendening, 1982).
19. Cambrien Inférieur des Monts Mackenzie, Canada (Baudet, Aitken et Vanguetaine, 1989).
20. Cambrien Inférieur et Moyen de l'Alberta, Canada (Downie, 1982, Staplin, Jansonius et Pocock, 1965).

base de l'Unité III. Un assemblage Cambrien Inférieur - Cambrien Moyen est observé dans la partie supérieure de l'Unité IV. Un assemblage que nous rapprochons de celui du Trémadocien est observé dans le microconglomérat. Toutefois, le premier niveau de ce dernier (échantillon 8, 386.66 m de la fig.3) comporte encore des spécimens (*Retisphaeridium howellii*, *Skiagia compressa*) caractéristiques de l'assemblage sous-jacent. Nous considérons ces spécimens comme le résultat d'un remaniement au Trémadocien de sédiments de l'Unité IV.

#### 4.2.- Existence d'une lacune de sédimentation et non d'une condensation au contact des Unités III et IV

Les résultats palynologiques auxquels nous aboutissons montrent l'existence entre les Unités III et IV, datées respectivement du Cambrien Inférieur-Moyen et du Trémadocien, d'une lacune majeure de sédimentation embrassant au moins les 2 Zones supérieures à trilobites du Cambrien Moyen, le Cambrien Supérieur et peut-être même une partie du Trémadocien.

L'existence d'un microconglomérat souligne cette lacune. L'analyse effectuée chaque 2 cm que nous y avons effectué permet de conclure qu'il s'agit bien d'une lacune et non d'une condensation. En effet, nous ne disposons d'aucune observation d'espèces d'acritarches qui témoigneraient par leur extension stratigraphique d'une sédimentation ayant eu lieu sous forme condensée entre le mur et le toit de la lacune. Remarquons que l'observation de spécimens de *Timofeevia phosporitica* (voir fig.3) était intéressante à cet égard puisque l'espèce est bien représentée dans le Cambrien Moyen et le Cambrien Supérieur (notamment dans le Revinien qui en contient l'horizon type). Toutefois des spécimens (jusqu'à 0,3%) sont aussi trouvés dans le Trémadocien de l'Unité III sus-jacente (Herbosch *et al.*, 1991) (voir 2.3).

## 5.- CONCLUSIONS

Les couches du sondage de Lessines dont l'analyse palynologique fait l'objet de cet article sont le microconglomérat qui forme la base de l'Unité III et les clayshales sous-jacents de l'Unité IV.

Ces deux horizons contiennent des acritarches déterminables.

Le microconglomérat, qui a fait l'objet d'un échantillonnage très détaillé, présente des spécimens plutôt rares mais qui indiquent néanmoins, dans l'état de nos connaissances actuelles, un âge

Trémadocien. Cette attribution repose entre autres sur la reconnaissance de l'espèce guide *Acanthodiacrodium angustum*. Cet âge est aussi celui de l'ensemble des «quartzophyllades» de l'Unité III. Le microconglomérat en forme donc bien la base. Ses premiers lits comportent en outre des spécimens remaniés de l'Unité lithologique sous-jacente.

Les clayshales de l'Unité IV livrent dans les 10 m supérieurs une association d'acritarches caractérisée par la fréquence de *Skiagia ciliosa*, *S. compressa*, *Retisphaeridium dichamerum* et *R. howellii*. Ces espèces, associées à d'autres plus rares, fournissent un âge Cambrien Inférieur à Cambrien Moyen, situé dans l'intervalle de temps qui s'étend de la superzone à *Holmia* à la zone à *Paradoxides oelandicus* des trilobites.

La très grande similitude des faciès a conduit Herbosch *et al.*, 1991 à paralléliser l'Unité IV avec la partie supérieure de l'«assise» d'Oisquercq. Si cette corrélation est correcte, cette «assise» trouverait ici la première indication d'âge sur des bases paléontologiques.

Par rapport à la succession Devillien-Revinien de l'Ardenne, dont la limite correspond sensiblement à la limite Cambrien Inférieur - Cambrien Moyen (Beugnies *et al.*, 1976, Vanguetaine, 1986), c'est à un horizon proche de cette limite Devillien-Revinien qu'il faut rapporter l'«assise» d'Oisquercq ainsi indirectement datée. Le faciès de l'«assise» d'Oisquercq, notamment sa couleur principalement verte ou violacée évoque un rapprochement avec le Devillien de l'Ardenne plutôt qu'avec le Revinien.

Entre les clayshales gris-vert de l'Unité IV et le microconglomérat de base de l'Unité III se trouve un important intervalle de temps dépourvu de sédiments, une lacune sédimentaire comprenant au moins les 2/3 du Cambrien Moyen, (les zones à *Paradoxides paradoxissimus* et *P. forchhammeri*), la totalité du Cambrien Supérieur et peut-être aussi une partie du Trémadocien.

La signification géologique de cette lacune ne sera pas discutée ici mais nous apparaît comme fondamentale pour la connaissance de l'histoire du Massif du Brabant.

## REMERCIEMENTS

Daniel Baudet (Musée royal d'Afrique Centrale à Tervuren) et Francine Martin (Institut royal des Sciences Naturelles, Bruxelles) ont accepté de revoir le manuscrit de cette publication. Leurs remarques et commentaires judicieux en ont

grandement amélioré la forme. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance. Alain Herbosch (Université libre de Bruxelles) et Philippe Steemans (Université de Liège) ont de même contribué au peaufinage de ce texte. Je les en remercie vivement. Je suis aussi reconnaissant à Léon Dejonghe (Service géologique de Belgique) d'avoir fait le nécessaire pour assurer la conservation du sondage et d'avoir effectué les démarches administratives pour trouver les crédits indispensables à son étude paléontologique. Il en a fait la première description lithologique et effectué le prélèvement de la plupart des échantillons examinés ici.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAGNOLI, G., STOUGE, S. and TONGIORGI, M., 1988. Acritarchs and Conodonts from the Cambro-Ordovician Furuåll (Köpingsklint) section (Öland, Sweden). *Riv. It. Pal. Strat.*, 94(2): 163-248 - 17 pls. 3 figs.
- BAUDET, D., AITKEN, J.D. et VANGUESTAINE, M., 1989. Palynology of uppermost Proterozoic and lowermost Cambrian formations, central Mackenzie mountains, northwestern Canada. *Can. J. Earth Sci.*, 26: 129-148.
- BEUGNIES, A., DUMONT, P., GEUKENS, F., MORTELMANS, G. et VANGUESTAINE, M., 1976. Essai de synthèse du Cambrien de l'Ardenne. *Ann. Soc. géol. Nord (France)*, XCVI(4): 269-273.
- COMBAZ, A., 1968. Un microbios du Trémadocien dans un sondage d'Hassi-Messaoud. *Act. Soc. Linn. Bordeaux - s.B.*, 104(29): 4 pls., 5 figs. (1967).
- DEFLANDRE, G., 1937. Microfossiles dans les Silex crétacés. Deuxième partie. Flagellés *incertae sedis*. Hystrichosphaeridés. Sarcodiniés. Organismes divers. *Ann. Paléontol.*, 26: 51-103.
- DEUNFF, J., 1961. Un microplancton à hystrichosphères dans le Trémadocien du Sahara. *Revue de Micropaléontologie*, 4: 37-52.
- DEUNFF, J., 1964. Systématique du microplancton fossile à acritarches. Révision de deux genres de l'Ordovicien inférieur. *Revue de Micropaléontologie*, 7(2): 119-124.
- DI GIACOMO, E., 1985. Acritarcos de la Formacion Carrizal, area de Zuata-Faja petrolifera del Orinoco, Venezuela oriental. VI Congreso Geologico Venezolano Proceedings, 1: 503-529.
- DORNING, K. J., 1981. Silurian acritarch distribution in the Ludlovian shelf sea of South Wales and the Welsh Borderland. *in*: Microfossils from recent and fossil shelf seas, Neale, J. W. and Brasier, M., Eds., Ellis Horwood Limited, Chichester: 31-36.
- DOWNIE, C., 1982. Lower Cambrian acritarchs from Scotland, Norway, Greenland and Canada. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh. Earth Sc.*, 72: 257-282.
- DOWNIE, C., 1984. Acritarchs in British stratigraphy. Geological Society London, special report 17: 1-26.
- EISENACK, A., 1958a. *Tasmanites* Newton 1875 und *Leiosphaeridia* n. g. als gattungen der Hystrichosphaeridae. *Paleontographica A*, 110: 1-19.
- EISENACK, A., 1958b. Microfossilien aus dem Ordovizium des Baltikum. I. Markasitschicht, *Dictyonema* Schiefer, Glaukonitsand, Glaukonitkalk. *Senck. Leth.*, 39(5-6): 389-405.
- EISENACK, A., 1969. Zur Systematik einiger paläozoischer Hystrichosphären (Acritarcha) des baltischen Gebietes. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 133: 245-266.
- EISENACK, A., 1972. Kritische Bemerkungen zur Gattung *Pterospemopsis* (Chlorophyta, Prasinophyceae). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 10: 596-601.
- EKLUND, C., 1990. Lower Cambrian acritarch stratigraphy of the Bårstad 2 core, Östergötland, Sweden. *Geologiska Foreningens i Stockholm Forhandlingar*, 112(1): 19-44.
- ERDTMANN, B. D., 1982. Palaeobiogeography and environments of planktonic dictyonemid graptolites during the earliest Ordovician. *in*: The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions and correlations., Basset, M. G. and Dean, W. T., Eds., Nat. Mus. Wales, Ged. Ser. 3: 9-27.
- EVITT, W. R., 1963. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres and acritarchs. I-II. Proceedings of the National Academy of Science U.S.A., 49: 158-164, 298-302.
- FOMBELLA, M. A., 1979. Palynology of the Oville Formation, N and S of the Cantabrian Mountains, Spain. *Palinologia*, 1: 1-15.
- GARDINER, P. R. R. and VANGUESTAINE, M., 1971. Cambrian and Ordovician microfossils from south-east Ireland and their implication. *Bull. Geol. Surv. Ireland*, 1: 163-210.
- HAGENFELDT, S. E., 1989a. Lower Cambrian acritarchs from the Baltic Depression and south-central Sweden, taxonomy and biostratigraphy. *Stockholm Contributions in Geology*, 41(1): 1-76.
- HAGENFELDT, S. E., 1989b. Middle Cambrian acritarchs from the Baltic Depression and south-central Sweden, taxonomy and biostratigraphy. *Stockholm Contributions in Geology*, 41(1): 177-250.
- HAGENFELDT, S. E., 1989c. Lower and Middle Cambrian acritarchs from the Baltic Depression and south-central Sweden, taxonomy, stratigraphy and palaeogeographic reconstruction. Doctoral thesis. Department of Geology University of Stockholm: 1-32. ISBN: 91-87786-01-X
- HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., DEGARDIN, J.M., DEJONGHE, L., FAGEL, W. et SERVAIS, T., 1991. Etude lithostratigraphique, biostratigraphique et sédimentologique du sondage de Lessines (bord méridional du Massif du Brabant, Belgique). *In*: L. André, A. Herbosch, M. Vanguetaine and J. Verniers (eds), Proceedings of the International Meeting on the Caledonides of the Midlands and the Brabant Massif, Brussels, 20 to 23 september 1989. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 114 (1): 193-211.
- KNOLL, A. H. and SWETT, K., 1987. Micropaleontology across the Precambrian - Cambrian boundary in Spitsbergen. *Journal of Paleontology*, 61(5): 898-926, 11 figs.
- MARTIN, F., 1969. Les acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belges: détermination et valeur stratigraphique. *Inst. royal des Sciences nat. de Belg. Mémoire*, 160 (1968): 1-175.
- MARTIN, F. et DEAN, W. T., 1981. Middle and Upper Cambrian and Lower Ordovician acritarchs from Random Island, eastern Newfoundland. Geological Survey of Canada. *Bulletin* 343, 1-43.
- MARTIN, F. and DEAN, W. T., 1983. Late Lower Cambrian and early Middle Cambrian Acritarchs from Manuels River, eastern Newfoundland. Geological Survey of Canada Paper, 83-1B: 353-368.
- MARTIN, F. et DEAN, W. T., 1984. Middle Cambrian acritarchs from the Chamberlain Brook and Manuels River Formation at Random Island, eastern Newfoundland. *In*: Current Research Part A. Geological Survey of Canada Paper, 84-1A, 429-440.

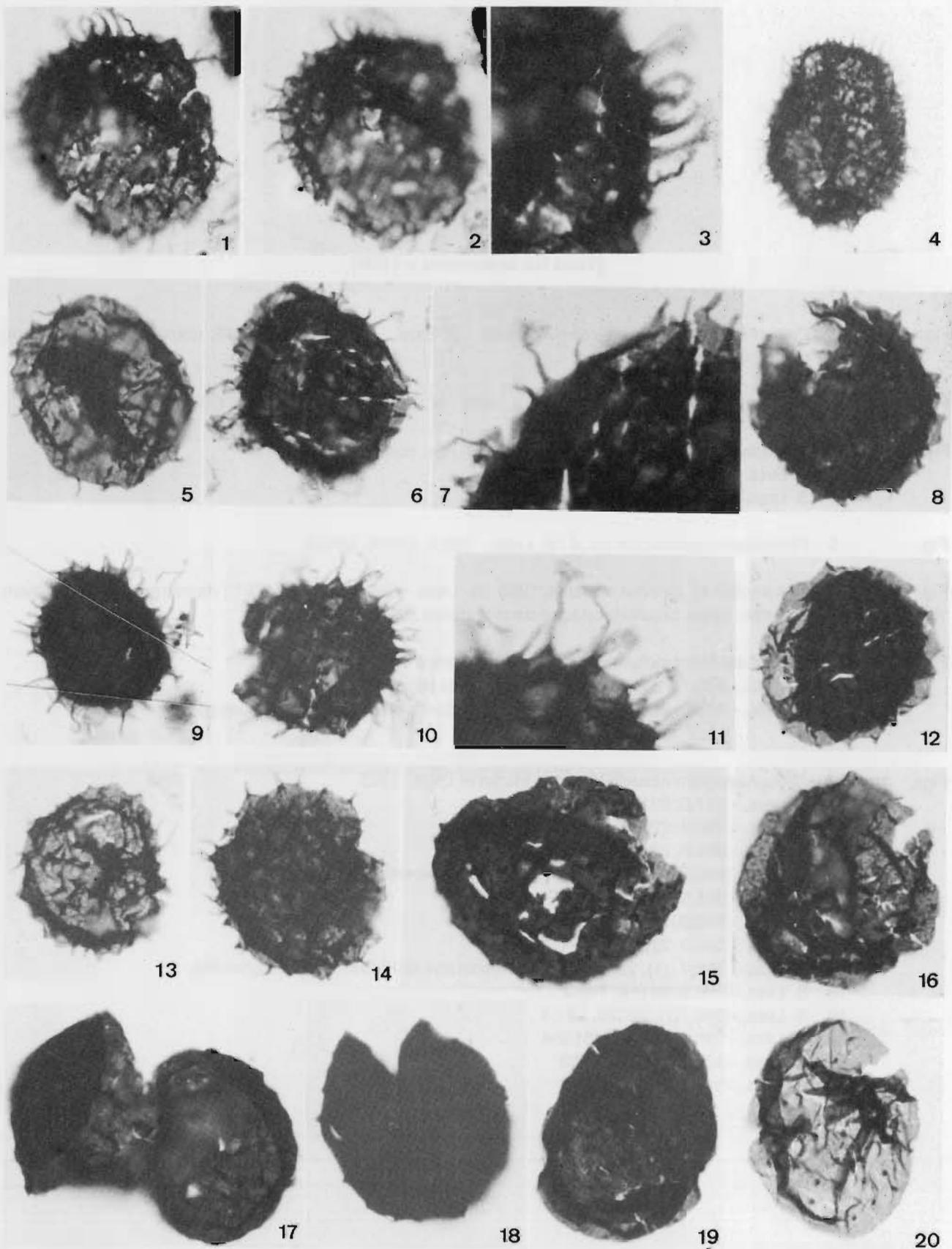
- MARTIN, F. and DEAN, W. T., 1988. Middle and Upper Cambrian Acritarch and Trilobite zonation at Manuels River and Random Island, Eastern Newfoundland. Geological Survey of Canada, 381: 1-91. 18 pls., 10 figs.
- MOCZYDŁOWSKA, M., 1981. Lower and Middle Cambrian acritarchs from northeastern Poland. *Precambrian Research*, 15: 63-74.
- MOCZYDŁOWSKA, M. and VIDAL, G., 1986. Lower Cambrian acritarchs zonation in southern Scandinavia and southeastern Poland. *Geol. För. Stockholm Förh.*, 108: 201-223.
- MOCZYDŁOWSKA, M., 1988. New Lower Cambrian acritarchs from Poland. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 54: 1-10.
- NEWTON, E. T., 1875. On "*Tasmanites*" and Australian "White Coal". *Geological Magazine*, 2: 337-342.
- POTTER, T. L., 1974. British Cambrian acritarchs - a preliminary account. *Review of Palaeobotany and Palynology* (special issue on acritarchs), 18: 61-62.
- RASUL, S., 1979. Acritarch zonation of the Tremadoc Series of the Shineton Shales, Wrekin, Shropshire, England. *Palynology*, 3: 53-72. 3 figs., 3 pls.
- SARJEANT, W. A. S., 1967. Observations on the Acritarch genus *Michrhystridium* (Deflandre). *Revue de Micropaléontologie*, 9: 201-208.
- SCOTESE, C. R. and MCKERROW, W. S., 1990. Revised world maps and introduction. *in: Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*, MCKERROW, W. S. and Scotese, C. R., Eds., Geological Society Memoir. 12: 1-21.
- STAPLIN, F. L., JANSONIUS, J. and POCOOCK, S. A. J., 1965. Evaluation of some Acritarchous Hystricosphere Genera. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 123: 167-201.
- TURNER, R. E., 1984. Acritarchs from the type area of the Ordovician Caradoc series. *Paleontographica*, 190B: 87-157.
- TIMOFEEV, B. V., 1966. Micropalaeophytological investigations of the oldest formations. *Akademiya Nauk SSSR*, 1-147 (en russe).
- VANGUESTAINE, M., 1974. Espèces zonales d'acritarches du Cambro-Trémadocien de Belgique et de l'ardenne Française. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 18: 63-82.
- VANGUESTAINE, M., 1978. Critères palynostratigraphiques conduisant à la reconnaissance d'un pli couché revinien dans le sondage de Grand-Halleux. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 100: 249-276.
- VANGUESTAINE, M. and VAN LOOY, J., 1983. Acritarches du Cambrien Moyen de la vallée de Tacheddirt (Haut Atlas, Maroc) dans le cadre d'une nouvelle zonation du Cambrien. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 106: 69-85.
- VANGUESTAINE, M., 1986. Progrès récents de la stratigraphie par Acritarches du Cambro-Ordovicien d'Ardenne, d'Irlande, d'Angleterre, du Pays de Galles et de Terre-Neuve orientale. *Ann. Soc. géol. Nord, CV*: 65-76.
- VAN LOOY, J. et VANGUESTAINE, M., 1984. Preliminary palynological investigations in the uppermost Precambrian, the Lower and Middle Cambrian of the Anti-Atlas (Maroc). *African Geology*, J. Klerkx et J. Michot, eds. : 227-229.
- VOLKOVA, N. A., 1968. Acritarchs from Precambrian and Cambrian deposits in Estonia. *in: Problematics of Riphean and Cambrian on the Russian Platform, Urals and Kazakhstan*, 8-36. Keller, B. M., Ed., *Akad. Nauk SSSR*, 107 pp. (en russe).
- VOLKOVA, N. A., 1969a. Distribution of acritarchs in sequences of north-eastern Poland. *in: The Tommotian Stage and the Cambrian Lower Boundary Problems*, 74-76. Raaben, M. E., Ed., *Akademiya Nauk SSSR*, 206, 380 pp. (en russe).
- VOLKOVA, N. A., 1969b. Acritarchs from the northwestern part of the Russian Platform. *in: The Tommotian Stage and the Cambrian Lower Boundary Problems*, 224-236. Raaben, M. E., Ed., *Akademiya Nauk SSSR*, 206, 380 pp. (en russe).
- VOLKOVA, N. A., KIRJANOV, V. V., PISKUN, L. V., PASHKEVICIENNE, L. T. and YANKAUSKAS, T. V., 1979. Microfossils. *in: Upper Precambrian and Cambrian Palaeontology of the East European Platform*, 4-38. Urbanek, A. and Rozanov, A., Eds., *Akademiya Nauk SSSR*, 210 pp. (en russe).
- VOLKOVA, N. A., 1989. Acritarchs in the Cambrian and Ordovician boundary beds in Northern Estonia. *Izv. Akad. Nauk. SSSR Ser. Geol.*, 7: 59-67. 1 pl., 1 tab. (en russe).
- WOOD, G. D. and CLENDENING, J. A., 1982. Acritarchs from the Lower Cambrian Murray Shale, Chilowee Group, of Tennessee, U.S.A. *Palynology*, 6: 255-265.
- YANKAUSKAS, T. V. and POSTI, E., 1976. New Cambrian acritarchs from the East Baltic Area. 147-148. *Izvestiya Akademii Nauk ESSR* 25. *Khemiya i Geologiya*, 2: 145-151. (en russe).

## PLANCHE 1

(x 1.000; excepté figs.3, 7 et 11 x 2.000)

- Figs. 1 à 7 : *Skiagia ciliosa* (Volkova) Downie 1982  
 1 à 3 : S. Less. - 396.9, 22114, O49/4 : deux mises au point et agrandissement (x 2.000) de la partie supérieure de la Fig.1; Ø 39 µm, ± 50 app. en périphérie de ± 6 µm de haut avec extrémité distale élargie sur 2 µm; L. append./Ø corps central = 15%  
 4 : S. Less. - 386,7(2), 22207, 41/1 : spécimen de 33 µm de Ø , à append. nombreux et courts, ± 5 µm, non connectés à l'extrémité distale comme ceux de *Skiagia scottica* Downie 1982; L. append./Ø corps central = 15%  
 5 : S. Less. - 387.0, 22133, S49/1 : Ø 34 µm; append. tronqués.  
 6 à 7 : S. Less. - 396.9, 22026, U37/2 : Ø 35 µm, app. 7 µm; à la Fig.7, agrandissement (x 2.000) de la portion supérieure droite de la Fig.6; L. append./Ø corps central = 20%
- Figs. 8 et 12 : *Skiagia(?) sp. B. cf. S. ciliosa* (Volkova) Downie 1982  
 8 : S. Less. - 386.7(1), 22113, Q48/3 : périphérie translucide et append. tronqués.  
 12 : S. Less. - 396.9, 22026, X46/1-3 : nette séparation des 2 couches constitutives de la membrane; append. tronqués.
- Figs. 9 à 11 : *Skiagia compressa* (Volkova) Downie 1982  
 9 : S. Less. - 386.66, 22222, U49/2 : Ø 26 µm; longs append. atteignant 12 µm; L. append./Ø corps central = 46%  
 10 et 11 : S. Less. - 386.7(1), 22019, Q53/1 : Ø 29 µm; app. ± 8,5 µm; à la Fig.11, agrandissement x 2.000 de la partie supérieure de la Fig.10; L. append./Ø corps central = 29%
- Figs. 13-14 : *Skiagia (?) sp. A.* (Volkova) Downie 1982.  
 13 : S. Less. - 386,7 (1); 22019, W51 : app. tronqués.  
 14 : S. Less. - 387.0; 22131, C36/4 : app. tubulaires étroits et tronqués, à épaissement basal.
- Fig. 15 : *Baltisphaeridium dubium* Volkova 1968 : S. Less. - 386.7(1), 22025, R51
- Figs. 16 et 20 : *Baltisphaeridium aff. dubium* Volkova, 1968 :  
 16 : S. Less. - 396.9, 22026, U44/3  
 20 : S. Less. - 386.66, 22221, L43/2-4
- Figs. 17-18 : *Baltisphaeridium (?) sp. A*  
 17 : S. Less. - 386.7(1), 22025, X50  
 18 : S. Less. - 387.0, 22132, T52/1
- Fig. 19 : *Leiosphaeridia sp. A* : S. Less. - 396.9, 22114, N40/4 : membrane granulée

Planche 1



## PLANCHE 2

(Tous les spécimens x 1.000)

- Figs. 1-2 : *Baltisphaeridium varium* Volkova, 1969 : S. Less. - 387.0, 22132, X49; deux mises au point du même spécimen.
- Fig. 3 : *Micrhystridium cf. spinosum* Volkova, 1969 : S. Less. - 386.7(1), 22019, O34/4
- Figs. 4 et 8 : *Dichotisphaera gregalis* (Hagenfeldt, 1989) nov. comb.  
 4 : S. Less. - 386.7(1), 22019, Z55/1  
 8 : S. Less. - 396.9, 22114, O53/3-4
- Fig. 5 : *Pterospermopsimorpha sp. A* : S. Less. - 396.9, 22026, MN53
- Fig. 6 : *Tasmanites cf. tenellus* Volkova, 1968 : S. Less. - 396.9, 22114, L43/1 : membrane irrégulièrement perforée; corps circulaire opaque dans la moitié supérieure gauche.
- Figs. 7 et 9 : *Retisphaeridium dichamerum* Staplin, Jansonius et Pocock, 1965.  
 7 : S. Less. - 386.7(1), 22019, N39/1 : larges plis délimitant des alvéoles  
 9 : S. Less. - 396.9, 22114, P39/4 : plis fins disposés selon les côtés de polygones.
- Figs. 10 à 22 : *Retisphaeridium howellii* Martin in Martin et Dean, 1983  
 10 : S. Less. - 387.0, 22131, Q33  
 11 : S. Less. - 396.9, 22026, R41/2-4  
 12 : S. Less. - 396.9, 22026, S35/1-3  
 13 : S. Less. - 386.7(1), 22019, J43 : membrane finement microgranulée  
 14 : S. Less. - 396.9, 22026, Y43/1  
 15 : S. Less. - 396.9, 22114, F52/3-4  
 16 : S. Less. - 396.9, 22025, U51/1  
 17 : S. Less. - 386,7 (1), 22025, K36/4 : membrane distinctement microgranulée  
 18 : S. Less. - 396.9, 22114, T48/2  
 19 : S. Less. - 386.7(1), 22025, L31/4  
 20 : S. Less. - 396.9, 22114, M51/2-4  
 21 : S. Less. - 396.9, 22114, H42/3  
 22 : S. Less. - 396.9, 22114, P43/1

Planche 2

