HAL
open science

# LES SPORES DU DEVONIEN INFERIEUR DU SYNCLINORIUM DE LAVAL (MASSIF ARMORICAIN). Systématique - Biostratigraphie - Relations microplancton-palëoenvironnement

Alain Le Hérissé

**To cite this version:**

Alain Le Hérissé. LES SPORES DU DEVONIEN INFERIEUR DU SYNCLINORIUM DE LAVAL (MASSIF ARMORICAIN). Systématique - Biostratigraphie - Relations microplancton-palëoenvironnement. Stratigraphie. Université de Rennes, 1981. Français. NNT : . tel-01741864

**HAL Id: tel-01741864**

**https://insu.hal.science/tel-01741864v1**

Submitted on 23 Mar 2018

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

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

# LES SPORES DU DEVONIEN INFÉRIEUR DU SYNCLINORIUM DE LAVAL

Massif Armoricain

Systématique - Biostratigraphie - Relations microplancton et Paléoenvironnement

Alain LE HÉRISSÉ

---

*RENNES 1981*

Série : C
N° d'ordre : 660
N° de Série : 256

UNIVERSITE DE RENNES
BIBLIOTHÈQUE
INSTITUT DE GÉOLOGIE

THESE

présentée

DEVANT l'UNIVERSITE DE RENNES

U.E.R. "STRUCTURE ET PROPRIETES DE LA MATIERE"

pour obtenir

le titre de Docteur en troisième cycle

Spécialité : Géologie

Option : Stratigraphie et Paléogéographie

par

Alain LE HERISSE

# LES SPORES DU DEVONIEN INFERIEUR DU SYNCLINORIUM DE LAVAL (MASSIF ARMORICAIN)

Systématique - Biostratigraphie - Relations microplancton-paléoenvironnement

Soutenue le 23 Février 1981 devant la Commission d'Examen

M. H. LARDEUX, Professeur à l'Université de Rennes — Président

M. J.P. LAVEINE, Professeur à l'Université de Lille
M. M. STREEL, Professeur à l'Université de Liège
M. J.J. CHATEAUNEUF, Docteur ès Sciences, Ingénieur au Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans
M. P. MORZADEC, Maître-Assistant à l'Université de Rennes
} Examinateurs

INSTITUT de GÉOLOGIE de RENNES
Numéro d'inventaire Bibliothèque 9763

*Que tous ceux qui ont participé, par leur amitié et leur compétence, à l'élaboration de ce travail, trouvent ici le témoignage de ma gratitude.*

# SOMMAIRE

Introduction ..... 1

Cadre géographique et géologique ..... 2

Méthodologie ..... 7

Analyse qualitative ..... 13

Principales espèces reconnues ..... 17

Etude de la répartition des spores ..... 94

Données paléontologiques et attributions stratigraphiques .... 101

Comparaisons avec les assemblages de spores déjà décrits ..... 104

Position par rapport aux zonations palynologiques ..... 110

Présence de spores à répartition géographique restreinte - Problèmes stratigraphiques et implications paléogéographiques. 113

Analyse quantitative ..... 119

Etude pétrographique et analyse séquentielle ..... 120

Influence de la taille sur la sédimentation des spores, exemple de la coupe de Sablé-sur-Sarthe ..... 126

Fréquences relatives et absolues des éléments du microplancton organique ..... 132

Relations entre la distribution des Acritarches et l'Environnement ..... 141

Plancton organique et milieu sédimentaire ..... 146

Bibliographie ..... 149

# INTRODUCTION

Ce travail présente les résultats de l'étude du microplancton des formations du Dévonien inférieur du synclinorium de Laval (Massif Armoricain), datées par la macrofaune et rapportées au Siegenien supérieur - Emsien inférieur. Le synclinorium de Laval appartient au Domaine Centre armoricain et constitue la terminaison orientale du synclinorium médian.

Les sédiments épicontinentaux de cette unité paléozoïque présentent un intérêt particulier, en raison de la diversité des faciès et des milieux de dépôts rencontrés, traduisant des variations de l'environnement susceptibles d'influencer la composition du plancton actif (Acritarches, Chitinozoaires et Scolécodontes) et passif (spores et débris végétaux). Deux aspects principaux ont été abordés, une analyse qualitative et quantitative du microplancton. L'analyse qualitative a essentiellement comporté une étude systématique des spores, intéressante dans la mesure ou le contenu palynologique de la période considérée, à la limite Siegenien - Emsien, restait mal connu. L'utilisation du M.E.B. a permis de préciser la morphologie de certaines des 75 espèces recensées et décrites. Cette étude systématique a confirmé une évolution de la végétation, se traduisant par une diversification d'espèces et un développement de l'organisation des spores au cours de cette période.

Les 3 assemblages définis dans nos coupes, ayant valeur de biozones, ont été comparés à ceux proposés dans d'autres régions d'Europe, d'Afrique du Nord ou d'Amérique du Nord.

La comparaison des résultats de l'analyse quantitative (la fréquence absolue et relative des différents éléments au microplancton) et des données sédimentologiques a permis d'aborder le problème de l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la distribution des microfossiles.

## Cadre Géographique et Géologique

Le synclinorium de Laval est constitué de terrains paléozoïques allant du Cambrien au Carbonifère, structurés à l'Hercynien et reposant en discordance sur le Protérozoïque.

Les Formations dévoniennes y sont bien représentées. Les premiers travaux relatifs au Dévonien de cette région sont dus à D. OEHLERT dès 1882. Ultérieurement la succession dévonienne a fait l'objet de nombreuses autres publications (OEHLERT D. & P. 1912 ; RENAUD 1942 ; BABIN & al. 1972 ; RACHEBOEUF 1976 ; LARDEUX éd. 1976 ; MORZADEC & PARIS 1976 ; LE MENN & RACHEBOEUF 1976 ; D'ERCEVILLE 1979 ; PARIS 1980).

Ces travaux permettent de distinguer actuellement des Formations bien datées, que l'on peut comparer à celles des synclinaux du Ménez-Bélair et de Châteaulin (cf. tableau n° 1).

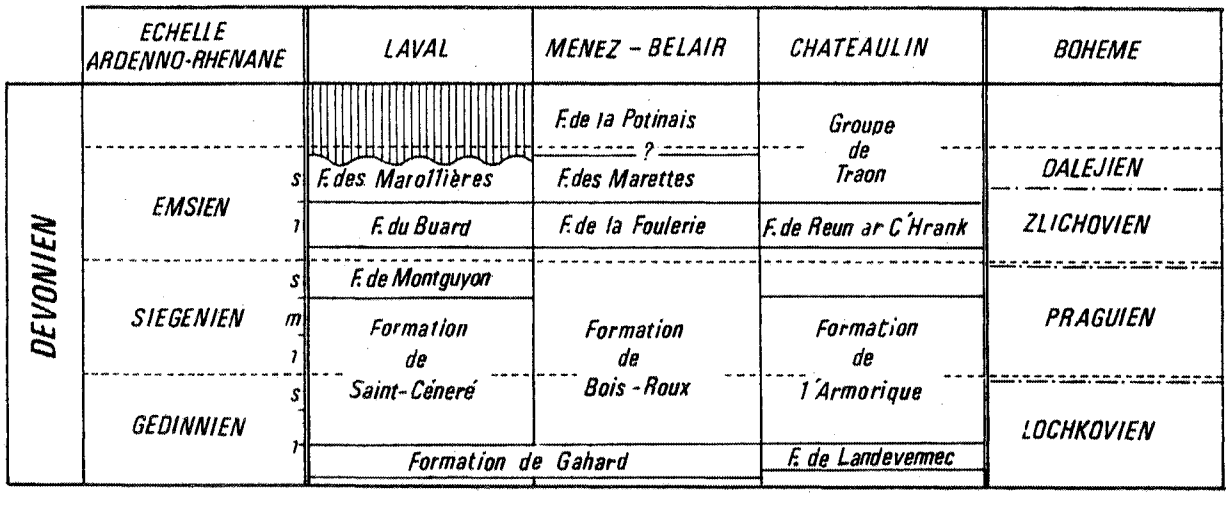



Fig. 1 : principales formations dévoniennes du Synclinorium médian armoricain : âges et corrélations (d'après F. PARIS 1980).

La succession dévonienne est représentée dans la région étudiée par les Formations de Gahard, de Saint-Céneré, de Montguyon, du Buard et des Marollières.

La Formation de Gahard, à sédimentation détritique présente un membre inférieur gréseux et un membre supérieur gréso-calcareux. Sa puissance est variable, 100 m à Saint-Pierre-sur-Erve (LARDEUX & al. 1977), 400 m à Saint-Céneré (BABIN & al. 1972), les faunes recueillies permettent de lui attribuer un âge gedinnien inférieur.

La Formation de Saint-Céneré, puissante de 150 m dans la localité type (LARDEUX éd. 1976), 200 m à Sablé-sur-Sarthe (RACHEBOEUF 1976), correspond à un ensemble argilo-carbonaté. Cette formation est datée du Lochkovien supérieur-Praguien (Gédinnien inférieur - Siegenien) (MORZADEC & PARIS 1976).

La Formation de Montguyon, puissante de 200 m à Saint-Pierre-sur-Erve (LE MENN & RACHEBOEUF 1976) est caractérisée par des siltstones et des grès calcareux, avec récurrence de niveaux carbonatés, pouvant atteindre une dizaine de mètres. Les Brachiopodes, les Crinoïdes et les Conodontes de cette formation ont permis de la rapporter au Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

La Formation du Buard qui se présente comme une alternance de siltstones et de mudstones est datée par les Brachiopodes et Spiriferidae de l'Emsien inférieur à base de l'Emsien supérieur.

La Formation des Marollières est caractérisée dans sa partie inférieure par un ensemble de calcaires noduleux et se poursuit par des siltstones et mudstones de couleur sombre. La formation est rapportée à l'Emsien supérieur. Dans la région de Laval, aucun dépôt de Dévonien plus récent n'a jusqu'à présent été reconnu.

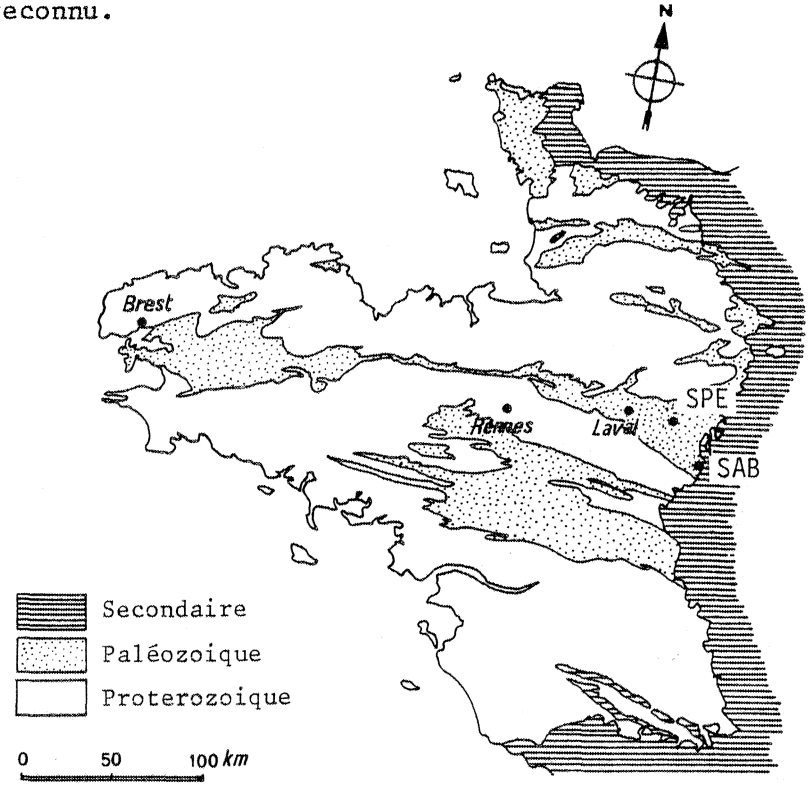



Fig. 2: carte de localisation des coupes étudiées. SAB : coupe de Sablé-sur-Sarthe ; SPE : coupe de St.Pierre-sur-Erve .

Localisation des coupes : 2 coupes ont été choisies dans les Formations dévoniennes, sur les flancs nord (coupe de Saint-Pierre-sur-Erve) et Sud (coupe de Sablé-sur-Sarthe) du Synclinorium de Laval. Elles recoupent partiellement les Formations de Saint-Céneré et de Montguyon.

- La coupe de Sablé-sur-Sarthe : la coupe de Sablé-sur-Sarthe est située sur le flanc sud du Synclinorium de Laval. Les couches, appartenant à la Formation de Saint-Céneré, affleurent de façon continue dans la tranchée de la voie ferrée Sablé-Le Mans. Décrite pour la première fois par D. & P. OEHLERT 1912, mentionnée par GAYET 1968 & RACHEBOEUF 1976, elle a été levée banc par banc par MORZADEC & RACHEBOEUF 1976.

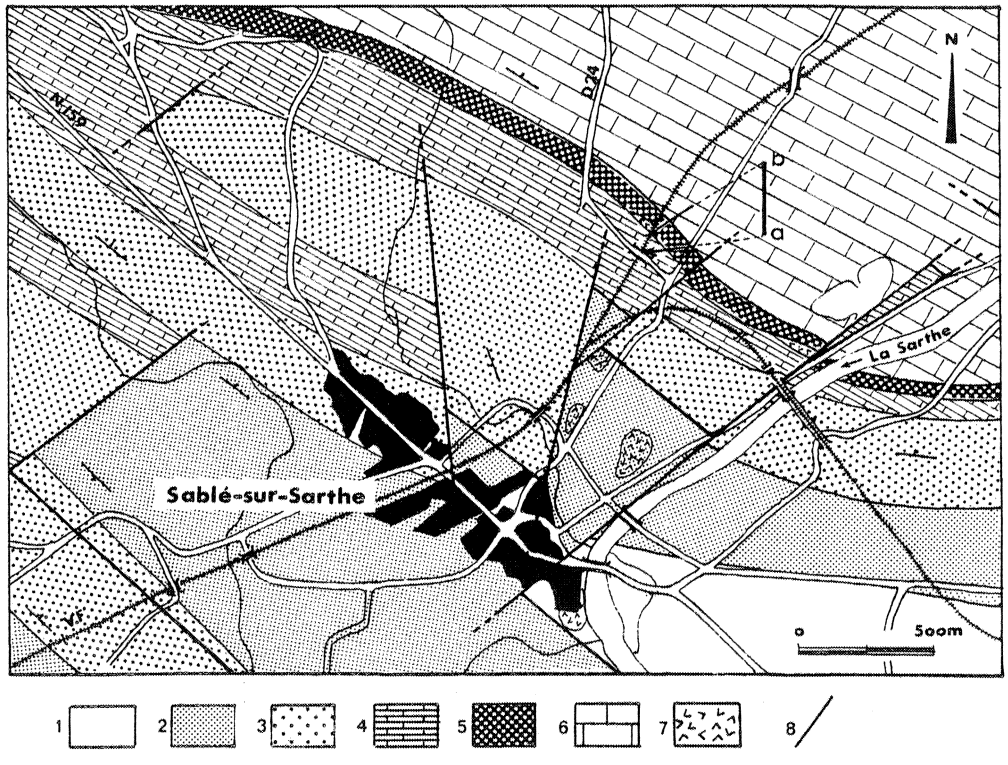
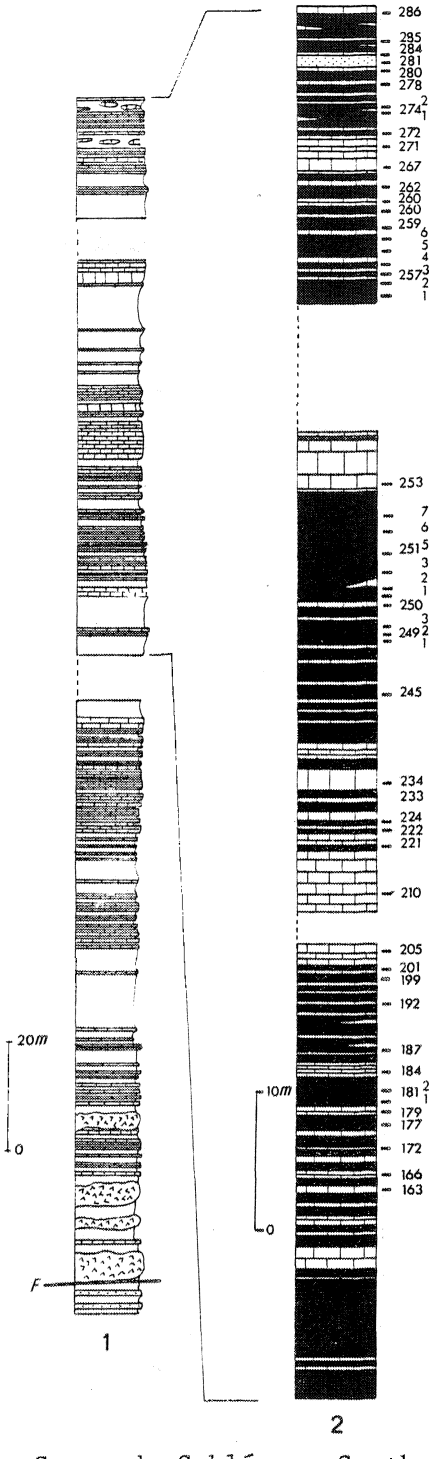
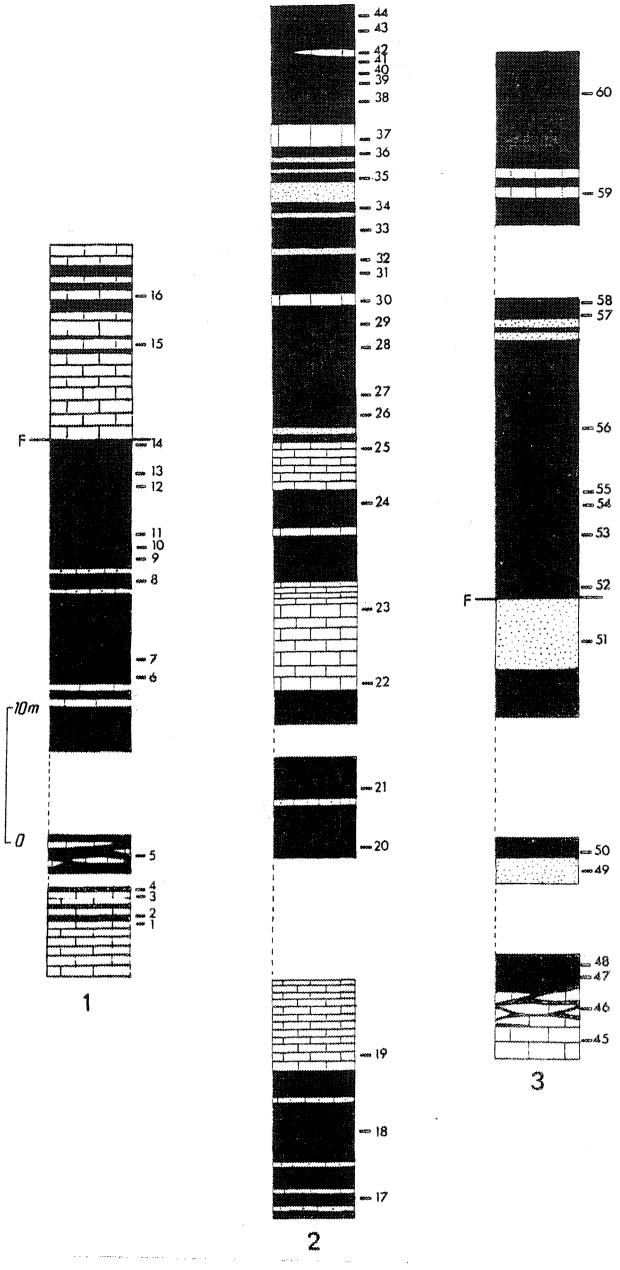



Fig. 3 : Sablé-sur-Sarthe : schéma de localisation de la coupe de la voie ferrée (a-b). 1 : Silurien ; 2 : Formation de Gahard, membre inférieur "schistes et quartzites" ; 3 : Formation de Gahard, membre supérieur gréseux ; 4 : Formation de Saint-Céneré ; 5 : Formation de l'Huisserie ; 6 : Formation de Sablé ; 7 : filons d'éruptif ; 8 : failles.

Puissant de 200 m, l'affleurement présente à la base un ensemble de calcaire argileux crinoïdiques et de siltstones micacés, puis, au-dessus, une alternance de siltstones argilocalcaires et de calcaires bioclastiques à Bryozoaires, Poly-




Coupe de St.Pierre-sur-Erve :
1 . segment a-b ( SPE 1 à SPE 16 )
2 . segment c-d ( SPE 17 à SPE 44 )
3 . segment e-f ( SPE 45 à SPE 60 )

Coupe de Sablé-sur-Sarthe :
1 . coupe intégrale dans la Formation de St.Céneré .
2 . portion de coupe étudiée .

Fig. 4 : succession lithologique schématique des coupes de Sablé-sur-Sarthe et de St.Pierre-sur-Erve .

piers, Brachiopodes et Crinoïdes. Les 80 derniers mètres sont constitués par des calcaires biomicritiques à fond pellatoïdal et à faune d'Ostracodes, en bancs décimétriques à métriques, ou en nodules dans des siltstones argilomicacés, puis, après une lacune d'observation d'une dizaine de mètres, par des siltstones fins, des calcaires biomicrites et biosparitiques, des biosparudites où la fraction bioclastique est plus grossière. Dans cette partie supérieure de la coupe, la faune est diversifiée, avec comme organismes dominants des Bryozoaires, des Trilobites et des Gastéropodes.

L'étude palynologique a été réalisée sur la partie terminale de la coupe (80 m) de même qu'une étude de microfaciès et une interprétation du milieu de dépôt (cf. chapitre analyse quantitative).

- La coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve est située sur le flanc nord du Synclinal de Laval. Elle appartient à la Formation de Montguyon (LE MENN & RACHEBOEUF 1976). Elle affleure en talus sur la

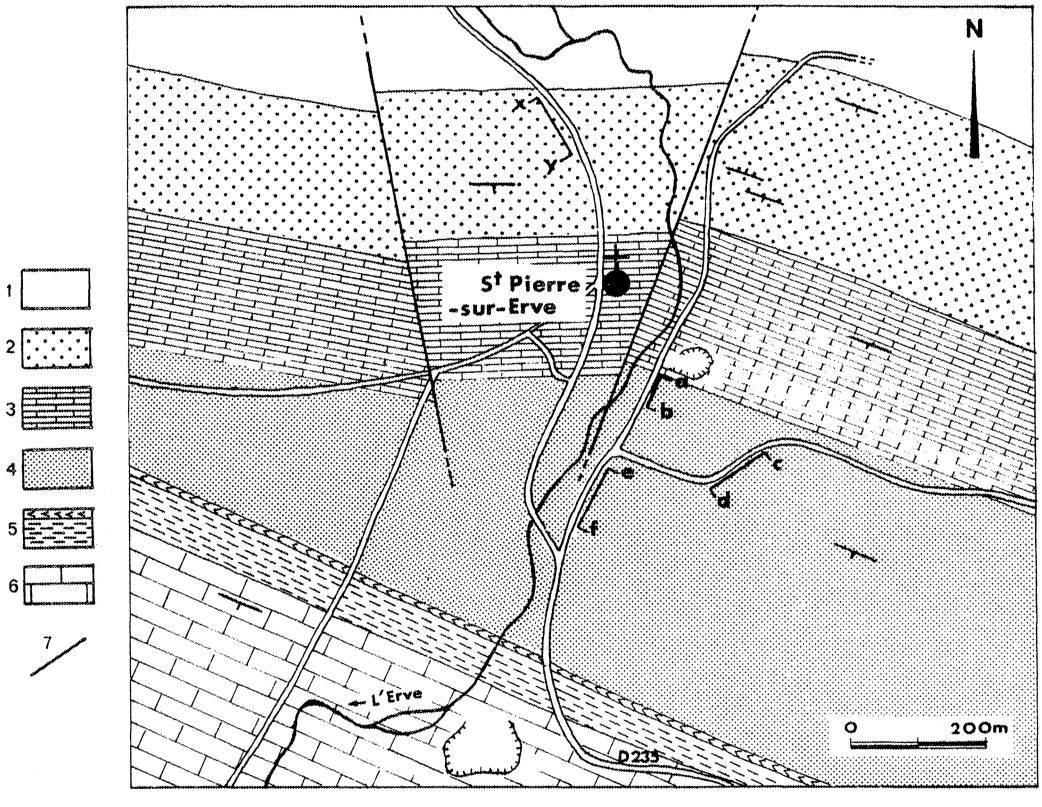



Fig. 5 : schéma de localisation de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve (segments : a-b ; c-d ; e-f) ; x-y : coupe étudiée par D'ERCEVILLE 1979 ; 1 : Silurien ; 2 : Formation de Gahard ; 3 : Formation de Saint-Céneré ; 4 : Formation de Montguyon-Buard ; 5 : Formation de l'Huisserie avec volcanisme acide à la base ; 6 : Formation de Sablé ; 7 : failles.

rive gauche de l'Erve, à l'Est du village de Saint-Pierre-sur-Erve. Elle débute avec les derniers bancs calcaires de la Formation de Saint-Céneré, à la sortie de la carrière du "Miroir aux oiseaux". L'affleurement étant discontinu, 3 ensembles ont été distingués (cf. carte et Log). Le premier ensemble a-b épais de 50 m comprend à la base un ensemble de siltstones micacés, de calcaires bioclastiques en bancs décimétriques ou noduleux, et de grès calcareux décalcifiés. Au sommet, on observe une récurrence carbonatée de 15 m environ, caractérisée par des calcaires crinoïdiques. Dans le deuxième ensemble c-d (épaisseur 120 m) des bancs calcaires métriques à plurimétriques, et des grès calcareux décimétriques, s'intercalent dans des siltstones argilomicacés. Les calcaires sont représentés à la base par des biosparites à Bryozoaires dominants et ensuite par des calcaires essentiellement crinoïdiques. La partie supérieure e-f (épaisseur 80 m) comprend des calcaires massifs ou noduleux, à faune de Bryozoaires puis des éléments détritiques qui apparaissent sous forme de grès quartzitiques fins, dans un ensemble de siltstones argilo-micacés. Au sommet on distingue des calcaires organodétritiques à oolithes chloriteuses, riches en Dacryoconarides.

## Méthodologie

Pour permettre une exploitation statistique du matériel, les prélèvements ont été effectués banc par banc. Dans le cas de bancs métriques à plurimétriques, plusieurs échantillons ont été prélevés à intervalles réguliers. Tous les niveaux sont affectés d'un numéro d'ordre (SAB : coupe de Sablé-sur-Sarthe ; SPE : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve) et reportés sur les colonnes lithologiques.

Traitement des échantillons : le poids de l'échantillon traité est constant, 25 g pour les roches carbonatées, 5 g pour les siltstones. La roche, broyée est attaquée à l'HCl pour les carbonates, l'HF pour les minéraux siliceux. Deux décantations successives permettent d'éliminer l'acide, et la fraction argileuse la plus fine. Une légère oxydation par $HNo_3$ + $KClo_3$ est ensuite pratiquée sur le résidu, afin d'obtenir la destruction d'une partie de la matière organique amorphe et un éclaircissement des éléments figurés. Un tamisage à 53 µ permet d'isoler les Chitinozoaires, les Scolécodontes et les grosses spores. La fraction inférieure à 53 µ contient l'essentiel des Acritarches et des spores. Le matériel étant fortement carbonifié, une nouvelle oxydation ménagée par solution de SCHULTZ ($HNo_3$ fumant + $KCLo_3$) a été réalisée sur la fraction fine. Le résidu organique est isolé par décantation dans un solvant lourd (mélange bromoforme (d= 2,1) - Ethanol).

Remarques sur la conservation du matériel organique :

. Altération atmosphérique : l'altération des spores peut être primaire, liée à la dissémination et au transport, avant fossilisation. La différence entre l'état de conservation dans un même échantillon de spores et d'Acritarches peut être due à ce type d'altération, les spores étant d'une manière générale moins bien conservées.

Il existe également une altération secondaire, récente, qui affecte l'ensemble du contenu organique. Elle est due à l'action des agents atmosphériques sur les échantillons de surface et contribue à une oxydation de la matière organique.

. Carbonification : le secteur étudié fait partie du domaine épimétamorphique. Le léger métamorphisme provoque une carbonification du matériel qui accentue la fragilité de la structure et des sculptures.

Ces transformations de structures ont été mises en évidence par des méthodes physicochimiques (PIERART 1978, VILLEY thèse 1979).

Ainsi par simulation thermique entreprise sur des spores, VILLEY (1979) a montré notamment chez un spécimen réticulé soumis à une température de 400°C, une réduction de la taille (50 %) et de la réticulation, ainsi qu'un épaississement de la marque trilète. On note également un changement de couleur en cours de manipulation : l'organisme jaune clair au départ, acquiert une coloration brun foncé en fin de pyrolyse.

. Corrosion : les microfossiles présentent souvent des traces de corrosion sous forme de perforations, déchirures de la paroi et protubérances. Ces protubérances sont dues à des corps étrangers (fig. 7.1a) contenus dans les organismes et déformant leur membrane. Elles peuvent affecter l'ensemble du volume initial du microfossile et simuler une structure (réticulum par exemple).

L'observation au M.E.B. permet de mettre en évidence la relation existant entre protubérances (fig. 7. 1a-1b) et perforations (fig. 7. 3a-3b). La présence du corps étranger soumet la membrane de l'organisme à des contraintes qui déterminent une zone vulnérable. Celle-ci sera attaquée (fig. 7. 2a) lors du processus de macération, sous l'effet des oxydations, et par la libération du corps étranger, ce qui détermine des perforations à contour subcirculaire à polygonal.

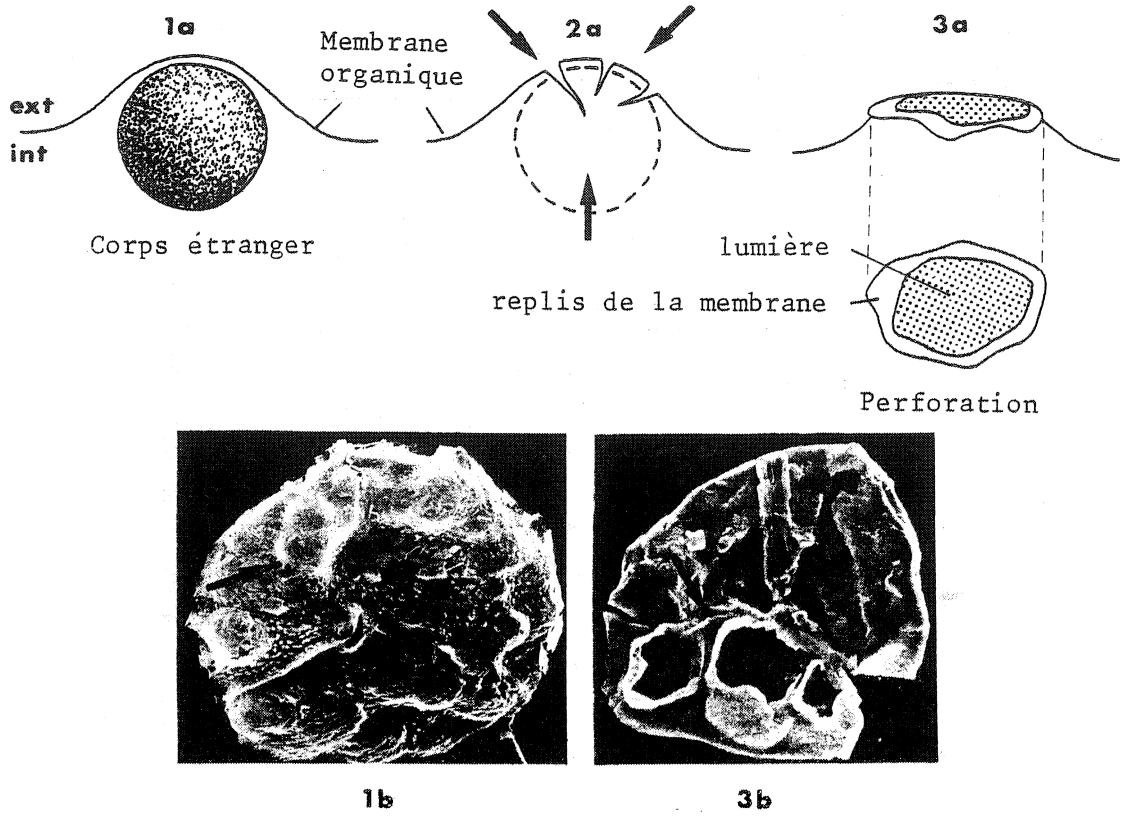



Fig. 7 : interprétation du mécanisme de corrosion par pyritosphères. Exemples de spores corrodées.

LOVE (1962), STREEL (1964), NEVES et SULLIVAN (1964) et CHAIFFETZ (1978) parlent de cristaux de pyrite, colonisant l'exine des spores, des pollens ou la paroi des Chitinozoaires, qui laissent après dissolution une empreinte en creux de forme circulaire ou polygonale.

Les photos au M.E.B. (fig. 1a par exemple) montrent au contraire que ces pyritosphères sont internes. Chez les spores les sels ont pu pénétrer par la fente de déhiscence.

D'autres particules organisées ont été citées à l'intérieur de certains microfossiles.

- spores à l'intérieur de Chitinomycètes (LOCQUIN 1978).
- bulles de matière bitumineuse formant une mousse, observées au M.E.B. à l'intérieur de Chitinozoaires (PARIS 1980, p. 70-71).

Les déchirures apparaissant sur la paroi des microfossiles rendus fragiles par la carbonification, sont souvent dues aux méthodes de préparation, aux agents oxydants.

Examen microscopique : les observations au microscope optique (photomicroscope Orthoplan Leitz) ont été complétées par l'examen au microscope électronique (M.E.B.) de certains individus, essentiellement des spores, afin de préciser leur morphologie. Le montage des préparations a été fait en suivant la méthode décrite par PARIS (1978), et en triant les organites sous la binoculaire.

Les meilleurs résultats sur les spores ont été obtenus en utilisant un matériel non soumis à la solution de SCHULTZ. En effet, les spores ayant subies un traitement éclaircissant ont une paroi plus fragile, qui ne résiste pas à la déshydratation, lors du montage et du passage au M.E.B. Les organites peuvent être sélectionnées sur le plot de montage par une observation préalable au microscope optique.

Les limites de l'observation planaire au microscope optique sont compensées par l'observation tridimensionnelle, fournie par le microscope électronique.

Il a été possible dans certains cas d'observer les deux faces de l'organite en le retournant sur le plot d'observation (cf. pl.

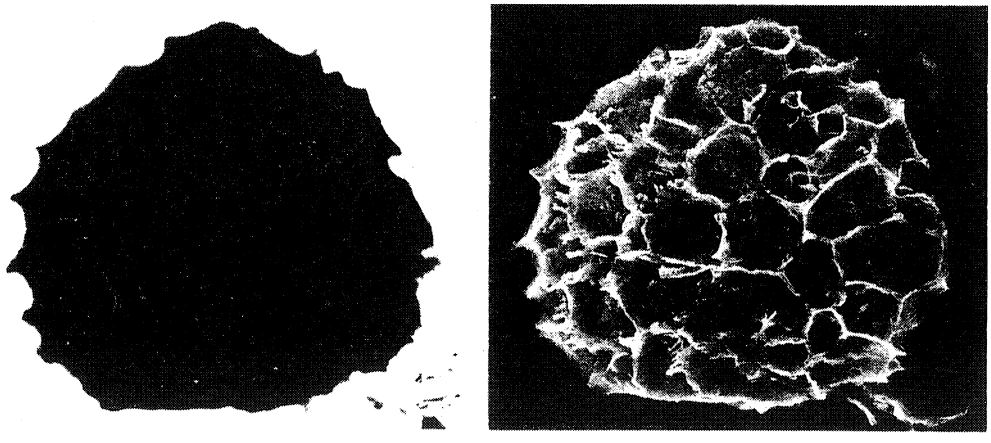


Fig. 8 : *Dictyotriletes* n. sp. aff. *emsiensis*. Observation au M.E.B. 1 : individu opaque observé en lumière optique sur le plot de montage. 2 : le même individu vu au M.E.B.

Méthodes d'analyse quantitative : la détermination des différents taxons a été complétée par une étude quantitative basée sur deux rapports : la fréquence absolue exprimée en nombre d'individus par gramme de roche, la fréquence relative reflétant le pourcentage des différents taxons par rapport à la somme totale du contenu palynologique.

Calcul : à partir de n grammes de roche traitée, on obtient un résidu A dont on examine un fraction B. La population organique Σ comprise dans la fraction B est la somme des sous populations X (X1, X2, ... Xn) dont on compte-ra x (x1, x2, ... xn) individus.

L'estimation du nombre d'individus x1 de la sous population X1 est ainsi donnée par la formule :

$$X1 = \frac{x1 \times A/B}{n}$$

L'erreur relative sur ces calculs est due à la préparation du matériel, aux comptages et à l'observation. D'autres méthodes de calcul ont été décrites antérieurement et pour certaines l'estimation de la précision a été analysée (SITTLER 1955, DE JEKHOWSKY 1958, MULLER 1959, STREEL 1964, TRAVERSE & GINSBURG 1966, etc ...) DE JEKHOWSKY 1958 écrit : "... ce que nous considérons comme significatif, ce ne sont pas les valeurs brutes individuelles mais l'allure générale de l'évolution des fréquences. De ce fait toute erreur qui reste pour une même section, de même sens et de grandeur comparable, perd de son importance".

L'établissement du diagramme palynologique a tenu compte d'un certain nom-bre de taxons : les spores lisses , murornées, apiculées, zonées, indéterminées, les Acritarches, les Chitinozoaires, les Scolécodontes, les microrestes végétaux. Les pourcentages et nombre d'individus par gramme de roche sont reportés à droite de la colonne lithologique, pour chacun des taxons.

Ce type de diagramme permet de lire pour un instant ou une période donnée (à l'échelle du banc ou de l'ensemble de la coupe) et par l'intermédiaire des courbes d'évolution des taxons, "l'image" palynologique conservée dans le sédi-ment.

# ANALYSE QUALITATIVE

Travaux antérieurs : dans le Massif armoricain, les spores ont été étudiées dans les Formations dévoniennes des synclinaux de Saint-Julien-de-Vouvantes et d'Ancenis (MOREAU-BENOIT 1974) dans le Dévonien inférieur du synclinorium médian, Formation de Saint-Céneré dans la localité type (MOREAU-BENOIT 1976) et coupe type de la Formation de l'Armorique (MOREAU-BENOIT 1980). Le problème de la limite Silurien - Dévonien a été abordée par l'étude des spores dans la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, flanc nord du synclinorium de Laval (D'ERCEVILLE 1979). Par ailleurs, des études ponctuelles ont été réalisées ; dans le Dévonien inférieur du Cotentin (DOUBINGER 1963), dans les schistes et grès du Silurien supérieur de Saint-Médard-sur-Ille (PARIS & DEUNFF 1969), dans les formations siluro-dévoniennes de Plourach (DEUNFF & PARIS 1972) ; les schistes du Silurien supérieur de Landerneau (DEUNFF & CHAURIS 1974), les schistes carburés de Morlaix (CABANIS, DEUNFF & MOREAU-BENOIT 1974), les couches de passage du Silurien au Dévonien dans le Cotentin (RAUSCHER & ROBARDET 1975), le sommet des schistes et quartzites de Plougastel d'âge Lochkovien inférieur (DEUNFF & CHATEAUNEUF 1975) et les schistes de Bodennec, Dévonien inférieur (MOREAU-BENOIT 1977).

Morphologie - Terminologie : les spores sont disposées en tétrades. Les tétrades de type tétragonal donnent naissance aux spores monolètes, les tétrades de type tétrahédral aux spores trilètes.

L'orientation des spores dans la tétrade permet de distinguer, un pôle proximal le plus près du centre de la tétrade, un pôle distal directement opposé et une région équatoriale située dans un plan perpendiculaire à l'axe polaire.

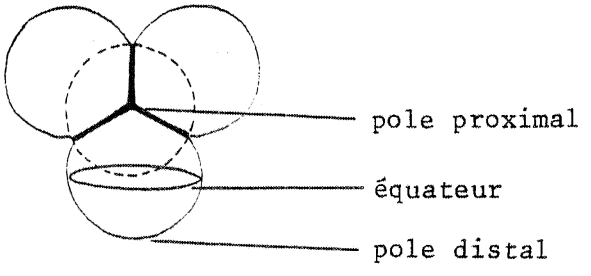



Fig. 9 : mode d'association en tétrade tétrahédrale.

- Caractères généraux :

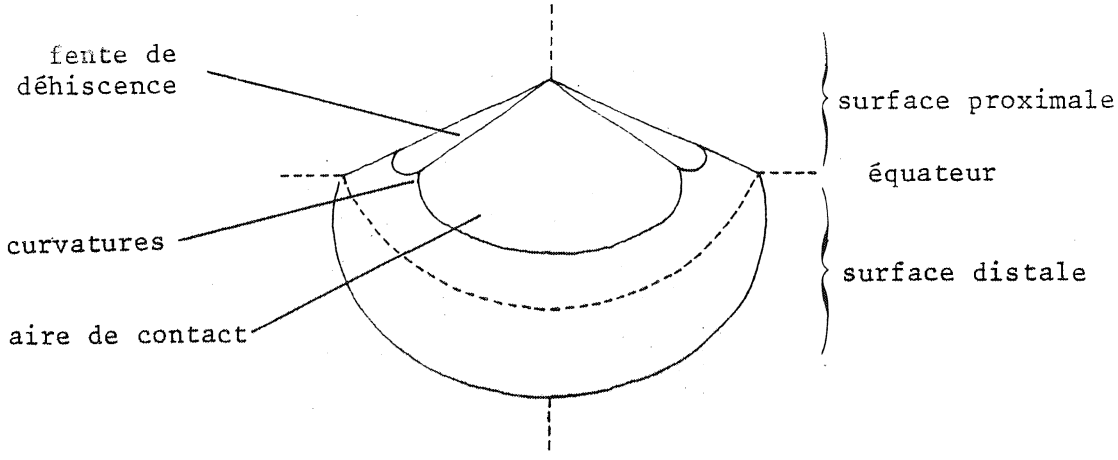



Fig. 10 : organisation de la spore en vue équatoriale.

La triple jonction au pôle proximal détermine sur la spore une fente de déhiscence (ou fente germinative) appelée marque trirardiaire ou signe trilète. Le signe trilète peut être souligné par un repli ou par des lèvres (plis de l'exine). Les surfaces interradiaires ou aires de contact sont les surfaces comprises entre deux des branches du signe trilète ou laesurae. Les branches du signe trilète atteignent l'équateur ou s'arrêtent à proximité sur des curvatures, qui sont les limites externes courbes des aires de contact. La face inférieure de la spore ou surface distale présente en vue latérale un profil convexe. Le contour de la spore en vue polaire peut être circulaire, triangulaire ou elliptique avec les intermédiaires possibles, subcirculaires et subtriangulaires suivant la forme des côtés et des sommets.

- Structure de la membrane : la membrane des spores se compose essentiellement de deux couches : l'une interne ou intine (de nature cellulosique), l'autre externe ou exine (constituée par de la sporopellenine), dont on considérera les caractères structuraux, et qui dans le cas de spores ornementées portera les sculptures.

Au moment du dépôt et au cours de la fossilisation, l'intine de nature cellulosique disparaît et seule l'exine est conservée. La sporopollenine qui la compose possédant en effet la faculté de résister à l'altération microbienne et aux oxydations chimiques.

- Quelques exemples de différenciation structurale au niveau de l'exine :

D'une façon générale, une distinction entre spores cavates et acavates est faite suivant que les deux membranes de l'exine déterminent une cavité où se trouvent accolées .

- crassitude : considérée comme un épaississement de l'exine (ex : *Stenozonotriletes*).

- cingulum : épaississement de l'exine s'étendant plus largement en région subéquatoriale (ex : *Ambitisporites, Iberoespora*).

- zone : c'est une extension membraneuse de l'exine en région équatoriale ou subéquatoriale (ex : *Cirratriradites* sp.).

- patine : épaississement distal, qui donne l'image d'un "empâtement" sur l'ensemble de la spore en vue optique (ex : *Archaeozonotriletes, Cymbosporites* sp.).

La différenciation d'épaisseur de l'exine permet de distinguer rapidement des spores de forme simple, retusoïde, cingulée ou patinée.

- Principaux types d'ornementation (fig. 11) :

. Eléments particuliers :

- Papilles : ce sont des éléments circulaires situés, lorsqu'ils sont proximaux, sur les surfaces interradiaires (ex : *Retusotriletes maculatus, Synorisporites papillensis*), mais qui peuvent faire partie également de l'ornementation distale (ex : *Iberoespora* sp.).

- "Inspissations" : terme proposé par CRAMER & DIEZ (1975) pour désigner des éléments proximaux ou distaux à contour subcirculaire (not : interradial papillae) qui se placent approximativement au milieu des côtés de la spore et sont en contact avec le cingulum externe (ex : *Iberoespora, Knoxisporites* sp.).

- Sillon : c'est également une caractéristique distale qui sépare le corps de la spore du cingulum proprement dit, particulier là aussi aux espèces ibériques du type *Iberoespora, Knoxisporites* .

- Anneau : il peut consister en un épaississement distinct du cingulum et être en position proximale (ex : *Coronaspora*) ou bien appartenir à l'ornementation distale et se présenter comme une ride concentrique marquée (ex : *Knoxisporites*) unique ou multiple.

. Sculptures : dans l'analyse systématique, la reconnaissance du type d'ornement, la définition de ces caractéristiques (forme, taille, dispersion, nombre) est fondamental pour l'attribution générique et spécifique.

On distingue généralement deux grands groupes de spores ornementées, les *apiculati* et les *murornati*, suivant que les ornements sont constitués d'éléments se dressant à partir de la surface de l'organisme (spores apiculées) ou qu'il s'agit d'élévation de la surface en forme de murs (spores murornées).

L'essentiel des sculptures rencontrées est schématisé sur la fig. 11.

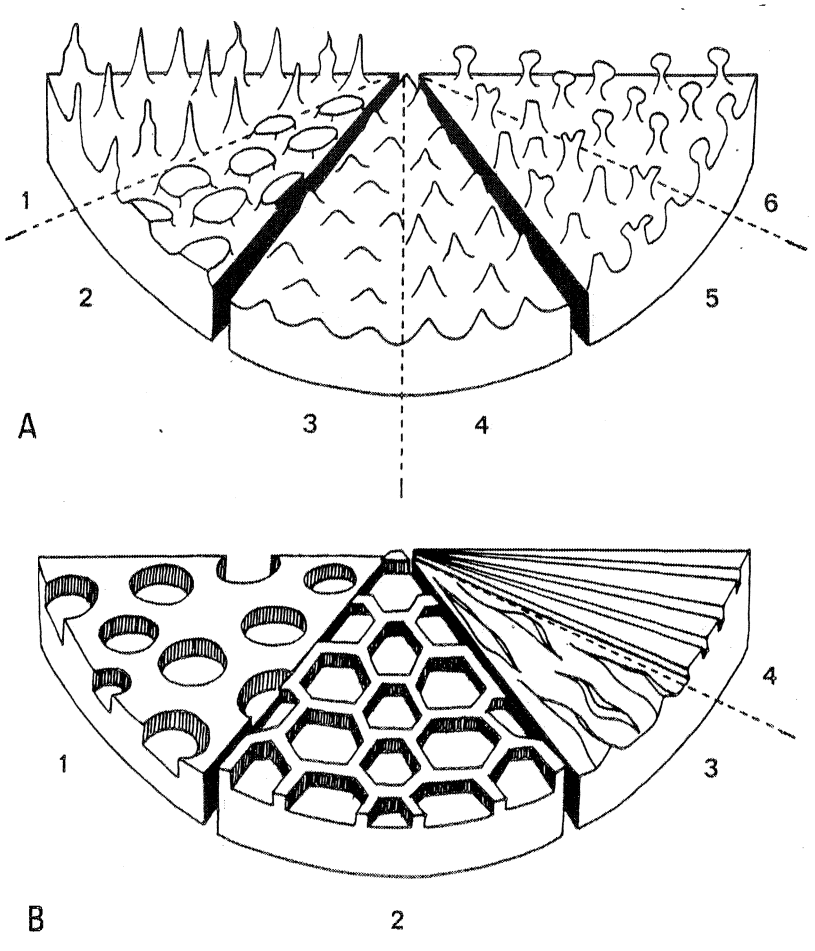



Fig. 11 : représentation schématique des sculptures. A . 1 : éléments biformes ; 2 : verrues ; 3 : grains ; 4 : cônes ; 5 : bacules ; 6 : massues. B . 1 : fovea ; 2 : réticulum ; 3 : rugules ; 4 : murs radiaux.

## Principales espèces reconnues

### *Turma triletes*

### *Subturma azonotriletes*

### *Infraturma laevigati*


| | Page |
|---|---|
| *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR | 20 |
| *C.* cf. *pannucea* RICHARDSON | 21 |
| *Deltoidospora* cf. *priddyi* Mc GREGOR | 21 |
| *D.* sp. | 22 |
| *Leiotriletes pagius* ALLEN | 23 |
| *Retusotriletes actinomorphus* CHIBRIKOVA | 24 |
| *R. maculatus* Mc GREGOR & CAMFIELD | 24 |
| *R. microgranulatus* (VIGRAN) STREEL | 25 |
| *R. pychovii* NAOUMOVA | 26 |
| *R. rotundus* (STREEL) LELE & STREEL | 27 |
| *R.* sp. | 27 |


### *Infraturma apiculati*


| | |
|---|---|
| *A. perpusillus* (NAOUMOVA) Mc GREGOR | 29 |
| *A. brandtii* STREEL | 30 |
| *A. plicata* (ALLEN) STREEL | 32 |
| *A. pygmaea* Mc GREGOR | 32 |
| *Anapiculatisporites* sp. A | 33 |
| *A.* sp. B | 34 |
| *A.* sp. C | 35 |
| *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON | 35 |
| *D. eifeliensis* (LANNINGER) Mc GREGOR | 36 |
| *D.* cf. *quebecensis* Mc GREGOR | 38 |
| *D.* cf. *wetteldorfensis* LANNINGER | 39 |
| *D.* sp. | 39 |
| *Pustulatisporites* sp. cf. *Pustulatisporites* sp. Mc GREGOR | 40 |
| *P.* sp. A | 41 |
| *P.* sp. B | 41 |
| *P.* sp. C | 42 |
| *Raistrickia* sp. A | 43 |
| *R.* sp. B | 43 |
| *R.* sp. C | 44 |
| *R.* sp. D | 44 |
| *Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER | 46 |


### *Infraturma murornati*


| | |
|---|---|
| *Acinosporites lindlarensis* (RIEGEL) var. *minor* Mc GREGOR & CAMFIELD | 47 |
| *A.* cf. *lanceolatus* STREEL | 48 |
| *Biornatispora* ? *salopiensis* n. comb. | 48 |
| *B.* sp. A | 50 |
| *B.* sp. B | 51 |
| *B.* sp. C | 52 |

*Brochotriletes* Mc GREGOR & MOREAU-BENOIT ..... 54
*B. sanpetrense* RODRIGUEZ ..... 55
*B.* cf. *brochotriletes* sp. A Mc GREGOR ..... 55
*B.* cf. *robustus* ..... 56
*B.* sp. A ..... 57
*B.* sp. B ..... 57
*B.* sp. C ..... 58
*Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR ..... 58
*D.* aff. *emsiensis* ..... 59
*D. subgranifer* Mc GREGOR ..... 61
*Emphanisporites decoratus* ALLEN ..... 62
*E. minutus* ALLEN ..... 63
*E. novellatus* Mc GREGOR & CAMFIELD ..... 64
*E. rotatus* Mc GREGOR ..... 64
*E.* cf. *micrornatus* RICHARDSON & LISTER ..... 66
*E.* cf. *erraticus* (EISENACK) ..... 67

*Subturma zonotriletes*

*Infraturma cingulati*

*Ambitisporites tripapillatus* MOREAU-BENOIT ..... 68
*Coronaspora* sp. ..... 68
*Iberoespora cantabrica* CRAMER & DIEZ ..... 70
*I. glabella* CRAMER & DIEZ ..... 71
*I.* sp. ..... 72
*Knoxisporites* ? *riondae* CRAMER & DIEZ ..... 73
*K.* ? cf. *riondae* CRAMER & DIEZ ..... 74
*Clivosispora verrucata* Mc GREGOR var. *convoluta* Mc GREGOR & CAMFIELD . 75
*Stenozonotriletes* ? cf. *furtivus* ALLEN ..... 76
*Synorisporites papillensis* Mc GREGOR ..... 77
*S. verrucatus* RICHARDSON & LISTER ..... 78
*S.* cf. *verrucatus* RICHARDSON & LISTER ..... 78

*Infraturma tricassati*

*Craspedispora craspeda* ALLEN ..... 79
*Leonispora argovejae* CRAMER & DIEZ ..... 81

*Infraturma patinati*

*Cymbosporites echinatus* RICHARDSON & LISTER ..... 82
*C. paulus* Mc GREGOR & CAMFIELD ..... 82
*Archaeozonotriletes chulus* (CRAMER) RICHARDSON & LISTER ..... 83

*Infraturma zonati*

*Camptozonotriletes* cf. *aliquantus* ALLEN ..... 84
*Cirratriradites* sp. ..... 84

*Infraturma monopseudosacciti*

*Auroraspora* sp. ..... 85
Spore zonale sp. ..... 86

*Incertae sedis*

*Tetraletes granulatus* CRAMER ..... 87
*T. variabilis* CRAMER ..... 88
*T.* sp. ..... 89
*Dictyotidium polygonium* STAPLIN ..... 90
*D. legionis* (CRAMER) nov. comb. ..... 91
*D.* sp..... 91
*Pterosphaerula astrala* CRAMER ..... 92
*Ovnia desertica* CRAMER & DIEZ ..... 93

*Infraturma laevigati* (BENNIE & KIDSTON 1881) POTONIE & KREMP 1954

Genre *Calamospora* SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Espèce type : *Calamospora hartungiana* SCHOPF *in* SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

*Calamospora atava* (NAOUMOVA 1953) Mc GREGOR 1964

Pl. 1, fig. 1.

1953 *Leiotriletes atavus* n. sp. NAOUMOVA, p . 22 et 103, pl. 1, fig. 8, pl. 16, fig. 3.
1964 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, p. 6, pl. 2, fig. 17.
1964 *Phyllothecotriletes microgranulatus* VIGRAN, p. 8, pl. 1, fig. 7-8.
1971 *Leiotriletes insuetus* UMNOVA, p. 135, pl. 2, fig. 1, 2.
1973 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, p. 13, pl. 1, fig. 1.
1973 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* CABANIS, DEUNFF & MOREAU-BENOIT.
1976 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 29, pl. 4, fig. 9.
1976 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tabl., fig. 5.
1976 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* ALLEN, fig. 2c.
1980 *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 62, pl. 7, fig. 4.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.2, 251.3, 251.6, 251.7 et 257.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 4, 6, 18, 30 et 44.

Description : Spore trilète à contour circulaire à subcirculaire. Les sutures sont simples de longueur égale à 1/2 à 2/3 du rayon de la spore. L'aire apicale est bordée par une zone triangulaire assombrie. L'exine est mince et lisse, on y observe couramment des plis concentriques (surtout près de l'équateur) et transverses.

Dimensions : diamètre 48 à 72 µ, moyenne 58 µ (10 spécimens inventoriés).

Répartition stratigraphique et géographique : Russie, Givetien et Frasnien (NAOUMOVA 1953) ; Alberta, Formation de Ghost River, Givetien supérieur à Frasnien inférieur (Mc GREGOR 1964) ; Gaspé, Formation de Battery Point, Emsien (Mc GREGOR 1973) ; Norvège, Trondelag, Dévonien inférieur (ALLEN 1976) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès, sommet de la Formation Tadrart et partie inférieure Ouan Kasa, palynozone 2, Siegenien supérieur - Emsien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; France, Massif Armoricain, schistes carburés de Morlaix (CABANIS, DEUNFF & MOREAU-BENOIT 1973), Formation de Saint-Céneré, coupe type, Praguien (MOREAU-BENOIT 1976), Formation de l'Armorique dans la localité type, Gedinnien supérieur (MOREAU-BENOIT 1980), coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?), coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assembalges 2 et 3, Siegenien supérieur, Emsien inférieur.

*Calamospora* cf. *pannucea* RICHARDSON 1965
Pl. 1, fig. 2.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.1, 251.2, 272 et 274.1.

Description : Spore trilète anisopolaire à contour subcirculaire. Le signe trilète simple, est égal à la moitié du rayon de la spore et bordé par une aire triangulaire épaissie. L'exine est lisse, plissée, épaisse d'1 µ environ.

Dimensions : diamètre 67 à 77 µ, moyenne 72 µ (4 spécimens).

Remarques : ces formes sont très proches de *C. pannucea* n. sp. RICHARDSON 1965, *Calamospora pannucea* (RICHARDSON) Mc GREGOR (1973, p. 14, pl. 1, fig. 2) et *Calamospora* cf. *pannucea* (RICHARDSON) RICHARDSON & RASUL (1978, p. 426, pl. 2, fig. 5), mis à part leur taille qui est supérieure (entre 70 et 110-130) pour les spécimens décrits par ces auteurs.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage inférieur 1b et assemblage supérieur 2, Praguien (Siegenien supérieur).

Genre *Deltoidospora* MINER 1935
Espèce type : *Deltoidospora hallii* MINER 1935

*Deltoidospora* cf. *priddyi* (BERRY) Mc GREGOR 1973
Pl. 1, fig. 4.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, SPE.31 (1 individu inventorié).

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi, à côtés légèrement convexes et aux angles arrondis. Les branches du signe trilète sont égales aux 4/5 du rayon de la spore et sont bordées de lèvres fines. L'exine de 1 µ d'épaisseur, est infraponctuée.

Dimensions : diamètre 24 µ.

Remarques : la ponctuation de l'exine observée sur cette forme est une caractéristique présente chez certains spécimens attribués à *Deltoidospora priddyi* par Mc GREGOR 1973. Pour cet auteur, la présence d'une ornementation sur l'exine, peut être le résultat de la corrosion (Mc GREGOR 1973, p. 16).

La forme décrite ici (1 seul individu inventorié) présente de grandes analogies avec *D. priddyi* (BERRY) Mc GREGOR 1973, mais s'en distingue par une taille inférieure (24 µ ici, entre 32 et 39 µ pour *D. priddyi* Mc GREGOR).

Répartition stratigraphique et géographique : pour *D. priddyi* : Canada,

Gaspé, Formation de Battery Point (assemblage inférieur) et Formation de Malbaie, Emsien inférieur à Eifelien moyen (Mc GREGOR 1973); coupe de Saint-Pierre, Formation de Montguyon, base de l'assemblage 3, Emsien inférieur.

*Deltoidospora* sp.
Pl. 1, fig. 3.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.7, 257.6 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 12, 17, 28 et 32.

Description : Spore trilète à contour triangulaire, à côtés droits ou convexes et aux angles arrondis. La marque trilète, généralement ouverte, s'étend jusqu'à l'équateur et les sutures sont bordées de lèvres épaisses de 1 à 3 µ. L'exine est lisse et épaissie dans la région équatoriale. L'épaississement atteint 2 µ environ le long des côtés de la spore et 2,5 à 3 µ aux angles, où il recouvre la terminaison des sutures.

Dimensions : diamètre 28 à 43 µ, moyenne 34 µ (8 spécimens).

Discussion : les spécimens décrits sont attribués au genre *Deltoidospora* (MINER 1935) caractérisant des spores lisses à contour subtriangulaire avec côtés droits, convexes ou concaves. Le matériel étudié présente quelques affinités avec *Deltoidospora priddyi* (BERRY) Mc GREGOR 1973, mais s'en distingue par des sutures plus longues et un épaississement plus important de l'exine. *Leiotriletes bonitus* n. sp. CRAMER 1966c (p. 34, pl. II, fig. 32) se rapproche des formes étudiées mais ne présente pas d'épaississement aux angles de la spore.

Remarque : chez de nombreux individus, le signe trilète est ouvert et de forme petaloïde, c'est une caractéristique que l'on peut observer également chez *D.* cf. *priddyi* décrit précédemment et chez l'espèce *D. priddyi* décrite par Mc GREGOR 1973 (pl. 1, fig. 6 et 7).

Répartition stratigraphique et géographique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, sommet de l'assemblage 1b et assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?), coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2 et base de l'assemblage 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Leiotriletes* (NAOUMOVA 1937) POTONIE & KREMP 1954
Espèce type : *Leiotriletes sphaerotriangulatus* (LOOSE) POTONIE & KREMP 1954

*Leiotriletes pagius* ALLEN 1965

Pl. 1, fig. 5.

1965 *Leiotriletes pagius* n. sp. ALLEN, p. 691, pl. 94, fig. 1 et 2.
1967 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* MORTIMER, p. 97, pl. 1, fig. A.
1968 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* SCHULTZ, p. 9, pl. 1, fig. 3 et 3a.
1968 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* LANNINGER, p. 106, pl. 20, fig. 5.
1973 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* CABANIS, DEUNFF & MOREAU-BENOIT, p. 217, pl. 1, fig. 1.
1974 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* POPAL HAMID, P. 173.
1976 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* ALLEN, fig. 2A et B.
1976 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tabl., fig. 5.
1980 *Leiotriletes pagius* ALLEN, *in* MOREAU-BENOIT, p. 62, pl. 7, fig. 1.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 240.1, 272 et 274.2, coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 13, 14, 17, 20, 41, 43 et 52.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète est droit, simple, les sutures atteignent presque la bordure équatoriale. L'exine est épaisse (2 à 3 µ) et lisse.

Dimensions : diamètre 48 à 61 µ, moyenne 51 µ (22 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : c'est une espèce à grande répartition géographique, limitée au Dévonien inférieur. Spitzberg, Central Dicksonland, Lower Teuterskioldfjellet Sandstone, Siegenien (ALLEN 1965) ; Norvège, Trondelag, Emsien (ALLEN 1976) ; Angleterre Sud du Pays de Galles, Llanovet et Brecon Beacon, Sennibeds, Breconnien (MORTIMER 1967) ; Allemagne, Eifel, Couches de Clervaux, Emsien inférieur (SCHLUTZ 1968) ; couches de Stadfeld, Emsien inférieur (LANNINGER 1968) ; Hobräcker schichten, Eifelien inférieur (POPAL HAMID 1974) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès, Formations Tadrart et Ouan Kasa, palynozones 1, 2 et 3, Siegenien au sommet de l'Emsien (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; Massif armoricain, coupe au Sud de Saint-Céneré, Lochkovien et Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; Formation de l'Armorique et base de la Grauwacke du Faou, Gedinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien, Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Retusotriletes* NAOUMOVA 1953 emend STREEL 1964

Espèce type : *Retusotriletes simplex* NAOUMOVA 1953 (lectogenotype POTONIE 1958)

*Retusotriletes actinomorphus* CHIBRIKOVA 1962

Pl. 1, fig. 7.

1962 *Retusotriletes actinomorphus* n. sp., *in* CHIBRIKOVA, p. 404, pl. V, fig. 1.
1966 *Retusotriletes* sp., *in* Mc GREGOR & OWANS, pl. 2, fig. 16.
1973 *Retusotriletes actinomorphus* CHIBRIKOVA, *in* Mc GREGOR, p. 18, pl. 1, fig. 12-14.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 17, 19, 41, 42, 43, 52 et 56.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les branches du signe trilète sont égales aux 3/4 du rayon de la spore et sont accompagnées par des lèvres épaisses (2 µ de large). Les sutures se prolongent à l'équateur par des curvatures parfaites. Les aires de contact sont ornementées en face proximale de rides radiales fines (1 µ de large et de haut) surtout visibles près de la bordure équatoriale. L'exine est lisse et épaissie à l'équateur (2,5 à 3,5 µ).

Dimensions : diamètre 38 à 62 µ, moyenne 48 µ (14 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Russie, Bashkirie, Eifelien (CHIBRIKOVA 1962) ; Canada, Gaspé, Formation de Cap Bon Ami, Siegenien moyen (Mc GREGOR & OWENS 1966) ; Formations de York River et partie inférieure de la Formation de Battery Point, Emsien inférieur à supérieur (Mc GREGOR 1973) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Retusotriletes maculatus* Mc GREGOR & CAMFIELD 1976

Pl. 1, fig. 9 et 10.

1968 *Leiotriletes* cf. *simplex* NAOUMOVA, *in* CHALONER & STREEL, p. 89, pl. 19, fig. 1 et 2.
1968 Spore n° 2513, *in* MAGLOIRE, pl. 1, fig. 13 et pl. 3, fig. 6.
1976 *Leiotriletes* cf. *simplex* NAOUMOVA, *in* MOREAU-BENOIT, p. 29, pl. 4, fig. 7 et 8.
1976 *Leiotriletes* cf. *simplex* NAOUMOVA à papilles, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tableau 5.
1976 *Retusotriletes maculatus* n. sp., *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 26, pl. 1, fig. 6.
1977 *Leiotriletes* cf. *simplex* NAOUMOVA à papilles, *in* MOREAU-BENOIT, pl. 1, fig. 4.
1979 *Retusotriletes maculatus* Mc GREGOR & CAMFIELD, *in* D'ERCEVILLE, p. 87, pl. 1, fig. 7 et 8.
1980 *Retusotriletes maculatus* Mc GREGOR & CAMFIELD, *in* MOREAU-BENOIT, p. 63, pl. 7, fig. 9.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 249.1, 249.2, 251.1, 251.6, 251.7, 259, 272 et 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 17, 32 et 34.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète bordé de lèvres fines se termine à l'équateur par des curvatures. L'exine est lisse (1-2 µ d'épaisseur) parfois plissée à l'équateur. La face proximale porte sur chaque aire interradiale une papille circulaire (largeur 1/2 à 1/3 du rayon de la spore).

Dimensions : diamètre 24 à 55 µ, moyenne 35 µ (23 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : membre supérieur de la Formation Kerrogami River et partie inférieure de la Formation Stooping River, (rapportée au Siegenien) Ontario (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976), Palynozone 2 à 4, Siegenien supérieur à Couvinien supérieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; Massif Armoricain : Formation de Saint-Céneré dans sa coupe type Lochkovien et base du Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; Bodennec, Dévonien inférieur (MOREAU-BENOIT 1976); coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Gedinnien inférieur (D'ERCEVILLE 1979) ; Formation de l'Armorique dans sa localité type (Gedinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2 et base de l'assemblage 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Retusotriletes microgranulatus* (VIGRAN 1964) STREEL 1967

Pl. 1, fig. 8.

1964 *Phyllothecotriletes microgranulatus* n. sp., *in* VIGRAN, p. 8, pl. 1, fig. 7-8.
1967 *Retusotriletes microgranulatus* (VIGRAN) n. comb., *in* STREEL, p. B26, pl. 1, fig. 14.
1976 *Retusotriletes microgranulatus* (VIGRAN) STREEL, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, Tabl.-fig. 5.
1980 *Retusotriletes microgranulatus* (VIGRAN) STREEL, *in* MOREAU-BENOIT, p. 23, pl. 2, fig. 4.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.7, 257-6 et 259. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Le signe trilète est fin, égal à la moitié du rayon de la spore. L'exine est fine, irrégulièrement infragranulée. Les ornements (grains) en face distale, ont une hauteur et une largeur inférieure au micron. L'apex de la spore présente une aire assombrie à contour circulaire.

Dimensions : diamètre 48 à 62 µ, moyenne 55 µ (4 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Spitzberg, Mimerdalen, Upper Svalbardia Sandstone, partie inférieure du Dévonien supérieur (VIGRAN 1964) ; Belgique, Emsien inférieur de DAVE, Emsien (?) du sondage de Bolland (STREEL 1967) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès, sommet de la Formation Tadrart à sommet de la partie inférieure de la Formation A.O.II, palynozones 2 à 5, Siegenien supérieur au sommet du Givétien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976, MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, sommet de l'assemblage 1 et assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur), coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, base de l'assemblage 2 (Siegenien supérieur).

*Retusotriletes pychovii* NAOUMOVA 1953

Pl. 1, fig. 14 et 15.

1953 *Retusotriletes pychovii* n. sp., *in* NAOUMOVA, p. 84?, pl. XVIII, fig. 18.
1973 *Retusotriletes pychovii* NAOUMOVA, *in* Mc GREGOR, p. 19, pl. 2, fig. 3.
1979 *Retusotriletes* cf. *pychovii* NAOUMOVA, *in* MOREAU-BENOIT, p. 24, pl. 2, fig. 5.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 13, 17, 19, 20, 30 et 40.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. La marque trilète est simple, les sutures de longueur égales aux 3/4 du rayon de la spore se terminent par des curvatures parfaites formant des rides de 1 µ de large et de haut. Ces rides délimitent en face proximale une surface équatoriale de 1,5 µ à 4 µ de largeur (généralement bien développée sur 1/3 de la spore).

Dimensions : diamètre 43 à 48 µ, moyenne 45 µ (15 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : espèce à très grande répartition, décrite en Europe, en Russie, au Canada, dans l'hémisphère Sud, dans des séries d'âge Dévonien et Carbonifère. Ex. : Canada, Bassin de Moose River, Formation de Battery Point, Emsien (Mc GREGOR 1973) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès, sommet de la Formation Tadrart et base de la Formation Ouan) Kasa, palynozone 2, Siegenien supérieur - Emsien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Retusotriletes* sp. ?

Pl. 1, fig. 11 et 13.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.5, 251.6, 251.7, 257.5 et 259. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 8, 12 et 17.

Description des spécimens : Spore trilète à contour subcirculaire à subtriangulaire arrondi. L'exine est épaissie à l'équateur (1 à 2 µ de large). Les branches de signe trilète sont droites ou sinueuses, elles sont bordées de lèvres fines. Leur longueur est égale aux 4/5 du rayon de la spore, elles se prolongent à l'équateur par des curvatures parfaites.

Un épaississement apical de contour subcirculaire s'étendant jusqu'à 1/2 du rayon est visible sur certains spécimens. L'exine est souvent plissée, surtout près de l'équateur. La face proximale est infraponctuée et porte une ornementation de rugules radiaires plus ou moins continues de 1 µ de large et de haut. La face distale est lisse.

Dimensions : diamètre 24 à 38 µ, moyenne 29 µ (20 spécimens).

Discussion : cette forme retusoïde (présence de curvatures parfaites) se rapproche de *Retusotriletes* cf. *rugulatus* (RIEGEL) RICHARDSON & RASUL (1978) présentant une ornementation de rides radiales et une aire apicale assombrie. Les spécimens étudiés sont cependant plus petits et la sculpture plus prohéminente est plus proche de rugules que de rides. Outre *R. rugulatus* RIEGEL 1973, *R. dubius* RICHARDSON 1965 et *R. actinomorphus* (CHIBRIKOVA) Mc GREGOR 1973 rappellent par leur infrastructure de stries et rides radiales, la sculpture observée.

Cette forme présente également des analogies avec *Archaeozonotriletes vetustus* RODRIGUEZ 1978 (p. 219, pl. 1, fig. 8) mais l'espèce *vetustus* est une espèce cingulée et l'ornementation de muri est distale. Un grand nombre de spécimens de *Retusotriletes* sp. ? a pu être inventorié et l'ornementation rugulée présente un caractère constant. On peut donc la considérer comme une caractéristique morphologique, indépendante de l'action de la corrosion.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Retusotriletes rotundus* (STREEL 1964) LELE & STREEL 1969

Pl. 1, fig. 6.

1964 *Phyllothecotriletes rotundus* n. sp., *in* STREEL, p. B34, pl. 1, fig. 1 et 2.

1967 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) n. comb., *in* STREEL, p. B25, pl. I, fig. 11 ; pl. II, fig. 16 et 17.
1969 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) emend, *in* LELE & STREEL, p. 94, pl. 1, fig. 18-20.
1972 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* STREEL, pl. II, fig. 16.
1973 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* Mc GREGOR, pl. 2, fig. 9.
1976 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tabl.-fig. 5.
1976 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 26, pl. 5, fig. 9.
1978 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* RODRIGUEZ, p. 420, pl. 4, fig. 2.
1979 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* Mc GREGOR, p. 22.1, fig. 29.
1980 *Retusotriletes rotundus* (STREEL) LELE & STREEL, *in* MOREAU-BENOIT, p. 25, pl. 2, fig. 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 259 et 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6.

Remarques : les formes étudiées sont comparables au matériel type de STREEL 1967 : forme rétusoïde à contour subcirculaire, présentant un épaississement apical arrondi.

Dimensions : diamètre 48 à 55 µ, moyenne 52 µ (6 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : espèce à grande répartition : Belgique, Siegenien inférieur à Couvinien inférieur (STREEL 1967) ; Sud Angleterre, Breconien (MORTIMER 1967) ; Canada, Formations de Battery Point et Malbaie, Emsien inférieur et Eifelien (Mc GREGOR 1973 et 1977) ; Bassin de Moose River, à la partie supérieure de la Formation de Stooping River et Formation de Williams Island, Emsien à Givetien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Allemagne, Rhénanie, Eifelien moyen (RIEGEL 1968) ; Eifel, Emsien et Eifelien (RIEGEL 1973) ; Massif armoricain, Cotentin, couches de passage du Silurien au Dévonien, assemblage 3, Gedinnien (RAUSCHER & ROBARDET 1975) ; Espagne, Formations San Pedro - Furada, Silurien supérieur - Dévonien inférieur (RODRIGUEZ 1978) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès; Formations Tadrart, Ouan Kasa, A.OI et base de A.O.II, palynozones 1 à 5, Siegenien à Givetien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; Tchécoslovaquie, région du Barrandien, Emsien inférieur à moyen (Mc GREGOR 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, base de l'assemblage 2, Siegenien supérieur.

Genre *Apiculatisporites* (IBRAHIM 1933) emend VISCHER 1966

Espèce type : *Apiculatisporites aculeatus* IBRAHIM 1933

*Apiculatisporites perpusillus* (NAOUMOVA 1953) Mc GREGOR 1973

Pl. 3, fig. 1.

1953 *Acanthotriletes perpusillus* n. sp. NAOUMOVA, pl. 22, fig. 122.
1959 *Acanthotriletes perpusillus* NAOUMOVA & CHIBRIKOVA, p. 42, pl. 1, fig. 9.
1967 *Anapiculatisporites matagallejus* n. sp. CRAMER, p. 39, pl. 2, fig. 46, pl. 3, fig. 50.
1966 *Anaplanisporites* sp., *in* Mc GREGOR & OWENS, pl. 2, fig. 14 et 15.
1966 *Planisporites* sp., *in* Mc GREGOR & OWENS, pl. 2, fig. 27.
1968 *Apiculatisporites* sp. 3 et sp. 4, *in* JARDINE & YAPAUDJAN, pl. 1, fig. 19 et 20.
1973 *Apiculatisporites perpusillus* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, p. 23, pl. 2, fig. 8 et 10-12.
1974 *Acanthotriletes perpusillus* NAOUMOVA, *in* Mc GREGOR, pl. 1, fig. 32 et 33.
1976 *Apiculatisporites perpusillus* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* ALLEN, p. 440, fig. 2-5.
1979 *Apiculatisporites perpusillus* (NAOUMOVA) Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR, pl. 22.2, fig. 72.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 260, 272 et 274.1.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète est droit et bordé de plis étroits ; il atteint presque l'équateur. L'exine est peu épaisse (1 µ environ). Sur la face proximale les aires de contact sont lisses. L'ornementation visible à l'équateur et sur la face distale est constituée de cônes et d'épines hauts de 1 à 2 µ, larges d'1 µ environ et espacés de 1 à 2 µ.

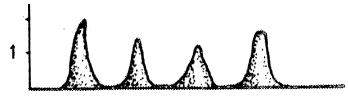



Fig. 12 : schéma de l'ornementation distale et équatoriale de *Apiculatisporites perpusillus*.

Dimensions : diamètre 34 à 45 µ, moyenne 39 µ (4 spécimens).

Remarques : je ne suis pas d'accord avec Mc GREGOR 1973 pour mettre l'espèce *picautus* CRAMER (1967, p. 260, pl. 2, fig. 36) en synonymie avec l'espèce *perpusillus*. L'espèce *picautus* est franchement subcirculaire et possède à mon avis une ornementation plus dense et plus fine que celle rencontrée chez l'espèce *perpusillus*.

Par contre, je rejoins l'avis formulé par Mc GREGOR en 1973 dans ces comparaisons, en mettant *Anapiculatisporites matagallejus* en synonymie avec l'espèce *perpusillus*.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Léon, Emsien (CRAMER 1967).; Libye, Bassin de Rhadames, zones VI et VII Gedinnien et Siegenien (JARDINE & YAPAUDJAN 1968).; Thécoslovaquie Barrandian region, Emsien inférieur et moyen (Mc GREGOR 1979), Canada, Ellesmere Island, Emsien moyen et supérieur (Mc GREGOR 1974) ; Gaspé, York River et Battery Point Formation, Emsien (Mc GREGOR & OWENS 1966, Mc GREGOR 1973 et 1977); coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

Genre *Apiculiretusispora* (STREEL) STREEL 1967

Espèce type : *Apiculiretusispora brandtii* STREEL 1964

*Apiculiretusispora brandtii* STREEL 1964

Pl. 2, fig. 3 et 4 a-c.

1964 *Apiculiretusispora brandtii* n. sp., *in* STREEL, p. 8, pl. 1, fig. 6-10.
1966 *Cyclogranisporites* sp. Mc GREGOR & OWENS, pl. 2, fig. 7, 18 et 19.
1967 *Cyclogranisporites* sp. Mc GREGOR, pl. 1, fig. 1.
1968 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* RIEGEL, p. 85, pl. 17, fig. 16 et 17, pl. 18, fig. 1.
1969 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* LELE & STREEL, p. 96, pl. 2, fig. 30 et 31.
1972 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* STREEL, pl. II, fig. 12.
1973 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* Mc GREGOR, p. 26 et pl. 2, fig. 28 et 30.
1973 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* RIEGEL, p. 84, pl. II, fig. 7 et 8.
1974 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* MOREAU-BENOIT, p. 176.
1974 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* BAR & RIEGEL, p. 43.
1975 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, TIWARI & SEHAARSCHMIDT, p. 19, pl. 4, fig. 1 et 2.
1976 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, pl. 4, fig. 2, tabl.-fig. 5.
1978 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* RICHARDSON & RASUL, p. 434, pl. 2, fig. 3.
1979 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* MOREAU-BENOIT, p. 27.
1979 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* Mc GREGOR, pl. 22, fig. 80, 85.
1980 *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *in* VAN DER ZWAN, pl. 1, fig. 8.

Comparaisons : les spécimens étudiés sont comparables au matériel type de *brandtii* STREEL 1964. Les photos au M.E.B. permettent d'observer les caractéristiques majeures de cette espèce : le contour subcirculaire, légèrement anisopolaire, les laesurae droites et fines (1 - 1,5 µ de large), égales aux 2/3 du rayon de la spore. Celles-ci forment une crête étroite portée sur un "promontoire pyramidal" (a) qui en vue planaire au microscope optique apparaît comme une zone triangulaire sombre.

Les branches du signe trilète se terminent sur des curvatures (b) fines qui délimitent des aires interradiales légèrement déprimées. La diagnose du genre fait état d'une sculpture moins dense ou absente sur les facettes proximales (ou aires interradiales).

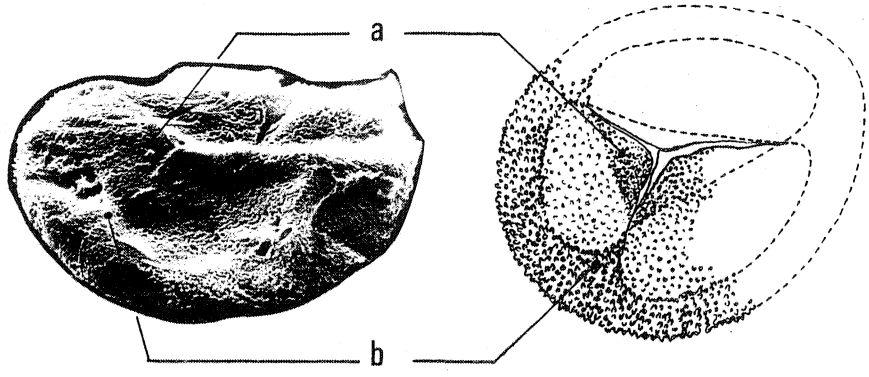



Fig. 13 : schéma de l'organisation de *Apiculiretusispora brandtii* en face proximale, détails : a - promontoire pyramidal apical ; b - curcatures.

Au M.E.B. le matériel figuré montre ici (pl. 2, fig. 4 a-c) une densité d'ornementation homogène sur toute la surface de la spore. Les ornements comprennent essentiellement des grains et des cônes de taille inférieure à 1 micron.

Dimensions : diamètre 38 à 72 µ, moyenne 55 µ (plus de 50 spécimens inventoriés).

Répartition stratigraphique et géographique : Belgique, Goé, carrière Brandt, Givetien inférieur (STREEL 1964) ; Rhénanie, Luidlar, Grès de Muhrlenberg, Eifelien moyen (RIEGEL 1968) ; U.S.A. Etat de New-York, Givetien (STREEL 1972) ; Canada, Gaspé, Formations de York River, Battery Point et Malbaie, Siegenien supérieur, Emsien inférieur à Eifelien compris (Mc GREGOR 1973); Rhénanie, couches de Heisdorf, de Lauch et Nohn, Emsien inférieur et Eifelien inférieur (RIEGEL 1973); France, Massif armoricain, synclinal de Saint-Julien-de-Vouvantes, grès à *D. monnieri* à calcaire d'Angers, Gedinnien à Emsien (MOREAU-BENOIT 1974) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadames, Formation A.OI et A.OII palynozones 4 à 6, Couvinien et Givetien (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; Angleterre, Oxfordshire, Apley Barn Borchole, Emsien (RICHARDSON & RASUL 1978) ; Irlande, Dingle Group, Emsien supérieur (VAN DER ZWAN 1980) ; Tchécoslovaquie, Praguien à Dalejien (Mc GREGOR 1979) ; coupes de Sablé-sur-Sarthe et Saint-Pierre-sur-Erve, Formations de Saint-Céneré et Montguyon, assemblages 1, 2 et 3, Praguien (Siegenien supérieur - Emsien inférieur).

*Apiculiretusispora plicata* (ALLEN 1965) STREEL 1967

Pl. 2, fig. 1 et 2.

1965 *Cyclogranisporites plicatus* ALLEN, p. 695, pl. 94, fig. 6-9.
1966 ? *Perotriletes* sp., *in* Mc GREGOR & OWENS, pl. 5, fig. 13.
1967 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, p. 33, pl. II, fig. 31 et 34.
1973 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* Mc GREGOR, p. 25, pl. 2, fig. 13 et 14.
1974 ? *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* Mc GREGOR, pl. 1, fig. 39.
1974 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* BECKER, BLESS, STREEL et THONEZ, pl. 15, fig. 13-16.
1976 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* ALLEN, fig. 2, G-H.
1976 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tabl.-fig. 5, pl. 1, fig. 9.
1976 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* MOREAU-BENOIT, p. 32, pl. 5, fig. 6.
1978 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* RICHARDSON & RASUL, p. 436, pl. 2, fig. 6.
1979 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* Mc GREGOR, pl. 221, fig. 36.
1980 *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL, *in* MOREAU-BENOIT, p. 65, pl. 8, fig. 2.

Matériel : Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 187, 233, 249.1, 251.1, 251.2, 272 et 274.1. Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 2, 6, 7, 8, 17, 19, 20, 30, 47 et 52.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Le signe trilète, bordé de lèvres et égale aux 4/5 du rayon de la spore est souvent accompagné par des replis de l'exine. L'ornementation sur la face distale est régulière et consiste en petits cônes et grains de 0,5 µ de haut et de large. La face proximale est lisse.

Dimensions : diamètre 50 à 86 µ, moyenne 65 µ (plus de 50 spécimens inventoriés).

Remarques : l'espèce *A. plicata* diffère de l'espèce *arenorugosa* (Mc GREGOR 1973) par ses dimensions plus réduites. L'absence d'épaississement apical, la régularité et la taille des ornements permettent de distinguer l'espèce *plicata* de l'espèce *brandtii*.

Répartition stratigraphique et géographique : espèce à très grande répartition à la fois stratigraphique (citée du Gedinnien jusqu'au Famenien) et également géographique. Coupes de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, Formations de Saint-Céneré et Montguyon, de la base au sommet, assemblages 1, 2 et 3, Praguien (Siegenien supérieur - Emsien inférieur).

*Apiculiretusispora pygmaea* Mc GREGOR 1973

Pl. 2, fig. 11.

1973 *Apiculiretusispora pygmaea* Mc GREGOR n. sp., p. 29, pl. 3, fig. 5-7.

1976 *Apiculiretusispora pygmaea* Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 12, pl. 3, fig. 18 et 19.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 233, 251.1, 260, 272 et 274.1.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire. Le signe trilète est bordé de lèvres fines (1 µ de large) et égal aux 2/3 du rayon de la spore environ. Un épaississement apical de l'exine, de forme triangulaire, est visible le long des laesurae au pôle proximal (largeur 2 µ). L'ornementation sur la face distale et à l'équateur est régulière et constituée de petits cônes de 0,5 µ de haut et de large.

Dimensions : diamètre 26 à 33 µ, moyenne 30 µ (7 spécimens).

Répartition stratigraphique : Canada, Gaspé, Battery Point Formation, assemblage inférieur, Emsien (Mc GREGOR 1973) ; Canada, Moose River Basin ; Sextant et Stooping River Formation, Siegenien et Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

Genre *Anapiculatisporites* POTONIE & KREMP 1954

Espèce type : *Anapiculatisporites isselburgensis* POTONIE & KREMP 1954

*Anapiculatisporites* sp. A

Pl. 2, fig. 8.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.1, 249.2, 251.7, 272 et 274.2. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 20 et 26.

Description : Spore à contour subcirculaire à ellipsoïdal. Le signe trilète n'est pas visible sur le matériel observé. L'exine est ornée distalement de grains et de cônes de taille variable, de 1 à 2 µ de large, 1 à 1,5 µ de haut et espacés de 0,5 à 2 µ.

La face proximale est lisse. L'exine est épaissie à l'équateur (largeur 2,5 µ).

Dimensions : diamètre 38 à 67 µ, moyenne 51 µ (9 spécimens).

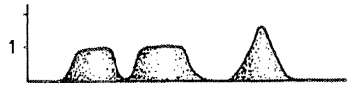



Fig. 14 : schéma de l'ornementation distale de *Anapiculatisporites* sp. A.

Remarques : cette forme possède les caractéristiques du genre *Anapiculatisporites* mais la mauvaise conservation et le peu de matériel ne permettent pas d'établir de comparaison avec d'autres espèces existantes.

Répartition : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?). Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Anapiculatisporites* sp. B

Pl. 2, fig. 5.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7 et 8.

Description des spécimens : Spore trilète à contour subcirculaire. La marque trilète peu visible, atteint l'équateur et est arrondie. La face proximale est lisse. La face distale et la région équatoriale sont ornées principalement de cônes de 1,5 à 2 µ de hauteur, larges de 1 à 1,5 µ et épaisses de 1,5 à 2 µ. La crassitude équatoriale a une largeur de 1 à 1,5 µ.

Dimensions : diamètre 43 à 46 µ, moyenne 44 µ (4 spécimens).

Fig. 15 : schéma de l'ornementation distale de *Anapiculatisporites* sp. B.

Comparaison : les spécimens étudiés présentent quelques affinités avec *Anapiculatisporites burnotensis* STREEL (1967) mais l'ornementation ici est restreinte à des cônes et n'atteint pas la forme d'épines, d'autre part la taille est plus grande.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?). Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Anapiculatisporites* sp. C

Pl. 2, fig. 9 et 10.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 28, 29, 32, 33 et 41.

Description des spécimens : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Les bras du signe trilète, fins, atteignent l'équateur. L'ornementation visible uniquement sur la face distale et dans la région équatoriale est constituée principalement de bacules, accompagnés de cônes pointus. La hauteur des ornements est de 1 à 1,5 µ pour une largeur à la base de 0,8 à 1,5 µ. L'espacement est très régulier, entre 1,5 à 2 µ. Un léger épaississement de l'exine, 1 µ environ, est visible à l'équateur.

Dimensions : diamètre 31 à 43 µ, moyenne 37 µ (9 spécimens).

Fig. 16 : schéma de l'ornementation distale de *Anapiculatisporites* sp. C.

Répartition stratigraphique : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur.

Genre *Dibolisporites* RICHARDSON 1965

Espèce type : *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON 1965

*Dibolisporites echinaceus* (EISENACK 1944) RICHARDSON 1965

Pl. 3, fig. 6-8.

Synonymie : voir Mc GREGOR 1973, p. 29.

1973 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* RIEGEL, p. 83, pl. 10, fig. 6-9.

1974 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* BECKER, BLESS, STREEL & THOREZ, pl. 17, fig. 1-2.

1974 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* TURNAU, p. 49, pl. 1, fig. 20.

1975 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* TIWARI & SCHAARSCHMIDT p. 21, pl. 7, fig. 1-2, text.-fig. 8.

1976 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 19, pl. 6, fig. 1 et 2.

1977 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* STAPLETON, p. 430.

1979 *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON, *in* MOREAU-BENOIT, p. 33, pl. 3, fig. 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 257.5, 257.6, 259 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 12, 13, 17, 26, 27, 32, 33, 47 et 48.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les sutures sont égales aux 2/3 du rayon de la spore, elles sont soulignées de lèvres épaisses (2 µ environ) et élevées. Les extrémités du signe trilète délimitent des curvatures parfaites. Une aire apicale triangulaire assombrie borde le signe trilète.

L'ornementation distale et proximo-équatoriale est représentée par des grains, des cônes et des éléments biformes de 0,5 à 3 µ de haut, 1 à 2 µ de large. Les éléments biformes présentent une base élargie, un étranglement aux 2/3 de la hauteur et une terminaison épineuse. En face proximale, les aires de contact présentent une ornementation de grains de 0,5 µ de haut et de large.

Dimensions : diamètre 53 à 81 µ, moyenne 65 µ (22 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : N.E. Ecosse, Bassin Orcadian, groupes de Thurso Flagstone et Eday, Givétien (RICHARDSON 1965) ; S.W. Eifel, Formations de Heisdorf, Lauch et Nöhn, Emsien supérieur et Eifelien (LANNINGER 1968 ; RIEGEL 1968, 1973) ; Formation de Klerf, sommet de l'Emsien inférieur (SCHULTZ 1968) ; Synclinal de Prüm, Emsien à Givetien (TIWARI & SCHAARSCHMIDT 1975) ; Belgique Frasnien Fr1 à Famennien supérieur Fa 2d (BECKER, BLESS, STREEL & THOREZ (1974) ; Antarctique, Formation de Horlick, Emsien inférieur (KEMP 1972) ; Canada, Gaspé, Formations de Battery Point et Malbaie, Emsien supérieur et Eifelien (Mc GREGOR 1973 et 1977) ; Ontario, Bassin de Moose River, partie supérieure de la Formation de Stooping River et Formation de Williams Island, Emsien supérieur à Givetien supérieur (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Pologne, région de Bielsko - Wadowice, Emsien supérieur ( TURNAU 1974) ; Afrique du Sud, Dévonien moyen (STAPLETON 1977) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès, partie supérieure de la Formation Tadrart et Formation Ovan Kasa, A.O.I et A.O.II, palynozones 2 à 6, Siegenien supérieur - Emsien inférieur au sommet du Givetien (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER 1968) Mc GREGOR 1973

Pl. 2, fig. 6 et 7 a-c.

1968 *Anapiculatisporites eifeliensis* n. sp. LANNINGER, p. 124, pl. 22, fig. 11.

1973 *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER) n. comb., *in* Mc GREGOR, p. 31, pl. 3, fig. 17 à 22.
1974 *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER) Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR, p. 71, pl. 2, fig. 47 et 51.
1976 *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER) Mc GREGOR, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tabl.-fig. 5, pl. 4, fig. 5.
1976 *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER) Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 33, pl. 5, fig. 4.
1976 *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER) Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 19, pl. 14, fig. 21.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.1, 251.6, 259, 260 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 26, 28, 29, 53, 54 et 55.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Le signe trilète atteint l'équateur, les sutures sont accompagnées par des plis. La face proximale est finement granuleuse. La face distale ainsi que la région proximo-équatoriale, portent une ornementation variée.

Les éléments biformes comprennent des bacules ainsi que des grains surmontés d'une terminaison épineuse. La hauteur des ornements est de 2 à 4 µ, leur largeur à la base est de 1,5 à 2 µ.

Dimensions : diamètre 33 à 62 µ, moyenne 43 µ (14 spécimens).

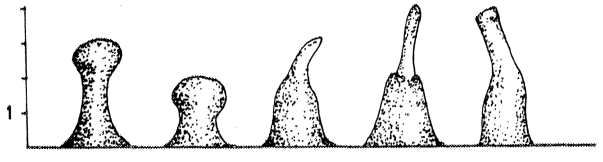



Fig. 17 : détail de l'ornementation distale et équatoriale de *Dibolisporites eifeliensis*.

Répartition stratigraphique et géographique : Allemagne, Eifel, grès de Wetteldorf, Emsien supérieur (LANNINGER 1968) ; Canada, Gaspé, Formations de York River, Battery Point et Malbaie, Emsien et Eifelien (Mc GREGOR 1973, 1977) ; Ellesmere Island, Emsien supérieur - Eifelien inférieur (Mc GREGOR 1974) ; Ontario Moose River Basin, partie supérieure, Formation de la Stooping River et partie inférieure, Formation de Kwataboachegan, Emsien supérieur - Eifelien inférieur (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; France, Massif armoricain, partie supérieure de la coupe de Saint-Céneré, Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadames, sommet de la Formation Tadrart, Ouan Kasa et A.O.I, palynozones 204, Siegenien supérieur - Emsien inférieur au sommet du Couvinien (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976 ; MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe,

Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?); coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, sommet de l'assemblage 2 et assemblage 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Dibolisporites* cf. *quebecensis* Mc GREGOR 1973
Pl. 3, fig. 2 a-b, 3 a-b, 4, 5 a-b.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7 et 14.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. La face distale est hémisphérique et la face proximale aplatie. Les sutures sont fines de longueur égale aux 4/5 du rayon de la spore. La face proximale lisse sur certains spécimens porte sur d'autres une ornementation très dense de petits grains (> 1 µ).

La région proximo-équatoriale ainsi que la face distale présentent une ornementation variée de bacules, d'éléments biformes à terminaison épineuse (hauts de 2 à 3 µ, larges de 1 à 1,5 µ) et de cônes émoussés (1,5 µ de hauteur, 1,5 µ de largeur à la base).

Dimensions : diamètre 25 à 45 µ, moyenne 34 µ (10 spécimens).

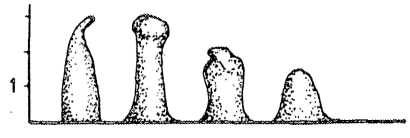



Fig. 18 : schéma de l'ornementation distale de *Dibolisporites* cf. *quebecensis*.

Remarques : ces spécimens ont une ornementation très proche de celle de *Dibolisporites quebecensis* n. sp. Mc GREGOR (1973, p. 32, pl. 3, fig. 11 et 14-16), mais s'en distinguent par un contour typiquement subcirculaire et une taille inférieure (entre 28 - 68 µ avec moyenne 46 µ pour les spécimens de Mc GREGOR 1973).

Répartition stratigraphique : pour l'espèce *D. quebecensis* Mc GREGOR 1973 : Canada, Gaspé, Formations de York River, Battery Point et partie inférieure de la Formation Malbaie, Emsien à Eifelien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Dibolisporites* cf. *wetteldorfensis* LANNINGER 1968

Pl. 3, fig. 10 et 11.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 8, 17, 24 et 27.

Description des spécimens : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète atteint la région équatoriale qui est épaissie (1 à 1,5 µ). Les sutures sont bordées de lèvres de 1,5 µ de large. La face proximale est lisse. La face distale et la région équatoriale sont ornées d'éléments variés et biformes pour la plupart. L'ornementation est constituée de grains à terminaison épineuse, de bacules et de cônes de 1 à 2 µ de hauteur, et de 1 µ de large.

Dimensions : diamètre 20 à 24 µ, moyenne 22 µ (8 spécimens).

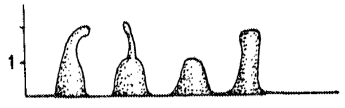



Fig. 19 : détail de l'ornementation distale et équatoriale de *Dibolisporites* cf. *wetteldorfensis*.

Discussion : les spécimens observés sont de taille inférieure aux *D. wetteldorfensis* décrits par LANNINGER(1968) et Mc GREGOR (1973). L'ornementation se rapproche de celle caractérisant l'espèce *wetteldorfensis*, sans pour cela atteindre la complexité des ornements décrits par Mc GREGOR en 1973 sur son matériel.

*D. wetteldorfensis* D'ERCEVILLE 1979 diffère des formes étudiées par la taille, par des ornements plus variés et plus grands.

Répartition stratigraphique et géographique : pour l'espèce *wetteldorfensis* : Allemagne, Eifel, Grès de Wettelforf, Emsien supérieur (LANNINGER 1968) ; Canada, Gaspé, Battery Point Formation, assemblage inférieur, Emsien (Mc GREGOR 1973 et 1977) ; Ontario, Moose River Basin, Stooping River Formation, Siegenien-Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Norvège, Trøndelag, Emsien (ALLEN 1976) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Dibolisporites* sp.

Pl. 3, fig. 9.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 32, 33, 54 et 56.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les sutures sont simples et atteignent l'équateur. La face proximale est lisse. La face distale porte une ornementation d'éléments biformes à terminaison épineuse et de cônes de 2 à 2,5 µ de haut, larges de 1 à 1,5 µ et distants de 1,5 à 2 µ.

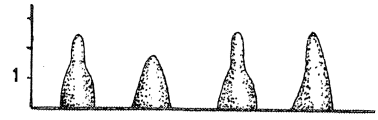



Fig. 20 : schéma de l'ornementation distale de *Dibolisporites* sp.

Dimensions : diamètre 38 à 57 µ, moyenne 45 µ (7 spécimens).

Remarques : les spécimens étudiés sont corrodés. Ces formes diffèrent de *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER 1968) Mc GREGOR 1973 par une face proximale non ponctuée et une face distale avec une ornementation moins diversifiée. Les spécimens étudiés présentent des analogies avec ? *Dibolisporites* sp. C RICHARDSON & RASUL 1978 (p. 443, pl. 3, fig. 7), mais la mauvaise conservation du matériel ne permet pas de préciser la synonymie.

Répartition stratigraphique : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur.

Genre *Pustulatisporites* POTONIE & KREMP 1955

Espèce type : *Pustulatisporites pustulatus* POTONIE & KREMP 1955

*Pustulatisporites* sp. cf. *Pustulatisporites* sp. Mc GREGOR 1973

Pl. 3, fig. 12.

Matériel : Sablé-sur-Sarthe : SAB 259. Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 47.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Le signe trilète atteint l'équateur ; les branches sont bordées de lèvres épaisses (2 à 2,5 µ de large). La face proximale est lisse. La face distale et la région proximo-équatoriale portent des ornements variés, verrues et grains partiellement anastomosés de 1,5 à 3 µ de large, 1 à 1,5 µ de haut à contour circulaire ou polygonal, ainsi que des cônes surtout visibles à l'équateur, hauts de 1,5 µ. L'exine est épaissie à l'équateur (2 µ de large).

Dimensions : diamètre 35 à 48 µ, moyenne 41 µ (6 spécimens inventoriés).

Remarques : le peu de matériel et sa mauvaise conservation rendent difficile l'observation exacte de la structure originelle de cette forme. Cependant les caractéristiques essentielles permettent de la rapprocher de *Verrucosisporites* sp. (Mc GREGOR & OWENS 1966, pl. V, fig. 18) synonyme de *Pustulatisporites* sp. (Mc GREGOR 1973, p. 33, pl. 4, fig. 5, 6, 12).

Répartition stratigraphique et géographique : pour *Pustulatisporites* sp. : Canada, Eastern Gaspé, Battery Point Formation, assemblage supérieur - Emsien - Eifelien Mc GREGOR 1973 ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

*Pustulatisporites* sp. A

Pl. 3, fig. 15.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 259.

Description des spécimens observés : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Les sutures sont simples et droites, égales au rayon de la spore. L'exine lisse sur la face proximale, est ornementée distalement ainsi que dans la région proximo-équatoriale. Les ornements variés sont espacés, constitués essentiellement de grains et de verrues de 1 à 2,5 µ de large, hauts de 1 µ, et de cônes de 1 µ de large et 0,5 µ de hauteur. L'épaisseur de l'exine est de 2,5 µ à l'équateur.

Dimensions : diamètre 31 µ (1 spécimen).

Remarques : cette forme est attribuée au genre *Pustulatisporites* plutôt qu'au genre *Verrucosisporites* ou au genre *Converrucosisporites* dans la mesure où seules la face distale proximo-équatoriale sont ornementées.

Répartition stratigraphique : sommet de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?)

*Pustulatisporites* sp. B

Pl. 3, fig. 16.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 260. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7 et 14.

Description des spécimens observés : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète est droit, les sutures fines ne sont pas observées par des plis et atteignent l'équateur. La face proximale est lisse.

La face distale ainsi que la région proximo-équatoriale portent des verrues de taille irrégulière (2 à 7 µ de large), basses et à contour subcirculaire.

Dimensions : diamètre 43 à 46 µ, moyenne 44 µ (4 spécimens).

Remarques : l'exine de ces formes semble très fine, ce qui explique la mauvaise conservation des spécimens observés. Cette espèce présente quelques analogies avec *Lycopodiacidetes oxygius* Mc GREGOR (1973), mais s'en distingue par la taille plus importante de ses verrues et leur forme aplatie.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Pustulatisporites* sp. C

Pl. 4, fig. 1.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 56 et 57.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Les sutures très fines s'étendent jusqu'à l'équateur. La surface, lisse du côté proximal est ornementée sur la face distale par des verrues de taille et de contour irréguliers (diamètre 3 à 6 µ, hauteur 1 à 1,5 µ), très serrées et parfois confluentes. La région équatoriale présente une ornementation de grains, de cônes à terminaison épineuse et de bacules (2 à 3 µ de haut, 1,5 à 2 µ de large). L'exine est épaissie à l'équateur et l'épaississement large de 3 à 4 µ en face des aires interradiaires, se rétrécit aux angles de la spore (épaisseur 2 µ).

Dimensions : diamètre 38 à 48 µ, moyenne 43 µ (3 spécimens inventoriés).

Remarques : cette forme se distingue de *Pustulatisporites* cf. *pustulatisporites* sp. Mc GREGOR 1973, décrite précédemment par un contour franchement subtriangulaire, un signe trilète non bordé de lèvres et surtout par la taille de ses ornements.

Répartition stratigraphique : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur (sommet du Praguien).

Genre *Raistrickia* (SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944) POTONIE & KREMP 1954

Genotype : *Raistrickia grovensis* SCHOPF *in* SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Sur l'ensemble des deux coupes, quatre espèces ont été rapportées au genre *Raistrickia* en s'appuyant sur la prédominance au niveau de l'ornementation d'éléments de sculpture variable, bacules, verrues, cône et épines.

La distinction de quatre formes différentes (fig. 19) repose sur l'analyse des variations de plusieurs caractères tels que : le contour et la taille générale de la spore, la taille des ornements, leur forme et leur dispersion, l'aspect du signe trilète et l'épaisseur de la crassitude équatoriale.

Discussion : pour ces quatre formes il est difficile d'établir des rapprochements précis avec des espèces déjà décrites dans le Dévonien supérieur et le Carbonifère inférieur, telles que *Raistrickia aratra* (ALLEN 1965) ou *Raistrickia baculosa* (HACQUEBARD 1957) par exemple, qui sont plus grosses et à ornementation plus complexe.

Le matériel étudié est en revanche beaucoup plus proche de formes décrites dans le Dévonien inférieur et moyen. Ainsi *Raistrickia* sp. A se rapproche de *Raistrickia* sp. (Mc GREGOR 1973) et *Raistrickia* sp. C présente quelques analogi es avec *Neoraistrickia* sp. (MOREAU-BENOIT 1979).

Bien qu'étant laissées en nomenclature ouverte, ces formes sont importantes à signaler, car elles marquent l'apparition d'un type nouveau d'ornementation.

*Raistrickia* sp. A

Pl. 4, fig. 2 et 8 a-b.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 274.1.

Description : Spore à contour subcirculaire. La face proximale est lisse avec un signe trilète bordé de lèvres fines (épaisseur < 1 µ). L'exine à l'équateur est épaissie uniformément (1,5 µ). L'ornementation distale est constituée de grains et de bacules de 2 µ de haut et 1,5 µ de large et à l'équateur de bacules, de massues, et de petites épines de 1,5 µ de haut et 1 µ de large, distants de 2 µ environ.

Dimensions : diamètre 30 µ (1 spécimen).

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

*Raistrickia* sp. B

Pl. 4, fig. 3.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 33 et 43.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. La face proximale est lisse et le signe trilète fin, non bordé de lèvres atteint l'équateur.

L'épaisseur équatoriale est de 3,5 µ. L'ornementation en face distale et à l'équateur est constituée pour l'essentiel de bacules à terminaison bifide, de massues et parfois d'épines de 2,5 µ de haut et de 1 à 2 µ de large, distants de 3 µ environ. Cette ornementation distale est disposée concentriquement sur le corps de la spore.

Dimensions : diamètre 29 à 31 µ, moyenne 30 µ (2 spécimens).

Répartition stratigraphique : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur.

*Raistrickia* sp. C

Pl. 4, fig. 4 et 5.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 2, 6, 7 et 8.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi à subcirculaire. La paroi épaissie à l'équateur atteint 2,5 µ de largeur. Le signe trilète, souvent ouvert sur les spécimens observés, est bordé de lèvres épaisses (2,5 µ) et atteint l'équateur. L'ornementation en face distale est constituée à l'équateur de bacules, massues et épines de 2 à 2,5 µ de haut et de 1 à 1,5 µ de large, distants de 1,5 µ. Cette ornementation vue en plan sur le corps de la spore apparaît sous forme d'éléments peu prohéminents, grains ou verrues de 2 à 2,5 µ de large. La face proximale est lisse.

Dimensions : diamètre 30 à 38 µ, moyenne 33 µ (6 spécimens).

Remarques : ces spécimens à contour subtriangulaire, pourraient être attribués au genre *Neoraistrikia*. Cependant l'ornementation n'est pas ici constituée uniquement de bacules mais d'éléments divers, ce qui me fait préférer l'affiliation au genre *Raistrickia*.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Raistrickia* sp. D

Pl. 4, fig. 6 et 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 13, 20, 26, 27 et 30.

Description : Spore à contour circulaire. Le signe trilète, fin, atteint l'équateur où l'exine apparaît épaissie (1,5 µ). L'ornementation uniquement distale est constituée de petits éléments : massues, bacules et épines hauts de 1 à 1,5 µ et larges de 1,5 µ et rapprochés.

Dimensions : diamètre 24 à 33 µ, moyenne 28 µ (12 spécimens).

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

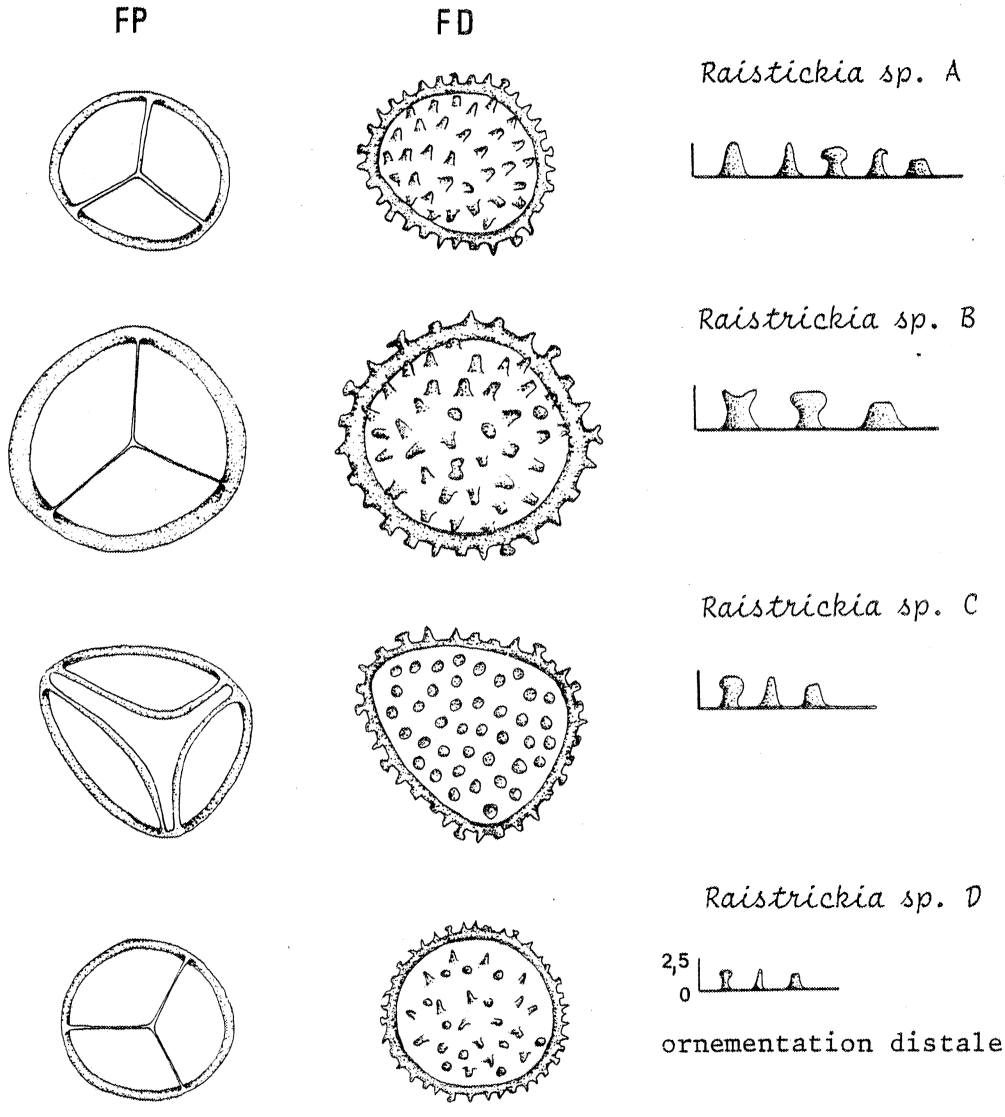



Fig. 21 : organisation des différentes espèces du genre *Raistrickia*. FP : face proximale ; FD : face distale.

Genre *Verrucosisporites* IBRAHIM 1933 emend SMITH & BUTTERWORTH 1967

Espèce type : *Verrucosisporites verrucosus* (IBRAHIM) IBRAHIM 1933

*Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER 1968

Pl. 3, fig. 13 et 14.

1966 *Verrucosisporites* sp., *in* Mc GREGOR & OWENS, pl. 1, fig. 34, pl. II, fig. 20, 22, 34.
1966 *Verrucosisporites polygonalis* n. sp. LANNINGER, p. 128, pl. 22, fig. 19.
1973 *Verrucosisporites ? polygonalis* LANNINGER, *in* Mc GREGOR, p. 37, pl. 4, fig. 16-17, 19, 25 et 26.
1974 *Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER, *in* MOREAU-BENOIT, p. 171-172.
1976 *Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, pl. 2, fig. 13, tabl.-fig. 5.
1976 *Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 28, pl. 3, fig. 22-24.
1979 *Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER, *in* MOREAU-BENOIT, p. 42-43.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 260, 272 et 274.2. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 8.

Description : Spore trilète anisopolaire à contour subcirculaire. Le signe trilète est droit, bordé de lèvres élevées, égal aux 3/4 du rayon de la spore. L'exine fine en face proximale est épaissie à l'équateur ainsi que distalement (2 à 3 µ de large). La face proximale est lisse. La face distale ainsi que la région proximo-équatoriale portent une ornementation de verrues contigues, à base polygonale, de 0,5 à 1,5 µ de large et de 0,5 µ de haut. On distingue parfois à l'équateur, quelques grains à terminaison épineuse.

Dimensions : diamètre 38 à 67 µ, moyenne 47 µ (9 spécimens).

Remarques : les matériels Canadiens (Mc GREGOR 1973 et 1976) et lybiens (MOREAU-BENOIT 1980) ont permis d'observer au milieu des verrues, une terminaison épineuse, sculpture qui n'a pu être mis en évidence sur le matériel étudié, relativement carbonifié. Cependant, Mc GREGOR après avoir vu le matériel type de LANNINGER, ainsi que MOREAU-BENOIT, admettent un concept élargi de l'espèce avec verrues simples sans épines, ce qui justifie ici l'attribution spécifique à *polygonalis*.

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Gaspé, York River et partie inférieure de Battery Point Formation, Siegenien supérieur - Emsien inférieur à Eifelien inférieur (Mc GREGOR 1973 - 1977 ; Mc GREGOR & OWENS 1966); Ontario, Stooping River Formation, Siegenien supérieur - Emsien inférieur (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Libye, Bassin de Rhadames, sommet Ouan Kasa, A.O.I, palynozones 3 et 4, Emsien supérieur et Couvinien (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976).

Allemagne Eifel, couches de Klerf, Emsien inférieur (LANNINGER 1968) ; France, S.E. Massif Armoricain, Siegenien supérieur à Emsien (MOREAU-BENOIT 1974) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

Genre *Acinosporites* RICHARDSON 1965

Espèce type : *Acinosporites acanthomamillatus* RICHARDSON 1965

*Acinosporites lindlarensis* (RIEGEL 1968) var. *minor* Mc GREGOR & CAMFIELD 1976

Pl. 4, fig. 9 a-b et 10.

1976 *Acinosporites lindlarensis* (RIEGEL 1968) var. *minor*, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 8, pl. 5, fig. 4 et 5.

1980 *Acinosporites lindlarensis* (RIEGEL 1968) var. *minor* Mc GREGOR & CAMFIELD 1976, *in* VAN DER ZWAN, pl. 1, fig. 9, pl. 2, fig. 1 et 2.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 257.5. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7.

Description des spécimens : Spore trilète chambrée à contour subcirculaire. La marque trilète souvent indistincte semble simple, égale aux 4/5 du rayon de de la spore. L'intexine est lisse et épaisse de 2 µ environ. L'exoexine a une épaisseur de 0,5 µ. L'ornementation sur la face distale et en région proximo-équatoriale comprend des éléments variés : grains, cônes, bacules et éléments biformes. La taille des ornements est de 0,5 à 3 µ, leur largeur à la base étant de 0,5 à 1,5 µ.

Sur la face distale les éléments sont arrondis et souvent jointifs par 2 ou 3. Sur la face proximale les aires de contact sont lisses.

Dimensions : diamètre 38 à 53 µ, moyenne 46 µ (5 spécimens).

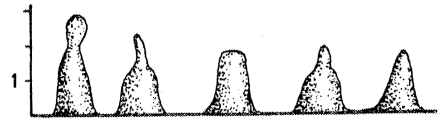



Fig. 22 : ornementation distale et équatoriale de *Acinosporites lindlarensis* var. *minor*.

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Ontario, Moose River Basin, Sextant Formation, partie supérieure de Stooping River Formation jusqu'à Williams Island Formation, Emsien à Givetien (Mc GREGOR & CAMFIELD

1976) ; Sud-Ouest de l'Irlande Dingle Group, Emsien supérieur (VAN DER ZWAN 1860) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Acinosporites* cf. *lanceolatus* STREEL 1967
Pl. 4, fig. 14 a-c.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 48 et 53.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les bras du signe trilète atteignent l'équateur et sont bordés par des plis. La face proximale porte une fine granulation. L'ornementation distale est constituée d'éléments biformes, épines à contour lanceolé, grana, bacules, plus ou moins anastomosées, parfois reliés par des crêtes fines et donnant l'image d'une surface réticulée. Les ornements mesurés à l'équateur ont une hauteur de 2,5 à 3 µ, pour une largeur à la base de 1 à 2 µ. L'épaisseur de l'exine en région équatoriale est de 1,5 µ.

Dimensions : diamètre 48 à 57 µ, moyenne 52 µ (3 spécimens).

Remarques : les formes étudiées présentent de grandes analogies avec *Acinosporites lanceolatus* n. sp. STREEL 1967, cependant le peu de matériel ne permet pas d'affirmer l'exacte synonymie de ces espèces. Sur les spécimens rencontrés, la réticulation est peu développée, et quelques appendices seulement sont reliés par des crêtes.

Répartition stratigraphique et géographique : pour *Acinosporites lanceolatus* : Belgique, Dave, Emsien inférieur (STREEL 1967) ; Angleterre, Oxfordshire, Emsien (RICHARDSON & RASUL 1978) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur (sommet du Praguien).

Genre *Biornatispora* LELE & STREEL 1969
Espèce type : *Biornatispora (verrucosisporites) dentata* (STREEL) n. comb. 1969

*Biornatispora* ? *salopiensis* n. comb.
Pl. 4, fig. 11, 12 a-b et 13.

1969 *Acinosporites salopiensis* RICHARDSON & LISTER, p. 225, pl. 39, fig. 5 et 6.

1976 *Acinosporites salopiensis* RICHARDSON & LISTER, *in* MOREAU-BENOIT, p. 35, pl. 6, fig. 6, pl. 9, fig. 2 et 3.
1977 *Acinosporites salopiensis* RICHARDSON & LISTER, *in* MOREAU-BENOIT, pl. 2, fig. 7.
1980 *Acinosporites salopiensis* RICHARDSON & LISTER, *in* MOREAU-BENOIT, p. 67, pl. 9, fig. 1.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 187, 249.2, 251.2, 251.6, 257.1, 257.3, 260 et 272.

Description : Spore à contour subtriangulaire arrondi. La marque trilète droite, de longueur égale aux 4/5 du rayon de la spore, est bordée de lèvres et se prolonge à l'équateur par des curvatures parfaites. L'exine est épaissie (1 à 1,5 µ). L'ornementation sur la face distale est constituée d'éléments apiculés (cônes pointus, cônes à bases larges ou verrues de 1 µ de large et de 1 à 1,5 µ de haut) reliés entre eux par des rides (ou murs) plus ou moins convolutes et anastomosés (aspect de reticulum). La largeur des mailles au luminae, déterminées par ses rides, varie de 1,5 à 3 µ.

L'ornementation à l'équateur est constituée de cônes et de bacules (1,5 à 2 µ de haut, 1 µ de large).

Dimensions : diamètre 33 à 43 µ, moyenne 37 µ (10 spécimens).

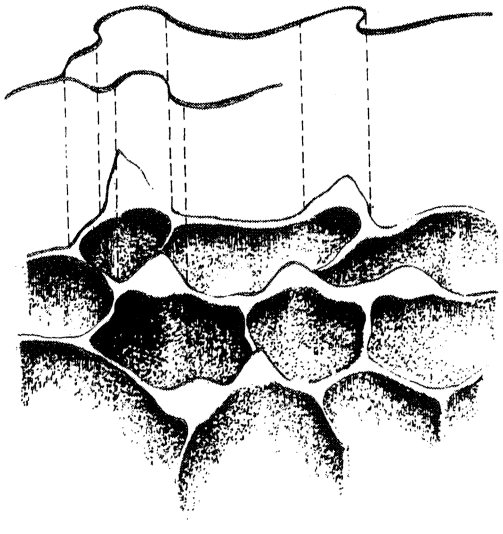


Fig. 23 : surface pseudo-réticulée de *Biornatispora* ? *salopiensis* ; aspect convolute de la trace des murs vus en projection.

Discussion : si l'on se refère à la diagnose originale du genre *Biornatispora* STREEL (1969), l'espèce *salopiensis* par les caractéristiques de ses sculptures devrait être placée dans ce genre plutôt que dans *Acinosporites*

RICHARDSON (1965). Nous avons ainsi présence sur le matériel d'une double sculpture, d'une part de murs fins de hauteur variable qui ont tendance à s'anastomoser et d'autre part sur ces murs et à l'équateur d'éléments apiculés de types cônes, épines, verrues et bacules. En revanche, le genre *Acinosporites* RICHARDSON (1965) se caractérise par des murs typiquement convolutes et une ornementation plus variée.

L'attribution à l'espèce *salopiensis* se justifie dans la mesure où les caractères généraux d'*Acinosporites salopiensis* RICHARDSON & LISTER (1969) sont retrouvés. Les différences observées par rapport à cette espèce ne sont pas restrictives, dans la mesure où elles portent sur des objets dont la taille varie (largeur de la maille du reticulum, longueur et largeur des ornements) et dont la présence (pointe effilée sur la partie terminale des ornements) est tributaire de l'état de conservation du matériel.

Répartition stratigraphique et géographique : pour l'espèce *A. salopiensis*: Angleterre, Pays de Galles Ditton Group, Dittonien (RICHARDSON & LISTER 1969) ; Massif Armoricain, Formation de Saint-Céneré, partie supérieure, Praguien (MOREAU-BENOIT 1976), Bodonnec, Dévonien inférieur (MOREAU-BENOIT 1977) ; Formation de l'Armorique, Gedinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

*Biornatispora* sp. A

Pl. 5, fig. 2.

Matériel : Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 54.

Description : Spore à contour subtriangulaire arrondi. Les murs (de 1,5 à 3 µ de large, 1 à 2 µ de haut) s'anastomosent pour former un réticulum dont les noeuds sont ornementés de verrues ou d'épines de taille variable (3 à 12 µ) et disposés irrégulièrement. Les luminae ont également un diamètre variable (6 à 14 µ).

Le signe trilète n'est pas visible ici, masqué vraisemblablement par la réticulation.

Dimensions : diamètre 47 µ (1 spécimen).

Remarques : le spécimen est mal conservé, il est vraisemblable notamment que l'épaisseur de la réticulation soit imputable à la carbonification. Les sculptures : réticulation avec muri plus ou moins anastomosés et ornements sur les muri, sont caractéristiques du genre *Biornatispora*.

Cette forme ressemble à *Biornatispora pseudospinosa* STREEL (1969) par l'ornementation (cônes et verrues) disposée irrégulièrement. Cependant, par rapport au spécimen étudié, l'espèce *pseudospinosa* présente des muri moins larges (1 µ environ) des luminae de diamètre plus réduit (3 à 10 µ) et des ornements moins hauts (maximum 8 µ).

Par certains caractères, hauteur des muri et largeur des luminae par exemple, le matériel présente également des analogies avec *Biornatispora apiculata*, mais en diffère par la hauteur des ornements.

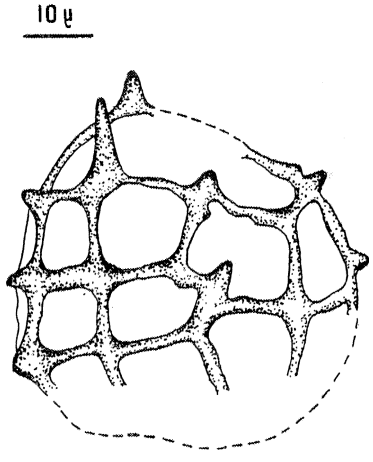



Fig. 24 : reconstitution de la surface pseudo-réticulée de *Biornatispora* sp. A ; épines aux angles des mailles.

Répartition stratigraphique : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur (sommet du Praguien).

*Biornatispora* sp. B

Pl. 5, fig. 3.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 29, 33, 44, 47, 49, 50 et 54.

Description : Spore trilète, anisopolaire, à contour subcirculaire. Le signe trilète, bordé de lèvres, atteint le bord équatorial qui est épaissi (3 à 4 µ). Aucune ornementation n'est visible en face proximale.

La face distale présente un réticulum aux murs fins, formé de mailles polygonales de 2 µ de diamètre, et qui portent aux angles des verrues et des épines de 1 à 1,5 µ de hauteur.

Dimensions : diamètre 57 à 91 µ, moyenne 70 µ (7 spécimens).

Discussion : les spécimens décrits ici sont très corrodés et seule une partie de leur ornementation est conservée. Il est difficile de les comparer aux formes existantes bien que certains caractères montrent des analogies avec ceux des spores décrites et figurées sous le nom de : *Verrucosisporites apiculatus* n. sp. STREEL (1964, pl. 1, fig. 13) espèce rapportée au genre *Acinosporites* par STREEL (1967) et sous le nom de *Acinosporites apiculatus* STREEL par RIEGEL (1968, p. 88, pl. 19, fig. 2-4).

L'espèce *apiculatus* a été placée dans le genre *Biornatispora* par LELE & STREEL en 1969.

L'illustration et la description de ces formes par STREEL & RIEGEL fait état d'une face distale densement couverte de verrues et d'épines, sur un réseau de murs fins formant un réticulum. Le matériel observé, corrodé, ne montre que le support de ces verrues, c'est-à-dire la surface réticulée.

Répartition stratigraphique et géographique : pour *Biornatispora (verrucosisporites) apiculata* : Belgique, Goé, synclinorium de La Vesdre, base du Givetien (STREEL 1964), sondage de Bolland, Emsien supérieur (STREEL 1967) ; Allemagne, Rhindaud, Eifelien (RIEGEL 1968) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur.

*Biornatispora* sp. C

Pl. 5, fig. 1.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 12.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète atteint l'équateur. La face proximale apparaît finement granuleuse et la face distale est réticulée. Les murs du réticulum formés de crêtes fines, déterminent un réseau de mailles à contour polygonal (diamètre de 3 à 7 µ). Les angles des mailles portent des épines.

Dimensions : diamètre 77 à 80 µ, moyenne 78 µ (2 spécimens).

Remarques : la mauvaise conservation du matériel ne permet pas de définir les caractéristiques exactes des ornements. Ce type d'ornementation proximale et distale présente cependant quelques affinités avec celle définie pour *Biornatispora lanceolata* LELE & STREEL, décrit par MOREAU-BENOIT 1980.

Répartition stratigraphique et géographique : pour *Biornatispora lanceolata* : Libye occidentale, Bassin de Rhadames, palynozone 2, Siegenien supérieur -

Emsien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976, MOREAU-BENOIT 1980); coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

Genre *Brochotriletes* NAOUMOVA 1953

Espèce type : *Brochotriletes magnus* ISHEHENKO 1952

Sept espèces pouvant être placées dans le genre *Brochotriletes* ont été recensées sur l'ensemble des 2 coupes. Trois d'entre elles sont laissées en nomenclature ouverte, deux sont attribuées à une espèce déjà décrite, les deux dernières sont seulement rapportées avec doute à des espèces connues.

L'étude des variations du diamètre et du nombre des fovea, de l'épaisseur des muri, ont fourni les premiers critères de différenciation spécifique (cf. fig. 25).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diamètre des fovea | 4 à 12µ | 4 à 10µ | 3 à 5µ | 3 à 5µ | 2 à 4µ | 1 à 3µ | 1 à 2µ |
| Epaisseur des murs | 3 à 7µ | 2 à 4µ | 5 à 7µ | 2 à 3µ | 2 à 4µ | 1 à 2µ | 1 à 2,5µ |
| Nombre des fovea sur un diamètre | 4 à 5µ | 4 à 5µ | 4 µ | 5 à 6µ | 8 à 10 µ | 12 à 14µ | 14 à 16µ |

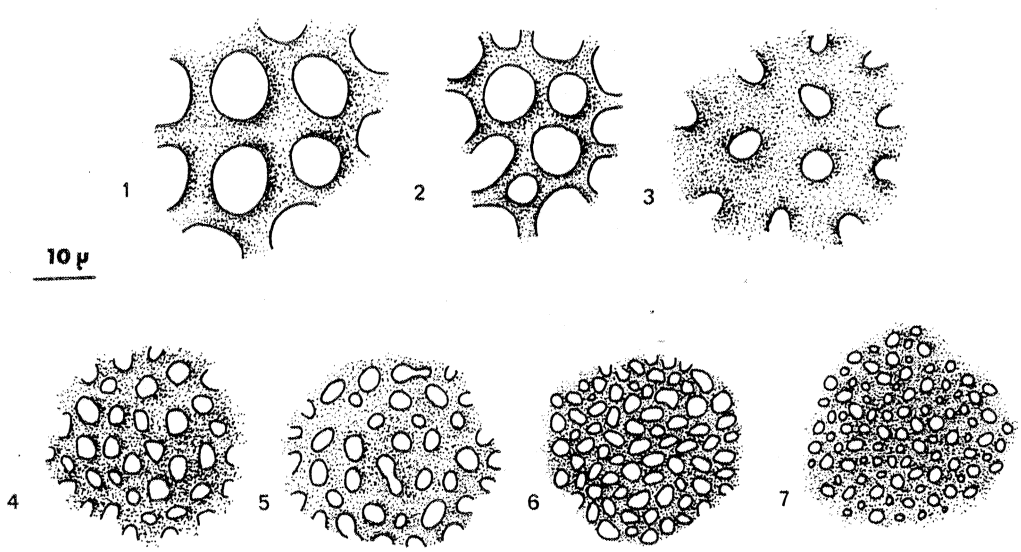



Fig. 25 : organisation de la structure foveolée chez 7 espèces attribuées au genre *Brochotriletes*. 1 : *B. Mc Gregori* MOREAU-BENOIT 1979 ; 2 : *B.* cf. sp. A Mc GREGOR 1973 ; 3 : *B.* sp. A ; 4 : *B.* sp. B ; 5 : *B. sanpetrense* RODRIGUEZ 1978 ; 6 : *B.* sp. C ; 7 : *B.* cf. *robustus* (SCOTT & ROUSE) Mc GREGOR 1973.

*Brochotriletes Mc Gregori* MOREAU-BENOIT 1979

Pl. 5, fig. 4, 5 et 6 a-b.

1966 *Brochotriletes* 15187, *in* Mc GREGOR & OWENS, pl. IV, fig. 8.
1968 *Perferosporites* sp. 2, *in* JARDINE & YAPAUDJAN, pl. 1, fig. 26 et ?27.
1976 *Brochotriletes* sp. A Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 34, pl. 6, fig. 2.
1979 *Brochotriletes Mc Gregori* n. sp., *in* MOREAU-BENOIT, p. 53, pl. 8, fig. ?
1980 *Brochotriletes* sp. Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 66, pl. 8, fig. 6.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 199, 249.2, 251.2, 251.7, 259, 272, 274.1 et 274.2. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 17, 19, 26, 29, 32 et 33.

Description : microspore à contour subcirculaire ; l'ornementation sur la face distale et à l'équateur consiste en perforations circulaires au fovea (diamètre 4 à 12 µ) séparés par des muri épais et lisses (épaisseur 3 à 7 µ). Quatre à cinq fovea peuvent être comptées sur un diamètre, ce qui correspond à dix fovea environ sur l'équateur. La face proximale apparaît lisse, l'observation du signe trilète y est difficile (cf. pl. 5, fig. 6b).

Dimensions : diamètre 38 à 62 µ, moyenne 52 µ (26 spécimens).

Remarques : dans la liste de synonymie proposée par MOREAU-BENOIT (1979) pour cette espèce nouvelle, j'exclue *Brochotriletes* sp. A Mc GREGOR 1973 pour les raisons suivantes :

- l'épaisseur des muri, relativement homogène chez *B.* sp. A (écart d'ordre 2 environ) est beaucoup plus variable chez *B. Mc Gregori* (écart d'ordre 4).

- *B. Mc Gregori* possède une exine lisse en face proximale, alors que Mc GREGOR (1973) mentionne dans la description de *B.* sp. A une face proximale lisse ou granuleuse.

L'espèce *Mc Gregori* peut être comparée à l'espèce *B. hudsonii* Mc GREGOR & CAMFIELD (1976) dans la mesure où la géométrie de structure et de sculpture est analogue. Toutefois, l'espèce *hudsonii* est beaucoup plus grosse (moyenne 77,5 µ) le diamètre de ses fovea plus petit (3 à 6 µ) et leur nombre sur l'équateur plus important (environ 30).

Répartition stratigraphique et géographique : comme le souligne MOREAU-BENOIT (1979) cette espèce a une grande répartition géographique et est intéressante comme marqueur stratigraphique. Elle est signalée au Canada, Battery Point Formation, Assemblage inférieur, Emsien (Mc GREGOR & OWENS 1966), au Sahara, Bassin de Polignac, palynozones VI et VII, Siegenien à Emsien (JARDINE & YAPAUDJAN 1969), en Libye occidentale, Bassin de Rhadames, sommet de la Formation Tadrart et partie inférieure de Ouan Kasa, palynozone 2, Siegenien supérieur-

Emsien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976), dans le Massif Armoricain, partie supérieure de la coupe de Saint-Céneré, Praguien (MOREAU-BENOIT 1976), à la Pointe de l'Armorique, Gédinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980). Coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Siegenien supérieur et Emsien inférieur.

*Brochotriletes sanpetrense* RODRIGUEZ 1978

Pl. 5, fig. 10.

1978 *Brochotriletes sanpetrense* n. sp. RODRIGUEZ, p. 414, pl. 1, fig. 13, fig. 2-8.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7.

Description : Spore à contour subcirculaire. L'ornementation sur la face distale et à l'équateur consiste en fovea de 2 à 5 µ de diamètre, parfois coalescentes et séparées par des muri de 2 à 4 µ de large. Huit à dix fovea peuvent être dénombrées sur un diamètre et 40 à 50 sur l'ensemble d'une face. La face proximale est lisse. La marque trilète n'a pu être mise en évidence.

Dimensions : diamètre 53 à 65 µ, moyenne 57 µ (3 spécimens).

Discussion : *Brochotriletes sanpetrense* RODRIGUEZ (1978) présente de grandes analogies avec *B. libyencis* n. sp. MOREAU-BENOIT 1979. Sur cette espèce les fovea ne présentent cependant pas le phénomène de coalescence et d'autre part, elles semblent dispersées beaucoup plus régulièrement sur la surface.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Leon, Formation de San Pedro, Zones Ib, II, III, IVa, Ludlowien-Dittonien (RODRIGUEZ 1978). Base de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Brochotriletes* cf. *brochotriletes* sp. A Mc GREGOR 1973

Pl. 6, fig. 1 et 2.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 181.1, 249.2 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 14, 20, 27, 29, 42, 43 et 47.

Description : microspore à contour subcirculaire à ovale. La marque trilète n'est pas visible. La face distale est foveolée : les foveas subcirculaires ont un diamètre de 4 à 10 µ et sont séparées par des muri lisses de 2 à 4 µ

d'épaisseur. On peut compter 4 à 5 fovea sur un diamètre et 10 à 12 sur l'équateur. Chez certains spécimens la face proximale est finement granuleuse.

Dimensions : diamètre 33 à 72 µ, moyenne 48 µ (16 spécimens).

Remarques : ces formes sont très proches de *Brochotriletes* sp. A Mc GREGOR 1973, cependant le diamètre des fovea est inférieur à celui observé et mesuré par Mc GREGOR, et la taille de la spore est plus réduite.

Cette espèce se distingue de *Brochotriletes Mc Gregori* par ses muri moins épais et une face proximale parfois granuleuse.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?). Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur et Emsien inférieur.

*Brochotriletes* cf. *robustus* (SCOTT & ROUSE) Mc GREGOR 1973
Pl. 5, fig. 11.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.7, 262 et 272 . Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 14 et 19.

Description : Spore à contour subcirculaire. La face distale est couverte d'un réseau dense de fovea de 1 à 2 µ de diamètre et distante de 1 à 2 µ.

Les murs sont ornementés par des grains dispersés de moins de 1 µ de haut et de large. On observe une ornementation en région équatoriale, constituée d'épines et de cônes de 1 à 2 µ de haut, distante de 2 µ environ. L'exine est épaisse à l'équateur. La face proximale est lisse, le signe trilète n'a pas été observé.

Dimensions : diamètre 48 à 67 µ, moyenne 56 µ (7 spécimens).

Remarques : ce spécimen est très proche de *Brochotriletes robustus* SCOTT & ROUSE (1961). La rareté de mon matériel et sa mauvaise conservation ne permettent pas de détermination plus précise et laissent malgré tout un doute sur l'attribution spécifique de cette forme.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Brochotriletes* sp. A

Pl. 5, fig. 8.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.2, 251.7 et 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 8 et 11.

Description : Spore à contour subtriangulaire arrondi. L'exine est épaissie à l'équateur (4 µ). La face distale est ornementée avec des fovea de tailles régulières (3 à 5 µ) et des muri épais (5 à 7 µ).

Quatre fovea peuvent être comptées sur un diamètre et dix sur l'équateur. La face proximale est lisse, le signe trilète n'est pas visible.

Dimensions : diamètre 25 à 39 µ, moyenne 34 µ (8 spécimens).

Remarque : cette espèce se caractérise par la régularité du diamètre de ses fovea et par leur espacement, par son contour général subtriangulaire.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?); coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Brochotriletes* sp. B

Pl. 5, fig. 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.3, 251.3, 251.7, 257.6, 259, 260, 262 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 8, 14, 17, 19 et 26.

Description : Spore à contour subtriangulaire à circulaire. La marque trilète n'a pas été observée. La face proximale est lisse, et la face distale ainsi que la région équatoriale portent une ornementation de fovea subcirculaires de 3 à 5 µ de large (certaines fovea ont un contour tetragonal). Le muri ont une épaisseur constante de 2 à 3 µ. On compte 6 à 8 fovea sur un diamètre.

Dimensions : diamètre 33 à 53 µ, moyenne 47 µ (31 spécimens).

Remarques : cette espèce se caractérise par des fovea parfois polygonales. C'est une caractéristique rencontrée chez le genre *Dictyotriletes*, cependant la morphologie d'ensemble reste plus compatible avec le genre *Brochotriletes*.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Brochotriletes* sp. C

Pl. 5, fig. 9.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 260, 272 et 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 29, 32 et 48.

Description : Spore à contour subtriangulaire, la face proximale est lisse et la face distale fovéolée. Les fovea de 1 à 3 µ de diamètre, ont un contour irrégulier et les murs de jonction sont fins (1 à 2 µ d'épaisseur). Le réseau est dense, on peut compter 12 à 14 fovea sur un diamètre et 80 à 100 sur une face.

Dimensions : diamètre 48 à 62 µ, moyenne 55 µ (6 spécimens).

Remarque : cette espèce se distingue des précédentes par un nombre très important de fovea sur la face distale.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur.

Genre *Dictyotriletes* (NAOUMOVA 1937) POTONIE & KREMP 1954

Espèce type : *Dictyotriletes mediareticulatus* (IBRAHIM 1933) POTONIE & KREMP 1954

*Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR 1973

Pl. 6, fig. 3.

1965 *Reticulatisporites emsiensis* n. sp. ALLEN, p. 705, pl. 97, fig. 9 à 10.
1973 *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) n. comb., *in* Mc GREGOR, p. 42, pl. 15, fig. 15.
1973 *Reticulatisporites emsiensis* (ALLEN), *in* ALLEN, tabl. 1.
1976 *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, pl. 1, fig. 11, tabl.-fig. 5.
1976 *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 35, pl.6, fig. 5.
1976 *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 20, pl. 3, fig. 8 et 9.
1980 *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 66, pl. 8, fig. 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 199, 249.1, 249.2, 249.3, 250, 251.2, 251.3, 251.6, 251.7, 257.3, 257.5, 257.6, 259, 262, 272, 274.1 et 274.2. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 2, 6, 7, 8, 12, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 32, 47, 48, 49, 54 et 55.

Description : Spore à contour subcirculaire, à face distale hémisphérique. L'exine est épaissie à l'équateur (2 à 3 µ). La face proximale est lisse ou granuleuse (grana de 0,5 à 1 µ de haut et de large). La face distale et la région proximoéquatoriale sont réticulées. Les murs du reticulum sont de largeur variable (0,5 à 2 µ) et hauts de 2 à 4 µ. La maille est à contour polygonal ou subpolygonal.

D'un spécimen à l'autre, le nombre et le diamètre des mailles varie. Les points de jonction des murs portent souvent des épines (2 à 3 µ de long) surtout visibles à l'équateur.

Dimensions : diamètre 43 à 57 µ, moyenne 48 µ (plus de 50 spécimens inventoriés).

Remarques : la carbonification affectant certains spécimens peut entraîner une confusion entre l'espèce *emsiensis* et certaines espèces de *Brochotriletes* (ex : *Brochotriletes* cf. sp. A Mc GREGOR 1973), les mailles atteignant un contour subcirculaire du fait de l'épaississement des murs du reticulum.

Répartition stratigraphique et géographique : Spitzberg, Central Dicksenland, Lower Numer Valley Series, Emsien inférieur et moyen (ALLEN 1965), Mimer Valley Formation, Emsien inférieur à moyen (ALLEN 1973) ; Canada, Gaspé, York River et partie inférieure de la Battery Point Formation, Siegenien supérieur et Emsien (Mc GREGOR 1973 et 1977); Ontario, partie supérieure Kenogami River Formation et Stopping River Formation, Siegenien supérieur et Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Libye Bassin de Rhadamès, palynozone 2, Siegenien supérieur - Emsien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; Massif Armoricain, Formation de Saint-Céneré, partie supérieure Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; Pointe de l'Armorique, Gedinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur et Emsien inférieur.

*Dictyotriletes* aff. *emsiensis*

Pl. 6, fig. 5 a et b.

1978 *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR, *in* RICHARDSON & RASUL, p. 445, pl. 2, fig. 1.

Matériel inventorié : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 259, 260 et 274.2.

Description : Spore à contour subcirculaire. La face proximale est lisse. La face distale, hémisphérique ainsi que la région proximo-équatoriale sont

réticulées. Les muri hauts de 3 à 4 µ sont très fins, l'épaisseur à la base ne dépassant pas 0,5 µ. La caractéristique principale de cette espèce réside dans le fait que les 2/3 supérieurs du mur sont découpés, ce qui donne un aspect de dentelle ou de feston, formé d'éléments simples ou multiples généralement bifides. Les mailles de contour polygonal ont une largeur irrégulière de 3 à 30 µ et leur nombre varie d'un spécimen à l'autre. En bordure équatoriale, la jonction des murs élevée donne une impression d'épines (2 à 3 µ de haut). Le signe trilète est rarement visible, il semble toutefois simple et droit.

Dimensions : diamètre 48 à 50 µ, moyenne 49 µ (4 spécimens).

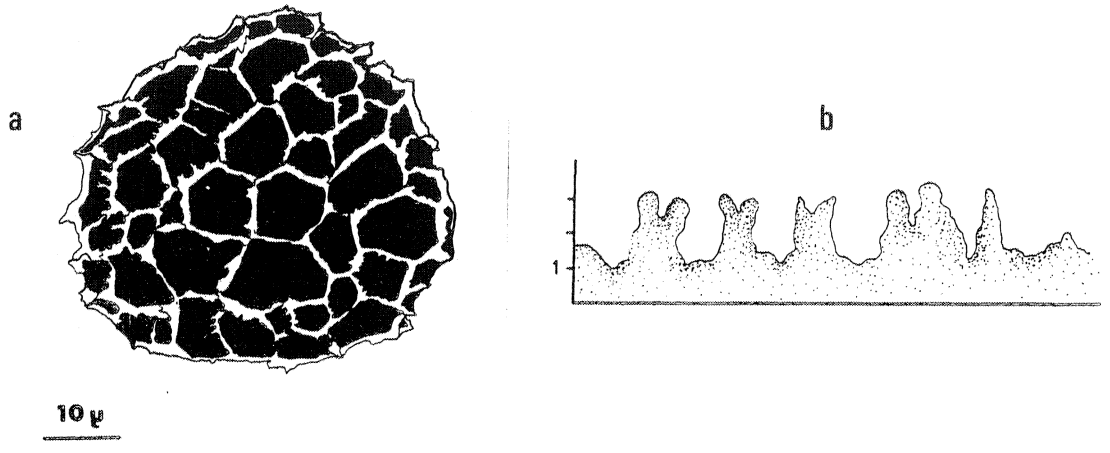



Fig. 26 : *Dictyotriletes* aff. *emsiensis*. a : organisation de la surface réticulée ; b : détail des festons à la partie supérieure des murs.

Discussion : l'espèce décrite et figurée par RICHARDSON & RASUL en 1978 a été mise en synonymie avec le matériel étudié, en fonction notamment de la crénulation des muri, caractère qu'aucun auteur n'avait mentionné auparavant pour l'espèce type *emsiensis*, ni pour aucune autre espèce de *Dictyotriletes*.

Je pense que l'on peut également tenir compte pour cette espèce de la diversité dans la taille et le nombre des mailles du réticulum, par opposition à une certaine constance de ces caractères pour l'espèce *emsiensis*.

Ces particularités revêtent une importance suffisante pour distinguer cette espèce de l'espèce *emsiensis*.

Remarque : il est important de considérer pour cette espèce vue en microscopie optique que la largeur des murs 0,5 à 2 µ n'est qu'accidentelle et due à l'écrasement en vue planaire.

En fait, la microscopie électronique montre l'extrême finesse de ces murs : 0,5 µ à la base, 0,1-0,2 µ au sommet.

Une spore monolète, *Reticuloïdosporites antarticus* KEMP 1972 (p. 117-118, pl. 56, fig. 1 à 13) présente quelques analogies avec *D.* aff. *emsiensis* au niveau de l'ornementation des crêtes sur les murs du réticulum. L'épaisseur des murs est cependant plus importante et les crêtes sont constituées de cônes bien différenciés, sans rapport avec "l'aspect de dentelle" caractéristique de l'espèce *D.* aff. *emsiensis*.

Je n'ai pas jugé utile de créer une espèce nouvelle car seulement 3 spécimens de ce type ont pu être inventoriés.

Répartition géographique et stratigraphique : Angleterre, Oxfordshire, Emsien (RICHARDSON & RASUL, 1978) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur).

*Dictyotriletes subgranifer* Mc GREGOR 1973

Pl. 6, fig. 4 et 6.

Synonymie antérieure à 1973 : voir Mc GREGOR, p. 43-44.

1976 *Dictyotriletes subgranifer* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 35, pl. 6, fig. 4.

1976 *Dictyotriletes subgranifer* Mc GREGOR, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, tabl.-fig. 5.

1976 *Dictyotriletes subgranifer* Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 21, pl. 4, fig. 19 et 20.

1979 *Dictyotriletes subgranifer* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 51, pl. 7, fig. 5.

1980 *Dictyotriletes subgranifer* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 67, pl. 8, fig. 9.

Matériel inventorié : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.1, 251.2, 251.3, 251.7, 257.6, 259, 262 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 8, 20, 25, 28, 29, 31 et 32.

Remarques : comme le soulignait Mc GREGOR 1973, le contour de ces spores est très variable, triangulaire, ovale ou circulaire.

La face proximale est granuleuse et comprend des grains de 1 µ de haut et de large. La réticulation sur la face distale est constituée de murs étroits et détermine des luminae de 4 à 12 µ de diamètre. Le signe trilète est difficile à observer sur le matériel observé.

Dimensions : diamètre 43 à 86 µ, moyenne 61 µ (35 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Gaspé, Battery Point Formation, assemblage inférieur, Emsien (Mc GREGOR 1973 et 1977); Ontario, Moose

River Basin, Sextant et Stooping River Formation, Siegenien supérieur à Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Sahara, Fort Polignac, zones palynologiques VI et VII, Siegenien à Emsien (JARDINE & YAPAUDJAN 1968) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadames, sommet de la Formation Tadrart - base Ouan Kasa , palynozones 2, Siegenien supérieur - Emsien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; Ecosse, Basement Group, Downtonien RICHARDSON 1967 ; Allemagne, Eifel, Grès de Wetteldorf, Emsien supérieur (LANNIGER 1968) ; Massif Armoricain, Formation de Saint-Céneré, Lochkovien et Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; Formation de l'Armorique, Gedinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Emphanisporites* Mc GREGOR 1961

Espèce type : *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR 1961

*Emphanisporites decoratus* ALLEN 1965

Pl. 6, fig. 11.

1965 *Emphanisporites decoratus* ALLEN, p. 708, pl. 97, fig. 15-18.
1968 *Emphanisporites decoratus* ALLEN, *in* SCHULTZ, p. 27, tafel 3, figs. 9 et 9a.
1970 *Emphanisporites decoratus* ALLEN, *in* Mc GREGOR, SANDFORD & NORRIS, p. 47, pl. 1, fig. 20.
1976 *Emphanisporites decoratus* ALLEN, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 21, pl. 2, fig. 10 à 12.
1976 *Emphanisporites decoratus* ALLEN, *in* MOREAU-BENOIT, p. 36, pl. 6, fig. 8.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 259, 260 et 260c. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. La face proximale est ornée d'épaississements radiaires (3 à 4 par aire de contact). L'exine à l'équateur est épaissie (2 µ environ). L'ornementation distale et équatoriale est constituée principalement de cônes et d'épines et de quelques bacules (éléments de 1,5 à 2 µ de haut et de large).

Dans le plan distal les éléments sont aplatis. Le signe trilète est simple, égal aux 2/3 du rayon de la spore.

Dimensions : diamètre 29 à 38 µ, moyenne 32 µ (4 spécimens).

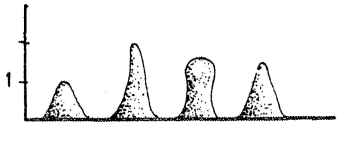



Fig. 27 : *Emphanisporites decoratus* , ornementation distale.

Remarques : le matériel étudié est plus proche de l'espèce type décrite et figurée par ALLEN (1965) que des spécimens attribués par Mc GREGOR & CAMFIELD (1976) à *E. decoratus*. Ceux-ci sont plus larges, leur ornementation est d'autre part plus variable en forme et en taille et les épaississements radiaires proximaux sont plus épais.

Répartition stratigraphique et géographique : Spitzberg, Lower Rentersliodfjellet Sandstone, Siegenien (ALLEN 1965) ; Allemagne, Eifel, couches de Clervaux, partie supérieure de l'Emsien inférieur (SCHULTZ 1968) ; Canada, partie supérieure de la Kenogami River Formation et Stooping River Formation, Siegenien (MC GREGOR, SANDFORD & NORRIS 1970) ; partie supérieure de Kenogami River Formation, Stooping River Formation et Kwataboahegan Formation, Siegenien et Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976); Massif Armoricain, Formation de Saint-Céneré, bancs Sc 43 à Sc 62, passage Lochkovien - Praguien et Praguien ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Emphanisporites minutus* ALLEN 1965

Pl. 6, fig. 10.

1965 *Emphanisporites minutus* ALLEN, p. 709, pl. 97, fig. 20.
1979 *Emphanisporites minutus* ALLEN, *in* D'ERCEVILLE, p. 95, pl. 3, fig. 9.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 181.1, 187, 199, 251.7, 260 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7.

Description : microspore trilète à contour subcirculaire. Les branches du signe trilète sont droites et égales aux 4/5 du rayon de la spore. Les épaississements radiaires en face proximale sont au nombre de 6 par aire de contact et s'étendent du pôle proximal à l'équateur. L'exine est lisse et épaisse (2 µ à l'équateur).

Dimensions : diamètre 20 à 29 µ, moyenne 24 µ (11 spécimens).

Remarques : une légère crassitude à l'apex de la spore figurée ici avait pu suggérer un rapprochement avec *E. epicautus* RICHARDSON & LISTER 1969. Cependant, des différences importantes permettent de la séparer de cette espèce ; abasence de curvatures, pas de contour triangulaire franc pour la crassitude au pôle, la taille voisine de 20 µ, très inférieure à celle de l'espèce *epicautus* (moyenne 32 µ).

Répartition stratigraphique et géographique : Fraenkelryggen, Grès de Reuterskiøldfjellet, Siegenien du Spitzberg (ALLEN 1965); sommet de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Gahard, Gedinnien inférieur (D'ERCEVILLE 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Emphanisporites novellus* Mc GREGOR & CAMFIELD 1973

Pl. 7, fig. 5 et 6.

1973 *Emphanisporites novellus* n. sp., *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 22, pl. 4, fig. 1 à 3.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 42 et 48.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les branches du signe trilète sont simples, soulignées par des plis étroits et se terminent à l'équateur par des curvatures. La face proximale est lisse ou infragranulée et porte une ornementation de rides radiales (6 environ par aire interradiale) souvent mal définies. La région proximoéquatoriale ainsi que la face distale sont ornées de grains arrondis de 0,5 à 1,5 µ de large, 1 µ de haut environ, espacés de 1 µ. L'épaisseur de l'exine est de 1 µ en face proximale, 1,5 à 2 µ en face distale.

Dimensions : diamètre 21 à 24 µ, moyenne 23 µ (4 spécimens).

Remarques : certains spécimens présentent une face proximale infragranulée. C'est une caractéristique rencontrée chez *Emphanisporites* sp. B RICHARDSON & LISTER 1969, décrite et figurée par Mc GREGOR en 1976 (p. 23, pl. 5, fig. 7) et considérée par cet auteur comme très voisine sinon synonyme de *E. novellus*.

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Bassin de Moose River, Formation de Stooping River, Siegenien supérieur et Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur.

*Emphanisporites rotatus* (Mc GREGOR 1961) Mc GREGOR 1973

Pl. 6, fig. 7, 8, 9 a-b.

Synonymie antérieure à 1973 : voir Mc GREGOR 1973, p. 46-47.

1974 *Emphanisporites* sp. CLAYTON, HIGGS & VANGELDER, pl. 6, fig. 2.

1974 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR, pl. II, fig. 53.

1975 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* TIWARI & SCHAARSCHMIDT, pl. 10, fig. 3.
1976 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 22, pl. 3, fig. 16.
1976 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 37, pl. 6, fig. 11.
1976 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, pl. 1, fig. 10.
1976 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* ALLEN, fig. 3, G et H.
1977 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, pl. 1, fig. 13.
1977 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* CLATYON, HIGGS & KEEGAN, pl. 1, fig. 2, 3, 5-9.
1978 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* RICHARDSON & RASUL, pl. 1, fig. 13.
1978 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* RODRIGUEZ, pl. 2, fig. 10.
1979 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 55.
1979 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* D'ERCEVILLE, p. 96, pl. 4, fig. 3.
1979 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR, pl. 22, fig. 7, 8, 23.
1980 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* MORZADEC & STREEL, pl. 1, fig. 12-15.
1980 *Emphanisporites rotatus* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 68, pl. 8, fig. 14.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 199, 249.3, 251.1, 251.2, 251.6, 251.7, 257.5, 259, 260, 262, 272, 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 8, 17, 18, 20, 21, 28, 41.

Remarques : on retrouve sur le matériel observé le contour subtriangulaire arrondi de l'espèce *rotatus*. Le signe trilète est simple et les laesurae atteignent l'équateur. La face proximale est ornée de côtes radiales s'épaississant du pôle proximal vers l'équateur (6 à 10 côtes par aire interradiaire). En vue équatoriale, les côtes parfois bifurquées apparaissent prohéminentes par rapport au centre de la spore qui est déprimé. Ceci résulte d'un épaississement équatorial (2 µ) qui rapprocherait ces formes des spores cingulées.

Selon les spécimens, on peut noter des variations dans l'épaisseur des côtes et dans leur nombre. Tous les spécimens ont cependant été rassemblés dans une même attribution spécifique suivant l'opinion de Mc GREGOR 1973, qui n'estime pas nécessaire de distinguer les espèces à grosses côtes *E. robustus* (Mc GREGOR 1961) des espèces *E. rotatus* (Mc GREGOR 1961).

Dimensions : diamètre 53 à 72 µ, moyenne 60 µ (plus de 100 spécimens inventoriés).

Répartition stratigraphique : espèce rencontrée du Silurien terminal jusqu'au Carbonifère inférieur. La présence de spécimens d'*E. rotatus* dans le Dévonien supérieur et le Carbonifère inférieur a été interprété par certains auteurs comme résultant d'un remaniement (MORZADEC & STREEL 1980). Coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur-Emsien inférieur.

*Emphanisporites* cf. *micrornatus*

Pl. 7, fig. 1, 2, 3 a-b.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 251.7, 259, 260, 272, 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 8 et 42.

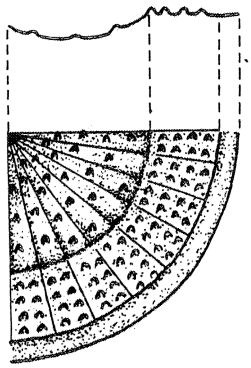


Fig. 28 : *Emphanisporites micrornatus*, schéma de la surface proximale ornementée ; projection en coupe de cette surface du pôle proximal à l'équateur.

Discussion : les spécimens figurés (pl. 7, fig. 3a-3b) photographiés au M.E.B. et vus en face proximale montrent les caractères suivants: spore à contour subcirculaire à pôle proximal déprimé ; exine épaissie à l'équateur (1,5 µ) ; signe trilète bordé de plis, égal aux 3/4 du rayon de la spore et se terminant sur des curvatures ; épaississements radiaires (7 à 8 environ) ; ornements visibles au-delà de la bordure équatoriale épaissie, lisse, surtout distincts sur une surface externe égale au 1/3 du rayon de la spore ; le long des laesurae mais également sur les aires de contact. Les ornements sont constitués de grains dont la hauteur est inférieure à 1 µ.

Cette ornementation proximale s'accorde mal avec la diagnose originale de l'espèce (RICHARDSON & LISTER 1969) qui mentionne une ornementation distale. Les travaux de Mc GREGOR & CAMFIELD (1976), MOREAU-BENOIT (1980), RODRIGUEZ (1978) citant cette espèce ne proposent aucune description permettant de préciser l'emplacement et la nature de cette ornementation.

Ces formes sont difficiles à observer au microscope optique, ce qui peut justifier une confusion dans l'emplacement de l'ornementation ; pour ma part, je la considère proximale.

*Emphanisporites micrornatus* RICHARDSON & LISTER 1969 (p. 222, pl. 38, fig. 10 et 11) se différencie de la forme décrite par des crêtes proximales plus larges et plus prohéminentes. La forme décrite qui possède des murs fins et souvent indistincts (en observation optique) se rapproche de *Emphanisporites* cf. *micrornatus* RICHARDSON & LISTER 1969 (p. 223, pl. 38, fig. 12).

Dimensions : diamètre 29 à 41 µ, moyenne 33 µ (11 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur et Emsien inférieur.

*Emphanisporites* cf. *erraticus* (EISENACK) Mc GREGOR 1961
Pl. 7, fig. 4.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 47, 48, 52 et 56.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les sutures s'étendent jusqu'à l'équateur et sont bordées de lèvres de 1 à 1,5 µ de large. La face proximale porte dans chaque aire interradiale des épaississements radiaux au nombre de 3 à 4 par secteur. Ils partent de l'équateur et s'arrêtent en allant vers le pôle à la moitié environ du rayon de la spore. La largeur des épaississements est de 4 à 6 µ près de l'équateur. Dans la région équatoriale, l'exine est épaissie (cingulum ?) et sur la face distale un épaississement annulaire s'observe au 1/4 environ du rayon de la spore (largeur 4 - 5 µ).

Dimensions : diamètre 38 à 57 µ, moyenne 50 µ (14 spécimens).

Remarques : ces formes présentent des affinités avec *E. erraticus* décrit et figuré par Mc GREGOR 1973, ainsi qu'avec *E. erraticus* Mc GREGOR de RICHARDSON & RASUL 1978, mais la mauvaise conservation des spécimens étudiés ici ne permet pas de préciser davantage la comparaison.

Répartition stratigraphique : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 3, Emsien inférieur (sommet du Praguien).

*Subturma zonotriletes* WALTZ 1933

*Infraturma cingulati* (POTONIE & KLAUS) emend DETTMANN 1963

Genre *Ambitisporites* HOFFMEISTER 1959

Espèce type : *Ambitisporites avitus* HOFFMEISTER 1959

*Ambitisporites tripapillatus* MOREAU-BENOIT 1976

Pl. 7, fig. 14 et 15.

1976 *Ambitisporites tripapillatus* MOREAU-BENOIT, *in* MOREAU-BENOIT, p. 37, pl. 7, fig. 2, 3, 4.
1979 *Ambitisporites* cf. *tripapillatus* MOREAU-BENOIT, *in* D'ERCEVILLE, p. 97, pl. 4, fig. 6.
1980 *Ambitisporites tripapillatus* MOREAU-BENOIT, *in* MOREAU-BENOIT, p. 69, pl. 9, fig. 4.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 250, 251.2, 251.7, 257.3, 257.5, 259.

Description : spore trilète à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète atteint l'équateur. L'espèce possède un cingulum étroit formé par un épaississement de la membrane à l'équateur. La face proximale porte au centre de chaque aire interradiale une papille dont le diamètre est égal au 1/3 du rayon de la spore. La face distale est lisse.

Dimensions : diamètre 33 à 48 µ, moyenne 36 µ (12 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Massif Armoricain, Formation de Saint-Céneré, dans sa localité type, Lochkovien et Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, assemblage inférieur (Formation du Val), Gédinnien inférieur (D'ERCEVILLE 1979) ; Formation de l'Armorique dans sa localité type, Gédinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien.

Genre *Coronaspora* RODRIGUEZ 1978

Espèce type : *Coronaspora mariae* RODRIGUEZ 1978

*Coronaspora* sp. ?

Pl. 7, fig. 16 et 17 ; pl. 8, fig. 1 a-b, 2 et 3.

Matériel : Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.2, 251.2, 257.6, 271 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 17 et 32.

Description : Spore trilète cingulée à contour subcirculaire à subtriangulaire arrondi. Le cingulum égal au 1/3 du rayon de la spore se prolonge en face proximale par un épaississement annulaire lisse, de même largeur que le

cingulum externe, composé d'un sillon et d'un anneau. Le signe trilète fin s'étend jusqu'à la région équatoriale cingulée. Sur certains spécimens la face distale est ornementée par des verrues de taille irrégulière.

Dimensions : diamètre 36 à 53 µ, moyenne 48 µ (11 spécimens).

Remarques : la présence de l'épaississement annulaire large en face proximale, justifie l'attribution de ce matériel au genre *Coronaspora*.

Les espèces *mariae* et *cromatica* décrites par RODRIGUEZ (1978, p. 218, pl. 1, fig. 1 à 4) diffèrent des formes étudiées par une plus grande complexité de l'ornementation et un diamètre plus petit (20 à 30 µ).

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Iberoespora* CRAMER & DIEZ 1975

Espèce type : *Iberoespora cantabrica* CRAMER & DIEZ 1975

Remarques : des spécimens attribués à genre *Iberoespora* examinés au M.E.B. (ex : *Iberoespora glabella*, pl. 8, fig. 13 a-e), permettent de réviser la définition de la structure cingulée, proposée dans la diagnose du genre par CRAMER & DIEZ (1975, p. 338).

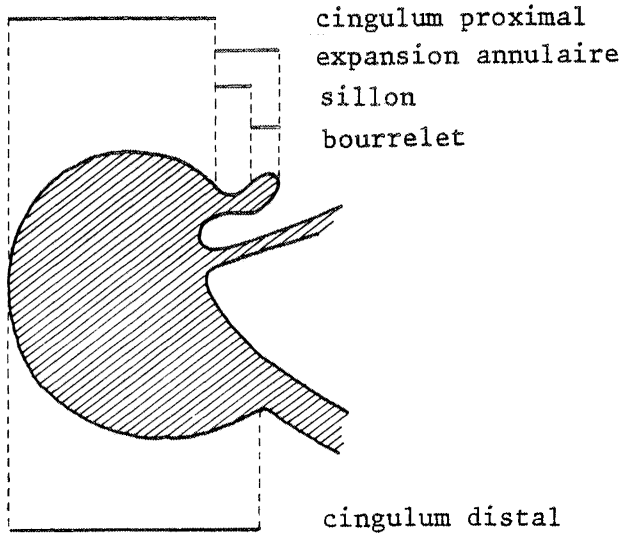



Fig. 29 : interprétation de la structure cingulée chez le genre *Iberoespora*.

Le cingulum (cf. fig. 29) est formé par un épaississement de l'exine à l'équateur, égal au 1/3 ou au 1/4 du rayon de la spore, plus large en face distale qu'en face proximale. En face proximale, une expansion annulaire composée d'un sillon (zone amincie) et d'un bourrelet, borde le cingulum vers l'intérieur de la spore, s'étendant au-dessus de l'extrémité des sutures de la marque de déhiscence.

(Selon l'opinion de CRAMER & DIEZ à partir d'observations en microscopie optique, le sillon était situé sur la surface distale). La suture cingulée proximale est donc constituée, à mon sens, du cingulum plus de l'expansion annulaire.

D'autre part, je considère que l'essentiel des papilles et inspissations présents au milieu des aires interradiales, sont des ornements proximaux ; les inspissations prenant naissance à partir du cingulum proximal.

*Iberoespora cantabrica* CRAMER & DIEZ 1975

Pl. 8, fig. 6, 7 et 8.

1975 *Iberoespora cantabrica* n. sp. CRAMER & DIEZ, p. 339, pl. 2, fig. 24-26, 27, 28, 30 et 31.
1978 *Iberoespora cantabrica* CRAMER & DIEZ, *in* RODRIGUEZ, p. 418, L. 4, fig. 1.
1979 *Iberoespora cantabrica* CRAMER & DIEZ, *in* D'ERCEVILLE, p. 98, pl. 4, fig. 9, 11, 15.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 271. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 8, 26, 27, 29, 32, 41, 43.

Description : Spore cingulée à contour subtriangulaire arrondi. Le cingulum a une largeur égale au 1/3 environ du rayon de la spore, plus large en face distale qu'en face proximale. Il porte une ornementation de pseudo rugules radiales. Le signe trilète s'arrête au contact du cingulum, il est souligné par des lèvres épaisses, elles-mêmes rugulées. En face proximale, le cingulum externe est bordé vers l'intérieur de la spore par un anneau formé par un sillon (largeur 1 µ) et un épaississement (2 µ d'épaisseur).

Des éléments subcirculaires (de 3 à 4 µ) en contact avec le cingulum (inspissation) ou indépendants (papilles) s'observent dans les aires interradiales.

En vue distale, le corps interne de la spore porte une ornementation irrégulière d'allure convolute.

Dimensions : diamètre 26 à 30 µ, moyenne 27 µ (10 spécimens).

Remarques : les "spores trilètes à papilles proximales sp. 2", figurées par JARDINE & YAPAUDJAN (1968, pl. 1, fig. 8 et 9) présentent des similitudes avec l'espèce *cantabrica*. Le matériel décrit par RAUSCHER & ROBARDET (1975, pl. XI, fig. 8) dans le Gedinnien de Normandie, est assez comparable également avec l'espèce *cantabrica*.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Leon, partie supérieure de la Formation de San Pedro, Gedinnien basal (CRAMER & DIEZ 1975) ; Leon, Mas Bajo, Zones IV et V, Dittonien supérieur à Siegenien inférieur (RODRIGUEZ 1978); Massif Armoricain, coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Silurien terminal (?), sommet du Gédinnien inférieur (D'ERCEVILLE 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Iberoespora glabella* CRAMER & DIEZ 1975

Pl. 8, fig. 13 a-e, 14 et 15.

1975 *Iberoespora glabella* CRAMER & DIEZ, p. 339, pl. 2, fig. 22, 29.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 7, 8, 12, 17, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 50, 56 et 57.

Description : miospore trilète cingulée à contour subtriangulaire. Les branches du signe trilète, droites, atteignent la bordure du cingulum et sont bordées par des lèvres épaisses (1 à 2 µ). Au pôle proximal sur de nombreux spécimens, l'ouverture du signe trilète détermine une lumière à contour subtriangulaire. Le cingulum de longueur égale au 1/3 du rayon de la spore, a une structure homogène lisse. En face proximale le cingulum est bordé par une expansion annulaire (sillon + bourrelet) et chaque aire interradiale porte un épaississement subcirculaire, inspissation ou papille (4 à 5 µ de diamètre environ) (cf. fig. 30).

Dimensions : diamètre 19 à 30 µ, moyenne 25 µ (152 spécimens inventoriés).

Comparaison : le spécimen "spore trilète à papilles distinctes sp. 3" figuré par JARDINE & YAPAUDJAN (1968, pl. 1, fig. 2) présente des analogies avec l'espèce *glabella*, mais le matériel n'est pas décrit, ce qui ne permet pas de préciser cette comparaison.

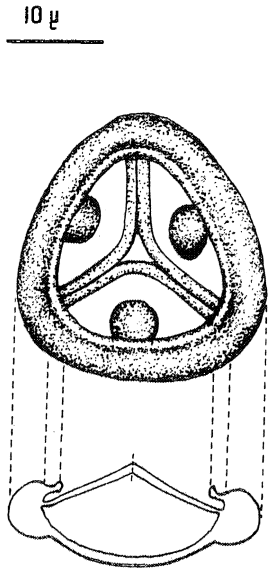



Fig. 30 : *Iberoespora glabella* ; vue proximale et reconstitution en coupe.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Léon, Formation de San Pedro, Dévonien inférieur (CRAMER & DIEZ 1975) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Iberoespora* sp.

Pl. 8, fig. 9.

1980 ? *Geminospora* sp. A, *in* MOREAU-BENOIT, pl. 10, fig. 8.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 215.1, 251.5, 251.6, 257.4, 260 et 272.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire, présentant un cingulum équatorial. La face proximale est lisse, le signe trilète fin atteint la bordure cingulée. La largeur du cingulum est de 1,5 µ en face proximale et de 2 à 2,5 µ en face distale. En face proximale, un sillon borde le cingulum. Le centre de chaque aire interradiale est occupé par une papille de 5 µ de diamètre environ. La face distale est ornementée de verrues plates plus ou moins anastomosées qui donnent l'aspect d'une structure rugulée.

Dimensions : diamètre 31 à 38 µ, moyenne 33 µ (6 spécimens).

Remarque : ce spécimen est très abîmé, l'ornementation du corps central est notamment difficile à définir ; cependant, les caractéristiques de la structure cingulée, la présence de papilles, permettent d'attribuer cette espèce au genre *Iberoespora*.

Comparaison : *Geminospora* ? sp. A observée par MOREAU-BENOIT (1980, pl. 10, fig. 8) dans le matériel de la Formation de l'Armorique (Massif Armoricain), présente à mon avis beaucoup d'analogies avec le matériel étudié ici. Après avoir vu ce matériel, je n'ai pu observer l'existence d'une structure chambrée, exoexine et intexine délimitant un corps central, et déterminant l'affiliation au genre *Geminospora*. La surface centrale, délimitée il est vrai, est dépendante à mon avis d'une ornementation proximale, sillon limitant le cingulum externe de la partie interne de la spore, je le rapporte donc à *Iberoespora*.

Répartition stratigraphique : Massif Armoricain, Formation de l'Armorique dans la localité type, Gédinnien supérieur - Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, partie médiane et partie supérieure, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1b et 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

Genre *Knoxisporites* (POTONIE & KREMP 1954) NEVES 1961

Espèce type : *Knoxisporites hageni* POTONIE & KREMP 1954

*Knoxisporites* ? *riondae* CRAMER & DIEZ 1975

Pl. 8, fig. 10, 11 et 12.

1975 *Knoxisporites* ? *riondae* n. sp. CRAMER & DIEZ, p. 341, pl. 1, fig. 14-16 et 17.

1978 *Knoxisporites* ? *riondae* CRAMER & DIEZ, *in* RODRIGUEZ, p. 418, pl. II, fig. 18-19.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 8, 20, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 48 et 50.

Description : Spore trilète cingulée à contour subcirculaire. Le cingulum équatorial occupe le 1/3 environ du rayon de la spore. Le signe trilète est droit, bordé de lèvres fines (largeur < 1 µ) et atteint l'équateur. Le cingulum proximal déborde vers l'intérieur de la spore par l'intermédiaire d'une expansion annulaire. Des papilles allongées en relation ou non avec le cingulum s'observent en face proximale, dans les aires interradiales.

En face distale, l'ornementation est complexe, constituée d'anneaux concentriques qui s'anastomosent. Une des structures en anneau domine, plus en relief et plus large.

Dimensions : diamètre 31 à 34 µ, moyenne 33 µ (21 spécimens).

Remarque : les différents anneaux semblent formés par la jonction de verrues. Le nombre et la forme des anneaux et des papilles varie selon les spécimens.

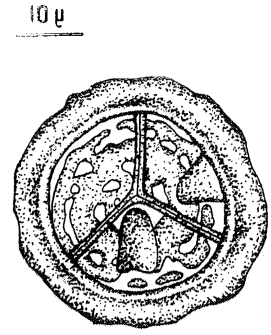



Fig. 31 : *Knoxisporites* ? *riondae* ; vue proximale.

Comparaison : RAUSCHER (1973) figure une espèce *Hispanaediscus* (pl. XII, fig. 25) rapportée aux incertae sedis (matériel de la série compréhensive du Cotentin). Cette espèce présente des analogies avec ? *Knoxisporites riondae*, cependant elle n'est pas décrite et celà ne permet pas de confirmer une éventuelle synonymie.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Léon, Formation de San Pedro, Dévonien inférieur (CRAMER & DIEZ 1975), Formation de San Pedro, Dévonien inférieur, Zones IIb, III et IV (RODRIGUEZ 1978) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Knoxisporites* ? cf. *riondae*

Pl. 8, fig. 16, 17, 18 et 19.

1968 "Spore à papilles soudées sp. 3", *in* JARDINE & YAPAUDJAN, pl. 1, fig. 10.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 49, 52, 56.

Description : miospore à contour circulaire avec une zone équatoriale cingulée de 3 µ de large (1/4 à 1/3 du rayon de la spore). Le signe trilète atteint l'équateur, il est droit et bordé de lèvres épaisses. La face proximale présente un cingulum prolongé par une expansion annulaire, cachant les extrémités de la marque de déhiscence. Les aires interradiales portent des papilles ou inspissations. La face distale est ornementée d'un anneau de 2 à 5 µ d'épaisseur, situé vers le milieu du rayon de la spore, mais parfois en position anisopolaire (cf. fig. 32).

Dimensions : diamètre 24 à 31 µ, moyenne 25 µ (187 spécimens).

10 µ

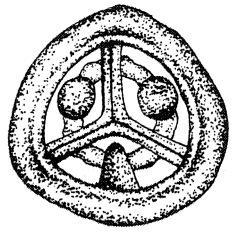


Fig. 32 : *Knoxisporites* ? cf. *riondae* ; vue proximale.

Discussion : ces spécimens ne possèdent pas dans l'organisation de l'ornementation distale, la complexité rencontrée pour l'espèce *riondae*. Dans le cas présent, l'organisation distale se limite à un anneau unique. Il semble que celui-ci soit formé par la fusion de papilles, caractère déjà signalé par JARDINE & YAPAUDJAN pour un matériel analogue : "spore à papilles soudées sp. 3" (1968, pl. 1, fig. 10).

La dimension de mes exemplaires est inférieure à la taille de l'espèce *K.* ? *riondae* (CRAMER & DIEZ 1975).

*K.* ? cf. *riondae* : moyenne 25 µ ; *K.* ? *riondae* : moyenne 33 µ.

Répartition stratigraphique et géographique : Sahara, Bassin de Polignac, Zones VI et VIII (?) : Gedinnien - Emsien (?) (JARDINE & YAPAUDJAN 1968) ; Massif Armoricain, coupe de Saint-Pierre-sur-Erve ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Clivosispora* STAPLIN & JANSONIUS 1964

Espèce type : *Clivosispora variabilis* STAPLIN & JANSONIUS 1964

*Clivosispora verrucata* Mc GREGOR 1973 var. *convoluta* Mc GREGOR & CAMFIELD 1976

Pl. 9, fig. 1 a-c, 2.

1976 *Clivosispora verrucata* Mc GREGOR 1973 var. *convoluta* n. var. Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 15, pl. 2, fig. 13 à 21.

1979 *Clivosispora verrucata* Mc GREGOR 1973 var. *convoluta*, *in* Mc GREGOR, pl. 22, fig. 74.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 272 et 274.1.

Description : Spore trilète cingulée à contour subcirculaire. Les branches du signe trilète sont simples, égales aux 4/5 du rayon de la spore et se terminent par des curvatures. La face proximale (cf. photos M.E.B., pl. 9, fig. 1 a-c)

ainsi que la face distale portent une ornementation de rides convolutes plus ou moins anastomosées de 2 à 4 µ de large et de 2 à 4 µ de haut. Le cingulum a une largeur de 8 à 12 µ en face distale.

Dimensions : diamètre 53 à 77 µ, moyenne 62 µ (6 spécimens).

Remarques : dans la diagnose de l'espèce, Mc GREGOR (1976) fait mention d'une face proximale lisse ou scabrate. Les photographies au M.E.B., d'un même individu en face proximale (pl. 9, fig. 1a) et en face distale (pl. 9, fig. 1b, individu retourné sur le plot de montage) semblent suggérer à l'inverse une ornementation de rides convolutes sur la face proximale (le grossissement x 2 000 fig. 1c, montre en épaisseur les deux faces de la spore). L'ornementation se retrouve sensiblement identique en face distale.

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Bassin de Moose River, partie supérieure de la Formation Kenogami River et Formation de Stooping River, Siegenien moyen et Frasnien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Tchécoslovaquie, région du Barrandien, partie supérieure de Cisarska rokle et Srbsko, Emsien inférieur et moyen (Mc GREGOR 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Montguyon, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?).

Genre *Stenozonotriletes* (NAOUMOVA) POTONIE 1958

Espèce type : *Stenozonotriletes conformis* NAOUMOVA 1953

*Stenozonotriletes* ? cf. *furtivus* (ALLEN) Mc GREGOR & CAMFIELD 1976

Pl. 8, fig. 4 et 5.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.2 et 259.

Description : Spore à contour subtriangulaire qui présente à l'équateur un cingulum épais de 6 à 8 µ, sur les côtés de la spore et de 3 à 5 µ aux angles. Le cingulum délimite une surface interne triangulaire. Le signe trilète est rarement visible sur les individus corrodés observés en lumière transmise ; sur les photos au M.E.B. il apparaît droit et très fin. L'exine est lisse.

Dimensions : diamètre 36 à 59 µ, moyenne 45 µ (4 spécimens).

Remarques : ces spécimens attribués avec doute au genre *Stenozonotriletes* sont assez semblables aux individus figurés sous le nom de *Stenozonotriletes furtivus* par Mc GREGOR & CAMFIELD (1976). J'ai notamment observé les mêmes rétrécissements du cingulum aux angles de la spore.

*Stenozonotriletes furtivus* ALLEN 1965 est différent avec un diamètre plus important (moyenne 80 µ), les branches du signe trilète bordées de lèvres et un cingulum d'égale épaisseur sur tout le pourtour de la spore.

Sur le matériel étudié, *Stenozonotriletes* cf. *furtivus* se confond facilement avec *Coronaspora* sp., qui présente des contours sensiblement analogues et dont l'anneau interne n'est pas toujours visible au microscope optique, sur des spécimens carbonifiés.

Répartition stratigraphique : Spitzberg Dicksonfjorden sandstone, Kenterskiøldfjellet sandstone, et lower Mimer Valley series, Siegenien supérieur à Eifelien moyen (ALLEN 1965). Canada, Moose River Basin, partie supérieure du membre terminal de la Formation Kenoglamer River et Stooping Ryver Formation, Siegenien supérieur - Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976); Massif Armoricain, Formation de l'Armorique, partie supérieure des calcaires, Siegenien (MOREAU-BENOIT 1980) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 1b et 2, Praguien.

Genre *Synorisporites* RICHARDSON & LISTER 1969

Espèce type : *Synorisporites downtonensis* RICHARDSON & LISTER 1969

*Synorisporites papillensis* Mc GREGOR 1973

Pl. 7, fig. 8.

1966 Unidentified, Mc GREGOR & OWENS, pl. II, fig. 32.
1969 *Synorisporites* sp. A RICHARDSON & LISTER, p. 234, pl. 41, fig. 1-2.
1973 *Synorisporites papillensis* n. sp. Mc GREGOR, p. 51, pl. 6, fig. 26-29.
1976 *Synorisporites ? papillensis* Mc GREGOR, *in* Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 28, pl. 1, fig. 24 et 27.
1980 *Synorisporites papillensis* Mc GREGOR, *in* MOREAU-BENOIT, p. 69, pl. 9, fig. 5.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 181.1, 181.2.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. La marque trilète bordée de lèvres épaisses atteint l'équateur. La zone équatoriale est large (2 à 3 µ). La face proximale lisse porte 3 papilles sur les aires de contact et la face distale est ornée de verrues (1 à 1,5 µ de large, inférieure à 1 µ de haut).

Dimensions : diamètre 28 à 34 µ, moyenne 3 µ (7 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Gaspé, assemblage inférieur de Battery Point Formation, Emsien (Mc GREGOR 1973 et 1977) ; Moose River Basin, membre supérieur de la Formation Kenogami River, Siegenien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976), Pays de Galles, Dairy Dingle, Ditton Group (RICHARDSON & LISTER 1969), Massif Armoricain, Formation de l'Armorique dans sa localité type, Siegenien inférieur (MOREAU-BENOIT 1980) ; partie inférieure de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 1a, Praguien.

*Synorisporites verrucatus* RICHARDSON & LISTER 1969

Pl. 7, fig. 9 a-b.

1969 *Synorisporites verrucatus* n. sp. RICHARDSON & LISTER, p. 233, pl. 40, fig. 10-12.
1978 *Synorisporites verrucatus* RICHARDSON & LISTER, *in* Mc GREGOR, p. 51, pl. 6, fig. 30 et 31.
1976 *Synorisporites verrucatus* RICHARDSON & LISTER, *in* DEUNFF & CHATEAUNEUF, pl. 1, fig. 15.
1978 *Synorisporites verrucatus* RICHARDSON & LISTER, *in* RODRIGUEZ, p. 422, pl. 1, fig. 1, 2, 3, 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177.

Description : Spore à contour subcirculaire. Le signe trilète qui atteint l'équateur et s'arrête sur des curvatures est accompagné de lèvres élevées. L'exine est lisse et épaissie à l'équateur (3 µ environ). L'ornementation visible sur la face distale est constituée de verrues de 1,5 à 2,5 µ de diamètre. Ces verrues sont arrondies ou polygonales.

Dimensions : diamètre 34 µ (1 seul spécimen inventorié).

Répartition stratigraphique et géographique : Pays de Galles, Linton Quary, Dawntonien inférieur (RICHARDSON & LISTER 1969) ; Canada, Gaspé, partie inférieure de la Formation de Battery Point, Emsien (Mc GREGOR 1973 et 1977) ; Massif Armoricain, partie supérieure des schistes et quartzites de Plougastel, Dévonien inférieur (DEUNFF & CHATEAUNEUF 1976) ; Espagne, Léon, Formation de San Pedron, dans des niveaux rapportés au Wenlock supérieur - Ludlow inférieur (RODRIGUEZ 1978) ; partie inférieure de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 1a, Praguien.

*Synorisporites* cf. *verrucatus* RICHARDSON & LISTER 1969

Pl. 7, fig. 7.

1969 cf. *Synorisporites verrucatus, in* RICHARDSON & LISTER, pl. 40, fig. 13.
1973 *Synorisporites* cf. *verrucatus* RICHARDSON & LISTER, *in* RICHARDSON & IOAMIDES, p. 278, pl. 6, fig. 11-16.
1976 *Synorisporites* cf. *verrucatus* RICHARDSON & LISTER, *in* MOREAU-BENOIT, p. 38, pl. 7, fig. 8.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177 et 233.

Description : Spore à contour subtriangulaire présentant une crassitude équatoriale, et une face distale ornée de verrues de tailles et de contours irréguliers (2 à 4,5 µ de diamètre), cette ornementation ne déborde pas à l'équateur. La face proximale est lisse. La marque trilète est longue et soulignée par des lèvres épaisses. On ne peut distinguer les curvatures sur ce spécimen.

Dimensions : diamètre 34 à 40 µ, moyenne 37 µ (2 spécimens).

Discussion : ce spécimen est comprimé latéralement de façon comparable à la forme cf. *Synorisporites verrucatus* RICHARDSON & LISTER (1969). Ce phénomène de compression contribue à mettre le signe trilète en relief.

De grandes similitudes existent également entre le matériel présenté ici et les formes appelées cf. *verrucatus* par RICHARDSON & IOANNIDES (1973) et MOREAU-BENOIT (1976).

*Synorisporites* cf. *verrucatus* D'ERCEVILLE (1979) et *S.* cf. *verrucatus* (RICHARDSON & LISTER) MOREAU-BENOIT (1980), sont à mon avis différentes, car elles possèdent notamment des papilles moins larges et des formes plus régulières.

Répartition stratigraphique et géographique : Pays de Galles, Linton Quarry, Downtonien inférieur (RICHARDSON & LISTER 1969) ; Libye, Bassin de Rhadames, Budnanien inférieur (RICHARDSON & IOANNIDES 1973) ; Massif Armoricain, Formation de Saint-Céneré dans sa localité type, passage Lochkovien - Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, partie inférieure, Formation de Saint-Céneré, assemblage 1a, Praguien.

*Infraturma tricassati* DETTMANN 1963

Genre *Craspedispora* AUEN 1965

Espèce type : *Craspedispora craspeda* ALLEN 1965

*Craspedispora craspeda* ALLEN 1965

Pl. 7, fig. 12.

1965 *Craspedispora craspeda* n. sp. ALLEN, p. 710, pl. 97, fig. 22-23.
1976 *Craspedispora craspeda* ALLEN, *in* MASSA & MOREAU-BENOIT, pl. 2, fig. 15, tabl.-fig. 5.
1976 *Craspedispora craspeda* ALLEN, *in* MOREAU-BENOIT, p. 41, pl. 8, fig. 3.
1976 *Craspedispora craspeda* ALLEN, *in* ALLEN, pl. 4, fig. 6.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 233 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 19, 41 et 48.

Description : Spore trilète à contour subtriangulaire, à côtés concaves et angles arrondis. Le signe trilète est simple, droit, égal aux 2/3 du rayon de la spore. Un épaississement est visible le long des sutures, sa largeur décroît du pôle vers l'équateur. L'intexine délimitant le corps central à un contour subtriangulaire et une épaisseur de 1 à 1,5 µ. L'exoexine développée dans les secteurs interradiaux seulement, forme une zone membraneuse fine de 2 µ de large (sur le matériel observé elle semble comprimée). Les aires de

contact sont lisses. La surface distale ainsi que la région proximo-équatoriale portent une ornementation de petits cônes de 1 µ de large et de haut.

La zone externe porte également quelques cônes.

Dimensions : diamètre 33 à 40 µ, moyenne 37 µ (5 spécimens).

Remarques : ce spécimen possède les principales caractéristiques des formes décrites par ALLEN (1965). Comme le souligne MOREAU-BENOIT (1980) *Craspedispora craspeda* (ALLEN 1965) est très proche de *Camarozonotriletes sextantii* Mc GREGOR & CAMFIELD (1976). Le critère, taille de l'ornementation, qui peut varier suivant l'état de conservation du matériel, est-il suffisant pour séparer ces deux formes ?

Les spécimens observés possèdent également des affinités avec *Procoronaspora ambiga* BUTTERWERTH & WILLIAMS figurés et décrits par LANNINGER (1968) et SCHULTZ (1968) ainsi que *Apiculatisporites* sp. 1 JARDINE & YAPAUDJAN (1968). Ces deux dernières espèces ont été mises en synonymie avec *Camarozonotriletes sextantii* par Mc GREGOR & CAMFIELD (1976).

La distribution stratigraphique de *Camorozonotriletes sextantii* et *Craspedispora craspeda* sont assez identiques :

- *Camarozonotriletes sextantii* : Emsien inférieur à base de l'Eifelien,
- *Craspedispora craspeda* : Siegenien supérieur à base de l'Eifelien.

Répartition stratigraphique et géographique : pour l'espèce *C. craspeda* : d'après MOREAU-BENOIT 1976 et 1980, Spitzberg, Rentersleødfjellet Sandstone et Lower Miner Valley Series ; Siegenien supérieur à base de l'Eifelien (ALLEN 1965) ; Nowegi, Trøndelaj, Emsien (ALLEN 1976) ; Allemagne, Eifel, base de l'Emsien supérieur (communication orale de RIEGEL 1975) ; Canada, Gaspé, Siegenien supérieur et Emsien (communication orale de Mc GREGOR 1975) ; Massif Armoricain, coupe de Saint-Céneré, partie supérieure, Praguien (MOREAU-BENOIT 1976) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadames, sommet Formation Ouan Kasa A.O.I, palynozones 3 et 4, soit Emsien supérieur et Couvinien (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976 et 1980).

Pour *Camorozonotriletes sextantii* : Canada, Ontario, Moose River Basin, Upper Stooping River, Formations de Sextant and Lower Kwataboahegan, Emsien inférieur à Eifelien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; Tchécoslovaquie, Barrandien region, Upper part of South east slope of Cisarsha sohle, southeast of Srbsho, Emsien inférieur et moyen (Mc GREGOR 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Leonispora* CRAMER & DIEZ 1975

Espèce type : *Leonispora argovejae* CRAMER & DIEZ 1975

*Leonispora argovejae* CRAMER & DIEZ 1975

Pl. 7, fig. 11.

1975 *Leonispora argovejae* CRAMER & DIEZ, p. 342, pl. 1, fig. 3.
1978 *Leonispora argovejae* CRAMER & DIEZ, *in* RODRIGUEZ, p. 418, pl. 4, fig. 7 et 11.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 181.1, 251.6, 251.7, 257.3.

Discussion : cette spore est dite chambrée (cavate) car elle est formée d'une endospore et d'une exospore. Le matériel observé présente les caractéristiques de l'espèce *argovejae* décrite par CRAMER en 1975, avec un contour circulaire et un signe trilète dont les branches, droites et bordées par des lèvres élevées, atteignent l'équateur. Chez les spécimens étudiés, l'ouverture de ce signe trilète se marque par une lumière triangulaire au pôle proximal. Le contact entre exospore et endospore se fait aux extrémités du signe trilète et dans les zones interradiales au niveau des inspissations (diamètre 5 µ). Des replis de l'exine sont visibles dans les zones interradiales et au contact des inspissations. L'endospore est deux fois plus épaisse que l'exospore. Les faces proximale et distale sont lisses.

Dimensions : diamètre 22 à 25 µ, comparable au diamètre des spécimens de Cramer (1975) (4 spécimens inventoriés).

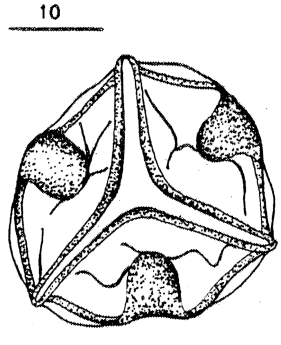



Fig. 33 : *Leonispora argovejae* ; face proximale, structure cavate et ornementation.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Léon, Formation de San Pedro, Dévonien inférieur (CRAMER & DIEZ 1975) ; Formation de San Pedro, Gedinnien supérieur - Siegenien inférieur (RODRIGUEZ 1978).

*Infraturma patinati* BUTTERWORTH & WILLIAMS 1958

Genre *Cymbosporites* ALLEN 1965

Espèce type : *Cymbosporites cyathus* ALLEN 1965

*Cymbosporites echinatus* RICHARDSON & LISTER 1969

Pl. 7, fig. 10 a-b.

1969 *Cymbosporites echinatus* n. sp. RICHARDSON & LISTER, p. 239-240, pl. 42, fig. 1-5.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 249.1 et 259.

Description : Spore trilète patinée à contour subtriangulaire arrondi. Le signe trilète est égal aux 2/3 du rayon de la spore, les sutures sont bordées par des plis de l'exine. La patine en face distale et à l'équateur a une épaisseur de 2,5 à 3 µ. Sur la face proximale, les aires de contact sont lisses. Les régions proximo-équatoriale et distale sont ornementées d'éléments biformes, constituées d'épines à bord parallèles ou présentant une constriction, et aux extrémités spatulées. Le sommet des ornements est souvent aplati. En plan, les ornements sont arrondis et dispersés sur la surface, généralement par groupes de deux (cf. pl. 7, fig. 10 a).

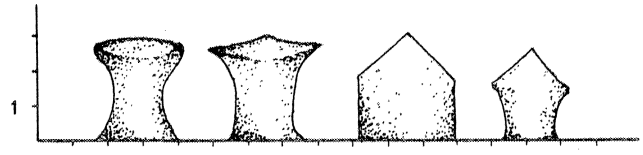



Fig. 34 : détail de l'ornementation distale et équatoriale de *Cymbosporites echinatus*.

Dimensions : diamètre 33 à 38 µ (2 spécimens inventoriés).

Répartition stratigraphique et géographique : Angleterre, Welsh Borderland and South Wales, Lower Downtonien (RICHARDSON & LISTER 1969) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien.

*Cymbosporites paulus* Mc GREGOR & CAMFIELD 1976

Pl. 7, fig. 13 a-b.

1976 *Cymbosporites paulus* n. sp. Mc GREGOR & CAMFIELD, p. 15, pl. 2, fig. 7 à 9.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 199, 233, 249.1.

Description : Spore trilète à contour subcirculaire. Les bras du signe trilète ont une longueur égale aux 2/3 du rayon de la spore, ils sont accompagnés par des plis et se terminent par des curvatures près de l'équateur. La région équatoriale épaissie (largeur 3 µ) porte ainsi que la face distale une ornementation de grains aplatis et de cônes de 0,5 à 1 µ de haut, 1 à 1,5 µ de large. Les aires de contact sont lisses.

Dimensions : diamètre 25 à 34 µ, moyenne 30 µ (8 spécimens).

Répartition stratigraphique : Canada, Moose River Basin, partie supérieure de la Formation Kenogami River et Formations Sextant et Stooping River, Gedinnien, Siegenien et Emsien (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien.

Genre *Archaeozonotriletes* (NAOUMOVA), (POTONIE) ALLEN 1965

Espèce type : *Archaeozonotriletes variabilis* (NAOUMOVA) ALLEN 1965

*Archaeozonotriletes chulus* (CRAMER) RICHARDSON & LISTER 1969

Synonymie : voir D'ERCEVILLE 1979, p. 101.

1978 *Archaeozonotriletes chulus* (CRAMER) RICHARDSON & LISTER, *in* RODRIGUEZ, p. 413, Lam. 1, fig. 18.

1979 *Archaeozonotriletes chulus* (CRAMER) RICHARDSON & LISTER, *in* D'ERCEVILLE, p. 101, pl. 5, fig. 5-7, pl. 6, fig. 5-6.

1980 *Archaeozonotriletes chulus chulus* RICHARDSON & LISTER, *in* MOREAU-BENOIT, p. 13, pl. 8, fig. 7.

Remarque : cette espèce très souvent décrite et figurée, est présente tout au long des deux coupes, avec un très grand nombre d'individus inventoriés. Le matériel étudié comprend des espèces de petite taille (20 - 30 µ) que certains auteurs attribuent à l'espèce *nanus*. Comme le soulignait D'ERCEVILLE 1979, je considère que le critère taille est insuffisant pour séparer les espèces *nanus* et *chulus*, au demeurant identiques. Ainsi, l'ensemble des spécimens rencontrés a été attribué à l'espèce *chulus*.

Répartition stratigraphique et géographique : *Archaeozonotriletes chulus* RICHARDSON & LISTER est une forme très commune, avec une très large répartition stratigraphique et géographique. L'espèce est citée du Silurien terminal jusqu'à l'Emsien dans de nombreuses régions du monde. Espèce présente tout au long des deux coupes de Sablé-sur-Sarthe et Saint-Pierre-sur-Erve, assemblages 1, 2 et 3, Praguien.

*Infraturma zonati* POTONIE & KREMP 1954

Genre *Camptozonotriletes* STAPLIN 1960

Espèce type : *Camptozonotriletes vermiculatus* STAPLIN 1960

*Camptozonotriletes* cf. *aliquantus* ALLEN 1965

Pl. 9, fig. 4.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 260 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 18 et 43.

Description : Spore trilète zonée et chambrée, à contour subtriangulaire arrondi. Le corps central (intexine) est égal aux 4/5 du diamètre total de la spore. L'exoexine est mince et souvent plissée. Le signe trilète est droit et les branches atteignent l'équateur. Le corps central est orné en face distale de muri radiaux, dépassant sur la zone. La face proximale est lisse.

Dimensions : diamètre 42 à 66 µ, moyenne 54 µ (6 spécimens).

Remarques : les spécimens étudiés, proches de *Camptozonotriletes aliquantus* ALLEN (1965) par l'ornementation de muri radiaux, sont très abimés, le corps central très sombre masque souvent les ornements, ce qui ne permet pas de préciser davantage l'attribution spécifique.

Répartition stratigraphique : pour l'espèce *C. aliquantus* : Spitzberg, Revterskiøldfjellet Sandstone et Lower Mimer Valley Series, Siegenien à Eifelien inférieur (ALLEN 1965) ; Eifel, Nohn-Schichten, Eifelien inférieur (RIEGEL 1973) ; Libye occidentale, Bassin de Rhadamès, partie supérieure de la Formation Tadrart et partie inférieure de la Formation Ovan Kasa, palynozone 2, Siegenien supérieur - Emsien inférieur (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976) ; coupe de Sablé sur Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage supérieur 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

Genre *Cirratriradites* WILSON & LOE 1940

Espèce type : *Cirratriradites maculatus* WILSON & LOE 1940

*Cirratriradites* sp.

Pl. 9, fig. 6 et 7.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 199, 201, 251.1, 260.C et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6.

Description : Spore trilète zonée à contour subtriangulaire à subcirculaire. La marque trilète, droite, atteint l'équateur, elle est aussi haute que large (1 µ environ). L'exine qui est lisse s'épaissie en face distale pour former un anneau de largeur équivalente au 1/3 ou 2/3 du rayon du corps central. La zone externe, égale au 1/4 du rayon de la spore, est transparente souvent plissée et déchirée sur les spécimens observés.

Dimensions : diamètre 48 à 62 µ, moyenne 54 µ (8 spécimens).

Remarques : ces formes ressemblent à *Cirratriradites* sp. F STREEL 1967. Cependant, le matériel, mal conservé, ne permet pas d'affirmer avec exactitude, la comparaison.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Subturma pseudosaccititriletes* RICHARDSON 1965

Genre *Auroraspora* (HOFFMEISTER, STAPLIN & MALLAY) RICHARDSON 1960

Espèce type : *Auroraspora solisorthis* HOFFMEISTER, STAPLIN & MALLOY 1955

*Auroraspora* sp.

Pl. 9, fig. 8 a-b.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 259 et 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 18.

Description : Spore trilète "chambrée" à contour subcirculaire. Le diamètre du corps central est égal aux 2/3 du rayon de la spore. Le signe trilète, droit, bordé de lèvres élevées mais fines s'étend jusqu'au bord externe du corps central. Les aires interradiales apparaissent déprimées. L'exoexine est détachée de l'intexine (voir photo M.E.B.) et présente une granulation légère (taille des grains inférieurs à 1 µ). L'intexine est lisse.

Dimensions : diamètre 65 à 68 µ, moyenne 66 µ (4 spécimens).

Discussion : le spécimen figuré, observé au M.E.B. (fig. 8 a-b) présente, malgré son aspect comprimé, une exoexine dont le volume suggère l'existence d'une structure pseudosaccate. Cet argument, ainsi que le fait que l'exoexine apparaît détachée de l'intexine, permet d'envisager la réalité de la structure "chambrée".

Cette forme présente les caractéristiques du genre *Auroraspora* : corps central à bordure distincte et sans ornementation, exoexine infragranulée.

Les spécimens figurés présentent des analogies avec *Auroraspora micromanifestus* (HACQUEBARD) RICHARDSON 1965 mais trop peu de matériel a été observé pour pouvoir affirmer la comparaison.

Répartition stratigraphique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, assemblage 2 (Siegenien supérieur).

Spore zonale sp.

Pl. 9, fig. 3 a-b.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 274.1. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7, 18 et 47.

Description : Spore trilète zonée à contour subtriangulaire arrondi. L'exoexine forme une zone à la périphérie de la spore, de largeur égale au 1/3 du rayon. Les sutures, droites, atteignent le bord externe du corps central et sont accompagnées par des plis larges de 4 à 5 µ et hauts de 2 à 3 µ. L'ornementation de l'exine est plus dense sur le corps central qu'à la périphérie. Elle est à la fois distale et proximale et consiste en éléments biformes très minces, souvent soudés les uns aux autres en forme de "draperies", hauts de 3 à 4 µ, larges de 2 à 5 µ.

Dimensions : diamètre 68 à 77µ , moyenne 70 µ (4 spécimens).

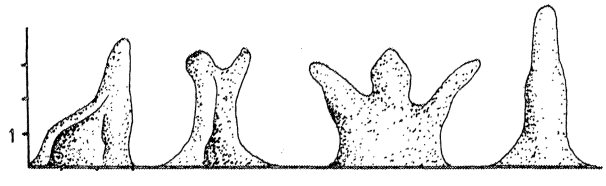



Fig. 35 : Spore zonale sp. (M.E.B.) ; détail de l'ornementation en "draperies", sur la face proximale.

Discussion : cette forme est conservée en nomenclature ouverte dans la mesure ou l'état de conservation du matériel étudié, ne permet pas de déterminer avec certitude si la spore est uniquement zonée ou cavate.

Par son ornementation à la fois distale et proximale, cette espèce présente des affinités avec les spores zonées du genre *Cristatisporites* PLAYFORD (1963). Elle ne peut être rattachée au genre *Samarisporites* RICHARDSON (1965), dans la mesure ou la diagnose originale considère que les spores caractéristiques du genre, ne sont pas ornementées sur la face proximale.

La distinction d'une structure cavate repose sur le degré d'attachement de l'intexine à l'exoexine, et un décollement des couches de l'exine, déterminant une cavité ou sac.

Dans les faits, ces critères restent souvent difficiles à identifier, ce qui a amené à des émendations de genres à partir de formes voisines.

Le genre *Grandispora* a ainsi été émendé par PLAYFORD (1971) et Mc GREGOR (1973). Selon Mc GREGOR (1973) il est difficile de séparer, d'après leur diagnose, les genres *Grandispora, Spinozonotriletes* HACQUEBARD (1957), *Samarisporites* RICHARDSON (1965) et *Calyptosporites* RICHARDSON (1962).

Si l'on prend en compte ces émendations, l'espèce décrite ici pourrait donc être attribuée à une forme cavate (?) et peut être du genre *Grandispora* ?

Répartition stratigraphique et géographique : coupe de Sablé-sur-Sarthe, sommet de l'assemblage 2, Praguien (Siegenien supérieur ?) ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Incertae sedis*

Genre *Tetraletes* CRAMER 1966a

Espèce type : *Tetraletes granulatus* CRAMER 1966a

Cramer en 1966 décrit ces organites formés de 4 éléments d'égal diamètre rassemblés en tétrades, comme sporomorphes, c'est-à-dire microfossiles d'origine incertaine mais pouvant être affiliées à des spores issues de spores.

Récemment (CRAMER & DIEZ 1979) assimilent les tétraletes aux Acritarches, dans un article de synthèse sur les Acritarches du Paléozoïque inférieur (p. 107, fig. 3 : 237).

Nous avons distingué 3 espèces dans le matériel étudié, dont les très classiques, *Tetraletes granulatus* et *Tetraletes variabilis* ainsi qu'une 3ème espèce laissée en nomenclature ouverte.

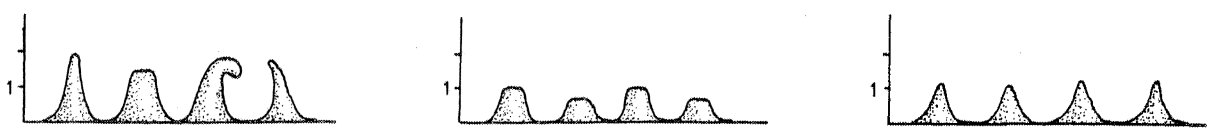



Fig. 36 : détail de l'ornementation des éléments de la tétrade.

*Tetraletes variabilis* CRAMER 1966a

Pl. 10, fig. 1.

1966a *Tetraletes variabilis* CRAMER, p. 78, pl. I, fig. 7, 8, 10.
1967 Spore n° 3350, *in* MAGLOIRE, pl. I, fig. 8.
1969 *Tetraletes variabilis* CRAMER, *in* PARIS & DEUNFF, pl. I, fig. 25.
1973 *Tetraletes variabilis* CRAMER, *in* RICHARDSON & IOANNIDES, p. 286, pl. 9, fig. 11.
1975 *Quadrisporites variabilis*, *in* RAUSCHER & ROBARDET, pl. X, fig. 17.
1976 *Tetraletes variabilis* CRAMER, *in* DEUNFF & CHATEAUNEUF, pl. 1, fig. 22.
1979 *Tetraletes variabilis* CRAMER, *in* D'ERCEVILLE, p. 104, pl. 5, fig. 9.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 251.7 (1 spécimen).

Description : Tetrade disposée dans un plan de 4 éléments dont la jonction est bien marquée, large de 2,5 à 3 µ. L'ornementation sur les éléments de la tétrade est variable, constituée de cônes arrondis, d'épines droites et d'épines à extrémité crochue (hauteur des ornements 1,5 à 2 µ).

Dimensions : la tétrade a un diamètre de 37 µ, chaque élément mesurant environ 12 µ.

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Léon, Formation de San Pedro, Ludlow-Gédinnien (CRAMER 1966a) ; Sahara algérien, Grand Erg occidental, Silurien et Dévonien inférieur (MAGLOIRE 1967) ; Tripolitanie Libye, Formation Acacus, Downtonien (RICHARDSON & IOANNIDES 1973) ; Normandie, Cotentin, Gédinnien basal, assemblage 3 et 4 (RAUSCHER & ROBARDET 1975) ; Massif Armoricain, coupe de Saint-Médard-sur-Ille, Formation du Val, Pridoli (PARIS & DEUNFF 1969); partie supérieure des schistes et quartzites de Plougastel, Dévonien inférieur (DEUNFF & CHATEAUNEUF 1976), Formation du Val, Pridoli (D'ERCEVILLE 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblage 1b, Praguien.

*Tetraletes granulatus* CRAMER 1966a

Pl. 10, fig. 3 et 4.

1966a *Tetraletes granulatus* CRAMER, p. 78, pl. I, fig. 9 et 12.
1967 Tetrade n° 3350, *in* MAGLOIRE, pl. III, fig. 12, pl. VI, fig. 9, pl. IX, fig. 5.
1973 *Tetraletes granulatus* CRAMER, *in* RICHARDSON & IOANNIDES, p. 286, pl. 9, fig. 15.
1973 *Quadrisporites granulatus* RAUSCHER, p. 303, pl. XII, fig. 26-28.
1975 *Quadrisporites granulatus* RAUSCHER, *in* RAUSCHER & ROBARDET, pl. X, fig. 22.
1978 *Tetraletes* sp. RODRIGUEZ, pl. 4, fig. 16.
1979 *Tetraletes granulatus* CRAMER, *in* D'ERCEVILLE, p. 103, pl. 5, fig. 8.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 172, 177, 179, 184, 250, 251.1, 251.2, 251.3, 251.5, 251.6, 251.7, 257.6, 260 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 6, 8, 10, 17, 18, 26, 27, 29, 33, 38, 39, 43.

Description : tétrade à paroi fine, à contour subcirculaire. L'ornementation sur chacun des éléments de la tétrade est constituée essentiellement de granules de 0,5 à 1 µ de haut et de 1 µ de large. La jonction des 4 éléments est là aussi très épaisse.

Dimension : diamètre de 24 à 48 µ, moyenne 38 µ (31 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Espagne, Léon, Formation de San Pedro, Furada, Silurien supérieur, Dévonien inférieur (CRAMER 1966a & RODRIGUEZ 1978). Libye, Tripolitaine, Formation Acacus, Downtonien (RICHARDSON & IOANNIDES 1973); Massif Armoricain, Normandie, Siluro-Dévonien inférieur du Nord et du Pas-de-Calais (RAUSCHER 1973 ; RAUSCHER & ROBARDET 1975).

Algérie, Grand Erg occidental, Silurien et Dévonien inférieur (MAGLOIRE 1967) ; Massif Armoricain, Formation du Val, Pridoli (D'ERCEVILLE 1979) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblages 2 et 3, Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

*Tetraletes* sp.

Pl. 10, fig. 2.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 259 et 272.

Description : tetrade circulaire. L'organisation ici est très particulière en ce sens que les quatre éléments de la tétrade sont entièrement solidaires, organisés de part et d'autre des branches de la suture très fine, en forme de croix.

L'ornementation est constituée d'épines courtes de 1 µ de haut et de large.

Dimensions : diamètre total : 26 à 38 µ, chaque élément mesurant 12 à 16 µ.

Répartition stratigraphique : partie supérieure de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, assemblage 2, Praguien.

Sous-groupe des Herkomorphitae DOWNIE, EVITT & SARJEANT 1963

Genre *Dictyotidium* EISENACK emend STAPLIN 1961

Espèce type : *Dictyotidium dictyotium* (EISENACK) EISENACK 1955

*Dictyotidium polygonium* STAPLIN 1961

Pl. 10, fig. 5 a-b.

1961 *Dictyotidium polygonium* n. sp. STAPLIN, p. 417, pl. 49, fig. 14.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 233 et 260. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7.

Description des spécimens observés : coque sphérique, surface uniformément réticulée, dont les mailles à contour polygonal de 2 à 4 µ de diamètre, sont séparées par des murs lisses, épais de 0,2 à 1 µ, hauts de 0,3 à 1,5 µ. Un granule de 0,2 à 1 µ de hauteur occupe le centre de chacune des mailles. La marque de déhiscence consiste en une simple fente dans la paroi.

Dimensions : diamètre 29 à 48 µ, moyenne 36 µ (7 spécimens).

Remarque : ces formes sont identiques à celles décrites par STAPLIN (1961), mis à part leur taille qui est supérieure (27 - 31 µ pour les spécimens de STAPLIN). L'espèce *polygonium* ressemble par l'ornementation de sa coque à *Cymatiosphaera winderi* DEUNFF (1967), mais s'en distingue par l'absence de cloisons membraneuses.

Elle présente également de grandes analogies avec des organites décrites comme spores alètes, du genre *Maculatisporites* TIWARI (1964) et notamment les espèces *papillatus* et *brevis* TIWARI & SCHAARCHMIDT (1975) de l'Emsien supérieur d'Allemagne (Prüm syncline, Eifel), qui présente des surfaces réticulées à mailles polygonales, avec un granule au centre de chaque maille. L'espèce *papillatus* est de grande taille (72 - 128 µ) mais l'espèce *brevis* a une taille comparable (33 - 50 µ) à l'espèce *polygonium* décrite ici.

Différentes espèces de *Dictyotidium* ont été décrites : dans le Silurien d'Europe (EISENACK 1955 et 1965a : *D. dictyotrium* et *D. stenodictyum*), au Canada (THUSU 1973 : *D. dictyotium*, Silurien moyen ; PLAYFORD 1977 : *D. cavernulosum, D. variatus, D.* sp. A, Dévonien inférieur - Emsien).

*D. polygonium* est très différent de ces espèces, mais se rapproche par quelques caractères de *D. variatium* (PLAYFORD 1977).

Répartition stratigraphique et géographique : Canada, Alberta, Dévonien supérieur (STAPLIN 1961) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Dictyotidium legionis* (CRAMER) nov. comb.

Pl. 10, fig. 6, 8 a-b, 9 et 12.

1966a *Retialetes legionis* n. sp. CRAMER, p. 73, pl. II, fig. 19 à 23.
1967 *Retialetes legionis* CRAMER, *in* CRAMER, pl. IV, fig. 80.
1977 *Dictyotidium variatium* n. sp. PLAYFORD, p. 18, 19, pl. 5, fig. 2-4.
1980 *Cymatiosphaera legionis* CRAMER & DIEZ, p. 102.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 187, 249.1, 249.2, 259 et 272. Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7 et 19.

Description : coque sphérique à subsphérique : paroi réticulée à petites mailles (diamètre 0,5 à 1,5 µ) à contour subcirculaire ou polygonal. Les murs sont lisses mais portent aux angles de la maille des protubérances arrondies (0,2 à 0,5 µ de haut, 0,5 µ de large). La marque de déhiscence est représentée par une fente dans la paroi.

Dimensions : diamètre 29 à 57 µ, moyenne 44 µ (11 spécimens).

Discussion : le matériel étudié correspond par ces caractères généraux aux spores alètes *Retialetes legionis* décrites par CRAMER (1966a), qui révise cette forme en 1979, et en fait une espèce du genre *Cymatiosphaera* du groupe des Acritarches herkomorphitae. Cependant, il est préférable à mon avis, d'attribuer ces formes au genre *Dictyotidium*, à partir des caractéristiques de la surface réticulée, plus compatibles avec celles mentionnées pour la diagnose du genre *Dictyodium* (STAPLIN 1961), que pour la diagnose du genre *Cymatiosphaera* (DEFLANDRE 1954).

On peut retenir notamment, la présence sur l'espèce *legionis* de protubérances aux points de jonction des murs, et l'absence d'expansions membraneuses à partir de ces murs.

Le matériel étudié présente de grandes analogies avec *D. variatium* n. sp. (PLAYFORD 1977) ce qui justifie la synonymie.

Répartition stratigraphique : Espagne, Province de Léon, Formation de San Pedro, Silurien terminal (CRAMER 1966a et 1967) ; Canada, Ontario, Moose River Basin, Formation de Stooping River, Emsien (PLAYFORD 1977) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2 ; coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

*Dictyotidium* sp. ?

Pl. 10, fig. 7 a-b, 13.

Matériel : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : SPE 7.

Description des spécimens observés : coque à contour subcirculaire, à paroi réticulée. Les murs du réticulum (hauteur 1,5 à 2 µ, largeur 0,2 à 0,5 µ), se disposent en crêtes partiellement anastomosées, subparallèles et convolutes. Les mailles ont un contour subcirculaire (diamètre 2 à 3 µ), elles portent en leur centre une papille peu prohéminente de 1 µ de large et de 0,3 µ de haut. La marque de déhiscence est représentée par une fente dans la paroi.

Dimensions : diamètre 36 à 47 µ, moyenne 42 µ (5 spécimens).

Discussion : par rapport aux *Dictyotidium* décrits par EISENACK, STAPLIN & PLAYFORD, cette espèce se distingue par l'agencement du réticulum en crêtes convolutes délimitant des champs partiellement clos. *Dictyotidium* n. sp. se rapproche de *D. variatium* PLAYFORD, par sa taille et les dimensions des champs.

Répartition stratigraphique : Massif Armoricain, Saint-Pierre-sur-Erve, base de la coupe, Formation de Montguyon, assemblage 2, Siegenien supérieur.

Genre *Pterosphaerula* CRAMER 1967

Espèce type : *Pterosphaerula astrala* CRAMER 1967

*Pterosphaerula astrala* CRAMER 1967

Pl. 10, fig. 14 a-b.

1967 *Pterosphaerula astrala* n. sp. CRAMER, p. 29-30, pl. 2, fig. 20.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 177, 249.1, 249.2, 249.3, 259 et 272.

Description : coque sphérique à ellipsoïde. La surface est réticulée ; les crêtes forment des structures étoilées, groupant 5 à 8 mailles à contour subtriangulaire de 2 à 8 µ de diamètre, autour d'une protubérance centrale de 3 à 4 µ de haut. Les planchers des mailles observés en microscopie électronique sont finement réticulées ; les champs ont un contour subcirculaire.

Dimensions : diamètre 38 à 50 µ, moyenne 46 µ (8 spécimens).

Répartition stratigraphique et géographique : Nord-Ouest de l'Espagne, Léon, Silurien terminal (CRAMER 1967); coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien.

Genre *Ovnia* CRAMER & DIEZ 1977

Espèce type : *Ovnia desertica* CRAMER & DIEZ 1977

*Ovnia desertica* CRAMER & DIEZ 1977

Pl. 10, fig. 11.

1977 *Ovnia desertica* n. sp. CRAMER & DIEZ, p. 86, pl. 1, fig. 1-14, 16-19, 22-24.

Matériel : coupe de Sablé-sur-Sarthe : SAB 233, 249.1, 249.3, 260, 262 et 272.

Description : coque sphérique à subsphérique ; la surface supérieure est réticulée, les murs sont bas et épais, et sont constitués de crêtes épineuses arrondies. Les champs ont un contour subcirculaires, leur diamètre est de 3 à 4 µ. La surface inférieure est entièrement lisse. L'épaisseur du mur à l'équateur est de 2 à 3 µ.

Dimensions : diamètre 38 à 70 µ, moyenne 50 µ (10 spécimens).

Remarques : cette espèce présente des similitudes avec *Dictyotidium variatum* PLAYFORD (1977), mais la densité des protubérances sur l'ensemble du mur de la maille est plus importante chez l'espèce *desertica*.

Répartition stratigraphique et géographique : Arabie Saoudite, sondage, Gédinnien (CRAMER & DIEZ 1977) ; coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, assemblages 1 et 2, Praguien.

## Etude de la répartition des spores

La distribution des spores, dans la coupe de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, permet de définir trois assemblages.

La signification des coupures majeures observées dans la répartition des spores dans ces deux coupes, a été discutée compte tenu de données quantitatives sur leur fréquence, leur taille ..., et pour cerner l'influence des facteurs sédimentologiques, écologiques et évolutifs.

- Remarques générales : les variations de la composition spécifique des assemblages suggèrent des remarques générales, appliquables aux 2 coupes, que l'on peut développer en prenant pour exemple la coupe de Sablé-sur-Sarthe.

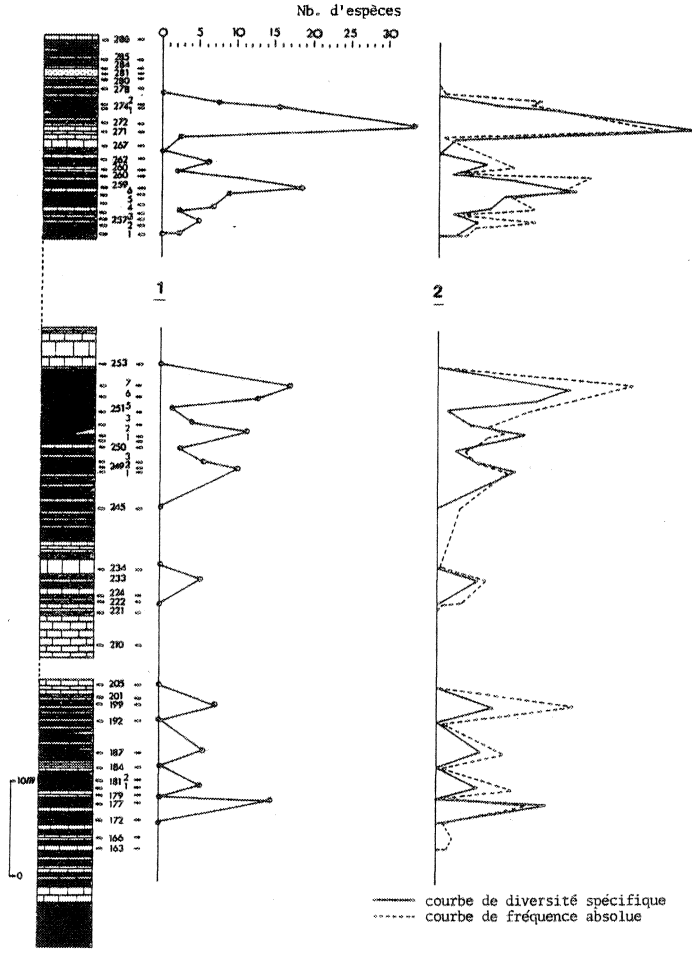



Fig. 37 : Sablé-sur-Sarthe. 1 : courbe de diversité spécifique ; 2 : superposition des courbes de diversité spécifique et de fréquence absolue des spores.

La figure 37 présente la courbe établie à partir du nombre d'espèces déterminées dans chaque niveau et en parallèle, la superposition de cette courbe et de la courbe de fréquence absolue des spores.

Les deux courbes montrent que la diversité spécifique est liée au nombre de spores conservées dans un échantillon. Les espèces rares se rencontreront donc dans les niveaux les plus riches en spores.

Les facteurs d'ordre sédimentologique (taux de sédimentation, nature lithologique, phénomène de compaction ...) qui contrôlent la concentration et la fossilisation des organismes, agissent par voie de conséquence, sur la composition spécifique d'un assemblage. Les différences de concentration en spores, observées dans les coupes entre niveaux de nature lithologique différente, sont souvent très nettes ; les niveaux carbonatés étant systématiquement moins riches et moins diversifiés que les niveaux schisteux.

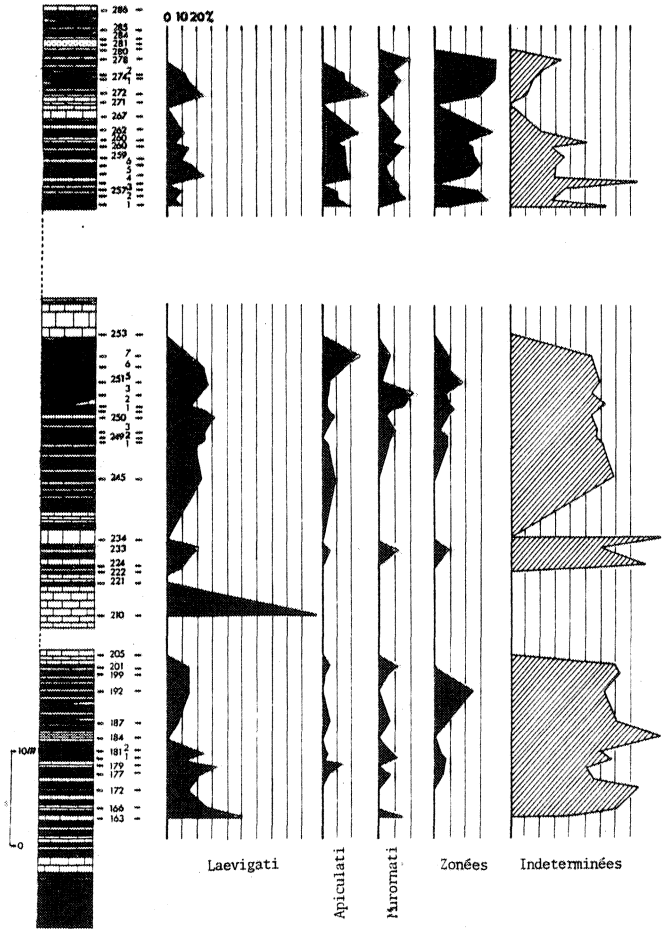



Fig. 38 : Sablé-sur-Sarthe : courbes de fréquences relatives des spores.

L'état de conservation du matériel organique influe également sur la diversité spécifique. De plus le métamorphisme affectant les coupes étudiées, considéré de degré faible (anchimétamorphisme), implique malgré tout une transformation de la matière organique, se traduisant par une opacification des organismes. Ces conditions sont responsables des fréquences élevées de spores indéterminées (cf. fig. 38).

La composition de la flore productrice, facteur essentiel mais peu connu, a bien sur une grande part de responsabilité dans les variations de diversité spécifique.

- Définition des assemblages :

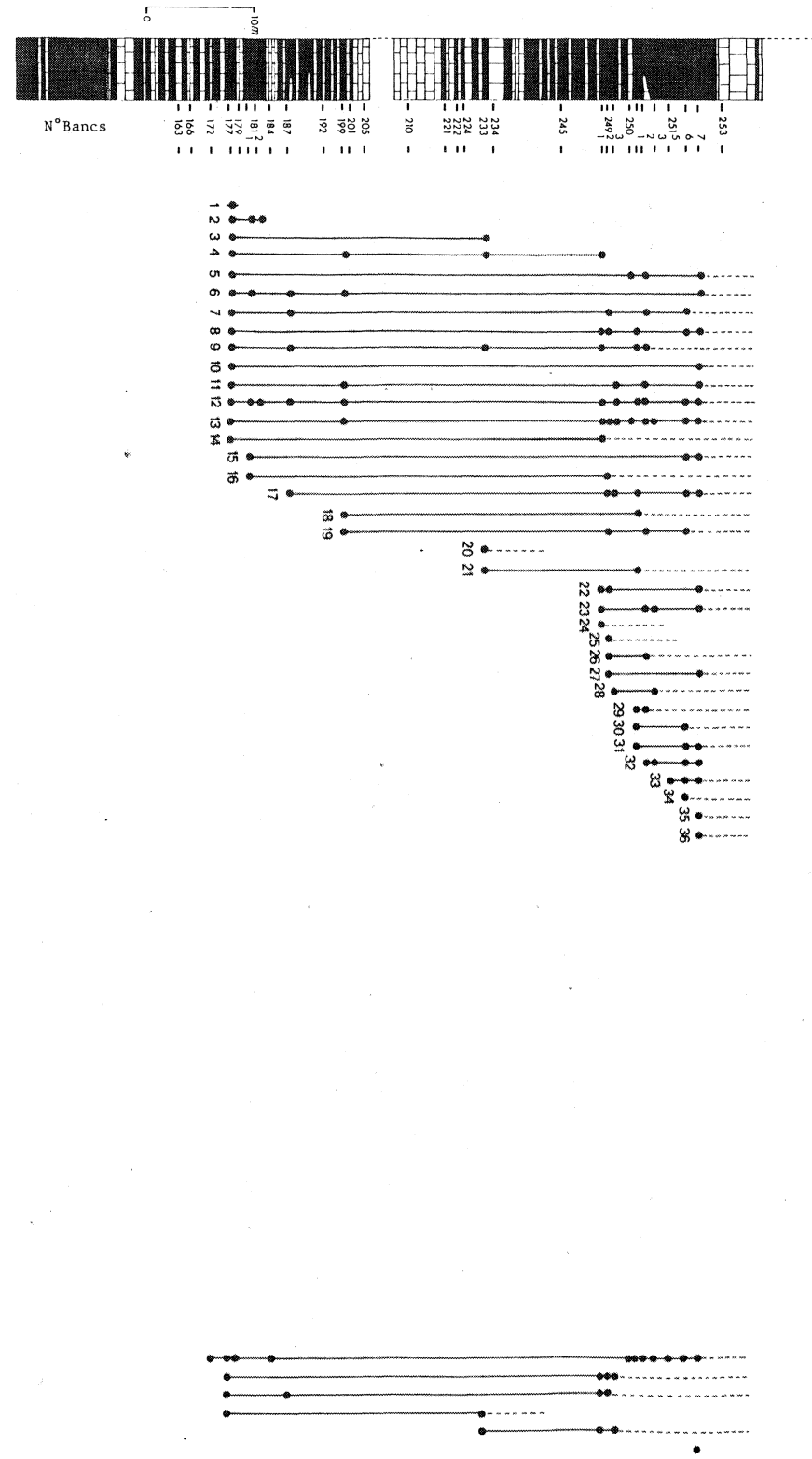
- Coupe de Sablé-sur-Sarthe : dans cette coupe, la distribution des espèces (56 espèces) n'est pas uniforme, mais constitue une succession d'associations, limitées par des niveaux d'apparition ou de disparition de certaines espèces (cf. tableau 1).

Les variations majeures s'observent aux alentours des bancs SAB 249 et SAB 257. A partir du banc 249.1, 15 espèces apparaissent, qui n'étaient pas présentes dans l'intervalle sous-jacent. A partir du banc 257.3, 21 espèces sont représentées, qui n'existaient pas dans les 2/3 inférieurs de la coupe. Dans chacun de ces cas, les apparitions d'espèces sont successives, avec maximum cependant à la base de l'association. On note également la disparition de certaines formes, à la base de la coupe (bancs 177 - 181.2) mais également dans le 1/3 supérieur (bancs 257 et 259).

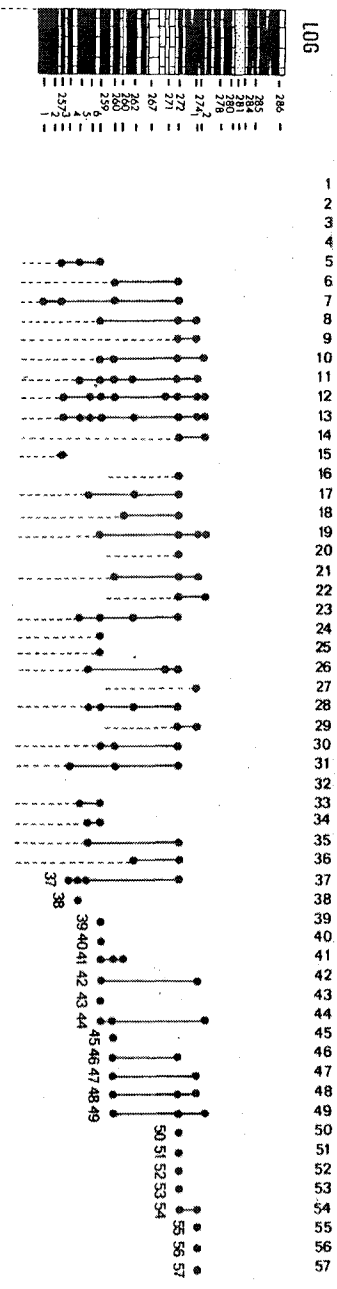
L'apparition d'un grand nombre d'espèces à partir du banc 257.3, coïncide avec une évolution de l'organisation morphologique des spores. Le calcul des fréquences relatives des principaux taxons de spores (fig. 38), met en évidence, dans la partie supérieure de la coupe, une diminution du pourcentage des spores de type primitif (spores lisses) et une augmentation sensible des taxons plus évolués, spores apiculées, murornées et zonées.

Les premières spores de grande taille (diamètre 150 à 250 µ) apparaissent dans les niveaux SAB 259 et SAB 272. Ces "mégaspores" seraient susceptibles de marquer, au sommet de la coupe, le début du phénomène d'hétérosporie.

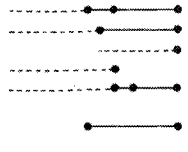
Les variations des fréquences relatives des différents éléments du microplancton, spores, Acritarches, Chitinozoaires, Scolécodontes et débris végétaux (fig. 39), faisant apparaître la dominance des spores à partir du banc 257.5, peuvent signifier d'autre part dans cet intervalle supérieur, un changement écologique important.




Tabl. 1 : Sablé-sur-Sarthe : répartition verticale et acritarches décrits.




1 *Synorisporites verrucatus*
2 *Synorisporites papillensis*
3 *Synorisporites* cf. *verrucatus*
4 *Cymbosporites paulus*
5 *Ambitisporites tripapillatus*
6 *Emphanisporites minutus*
7 *Biornatispora ? salopiensis*
8 *Retusotriletes maculatus*
9 *Apiculiretusispora plicata*
10 *Emphanisporites micrornatus*
11 *Emphanisporites rotatus*
12 *Archaeozonotriletes chulus*
13 *Dictyotriletes emsiensis*
14 *Leiotriletes pagius*
15 *Leonispora argovejae*
16 *Brochotriletes* Cf. *Brocho. sp.A*
17 *Apiculiretusispora brandtii*
18 *Cirratriradites sp.*
19 *Brochotriletes Mc.Gregori*
20 *Craspedispora craspeda*
21 *Apiculiretusispora pygmaea*
22 *Anapiculatisporites sp.A*
23 *Dictoytriletes subgranifer*
24 *Cymbosporites echinatus*
25 *Stenozonotriletes ? cf. furtivus*
26 *Coronaspora sp.*
27 *Brochotriletes sp.A*
28 *Brochotriletes sp.B*
29 *Calamospora* cf. *pannucea*
30 *Dibolisporites eifeliensis*
31 *Iberoespora sp.*
32 *Calamospora atava*
33 *Retusotriletes sp.*
34 *Retusotriletes microgranulatus*
35 *Deltoïdospora sp.*
36 *Brochotriletes* cf. *robustus*
37 *Dibolisporites echinaceus*
38 *Acinosporites lindlarensis var.minor*
39 *Pustulatisporites* cf. *Pustulatisporites sp.*
40 *Pustulatisporites sp.A*
41 *Emphanisporites decoratus*
42 *Retusotriletes rotundus*
43 *Auroraspora sp.*
44 *Dictyotriletes* aff. *emsiensis*
45 *Pustulatisporites sp.B*
46 *Camptozonotriletes* cf *aliquantus*
47 *Brochotriletes sp.C*
48 *Apiculatisporites perpusillus*
49 *Verrucosisporites polygonalis*
50 *Anapiculatisporites sp.B*
51 *Raistricka sp.D*
52 *Biornatispora* cf. *lanceolata*
53 *Iberoespora cantabrica*
54 *Clivosispora verrucata var convoluta*
55 *Raistrickia sp.A*
56 *Raistrickia sp.C*
57 *Spore zonale sp.*



*Tetraletes granulatus*
*Pterosphaerula astrala*
*Dictyotidium legionis*
*Dictyotidium polygonium*
*Ovnia desertica*
*Tetraletes variabilis*
*Tetraletes sp.*

des spores

| Intervalles | Spores | Acritarches | Chitinozoaires | Scolécodontes | Débris végétaux |
|---|---|---|---|---|---|
| 2/3 inférieurs de la coupe SAB 163-257.5 | 25,4 % | 37,5 % | 32,8 % | 1,8 % | 2,5 % |
| partie supérieure SAB 257.5-280 | 35 % | 33,5 % | 24 % | 4,5 % | 3 % |

Fig. 39 : Sablé-sur-Sarthe : pourcentages moyens des différents éléments du microplancton, dans les 2/3 inférieurs et le 1/3 supérieur de la coupe.

Ces résultats suggèrent une coupure majeure à partir du banc 257.5 et la distinction de deux assemblages de spores : un assemblage correspondant aux 2/3 inférieurs de la coupe, assemblage 1 (SAB 163 - SAB 257.3) et un assemblage supérieur 2, défini par l'association qualitative exprimée au sommet de la séquence (SAB 257.5 - SAB 280). Un développement significatif d'espèces ayant été mis en évidence à partir du banc SAB 249, l'assemblage sera subdivisé en assemblage 1a (SAB 163 - 249) et 1b (SAB 249 - SAB 257.3).

- assemblage 1a (SAB 163 - SAB 249) : c'est un assemblage diversifié qui ne contient pas à proprement parlé d'espèces dominantes. En pourcentage cependant les formes d'organisation simple, les spores lisses notamment, restent les plus abondantes. Les spores murornées sont représentées par plusieurs espèces, formes à rides proximales du genre *Emphanisporites*, formes réticulées avec des représentants des genres *Dictyotriletes* et *Biornatispora*, formes fovéolées appartenant au genre *Brochotriletes*. L'essentiel des espèces présentes subsistent dans les assemblages supérieurs mais quelques-unes s'éteignent : *Synorisporites papillensis, Synorisporites verrucatus, Synorisporites* cf. *verrucatus*, formes verruqueuses disparaissant dans le 1/3 inférieur de la coupe, *Cymbosporites paulus*, spore zonée qui atteint le sommet de l'assemblage mais n'est plus observée au-delà.

Parmi les espèces les plus caractéristiques de l'assemblage soulignons : *Dictyotriletes emsiensis*, présente dès la base, *Biornatispora* ? *salopiensis, Brochotriletes* cf. B. sp. A et *Brochotriletes Mc Gregori, Cirratriradites* sp., première spore zonale vraie et *Craspedispora craspeda*, espèce à présence sporadique dans la coupe, mais intéressante du point de vue stratigraphique.

- assemblage 1b (SAB 249 - SAB 257.3) : cet assemblage malheureusement interrompu par une lacune d'affleurement entre les bancs 253 et 257, montre l'apparition successive de nombreuses formes entre les bancs 249 et 251. La sédimentation, à dominante schisteuse représente ici un milieu homogène, riche, favorable à la conservation du microplancton et qui induit pour une grande part, l'importance de la diversité spécifique.
Les formes lisses sont bien représentées avec *Calamospora atava, Calamospora* cf. *pannucea, Deltoïdospora* sp., *Retusotriletes microgranulatus* et *Retusotriletes* sp.
Les formes murornées, à structure fovéolée, sont en augmentation, avec 3 nouvelles espèces du genre *Brochotriletes*.
*Anapiculatisporites* sp. A, *Dictyotriletes subgranifer* et *Dibolisporites eifeliensis* sont aussi caractéristiques de cet assemblage et l'apparition de *Dibolisporites eifeliensis*, à ornementation constituée d'éléments biformes, marque un caractère d'évolution.

- assemblage 2 (SAB 257.5 - SAB 280) : les espèces qui apparaissent dans cet intervalle appartiennent principalement au groupe des spores apiculées et murornées. Les spores apiculées les plus caractéristiques sont : *Dibolisporites echinaceus, Verrucosisporites polygonalis,* 3 espèces du genre *Pustulatisporites* et 3 du genre *Raistrickia*.
Les spores murornées sont également bien représentées. Parmi les formes apparaissant, on distingue notamment : *Acinosporites lindlarensis* var. *minor, Dictyotriletes* n. sp. aff. *emsiensis* et une grande forme, *Biornatispora* sp. C.
L'assemblage contient également des spores zonées : *Clivosispora verrucata* var. *convoluta*, forme cingulée, et 3 zonales vraies *Camptozonotriletes* cf. *aliquantus*, *Auroraspora* sp. et "spore zonale sp.".
Cet assemblage est surtout marqué par l'augmentation du pourcentage des spores par rapport aux éléments du plancton actif, Acritarches et Chitinozoaires, dont l'importance décroît.

- Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : malgré le caractère discontinu de la coupe, les résultats obtenus par chacun des segments étudiés (a-b ; c-d et e-f), font apparaître dans le tableau global de répartition des spores (cf. tableau des relations entre ces segments, permettant d'envisager leur superposition relative. La correspondance entre les segments a-b et c-d, se marque par une bonne identité de composition spécifique ; l'essentiel des espèces décrites dans le segment a-b se retrouvant dans le segment c-d. Les données de terrain ainsi que la répartition des spores permettent de faire des corrélations entre le sommet du segment e-d et la base du segment e-f (cf. tableau 2).

BIBLIOTHÈQUE INSTITUT DE GÉOLOGIE

Dans la coupe, la comparaison des pourcentages, du microplancton actif (Acritarches, Chitinozoaires et Scolécodontes) et du microplancton passif (spores et débris végétaux) met en évidence des variations importantes (fig. 40).

La richesse en spores, qui atteint 60 % du microplancton, sur l'ensemble de la séquence, montre un maximum caractéristique à partir du banc SPE 28 (les fréquences les plus élevées sont de 90 à 95 % entre les bancs SPE 31 et SPE 36). Cette dominance des spores, suggère à ce niveau de la coupe, l'établissement d'une coupure, liée vraisemblablement à une évolution des conditions de sédimentation, mais également à un changement écologique. On observe dans le mêmet temps, une augmentation sensible du pourcentage moyen des spores zonées, entre les bancs SPE 28 - SPE 44 (fig. 41). Les autres taxons représentés, spores lisses, apiculées et murornées, ne mettent pas en évidence au niveau de leurs pourcentages de changements drastiques.

Les niveaux supérieurs, SPE 1 - SPE 58, sont plus riches en microplancton marins (Chitinozoaires notamment) et se marquent par une forte proportion de débris végétaux (cf. fig. 40). Ces deux derniers résultats peuvent matérialiser une perturbation des conditions de dépôt au sommet de la coupe.

A partir du banc SPE 28, on observe l'apparition successive de 9 espèces, non décrites dans la partie sous-jacente de la coupe. Cet argument, ainsi que l'augmentation de la richesse en spores à ce niveau, m'ont permis de distinguer 2 assemblages, un assemblage inférieur 2 entre les bancs SPE 1 et SPE 27, un assemblage supérieur 3, entre les bancs SPE 28 et SPE 60.

- assemblage 2 (SPE 1 - SPE 27) : j'ai conservé pour cette portion inférieure de la coupe, la même dénomination d'assemblage, que celle définie à la partie supérieure de la coupe de Sablé-sur-Sarthe.

En effet, la majorité des espèces de l'assemblage 2 de Sablé-sur-Sarthe, se retrouve entre les bancs SPE 1 et SPE 27, ainsi que des formes héritées de l'assemblage 1 de cette même coupe. Cependant, un certain nombre d'espèces, présentes dès la base à Saint-Pierre-sur-Erve, n'ont pas été rencontrées à Sablé-sur-Sarthe. Il est donc probable que tout en appartenant, au même assemblage, la base de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, se situe légèrement au-dessus du sommet de la coupe de Sablé.

Parmi les espèces nouvellement apparues et caractéristiques de l'assemblage 2 à Saint-Pierre-sur-Erve, on distingue : *Retusotriletes actinomorphus, Retusotriletes pychovii, Dibolisporites* cf. *wetteldorfensis* et *Dibolisporites* cf. *quebecensis*.

| Intervalles | Spores | Acritarches | Chitinozoaires | Scolécodontes | Débris végétaux |
|---|---|---|---|---|---|
| SPE 1 - SPE 14 | 63,5 % | 22,5 % | 13 % | 0,1 % | 0,9 % |
| SPE 17 - SPE 27 (SPE 23 excepté*) | 54,8 % | 33 % | 9,3 % | 0,7 % | 0,2 % |
| SPE 28 - SPE 44 | 74,5 % | 9,5 % | 14,5 % | 0,3 % | 1,2 % |
| SPE 46 - SPE 50 (SPE 45 excepté*) | 73 % | 10,5 % | 15 % | 0,4 % | 1,1 % |
| SPE 51 - SPE 58 | 30 % | 14,5 % | 44 % | 0,5 % | 11 % |

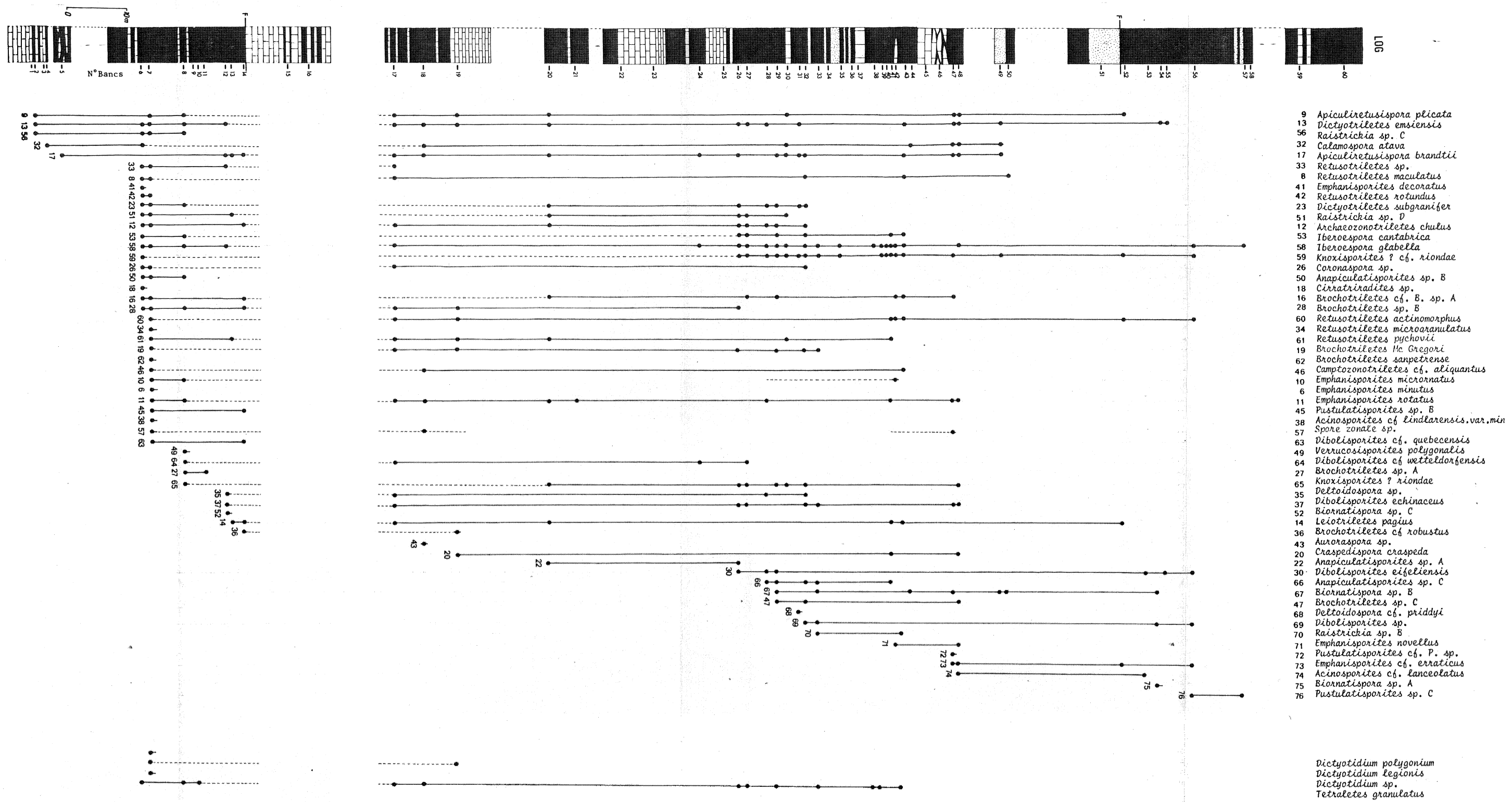
Fig. 40 : Saint-Pierre-sur-Erve : évolution des pourcentages moyens des différents éléments du microplancton, de la base au sommet de la coupe.

| Intervalles | *Laevigati* | *Apiculati* | *Murornati* | *Zonotriletes* |
|---|---|---|---|---|
| SPE 1 - SPE 14 | 48,6 % | 24,4 % | 11,5 % | 15,5 % |
| SPE 17 - SPE 27 (SPE 23 excepté*) | 38,75 % | 35,5 % | 4,5 % | 21,25 % |
| SPE 28 - SPE 44 | 37 % | 28,25 % | 7 % | 28,75 % |
| SPE 46 - SPE 50 (SPE 45 excepté*) | 46 % | 28,4 % | 4 % | 21,6 % |
| SPE 51 - SPE 58 | 48 % | 31 % | 6,7 % | 14,3 % |

Fig. 41 : Saint-Pierre-sur-Erve : Evolution, de la base au sommet de la coupe, des pourcentages moyens des grands groupes morphologiques des spores.

* SPE 23. Chitinozoaires dominants : 98 % de l'ensemble du microplancton.

SPE 45. Beaucoup de matière organique amorphe, pas de matière organique figurée discernable (?).




Tabl. 2 : St.Pierre-sur-Erve : répartition verticale des spores et acritarches décrits.

- assemblage 3 (SPE 28 - SPE 60) : on note l'apparition dans cet intervalle de 9 espèces dont les plus caractéristiques sont : *Emphanisporites novellus* et *Emphanisporites* cf. *erraticus* (espèces murornées à ornementation distales), *Biornatispora* sp. B, *Acinosporites* cf. *lanceolatus* et *Pustulatisporites* sp. C. Entre les bancs SPE 30 et SPE 32, 3 espèces s'éteignent : *Coronaspora* sp., *Deltoïdospora* sp. et *Raistrickia* sp. D.
A la base de cet assemblage (bancs SPE 28 - SPE 44), les spores sont très abondantes, mais au sommet de la coupe, le plancton dominant est représenté par les Chitinozoaires.

## Données paléontologiques et attributions stratigraphiques

Certains éléments de la faune et de la microfaune des coupes de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, ont permis, par corrélation avec les successions du Dévonien d'Europe, de les dater et de préciser la répartition stratigraphique des assemblages de spores reconnus.

- Coupe de Sablé-sur-Sarthe : dans sa partie étudiée, la coupe de Sablé-sur-Sarthe, appartenant à la Formation de Saint-Céneré, apparaît relativement pauvre en macrofaune. Les 2/3 inférieurs de la coupe (SAB 163 à 253) ont cependant livré des Tentaculites, représentés par *Nowakia acuaria* (déterminations LARDEUX), espèce caractéristique du Praguien.

*Guerichina strangulata* n'a pas été retrouvée dans cet intervalle, ce qui indiquerait d'autre part que la limite supérieure du Praguien, n'est pas atteinte dans cette séquence.

La faune de Brachiopodes *Chonetacea*, étudiée par RACHEBOEUF (1976) est caractérisée dans l'intervalle SAB 163 - SAB 285, essentiellement par 2 espèces : *Eodevonaria (Renaudia) mainensis* et *Plicanoplia ervensis*.

Par comparaison avec la Formation de Santa-Cruz en Aragon (Espagne), *Eodevonaria (Renaudia) mainensis* correspondrait à un âge Siegenien supérieur à Emsien inférieur (CARLS 1969 et 1971). Dans la mesure ou *Arduspirifer* gr. *arduennensis* n'a pas été mis en évidence à Sablé, il est vraisemblable que le sommet de la coupe ne dépasse pas le Siegenien supérieur.

La présence de *Nowakia acuaria* dans l'intervalle SAB 163 - SAB 253 à Sablé, permet d'envisager une superposition partielle de cette zone, avec les niveaux Sc 47 à Sc 85 de la coupe de Saint-Céneré ou cette espèce est également caractérisée (LARDEUX 1976). Cette hypothèse se trouve confirmée par la répartition des

Chitinozoaires (déterminations PARIS) et l'association à *Gotlandochitina jouannensis* et *Angochitina cenoratiensis* entre les bancs SAB 192 et SAB 253, corrélable avec l'association rencontrée au sommet de la coupe de Saint-Céneré, bancs Sc 79 à Sc 101.

La partie supérieure de la coupe de Sablé-sur-Sarthe (SAB 257 à SAB 285) ne serait donc pas représentée à Saint-Céneré. Cet intervalle supérieur est peu riche en Chitinozoaires mais contient *Bursachitina maritima* (1 individu dans SAB 272). Le sommet de la coupe pourrait correspondre ainsi au départ de la biozone d'extension de cette espèce qui indiquerait un âge Siegenien supérieur (PARIS 1980).

La coupure majeure pour les associations de spores a été fixée à la base du banc SAB 257.3 et a permis de distinguer un assemblage inférieur 1 et un assemblage supérieur 2. Les données de la macrofaune, trop ponctuelles ne permettent pas de retrouver cette coupure. En revanche, si l'on considère la réparition des Chitinozaoires, cette coupure semble partiellement synchrone de la fin de la biozone à *Gotlandochitina jouannensis - Angochitina ceneratiensis,* et du début de la biozone à *Bursachitina maritima*.

Conclusions : pour la coupe de Sablé-sur-Sarthe, les données paléontologiques permettent donc d'attribuer aux assemblages de spores 1 (1a + ab) et 2, un âge Praguien, l'assemblage 2 étant daté plus précisément du Siegenien supérieur.

- Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : cette coupe correspondant à la Formation de Montguyon, a livré une faune diversifiée de Brachiopodes, Crinoïdes, Conodontes et Chitinozoaires, apportant de bons arguments stratigraphiques.

Les faunes de Brachiopodes *Chonetacea* et de Crinoïdes ont été étudiées par LE MENN & RACHEBOEUF (1977), qui ont distingué 3 associations de Brachiopodes et 4 de Crinoïdes se succédant dans la coupe. Les convergences de résultats obtenus à partir de ces 2 groupes, et les comparaisons établies avec les faunes du Dévonien inférieur d'Aragon (Espagne) ont permis à ces auteurs, de proposer pour la Formation de Montguyon à Saint-Pierre-sur-Erve, un âge Siegenien supérieur à Emsien inférieur, la limite Siegenien - Emsien étant placée dans le niveau $C_5$ (LE MENN & RACHEBOEUF) correspondant approximativement aux niveaux SPE 20 - SPE 21. Cependant, la présence dans l'intervalle SPE 37 à SPE 42, d'*Acrospirifer primaerus* associé à *Icriodus huddlei curvicauda* (MORZADEC, communication orale) considérés comme marquant l'extrême sommet du Siegenien ou la base de l'Emsien inférieur, suggèrent de remonter, à proximité de ces niveaux, cette limite Siegenien - Emsien. Les niveaux carbonatés au sommet de la coupe ($C_{13}$ - LE MENN & RACHEBOEUF) équivalents à SPE 59, ont livré d'autre part une

faune de Conodontes dont : *Polygnathus lenzi, Ozarkodina denckmanni, Neoprioniodus* sp. ; *Belodella* sp., *Spathognatodus steinhornensis* ... (déterminations WEYANT). Cette faune donne un âge correspondant au sommet de l'Emsien inférieur à base de l'Emsien supérieur (CARLS 1972). Le niveau renferme également une faune de Trilobites à affinités hercyniennes *Odontochile* et *Platyscutellum*, caractéristiques aussi du sommet de l'Emsien inférieur (LE MENN & al. 1976).

Les niveaux SPE 52 et SPE 53, contenant *Arduspirifer arduennensis* sont datés de l'Emsien inférieur.

Dans la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, la distribution des Chitinozoaires est très irrégulière, mais apporte malgré tout des résultats intéressants.

A la base de la coupe entre les bancs SPE 1 et SPE 14, l'espèce dominante est *Bursachitina maritima*. Le banc SPE 23 a livré une association à *Gotlandochitina* spp. dominants, équivalent de l'assemblage 4 reconnu à la Pointe de l'Armorique (PARIS 1980).

L'intervalle SPE 41 - SPE 44 marque le début de la biozone à *Bulbochitina bulbosa* dont l'acmé semble atteinte entre les niveaux SPE 50 et SPE 56.

Les biozones à *Bursachitina maritima* et *Bulbochitina bulbosa* sont rapportées (par comparaison avec les zones de Tentaculites et de Conodontes) respectivement au Siegenien supérieur - Emsien inférieur (PARIS 1980).

L'assemblage 4 de la Pointe de l'Armorique qui trouverait son équivalent dans le banc SPE 23, a été daté du Siegenien moyen (PARIS *in* PLUSQUELLEC & al. p. 121).

Les bancs SPE 57 et SPE 58, mettent en évidence une association de l'Emsien inférieur, de type $d_4a$ $\alpha$-$\beta$ en Aragon (Espagne).

Remarques : dans la partie inférieure de la coupe (SPE 1 - SPE 16), la séquence carbonatée du sommet (niveaux SPE 15 et SPE 16), a permis de mettre en évidence une microfaune de Chitinozoaires avec comme espèce dominante *Cingulachitina plusquelleci*. La présence de cette forme, caractéristique du Lochkovien supérieur, peut s'expliquer par un remaniement ou une récurrence de l'espèce (exemple des coupes nord et sud de la Pointe de l'Armorique, PARIS 1980) ou un contact par faille entre 2 ensembles sédimentaires d'âge différent. A Saint-Pierre-sur-Erve, cette dernière hypothèse a été retenue, les données de terrain confirmant la présence d'un contact tectonique anormal, dans cette partie de la coupe.

Dans le niveau SPE 6, on rencontre associés à *Bursachitina maritima*, 3 *Cingulachitina* en position stratigraphique anormale, vraisemblablement remaniés (?).

Conclusions : les spores sont représentées dans la coupe par 2 assemblages 2 et 3, dont la limite a été placée approximativement dans le niveau SPE 28. Cette coupure se situe au-dessus de celle préconisée par LE MENN & RACHEBOEUF (1976) pour la limite Siegenien - Emsien, et un peu au-dessous de la zone à *Acrospirifer primaevus* et de la biozone à *Bulbochitina bulbosa*.

Selon les données paléontologiques, l'assemblage 2 des spores serait compris entièrement dans le Siegenien supérieur. La partie supérieure de l'assemblage 3, ne dépasserait vraisemblablement pas le sommet de l'Emsien inférieur, et sa base serait à la limite Siegenien supérieur - Emsien inférieur (avec une certaine marge d'incertitude).

## Comparaisons avec les assemblages de spores déjà décrits

Dans cet essai de comparaison, les principales données palynologiques utilisées, seront celles fournies par les assemblages décrits dans les successions dévoniennes d'Europe, d'Afrique du Nord et du continent Nord-Américain. L'établissement de corrélations biostratigraphiques à partir des spores présente cependant des difficultés, dans la mesure où les zones palynologiques définies dans de nombreuses régions, et leurs attributions stratigraphiques, bénéficient peu du contrôle des données de la macrofaune. L'étude des spores ayant été consacrée dans de nombreux pays, à une partie seulement de la succession dévonienne, il a été difficile, pour la période considérée (Siegenien élevé - Emsien inférieur) et pour les séries étudiées, de raisonner à partir d'exemples réellement comparables.

- Comparaisons avec le Massif Armoricain : les corrélations possibles avec le Massif Armoricain restent limitées à 2 coupes du synclinorium médian, étudiées pour les spores par MOREAU-BENOIT (1976 et 1980) et datées par la macrofaune du Gedinnien au Praguien : la coupe dans les schistes et calcaires de Saint-Céneré (Synclinorium de Laval) et la coupe dans les schistes et calcaires de l'Armorique (Rade de Brest). Les assemblages de base de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, contiennent l'ensemble des espèces caractéristiques de l'assemblage 4 de la coupe de Saint-Céneré : *Dictyotriletes emsiensis, Dictyotriletes subgranifer* et *Craspedispora craspeda*. Ces résultats indiqueraient, que les 2/3 inférieurs de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, sont l'équivalent approximatif du sommet de la coupe de Saint-Céneré daté du Praguien (Siegenien moyen - Siegenien supérieur ?). Dans le sommet de la coupe de l'Armorique, parallélisé à la partie supérieure de la coupe

de Saint-Céneré, n'apparaissent pas les espèces caractéristiques de l'assemblage 2 de Sablé-sur-Sarthe. On peut donc envisager que la partie supérieure de cette coupe, n'est pas représentée dans les localités précédentes.

Les assemblages 2 et 3 de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, ne permettent pas de corrélations directes avec les coupes étudiées dans le Massif Armoricain.

- Comparaisons avec les séries continentales des vieux grès rouges (O.R.S.) : les principales données palynologiques disponibles sur les séries des vieux grès rouges des Iles Britanniques concernent, le Silurien supérieur, le Downtonien et le Dittonien d'Ecosse et du Sud de l'Angleterre (CHALONER & STREEL 1966, RICHARDSON 1967, RICHARDSON & LISTER 1969). L'essentiel des espèces caractérisant les assemblages 1 et 2 de Sablé-sur-Sarthe, ne sont pas rencontrées dans ces séries. On peut remarquer cependant la persistance de quelques formes à affinités downtoniennes et Dittoniennes : *Cymbosporites echinatus, Synorisporites papillensis, Synorisporites verrucatus* et *Synorisporites* cf. *verrucatus*.

Les corrélations avec les assemblages de spores des séries breconiennes des Senni-Beds (Sud du Pays de Galles) restent à l'heure actuelle difficiles. LOEFFLER & THOMAS (1980) ont datés ces séries du Siegenien moyen - Siegenien supérieur, à partir de la présence de poissons ostracodermes, des assemblages de spores (THOMAS 1978) et de leur comparaison avec ceux du gisement d'Apley Barn (RICHARDSON & RASUL 1979) rapportés à l'Emsien inférieur - Emsien supérieur.

L'absence dans les associations décrites par THOMAS (1978) de *Dibolisporites echinaceus, Acinosporites lindlarensis* var. *minor* et des premières spores zonales vraies, caractéristiques de l'assemblage 2 de Sablé-sur-Sarthe, montre que ce dernier se situe au-dessus des assemblages des Senni-Beds.

Au Spitzberg, ALLEN 1967 a défini 3 assemblages de spores rapportés respectivement au Siegenien, zone à *Culpa*, Siegenien supérieur - Givétien inférieur, zone à *Eximius* et Givétien supérieur, zone à *Triangulatus*.

*Emphanisporites decoratus,* rencontrée dans l'assemblage 2 de Sablé-sur-Sarthe et localisée dans l'assemblage à *Culpa* au Spitzberg. *Reticulatisporites emsiensis (= Dictyotriletes emsiensis), Bullatisporites bullatus (= ? Dibolisporites echinaceus), Emphanisporites rotatus, Emphanisporites minutus* et *Craspedispora craspeda*, présentes dans les assemblages 1 et 2 du Bassin de Laval, ont été décrites dès la base de la zone à *Eximius*.

*Craspedispora craspeda* et *Dictyotriletes emsiensis* sont considérées par ALLEN comme de bons marqueurs palynologiques de l'Emsien. Les quelques *Craspedispora craspeda* de la base de l'assemblage 1 à Sablé-sur-Sarthe représenteraient alors l'apparition plus précoce de cette espèce, au Siegenien supérieur.

- Comparaisons avec la Belgique : les études consacrées aux spores du Dévonien inférieur belge (Bassin de Dinant), n'ont pas encore donné lieu à une zonation palynologique, mais permettent, par leurs résultats, quelques comparaisons avec nos assemblages.

On peut noter ainsi, à partir des données préliminaires sur les séries du Dévonien inférieur des flancs nord et sud du Bassin de Dinant (STREEL & al. 1975) une certaine similitude, entre l'association à *Emphanisporites* cf. *micrornatus*, nombreux *Brochotriletes* sp. et *Dictyotriletes* sp. des assises d'Anor, Saint-Michel et Pétigny (flanc sud du bassin) rapportée au Siegenien, et l'assemblage 2 de nos coupes.

*Acinosporites* cf. *lanceolatus* présente dans l'assemblage 3 de Saint-Pierre-sur-Erve (daté de l'Emsien inférieur) peut être rapprochée de *Acinosporites lanceolatus*, caractéristique de l'Emsien inférieur de Dave (STREEL 1967).

- Comparaisons avec la Tchécoslovaquie : ces comparaisons reposent sur les données fournies par Mc GREGOR (1979) dans une étude préliminaire des spores du Dévonien inférieur du Bassin du Barrandien, et plus particulièrement à partir des résultats obtenus sur les deux premiers échantillons analysés 95553 et 95568.

L'association reconnue dans l'échantillon 95553, avec les espèces *Apiculiretusispora* sp., ? *Dibolisporites wetteldorfensis*, *Emphanisporites decoratus* et *Retusotriletes actinomorphus*, présente des affinités avec l'assemblage 2 du sommet de la coupe de Sablé-sur-Sarthe et l'assemblage 2 à la base de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve.

L'échantillon 95568 contient beaucoup de formes apiculées, *Apiculiretusispora* spp., *Apiculatisporites* sp. et *Dibolisporites* sp. (dont ? *Dibolisporites* cf. *D. echinaceus*). La composition de l'association est assez proche de celle définie dans les assemblages 2 et 3.

Les âges attribués à ces échantillons, par rapport aux zones de Tentaculites, sont respectivement : Praguien terminal (Siegenien - Emsien inférieur) pour l'échantillon 95553 et Zlichovien (Emsien inférieur à la base de l'Emsien supérieur) pour l'échantillon 95568.

Ces dates sont donc compatibles avec celles proposées pour les assemblages 2 et 3 du Bassin de Laval.

- Comparaisons avec l'Espagne : dans les Monts Cantabriques au Nord-Ouest de l'Espagne, les Formation de Furada (Asturies), de San Pedro et de La Vid (Léon) ont livrés des spores, étudiées par CRAMER (1966 a-c), CRAMER & DIEZ (1975) et RODRIGUEZ (1978 a et b).

Deux espèces des schistes de La Vid (membre supérieur de la Formation) peuvent être rapprochées de formes caractéristiques des assemblages 2 de Sablé-sur-Sarthe et Saint-Pierre-sur-Erve : *Anapiculatisporites matagallegus* CRAMER *(= Apiculatisporites perpusillus)* et *Leiotriletes bonitus* CRAMER (qui se rapproche de *Deltoïdospora* sp.).

Les associations décrites dans les Formations de Furada et de San Pedro antérieures aux assemblages du Bassin de Laval, suggèrent cependant quelques remarques.

Ainsi les formes *Iberoespora cantabrica, I. glabella, Knoxisporites* ? *riondae, K.* ? cf. *riondae, Leonispora argovejae* et *Brochotriletes sanpetrense*, caractéristiques de ces formations (CRAMER & DIEZ 1975, RODRIGUEZ 1978) ont été retrouvées dans les coupes de Sablé et de Saint-Pierre. Ces espèces sont intéressantes par leur répartition géographique restreinte au Domaine Ibéro-armoricain. Leur présence dans les coupes armoricaines (stratigraphiquement plus élevées que la Formation de San Pedro) sera discutée ultérieurement.

- Comparaisons avec l'Afrique du Nord : la zonation palynologique établie par MASSA & MOREAU-BENOIT (1976) pour les séries dévoniennes de Lybie occidentale (11 palynozones reconnues, du Siegenien moyen au Famennien supérieur) permet quelques comparaisons avec les assemblages décrits dans le Bassin de Laval.

L'assemblage 1 (1a + 1b) de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, contient les espèces caractéristiques de la palynozone 1 (Formation Tadrart) : *Leiotriletes pagius, Retusotriletes* cf. *ocellatus (= R. maculatus)* et *Cirratriradites* sp.

Les âges attribués à cette palynozone 1, Siegenien moyen à supérieur, sont compatibles avec l'âge Praguien présumé pour la base de la coupe de Sablé-sur-Sarthe.

Les assemblages 2 et 3 de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, ont une composition assez analogue à celle définie pour la palynozone 2 (Formations de Tadrart et Ovan Kasa). Cette palynozone est marquée à sa base par l'apparition de certaines formes dont, *Dibolisporites echinaceus*, des représentants du genre *Acinosporites* et *Calamospora* (avec *Calamospora atava*) et la présence d'une spore zonale vraie du groupe des *Auroraspora*.

Ces formes sont également connues dès la base de notre assemblage 2 ainsi que d'autres espèces communes à la palynozone 2 de Lybie : *Dictyotriletes emsiensis, Dictyotriletes subgranifer, Brochotriletes* sp. A *(= B. Mc Gregori), Dibolisporites eifeliensis* et *Retusotriletes microgranulatus*.

*Acinosporites* cf. *lanceolatus* caractéristique de l'assemblage 3 de Saint-Pierre-sur-Erve, est une espèce à rapprocher de *Acinosporites lanceolatus*, présente dans la palynozone 2 de Lybie.

Ces résultats permettent d'envisager une équivalence entre la palynozone 2 de Lybie, rapportée au Siegenien supérieur - Emsien inférieur et les assemblages 2 et 3 de Sablé et de Saint-Pierre.

La composition des zones VI et VII définies au Sahara dans les séries silurodévoniennes du Bassin de Fort Polignac (JARDINE & YAPAUDJAN 1968) est comparable à celle de nos assemblages 1b, 2 et 3.

Le microplancton est représenté par *Perforosporites* sp. 2 *(= Brochotriletes Mc Gregori), Reticulatisporites emsiensis (= Dictyotriletes subgranifer), Apiculatisporites* sp. 1 *(= Craspedispora craspeda ?), Emphanisporites robustus (= Emphanisporites rotatus* à grosses crêtes radiales*)*. Ces espèces ont été reconnues dans nos coupes, ainsi que les spores trilètes à papilles proximales sp. 2 et sp. 3 qui correspondent vraisemblablement aux *Iberoespora cantabrica, I. glabella* et *Knoxisporites* ? cf. *riondae* très nombreuses dans l'assemblage 2 de Saint-Pierre-sur-Erve. La présence de ces formes, décrites aussi dans la Péninsule Ibérique, sera discutée pour ses implications paléogéographiques.

L'attribution stratigraphique des zones VI et VII, Siegenien - Emsien inférieur est en accord avec celle pressentie pour nos assemblages 1b, 2 et 3.

- Comparaison avec le Canada : les assemblages de spores des coupes étudiées contiennent un certain nombre d'espèces, communes aux assemblages définis dans certaines formations du Dévonien inférieur du Canada, les formations de Kenogami River et de Stooping River dans le Bassin de Moose River (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) ainsi que les Formations de York River et de Battery Point, de la Province de Gaspé (Mc GREGOR 1973 et 1977).

Mc GREGOR & CAMFIELD 1976, ont proposé, à partir de l'étude des spores canadiennes, une zonation palynologique du Dévonien, allant du Gédinnien au Givétien inférieur inclus. Les palynozones distinguées pour le Dévonien inférieur sont :

- La palynozone à *Emphanisporites micrornatus - Cymbosporites proteus* : Gédinnien au Siegenien moyen.

- La palynozone à *Camptozonotriletes caperatus - Dictyotriletes emsiensis* : Siegenien moyen au sommet de l'Emsien inférieur.

- La zone à *Emphanisporites annulatus - Acinosporites lindlarensis* ; correspondant à l'Emsien supérieur.

L'assemblage 1a de la coupe de Sablé-sur-Sarthe contient encore à sa base, les espèces décrites dans la partie supérieure de la Formation de Kenogami River, sommet de la zone à *micrornatus - proteus*. Ces espèces sont : *Synorisporites papillensis, Tholisporites (= Archaezonotriletes)* var. *chulus* et *nanus*, *Retusotriletes maculatus, Apiculiretusispora plicata* et *Cymbosporites paulus*.

*Dictyotriletes emsiensis* qui apparaît dans les 15 derniers mètres de la Formation de Kenogami River, est également présent dans les premiers bancs étudiés à Sablé-sur-Sarthe.

Les assemblages décrits dans les Formations de Stooping River (Bassin de Moose River) de York River et de Battery Point (Province de Gaspé) appartiennent pour la majorité d'entre eux à la zone à *caperatus-emsiensis*. Ces assemblages 1b, 2 et 3 du Bassin de Laval.

Parmi les espèces communes se distinguent par ordre d'apparition : *Dictyotriletes emsiensis, Dictyotriletes subgranifer, Stenozonotriletes* cf. *furtivus, Calamospora atava, Dibolisporites eifeliensis, Verrucosisporites polygonalis, Clivosispora verrucata, Retusotriletes actinomorphus* et *pychovii* et deux formes du genre *Dibolisporites, Dibolisporites* cf. *wetteldorfensis* et *Dibolisporites* cf. *quebecensis*, comparables aux espèces canadiennes de la zone à *caperatus-emsiensis*.

On peut donc envisager une équivalence stratigraphique entre la base de la zone à *caperatus-emsiensis* datée du Siegenien supérieur - Emsien inférieur, et les séries étudiées rapportées au Praguien (Siegenien supérieur ?) - Emsien inférieur.

Cependant la répartition de *Dibolisporites echinaceus* et *Acinosporites lindlarensis* semblent différentes. Ces espèces sont présentes à la base de l'assemblage 2, dans la coupe de Sablé et de Saint-Pierre (attribuée au Siegenien supérieur ?), alors qu'elles sont citées uniquement dans la zone à *annulatus-lindlarensis* (Emsien supérieur) au Canada. Dans les formations marines de l'Eifel (RIEGEL 1973 et 1975) ces espèces sont caractéristiques également de l'Emsien supérieur et du Dévonien moyen.

La présence de *Dibolisporites echinaceus* et *Acinosporites lindlarensis* (quelques individus) à la base de l'assemblage 2, daté du Praguien (Siegenien supérieur ?) représente vraisemblablement le départ de la biozone d'extension de ces espèces. Les périodes d'apparition connues par ailleurs pour *Dibolisporites echinaceus* semblent confirmer ces conclusions.

L'espèce a été rapportée au Siegenien supérieur - Emsien inférieur en Lybie (MASSA & MOREAU-BENOIT 1976), à l'Emsien inférieur en Antarctique (KEMP 1972).

## Position par rapport aux zonations palynologiques

Les assemblages décrits dans les coupes étudiées, peuvent être situés par rapport aux différentes zonations palynologiques disponibles actuellement, pour l'hémisphère nord (RICHARDSON 1974), le Spitzberg (ALLEN 1967), le Canada (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976 ; Mc GREGOR 1977) et le Massif Armoricain (MOREAU-BENOIT 1976, 1980) (cf. tableau n° 3). Malgré les différences observées dans l'extension stratigraphique de quelques espèces, les grandes lignes de l'évolution de la microflore, sont comparables.

L'assemblage 1 de Sablé marqué par la présence de nombreux *Emphanisporites* spp., une bonne représentation des spores apiculées (du genre *Apiculiretusispora* notamment), les espèces *Dictyotriletes emsiensis, D. subgranifer, Craspedispora craspeda* et les premières spores zonales du genre *Cirratriradites* est l'équivalent :

- de la base de l'assemblage à *Dibolisporites* cf. *gibberosus* de RICHARDSON (1974) ;
- de l'assemblage à *Culpa* ALLEN (1967) ;
- de la base de l'assemblage à *Caperatus-emsiensis* de Mc GREGOR & CAMFIELD (1976), malgré la présence de quelques espèces, héritées de la zone sous-jacente à *micrornatus-proteus* ;
- de l'assemblage 4 de la coupe de Saint-Céneré, qui correspond également au sommet de la coupe de l'Armorique (MOREAU-BENOIT 1976 et 1980).

L'assemblage 2 de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve est comparable :

- à l'assemblage 6 de RICHARDSON (1974), d'âge Breconnien. Cet assemblage est marqué par l'apparition des *Dibolisporites* (Ex : *Dibolisporites* cf. *gibberosus* = *Dibolisporites echinaceus*), l'importance des *Emphanisporites* à grosses côtes (type : *E. rotatus*), des spores apiculées, et l'augmentation en fréquences, des spores zonées.

Par rapport à cet assemblage, dans les assemblages 2 des coupes étudiées, on remarque la persistance des spores tripapillées avec les espèces : *Retusotriletes maculatus* et *Ambitisporites tripapillatus*.

- à l'assemblage à *Caperatus-emsiensis* (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) montrant le développement des formes réticulées du genre *Dictyotriletes*, des formes apiculées à ornementation évoluée des genres *Dibolisporites* et *Verrucosisporites* et des formes zonées avec des représentants des genres *Clivosispora* et *Stenozonotriletes* par exemple.

- à la base de la zone à *Eximios* ALLEN 1967 marquée par l'apparition de *Bullatisporites bullatus (= Dibolisporites echinaceus)* et *Reticulatisporites emsiensis (= Dictyotriletes emsiensis)*.

L'assemblage 3 de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve présente des affinités avec la base de l'assemblage à *annulatus* (RICHARDSON 1974) caractérisé par une diversification des *Emphanisporites* spp., des genres *Apiculiretusispora* et *Dibolisporites*, l'apparition de spores lisses de grandes tailles et des premières spores pseudosaccates.
L'assemblage à *annulatus-lindlarensis* (Mc GREGOR & CAMFIELD 1976) n'a pas d'équivalent dans les coupes étudiées, mais certaines des espèces y figurant suggèrent quelques remarques : les espèces *Dibolisporites echinaceus* et *Acinosporites lindlarensis*, décrites dans cet assemblage et dont l'apparition est située au Canada et dans d'autres régions (Eifel par exemple), au sommet de l'Emsien inférieur - Emsien supérieur (cf. fig. 42, d'après Mc GREGOR 1977 et 1979), apparaissent plus tôt dans le Bassin de Laval, puisqu'elles sont présentes dès la base de l'assemblage 2 à Sablé-sur-Sarthe (Siegenien supérieur). Ces résultats montrent que pour certaines espèces l'extension stratigraphique connue, reste imprécise.

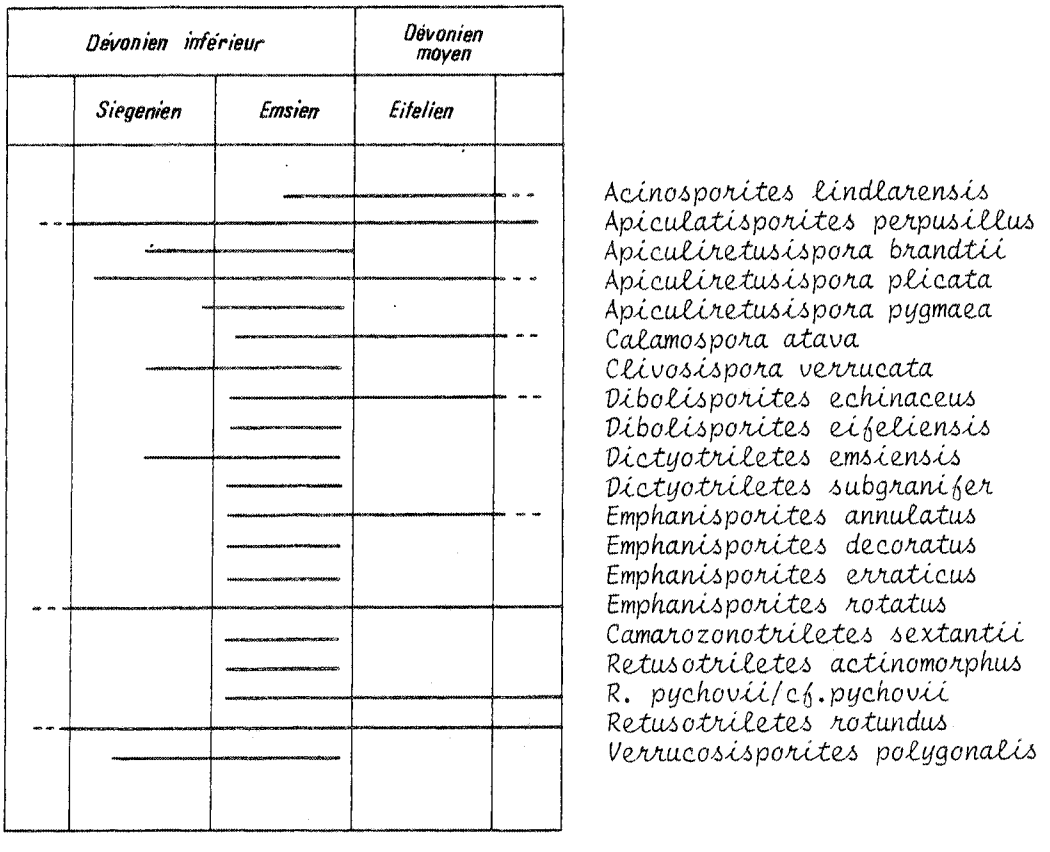



Fig. 42 : répartition stratigraphique de quelques espèces à partir de données récentes (d'après Mc GREGOR 1977 et 1979).

| | CHRONOSTRATIGRAPHIE | | | HEMISPHERE NORD<br>Richardson 1974 | SPITZBERG<br>Allen 1967 | CANADA<br>Mc Gregor&Camfield 1976 | MASSIF ARMORICAIN<br>St Céneré<br>Moreau Benoit 1976 | Sablé sur Sarthe<br>St.Pierre sur Erve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DEVONIEN INFERIEUR | Zlichovien | Breconnien | Emsien | *C.biornatus*<br>*C.proteus* | *P.eximius* | *E.annulatus*<br>*A.lindlarensis* | | |
| | Praguien | | | *E.annulatus* | | *C.caperatus*<br>*D.emsiensis* | | assemblage 3 |
| | | | | | ? | | *D.emsiensis*<br>*D.subgranifer*<br>*C.craspeda* | assemblages 1 et 2 |
| | | ? | Siegenien | *D.cf gibberosus* | *L.culpa* | | | |
| | | ? | | | | | | |
| | ? | Dittonien | | ? | ? | | *B.cf foveolatus*<br>*B.sp A*<br>*E.epicautus*<br>*R.dittonensis*<br>*R.cf triangulatus*<br>*E.micrornatus* | |
| | | | Gedinnien | *E.micrornatus*<br>*S.newportensis* | | *E.micrornatus*<br>*C.proteus* | | |
| | Lochkovien | Downtonien | | | | | | |

Tabl. 3 : place des assemblages définis dans les coupes du Synclinorium de Laval, par rapport aux différentes zonations palynologiques disponibles et aux échelles stratigraphiques européennes.

L'assemblage 3 de Saint-Pierre-sur-Erve (rapporté à l'Emsien inférieur) peut annoncer, par la présence des *Emphanisporites* à ornementation distale (*E. novellus* et *E.* cf. *erraticus*) le développement des structures observées sur les formes *E. erraticus* et *E. annulatus* rapportées au sommet de l'Emsien inférieur - Emsien supérieur (LANNINGER 1968 ; Mc GREGOR 1973 et 1977).

## Présence de spores à répartition géographique restreinte. Problèmes stratigraphiques et Implications paléogéographiques.

Parmi les spores décrites dans les coupes de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, la présence de certaines espèces mérite d'être soulignée, dans la mesure où leur répartition géographique actuellement connue est restreinte à un domaine bien différencié, comprenant le Massif Armoricain, l'Espagne et l'Afrique du Nord.

Ces formes sont, pour l'essentiel, des spores zonées, cingulées et patinées, que leur morphologie particulière permet de distinguer aisément, même à partir d'individus corrodés, des autres formes rapportées à ces groupes.

Ces formes : *Leonispora argovejae, Iberoespora cantabrica* et *I. glabella, Knoxisporites* ? *riondae* et *K.* ? cf. *riondae* auxquelles s'ajoutent une espèce murornée *Brochotriletes sanpetrense,* ont été décrites dans les formations silurodévoniennes d'Espagne (CRAMER & DIEZ 1975 ; RODRIGUEZ 1978).

Deux de ces formes, *Iberoespora cantabrica* et *I. glabella* associées à d'autres espèces communes à la Péninsule Ibérique, ont été observées ultérieurement par D'ERCEVILLE (1979) dans une section à Saint-Pierre-sur-Erve, recoupant le sommet de la Formation du Val et la base de la Formation de Gahard, et rapportée au Gédinnien inférieur.

Les comparaisons avec les assemblages décrits en Afrique du Nord, dans le Bassin de Polignac par JARDINE & YAPAUDJAN (1968) et dans les formations silurodévoniennes du Cotentin par RAUSCHER & ROBARDET (1975) m'ont permis d'envisager d'autre part, la synonymie de certaines des formes décrites, avec quelques unes des espèces à affinités espagnoles. Ainsi, les spores trilètes à papilles proximales sp. 2 de JARDINE & YAPAUDJAN (1968, pl. 1 fig. 8 et 9) et la spore indéterminée de RAUSCHER & ROBARDET (1975, pl. XI fig. 8) pourraient être attribuée à *I. cantabrica*. La spore à papilles soudées sp. 3 JARDINE & YAPAUDJAN (1968, pl. 1 fig. 10) est synonyme de l'espèce *K.* ? cf. *riondae*.

Les espèces à papilles sp. 2 et sp. 3 de JARDINE & YAPAUDJAN (1968) présentes dans les zones VI et VII du Bassin de Polignac, sont caractéristiques d'une période Siegenien - Emsien inférieur. Par contre, les formes décrites dans les travaux de CRAMER & DIEZ (1975), RODRIGUEZ (1978), D'ERCEVILLE (1979) et RAUSCHER & ROBARDET (1975) appartiennent au Gédinnien inférieur.

Ces résultats, contradictoires sur certains points, avec l'attribution stratigraphique accordée aux espèces décrites, dans les coupes de Sablé et de Saint-Pierre (Siegenien supérieur - Emsien inférieur) doivent être discutées. Dans les coupes étudiées il faut distinguer en effet les espèces à vaste répartition et celles dont la distribution est plus ponctuelle. *Leonispora argovejae, Iberoespora cantabrica* dans la coupe de Sablé-sur-Sarthe, *I. cantabrica* et *Brochotriletes sanpetrense* dans la coupe de Saint-Pierre, sont des espèces dont la distribution verticale est anormale, marquée par des apparitions sporadiques parfois limitées à un seul niveau.

L'étude des Chitinozoaires à d'autre part révélé que ces espèces coexistaient dans quelques bancs (Ex. SAB 251.6, SPE 7) avec de rares exemplaires de *Cingulochitina*. Il s'agit vraisemblablement de *C. plusquelleci* dont la biozone d'extension ne dépasse habituellement pas la limite Gédinnien - Siegenien (cf. PARIS 1976, 1980 et 1981). Bien que le petit nombre de spécimens observés et leur mauvaise conservation ne permette pas en toute certitude une attribution à *C. plusquelleci*, la distribution inhabituelle de cette forme, conduit à envisager l'hypothèse de remaniements sporadiques. Ceci impliquerait de faibles mouvements du bassin de sédimentation, livrant à l'érosion (marine ou continentale) des dépôts légèrement plus anciens. De tels phénomènes, mais de plus grande ampleur, ont déjà été signalés dans le Dévonien supérieur armoricain (MORZADEC & STREEL 1980).

Les espèces *I. glabella, K.* ? *riondae* et *K.* ? cf. *riondae* présentent en revanche, notamment dans la coupe de Saint-Pierre une distribution plus régulière. La fig. 43 montre la courbe de fréquence relative de ces formes par rapport à l'ensemble des spores déterminées.

Deux espèces *I. glabella* et *K.* ? cf. *riondae* présentent une courbe significative avec des pourcentages atteignant des valeurs très importantes de l'ordre de 20 à 30 %. Les minimums observés dans ces courbes correspondent aux niveaux carbonatés ou argilo-gréseux, systématiquement moins riches en spores. En extrapolant à partir de la courbe expérimentale, il est possible d'envisager ainsi, pour les 2 taxons, une courbe moyenne de distribution normale.

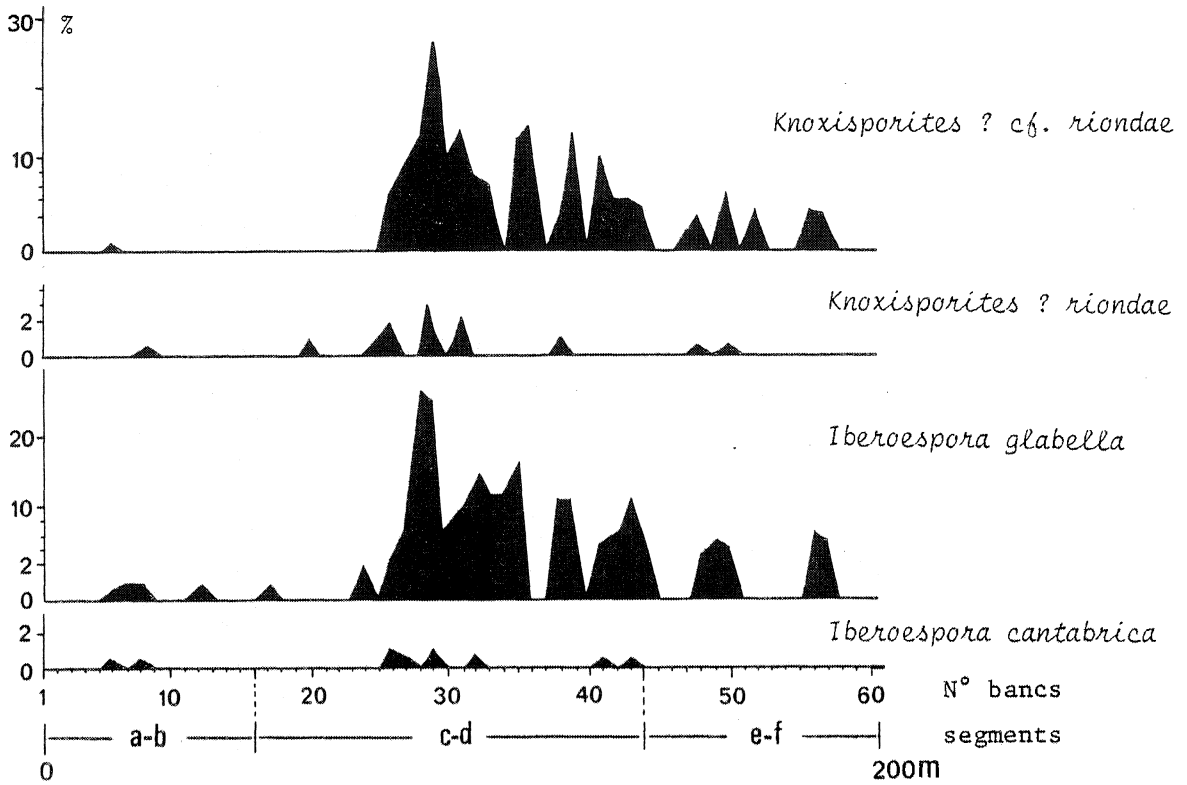



Fig. 43 : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : importance en fréquences relatives des formes : *Iberoespora cantabrica, I. glabella, Knoxisporites* ? *riondae, K.* ? cf. *riondae*, par rapport aux autres spores déterminables (de la base au sommet de la coupe).

Aucune donnée quantitative (fréquences absolue et relative) n'étant disponible dans les travaux antérieurs, décrivant ces formes, il est difficile de mesurer la signification de ces résultats, par rapport à l'extension stratigraphique possible de ces espèces. La représentation très importante de ces formes et leur régularité d'apparition à Saint-Pierre-sur-Erve, écartent selon moi, l'éventualité d'un remaniement. Les maximums atteints pourraient caractériser la biozone d'acmé de ces espèces à la limite Siegenien - Emsien, âge retenu ici pour la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve.

Indépendamment de ces problèmes stratigraphiques, la présence de ces formes à répartition géographique restreinte conduit à évoquer des problèmes paléogéographiques.

En effet, *Iberoespora glabella, I. cantabrica, Knoxisporites* ? *riondae* et *K.* cf. *riondae* sont des taxons dont la distribution géographique paraît limitée

au Massif Armoricain, à la Péninsule Ibérique et à l'Afrique du Nord. Ces formes sont absentes dans les assemblages contemporains bien connus provenant des dépôts situés à la périphérie du Continent des Vieux Grès Rouges, au Canada, en Ecosse et au Pays de Galles comme dans les régions à influences marines plus marquées de Belgique ou du Massif Schisteux Rhénan (ALLEN 1967 ; RICHARDSON 1967 ; Mc GREGOR & CAMFIELD 1976 ; Mc GREGOR 1973, 1977 ; SCHULTZ 1968 ; LANNINGER 1968 ; RIEGEL 1973, 1975 ; STREEL 1967 ...). Cette distribution paléogéographique particulière peut s'expliquer par un provincialisme des végétaux ayant produit ces spores et permet d'envisager l'existence de terres émergées, distinctes du Continent des Vieux Grès Rouges, alimentant en spores la sédimentation marine des régions armoricaines, ibériques et nord-africaines.

Il est donc intéressant d'intégrer ces données aux résultats récents, du paléomagnétisme et de la paléogéographie, sur la position de l'Europe méridionale, par rapport aux grandes aires continentales au cours du Paléozoïque inférieur.

Pour le Protérozoïque supérieur et le Cambrien, les pôles obtenus à partir du Massif Armoricain (HAGSTRUM & al. 1980) sont très semblables à ceux obtenus pour le Gondwana. On considère donc qu'à cette époque l'Europe du Sud et le Gondwana constituaient une même unité. A l'Ordovicien inférieur (Arenig), la sédimentation arénacée qui correspond au "Grès armoricain" et aux formations assimilées s'étend du Sud de l'Angleterre à l'Anti-Atlas marocain. A l'Ordovicien supérieur, la répartition spatiale des formations glacio-marines ("argiles microconglomératiques" du Nord de l'Afrique, "pélites à fragments" du Massif Armoricain et de la Péninsule Ibérique, "lederschiefer" de Thuringe) qui paraissent directement liées à la glaciation africaine, conduit également à considérer le Sud-Ouest de l'Europe et la bordure nord du craton africain comme une entité paléogéographique. Au Silurien enfin, les faciès et les faunes permettent de séparer l'Europe du Nord ("Baltica"), l'Amérique du Nord, le Groenland et le Spitzberg ("Laurentia") des régions méridionales de l'Europe (Massif Amoricain, Péninsule Ibérique) rattachées comme l'Afrique du Nord à la grande plaque continentale du Gondwana.

Ainsi, il semble bien, pour l'ensemble du Paléozoïque inférieur, compte tenu des faunes benthiques et des faciès sédimentaires que l'entité gondwanienne comprenant l'Europe méridionale soit séparée de la Baltica et de la Laurentia.

Certains paléomagnéticiens (VAN DER VOO & al. 1980) indiquent qu'au Dévonien supérieur, le Massif Armoricain était situé à des paléolatitudes voisines de celles du reste de l'Europe (régions baltes) et de l'Amérique du Nord,

ce qui impliquerait que l'océan séparant la Baltica du Gondwana était situé au Sud d'une plaque dite "Armorica" (Europe du Sud-Ouest : Massif Armoricain, Péninsule Ibérique et Sud des Iles Britanniques) (cf. fig. 44).

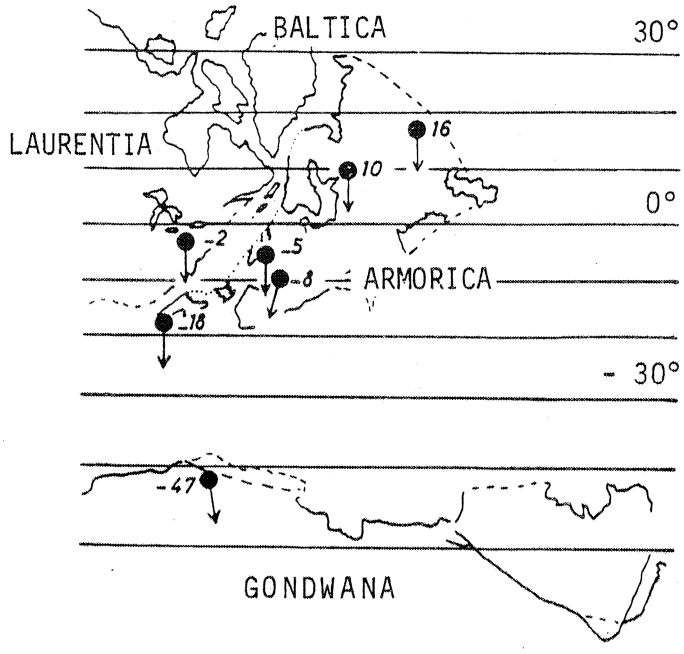



Fig. 44 : carte paléogéographique des régions périatlantiques, au Dévonien supérieur (d'après VAN DER VOO & al. 1980).

La comparaison des résultats paléomagnétiques concernant le Cambrien et le Dévonien supérieur implique donc que entre ces deux périodes, la plaque Armorica, se serait séparée du Gondwana.

Comme cela a déjà été souligné (Mc GREGOR 1979), de nombreuses spores du Siegenien - Emsien sont des formes cosmopolites qui présentent une répartition géographique très vaste, presque mondiale. Certaines de ces formes (*Dictyotriletes emsiensis, Dibolisporites echinaceus,* par exemple ....) ont été reconnues dans les coupes étudiées ici et ont permis d'établir des corrélations avec diverses régions de l'hémisphère sud (Iles Britanniques, Spitzberg, Eifel, Belgique, Amérique du Nord).

Dans l'état actuel des connaissances, la répartition géographique des espèces appartenant aux genres *Leonispora, Iberoespora* et *Knoxisporites*, permet de penser que, au Dévonien inférieur les domaines armoricain et ibérique, appartiennent à une même plate-forme continentale gondwanienne. De telles relations sont également connues pour certaines faunes benthiques telles que, par exemple, les Trilobites, les Brachiopodes ou les Tabulés (HOLLARD 1967 et 1978 ; DROT &

L'HOTELLIER 1976 ; PLUSQUELLEC 1976 ; RACHEBOEUF 1980 ...). De plus, au Dévonien moyen, les microflores du Ghana, du Brésil, du Sahara et de l'Espagne (BAR & RIEGEL 1973) montre également les affinités existant entre ces régions.

Ces données, qui demanderaient à être complétées, pourraient indiquer que la séparation de la plaque "Armorica" et du Gondwana, affirmée par des paléomagnéticiens au Dévonien supérieur, n'était pas encore effective à l'Emsien ni même au Dévonien moyen.

# ANALYSE QUANTITATIVE

En considérant les différents éléments du plancton actif (Acritarches, Chitinozoaires et Scolécodontes) et passif (spores et débris végétaux), l'analyse quantitative a pour but de rechercher les relations existant entre les variations observées dans la composition du microplancton et le paléoenvironnement.

La production et la distribution du microplancton dans les séries marines, sont gouvernées par des processus physiques du transport et de tri, intervenant dans la dispersion, par des facteurs biologiques liés à la disparité de production des espèces et des facteurs écologiques, lumière, Ph, salinité influençant d'une part la répartition latérale des assemblages et d'autre part le phénomène de corrosion différentielle. De plus, pour les spores, les propriétés hydrodynamiques différentes selon les taxons, interviennent dans le mode de dispersion. Ces paramètres susceptibles d'influencer la composition du microplancton dans l'espace et le temps sont multiples, seuls certains d'entre eux ont été abordés : l'influence de la nature lithologique sur la distribution du microplancton, l'importance de la taille des spores, sur les processus de dispersion dans le bassin de sédimentation.

L'analyse pétrographique et l'analyse séquentielle des 2 coupes, de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, a permis de définir le milieu de sédimentation et le cadre paléogéographique, c'est-à-dire la position des dépôts dans le bassin et leur évolution.

Les données numériques, obtenues par comptages des différents éléments du microplancton, ont été traduites en courbes de fréquences, absolues et relatives.

Deux types de diagrammes ont été établis :

- un diagramme associé pour les spores, avec les données en abondance et en pourcentages, des différents groupes morphologiques représentés.
- un diagramme groupé, où sont reportées les données en fréquences relatives et absolues des principaux taxons : spores, Acritarches, Chitinozoaires, Scolécodontes et débris végétaux. La comparaison de l'ensemble des résultats, permet de mettre en évidence, les interactions entre les facteurs d'environnement et la distribution du microplancton.

Le plancton actif (Acritarches, Chitinozoaires et Scolécodontes) est en relation avec la nature sédimentologique du milieu de dépôt et apporte ainsi des renseignements sur le paléoenvironnement. Par sa fréquence et sa composition, il traduit l'éloignement par rapport à la côte, les variations bathymétriques et des milieux de dépôt distincts.

Le plancton passif (spores et débris végétaux) est indépendant de l'écologie du milieu de dépôt et est directement lié au phénomène de transport.

L'influence des agents de transport et des facteurs biologiques, sur la taille des spores, a été testée sur la coupe de Sablé-sur-Sarthe, à partir des histogrammes de fréquence des spores et de l'analyse statistique de la variance.

L'ensemble des données quantitatives sera comparées dans les deux coupes, et servira de base à la reconstitution du milieu de dépôt, pour la période Siegenien supérieur - Emsien inférieur.

## Etude pétrographique et analyse séquentielle

### Coupe de Sablé-sur-Sarthe :

- Examen des microfaciès : l'ensemble de la succession lithologiqu se compose d'alternances régulières argilo-carbonatées (calcaires et mudstones noirs). Pour faciliter l'interprétation de la séquence sédimentaire, j'ai analysé les différents faciès calcaires. Ces lithofaciès rencontrés dans des milieux très divers et sous des climats variés, sont caractérisés par une certaine énergie hydrodynamique du dépôt par l'accumulation d'organismes constructeurs animaux ou végétaux, et par des propriétés physiques (granulométrie) et chimiques spécifiques. Un certain nombre de lithofaciès significatifs a pu être reconnus :

- A la partie inférieure de la séquence (bancs SAB 163 - SAB 201) on rencontre essentiellement des pelbiomicrites, calcaires packstones à pelletoïdes. La matrice micritique ne montre pas d'apports de quartz importants, et renferme principalement des particules argileuses. Dans tous ces sédiments, la pyrite est présente et indique un milieu réducteur.

Dans les bancs SAB 163, 166, 172 et 179, les éléments fauniques sont représentés principalement par des Ostracodes (avec formes benthiques à grosses coquilles). Dans les niveaux sus-jacents (SAB 184, 192, 205), les bioclastes sont plus variés et comprennent des Tentaculites, des Crinoïdes, des Brachiopodes, des Trilobites et des Bryozoaires. En règle générale les éléments organiques observés, ne montrent pas de classement, ce qui suggère donc un dépôt en milieu calme.

Les pelletoïdes, abondants dans chacun des niveaux analysés, sont des agrégats qui se forment généralement à partir de l'induration de bancs, et sont caractéristiques d'un régime hydrodynamique de faible énergie.

- L'intervalle compris entre les bancs 201 et 234 est essentiellement carbonaté et caractérisé par des biomicrites, calcaires packstones à bioclastes variés (Crinoïdes, Bryozoaires, Trilobites et Brachiopodes).

Le banc SAB 201 est caractérisé par un apport de quartz (diamètre 40 à 60 µ) et le banc SAB 205, montre des traces de bioturbation.
Les pelletoïdes, moins abondants dans ces niveaux (et surtout entre les bancs SAB 205, 221) peuvent évoquer un régime hydrodynamique plus élevé.
- Entre les bancs SAB 234 et 253, la sédimentation est plus terrigène. Les bancs 250 et 251 présentent des stratifications obliques ; ce sont des pelbiomicrites à faunes d'Ostracodes ("Ostracodites") et Tentaculites, renfermant peu de quartz. Ces faciès sont caractéristiques de milieux ouverts.
Le banc 253 est caractérisé par un packstone à ciment sparitique, à coquilles recristallisées. On n'observe pas de pyrite dans ce niveau, ce qui suggère un milieu plus oxydant, mieux oxygéné, de moyenne énergie.
- La séquence supérieure entre les bancs SAB 257 et SAB 286, montre une succession de lithofaciès où l'importance des éléments terrigènes est bien marquée.
Les bancs 257.1, siltstones argilo-carbonaté, et 260.C, biomicrite de type packstone à faune réduite (Ostracodes) contiennent de nombreux quartz et mettent en évidence des apports continentaux importants.
Les bancs 267 et 271 sont des calcaires bioclastiques. Les bioclastes sont représentés par des Brachiopodes, Gastéropodes et Bryozoaires. La phase de liaison est assurée par de la calcite sparitique. Des amas résiduels d'argile micritique, contenant de nombreux quartz et micas, s'observent également dans les lames (amenées de bancs tardives ?).
Ces faciès indiquent dans l'ensemble une énergie hydrodynamique faible à modérée.
Au sommet de la séquence, les bancs 278 et 284 sont des calcaires biomicritiques et le banc 281, une arénite à ciment carbonaté ou biosparudite. Dans ces niveaux, le ciment micritique est abondant et contient de nombreux quartz, parfois réduits à une fine poussière (SAB 284).
L'élément dominant de la faune est représenté par les Bryozoaires mais également par les organismes fouisseurs (Gastéropodes et Trilobites).

- Analyse séquentielle : la base de la séquence (SAB 163, 201) est représentée par des faciès infratidaux de milieu restreint et de faible énergie. Ces faciès sont caractérisés par la présence de pelletoïdes abondants et une faune réduite, qui suggèrent un milieu calme.
L'intervalle SAB 201, 234, essentiellement carbonaté, est marqué par des apports de quartz et montre une régression dans l'importance des pelletoïdes. Cet ensemble correspond à un régime hydrodynamique plus élevé.

La sédimentation se poursuit en milieu infratidal plus ouvert, par l'intermédiaire de faciès à stratification oblique, à faune d'Ostracodes et Tentaculites, correspondant à un milieu faiblement agité. Certains bancs témoignent de faciès turbulents, oxygénés, faciès infratidaux biosparitiques, sans pellets ni pyrite (SAB 253). La séquence supérieure (bancs 257, 284) est marquée par des apports continentaux de Q2, importants, au niveau de faciès intertidaux à faune variée, d'énergie faible à modérée.

Dans le banc 257, la matière organique est très mal conservée et ceci peut s'expliquer par le fait de variations des conditions de milieu, des mouvements du fond, avec formation de conditions oxydantes, dans un bassin à faible profondeur d'eau (LUCAS & PREVOT 1975).

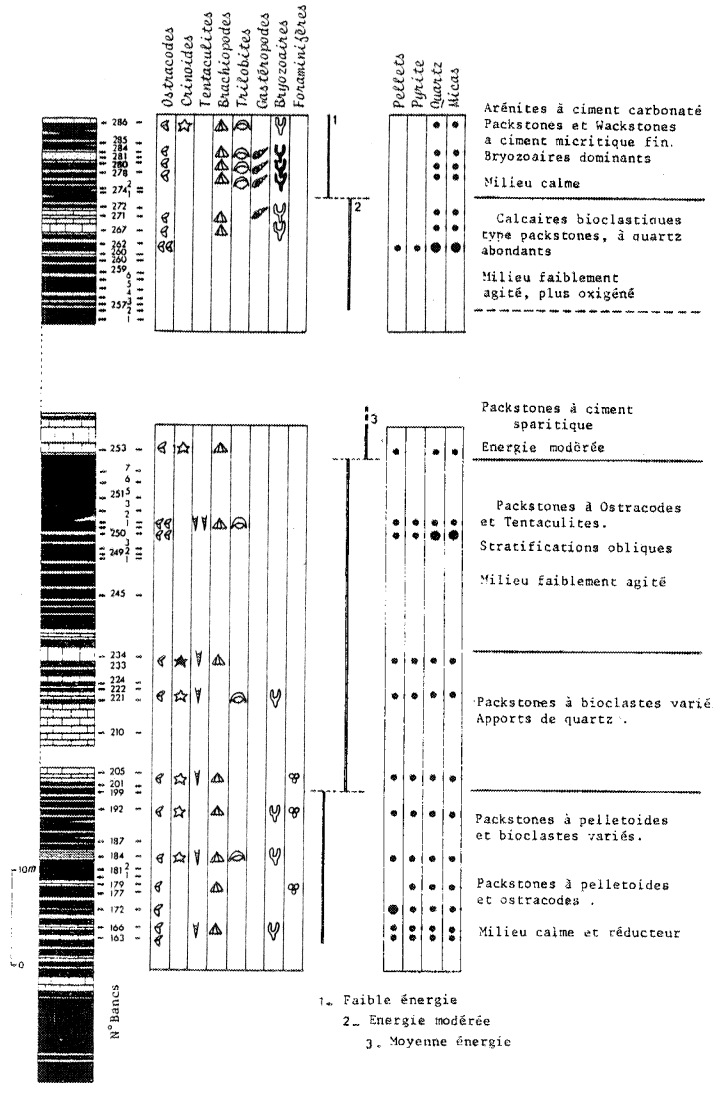



Fig. 45 : Sablé-sur-Sarthe : évolution verticale de la séquence sédimentaire.

L'épanouissement d'un peuplement diversifié, et l'importance des Bryozoaires, qui ont pu participer à l'élaboration de constructions organiques (buissons dispersés par exemple), sont en faveur d'un milieu oxygéné, et sont liés aux apports continentaux, amenant des matières nutritives abondantes susceptibles de créer un milieu favorable au développement de la faune.

- Conclusions : les résultats de l'étude des microfaciès et de l'analyse séquentielle permettent de proposer, pour la coupe de Sablé-sur-Sarthe, un modèle d'évolution du milieu de dépôt.

La série étudiée correspond à une séquence de plate-forme carbonatée. La partie inférieure de la coupe étudiée (SAB 163, 201) est représentée par des faciès de vasière interne, de milieu calme, réducteurs, à faune marine relativement réduite. L'intervalle SAB 201, SAB 221, peut jouer le rôle d'une barre carbonatée et séparer les niveaux plus proches au continent, des niveaux de dépôts infratidaux à faciès de mer ouverte (SAB 234, 284) d'énergie plus élevée. Pour expliquer l'importance des apports continentaux au sommet de la coupe, on peut imaginer la destruction ou le déplacement de la barre carbonatée.

Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve :

- Examen des microfaciès : la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, à dominante terrigène, constitue un ensemble schisteux (siltites fines) dans lequel s'intercalent des bancs de grès décimétriques à métriques (grès décalcifiés et grès fins pélétiques) ainsi que des niveaux carbonatés métriques à plurimétriques (cf. fig. 4.2).

Parmi les faciès carbonatés observés se distinguent :

- A la base de la coupe, des bancs métriques ou lenticulaires (SPE 3 par exemple) qui sont des bioclastites de type grainstones. Les bioclastes variés mais non classés comprennent des Brachiopodes, des Crinoïdes (élément faunique dominant), des Trilobites et des Bryozoaires. La phase de liaison est assurée par de la calcite sparitique, partiellement dolomitisée.
- L'intervalle SPE 17 - SPE 44 montre le développement de niveaux carbonatés plus importants.

Le banc SPE 19, qui fait partie d'un ensemble plurimétrique est un calcaire bioclastique de type grainstone, à Bryozoaires dominants ; à Brachiopodes et Crinoïdes. Ces bioclastes sont associés à un ciment sparitique.

Les niveaux SPE 22 et SPE 25 sont des biosparites, type grainstone, dont les bioclastes (Crinoïdes et Brachiopodes), moins importants en proportion que précédemment, sont recristallisés. Ces éléments sont cimentés par de la calcite sparitique.

- Le sommet de cette séquence marque une évolution des faciès. Les bancs SPE 30 et SPE 37 sont des calcaires packstones à bioclastes variés. Les bioclastes sont représentés par des organismes fragmentés et émoussés : Brachiopodes, Bryozoaires, Crinoïdes, Trilobites et Tentaculites. Les éléments figurés comprennent quelques oolithes calcaires à structure concentrique, des granules de pyrite et également des quartz anguleux (taille 30 à 60 µ) dispersés dans un ciment microsparitique, avec présence de plages de dolomite microgrenue (traces de bioturbations probables).

Le banc SPE 42 est un calcaire très hétérométrique, bioclastique, de type packstone. Parmi les éléments organiques, et par ordre d'importance, on distingue essentiellement des Bryozoaires et des Brachiopodes. Ces bioclastes sont cimentés par de la microsparite. Une autre caractéristique de ce faciès se traduit par des poches d'accumulations micritiques lenticulaires, montrant un vannage d'éléments phylliteux et de quartz anguleux (silts) de petite taille (10 à 30 µ), flottant dans une matrice micritique. Les bioclastes (valves dissociées de Brachiopodes en particulier) sont disposés tangentiellement à ces poches d'accumulation.

Dans l'intervalle SPE 45 - SPE 60, les bancs SPE 45 et SPE 46 sont des calcaires massifs ou lenticulaires de type grainstone, à ciment sparitique et microsparitique dolomitisé. Parmi les éléments fauniques, les organismes constructeurs et les Bryozoaires notamment sont prépondérants. Les corps figurés sont représentés par quelques grains de quartz disséminés dans le ciment et également des accumulations de granules de pyrite.

A la partie supérieure de la coupe, le banc SPE 59 caractérise un calcaire bioclastique, de faciès intermédiaire, wackstones ou packstone. Les Dacryoconarides représentent l'élément faunique dominant de ce lithofaciès, accompagnés d'autres bioclastes, Brachiopodes, Crinoïdes, Trilobites et Bryozoaires. La matrice abondante est argilo-micritique et contient des phyllites (muscovite) et des quartz anguleux de grande taille (50 à 100 µ).

Sur l'ensemble de la coupe, les sablites représentent généralement des intercalations décimétriques de grès très fins pélitiques et de grès décalcifiés à l'affleurement. Cependant le sommet de la séquence montre l'arrivée de détritiques plus grossiers, en bancs métriques à plurimétriques. Ils correspondent (bancs

SPE 49 et 51 par exemple) à des grès impurs plus ou moins feldspathiques à matrice importante. Ces sablites peuvent être classées en wackes subfeldspathiques, à maturité de texture et de composition moyennes.

- éléments figurés :
  - . Quartz : 70 à 80 % du volume des grains.
  - . Feldspaths : plagioclases dominants + quelques feldspaths potassiques (orthose) : 10 à 15% du volume des grains.
  - . Micas : grandes muscovites sédimentaires dispersées : 5 à 10 % du volume des grains.
- matrice abondante, sériciteuse.
- structures sédimentaires : ces grès contiennent des amas de nature argileuse pouvant correspondre à des galets de boue.

- Analyse séquentielle : la sédimentation débute par des calcaires bioclastiques de type grainstone (SPE 3, 19, 22 et 25) correspondant à des dépôts de plate-forme de mer ouverte, à salinité normale (présence d'organismes sténohalins : Brachiopodes et Crinoïdes), de la zone infralittorale.
Les bioclastes sont reliés entre eux par un ciment sparitique, ce qui suggère une sédimentation soumise à une énergie moyenne à forte.
Dans l'intervalle SPE 26 - SPE 44, les calcaires packstones bioturbés et à faune diversifiée (SPE 30 et 37), indiquent également un milieu de mer ouverte, à salinité normale. Les éléments organiques fragmentés et émoussés, dispersés dans un ciment, suggèrent un hydrodynamisme fort.
Le banc SPE 42 à texture packstone présente des amas résiduels de micrite, avec vannage de quartz silteux et de phyllites, ce qui permet d'évoquer, un mode de dépôt par des tempêtes, en milieu infralittoral d'énergie modérée.
Les bancs SPE 46 et SPE 47 caractérisés par la présence de Bryozoaires encroûtants, peuvent témoigner de milieux d'énergie faible à moyenne, subtidaux.
Le banc SPE 59, calcaire wackstone à packstone, est marqué par un apport de terrigènes importants (présence de gros Qz et de grand micas dans une matrice micritique abondante).
Ces apports, ainsi que la présence de feldspaths dans les sablites (bancs SPE 49 et 51) pourraient s'expliquer par une reprise de l'érosion sur le continent et un dépôt dans un milieu peu profond, proche du littoral.

- En résumé : la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve correspondrait à une séquence de plate-forme interne, de dépôts infralittoraux, caractérisée par une énergie hydrodynamique moyenne à forte. Certains bancs qui contiennent une faune limitée

(calcaires à Bryozoaires par exemple) indiqueraient un milieu peu profond, subtidal. La partie supérieure marquerait, par l'abondance des terrigènes, une reprise de l'érosion sur le continent, et l'installation de conditions plus littorales.

## Influence de la taille sur la sédimentation des spores
## Exemple de la coupe de Sablé-sur-Sarthe

Les spores transportées et dispersées en milieu marin, présentent l'avantage d'être indépendantes de l'écologie de ce milieu. Elles ne sont pas en relation de conccurence et d'influence, avec les individus vivant sur place, et cette neutralité permet de les comparer, dans une certaine mesure, à des particules minérales de tailles équivalentes et sédimentant simultanément. Afin de mettre en évidence, les variations de ce paramètre taille et de rechercher ainsi les facteurs qui influencent "l'évolution granulométrique" des spores, au cours du transport et de la sédimentation, j'ai mesuré la taille de 100 spores, dans 25 échantillons répartis sur l'ensemble de la coupe de Sablé-sur-Sarthe.

Un mode de représentation graphique simple, par histogrammes (fig. 46), permet de visualiser la distribution des fréquences des spores, en fonction de leur taille. On porte en abscisse la dispersion sur la taille, et en ordonnée la fréquence des individus selon les classes (l'intervalle d'une classe étant de 5 μ). Ces histogrammes montrent en règle générale, une distribution unimodale de type loi normale. Ils mettent en évidence, des oscillations de la distribution, qui se traduisent par des écarts au niveau de la moyenne arithmétique, et des variations au niveau de la dispersion des mesures, qui se lisent directement sur l'allure des courbes, par le groupement des valeurs ou leur étalement.

L'examen de la dispersion des valeurs, c'est-à-dire de l'allure des histogrammes permet de distinguer dans la coupe 2 grands ensembles :

- l'intervalle entre les bancs SAB 177 et SAB 257.3 inclus, ou les valeurs apparaissent relativement groupées.
- la dernière partie de la coupe, entre les bancs SAB 257.5 et SAB 274.2 où l'on observe un étalement important.

L'intervalle de confiance $\bar{x} - 1{,}5\,\delta$ ; $\bar{x} + 1{,}5\,\delta$ ($\bar{x}$ : moyenne, $\delta$ : écart type), calculé pour chacun des niveaux (cf. fig. 47), traduit par sa largeur, la distribution des mesures et confirme ces 2 tendances. Jusqu'au banc SAB 257.3, l'intervalle reste étroit et correspond à des mesures groupées et à partir du banc SAB 257.5, sa largeur augmente, ce qui correspond à un étalement de la distribution.

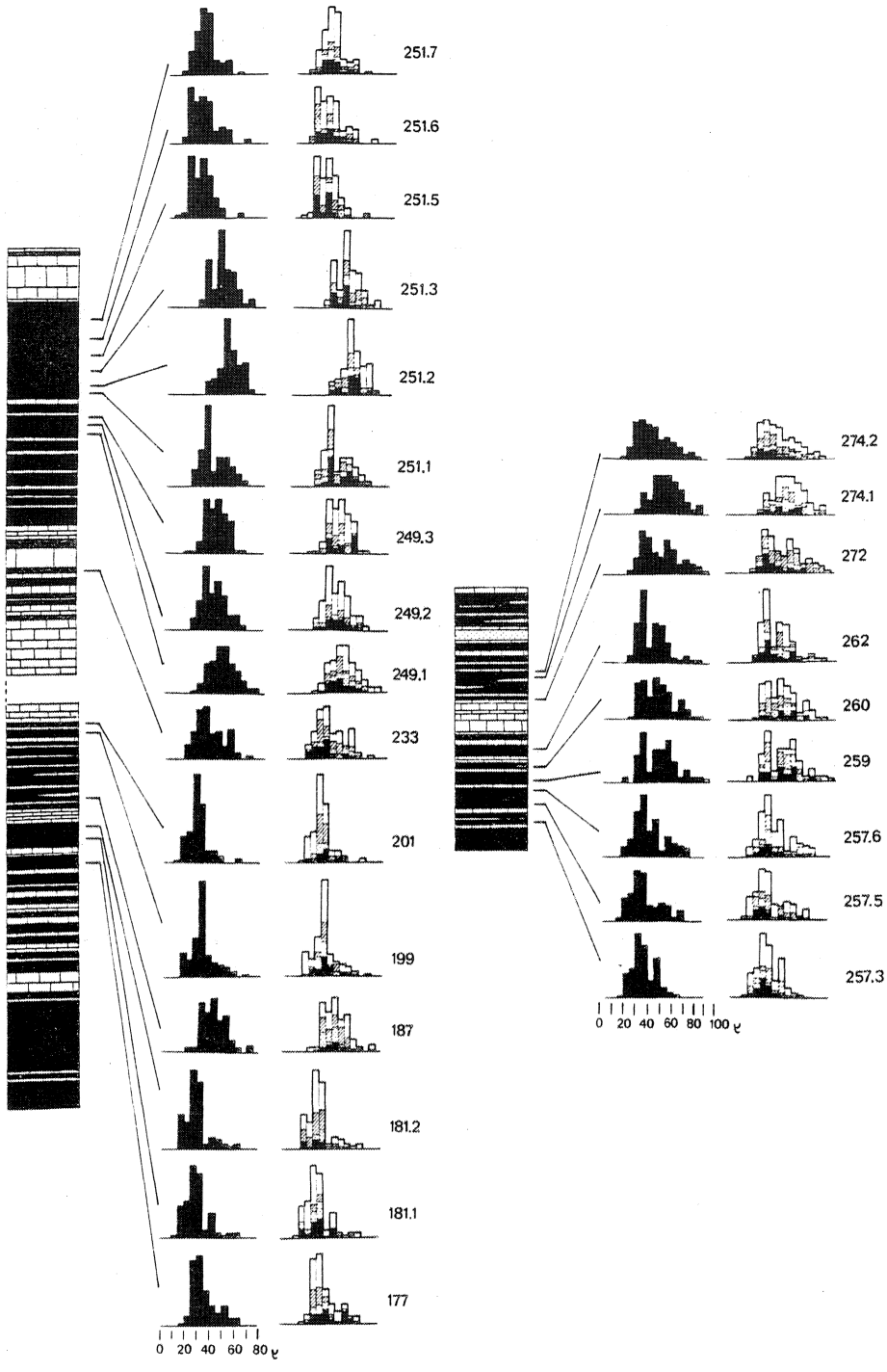



Fig. 46 : coupe de Sablé-sur-Sarthe. Histogrammes de distribution des fréquences de spores en fonction de la taille (intervalle de classe 5 µ). Histogrammes dissociés : fréquences des différents taxons.

*laevigati* *apiculati* *murornati* zonées.

- Evolution entre les bancs SAB 177 et SAB 257.3 : le groupement des valeurs observé peut avoir une double signification ; soit correspondre à une caractéristique biologique, de la population, qui serait représentée à cette époque, par un ensemble de spores de taille homogène, soit avoir pour origine une influence des facteurs sédimentologiques, entraînant un effet de classement.

Le facteur biologique n'est pas à mon avis satisfaisant et ne peut expliquer par exemple les écarts à la moyenne, qui dans cet intervalle vont pratiquement du simple au double (de 26 à 49 µ).

D'autre part, l'homogénéité des tailles n'est que relative, puisque l'on observe que les écarts se font dans le sens du déplacement de la distribution tout entière, les bancs étant caractérisés par des populations spécifiques et restreintes, soit de type petites spores, soit de type spores moyennes.

Cette dernière observation vient confirmer l'importance de l'effet de classement qui, on peut le penser, s'est opéré durant le transport et avant la sédimentation, par un tri mécanique des organismes.

Le diamètre moyen de 35 µ, mesuré sur ces 17 premiers niveaux, est un argument en faveur de cette hypothèse. Il représente une taille relativement faible compte tenu de l'évolution générale de la végétation, au Praguien (Siegenien supérieur ?), cette moyenne étant plutôt caractéristique, d'après les travaux antérieurs, d'un âge gedinnien (CHALONER 1967 ; RICHARDSON 1967 - Mc GREGOR 1974 et 1977). Ce résultat ne peut s'expliquer que par un classement durant un transport, vers un site de dépôt assez éloigné du milieu de production.

Les fluctuations significatives que l'on observe d'autre part à l'échelle de certains bancs (SAB 181, 187 ; 249.1, 249.2 ; 251.2, 251.3), avec déplacement de la moyenne (37 à 49 µ) et un intervalle de taille moyen entre 20 et 60 µ, sont également intéressantes à analyser. Ces moyennes sont compatibles avec l'âge présumé et approchent la valeur du niveau d'évolution réel de la végétation pour la période étudiée.

Par rapport à la tendance générale, ces arrivées de spores plus lourdes peuvent également être interprétées de 2 façons :

- elles peuvent traduire des tendances régressives et correspondre à des ensembles déposés plus près du continent.

- leur apport peut être déterminé par des variations du régime hydrodynamique du milieu de dépôt, sous l'influence de courants par exemple (REYRE 1973).

Les variations observées qui ont ici un caractère ponctuel, à l'intérieur d'un ensemble relativement homogène, ne sont pas, à mon avis, en faveur de l'hypothèse de l'installation de tendances régressives.

L'analyse séquentielle, nous l'avons vu précédemment, établi pour cet intervalle un régime hydrodynamique de milieu calme à faiblement agité. A partir du banc SAB 234, la sédimentation est plus terrigène. Les lithofaciès calcaires ont un caractère infratidal et révèlent des conditions de mer ouverte et bien oxygénée. Dans ce milieu, les apports périodiques de quartz, traduisent des fluctuations du régime hydrodynamique et expliqueraient pour les bancs 251.2 et 251.3 par exemple, l'écart à la moyenne et le déplacement de la distribution.

- Evolution dans l'intervalle supérieur : bancs 257.5 à 274.2 : le sommet de la coupe est caractérisée par un phénomène d'étalement de la distribution des spores, sensible au niveau de la taille et repercuté sur les fréquences et il est intéressant de vérifier si ce comportement est significativement différent de celui affiché par la séquence sous-jacente.

La comparaison des variances permet de tester les résultats observés. Le tableau des mesures (fig. 47) montre un écart très important des valeurs, entre la première série des mesures des bancs 177 à 257.3 et la série supérieure, des bancs 257.5 à 274.2. Le calcul peut se baser sur la comparaison des variances prises 2 à 2 pour juger si l'écart de mesures est imputable à des fluctuations dues au hasard ou s'il permet de séparer deux populations distinctes.

Nota : les 2 500 données utilisées ont été programmées au centre de calcul de Rennes, par Madame MORIN, Assistante en Informatique.

- Exemple de calcul : comparaison des variances calculées pour les bancs 257.3 et 257.5.

Le banc 257.3 à une variance $\delta^2 = 86$, pour un effectif de 100 spores et pour le banc 257.5, l'effectif est identique (100 spores) et la variance $\delta^2 = 151$.

Pour tester la signification, on considère le rapport des variances estimées :

$$\frac{n_1\ \delta_1^2}{n_{1-1}} \quad \text{et} \quad \frac{n_2\ \delta_2^2}{n_{2-1}}$$ (La variance la plus élevée est mise en numérateur).

Le rapport que l'on note $F_{1,2}$ à pour expression :

$$F_{1,2} = \frac{\dfrac{n_1\ \delta_1^2}{n_{1-1}}}{\dfrac{n_2\ \delta_2^2}{n_{2-2}}} = \frac{151 \times \dfrac{100}{99}}{86 \times \dfrac{100}{98}} = 1,75$$

Rappel : pour les coefficients de sécurité 95 et 99 %, les tables de SNEDECOR donnent directement les valeurs limites de F, au-dessus desquelles la divergence entre $\delta_1^2$ et $\delta_2^2$ est trop grande pour pouvoir être attribuée au seul hasard et peut être considérée comme significative.

Pour les nombres de degrés de liberté $v_1 = n_1 - 1 = 99$ et $v_2 = n_2 - 1 = 99$ les tables de SNEDECOR indiquent pour le seuil de signification correspondant à la sécurité 95 %, une valeur de 1,43.

Cette valeur, inférieure à la valeur de $F_{1-2} = 1,75$, permet d'affirmer que la différence constatée entre les deux variances, est hautement significative.

Les facteurs influençant l'étalement des mesures peuvent être d'origine biologique ou sédimentologique ou les deux à la fois.

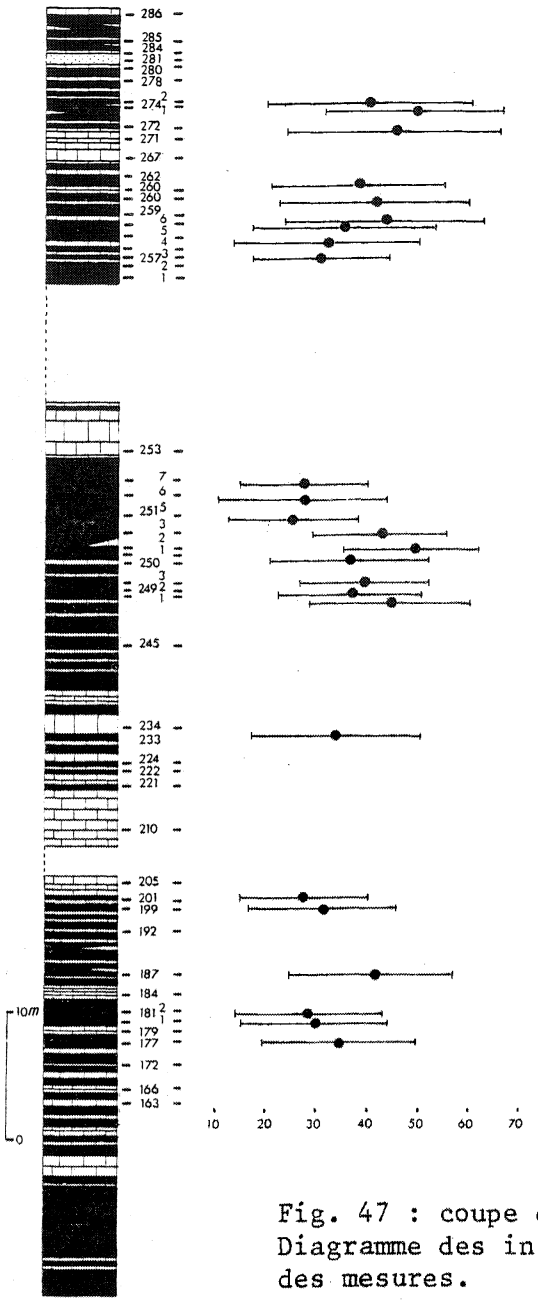
L'effet de classement, déterminant dans la série sous-jacente, semble ici moins prépondérant, l'intervalle de taille concerné 20-80 µ étant très grand.

Ceci peut démontrer une certaine individualité de la population vis-à-vis du contrôle par le faciès et l'environnement.

D'autre part, pour la première fois dans la coupe, on constate une arrivée de très grosses spores. Dans le banc 259 certains individus mesurent 90 à 110 µ de diamètre. Dans le banc 272, il y a des spores apiculées de 70-80 µ, des *murornati* jusqu'à 120 µ et des *laevigati* dont le diamètre est supérieur à 100 µ. Le maximum atteint dans ce banc est représenté par deux spores dont la taille est de 250 µ. Conventionnellement, une spore de taille supérieure à 200 µ est considérée comme une mégaspore ( ZERNDT 1934) et la présence de mégaspores indique, dans l'évolution de la végétation, la différenciation du processus d'hétérosporie (CHALONER 1967). Les seules mégaspores signalées dans le Siegenien jusqu'à présent sont, *Biharisporites parviornatus* RICHARDSON de 225 µ de diamètre (MOREAU-BENOIT 1967) et *Trileites oxfordiensis* CHALONER de 230 µ (ALLEN 1965) au Spitzberg.

La présence de mégaspores est déjà plus commune à partir de l'Emsien inférieur. Dans la province de Gaspé, au Canada, Mc GREGOR (1977) décrit ainsi trois espèces qui représentent d'après lui la manifestation du passage homosporie-hétorosporie dans l'évolution botanique.

Les spécimens présents au sommet de la coupe de Sablé-sur-Sarthe, pourraient également représenter une tendance évolutive de la végétation vers l'hétérosporie, mais pour des couches d'âge praguien (Siegenien supérieur ?).




| N° Ech. | Moyenne x | Variance $\delta^2$ | Ecart type $\sqrt{\delta^2}$ | Intervalle de confiance x - 1,5δ, x + 1,5δ |
|---|---|---|---|---|
| 274.2 | 41 | 180 | 13,4 | 21 - 61,1 |
| 274.1 | 50 | 138 | 11,8 | 32,3 - 67,7 |
| 272 | 46 | 200 | 14 | 25 - 67 |
| 262 | 39 | 135 | 11,6 | 21,6 - 56,4 |
| 260 | 42 | 156 | 12,5 | 23,25 - 60,75 |
| 259 | 44 | 179 | 13 | 24,5 - 63,5 |
| 257.6 | 36 | 143 | 12 | 18 - 52 |
| 257.5 | 33 | 151 | 12,3 | 14,55 - 51,45 |
| 257.3 | 31 | 86 | 9,3 | 17,05 44,95 |
| 251.7 | 28 | 72 | 8,4 | 15,4 - 40,6 |
| 251.6 | 28 | 117 | 10,8 | 11,8 - 44,2 |
| 251.5 | 26 | 73 | 8,5 | 13,25 - 38,75 |
| 251.3 | 43 | 78 | 8,8 | 29,8 - 56,2 |
| 251.2 | 49 | 75 | 8,7 | 35,95 - 62,05 |
| 251.1 | 37 | 108 | 10,4 | 21,4 - 52,6 |
| 249.3 | 40 | 72 | 8,4 | 27,4 - 52,6 |
| 249.2 | 37 | 88 | 9,3 | 23,05 - 50,95 |
| 249.1 | 45 | 108 | 10,4 | 29,4 - 60,6 |
| 233 | 34 | 119 | 10,9 | 17,65 - 50,35 |
| 201 | 28 | 70 | 8,4 | 15,4 - 40,6 |
| 199 | 32 | 98 | 9,9 | 17,15 - 46,85 |
| 187 | 42 | 116 | 10,8 | 25,8 - 58,2 |
| 181.2 | 29 | 90 | 9,5 | 14,75 - 43,25 |
| 181.1 | 30 | 98 | 9,8 | 15,3 - 44,7 |
| 177 | 35 | 100 | 10 | 20 - 50 |

Fig. 47 : coupe de Sablé-sur-Sarthe, étude du paramètre taille. Diagramme des intervalles de confiance de la moyenne et tableau des mesures.

Les arrivées de spores lourdes dans cette séquence, traduisent donc, dans une certaine mesure, l'influence du facteur biologique, sur l'évolution granulométrique des spores. Par rapport au mécanisme de dispersion, cette influence reste cependant indirecte, si l'on considère les résultats de l'analyse séquentielle et les caractéristiques du milieu de dépôt, définies dans cette partie de la coupe. Dans ces niveaux, les apports importants d'éléments terrigènes, matérialisent des conditions de libre circulation des particules, sans tri

sélectif, dans un milieu ouvert, d'hydrodynamimsme assez élevé et sous l'influence de courants marins. Ces conditions sédimentologiques peuvent donc justifier, ajoutées à l'évolution biologique de la végétation, la dispersion, dans cet environnement, de spores de tailles et de poids variables.

Dans cette étude de la taille des spores, on a considéré que l'agent de transport essentiel, était de nature hydrodynamique (eaux intersticielles, rivières, courants marins ...) et que les spores, microorganismes de faible densité, pouvaient être comparées et réagir suivant les mêmes lois que les particules minérales en suspension dans l'eau, c'est-à-dire, en fonction de leur forme et de leur poids. Cette association de comportement reste cependant, à mon avis, schématique. En effet, à partir de la morphologie de la spore (corps sphérique ou subsphérique creux) on peut imaginer, un mode de dispersion, échappant dans certains cas, aux lois générales. Il est probable que la dispersion varie suivant les taxons, certaines formes possédant des caractéristiques morphologiques, leur assurant un certain pouvoir de flottabilité dans l'air, d'autres présentant des aptitudes à flotter à la surface des eaux.

On peut envisager ainsi que certaines structures observées [cavates, pseudosaccates (?)] et les sculptures de l'exine (papilles, verrues, rides, épines, réticulum) ont pu intervenir spécifiquement lors de la prise en charge des spores par l'eau et le vent.

D'autres agents de transport, tels les insectes, peuvent participer à la dispersion des spores (TAUGOURDEAU-LANTZ 1971 ; KEVAN & al. 1975), mais leur influence reste négligeable.

## Fréquences relatives et absolues des éléments du microplancton organique

Sur les graphiques (cf..tableaux 4 et 5), chacun des taxons est représenté par une courbe correspondant aux comptages effectués sur les niveaux analysés.

Les spectres obtenus, permettent de définir une succession de phénomènes ou style des courbes, somme des maxima-minima, croissance-décroissance, décrochements et palliers. L'utilisation des courbes passe par la distinction d'un ensemble de caractéristiques "majeures et mineures" (DE JEKOWSKY 1958), qui se définissent comme des variations d'amplitude, plus ou moins importante, dans l'évolution générale d'une fréquence.

- caractéristique majeure : phénomène graphique affectant 4 points au moins, contigus.

- caractéristique mineure : 2 ou 3 points contigus.

L'allure générale de l'évolution des fréquences, est donnée par la courbe moyenne, surimposée à la courbe expérimentale, obtenue en reliant les principaux phénomènes caractéristiques et par "lissage" des fluctuations de détail.

L'analyse des fréquences comprend pour chacune des coupes, l'examen des variations en abondance, des principaux éléments du microplancton, avec comparaison des résultats obtenus sur les éléments majeurs, Spores, Acritarches et Chitinozoaires et étude de l'importance des Scolécodontes et des débris végétaux par rapport à l'ensemble de la population organique.

- Coupe de Sablé-sur-Sarthe (cf. tableau 4)

- Courbes de fréquences, Spores, Acritarches et Chitinozoaires : le diagramme (fig. 48) rassemble les principales caractéristiques, permettant de juger des tendances générales et des coupures significatives, dans l'évolution des fréquences de ces taxons. A partir des fluctuations observées sur les courbes une zonation par bandes a été établie.

Zone A : SAB 163 - SAB 221

Zone B : SAB 221 - SAB 253

Zone C : SAB 257 - SAB 280

Les limites des zones A, B et C apparaissent marquées, dans la séquence sédimentaire, par des bancs calcaires.

L'examen des rapports entre taxons selon les zones montre que dans les deux premières A et B, spores et Acritarches réagissent, en fréquence absolue (nombre d'individus sensiblement identiques et proportionnels) et relative (pourcentages comparables) de façon relativement synchrone, avec 2 caractéristiques majeures, entourant un minimum, marqué dans la lithologie par un important épisode carbonaté entre les bancs 205 et 221 (cf. fig. 48).

Dans le même temps, les 2 courbes du taxon Chitinozoaires, s'opposent : l'allure de la courbe de fréquence absolue, reste identique à celle définie sur les taxons spores et Acritarches, mais la courbe de fréquence relative apparaît radicalement opposée.

Dans les zones A et B, la similitude de comportement entre spores (plancton allochtone) et Acritarches (plancton autochtone), met en évidence un processus de contrôle du milieu de dépôt sur la distribution, agissant par tri mécanique des organismes, avec brassage identique des deux populations (active et passive).

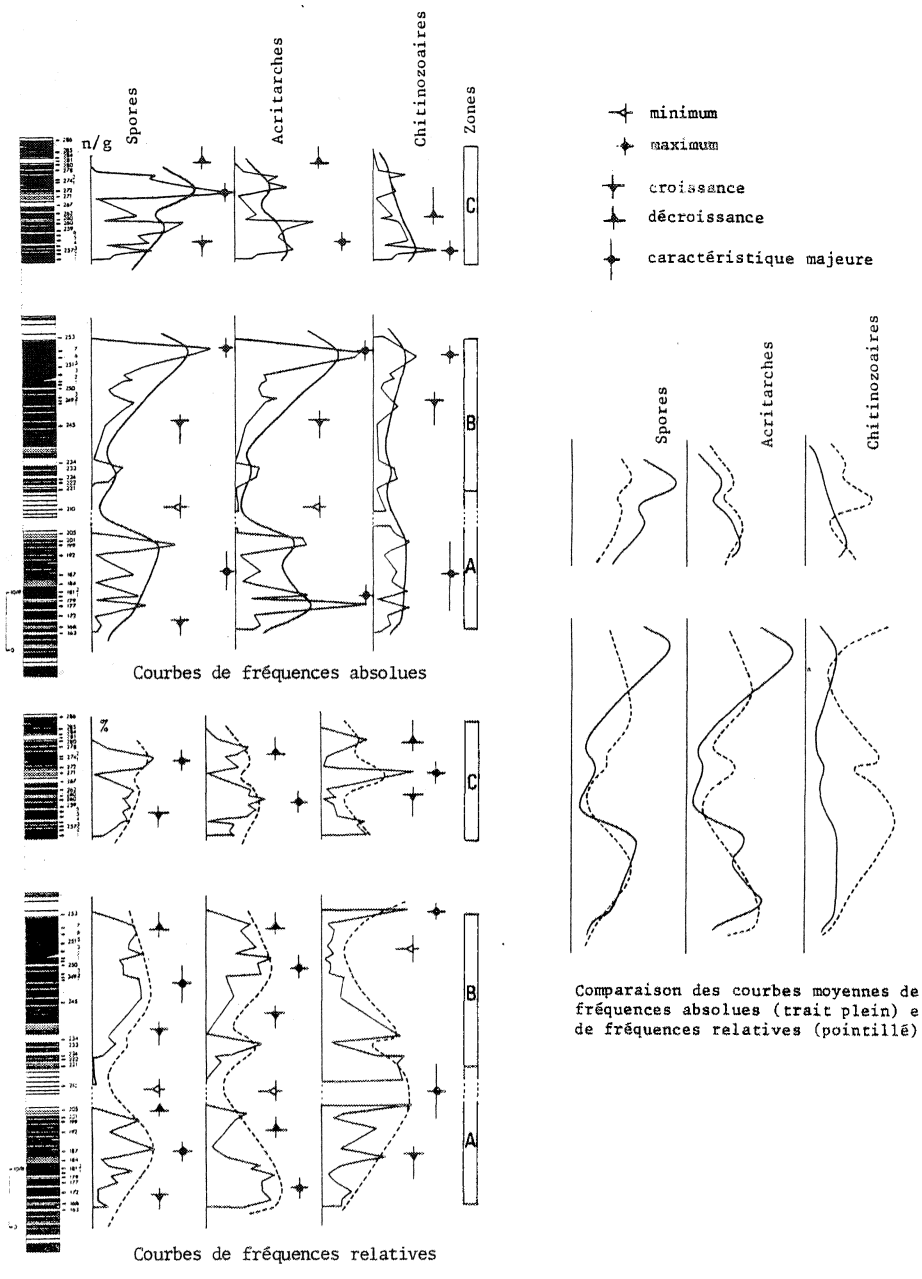
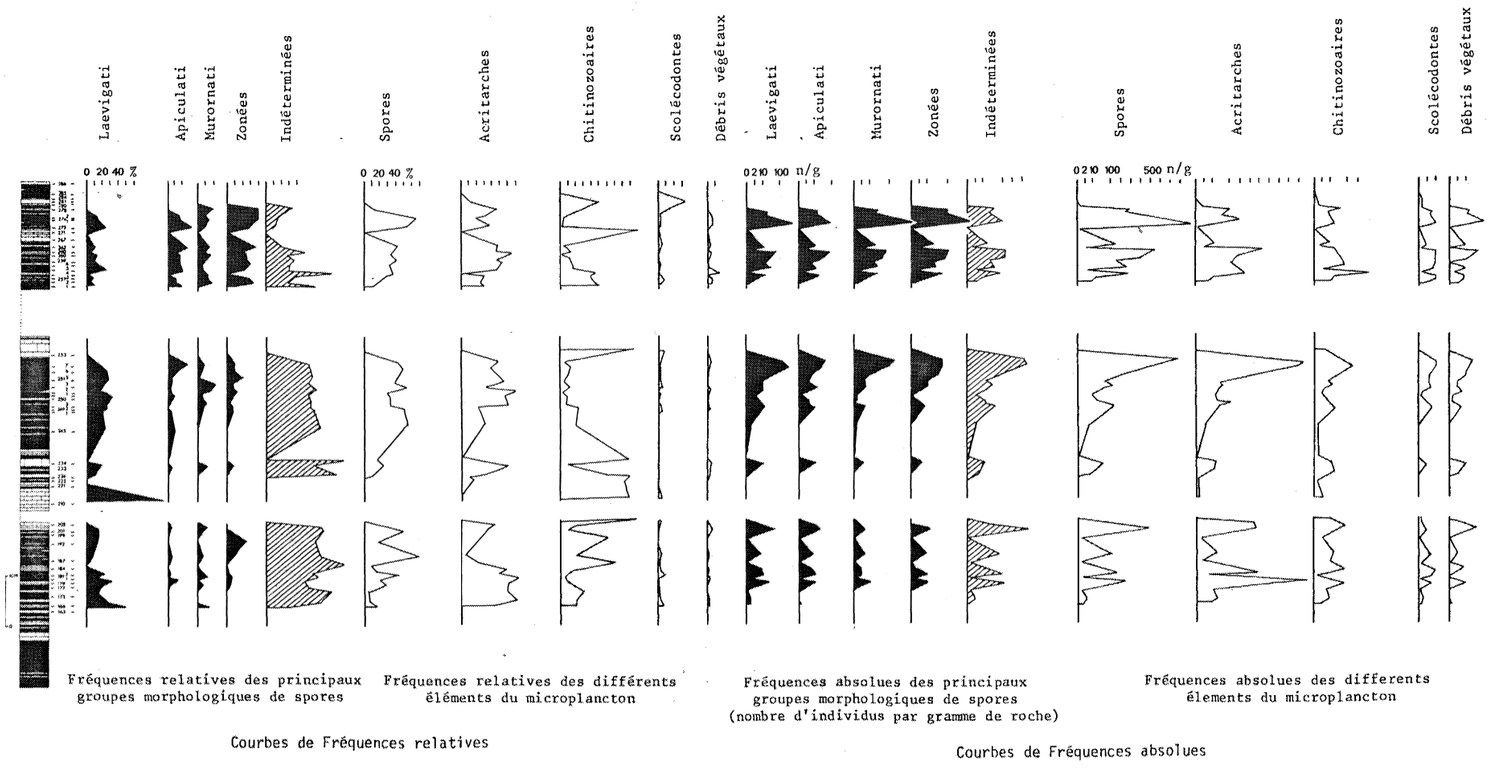



Fig. 48 : coupe de Sablé-sur-Sarthe : diagrammes et variations des fréquences absolues et relatives des spores, Acritarches et Chitinozoaires.

Dans la zone supérieure (zone C) on observe :

- une augmentation de l'abondance des spores et parallèlement une diminution des fréquences Acritarches et Chitinozoaires.
- une évolution inverse des courbes de fréquences du plancton passif (spores) et du plancton actif (Acritarches + Chitinozoaires).
- une modification de la sédimentation vers un pôle plus terrigène.




Tabl. 4 : Sablé-sur-Sarthe : diagramme palynologique. Fréquences absolues et relatives des principaux éléments du microplancton.

Ces résultats suggèrent une évolution de l'environnement, avec circulation plus libre des apports continentaux et installation de conditions écologiques pouvant être défavorables au développement des microplanctontes marines.

La distribution des microfossiles est également fonction de la lithologie. Sur les 48 échantillons traités et analysés sur cette coupe :

- 31 proviennent de niveaux détritiques fins.
- 17 de niveaux carbonatés.

Tous ces échantillons sont fossilifères mais avec une disparité dans l'abondance en microfossiles, fonction de la nature sédimentologique des échantillons de départ. Ainsi, comparativement au sédiments carbonatés, les valeurs maximales de l'abondance en spores, Acritarches et Chitinozoaires (cf. fig. 48 courbes de fréquences absolues), sont enregistrées dans les sédiments détritiques fins (silstones et grès fins).

- Courbes de fréquences, Scolécodontes et microrestes végétaux : l'observation de l'allure des courbes de fréquence, Scolécodontes, microrestes végétaux, montre que l'on peut adopter pour ces éléments du microplancton, la même zonation que celle mise en évidence précédemment pour les taxons spores, Acritarches et Chitinozoaires.

Ainsi les courbes de fréquence absolue (fig. 49), Scolécodontes - microrestes végétaux, affichent dans les zones A et B, des réponses superposables à celles définies pour les trois taxons précédents, avec un maximum en début de séquence entre les bancs 163 et 201, minimum dans l'intervalle 205 à 221, pic intermédiaire au banc 233, croissance avec maximum en 251.7 et décroissance vers le banc 253.

Outre ces considérations générales, certaines particularités se confirment. Dans l'intervalle 163-201 par exemple, la tendance dans l'évolution de l'abondance des débris végétaux, est similaire à celle définie pour les spores : pallier croissant à partir d'oscillations moyennes et maximum au banc 201 (fig. 49, courbes de fréquences absolues : comparaison spores-microrestes végétaux). Cette Cette identité de comportement graphique est intéressante dans la mesure ou elle est spécifique aux allochtones.

Dans la zone C, l'évolution des fréquences absolues de Scolécodontes est comparable à celle observée dans le même temps pour les autres représentants du plancton actif, acritarches et Chitinozoaires. D'autre part les pics d'abondance des microrestes végétaux sont analogues aux pics des spores, avec caractéristique majeure dans le banc 274.

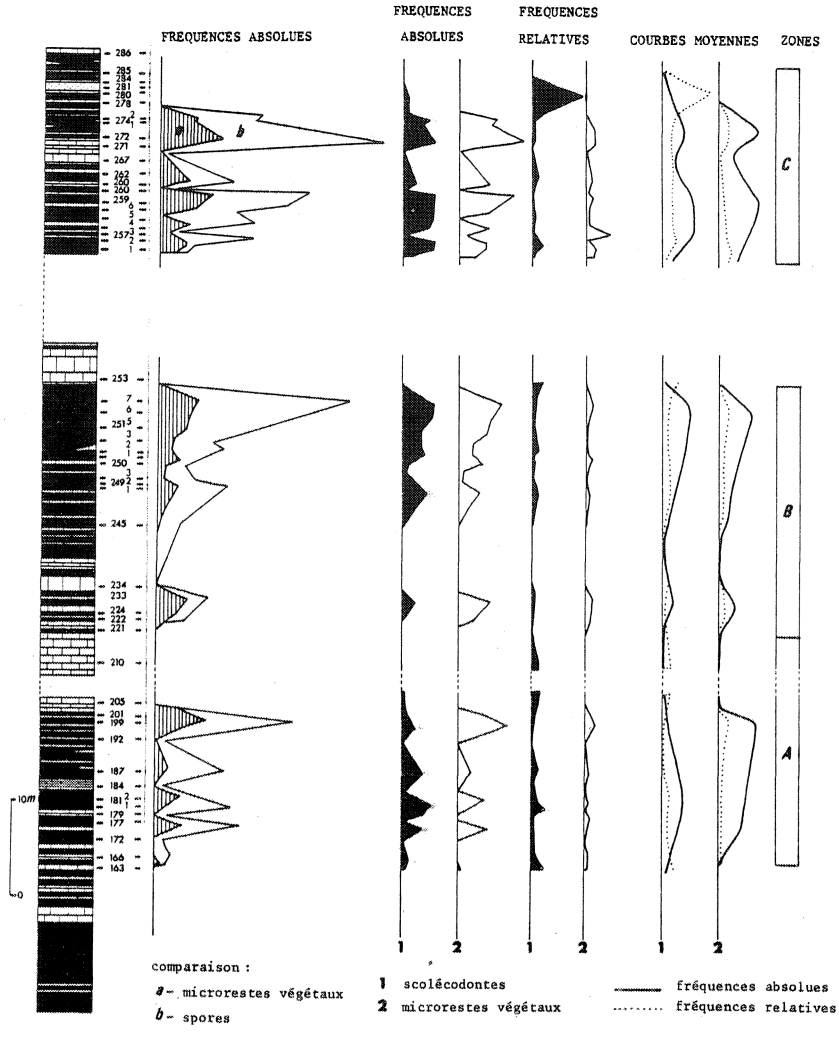



Fig. 40 : coupe de Sablé-sur-Sarthe : évolution des courbes fréquences Scolécodontes - microrestes végétaux. Relations en fréquence absolue entre microrestes végétaux et spores.

Les courbes de fréquence relatives Scolécodontes - microrestes végétaux, sont bien évidemment moins significatives, dans la mesure où ces taxons, ne représentent qu'une proportion très faible du plancton par rapport aux microorganismes spores, Acritarches et Chitinozoaires.

On remarque cependant chez les Scolécodontes un antagonisme des deux courbes de fréquence dans les zones A et B, phénomène qui caractérise également, les courbes de fréquence des Chitinozoaires. Par contre pour les microrestes végétaux la courbe des fréquences relatives s'accorde à celle des fréquences absolues.

La courbe de fréquence relative des Scolécodontes met en évidence également une proportion remarquable de ces organites au banc 280, où ils représentent 30 % environ de l'ensemble du microplancton.

En résumé : dans la coupe de Sablé-sur-Sarthe, l'analyse des courbes de fréquences a permis de concrétiser les interactions entre les facteurs de l'environnement et la distribution du microplancton. Les 2 grands ensembles distingués, zone A et B d'une part (2/3 inférieurs de la séquence) et zone C d'autre part (1/3 supérieur) ont montré, par comparaison des éléments du plancton passif et du plancton actif, un comportement différent.

Dans les zones A et B, l'évolution comparable des fréquences de spores et d'Acritarches est liée aux conditions de dépôts. Dans cet ensemble, l'abondance des microfossiles dans les sédiments fins indique une stabilité des fonds, c'est-à-dire une sédimentation en milieu calme et de faible énergie. En revanche, les sédiments carbonatés, lorsqu'ils marquent un hydrodynamisme élevé (ex. : SAB 201-221, SAB 253) apparaissent peu favorables à la sédimentation des spores et Acritarches (éléments légers qui restent en suspension) et sont surtout riches en Chitinozoaires (éléments plus lourds, qui sont déposés).

La zone terminale, zone C est caractérisée par la régression, en abondance, des Acritarches et des Chitinozoaires, qui coïncide avec l'arrivée de détritiques grossiers et la présence d'assemblages à spores dominantes. Ces résultats permettent d'affirmer, une modification des conditions de dépôt et vraisemblablement des propriétés chimiques du milieu (Ph, salinité ...).

Dans cette séquence supérieure, les Scolécodontes sont abondants. Ces organites, à affinités zoologiques avec les annélides polychètes errantes (TAUGOURDEAU 1968), étudiés dans des séries actuelles, apparaissent sensibles à la nature du sédiment sur lequel ils vivent, préférant des fonds vasosableux à des vases pures ou des fonds de graviers (TAUGOURDEAU 1978). Leur importance au sommet de la coupe, ainsi que l'abondance des organismes du benthos (Brachiopodes, Trilobites, Gastéropodes et Bryozoaires) s'accorde avec l'arrivée d'éléments détritiques et des conditions de milieu bien oxygéné.

- Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve (cf. tableau 5)

- Evolution des fréquences spores, Acritarches, Chitinozoaires : le diagramme représentatif (fig. 50) permet de comparer les données en abondance relative et absolue de ces 3 taxons.

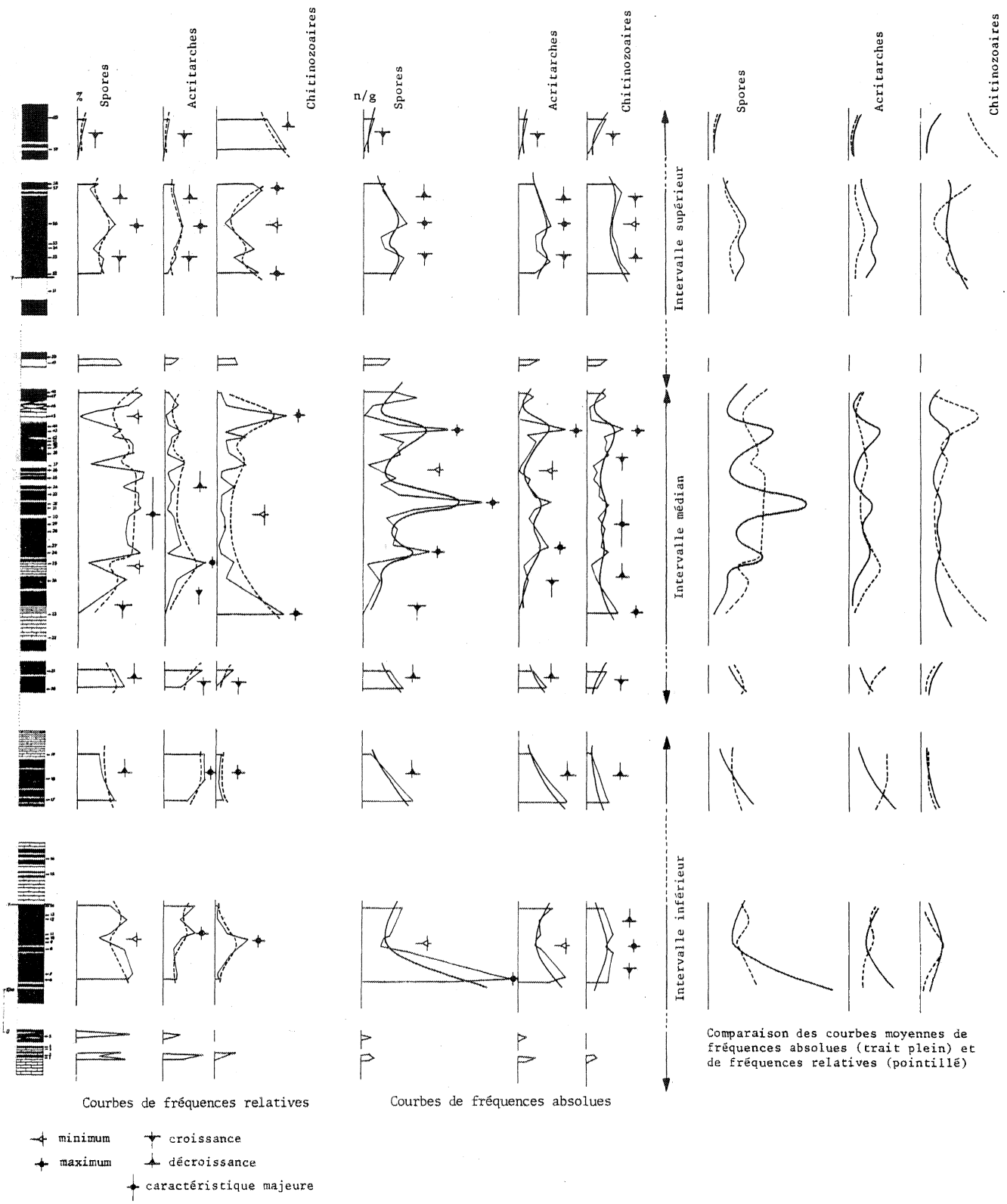
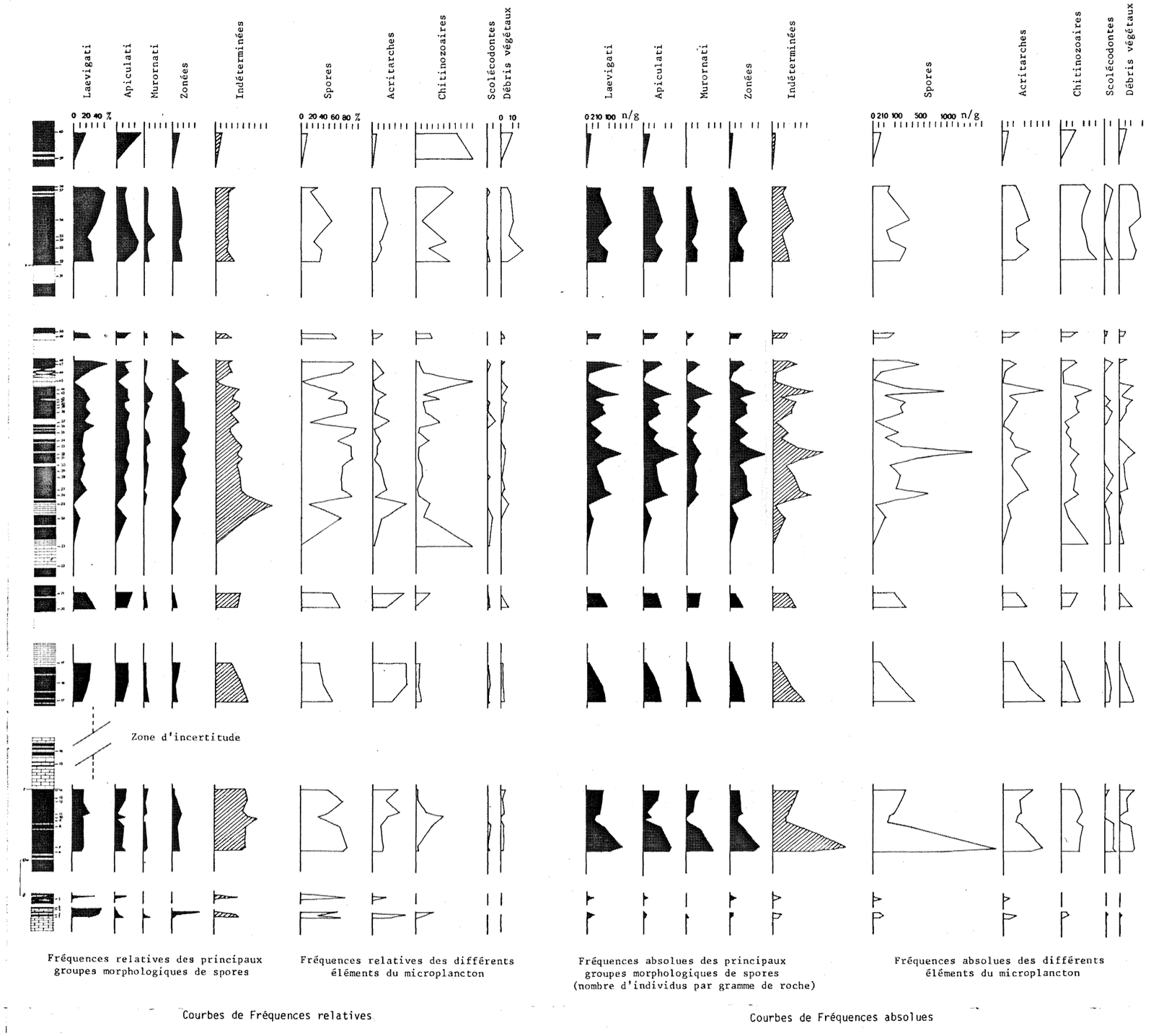



Fig. 50 : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : diagrammes et variations des fréquences absolues et relatives des spores, Acritarches et Chitinozoaires.




Tabl. 5 : St.Pierre-sur-Erve : diagramme palynologique. Fréquences absolues et relatives des principaux éléments du microplancton.

Dans les 3/4 inférieurs de la séquence SPE 1 - SPE 50, la caractéristique essentielle est la prédominance des spores, en fréquence absolue et relative, par rapport aux éléments du plancton actif (Acritarches et Chitinozoaires).

L'importance des spores décroît dans la partie supérieure de la coupe SPE 52 - SPE 60, marquée en revanche par des valeurs fortes (en nombre d'individus et en pourcentages) des Chitinozoaires.

Pour l'ensemble de la coupe, comparé à la bonne représentativité des spores (plancton allochtone), la richesse en Acritarches (plancton autochtone) reste faible.

Le caractère discontinu de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, ne permet pas comme à Sablé-sur-Sarthe, de définir une zonation précise. Cependant on peut délimiter trois intervalles caractéristiques, compte tenu de l'évolution globale des fréquences et des variations significatives mises en évidence :

. intervalle inférieur : SPE 6 - SPE 19
. intervalle médian : SPE 20 - SPE 48
. intervalle supérieur : SPE 49 - SPE 60

- intervalles inférieur et médian : on observe une relation inverse entre le plancton passif (les spores) et le plancton actif (Chitinozoaires et Acritarches en fréquence relative : oppositions maximum - minimum).
Pour les fréquences absolues, l'évolution des courbes spores-Acritarches est comparables, mais en revanche, la courbe Chitinozoaires, montre par instants, un caractère opposé (ex : entre les niveaux SPE 6 - SPE 14, SPE 20 - SPE 23).
- intervalle supérieur : dans cette partie terminale de la coupe, l'évolution des Chitinozoaires est opposée en fréquences relative et absolue à celle des spores et Acritarches, de comportement identique.

Cette séquence, à dominante terrigène, montre donc une hétérogénéité de distribution des microfossiles.

Le mode de distribution des spores, Acritarches et Chitinozoaires, suggère dans la coupe un contrôle du milieu, avec influence des facteurs sédimentologiques sur la dispersion du plancton actif et passif, et vraisemblablement pour les microplanctons autochtones, un phénomène de réponses aux conditions écologiques d'environnement.

La répartition des microfossiles en fonction de la nature sédimentologique des échantillons analysés, présente des résultats analogues à ceux définis pour la coupe de Sablé-sur-Sarthe : valeurs maximales en fréquence absolue dans les niveaux à sédimentation détritique fine (siltstones et mudstones), et dans les sédiments carbonatés, dominance des Chitinozoaires, par rapport aux spores et Acritarches.

L'abondance des spores, qui est le trait marquant de l'intervalle SPE 1 - SPE 48, est révélatrice de la prédominance des apports latéraux sur les apports verticaux, ce qui correspondrait à l'installation d'un milieu, bien oxygéné, d'hydrodynamisme fort, et aux fonds instables. Les différences horizontales importantes, observées sur les courbes de fréquence absolue, suggèrent un phénomène d'apports périodiques, contrôlés par des courants ou des tempêtes.

En tenant compte de l'abondance relativement faible des Acritarches, on peut supposer que les caractéristiques physico-chimiques du milieu étaient défavorables au développement biologique de ces organismes.

L'examen des fréquences dans l'intervalle SPE 49 - SPE 60, montre pour les spores et Acritarches, une conformité et une régularité des courbes, et pour les Chitinozoaires, un comportement inverse. Ces données permettent de conclure, à une action différentielle des agents de transport, entre les particules légères (Acritarches et spores) et les particules lourdes (Chitinozoaires) au moment de la sédimentation. Ces résultats impliqueraient des conditions de mer plus ouverte, d'énergie hydrodynamique modérée.

- Courbes de fréquences : Scolécodontes, débris végétaux (cf. tableau 5 ): les courbes de fréquences des microrestes végétaux ont une évolution comparable à celle des spores, ce qui se justifie par une même origine continentale, pour ces deux éléments organiques passifs et un mode de dispersion latérale analogue.

Leur abondance, relativement restreinte dans les 3/4 inférieurs de la séquence, montre ensuite, entre les niveaux SPE 49 et SPE 60, une augmentation significative, avec des valeurs plus élevées qu'habituellement par rapport aux spores et Acritarches notamment.

Ces apports importants de microrestes végétaux coïncident, dans l'évolution sédimentaire de la coupe (cf. analyse séquentielle), avec l'arrivée de matériaux détritiques très immatures (ex : grès subfeldspathiques SPE 49 et SPE 51) et correspondraient à une période de réactivation sur le continent, liée à des mouvements tectoniques ou a une activité volcanique, et marquée par une reprise de l'érosion.

Les Scolécodontes très peu abondants, en règle générale dans cette coupe, suivent l'évolution des fréquences des Chitinozoaires. Ce comportement des Scolécodontes s'explique par les propriétés hydrodynamiques de ce matériel autochtone, dérivant vraisemblablement d'organismes au mode de vie benthique, qui se distingue des spores et Acritarches, particules légères, en suspension dans la biomasse.

En résumé : pour l'ensemble de la coupe, les apports continentaux importants (spores et éléments détritiques) et l'installation d'une sédimentation terrigène, suggère des conditions de dépôt en milieu agité, dans la zone infralittorale, proche du continent.

La distribution des microfossiles dans la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve apparaît complexe, et l'analyse des fréquences ne suffit pas à elle seule à en définir les modalités. La répartition des taxons suggère une influence importante des facteurs biologiques (évolution des populations) par rapport aux conditions écologiques de l'environnement. L'influence de ces facteurs sera étudiée ultérieurement dans l'analyse du comportement du plancton actif.

## Relations entre la distribution des Acritarches et l'environnement

En milieu marin, l'analyse de la distribution du plancton actif est intéressante pour l'étude de la dynamique sédimentaire ; elle permet d'approcher, en plus de l'influence des facteurs sédimentologiques sur leur dispersion, la réponse biologique de ces organismes aux modifications de l'environnement.

Dans les coupes étudiées, le plancton actif est représenté, essentiellement par les Acritarches, les Chitinozoaires et les Scolécodontes. Je me suis particulièrement intéressé ici à la distribution des Acritarches, qui montrent dans les séquences, par rapport aux Chitinozoaires et aux Scolécodontes, des variations plus sensibles, à la fois quantitatives et qualitatives. Cette analyse tient compte, des variations d'abondance et de composition spécifique, de la taille des individus, de leur état de conservation, et des fréquences relatives des principaux groupes morphologiques reconnus dans les assemblages.

Les espèces mises en évidence dans les coupes, appartiennent essentiellement aux groupes suivants définis par DOWNIE, EVITT & SARJEANT (1963) :

- groupe des Sphaeromorphitae rassemblant des espèces à coque sphérique lisse ou finement granuleuse, du genre *Leiosphaeridia* par exemple.
- groupe des Herkomorphitae : avec des individus à coque sphérique, ornementée de champs polygonaux : genres *Dictyotidium* et *Cymatiosphaera*.
- groupe des Prismatomorphitae, à coque prismatique et à processus membraneux : genre *Polyedryxium*.
- groupe des Pteromorphitae représenté par des organismes à coque sphérique opaque, entourée d'une membrane claire : genres *Duvernaysphaera* et *Pterospermopsis*.

- groupe des Netromorphitae : espèces du genre *Leiofusa*, à coque ovale ou fusiforme, portant parfois des processus aux deux extrémités.

- groupe des Polygonomorphitae avec des organismes à coque polygonale portant trois processus de longueur variable : espèces des genres *Verhyachium* et *Ozotobrachion*.

- groupe des Acantomorphitae, à coque sphérique, munie d'appendices nombreux, simples ou branchus, avec notamment des représentants des genres *Micrhystridium, Baltisphaeridium* et *Multiplicisphaeridium*.

- Coupe de Sablé-sur-Sarthe : Les graphiques font apparaître que dans cette séquence, abondance (nombre d'individus par gramme de roche) et diversité spécifique des Acritarches, vont dans le même sens. Dans la succession, la représentativité des Acritarches est variable, et des assemblages très riches ou très pauvres coexistent (fig. 51).

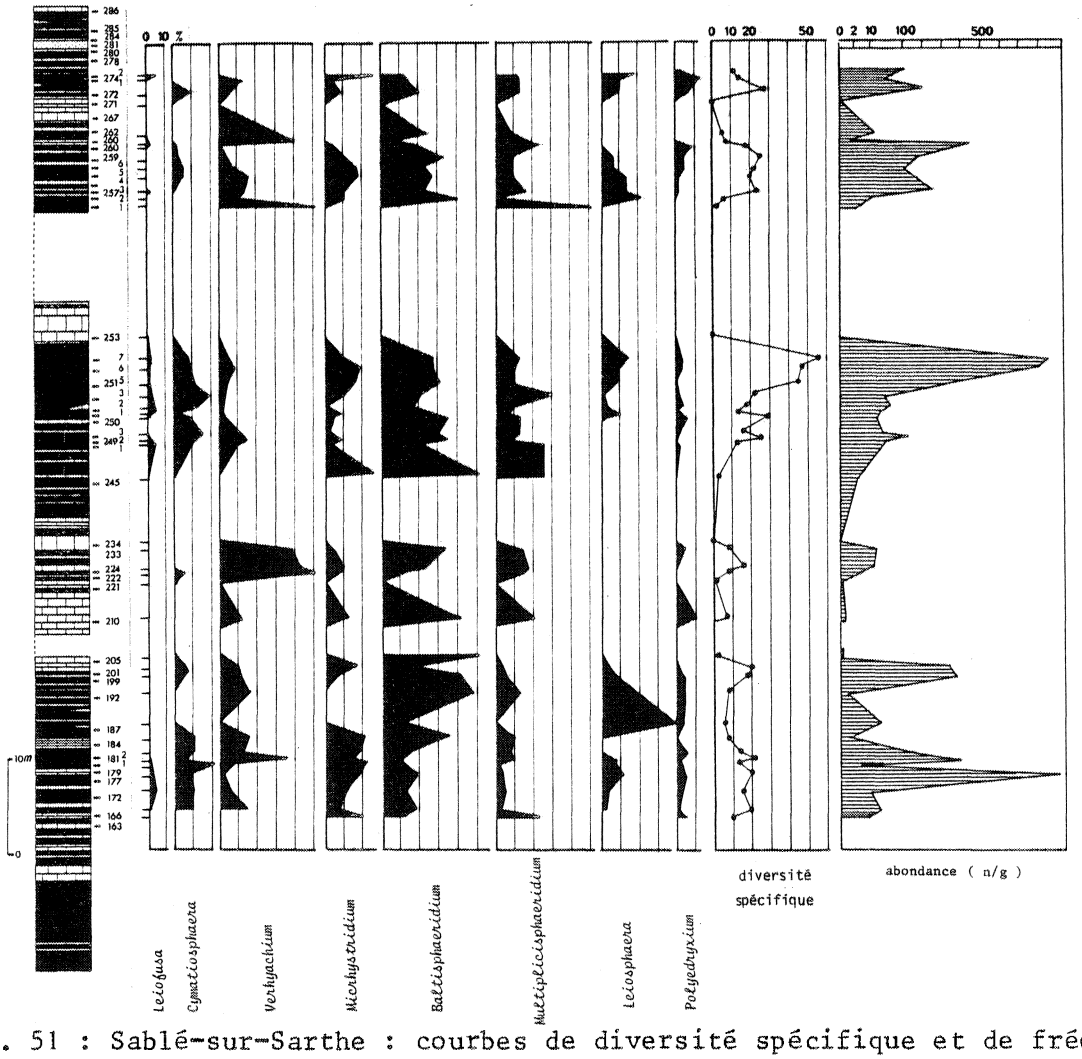



Fig. 51 : Sablé-sur-Sarthe : courbes de diversité spécifique et de fréquence absolue des Acritarches. Fréquences relatives des principaux genres représentés.

Les valeurs maximales, d'abondance et de composition, sont observées dans les niveaux à sédimentation détritique fine.

Entre les bancs SAB 163 à SAB 201, on observe du point de vue qualitatif (cf. fig. 51) la prédominance en fréquence relative et absolue des Acantamorphes avec tout d'abord un assemblage à petites formes avec *Micrhystridium* spp. et ensuite un assemblage plus hétérogène avec des formes à grands processus, *Multiplicisphaeridium* et *Baltisphaeridium*. Cet intervalle contient également des représentants des genres *Cymatiosphaera* et *Verhyachium*, et des formes rondes et lisses du genre *Leiosphaera* (fréquences importantes entre les bancs 187 et 201). Dans cet intervalle la diversité spécifique est en moyenne d'une vingtaine d'espèces et la conservation des organismes est bonne.

L'intervalle SAB 201 - SAB 234, essentiellement carbonaté, montre une diminution sensible du nombre d'individus et du nombre d'espèces. Les groupes caractéristiques de cette zone sont représentés par les Polygonomorphes avec des spécimens du genre *Verhyachium* à appendices longs et frêles, bien conservés (SAB 22 à 224 notamment) et des Acantamorphes avec principalement des *Baltisphaeridium*.

Entre les bancs SAB 234 et SAB 253, on observe une augmentation lente et progressive de la composition spécifique et de l'abondance, qui apparaissent absolument synchrones. Dans le banc SAB 251, les assemblages sont très riches (avec un maximum de 50 espèces) et contiennent des représentants des principaux groupes avec une diversité très grande au niveau de la taille. Dans la partie supérieure de la coupe SAB 257 à SAB 285, l'importance d'Acritarches décroît. Entre les bancs 257 et 260 les individus sont relativement nombreux mais en général très mal conservés, avec des organismes cassés et corrodés. Les Acantamorphes du type *Baltisphaeridium* et les Polygonomorphes du genre *Verhyachium*, dominent dans les assemblages.

- Coupe de Saint-Pierre-sur-Erve : de la base au sommet de la séquence, on observe une diminution progressive en abondance et en composition, du groupe des Acritarches (cf. fig. 52). Les déterminations sont en règle générale rendues difficiles par une corrosion importante des organismes, surtout dans les niveaux détritiques fins alors que dans les sédiments carbonatés les individus sont mieux conservés. Ces difficultés influencent bien évidemment les valeurs portées sur la courbe de diversité spécifique.

Tout au long de la coupe, la composition des assemblages apparaît hétérogène.

Entre les niveaux SPE 1 et SPE 14, les assemblages contiennent des représentants de différents groupes, qui sont par ordre d'importance : les Acantamorphes (genres *Baltisphaeridium, Multiplicisphaeridium* et *Micrhystridium*), les Herkomorphitae (*Dictyotidium* et *Cymatiosphaera*), les Pteromorphitae (*Duvernaysphaera* et *Pterospermopsis*), les Prismatomorphitae (genre *Polyedryxium*, parfois abondant : ex. SPE 7 et SPE 12) et les Polygonomorphes, avec le genre *Veryhachium*, plus abondant dans les niveaux carbonatés que dans les niveaux schisteux et schisto-gréseux.

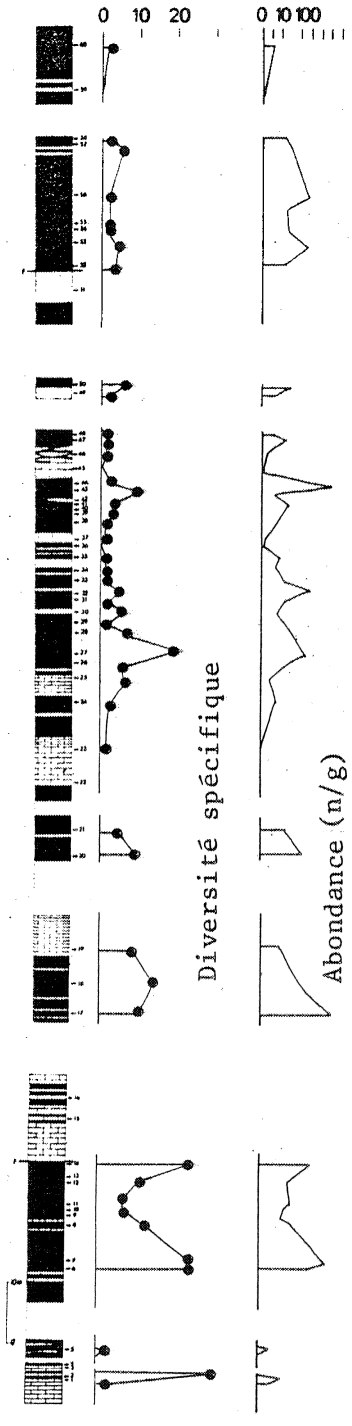



Fig.52 : St.Pierre/Erve
Acritarches

Entre les niveaux SEP 17 et SPE 28, l'abondance et la diversité spécifique des Acritarches décroît. Les assemblages sont très variés au point de vue de la composition et de la taille des organismes, avec mélange de petites formes lisses (*Leiosphaera*) ou à appendices courts (*Micrhystridium*) et de grandes formes à longs processus (*Multiplicisphaeridium, Veryhachium* et *Ozotobrachion*). Les appendices des grandes formes restent bien conservés dans certains niveaux : ex. SPE 17 et SPE 18. Dans cet intervalle, les Acantomorphes et les Polygonomorphes sont dominants avec aussi, une bonne représentativité des Herkomorphitae (plusieurs espèces du genre *Cymatiosphaera*).

Dans le seconde moitié de la coupe (SPE 28 à SPE 60) la majorité des échantillons analysés, quelque soit sa nature lithologique, n'a livré que quelques individus par gramme de roche. Les valeurs maximales d'une centaine d'individus par gramme de roche (SPE 32, SPE 53 et SPE 56) sont des exceptions. Les fréquences d'Acritarches sont donc très faibles, comparées surtout à l'abondance des spores en fréquence absolue (cf. tableau 5).

Il n'y a pas à proprement dans cet intervalle, de groupe dominant. Les genres les plus

représentatifs sont : *Micrhystridium, Baltisphaeridium* et *Gorgonisphaeridium* (abondant au sommet de la coupe SPE 53, 54 et 55). Les individus sont mal conservés et de nombreuses formes restent indéterminables.

Interprétation des résultats : la répartition des Acritarches, dans les deux coupes étudiées, met en évidence des différences très importantes dans les fréquences absolues, la composition spécifique, et la représentativité des groupes morphologiques. Ces variations permettent d'envisager des influences différentes selon les coupes des facteurs biotiques et abiotiques sur la distribution et peuvent apporter des indications sur la nature des milieux de dépôt.

Rappelons que la diversité spécifique, est une caractéristique biologique qui reflète le degré de stabilité et de complexité de la communauté et l'abondance donne une idée de la productivité. Cependant, l'interprétation de l'évolution de ces facteurs doit être tempérée, et ils ne peuvent être utilisés au sens strict, dans la mesure où l'assemblage présent dans le sédiment, ne reflète pas nécessairement, les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la communauté entière et la distribution, la distribution écologique primitive (les Acritarches par leur forme ou leur faible poids, possédant une capacité à se déplacer, vivants ou morts).

Pour certaines périodes géologiques, les fluctuations qualitatives et quantitatives du phytoplancton, ont été interprétées comme des variations de production, obéissant à un modèle de périodicité (TAPPAN 1968, 1970, 1971 et 1972 ; TAPPAN & LOEBLICH 1972 et 1973). La période fini-dévonienne est ainsi reconnue, comme une période critique d'extinction biologique pour le groupe des Acritarches (TAPPAN & LOEBLICH 1972, WICANDER 1975). Ce modèle ne trouve cependant pas son application pour la période étudiée [Praguien (Siegenien supérieur) - Emsien inférieur] dans la mesure où à cette époque, le groupe est encore fort bien représenté.

Les fluctuations observées, si elles marquent d'éventuels déséquilibres périodiques de l'écosystème, restent cependant plus compatibles avec un régime d'interactions, entre les organismes et les facteurs de l'environnement.

Les deux coupes étudiées permettent de distinguer plusieurs tendances, dans la distribution des Acritarches.

La coupe de Sablé-sur-Sarthe, montre dans ses 2/3 inférieurs, des assemblages riches en individus et en espèces, dominés à la base par des petites formes lisses ou à appendices courts, et se diversifiant ensuite. Les organismes sont répartis préférentiellement dans les sédiments détritiques fins. Cette partie de la coupe marque l'installation progressive de conditions de mer ouverte, dans un milieu réducteur d'hydrodynamisme faible (cf. analyse séquentielle), ce qui est compatible avec la bonne conservation des organismes.

Ces résultats rejoignent les observations de STAPLIN (1961), WALL (1965), SMITH & SAUNDERS (1970), RIEGEL (1974), JACOBSON (1979) sur la diversification des espèces d'Acritarches, sans dominance de formes, dans des conditions de mer ouverte et tranquille ("offshore environment").

GRAY & BOUCOT (1972) interprètent également, l'augmentation de la diversité avec la profondeur. La base de la coupe étudiée, avec dominance des *Micrhystridium* et des *Leiosphaera*, pourrait suggérer un milieu moins profond ("shallow water") que la partie sus-jacente, plus diversifiée, "deepest water assemblages".

Au sommet de la coupe (SAB 257 - SAB 280), l'importance des Acritarches décroît et les individus sont mal conservés, corrodés et cassés. Ces caractéristiques évoquent des variations du régime hydrodynamique, vers un milieu plus agité et oxydant, bénéficiant d'apports détritiques importants. Ces données peuvent être comparées aux faciès côtiers de barre sableuse (SMITH & SAUNDERS 1970).

La distribution des Acritarches par rapport aux faciès suggère quelques remarques. Elle confirme ainsi les résultats de JACOBSON 1979, pour les variations d'abondance entre lithofaciès calcaires : les faciès biomérites (Ex : SAB 205 - SAB 210) d'énergie faible à modérée sont plus riches que les biosparites (Ex : SAB 253), de milieu turbulent.

Dans les assemblages de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, la mauvaise conservation des organismes quasi générale, indiquerait également des conditions de mer peu profonde et bien oxygénée. Cette coupe marque l'installation d'une sédimentation plus terrigène et l'arrivée de détritiques grossiers, ce qui suggère un milieu contrôlé par les courants, proche du continent. Les caractéristiques de cet environnement apparaissent défavorables aux Acritarches. Les Acantomorphes (genres *Micrhystridium* et *Baltisphaeridium*) qui sont assez bien représentés, correspondraient selon WALL (1965) à un milieu "in shore"), partiellement confiné, ce qui reste comparable à l'installation probable de conditions plus littorales dans la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve.

## Plancton organique et milieu sédimentaire

Les données palynologiques (distribution du microplancton actif et passif) associées, aux résultats de l'étude des microfaciès et de l'analyse séquentielle, permettent de préciser, pour les coupes de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve, la nature et l'évolution du milieu de dépôt : origine des matériaux dans les sédiments, mode de transport et de cheminement des éléments, conditions de sédimentation et caractéristiques de l'environnement.

La coupe de Sablé-sur-Sarthe correspond à une structure de plate-forme carbonatée, évoluant d'un milieu restreint de vasière interne, calme et réducteur, vers un milieu de mer ouverte, où s'installent progressivement un hydrodynamisme plus élevé et des conditions oxydantes.

Les faciès de vasière interne, à sédimentation détritique fine, sont caractérisés par une macrofaune réduite, et un microplancton abondant et bien conservé. Les assemblages d'Acritarches contiennent surtout des petites formes adaptées à un environnement peu profond et les spores, représentant en fréquence absolue 30 % environ de l'ensemble du plancton, sont de petite taille et bien classées (variance faible). Dans les niveaux carbonatés, spores et Acritarches régressent mais en revanche, les Chitinozoaires sont abondants. Les faciès infratidaux de mer ouverte, de milieu plus profond, stable et d'énergie faible, montrent le développement d'une faune pélagique (Dacryoconarides notamment) et d'un plancton actif riche et diversifié. Les principaux groupes d'Acritarches sont représentés avec augmentation de la composition spécifique.

Dans cet environnement, l'influence des facteurs sédimentologiques, sur la distribution des microorganismes est prépondérante et se marque par une similitude de comportement entre éléments du plancton passif et du plancton actif (spores et Acritarches).

Au sommet de la séquence, on observe des arrivées importantes d'éléments détritiques et passifs (grosses spores), dans un milieu oxygéné, turbulent, riche en Bryozoaires et en faunes benthiques. Les propriétés physico-chimiques de ce milieu sont défavorables à la préservation des organismes (individus cassés et corrodés) et au développement biologique du plancton autochtone.

La coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, à dominante argileuse, présente des faciès infratidaux d'énergie moyenne à forte, correspondant à des dépôts de plate-forme infralittorale, à un milieu bien oxygéné et contrôlé par des courants (fonds agités). Dans cet environnement, la macrofaune est dominée par les faunes benthiques. Les spores dans ces sédiments représentent 60 % de l'ensemble du plancton. Ces pourcentages importants de matériel organique passif, sont en relation avec les venues détritiques et l'installation d'une sédimentation grossière.

Par rapport à la dynamique du dépôt, le microplancton actif marque une réponse adaptative négative ; les Acritarches et les Chitinozoaires régressent tant en abondance qu'en diversité.

Le sommet de la coupe passe à des conditions plus profondes avec une faune abondante de Dacryoconarides, des courbes de fréquences Acritarches-spores, en conformité. Il coïncide avec une période d'accrétion importante d'éléments détritiques grossiers, de feldspaths et de débris végétaux, correspondant à une reprise de l'érosion sur le continent.

*Au Siegenien supérieur - Emsien inférieur, la distribution et la composition des assemblages de spores, montrent l'appartenance du Synclinorium de Laval à un domaine sédimentaire que l'on peut rattacher à l'Espagne et à l'Afrique du Nord.*
*Les coupes de Sablé-sur-Sarthe et de Saint-Pierre-sur-Erve correspondent à des dépôts infralittoraux de plate-forme carbonatée.*
*Une tendance régressive se manifeste au Siegenien supérieur à Sablé-sur-Sarthe par l'apport de détritiques, et une forte représentation des spores.*
*L'arrivée de matériel immature, feldspaths et détritiques grossiers, dans un milieu ou spores, Acritarches et Chitinozoaires témoignent de conditions plus calmes, à Saint-Pierre-sur-Erve, à l'Emsien inférieur, peut être due à des mouvements tectoniques ou du volcanisme.*

# BIBLIOGRAPHIE


ALLEN, K.C. 1965. - Lower and Middle Devonian spores of north and central Westspitsbergen. *Palaeontology*, 8 (4) : 687-748. London.

—— 1967. - Spore assemblages and their stratigraphical application in the Lower and Middle Devonian of North and Central Vestspitsbergen. *Palaeontology*, 10 (2) : 280-297. London.

—— 1973. - Further information on the Lower and Middle Devonian spores from Dickson Land, Spitsbergen. *Nor. Polarinst.* 1971 : 43-54. Arbok.

—— 1976. - Devonian spores from outer Trondelag, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 56, 4 : 437-448.

BABIN, Cl., CAVET, P., LARDEUX, H., MORZADEC, P., PARIS, F., PONCET, J. & RACHEBOEUF, P. 1972. - Le Dévonien du Massif Armoricain. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 14 : 94-109. Paris.

BAR, P. & RIEGEL, W. 1974. - Les microflores des séries paléozoïques du Ghana (Afrique occidentale) et leurs relations paléofloristiques. *Sci. Géologiques*, 27 (1-2) : 39-58.

BECKER, G., BLESS, M.J.M., STREEL, M. & THOREZ, J. 1974. - Palynology and ostracode distribution in the Upper Devonien and basal Dinatian of Belgium and their dependence on sedimentary facies. *Meded. Rijks Geol. Dienst.*, N.S., 25 (2) : 9-99.

BEJU, D. 1967. - Quelques spores, acritarches et chitinozoaires d'âge Dévonien inférieur de la plate-forme Moesienne (Roumanie). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 5 : 39-49.

BUTTERWORTH, M.A. & WILLIAMS, R.W. 1958. - The small spore floras of coals in the Limestone Coal Group and Upper Limestone Group of the Lower Carboniferous of Scotland. *Roy. Soc. Edinburgh, Trans.*,63, 2 : 353-392.

CHAIFFETZ, M.S. 1978. - Preservational effects of pyrite crystals on Chitinozoans from the Lower Silurian Red Mountain Formation N.E. ALABAMA, U.S.A. *Palinologia*, Numero extraordinario 1 : 121-131.

CABANIS, B., DEUNFF, J. & MOREAU-BENOIT, A. 1974. - Datation palynologique des schistes carburés de la région de Morlaix (Finistère Nord). *C. R. Acad. Sci.*, Ser. D, 278 : 217-220. Paris.

CARLS, P. 1969. - Die Conodonten des tieferen Unter-Devons der Guadarrama (Mittel-Spanien) und die stellung des Grenzbereiches Lochkovium/Praguien nach der Rheinischen Gliederung. *Senckenberg. Leth.*, 50, 4 : 303-355. Frankfurt-am-Main.

CARLS, P. 1971. - Stratigraphic-Ubereinstimmung im höchsten Silur und tieferen Unter-Devonzwisehen Keltiberien (Spanien) und Bretagne (Frankreich) und das Alter des Grès de Gdoumont (Belgien). *N. Jb. Geol. Paläont.*, Mh, 4 : 195-212. Stuttgart.

CHALONER, W.G. 1967. - Spores and land-plant evolution. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1 : 83-93. Amsterdam.

CHALONER, W.G. & STREEL, M. 1968. - Lower Devonian spores from South Wales. *Argumenta Palaeobot.*, 1 : 87-101.

CHIBRIKOVA, E.V. 1962. - Spores of Devonian terrigenous deposits of western Bashkiria and the western slopes of the southern Urals. *Acad. Sci. USSR, Bashkir. Branch, Inst. Mining Geol., Brachiopods, Ostracods & Spores Middle & Upper Dev. Bashkiria* : 353-476. In Russian.

CLAYTON, G., HIGGS, K., GUEINN, K.J. & VAN GELDER, A. 1974. - Palynological correlations in the Cork Beds (Upper Devonian - ? Upper Carboniferous) of southern Ireland. *Proc. R. Ir. Acad.*, Sect. B, 74, 10 : 145-155.

CLAYTON, G., HIGGS, K. & KEEGAN, J.B. 1977. - Late Devonian and early Carboniferous occurences of the miospore genus *Emphanisporites* Mc GREGOR in southern Ireland. *Pollen et Spores*, 19, 3 : 415-425. Paris.

CRAMER, F.H. 1966a. - Palynomorphs from the Siluro Devonian boundary in N.W. Spain. *Notas y Comuns I.G.M. Espana*, 85 : 71-82.

—— 1966b. - Hoegispheres and other microfossils incertae sedis of the San Pedro Formation (Siluro-Devonian boundary) near Valporquero, Leon, NW Spain. *Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero Espana*, 1966 (86) : 75-94.

—— 1967. - Palynology of Silurian and Devonian rocks in northwest Spain. *Bol. Inst. Geol. y Minero Espana*, 77 : 223-286.

CRAMER, F.H. & DIEZ, M. d. C.R. 1975. - Earliest Devonian miospores from the province of Leon, Spain. *Pollen et Spores*, 17, 2 : 331-344. Paris.

CRAMER, F.H. & DIEZ, M. d. C.R. 1977. - Ovnia, genero nuevo de acritarcos del Gediniense de Arabia Saudita. *Rev. Espanola Micropaleontol.*, 9 : 85-88.

CRAMER, F.H. & DIEZ, M. d. C.R. 1979. - Lower Paleozoic Acritarchs. *Palinologia*, 1 : 17-160.

DEFLANDRE, G. 1954. - Systématique des Hystrichosphaeridés : sur l'acception du genre *Cymatiosphaera* O. WETZEL. *C. R. somm. Soc. Géol. France*, 12 : 257-259. Paris.

DE JEKHOWSKY, B. 1958. - Méthode d'utilisation stratigraphique des microfossiles organiques dans les problèmes pétroliers. *Revue Institut Français du Pétrole*, 13, 10 : 1391-1418.

D'ERCEVILLE, M.A. 1979. - Les spores des Formations Siluro-Dévoniennes, de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Synclinorium médian Armoricain. *Palaeontographica*, 171 : 79-121. Stuttgart.

DEUNFF, J. 1967. - Présence d'Acritarches dans une série dévonienne du Lac Huron (Canada). *C. R. somm. Acad. Sci.*, 6 : 258-260. Paris.

DEUNFF, J. & CHATEAUNEUF, J.J. 1976. - Sur la présence d'un riche microplancton siluro-dévonien à Acritarches, Chitinozoaires, au sommet des Schistes et Quartzites de Plougastel (rade de Brest) ; son intérêt stratigraphique. *Geobios*, 9, 3 : 337-343. Lyon.

DEUNFF, J. & CHAURIS, L. 1974. - Découverte d'un microplancton à Acritarches, Chitinozoaires et spores du Silurien supérieur près de Landerneau (Nord Finistère). *C. R. Acad. Sc.*, 278, sér. D : 2091-2093. Paris.

DEUNFF, J. & PARIS, F. 1972. - Présence d'un paléoplancton à Acritarches, Chitinozoaires, Spores, Scolécodontes et radiolaires, dans les formations siluro-dévoniennes de la région de Plourac'h (Côtes-du-Nord). *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, (C), 111, 2 : 83-88. Rennes.

DOUBINGER, J. 1963. - Etude palyno-planctologique de quelques échantillons du Dévonien inférieur (Siegenien) du Cotentin. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 16, 4 : 262-273. Strasbourg.

DOWNIE, Ch., EVITT, W.R. & SARJEANT, W.A.S. 1963. - Dinoflagellates, Hystrichospheres and the Classification of the Acritarchs. *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.*, 7, 3 : 1-16.

DROT, J. & L'HOTELLIER, J. 1976. - Les Brachiopodes Rhynchonellida *in* Les schistes et calcaires éodévoniens de Saint-Céneré (Massif Armoricain, France). Sédimentologie, Paléontologie, Stratigraphie. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 19 : 93-133. Rennes.

EISENACK, A. 1955. - Chitinozoen, Hystrichospharen und andere Mikrofossilien aus dem Beyrichia-Kalk. *Senckenberg. Lethaea*, 36 : 157-188. Frankfurt-am-Main.

—— 1965a. - Mikrofossilien aus dem Silur Gotlands. Hystrichospharen. *Neues Jahrb. Geol. Palaeontol.* Abh., 122 : 257-274. Stuttgart.

GAYET, J. 1965. - Contribution à la connaissance de la microfaune de l'Ordovicien et du Dévonien armoricain. Thèse 3ème cycle. Bordeaux.

HACQUEBARD, P.A. 1957. - Plant spores in coal from the Horton Group (Mississipian) of Nova Seotia. *Micropaleontology*, 3 : 301-324.

HAGSTRUM, J.J., VAN DER VOO, R., AUVRAY, B. & BONHOMMET, N. 1980. - Eocambrian-Cambrian paleomagnetism of the Armorican Massif, France. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 61 : 489-517.

HOFFMEISTER, W.S. 1959. - Lower Silurian Plant spores from Lybia. *Micropaleontology*, 5, 3 : 331-334.

HOFFMEISTER, W.S., STAPLIN, F.L. & MALLOY, R.E. 1955. - Mississipian plant spores from the Hardinsburg formation of Illinois and Kentucky. *J. Paleont.*, 29 : 372-399. Tulsa.

HOLLARD, H. 1967. - Le Dévonien du Maroc et du Sahara Nord-Occidental. *International symposium on the Devonian system*. I : 203-244. Calgary.

—— 1978. - Corrélations entre niveaux à Brachiopodes et à Goniatites, au voisinage de la limite Dévonien inférieur - Dévonien moyen dans les plaines du Dra (Maroc présaharien). *Newsl. Stratigr.*, 7 (1) : 8-25, Berlin.

JACOBSON, S.R. 1979. - Acritarchs as paleoenvironmental indicators in Middle and Upper Ordovician rocks from Kentucky, Ohio and New-York. *J. Paleont.*, 53, 5 : 1197-1212. Tulsa.

JARDINE, S. & YAPAUDJAN, L. 1968. - Lithostratigraphie et palynologie du Dévonien-Gothlandien gréseux du Bassin de Polignac (Sahara). *Rev. Inst. français du Pétrole*, 23 : 439-469.

KEMP, E.M. 1972. - Lower Devonian palynomorphs from the Horlick Formation, Ohio Range, Antartica. *Palaeontographica*,B, 139 (5-6) : 105-124. Stuttgart.

KEVAN, P.G., CHALONER, W.G. & SAVILE D.B.O. 1975. - Interrelationships of early terrestrial arthropods and plants. *Paleontology*, 18, 2 : 391-417. London.

LANNINGER, E.P. 1968. - Sporen-Gesellschaften aus dem Ems der SW-Eifel. *Palaeontographica*, B, 122 : 95-170. Stuttgart.

LARDEUX, H., CHAUVEL, J.J., HENRY, J.L., MORZADEC, P., PARIS, F., RACHEBOEUF, P. & ROBARDET, M. 1977. - Evolution géologique du Massif armoricain au cours des temps ordoviciens, siluriens et dévoniens. *In* : La chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale. *Coll. intern. CNRS*, 243 : 181-292. Rennes.

LELE, K. M. & STREEL, M. 1969. - Middle Devonian (Givetian) plant microfossils from Goé (Belgium). *Soc. Géol. Belg. Ann.*, 92 : 89-121.

LE MENN, J., PLUSQUELLEC, Y., MORZADEC, P. & LARDEUX, H. 1976. Incursion hercynienne dans les faunes rhénanes du Dévonien de la Rade de Brest (Massif armoricain). *Palaeontographica*, A, 153, 1-3 : 1-61. Stuttgart.

LE MENN, J. & RACHEBOEUF, P. 1977. - Brachiopodes Chonetacea et Crinoïdes des Formations du Faou et de Montguyon (Dévonien inférieur du Massif armoricain). *Ann. Soc. géol. Nord*, 96, 4 : 283-323. Lille.

LOCQUIN, M.V. 1978. - Utilisation de la lumière polarisée pour l'étude des Chitinomycètes ou Chitinozoaires. *Ann. Minér. Belgique*, 2 : 175-176. Liège.

LOEFFLER, E.J. & THOMAS, R.G. 1980. - A new Pteraspid Ostracoderm from the Devonian Senni Beds Formation of South Wales and its Stratigraphic significance. *Palaeontology*, 23, 2 : 287-296. London.

LOVE, L.G. 1962. - Further studies on micro-organims and the presence of syngenetic pyrite. *Palaeontology*, 5, 3 : 444-459.

LUCAS, J. & PREVOT, L. - Les marges continentales pièges géochimiques ; l'exemple de la marge atlantique de l'Afrique à la limite Crétacé-Tertiaire. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XVII, 4 : 487-496. Paris.

MAGLOIRE, L. 1968. - Etude stratigraphique, par la palynologie, des dépôts argilo-gréseux du Silurien et du Dévonien inférieur dans la Région du Grand Erg Occidental (Sahara Algérien). *Int. Symp. Dev. System, Calgary*, 1967, Proc., 2 : 473-491.

Mc GREGOR, D.C. 1961. - Spores with proximal radial pattern from the Devonian of Canada. *Geol. Surv. Canada*, 76 : 1-11.

—— 1964. - Devonian miospores from the Ghost River Formation, Alberta. *Geol. Surv. Canada*, 109 : 1-31.

—— 1967. - Composition and range of some Devonian spore assemblages of Canada. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1 : 173-183. Amsterdam.

—— 1969. - Devonian plant fossils of the genera *Kryshtofovichia, Kikitinsporites*, and *Archaeoperisaccus*. *Geol. Surv. Canada, Bull.* 182 : 91-106.

—— 1973. - Lower and Middle Devonian spores of eastern Gaspé, Canada. I. Systematics. *Palaeontographica*, B, 142 : 1-77. Stuttgart.

—— 1974. - Early Devonian spores from central Ellesmere Island, Canadian Arctic. *Can. J. Earth Sci.*, 11 (1) : 70-78.

—— 1977. - Lower and Middle Devonian spores of eastern Gaspé, Canada. II. Biostratigraphic significance. *Palaeontographica*, B, 163 : 111-142. Stuttgart.

—— 1979. - Devonian spores from the Barrandian region of Czechoslovakia and their significance for interfacies correlation. *Geol. Surv. Pap. Can.* 79-1B. Current Research, Part B : 189-197.

—— 1979. - Devonian miospores of North America. *Palynology*, 3 : 31-52.

—— 1980. - Spores in Devonian Stratigraphical correlation. *Special Papers in Paleontology*, 23 : 163-184. London.

Mc GREGOR, D.C. & CAMFIELD, M. 1976. - Upper Silurian (?) to Middle Devonian spores of the Moose River Basin, Ontario. *Geol. Surv. Canada, Bull.* 263 : 1-63.

Mc GREGOR, D.C. & OWENS, B. 1966. - Illustrations of Canadian fossils : Devonian spores of eastern and northern Canada. *Geol. Surv. Canada, Paper* 66, 30 : 1-66.

MASSA, D. & MOREAU-BENOIT, A. 1976. - Essai de synthèse stratigraphique et palynologique du système Dévonien en Libye occidentale. *Revue Inst. Fr. Pétrole,* 31 : 287-333.

MOREAU-BENOIT, A. 1967. - Premiers résultats d'une étude palynologique du Dévonien de la carrière des Fours à Chaux d'Angers (Maine-et-Loire). *Rev. Micropaléontol.*, 9 (4) : 219-240.

—— 1974. - Recherches de palynologie et de planctologie sur le Dévonien et quelques formes siluriennes dans le sud-est du Massif Armoricain. *Soc. géol. minéral. Bretagne, Mém.*, 18 : 1-248. Rennes.

—— 1976. - Les spores et débris végétaux. *In* Les schistes et calcaires éodévoniens de Saint-Céneré (Massif Armoricain, France). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne,* 19 : 27-57. Rennes.

—— 1980. - Les spores et débris végétaux. *In* Les schistes et calcaires de l'Armorique (Massif Armoricain, France). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne,* 23 : 59-78. Rennes.

—— 1980. - Les spores du Dévonien de Lybie. *Cahiers de Micropaléontologie*, 1 : 1-53, éd. CNRS. Paris.

MORTIMER, M.G. 1967. - Some Lower Devonian microfloras from southern Britain. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1 : 95-109. Amsterdam.

MORZADEC, P. & PARIS, F. 1976. - Confrontation des données et comparaisons avec des successions éodévoniennes d'Europe et d'Afrique du Nord. *In* Les schistes et calcaires de Saint-Céneré (Massif Armoricain, France). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne,* 19 : 27-57. Rennes.

MORZADEC, P. & STREEL, M. 1980. - Remaniements de spores dévoniennes dans le Famennien de la Rade de Brest (France). *Géobios*, 13, 1 : 115-119. Lyon.

MULLER, J. 1959. - Palynology of Recent Orinoco delta and shelf sediments. Reports of the Orinoco Shelf Expedition. *Micropaleontology*, 5 : 1-32.

NAUMOVA, S.N. 1953. - Spore-pollen assemblages of the Upper Devonian of the Russian Platform and their stratigraphic significance ; (in Russian). *Trans. Inst. Geol. Sci., Acad. Sci. USSR,* 143 (Geol. Ser. 60), 204 p.

NEVES, R. & SULLIVAN, H.J. 1964. - Modification of fossil spores exines associated with the presence of pyrite crystals. *Micropaleontology*, 10, 4 : 443-452.

OEHLERT, D. 1882. - Notes géologiques sur le département de la Mayenne. *Bull. Soc. et Sc. Angers*, 148 p. Impr. Germain & Grassin. Angers.

OEHLERT, D. & OEHLERT, P. 1912. - Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans la Sarthe et la Mayenne, du 26 Août au 7 Septembre 1909. *Bull. Soc. géol. France*, (4), 9 : 545-675. Paris.

PARIS, F. 1976. - Les Chitinozoaires. *In* Les schistes et calcaires éodévoniens de Saint-Céneré (Massif Armoricain, France). Sédimentologie, Paléontologie, Stratigraphie. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 19 : 93-133. Rennes.

—— 1978. - Apport du microscope électronique à balayage dans l'étude des Chitinozoaires opaques. *In* apport des techniques récentes en palynologie. *Annales Mines Belgique*, 2 : 193-202. Liège.

—— 1980. - Les Chitinozoaires. *In* Les schistes et calcaires de l'Armorique (Massif armoricain, France). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 23 : 111-123. Rennes.

—— 1981. - Les Chitinozoaires dans le Paléozoïque du Sud-Ouest de l'Europe. Cadre géologique, Etude systématique, Biostratigraphie. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 26. Rennes. (sous presse).

PARIS, F. & DEUNFF, J. 1969. - Découverte d'un riche microbios à Acritarches et Chitinozoaires dans les Formations du synclinorium médian (Massi armoricain, environs de Saint-Médard-sur-Ille). Présence de spores et de Scolécodontes. *C. R. Acad. Sc.*, 269 : 308-311. Paris.

PIERART, P. 1978. - Evolution de la sporopollénine, au cours de la diagenèse *in* Apport des techniques récentes en palynologie. *Annales Mines Belgique*, 6 : 127-130. Liège.

PLAYFORD, G. 1964. - Miospores from the Mississipian Horton Group, eastern Canada. *Geol. Surv. Can. Bull.*, 107:1-47.

—— 1971. - Lower Carboniferous spores from the Bonaparte Gulf Basin, Western Australia and Northern Territory. *Australia, Bur. Miner. Resour., Geol. Geophys.* 115 : 1-102.

—— 1977. - Lower to middle Devonian Acritarchs of the Moose River Basin, Ontario. *Geol. Surv. Canada*, 279 : 1-47.

PLUSQUELLEC, Y. 1976. - Les Polypiers Tabulata. *In* Les schistes et calcaires éodévoniens de Saint-Céneré. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 19 : 184-215. Rennes.

POTONIE, R. & KREMP, G. 1954. - Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. *Geol. Jahrb.*, 69 : 111-194.

RACHEBOEUF, P. 1976. - Chonetacea (Brachiopodes) du Dévonien inférieur du Bassin de Laval (Massif armoricain). *Palaeontographica*, A, 152 : 14-89. Stuttgart.

RACHEBOEUF, P. 1981. - Chonetacés (Brachiopodes) siluriens et dévoniens du Sud-Ouest de l'Europe. Systématique, Phylogénie, Biostratigraphie, Paléobiogéographie. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 27. Rennes. (sous presse).

RAUSCHER, R. 1973. - Recherches micropaléontologiques et stratigraphiques dans l'Ordovicien et le Silurien en France. Etude des Acritarches, des Chitinozoaires et des spores. *Sci. Géol. Mém. Fr.*, 38 : 1-224.

RAUSCHER, R. & 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*, XCV : 81-92. Lille.

RENAUD, A. 1942. - Le Dévonien du synclinorium médian Brest-Laval. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 7, 1 : 1-439. Rennes.

RICHARDSON, J.B. 1960. - Spores from the Middle Old Red Sandstone of Cromarty, Scotland. *Palaeontology*, 3 (1) : 45-63. London.

—— 1962. - Spores with bifurcate processes from the Middle Old Red Sandstone of Scotland. *Palaeontology*, 5 (2) : 171-194. London.

—— 1965. - Middle Old Red Sandstone spore assemblages from the Orcadian Basin, north-east Scotland. *Palaeontology*, 7 (4) : 559-605. London.

—— 1967. - Some British Lower Devonian spore assemblages and their stratigraphic significance. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1 : 111-129. Amsterdam.

—— 1974. - The stratigraphic utilization of some Silurian and Devonian miospore species in the northern hemisphere : an attempt at a synthesis. *Int. Symp. Belgian Micropaleont. Limits, Namur 1974*, 9 : 1-13.

RICHARDSON, J.B. & IOANNIDES, N. 1973. - Silurian palynomorphs from the Tanezzuft and Acacus Formations, Tripolitania, North Africa. *Micropaleontology*, 19 (3) : 257-307.

RICHARDSON, J.B. & LISTER, T.R. (1969). - Upper Silurian and Lower Devonian spore assemblages from the Welsh Borderland and South Wales. *Palaeontology*, 12 (2) : 201-252. London.

RICHARDSON, J.B. & RASUL, S.M. 1978a. - Palynomorphs in Lower Devonian sediments from the Apley Barn Borehole, Southern England. *Pollen et Spores*, 20, 3 : 423-462. Paris.

RICHARDSON, J.B. & RASUL, S.M. 1978b. - Palynological evidence for the age and provenance of the Lower Old Red Sandstone from the Apley Barn Borehole, Witney, Oxfordshire. *Proc. Geol. Ass.*, 90 (1) : 27-42.

RIEGEL, W. 1968. - Die Mitteldevon-Flora von Lindlar (Rheinland). 2. Sporae dispersae. *Palaeontographica*, B, 123 : 76-96.

RIEGEL, W. 1973. - Sporenformen aus den Heisdorf-, Lauch- und Nohn-Schichten (Emsium und Eifelium) der Eifel, Rheinland. *Palaeontographica*, Abt. B, 142 : 78-104. Stuttgart.

—— 1975. - Palynological sequence from Lower Emsian to Givetian of the Eifel region. *Comm. Int. Microflore Paléozoïque, Newsletter,* 10 : 6. Berlin.

RODRIGUEZ, R.M. 1978. - Mioesporas de la Formacion San Pedro/Furada (Silurico superior - Devonico inferior), Cordillera Cantabrica N-O de Espana. *Palinologia*, 1 : 407-434.

SCHOPF, J.M., WILSON, L.R. & BENTALL, R. 1944. - An annoted synopsis of paläozoïc fossil spores and the difinition of generic groups. *Geol. Sur. Illinois, Rep. Inv.*, 91 : 1-66.

SCHULTZ, G. 1968. - Eine unterdevonische Mikroflora aus den Klerfer Schichten der Eifel (Rheinisches Schiefergebirge). *Palaeontographica*, B, 123 : 5-42. Stuttgart.

SCOTT, D.L. & ROUSE, G.E. 1961. - *Perforosporites*, a new genus of plant spores from the Lower Devonian of eastern Canada. *J. Paleont.*, 35 (5) : 977-980. Tulsa.

SITTLER, C. 1955. - Méthodes et techniques physico-chimiques de préparation des sédiments en vue de leur analyse pollinique. *Rev. IFP*, 10, 2 : 103-114.

SMITH, A.H.V. & BUTTERWORTH, M.A. 1967. - Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. *Palaeontol. Assoc., Spec. Papers in Palaeontol.* 1 : 1-324. London.

SMITH, N.D. & SAUNDERS, R.S. 1970. - Paleoenvironnements and their control of Acritarchs distribution : Silurian of East-Central Pennsylvania. *J. sediment. Petrol. USA*, 40, 1 : 324-333.

STAPLETON, R.P. 1977. - Carbonized Devonian spores from South Africa. *Pollen et Spores*, 19 (3) : 427-440. Paris.

STAPLIN, F.L. 1960. - Upper Mississipian plant spores from the Golata Formation, Alberta, Canada. *Palaeontographica*, B, 107 (1-3) : 1-40. Stuttgart.

—— 1961. - Reef controlled distribution of Devonian microplancton in Alberta. *Paleontology*, 4 : 392-424. London.

STAPLIN, F.L. & JANSONIUS, J. 1964. - Elucidation of same Palaeozoic densospores. *Palaeontographica*, B, 114 (4-6) : 95-117. Stuttgart.

STREEL, M. 1964. - Une association de spores du Givétien inférieur de la Vesdre, à Goé (Belgique). *Soc. Géol. Belg., Ann.*, 87 (7) : 1-30.

—— 1965. - Etude palynologique du Dévonien du sondage de Booischot (Belgique). *Soc. Belge Géol., Paléont. Hydrol., Bull.*, 73 (2) : 172-185.

STREEL, M. 1967. - Associations de spores du Dévonien inférieur belge et leur signification stratigraphique. *Soc. Géol. Belg., Ann.*, 90 (1) : 11-53.

—— 1972. - Dispersed spores associated with *Leclercqia complexa* BANKS, BONAMO and GRIERSON from the late Middle Devonian of eastern New York State (U.S.A.). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 14 : 205-215. Amsterdam.

STREEL, M., DEMARET-FAIRON, M. & OTAZO, N. 1975. - Siegenian and Emsian from the Dinant Basin (Belgium). *Comm. Int. Microflore Paléozoïque, Newsletter*, 10 : 7. Berlin.

TAPPAN, H. 1968. - Primary production, isotopes, extinctions and the atmosphère. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 4 : 187-210. Amsterdam.

—— 1970. - Phytoplancto abundance and Late Paleozoic extinctions : a reply. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 8 : 56-66. Amsterdam.

—— 1971. - Microplankton, ecological succession and evolution. *N. Am. Palaeontol. Conv. Chicago* 1969, Proc. H : 1058-1103.

TAPPAN, H. & LOEBLICH, Jr. A.R. 1972. - Fluctating rates of protistan evolution, diversification and extinction. *Int. Geol. Congr.* 24, *Montreal* 1972, Sect.7. *Palaeontology* : 205-213.

TAPPAN, H. & LOEBLICH, Jr. A.R. 1973. - Evolution of the Oceanic Plankton. *Earth Science Reviews*, 9 : 207-240.

TAUGOURDEAU, P. 1968. - Les Scolécodontes du Siluro-Dévonien et du Carbonifère de sondages sahariens. Stratigraphie, systématique. *Revue IFP. Ann. des Combus. liqu.*, 23 (10) : 1219-1217.

—— 1978. - Les Scolécodontes dispersés. *Cahiers Micropaléontologie* 2. Editions du CNRS. Paris.

THOMAS, R.G. 1978. - The Stratigraphy, palynology and sedimentology of the Lower Old Red Sandstone Cosheston Group, S-W Dyfed, Wales. *Unpublished PhD thesis, University of Bristol.*

THUSU, B. 1973. - Acritarchs of the Middle silurian Rochester Formation of Southern Ontario. *Palaeontology*, 16 : 799-826. London.

TIWARI, R.S. 1964. - New miospore genera in the coals of Barakar stage (Lower Gondwana) of India. *Palaeobotanist*, 12 (3) : 250-259.

TIWARI, R.S. & SCHAARSCHMIDT, F. 1975. - Palynological studies in the Lower and Middle Devonian of the Prüm Syncline, Eifel (Germany). *Senckenb. Naturforsch. Ges., Abh.*, 534 : 1-129. Frankfurt-am-Main.

TRAVERSE, A. & GINSBURG, R.N. 1966. - Palynology of the surface sediments of the Great Bohama Baulc, as related to water movement and sedimentation. *Marine Geol.*, 6, 4 : 417-459.

TURNAU, E. 1974. - Microflora from coal samples of some Palaezoic sediments from beneath the flysch Carpathians (Bielsko-Wadowice area, southern Poland). *Ann. Soc. Geol. Pologne*, 44 : 143-169. Varsovie.

VAN DER VOO, J. & BRIDEN, J.C. & DUFF, B.A. 1980. - Late Precambrian and Paleozoic paleomagnetism of the Atlantic-bordering continents. *Colloque C6 Géologie de l'Europe 26ème CGI* : 204-212.

VAN DER ZWAN, C.J. 1980. - Aspects of late Devonian and Early carboniferous Palynology of Southern Ireland. III. Palynology of Devonian-Carboniferous transition sequences with special reference to the Bantry bay Area, Co Cork. *Review Palaeobotany Palynology*, 30 : 165-286. Amsterdam.

VIGRAN, J.O. 1964. - Spores from Devonian deposits, Mimerdalen, Spitsbergen. *Nor. Polarinst., Skr.*, 132 : 1-32.

VILLEY, M. 1979. - Simulation thermique de l'évolution des kérogènes. *Thèse (non publiée). Université d'Orléans.*

VISCHER, H. 1966. - Palaeobotany of the mesophytic. III. Plant microfossils from the Upper Bunter of Hengelo. The Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica*, 15 : 316-375.

WALL, D. 1965. - Microplankton, pollen and spores from the Lower Jurassic in Britain. *Micropaleontology*, 11 : 151-190.

WICANDER, E.R. 1975. - Fluctuations in a late Devonian - early Mississipian phytoplankton flora of Ohio, USA. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 17 : 89-108. Amsterdam.

WILSON, L.R. & LOE, E.A. 1940. - Description of some unassigned plant microfossils from the Des Moines Series of Iowa. *Am. Midland. Naturalist*, 23 : 182-186.

ZERNAT, J. 1934. - Les mégaspores du bassin houiller polonais. *Bull. Acad. Polon. Sci. Trav. Geol.*, 1 : 1-56.

PLANCHES 1 - 10

- Les préparations et les spores figurées sont déposées dans les collections de l'Institut de Géologie de Rennes.

- SAB : coupe de Sablé-sur-Sarthe, Formation de Saint-Céneré, Praguien (Siegenien supérieur).

- SPE : coupe de Saint-Pierre-sur-Erve, Formation de Montguyon. SPE 1 à SPE 27 : Siegenien supérieur. SPE 28 à SPE 60 : Emsien inférieur.

PLANCHE 1

Fig.1 : *Calamospora atava* (NAOUMOVA) Mc GREGOR - x 1000 ; SAB 251 ; IGR (Y.44.3).

Fig.2 : *Calamospora* cf.*pannucea* RICHARDSON - x 1000 ; SAB 251.2 ; IGR (U.35).

Fig.3 : *Deltoidospora* sp. - x 1000 ; SPE 28 ; IGR ; (W.45.1).

Fig.4 : *Deltoidospora* cf. *priddyi* (BERRY) Mc GREGOR - x 1000 ; IGR (E.48). SPE. 31

Fig.5 : *Leiotriletes pagius* (STREEL) LELE& STREEL - x 1000 ; IGR (N.49.2).

Fig.6 : *Retusotriletes rotondus* LELE & STREEL - x 750 ; IGR (E.31.1)

Fig.7 : *Retusotriletes actinomorphus* CHIBRIKOVA - x750 ; IGR ; (N.30).

Fig.8 : *Retusotriletes microgranulatus* (VIGRAN) STREEL - x 750 ; IGR (E.33.3).

Fig.9 et 10 : *Retusotriletes maculatus* Mc GREGOR & CAMFIELD - x 1000 ;
-9 :SAB 259 ; IGR ; (U.32.1).
-10 : SAB 177 ; IGR ; (S.32.1).

Fig.11-13 : *Retusotriletes* sp. - x 1000 ;
-11 : SPE 6 ; IGR (S.31).
-12 : SAB 251.7 ; IGR (P.31.3).
-13 : SPE 6 ; IGR (S.42).

Fig.14 et 15 : *Retusotriletes pychovii* NAOUMOVA - x 1000 ;
I4 : SPE 7 ; IGR ( ).
15 : SPE 20 ; IGR (G.37.1).

Pl. 1

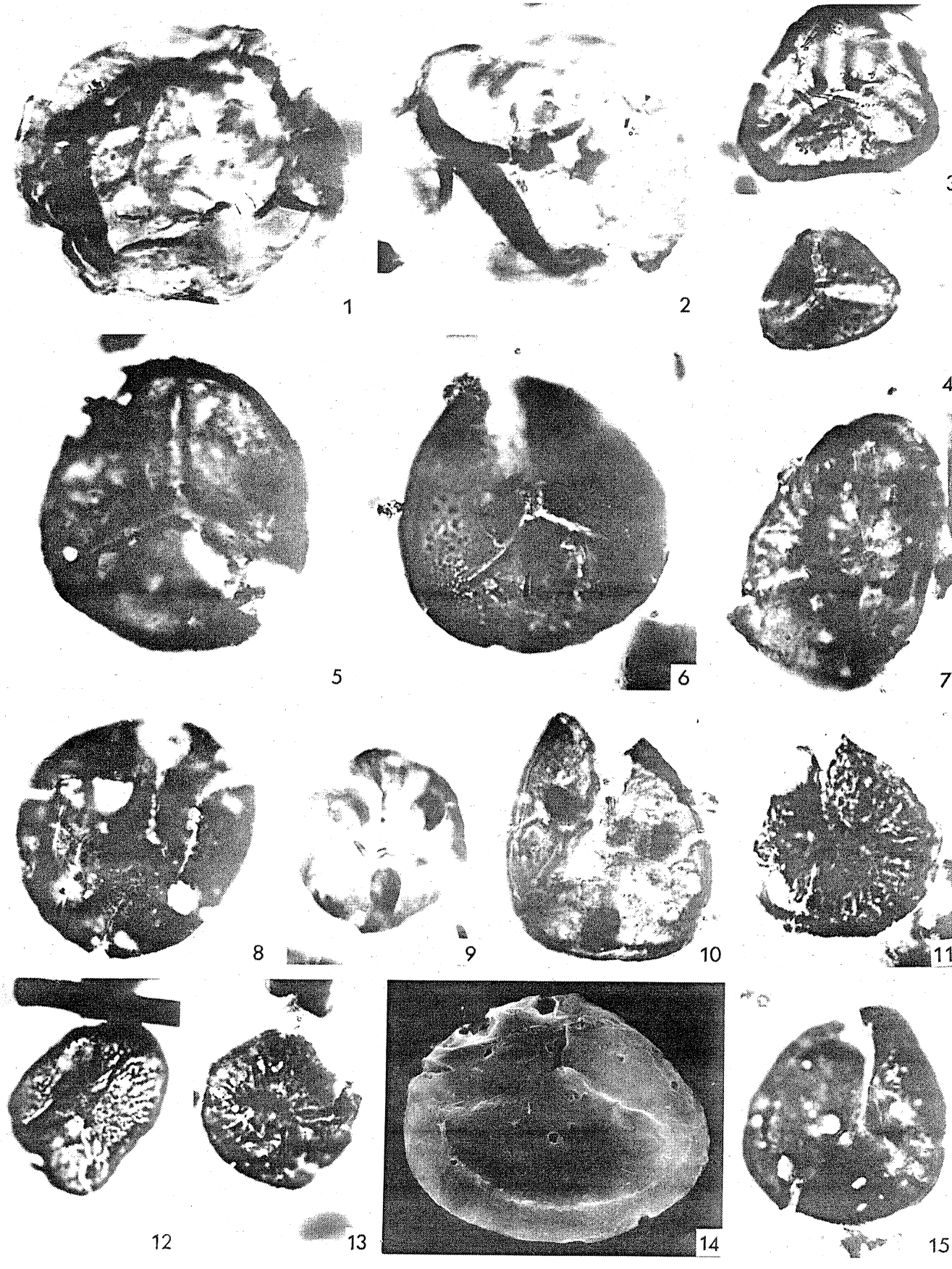


PLANCHE 2

Fig.1 et 2 : *Apiculiretusispora plicata* (ALLEN) STREEL - x750 ;
1 . SAB 272 ; IGR (D.33.2) .
2 . SAB 187 ; IGR (F.33) .

Fig.3 et 4 a-c : *Apiculiretusispora brandtii* STREEL ;
3 . x 750 ; SAB 272 ; IGR (K.35).
4 a-b . x 1000 ; SAB 272 ; IGR ( M.29.4); face proximale.
4 c ; x 2000 ; détail de l'ornementation .

Fig.5 : *Anapiculatisporites* sp.B - x 1000 ; SPE 6 ; IGR (E.29.3).

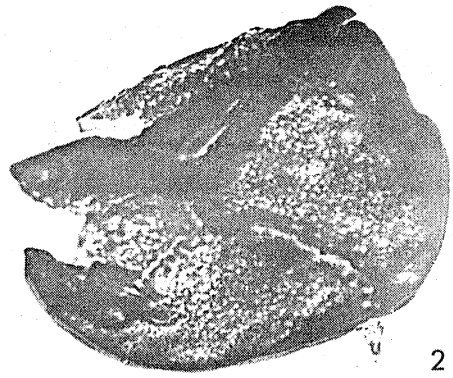
Fig.6 et 7 a-c : *Dibolisporites eifeliensis* (LANNIGER) Mc GREGOR ;
6 . x 1000 ; SAB 260 ; IGR (K.40.1).
7 a . x 1000 ; ; IGR ( ) ; face proximale.
7 b . x 1000 ; face distale du même spécimen.
7 c . x 2000 ; détail de l'ornementation du même spécimen.

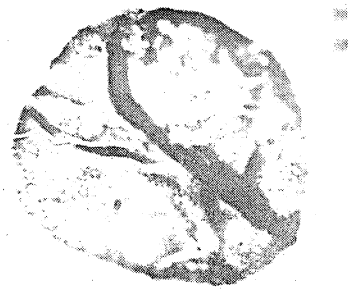
Fig.8 : *Anapiculisporites* sp.A - x1000 ; SAB 251.7 ; IGR (Y.31.4).

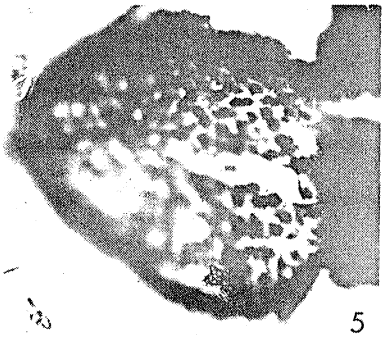
Fig.9 et 10 : *Anapiculatisporites* sp.C - x 1000 ;
9 . SPE 28 ; IGR (F.40.1).
10 . SPE 28 ; IGR (X.48.1).

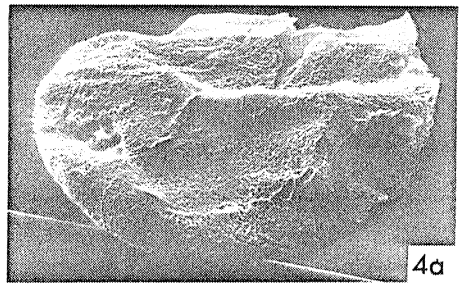
Fig.11 : *Apiculiretusispora pygmaea* Mc GREGOR - x 1000 ; SAB 272 ; IGR (G.36.3).

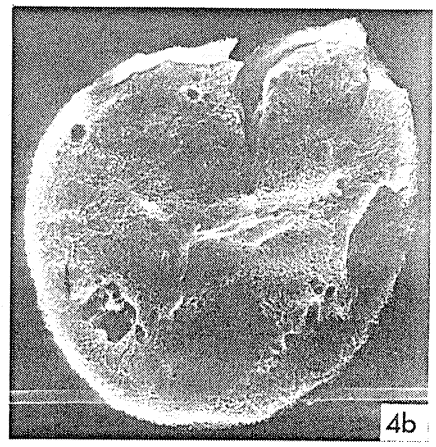
1

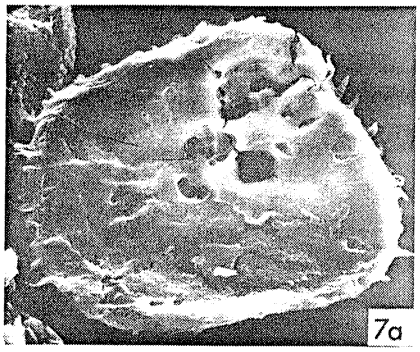

2

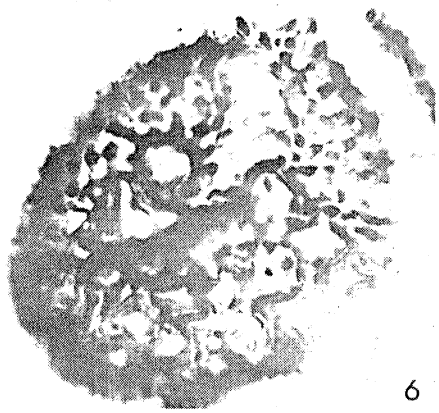

3

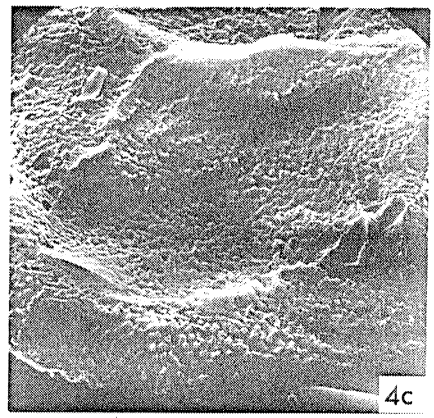

5


4a

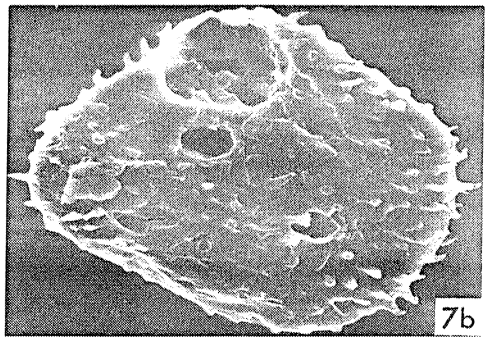

4b

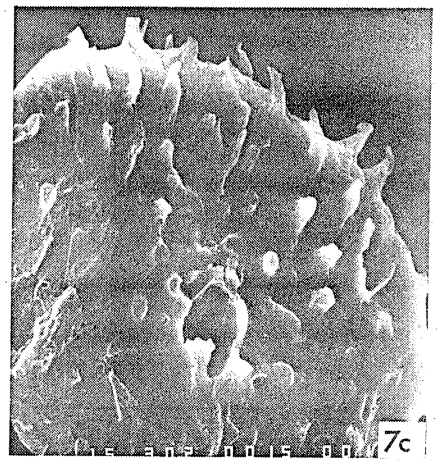

7a

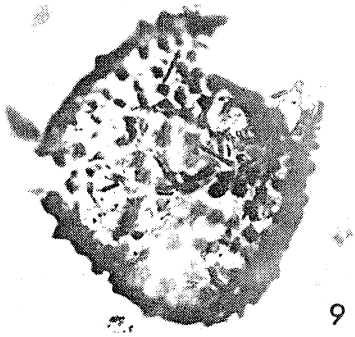

6

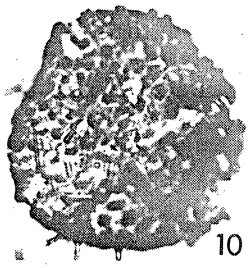

4c

8


7b


7c


9


10

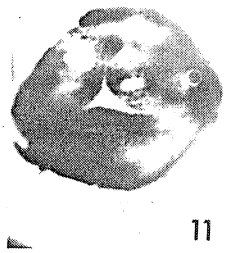

11

PLANCHE 3

Fig.1 : *Apiculatisporites perpusillus* (NAOUMOVA) Mc GREGOR - x 1000 ; SAB 272 ; IGR (N.34).

Fig.2 a-b , 3 a-b , 4 et 5 a-b :*Dibolisporites* cf. *quebecensis* Mc GREGOR
2 a . x1000 ; SPE 7 ; IGR ( ) ; vue équatoriale (spécimen aplati montrant ses faces proximale et distale).
2 b . x 1000 ; détail de l'ornementation du même spécimen.
3 a . x 2000 ; SPE 7 ; IGR ( ) ; vue équatoriale (spécimen aplati montrant ses faces proximale et distale).
3 b . x 2000 ; détail de l'ornementation du même spécimen.
4 . x 1000 ; SPE 7 ; IGR (P.42).
5 a . x 1000 ; SPE 7 ; IGR (P.34.1) , face proximale.
5 b . x 1000 ; face distale du même spécimen.

Fig.6-8 : *Dibolisporites echinaceus* (EISENACK) RICHARDSON - x 1000.
6 . SAB 259 ; IGR (Q.41.1).
7 . SAB 257.6 ; IGR (P.29).
8 . SAB 272 ; IGR ( ).

Fig.9 : *Dibolisporites* sp.A - x 1000 ; SPE 32 ; IGR (X.40.2).

Fig 10 et 11 : *Dibolisporites* cf.*wetteldorfensis* LANNINGER- x 1000 ;
10 . SPE 17 ; IGR (U.31.1).
11 . SPE 8 ; IGR (E.45.2).

Fig.12 : *Pustulatisporites* sp. aff. *Pustulatisporites* sp. Mc GREGOR - x 1000; SPE 47 ; IGR (X.24.2).

Fig.13 et 14 : *Verrucosisporites polygonalis* LANNINGER x1000 ; SAB 274.2 ;
13 . IGR (E.41.3).
14 . IGR (P.31.1).

Fig.15 : *Pustulatisporites* sp.A - x 1000 ; SAB 259 ; IGR ( D.42.4).

Fig.16 : *Pustulatisporites* sp.B - x 1000 ; SAB 260 ; IGR (E.43).

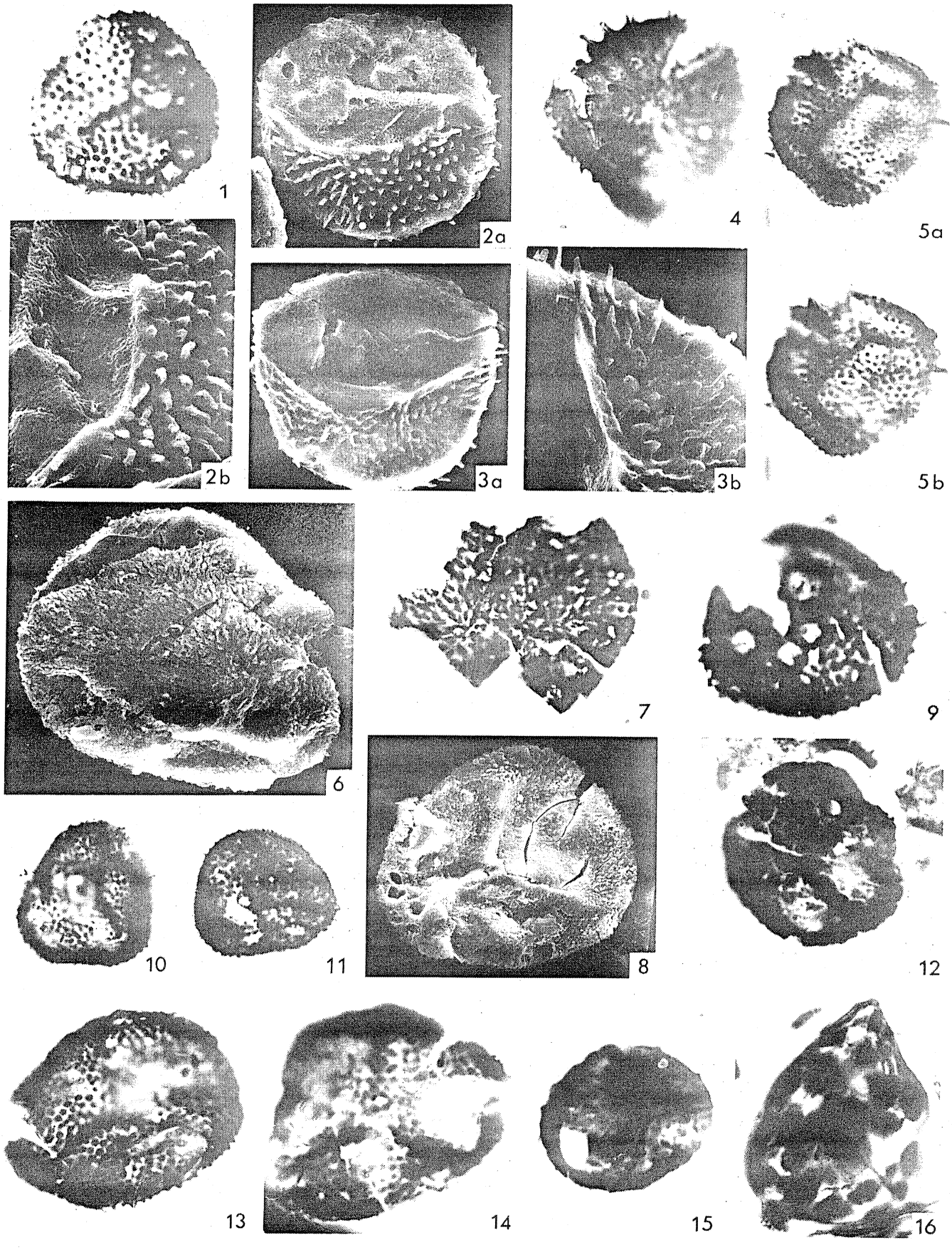

1
2a
4
5a
2b
3a
3b
5b
6
7
9
10
11
8
12
13
14
15
16

PLANCHE 4

Fig.1 : *Pustulatisporites* sp.C - x 1000 ; SPE 57 ; IGR (S.27.2).

Fig.2 et 8 a-b : *Raistrickia* sp.A ; SAB 274 .
2 . - x1000 ; IGR (Y.28.2).
8 a . - x 2000 , détail de l'ornementation du spécimen représenté sur la fig.8 b.
8 b . - x 1000 ; IGR ( ) , face proximale.

Fig.3 : *Raistrickia* sp.B - x 1000 ; SPE 33 ; IGR (F.31).

Fig.4 et 5 : *Raistrickia* sp.C - x 1000 .
4 . SAB 274.1 ; IGR (G.37.4).
5 . SPE 7 ; IGR (V.30).

Fig.6 et 7 : *Raistrickia* sp.D - x 1000 ; SPE 20.
6 . IGR (S.42).
7 . IGR (S.40.4).

Fig.9 a-b et 10 : *Acinosporites lindlarensis* (RIEGEL) var.*minor* Mc GREGOR & CAMFIELD .
9 a . - x 1000 ; SPE 7 ; IGR ( ) , face distale.
9 b . - x2000 ,détail de l'ornementation distale chez cet exemplaire.
10 . -x 1000 ; SAB 257.5 ; IGR (T.46.1).

Fig.11 , 12 a-b et 13 : *Biornatispora* ? *salopiensis* RICHARDSON & LISTER.
11 . - x 1000 ; SAB 272 ; IGR (F.35.4)
12 a . - x 1000 ; SAB 177 ; IGR ( ) , face distale.
12 b . - x 2000 ,détail de l'ornementation du même spécimen.
13 . - x 1000 ; SAB 257.3 ; IGR (H.39).

Fig.14 a-c : *Acinosporites* cf. *lanceolatus* STREEL ; SPE 48 ; IGR (S.31.2).
14 a . - x 1000 , face proximale.
14 b . - x 1000 , face distale du même spécimen.
14 c . - x 1500 , détail de l'ornementation à l' équateur.

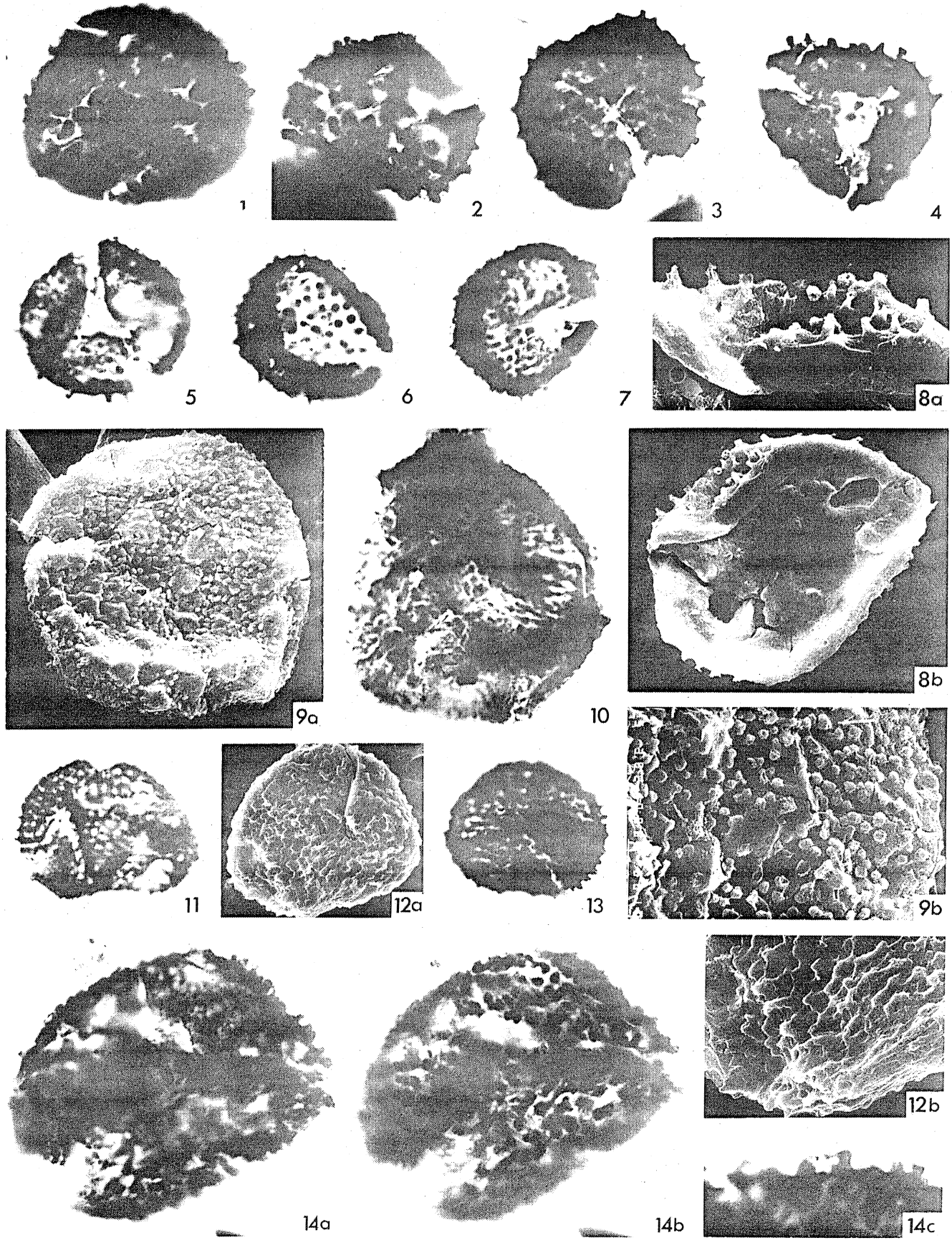

1
2
3
4
5
6
7
8a
9a
10
8b
11
12a
13
9b
14a
14b
12b
14c

PLANCHE 5

Fig.1 : *Biornatispora* sp.C - x 750 ; SAB 272 ; IGR (P.34.2).

Fig.2 : *Biornatispora* sp.A - x 1000 ; SPE 54 ; IGR (F.37.4).

Fig.3 : *Biornatispora* sp.B - x 750 ; SPE 47 ; IGR (V.39.1).

Fig.4, 5 et 6 a-b :*Brochotriletes mc gregori* MOREAU-BENOIT - x 1000 ;SAB 251.7.
4 . IGR (X.42.1).
5 . IGR
6 a . IGR , face distale.
6 b . face proximale du même spécimen.

Fig.7 :*Brochotriletes* sp.B - x 1000 ; SAB 272 ; IGR (D.49.4).

Fig.8 : *Brochotriletes* sp.A - x 1000 ; SPE 8 ; IGR (Y.37).

Fig.9 : *Brochotriletes* sp.C - x 1000 ; SAB 260 ; IGR (W.42.4).

Fig.IO : *Brochotriletes sanpetrense* RODRIGUEZ - x 1000 ; SPE 7 ; IGR (R.41.3).

Fig.11 : *Brochotriletes* cf. *robustus* (SCOTT & ROUSE) Mc GREGOR - x 1000 ;
SAB 272 ; IGR (L.37).

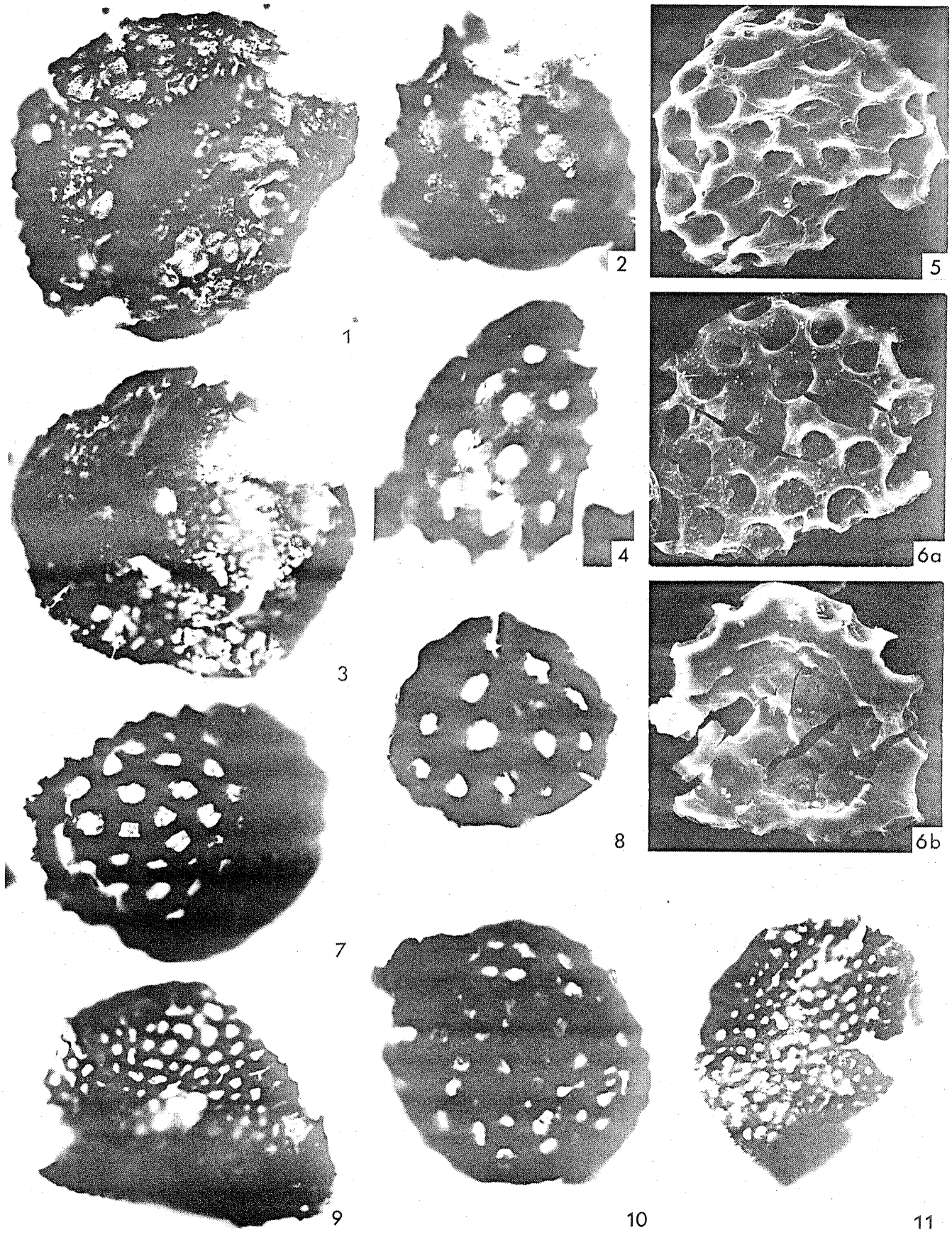

1
2
3
4
5
6a
6b
7
8
9
10
11

PLANCHE 6

Fig.I et 2 : *Brochotriletes* cf.*Brochotriletes* sp.A Mc GREGOR - x 1000.
1 . SPE 43 ; IGR (R.24).
2 . SPE 29 ; IGR (G.28).

Fig.3 : *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR - x 1000 ; SPE 7 ; IGR (Q.20).

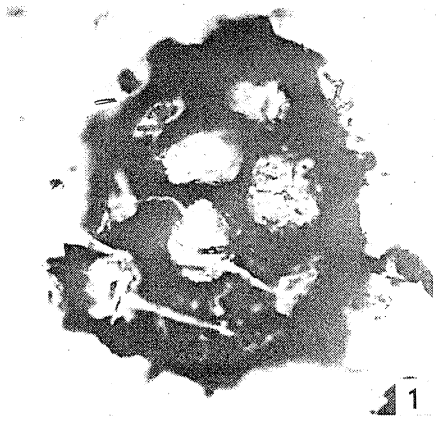
Fig.4 et 6 : *Dictyotriletes sub-granifer* Mc GREGOR - x 1000.
4 . SAB 249.3 ; IGR (P.42).
6 . SAB 259 ; IGR (O.36.1).

Fig.5 a et b : *Dictyotriletes* n. sp. aff. *emsiensis* (ALLEN) Mc GREGOR ; SAB 259.
5 a . - x 1000 ; IGR (N.41) , face distale.
5 b . - x 2000 , détail de la réticulation.

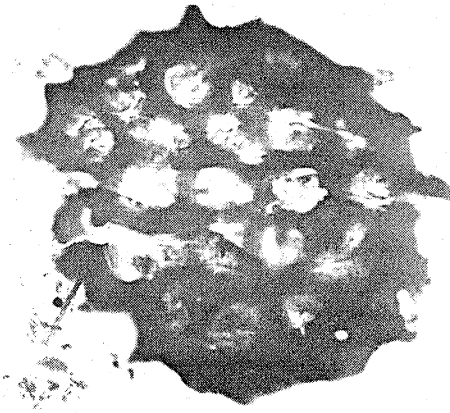
Fig.7 , 8 et 9 a-b : *Emphanisporites rotatus* (Mc GREGOR) Mc GREGOR - x 1000.
7 .
8 . SAB 272 ; IGR (F.35).
9 a . SAB 259 ; IGR , spécimen incliné à 45°.
9 b . même exemplaire en vue polaire proximale.

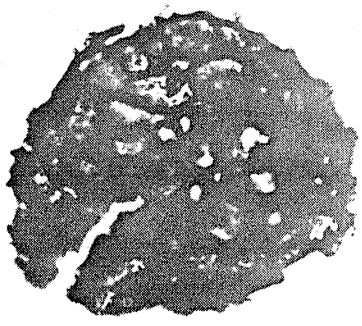
Fig.10 : *Emphanisporites minutus* ALLEN - x 1000 ; SAB 181.1 ; IGR (Q.42.2).

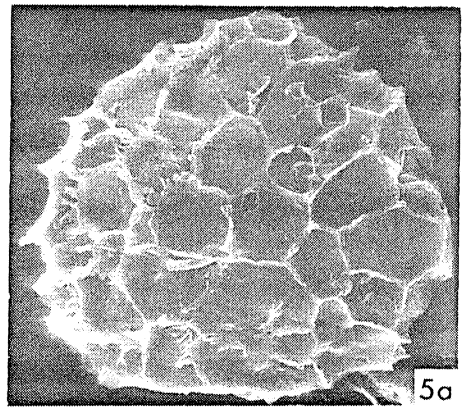
Fig.11 : *Emphanisporites decoratus* ALLEN - x 1000 ; SAB 260 ; IGR (N.42.1).

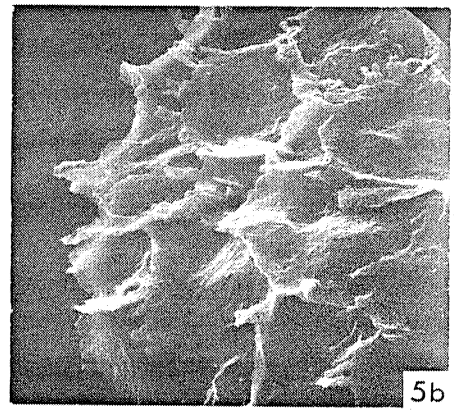

1

2

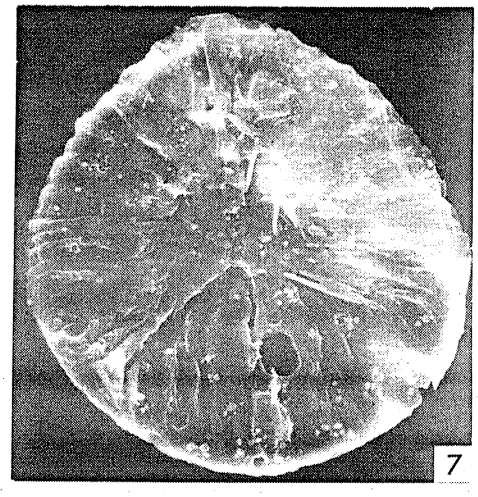

3

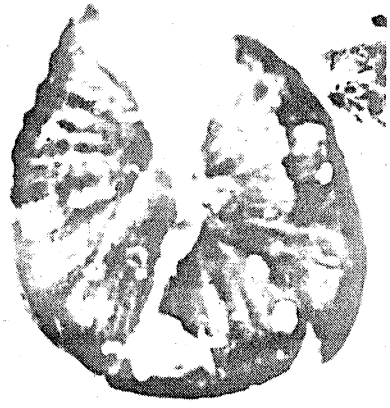

4


5a


5b

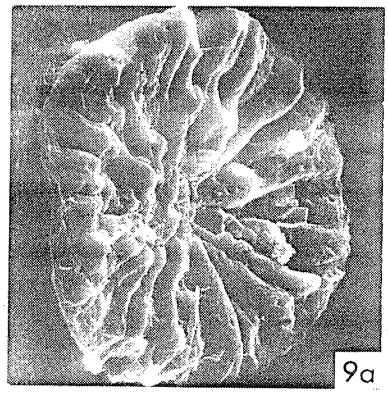
6


7


8

10

11


9a

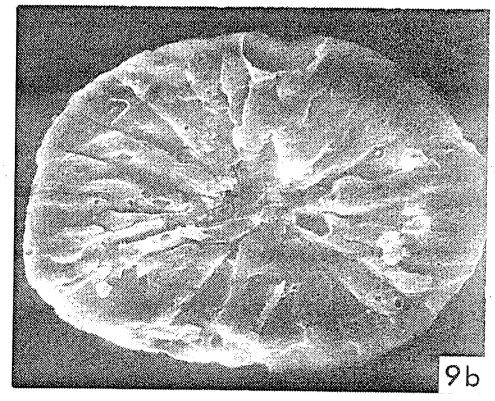

9b

PLANCHE 7

Fig . 1 , 2 , 3 a-b : *Emphanisporites micrornatus* RICHARSON& LISTER
1 . x 2000 SAB.260 IGR ( M.27/2 ) .
2 . x 1000 SPE.7 IGR ( O.49.3 ) .
3 . SPE.7 IGR , 3 a . x 1000 face proximale, 3 b .
x 3000 detail de l'ornementation à l'équateur .

Fig . 4 : *Emphanisporites* cf. *erraticus* ( EISENACK ) Mc GREGOR
X 1000 SPE.56 IGR ( R.43 )

Fig . 5et 6 : *Emphanisporites novellus* Mc GREGOR & CAMFIELD ;
5 . x 1000 SPE.41 IGR ( E.43 )
6 . x 1000 SPE.41 IGR ( E.45.4 )

Fig . 7 : *Synorisporites* cf . *verrucatus* RICHARDSON & LISTER ;
x 1000 SAB.177 IGR ( H.42.4 )

Fig . 8 :*Synorisporites papillensis* Mc GREGOR ; x 1000 SAB.177 IGR ( H.29 )

Fig . 9 a-b : *Synorisporites verrucatus* RICHARDSON & LISTER ; x 1000
SAB.177 IGR ( N.35.3 ) .

Fig . 10 a-b : *Cymbosporites echinatus* RICHARDSON & LISTER ; SAB.259 IGR
10 a .x 1000 , 10 b . x 1500 ornements à l'équateur .

Fig . 11 : *Leonispora argovejae* CRAMER & DIEZ ; x 1000 SAB.181.1 IGR
( O.43.1 ) .

Fig . 12 : *Craspedispora craspeda* ALLEN ; x 1000 SPE.19 IGR ( P.28.1 )

Fig . 13 a-b : *Cymbosporites paulus* Mc GREGOR & CAMFIELD ; SAB.199 IGR ( U.43.2 )
13 a . x 1000 face proximale ; 13 b . x 1000 face distale .

Fig . 14 et 15 : *Ambitisporites tripapillatus* MOREAU BENOIT ;
14 . x 1000 SAB.259 IGR ( Q.36.3 ) .
15 . x 1000SAB 249.3 IGR ( M.26.2 ) .

Fig . 16 et 17 : *Coronaspora sp* . ;
16 . x 1000 SAB.259 IGR ( F.48. )
17 . x 1000 SAB.272 IGR ( V.42.2 ) .

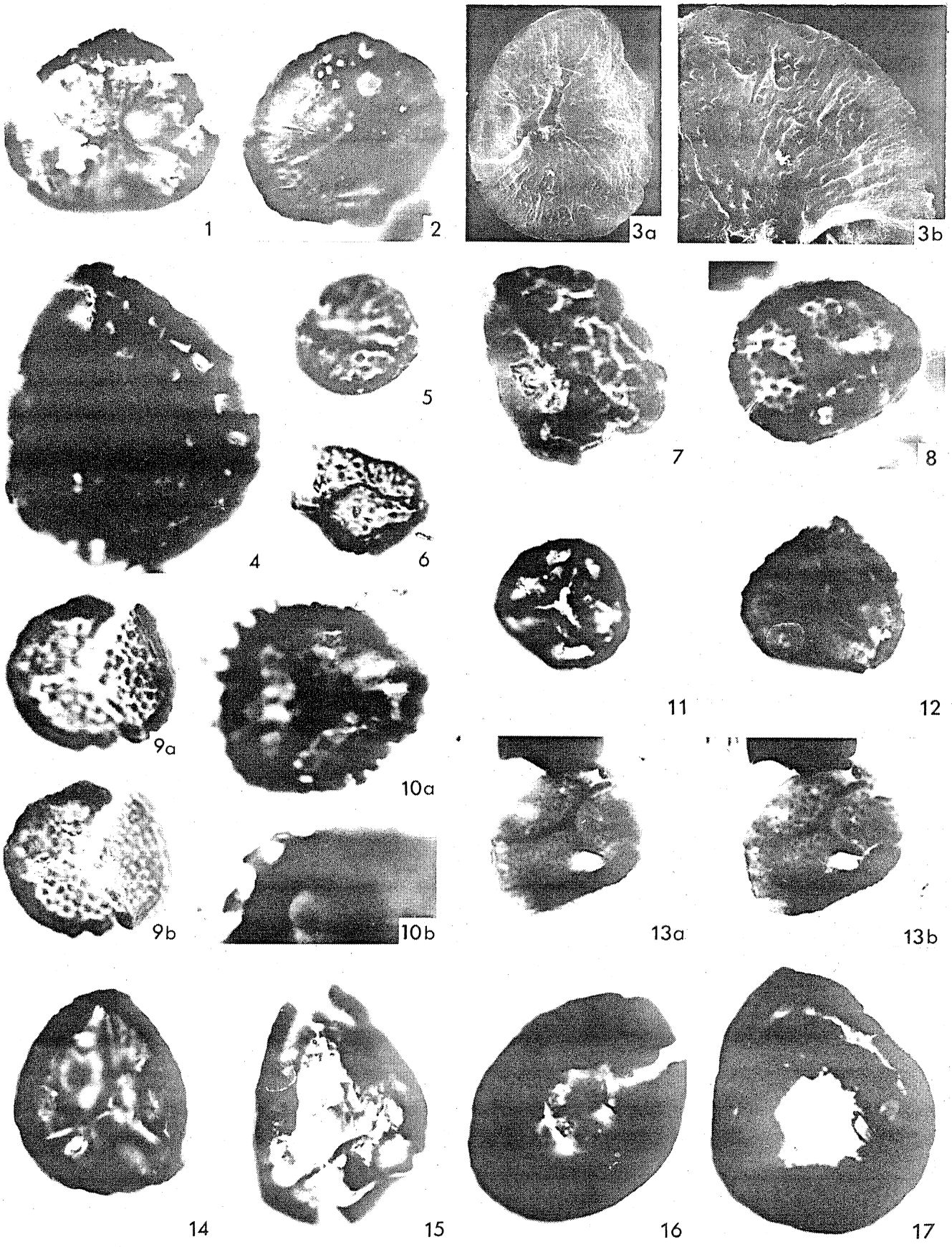

1
2
3a
3b
4
5
6
7
8
9a
9b
10a
10b
11
12
13a
13b
14
15
16
17

PLANCHE 8

Fig . 1 a-b ; 2 et 3 : *Coronaspora sp* ; 1 . SPEC 50 IGR ( )
1 a.x 1000 ; face proximale ; 1 b. x 1000 specimen incline à 48°
2 ; x 1000 SAB 272 IGR ( V.46.2 ) ; 3 . x 1000 SAB 272
IGR ( V.46.2 )

Fig. 4 et 5 : *Stenozonotriletes ? cf. furtivus* ( ALLEN ) Mc GREGOR
4 . x 1000 SAB 259 IGR ( P 42 2 )
5 . x 1000 SAB 249.2 IGR ( J.40.4 )

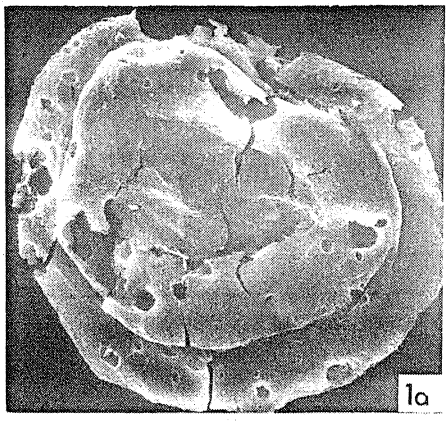
Fig. 6, 7 et 8 : *Iberoespora cantabrica* CRAMER & DIEZ ;
6 . x 1000 SPE 9 IGR ( L.48.3 )
7. x 1000 SPE.28 IGR ( K.47.2 )
8 . x 1000 SAB 272 IGR ( E.38 )

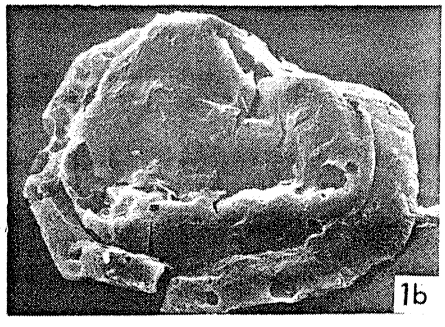
Fig; 9 : *Iberoespora . sp* ; x 1000 SAB.251.1 IGR ( J.40.1 )

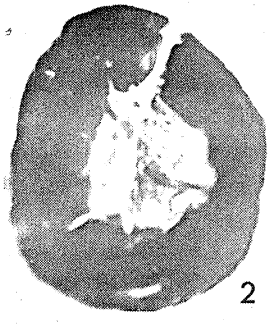
Fig . 10 , 11 et 12 : *Knoxisporites ?. riondae* CRAMER & DIEZ ;
10 . x 1000 SPE.29 IGR ( W.33.1 )
11. x 1000 SPE.27 IGR ( N.33.1 )
12 . x 1000 SPE.8 IGR ( W/30 )

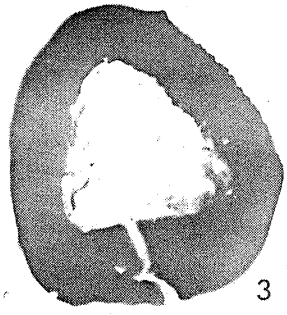
Fig . 13 a-e , 14 et 15 : *Iberoespora glabella* CRAMER & DIEZ ;
13 a . x 1000 face proximale , 13 b . x 1000 face distale ,
13 c . specimen incline à 45° , 13 d-e x 2000 detail de la
stucture cingulee en face proximale .
14 ; x 1000 SPE.32 IGR ( F.30 )
15 . x 1000 SPE.29 IGR ( X.43.3 )

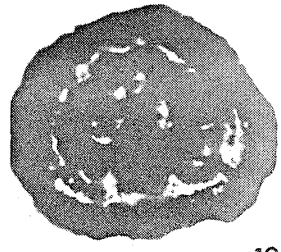
Fig . 16 , 17 , 18 et 19 : *Knoxisporites ? cf. riondae* CRAMER & DIEZ ;
16 . x 1000 SPE.28 IGR ( G.36.2 )
17 . x 1000 SPE.32 IGR ( F.29.2 )
18 . x 1000 SPE.27 IGR ( P.26.1 )
19 . x 1000 SPE.41 IGR ( U.37.1 )

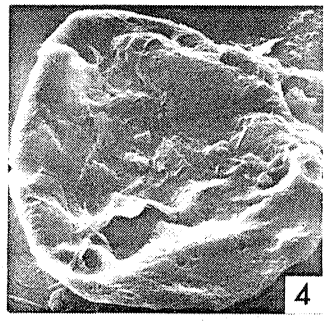

1a

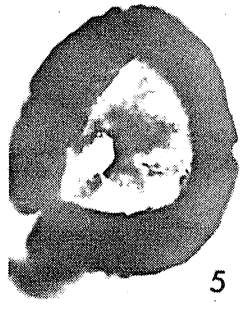

1b

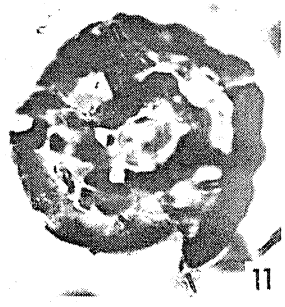

2

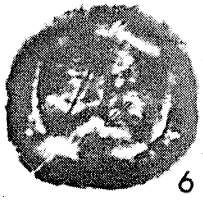

3

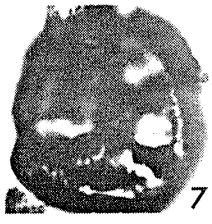

10


4

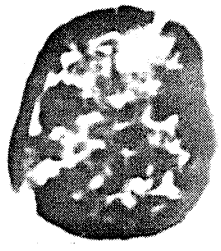

5

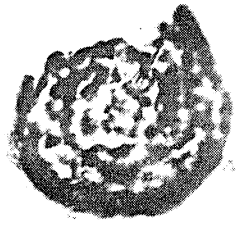

11

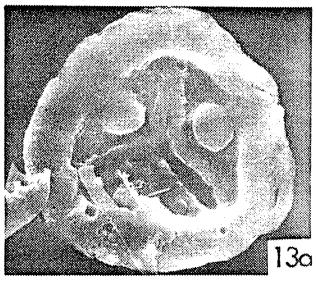

6

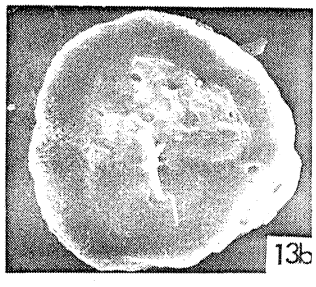

7

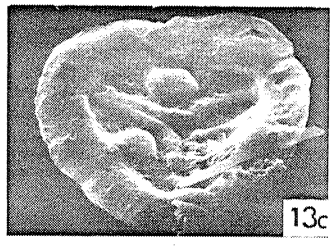
8

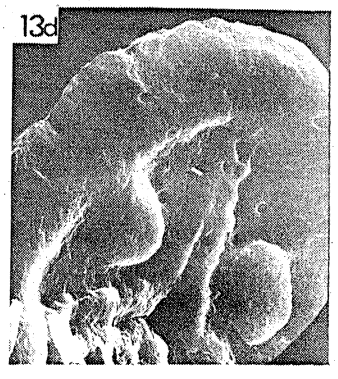

9

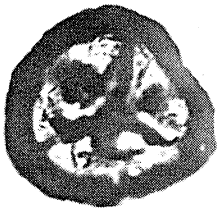

12

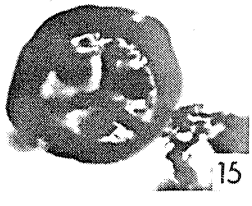

13a


13b

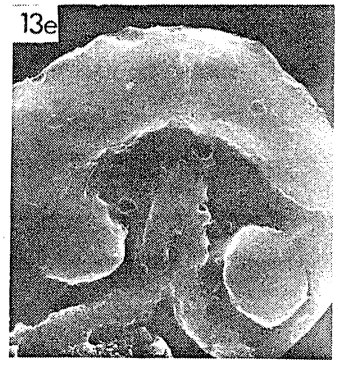

13c

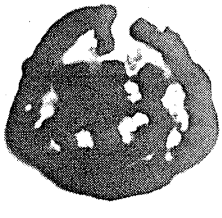

13d

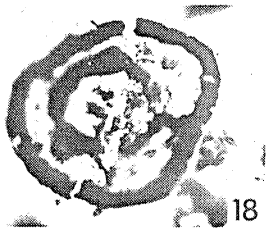

14


15

16


13e


17


18

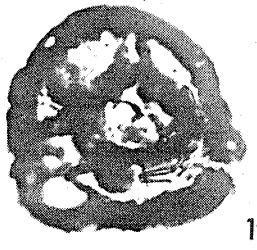

19

PLANCHE 9

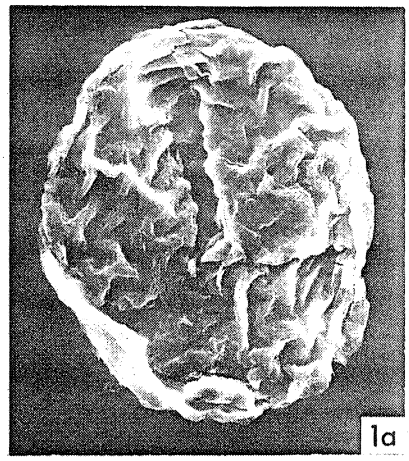
Fig . 1 a-c . 2 : *Clivosispora verrucata* Mc GREGOR *var. convoluta* Mc GREGOR & CAMFIELD; 1 . SAB 272 IGR
1 a . x 750 face proximale ; 1 b . x 750 meme individu en face distale ; 3 c . x 2000 detail de l'ornementation
2 ; x 750 SAB.272 IGR ( M.35 )

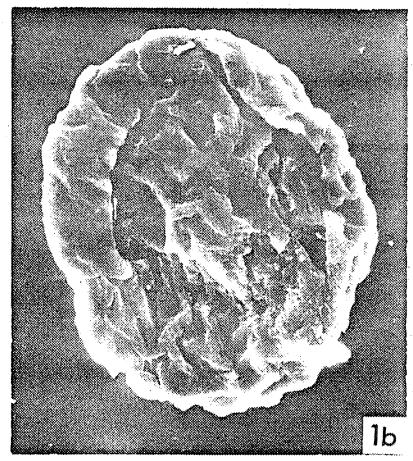
Fig . 3 a-b , 5 : *Spore zonale sp.* 3 . SAB.274 IGR
3 a x 750 , face proximale ; 3 b . x 2000 detail de l'ornementation proximale
5 . x 750 SAB.272 IGR

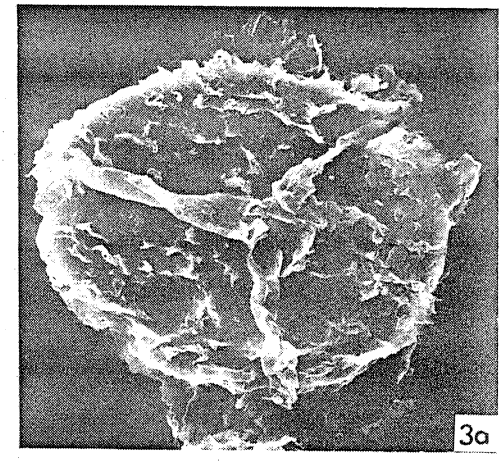
Fig . 4 : *Camptozonotriletes cf. aliquantus* ALLEN ; x 750 SAB.260 IGR ( Y.30.1 )

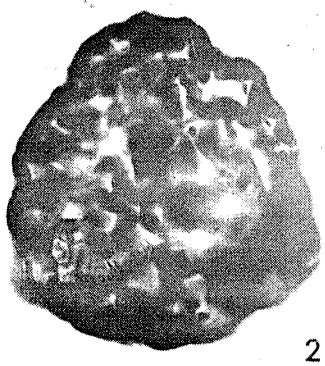
Fig ; 6 et 7 : *Cirratriradites sp.F* STREEL ; 6 . x 750 SAB.272 IGR ( W.32.4 )
7 . x 750 SAB.251.2 IGR ( H.40 )

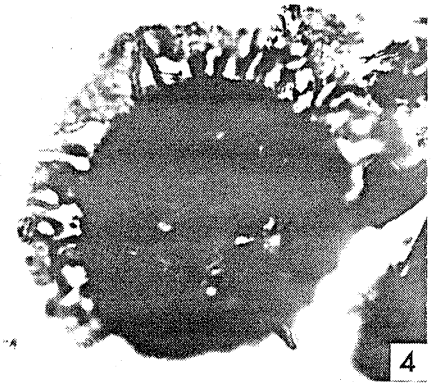
Fig . 8 a-b : *Auroraspora sp.*
8 . SAB.259 IGR ( N.42.2 )
8 a . x 1000 face proximale ; 8 b . x 2000 detail de l'ornementation proximale .

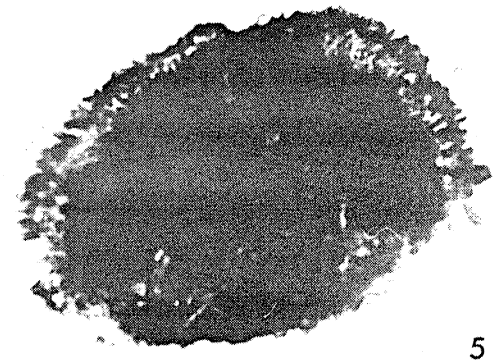

1a


1b

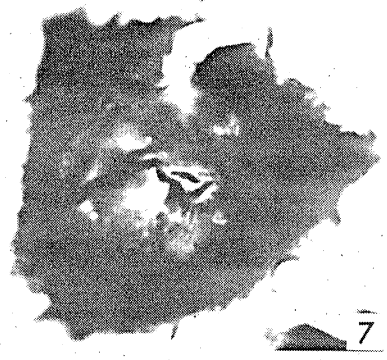

3a

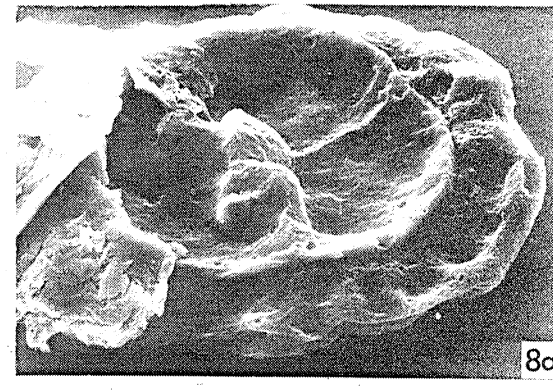

2

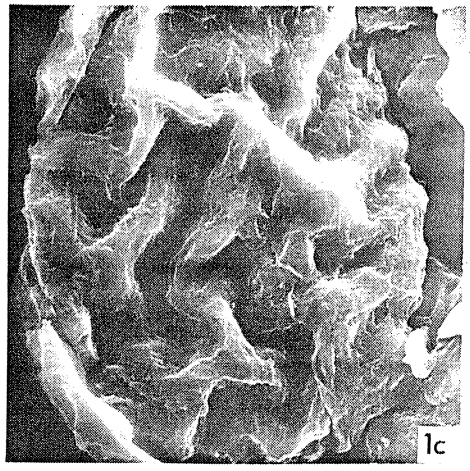

4

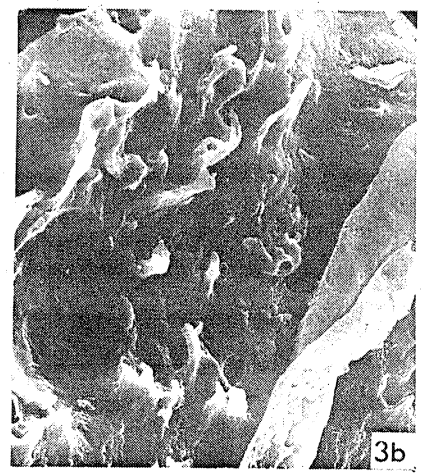

5

6


7


8a


1c


3b

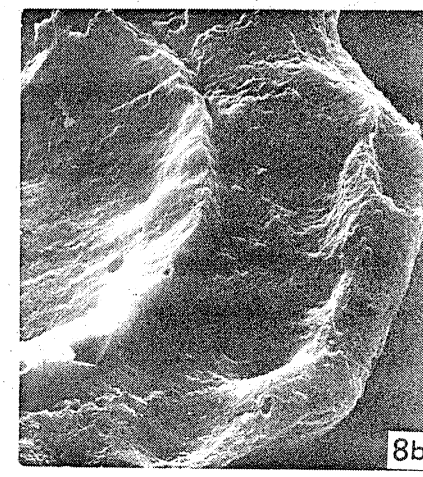

8b

PLANCHE 10

Fig . 1 : *Tetraletes variabilis* CRAMER ; x 1000 SAB.251.7 IGR ( U.27.2

Fig . 2 : *Tetraletes sp* ; x 1000 SAB.259 IGR ( G.48.2 )

Fig . 3 et 4 : *Tetraletes granulatus* CRAMER ; 3 . x 1000 SAB.251.7 IGR ( Q.47 )
4 . x 1000 SPE.7 IGR ( W.45/3 )

Fig . 5 a-b, 10 : *Dictyotidium polygonium* STAPLIN ; 5 . SAB.177 IGR ( ); 5 a . x 1000 , 5 b x 4000 detail .
10 . x 1000 SPE.7 IGR , cote de la coque montrant la fente de déhiscence

Fig . 6 , 8 a-b , 9 et 12 : *Dictyotidium legionis* CRAMER nov.comb
6 . x 1000 SAB.177 IGR ( O.30.1 )
8 . SAB.177.IGR ; 8 a x 1000 , 8 b x 2000 detail de la fente de déhiscence ; 9 . x 1000 SPE 7 IGR
12 . x 1000 SPE 7 IGR .

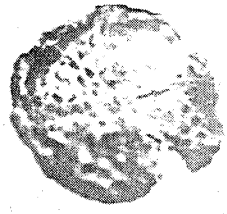
Fig . 7 a-b , 13 : *Dictyotidium sp* . ; 7 . SPE.7 IGR
7 a . x 1000 , 7 b x 2000 detail .
13 . x 1000 SPE.7 IGR

Fig . 11 : *Ovnia desertica* CRAMER DIEZ ; x 1000 SAB.262 IGR

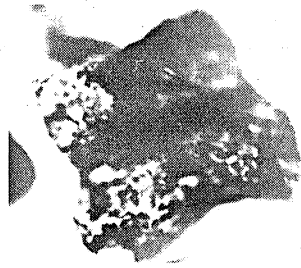
Fig . 14 a-b : *Pterosphaerula astrala* CRAMER ; SAB.274 IGR
14 a . x 1000 ; 14 b . x 2000 detail de la reticulation .

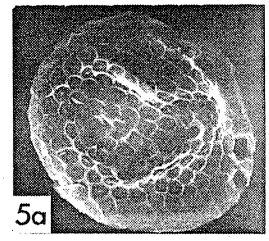
UNIVERSITE DE RENNES
BIBLIOTHEQUE
INSTITUT DE GEOLOGIE

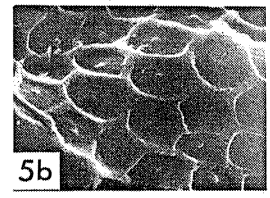
1


2

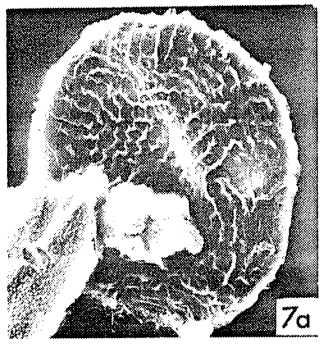
3

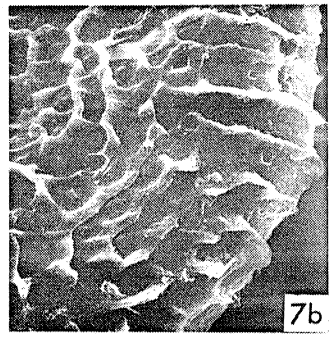

4

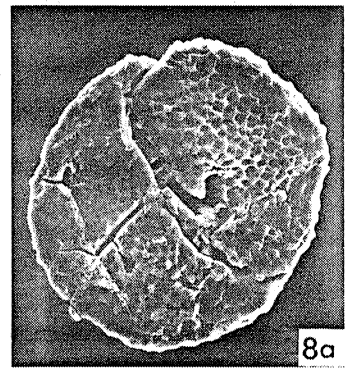

5a

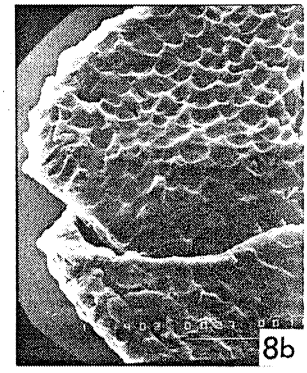

5b

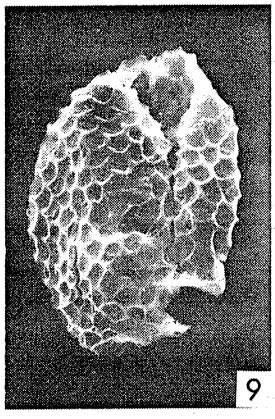
6

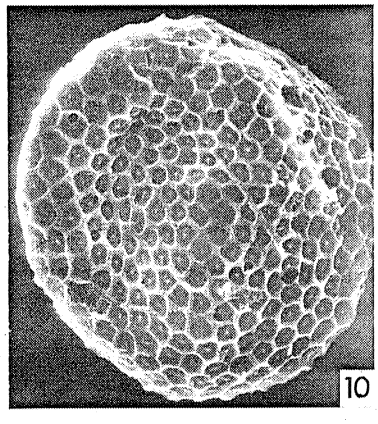

7a


7b

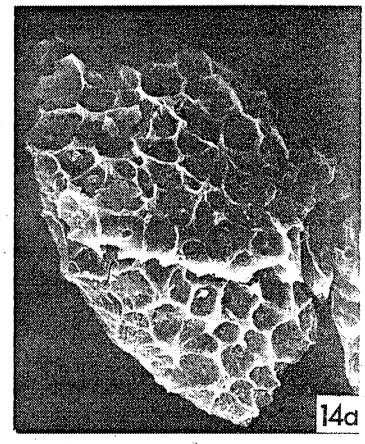

8a

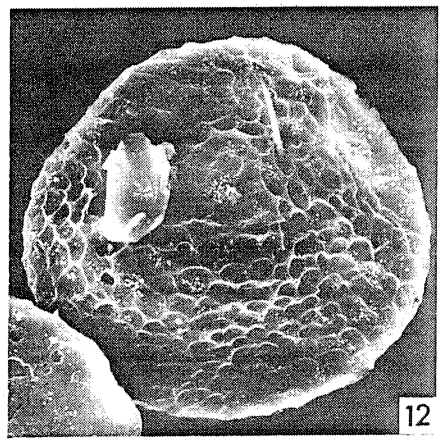

8b

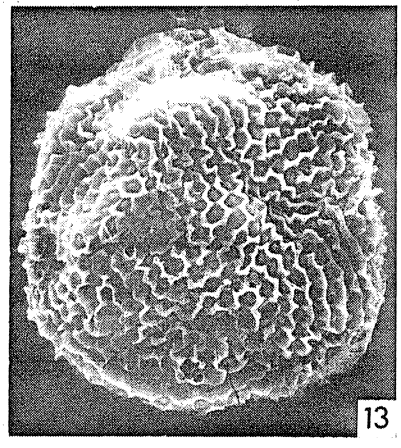

9

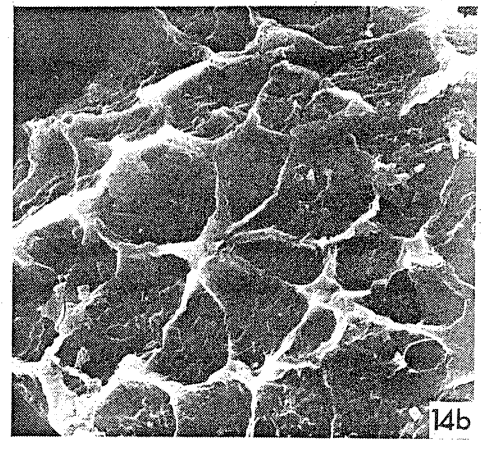

10

11


14a


12


13


14b