

## MICROFOSSILES VEGETAUX

Michel VANGUESTAINE, Philippe STEEMANS et Maurice STREEL

Ce travail est, pour l'essentiel, le prolongement d'une étude dont les résultats préliminaires sont consignés dans Vanguestaine (1978). Des échantillons du sondage de Vimy, rassemblés par l'un de nous (Streel), avaient livré des Acritarches de conservation satisfaisante.

Etendues aux sondages de Noulette, de Grand-Vaast et de Chemin d'Avion, nos observations ont été rendues difficiles par le mauvais état de conservation des Acritarches dans les deux premiers sondages, plus satisfaisant, mais jamais bon, dans le dernier.

Les spores, bien qu'assez abondantes dans chacun des sondages, ne présentent pas l'état de conservation rendu nécessaire pour la précision actuelle de leur systématique. Par conséquent l'essentiel de cette étude concerne l'examen des Acritarches.

Trois assemblages d'Acritarches se succèdent dans les sondages analysés du Groupe de Liévin. Leurs caractères ainsi que l'examen des informations disponibles dans d'autres coupes européennes contemporaines indiquent que ces assemblages sont plutôt l'expression de variations du faciès sédimentaire que le résultat d'un processus évolutif. Leur individualisation n'a dès lors qu'une valeur locale autorisant néanmoins une corrélation précise entre les sondages de Vimy et de Chemin d'Avion.

### ECHANTILLONNAGE.

Les échantillons analysés proviennent :

- de prélèvements réalisés par l'un de nous (M.S.), à la demande de J. Chalard, Chef des Etudes Géologiques honoraires aux Houillères du bassin du Nord et du Pas-de-Calais: sondage de Vimy 1971, à l'exception des échantillons 720,55 m et 724,95 m ;

- d'échantillons confiés à l'un de nous (M.S.) par le laboratoire du Professeur Laveine à Lille : sondage de Noulette 789,6 m et 795,5 m ;

- d'un retraitement des résidus d'étude des Chitinozoaires (transmis par F. Paris): Chemin d'Avion, Grand Vaast et Vimy (720,55 m et 724,95 m) ;

- d'échantillons du sondage de Noulette prélevés par F. Paris et P. Racheboeuf.

Au total, 65 échantillons ont fait l'objet d'une analyse palynologique. Quarante d'entre eux se sont révélés productifs (figure 14) ; 25 sont stériles (voir annexe 3).

### SYSTEMATIQUE DES ACRITARCHES.

La systématique des espèces en présence étant relativement bien connue (voir notamment Deunff, 1980), nous nous limiterons ici à donner une clef de détermination des espèces les plus fréquentes. Ces dernières appartiennent aux acanthomorphes à appendices ramifiés. La clef inclut en plus des genres et espèces observés dans la présente recherche (désignés par une astérisque), quelques genres qui, bien que non observés ici, étaient cependant susceptibles d'y être rencontrés de par leur présence dans des niveaux stratigraphiques voisins d'autres localités.

## Clef de détermination des Acritarches acanthomorphes (corps central sphérique) à appendices ramifiés.

1. Corps central lisse	<i>Multiplicisphaeridium*</i>
2. Corps central ornementé	voir 3 ou 11
3. Appendices lisses	voir 4 ou 8
4. Macropyle absent	voir 5, 6 ou 7
5. Appendices creux dont la cavité communique librement avec celle du corps central	<i>Ammonidium</i>
6. Appendices creux, à base épaissie, dont la cavité ne communique pas avec celle du corps central	<i>Oppilatala*</i>
7. Appendices pleins	<i>Gorgonisphaeridium</i>
8. Macropyle présent	voir 9 ou 10
9. Opercule monospinosé, app. longs et peu nombreux, pinnules distales digitiformes et creuses	<i>Cymbosphaeridium pilaris*</i>
10. Opercule plurispinosé, app. courts et nombreux, pinnules distales effilées et pleines	<i>Cymbosphaeridium (?) carinosum*</i>
11. Appendices ornementés	voir 12, 13, 14 ou 15
12. Appendices épineux	<i>Diexallophasis*</i>
13. Appendices ornés de lamelles parallèles	<i>Costatilibus</i>
14. Appendices ornés de stries longitudinales et d'épines	<i>Iroistella</i>
15. Appendices ornés d'un fleuron de ramifications latérales et de stries basales	<i>Candelasphaeridium</i>

## Remarques.

- Les variations intraspécifiques de *Cymbosphaeridium pilaris* (CRAMER) LISTER, 1970 ne sont pas considérées ici étant donné l'état de conservation relativement mauvais du matériel. L'un des caractères de *C. pilaris* var. *stationis* DEUNFF, 1980, à savoir la légère granulation des appendices, n'est pas observé en Artois. Le corps central de la plupart des spécimens est granuleux.

- La morphologie des opercules des deux espèces de *Cymbosphaeridium* (*C. pilaris* et *C. (?) carinosum*) constitue un critère de distinction de l'une par rapport à l'autre. L'opercule de la première porte un appendice généralement unique. Le rapport longueur de l'appendice - diamètre de l'opercule oscille entre 75 et 100 %. L'opercule de la seconde porte plusieurs appendices. Le même rapport est de l'ordre de 33 %. Toutefois, dans le sondage de Chemin d'Avion (609,7 m), nous avons observé deux spécimens (Pl. 2, fig. 11 et 12) qui présentent des opercules munis l'un de 2 grands appendices, l'autre de deux appendices hétéromorphes. Ces spécimens évoquent *C. pilaris* par la taille des appendices, mais *C. (?) carinosum* par la morphologie des pinnules terminales. C'est ce critère que nous avons jugé prépondérant et qui nous a conduit à ranger ces deux spécimens dans la seconde espèce. Le caractère plurispinosé de l'opercule ne constitue pas un critère absolu, propre à *C. (?) carinosum*. De tels opercules se rencontrent aussi chez *C. pilaris*. Nous en avons observé à 3 appendices dans l'échantillon AC21 de la coupe espagnole comprise dans les coupes de comparaison de la figure 15. Un spécimen bispinosé est figuré par Vanguetaine (1979, pl. I, fig. 3). Il semble exister entre les deux espèces de *Cymbosphaeridium* en présence des formes de transition dont l'examen mériterait une attention particulière.

## OBSERVATIONS PALYNOLOGIQUES.

## Les Spores.

Bien que leur exine soit fortement obscurcie et détruite par le haut niveau de carbonification et la pyritisation très prononcée, un nom de genre a pu être avancé dans quelques cas : *Retusotriletes*, *Archaeozonotriletes*, *Emphanisporites*, *Apiculiretusispora* et *Synorisporites*. Seul un *Emphanisporites* a été déterminé au niveau spécifique : *E. neglectus* VIGRAN, 1964, dont les points d'observation sont précisés sur la figure 14.

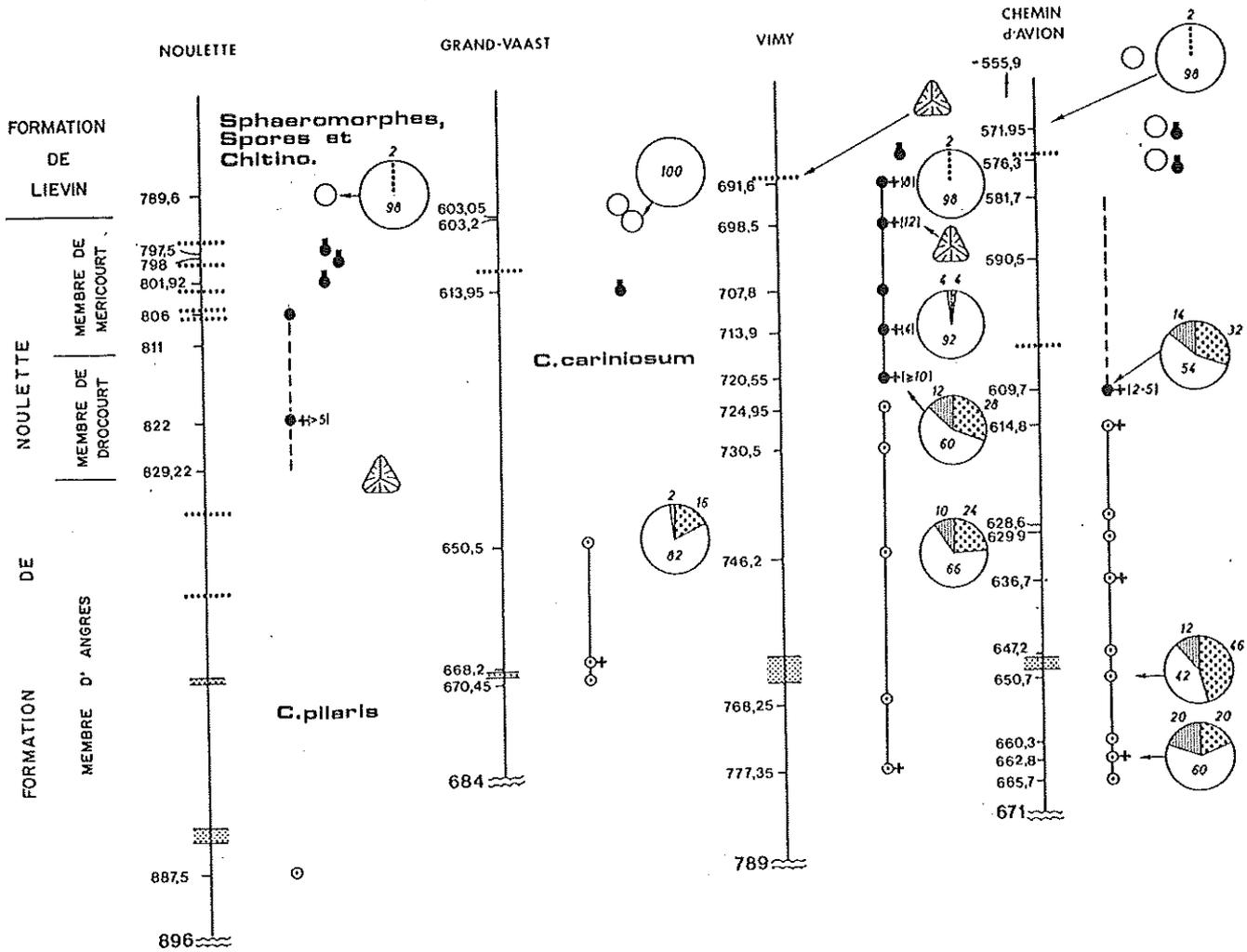


Fig. 14 - Observations palynologiques dans les sondages analysés. Le cercle blanc pointé (○) désigne la présence de l'espèce *Cymbosphaeridium pilaris*, le cercle noir (●) celle de *C. (?) carinosum*. La présence d'opercule(s) de l'une ou l'autre espèce est signalée par une croix avec mention du nombre d'appendices portés par les opercules de *C. (?) carinosum*. La position de niveaux très riches en Chitinozoaires ainsi qu'en Spores et Acritarches sphaeromorphes est respectivement indiquée par une "bouteille" noire (■) et un cercle blanc (○). Le triangle ornementé (△) désigne la présence d'*Emphanisporites*. Les pourcentages des trois unités de comptage sont mentionnés en regard de 11 échantillons. En blanc Spores + Acritarches sphaeromorphes ; trame hachurée verticale *Cymbosphaeridium pilaris* ou *C. carinosum* ; trame pointillée les autres Acritarches.

## Les Acritarches.

### - Sondage de Vimy.

Une succession continue d'échantillons productifs montre, entre 777,35 m et 724,95 m, l'espèce *Cymbosphaeridium pilaris* (CRAMER) LISTER, 1970, abondante, accompagnée d'*Oppilatala despecta* DEUNFF, 1980, très fréquente, accessoirement de *Diexallophasis denticulata* (STOCKMANS et WILLERE) LOEBLICH, 1970 et *Veryhachium* sp. De 720,55 à 691,6 m, l'espèce *C. pilaris* n'est plus observée. Elle est remplacée par *Cymbosphaeridium (?) carinosum* (CRAMER) JARDINE et al., 1972, abondante avec *Oppilatala despecta*. Les espèces et les genres suivants y sont aussi déterminés : *Buedingiisphaeridium pyramidale* LISTER, 1970, *Filisphaeridium brevispinosum* LISTER, 1970, *Cymatiosphaera*, *Multiplicisphaeridium* et *Pterospermella*. Ces derniers taxons ont une répartition très sporadique. La figure 14 montre la distribution des deux espèces de *Cymbosphaeridium* qui semblent s'exclure mutuellement.

Un comptage portant sur 50 à 100 spécimens a établi la composition de trois unités: un premier ensemble de spores et d'Acritarches sphaeromorphes dont la distinction s'est révélée souvent difficile ; un second ensemble avec *Cymbosphaeridium pilaris* ou *C. (?) carinosum*, et une troisième unité regroupant les Acritarches autres que les sphaeromorphes et que les *Cymbosphaeridium*. Ce comptage révèle, dans la partie inférieure de la succession analysée, l'existence de 34 à 40 % d'Acritarches non sphaeromorphes parmi lesquels 10 à 12 % de *Cymbosphaeridium*. Vers le haut, ces deux unités de comptage régressent au profit des spores et sphaeromorphes très largement dominants dans les niveaux supérieurs et dont la teneur est estimée à 98 % du total spores + Acritarches à 691,60 m, en même temps que se manifeste dans ce dernier niveau une abondance caractéristique des Chitinozoaires.

#### - Chemin d'Avion.

Bien que livrant une succession d'observations moins continue qu'à Vimy, ce sondage permet néanmoins de déterminer sur 9 échantillons, entre 665,7 et 614,8 m, l'espèce *Cymbosphaeridium pilaris*, suivie à 609,7 m de spécimens caractéristiques de *C. (?) carinosum*, espèce que nous n'avons pu déterminer avec certitude plus haut.

Les assemblages subissent la même évolution qu'à Vimy, passant de 40 à 58 % d'Acritarches non sphaeromorphes à 2 % seulement à 571,95 m. Ce dernier niveau fait partie d'un ensemble de couches s'étendant au moins de 576,3 à 555,9 m très riches en spores, Acritarches sphaeromorphes et Chitinozoaires.

Parmi les autres Acritarches, nous avons déterminé *Micrhystridium stellatum salopiensis* LISTER, 1970 à 609,7 m, *Oppilatala despecta* DEUNFF, 1980 et *Pterospermella* à divers niveaux.

#### - Sondage de Grand-Vaast.

Les observations y sont très ponctuelles : présence de *Cymbosphaeridium pilaris* de 670,45 à 650,5 m, et d'une association très pauvre en Acritarches, localement riche en Chitinozoaires de 613,95 à 603,05 m. Le comptage effectuée à 650,5 m révèle des valeurs plus faibles en Acritarches non sphaeromorphes que dans les niveaux correspondant des sondages de Vimy et de Chemin d'Avion. *Oppilatala despecta* est présente à différents niveaux.

#### - Sondage de Noulette.

L'état de conservation de la matière organique y est très mauvais comme à Grand-Vaast. *Cymbosphaeridium pilaris* est déterminé en un point (887,5 m), *C. (?) carinosum* en deux points (822 et 806 m), mais son extension pourrait comprendre 829,22 m. Un assemblage riche en Chitinozoaires (801,92 à 797,5 m), en spores et sphaeromorphes (789,6 m) est, comme dans les autres sondages, relevé au sommet. La présence d'*Oppilatala despecta* a été notée.

### PALYNOLOGIE STRATIGRAPHIQUE.

#### Existence et définition de trois assemblages.

Des observations qui précèdent, découle l'existence de trois assemblages palynologiques :

Le premier est relativement riche en Acritarches non sphaeromorphes (18 à 56%) parmi lesquels l'espèce *Cymbosphaeridium pilaris* qui le caractérise est remarquable par son abondance (2 à 20%). Cet assemblage occupe la moitié inférieure de la succession analysée y compris une partie au moins des couches à *Dayia* qui caractérisent l'extrême base du Groupe de Liévin. D'après les corrélations établies entre les différents sondages, il ressort que cet assemblage caractérise, en première approximation, le Membre d'Angres.

Le second assemblage semble constituer une transition. Riche en Acritarches non sphaeromorphes à la base (46% à Chemin d'Avion 609,7 m et 40% à Vimy 720,55 m), il s'appauvrit vers le haut (8% d'Acritarches non sphaeromorphes à Vimy 713,9 m et 2% à Vimy 691,6 m). Sa caractéristique est la présence de l'espèce *Cymbosphaeridium (?) carinosum* parfois abondante (14% à Chemin d'Avion 609,7 m). Les spores semblent plus fréquentes que précédemment. C'est dans cet assemblage que sont notées les premières *Emphanisporites* dont la présence n'est cependant qu'occasionnelle. Cet assemblage semble correspondre au Membre de Drocourt et à la partie inférieure du Membre de Méricourt.

Le troisième assemblage est très riche en Acritarches sphaeromorphes et en spores (98 à 100%). Les Acritarches non sphaeromorphes sont peu fréquents 0-2%. Nous incluons dans cet assemblage des niveaux peu productifs en Acritarches non sphaeromorphes mais en revanche relativement riches en Chitinozoaires. Le troisième assemblage est bien reconnaissable au sommet des 4 successions analysées, aux confins des formations de Noulette et de Liévin.

#### Assemblage à Acritarches sphaeromorphes et à spores et sa dépendance du faciès.

L'analyse sédimentologique de Dollé et Legrand (1966), conclut que le contexte sédimentaire du Groupe de Liévin est celui d'une mer régressive comblée par les sédiments terrigènes des Schistes et Grès bigarrés de Pernes et de Vimy à faciès vert et rouge (= Formation de Pernes).

La succession des assemblages palynologiques observés dans la Formation de Noulette s'interprète facilement dans ce contexte. L'association relativement riche en Acritarches non sphaeromorphes (association à *Cymbosphaeridium pilaris* et partiellement celle à *C. (?) carinosum*) correspond de toute évidence à un milieu franchement marin tandis que les dépôts conservant l'association riche en spores et Acritarches sphaeromorphes sont des sédiments beaucoup plus littoraux comme en témoigne l'apparition des muscovites flottées dans le Membre de Méricourt et de détritiques grossiers dans la Formation de Liévin. Un modèle de ce genre est fourni par Dorning (1981) pour le Silurien (Ludlow) de Grande Bretagne.

Dans ces conditions, la troisième association est le seul reflet des variations du milieu et n'a donc aucune valeur stratigraphique de portée inter-régionale. Qu'en est-il des deux premières associations ?

#### Valeur inter-régionale des assemblages à *Cymbosphaeridium*.

La figure 15 rassemble des données concernant les coupes les mieux datées, aux confins de la limite Silurien-Dévonien, dans lesquelles sont présentes les deux espèces de *Cymbosphaeridium*. Nous empruntons à Deunff (1980) les informations relatives aux coupes de Lanvéoc en Bretagne et de Klouk en Bohême, à Rauscher et Robardet (1975) celles des coupes de Normandie, Besneville et autres. Nous devons par ailleurs au Dr. Jahnke de Göttingen et à F. Paris de Rennes, d'avoir confié à l'un de nous (Ph. S.) l'étude palynologique d'échantillons de la coupe d'Abadia de Lebanza en Espagne et de celle de St Germain-sur-Ay en Normandie. Nous n'avons pas jugé utile de reprendre dans cette figure les travaux, devenus classiques, de Cramer (1964) ainsi que ceux de Jardiné et al. (1974) qui décrivent l'association des deux espèces de *Cymbosphaeridium* du Ludlow au Lochkovien inférieur d'Espagne et d'Afrique du Nord.

La figure 15 montre que *Cymbosphaeridium pilaris* et *C. (?) carinosum* sont présents de part et d'autre de la limite Silurien-Dévonien et que l'ordre de succession des deux espèces n'est pas préférentiel. En particulier, *C. (?) pilaris* ne semble pas s'éteindre avant *C. carinosum*.

Il s'ensuit que le point de disparition de *C. pilaris* et le point d'apparition de *C. (?) carinosum* ne peuvent caractériser la limite Silurien-Dévonien ; que l'exclusion, en Artois, de leurs extensions respectives ne semble pas avoir de valeur stratigraphique interrégionale et, enfin, que la succession des deux espèces en Artois semble liée à l'évolution régressive de l'environnement sédimentaire. *Cymbosphaeridium pilaris* caractériserait un milieu d'eau plus profonde que *C. (?) carinosum*. Cette hypothèse trouve une confirmation dans la coupe espagnole de la figure 15 qui correspond à la partie supérieure de la Formation de Carazo. Jahnke et al. (1983) décrivent les sédiments de cette coupe comme un faciès transgressif. L'échantillon AC4 à *C. (?) carinosum* provient des couches plus littorales que les suivantes. En Normandie par ailleurs, les grès du Lochkovien (avec *C. (?) carinosum* à la base) témoignent d'un caractère moins profond que les couches plus schisteuses sous-jacentes.

#### Indications de corrélation locale fournies par les trois assemblages.

Si les trois assemblages palynologiques ne peuvent fournir des indications inter-régionales, ils peuvent utilement servir à des corrélations locales :

- les trois assemblages se retrouvant presque tous dans chacun des 4 sondages, ils permettent donc une corrélation grossière entre ces derniers ;
- des deux limites d'assemblages utilisables d'un point de vue stratigraphique, la première (celle entre les deux espèces de *Cymbosphaeridium*) est plus fiable que la seconde

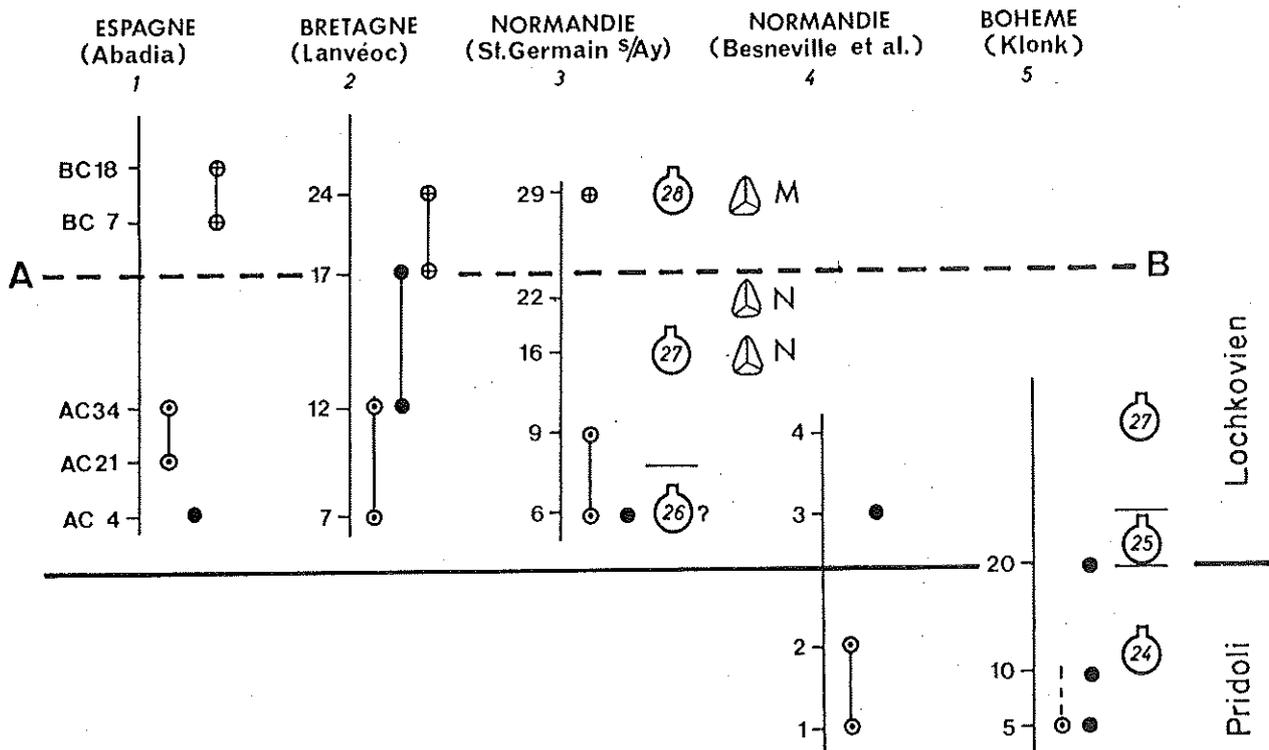


Fig. 15 - Informations palynologiques dans quelques coupes au voisinage de la limite Silurien-Dévonien (1) d'après Jahnke et al. (1983) et observations inédites (voir annexe 1) ; (2) d'après Deunff (1980) ; (3) d'après Paris (1981) et observations inédites (voir annexe 2) ; (4) d'après Rauscher et Robardet (1975) ; (5) d'après Deunff (1980) et Paris (1981). Cercle pointé (⊙) = *Cymbosphaeridium pilaris* ; rond noir (●) = *Cymbosphaeridium (?) carinosum* ; croix cerclée (⊕) = *Candelasphaeridium insolitum* ; bouteilles numérotées = zones à Chitinozoaires de Paris (1981) ; triangles = zones M et N à Spores de Richardson et al. (1981) et Steemans (1982). La ligne A - B marque la limite supposée entre les zones non encore définies à *C. insolitum* et à *C. pilaris* - *C. (?) carinosum*.

(celle entre les assemblages à *C. (?) carinosum* et à Acritarches sphaeromorphes et spores). En effet, le passage entre l'assemblage à *C. (?) carinosum* et le dernier est progressif. *C. (?) carinosum* peut être trouvé dans cet assemblage (c'est le cas d'ailleurs à Vimy 691,60 m. En revanche, le contact entre l'assemblage à *C. pilaris* et *C. (?) carinosum* est très net.

Il s'ensuit que l'on peut proposer une bonne corrélation entre les niveaux 609,7 m du sondage de Chemin d'Avion et 720,55 m de celui de Vimy.

#### CORRELATION AVEC LE SONDAGE DE BOUVIGNY 2.

Rauscher (1973) a réalisé l'étude palynologique (Acritarches, Chitinozoaires et spores) de ce sondage. Il a établi, sur la base des Chitinozoaires, des corrélations avec le sondage de Noulette (Rauscher, 1968) dont l'étude des Acritarches et des Spores n'avait pas été abordée jusqu'à présent.

Rauscher a corrélé l'intervalle 663-686 m (faciès gris foncé) de Bouvigny avec l'intervalle 789-812 m (sommets du faciès gris foncé) de Noulette. A Bouvigny, l'auteur a décrit une association d'Acritarches à petits *Michrystidium*, rares *Veryhachium* et sphaeromorphes dominants à 90%. C'est l'assemblage que nous trouvons au sommet des successions analysées. Par ailleurs, Rauscher a placé la base du Gedinnien un peu au-dessus du point d'apparition d'*Emphanisporites*, à la cote 670 du sondage de Bouvigny, soit 7 m sous la limite des faciès gris et gris foncé. Nous avons effectivement observé à Vimy des *Emphanisporites* dans la portion supérieure de la succession analysée, riche en sphaeromorphes, mais beaucoup plus bas à Noulette où un spécimen d'*Emphanisporites neglectus* VIGRAN, 1964 est déjà trouvé à 829,22 m, plus de 30 m sous la limite des deux faciès sédimentaires.

Des observations postérieures (Richardson et Ioannides, 1973) au travail de Rauscher indiquent que l'apparition d'*E. neglectus* se situe dans le Ludlow et que les premiers spécimens du genre débutent peut-être déjà dans le Wenlock supérieur.

## CONCLUSION.

Le mauvais état de conservation de la matière organique, dans les échantillons des sondages étudiés, n'a pas autorisé l'inventaire détaillé des Acritarches et des spores pourtant abondants. Les quelques espèces et genres identifiés sont connus dès le sommet du Silurien et poursuivent leur extension dans le Dévonien inférieur. Il en résulte que la position de la limite Silurien-Dévonien ne peut y être appréciée par les microfossiles végétaux.

## BIBLIOGRAPHIE

- CRAMER F.H. 1964 - Microplankton from three Palaeozoic Formations in the Province of Leon, NW - Spain. *Leidse Geol. Meded.*, **30** : 253-361.
- DEUNFF J. 1980 - Le paléoplancton des Grès de Landévennec (Gedinnien de la rade de Brest, Finistère). Etude biostratigraphique. *Géobios* **13** (4) : 483-539.
- DOLLE P. et LEGRAND F. 1966 - Quelques observations sur le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, **86** : 143-151.
- DORNING K. 1981 - Silurian acritarch distribution in the Ludlovian shelf sea of South Wales and the Welsh borderland. In NEALE and BRASIER éd. *Microfossils from recent and fossil shelf areas*. Ellis Horwood Ltd.
- JAHNKE H., HENN A., MADER H. et SCHWEINEBERG J. 1983 - Silur and Devon im Arauz-Gebiet (Prov. Palencia, N - Spanien). *Newsl. Stratigr.* **13** (1) : 40-66.
- JARDINE S., COMBAZ A., MAGLOIRE L., PENIGUEL G. et 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.
- LISTER T.R. 1970 - A monograph of the acritarchs and chitinozoa from the Wenlock and Ludlow Series of the Ludlow succession at Ludlow. *Rev. Palaeob. Palyn.*, **18** (1/2) : 25-27.
- PARIS F. 1981 - Les Chitinozoaires dans le Paléozoïque du Sud-Ouest de l'Europe. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, **26** : 1-421.
- RAUSCHER R. 1968 - Présence de Chitinozoaires dans le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, **88** : 123-128.
- RAUSCHER R. 1973 - Recherches micropaléontologiques et stratigraphiques dans l'Ordovicien et le Silurien en France. Etude des Acritarches, des Chitinozoaires et des spores. *Sciences géol.*, **38** : 1-224.
- RAUSCHER R. et ROBARDET M. 1975 - Les microfossiles (Acritarches, Chitinozoaires et spores) des couches de passage du Silurien au Dévonien dans le Cotentin (Normandie). *Ann. Soc. géol. Nord*, **95** : 81-92.
- RICHARDSON J.B. et IOANNIDES N. 1973 - Silurian palynomorphs from the Tanazzuft and Acacus Formations, Tripolitania, North Africa. *Micropal.* **19** (3) : 257-307.
- RICHARDSON J.B., RASUL S.M. et AL-AMERI R. 1981 - Acritarchs, miospores and correlation of the Ludlovian-Downtonian and Silurian-Devonian boundary. *Rev. Palaeob. Palyn.*, **34** (2) : 209-224.
- STEEMANS Ph. 1982 - Gedinnian and Siegenian Spore stratigraphy in Belgium. In *On Devonian Stratigraphy and Palaeontology of the Ardenno-Rhenish Mountains and related Devonian Matters*, ZIEGLER W. et WERNER R. éd. *Cour. Forsch. - Inst. Senckenberg*, **55** : 165-180.
- VANGUESTAINE M. 1978 - Remaniements d'Acritarches dans le Siegenien et l'Emsien (Dévonien inférieur) du Synclitorium de Dinant (Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, **101** : 243-267.
- VIGRAN J.O. 1964 - Spores from Devonian deposits, Mimerdalen, Spitsbergen. *Norsk Polarinstitut Skrifter*, **132** : 1-32.

## Annexe.

## 1. Localisation des échantillons analysés dans la coupe de Saint-Germain-sur-Ay (Normandie).

La figure 15 tient compte d'observations inédites (Ph. S. et M.V.) effectuées dans la coupe de Saint-Germain-sur-Ay sur la base d'échantillons confiés par F. Paris à l'un de nous (Ph. S.). Ces échantillons correspondent, quant à leur numérotation et leur localisation, à ceux de Paris (1981, fig. 31, p. 45).

## 2. Localisation des échantillons analysés dans le Lochkovien d'Espagne.

La même figure 15 fait état d'observations (Ph. S. et M.V.) dans le Lochkovien d'Espagne. Les échantillons ont été confiés à Ph. S. par le Dr. Jahnke. Leur localisation peut se faire à partir de Jahnke et al. (1983, p. 48, fig. 4). Le repérage des échantillons par rapport au point zéro du log se fait comme suit : AC4 : 2,5 m ; AC21 : 42,5 m ; AC34 : 67,5 m ; BC7 : 112,5 m ; BC18 : 164,7 m.

## 3. Liste des échantillons stériles.

Sondage de Noulette 892 m ; 890,5 m ; 837,5 m ; 836 m ; 830,10 m ; 829 m ; 828 m ; 819 m ; 816,5 m ; 804 m.

Sondage de Grand-Vaast 679,6 m ; 676,65 m ; 664,4 m ; 660,7 m ; 654,75 m ; 654,2 m ; 645,65 m ; 643 m ; 635,86 m ; 622,55 m ; 611,9 m.

Sondage de Chemin d'Avion 669,35 m ; 652,95 m ; 640 m ; 533,25 m.

## LEGENDE DE LA PLANCHE 2

(Tous les spécimens x 1000, à l'exception de la fig. 4).

Fig. 1-7 - *Cymbosphaeridium pilaris* (CRAMER) LISTER, 1970.

1. Vue latérale ; 7 appendices à base obturée et extrémités distales digitiformes et creuses. Sondage de Vimy (746,25 m) (15.762, 1025).

2. Vue polaire ; macropyle fusiforme, granulation grossière de la membrane de la coque. Sondage de Vimy (777,35 m) (15.764, 0643).

3. Vue latérale ; terminaison digitée des pinnules des appendices. Sondage de Chemin d'Avion (614,80 m) (18.728, 1458).

4. Détail, x 4000, montrant la digitation de l'extrémité distale des appendices. Sondage de Vimy (768,25 m) (15.763, 2432).

5. Opercule monospinosé, vue latérale ; pinnules distales digitées. Sondage de Chemin d'Avion (662,80 m) (18762, 1770).

6. Opercule monospinosé, vue oblique. Même localité (636,70 m) (18757, 1367).

7. Opercule monospinosé, vue oblique. Même localité (614,80 m) (18728, 1543).

Fig. 8-13 et 15-17 - *Cymbosphaeridium* (?) *carinosum* (CRAMER) JARDINE et al., 1972.

8. Vue latérale ; appendices courts à base close et à pinnules distales formant entre elles des angles droits. Sondage de Vimy (707,80 m) (15700, 0537-0586).

9. Vue oblique ; longs appendices à extrémité distale effilée ; granulation de la membrane de la coque. Sondage de Chemin d'Avion (609,70 m) (18753, 1656).

10. Vue oblique ; pinnules effilées, granulation de la membrane de la coque. Même localité, même niveau (18753, 0340-0389).

11. Vue latérale d'un opercule granuleux à deux appendices hétéromorphes. Même localité, même niveau (18753, 0880).

12. Vue oblique d'un opercule bispinosé. Même localité, même niveau (18753, 0450-0498).

13. Opercule muni de 12 appendices. Sondage de Vimy (698,5 m) (15698, 1254-1303).

15. Vue oblique d'un opercule portant plus de 5 appendices. Sondage de Chemin d'Avion (609,70 m) (18753, 0956-1004).

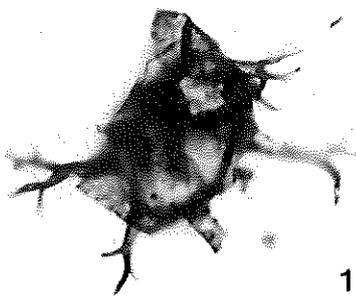
16. Opercule de 19,5 $\mu$  de diamètre avec appendices courts et ramifiés. Sondage de Vimy (891,60 m) (15698, 1689-1738).

17. Même spécimen que fig. 13 : mise au point sur le bord inférieur de l'opercule.

Fig. 14 et 18 - *Emphantosporites neglectus* VIGRAN, 1964.

14. Face proximale avec les côtes radiaires. Sondage de Noulette (829,22 m) (18227, 1418-1419).

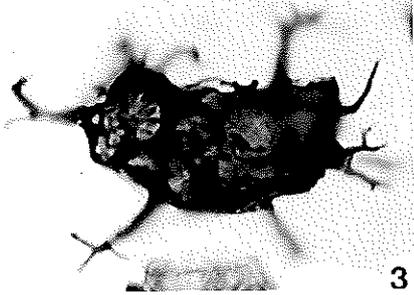
16. Vue équatoriale. Sondage de Vimy (691,60 m) (15698, 1220-1221).



1



2



3



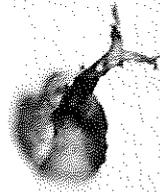
4



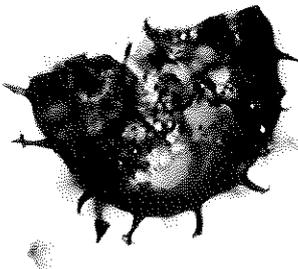
5



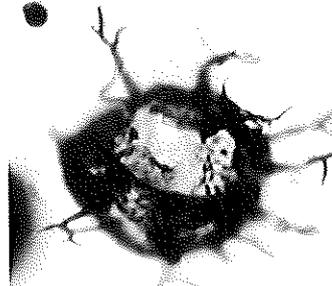
6



7



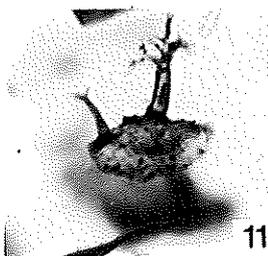
8



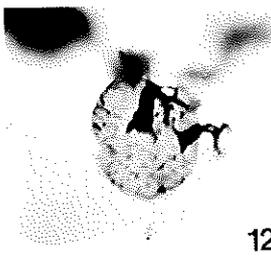
9



10



11



12



13



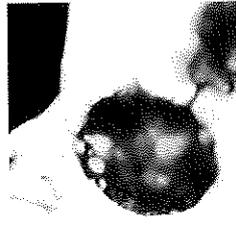
14



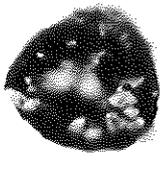
15



16



17



18

