

MIOSPORES DU DEVONIEN MOYEN ET SUPERIEUR DE LA COUPE DE BERMEJO-LA ANGOSTURA (SUD-EST DE LA BOLIVIE)¹

par

Miguel PEREZ-LEYTON²

(3 figures, 1 tableau et 2 planches)

RESUME.- 97 miospores ont été identifiées dans un affleurement de roches du Dévonien moyen et supérieur le long de la route Cochabamba-Santa Cruz en Bolivie.

Les premières apparitions des espèces caractéristiques dans cette région gondwaniennne sont comparables à la séquence de première apparition connue sur le Continent des Vieux Grès Rouges. Le Famennien inférieur et moyen n'est pas représenté par des roches dans cette coupe et le Famennien supérieur montre des indices de phénomènes de remaniements.

ABSTRACT.- 97 miospores were identified in a section of Middle and Upper Devonian rocks along the road Cochabamba-Santa Cruz in Bolivia.

First occurrences of characteristic species in this gondwanan area are comparable to the sequence of first occurrences known in the Old Red Sandstone Continent. The Lower and Middle Famennian is not represented by rocks in this section and the Upper Famennian present evidence of reworking processus.

1.- INTRODUCTION

Le territoire bolivien est une région où on peut rencontrer des roches qui concernent toute l'échelle stratigraphique. Certaines coupes vont du Précambrien au Quaternaire. Le système Dévonien, est développé tant en épaisseur que latéralement avec des affleurements dans toutes les régions du pays. Les strates dévoniennes se présentent avec des épaisseurs qui peuvent atteindre 3.500m.

Les roches dévoniennes sont étudiées par l'YPFB (Yacimientos Petroliferos Fiscales Bolivianos), à cause de leur intérêt économique, car elles constituent les plus importantes roches-mères d'hydrocarbures dans la zone subandine du pays.

La coupe de Bermejo-La Angostura se situe dans la province morphostructurale de la Cordillère des Andes, subprovince subandine (Castanos & Rodrigo, 1978 et Suarez & Lopez, 1983). Géographiquement elle est située à 85km au SW de Santa Cruz de la Sierra sur la route Santa Cruz-Cochabamba (fig. 1) entre les coordonnées géographiques 63°30' et 63°45' de longitude W, et 18°05' et 18°15' de latitude S. Cette coupe contient du bas vers le haut des strates des Formations Huamampampa, Los Monos, Iquiri et Saipuru, toutes contenant des palynomorphes tels que

1. Manuscrit reçu en juillet 1990.

2. Services associés de Paléontologie de l'Université de Liège, 7, place du Vingt-Août, B-4000 Liège, Belgique.
Actuellement : Centro de Tecnologia Petrolera, Santa Cruz de la Sierra, Bolivie.

miospores, acritarches, chitinozoaires, des scolecodontes et des débris végétaux. En Bolivie manquent des études détaillées sur les groupes de fossiles qui permettent de contrôler l'âge des strates (notamment sur des conodontes). Les derniers travaux confirment la possibilité d'effectuer des corrélations au niveau intercontinental à l'aide des miospores, entre le Continent des Vieux Grès Rouges et le Continent Gondwana.

1.1.- CADRE GEOLOGIQUE

Beaucoup de travaux ont été effectués sur le Système Dévonien en Bolivie, surtout dans les régions de l'Altiplano et de la Cordillère Orientale du pays, où de nombreuses coupes exposent ces roches. Un aperçu de ces travaux est donné par Castanos & Rodrigo, 1978.

Une des dernières publications qui touche en partie le Dévonien bolivien, est celle de Isaacson & Sablock (1990) où on fait une tentative de reconstruction de la paléogéographie et de la paléobiogéographie des Andes Centrales au Dévonien. Sur la base de différentes synthèses récentes concernant la stratigraphie, la biostratigraphie, la tectonique et l'activité volcanique du Dévonien de la région, ces auteurs considèrent le bassin dévonien bolivien comme un bassin du type intracratonique avec une sédimentation calme.

Les sources d'apport de la séquence dévonienne proviendraient du Massif d'Arequipa, la Haute Punèno et probablement du Bouclier brésilien. Chacun de ces terrains ont des compositions sédimentaires différentes.

Pour ces auteurs, le maximum de la transgression dévonienne se situe au Dévonien moyen (Eifélien supérieur-Givétien), époque à laquelle les bassins occupèrent la quasi-totalité de l'actuel territoire bolivien. Au Dévonien tardif (Frasnien), l'orogénèse néodévonienne crée la discordance «Dévonien/Carbonifère inférieur», ce qui fait exposer des sédiments non marins. Des sédiments marins existaient dans la région Est du pays.

Du point de vue biostratigraphique, ces auteurs (et auparavant Ulrich, 1892; Koslowsky, 1923; Ahfeld & Branisa, 1960; Branisa, 1965; Wolfart & Voges, 1968; Suarez-Riglos, 1975; Isaacson, 1975 et 1977; et d'autres), ont étudié le contenu fossilifère des strates dévoniennes, en remarquant l'endémisme de la faune appelée Malvino-kaffric, du Dévonien inférieur (Emsien), «mélangée» avec un groupe faunistique appartenant à l'«Eastern America Realm» de l'Hémisphère Nord, probablement apporté par des courants chauds. Au Dévonien moyen la faune est moins diversifiée, et elle est surtout représentée pour les genres *Globithyris* et *Tropidoleptus*. On y cite aussi, sur la

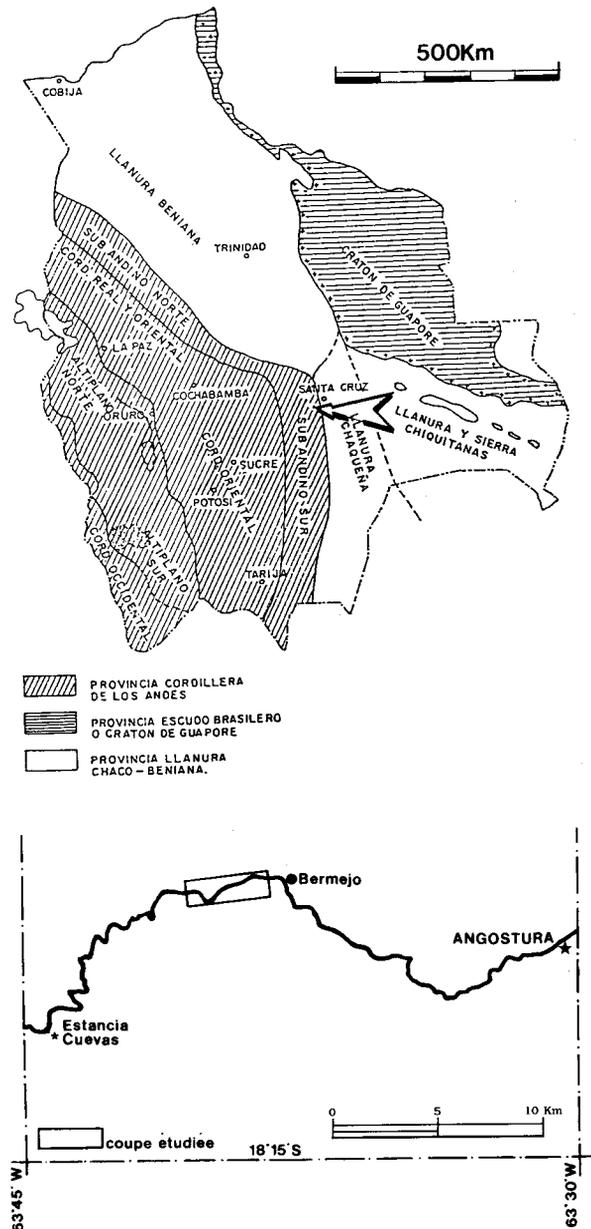


Fig. 1.- Provinces et subprovinces géologiques de Bolivie (Rodrigo & Castanos / Suarez & Lopez, 1983). Situation de la zone étudiée.

base de bivalbes et d'Hyolithes, une connexion probable entre la Bolivie, l'Amérique du Nord et la Bohème.

1.1.1.- L'aire autour de la route Cochabamba-Santa Cruz

Sur une partie de cette route, sont exposées une série de coupes stratigraphiques contenant des strates du Silurien (Formations Kirusillas, Tarabuco, Santa Rosa), du Dévonien (Formations Icla, Huamampampa, Los Monos, Iquiri, Saipuru),

du Carbonifère (Formations Tupambi, Tarija, Taiguati, Scarpment), du Crétacé (Formations Ichoa, Yantata, Cajones) et du Tertiaire (Formations Petaca, Yecua et Tariquia, ces deux derniers formant le groupe Chaco inférieur). Les traits structuraux majeurs répondent à un axe principal NNO-SSE, typique des mouvements Andins du Tertiaire.

Toutes les unités mentionnées auparavant appartiennent à différents cycles tectono-sédimentaires, dont celui qui nous intéresse est le Cycle Cordillérien.

1.1.2.- Le Cycle tectono-sédimentaire Cordillérien dans la zone d'étude

Les systèmes Silurien et Dévonien sont tous les deux compris entre deux phases de déformation majeures reconnues en Bolivie: la phase Ocloyica et la phase Eohercynienne (Suarez-Soruco & Lobo-Boneta, 1983). Entre ces deux phases se situe le Cycle Cordillérien. Ce cycle est caractérisé par le dépôt de puissantes épaisseurs de sédiments de plateforme marine, principalement pelites et grès, dans un régime relativement calme.

Les strates du Cycle Cordillérien sur la route Cochabamba-Santa Cruz peuvent se grouper en trois grandes mégaséquences (Sempere, 1989, com. pers., fig. 2). Dans la présente étude, on les nomme arbitrairement les mégaséquences A, B et C, chacune d'entre elle atteignant ± 1.000 m d'épaisseur. Chaque mégaséquence est caractérisée par un enfoncement initial du bassin en subsidence saccadée, suivi d'une lente et progressive régression. Un nouvel enfoncement du bassin marque l'amorce de la mégaséquence suivante.

La mégaséquence A est constituée par les Formations Kirusillas, Tarabuco et Santa Rosa, d'âge Silurien (Wenlockien-Ludlovien) pour les deux premières mais incertain en ce qui concerne la Formation Santa Rosa. Cette formation est attribuée au Silurien par certains auteurs (Isaacson, 1977) et au Dévonien basal par d'autres (Davila & Rodriguez, 1968; McGregor, 1984, etc).

La mégaséquence A, dont la base n'est pas exposée, montre un schéma clair de granocroissance à partir des lutites de la Formation Kirusillas, suivi d'une alternance lutites-grès de la Formation Tarabuco et se terminant par un faciès franchement gréseux de la Formation Santa Rosa.

Le tout suggère une lente régression de faciès dits «distaux» vers des faciès «proximaux» sur la plateforme.

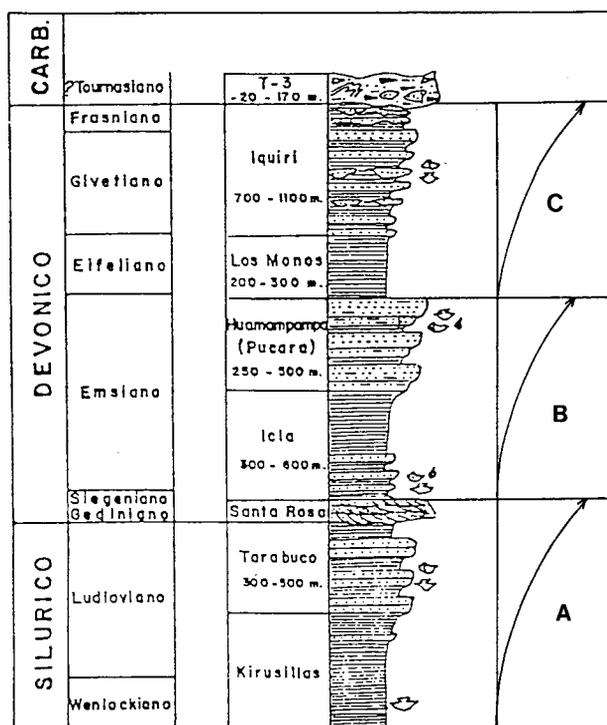


Fig. 2.- Les mégaséquences A, B, C, sur une partie de la coupe stratigraphique généralisée de l'Y.P.F.B. sur la route Cochabamba-Santa Cruz.

La mégaséquence B est représentée par les Formations Icla et Huamampampa, toutes les deux du Dévonien inférieur (Praguien-Emsien). On discute encore sur l'âge de ces formations (voir McGregor, 1984, fig. 2; Isaacson, 1977a, text.-fig. 4; Lobo *et al.*, in Rodrigo & Castanos, 1978; cadre V-2, etc.). En général, le modèle est semblable à celui de la mégaséquence A, avec un schéma de granocroissance interrompu abruptement par une surface de discontinuité.

L'avènement d'une nouvelle saccade de subsidence marque l'amorce de la mégaséquence C, représentée par les Formations Los Monos et Iquiri, qui montre des caractéristiques similaires aux mégaséquences évoquées auparavant.

1.1.3.- La coupe de Bermejo-La Angostura

La coupe de Bermejo, appelée ici Bermejo-La Angostura pour éviter d'éventuelles confusions d'homonymie avec une localité située à l'extrême sud de Bolivie, se situe sur la bordure de la route Cochabamba-Santa Cruz. Dans cette coupe (fig. 3) sont exposés l'extrême sommet de la mégaséquence «B», correspondant au sommet de la Formation Huamampampa, et la mégaséquence

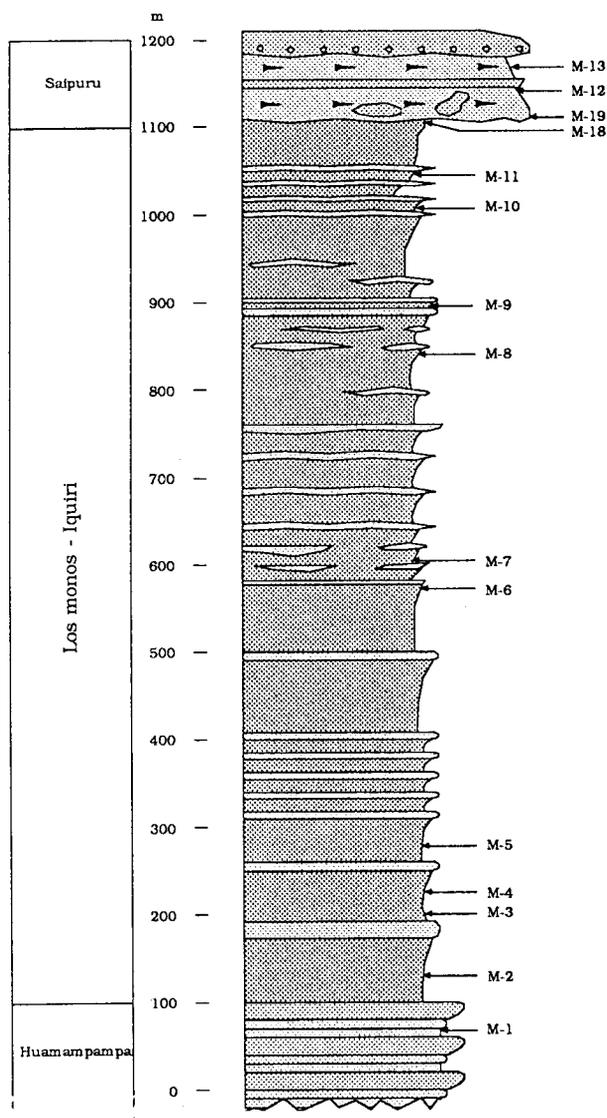


Fig. 3.- Coupe de Bermejo-La Angostura et distribution des échantillons (d'après Oller 1987 modifiée de Toledo 1986, inédit)

«C», laquelle est coupée de manière discordante par la Formation Saipuru. Cette dernière est appelée aussi Formation Itacua, T-3 ou Violaceo, selon les régions où elle est étudiée (Suarez-Soruco, Lopez-Pugliesi, 1983).

Dans la région étudiée, le sommet de la Formation Huamampampa est constituée par des grès fins bien stratifiés, avec de rares niveaux pélitiques. Tout l'ensemble montre une couleur gris-clair.

Les Formations Los Monos et Iquiri sont composées d'alternances de pélites et de grès fins, bien stratifiés, toutes de couleur gris-foncé. Vers la partie supérieure de cet ensemble, on trouve des bancs lenticulaires (chenaux) avec des stratifica-

tions entrecroisées. On ne peut pas observer une limite entre ces deux unités, donc on les considère comme un ensemble en continuité, avec une épaisseur approximative de 1000m.

La base de la Formation Saipuru marque une nette rupture dans l'édifice sédimentaire. La discontinuité existant entre cette Formation et la Formation sous-jacente a un caractère de discordance dans toute la région subandine de Bolivie. La Formation Saipuru est composée de diamictites de couleur gris-noir et violet. Elle a une épaisseur approximative de 80m dans la coupe étudiée, et elle marquerait l'amorce d'une sédimentation turbiditique et de resédimentation avec influence glaciaire (Sempere, 1989, com. pers.). Cette formation marque la toute dernière unité du Cycle Cordillérien.

1.2.- PALYNOLOGIE DU DEVONIEN MOYEN ET SUPERIEUR AU S.E. DE LA BOLIVIE: ETUDES ANTERIEURES

Le potentiel économique de la Subprovince Subandine de Bolivie du point de vue des hydrocarbures, fait que pas mal de sociétés pétrolières se sont installées dans le passé dans la région pour la prospection et l'exploration de ces ressources naturelles. Ce sont ces sociétés pétrolières qui ont introduit la palynologie comme aide précieuse à la stratigraphie. Malheureusement, les études et les rapports qui ont été réalisés, n'ont pas été publiés et ils sont gardés dans les archives de ces sociétés, dont beaucoup d'entre elles ont quitté la Bolivie.

C'est Lobo-Boneta, palynologiste de la Société Nationale du Pétrole de Bolivie, qui a fait le premier, une publication sur les palynomorphes de la région, en 1975. Dans ce travail, on traite de la distribution des palynomorphes du Dévonien supérieur-Carbonifère inférieur dans la Subprovince Subandine (Sud de Bolivie), en attribuant un âge Givétien-Frasnien à la Formation Iquiri, et un âge Tournaisien-Viséen à la Formation Itacua (T-3), postérieurement dénommée formellement Formation Saipuru.

En 1983, Suarez-Soruco & Lobo-Boneta publient une carte géologique élaborée à partir d'information palynologique où sont énoncées sept palynozones qui apparaissent de l'Emsien jusqu'au Viséen. On y cite la Formation Saipuru en lui attribuant un âge qui comprend les Famennien, Strunien, Tournaisien, et ?Viséen (Palynozones *Retispora lepidophyta* et *Verrucosisporites* sp. 85 - *Reticulatisporites magnidictyus*, correspondants aux étages locaux Camiriano supérieur et Izozogiano, respectivement).

En 1984, McGregor publie les résultats de ses études effectuées sur les strates du Silurien

supérieur-Dévonien moyen (Formations Tarabuco, Santa Rosa, Icla et Huamampampa), dans les coupes de Pte. Pacheco et Laurani. Dans ce travail sont publiées pour la première fois, des descriptions systématiques des spores de Bolivie. McGregor souligne aussi les similitudes existant entre les assemblages palynologiques et les successions de morphotypes de spores, entre les Hémisphères Nord et Sud, pour cette époque.

1.2.1.- Echantillonnage et techniques de laboratoire

La position stratigraphique des échantillons est indiquée sur la fig. 3. Les échantillons ont été préparés aux laboratoires du Centro de Tecnologia Petrolera (C.T.P.) à Santa Cruz de la Sierra, selon la technique habituelle standard y utilisée : attaque à l'acide fluorhydrique concentré, puis à l'acide chlorhydrique à 10%. Pour maintenir les particules séparées, on utilise le produit dispersant DARVAN. La séparation de la fraction minérale de la fraction organique est faite en utilisant du Cl_2Zn . Le montage des lames a été fait avec du Beaume de Canada comme milieu de montage, et avec une simple gomme arabique comme colle.

1.2.2.- Constitution des assemblages

Les miospores sont les éléments dominants dans presque toutes les préparations, leur abondance et leur état de conservation étant remarquables. Les acritarches, bien qu'ils soient présents dans quelques échantillons avec une quantité et un état de conservation variable, ne présentent pas la même qualité que celle des spores. On a trouvé aussi quelques restes de chitinozoaires et de scolecodontes en proportion très réduite.

Le problème des remaniements sera abordé avec plus d'attention dans un paragraphe à part. C'est un phénomène qui se présente de manière très sensible dans les échantillons de la Formation Saipuru (Strunien) dans laquelle on trouve des éléments de signification stratigraphique plus ancienne en mélange avec des formes dites autochtones. Ce fait amène une série d'interrogations en ce qui concerne l'évolution de certains taxa et leur intervalle de répartition.

2.- BIOSTRATIGRAPHIE BASEE SUR LES MIOSPORES

Le tableau 1 montre la distribution stratigraphique des miospores sélectionnées dans cette étude. La majeure partie des formes lisses ou apiculées, et différentes formes verruqueuses et murornées ne sont pas mentionnées. On considère leur utilité en stratigraphie, peu

significative en fonction du manque de rigueur dans leur définition et de la distribution stratigraphique trop longue qui en résulte.

Les corrélations des spores de Bermejo-La Angostura avec celles des zonations de référence (Richardson & McGregor, 1986 et Strel *et al.*, 1987) sont faites en déterminant des niveaux ou horizons repères correspondants aux premières apparitions et/ou à la présence d'un «event» morphologique majeur dans les spores les plus caractéristiques de l'«Old Red Sandstone Continent». La précision de ces corrélations, étant subordonnée à la densité de l'échantillonnage (15 échantillons/1100 m) est plutôt faible. Cependant, d'une manière générale, on a pu reconnaître la plupart des spores caractéristiques et la succession des «event» morphologiques majeurs des zonations de référence. L'analyse palynologique a été faite du bas (M-1) vers le haut (M-13) (fig. 3).

M-1, 2, 3.- Les échantillons M-1 (sommet de la Formation d'Huamampampa), M-2 et M-3 (partie inférieure de la Formation de Los Monos), contiennent peu de spores, mal conservées, parmi lesquelles ressortent *Samarisporites* sp. 1, *Dibolisporites echinaceus* et *Verruciretusispora ornata*.

Age de M-1, 2, 3.- La pauvreté des formes et le caractère peu ou pas significatif de ces formes dans le contexte biostratigraphique, font que l'attribution d'âge est effectuée par rapport à l'ensemble sus-jacent. Elle serait donc plus ancienne ou de même âge que la zone d'Oppel AP (*apiculatus-proteus*) (= zone d'assemblage *douglstownense-eurypterota*), avec une assignation chronostratigraphique Emsien supérieur ou transition Emsien/Eifelien: McGregor (1984), dans la coupe de Laurani (à peu près à 230 km au SW de Bermejo-La Angostura), situe l'entrée de *Acinosporites acanthomammillatus* dans la partie supérieure de la Formation Icla (sous-jacent à la Formation Huamampampa). Il trouve aussi *Lophotriletes devonicus* dans les mêmes niveaux, et suggère un âge Eifelien inférieur pour la Formation Huamampampa. Lobo *et al.*, 1976 (*in* Castanos & Rodrigo, 1976, pg. 90, table V-2) attribue un âge plus ancien qu'Eifelien inférieur à la Formation Huamampampa, contenant les palynozones *Emphanisporites annulatus* pour sa partie inférieure, et une partie de la palynozone *Hymenozonotriletes pseudoreticulatus* pour sa partie supérieure. En 1983, Lobo *in* Suarez-Soruco & Lobo-Boneta, assigne un âge Emsien-Eifelien inférieur à la zone *Hymenozonotriletes pseudoreticulatus*.

M-4.- Les premières apparitions notables dans la séquence sont celles signalées à l'échantillon M-4. A ce niveau, on rencontre pour

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-18	M-19	M-12	M-13
1	•		•	•	•										
2		•													
3	•	•	•	•	•	•									
4		•													
5		•													
6															
7								•							
8															•
9									•		•			•	•
10															•
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18							•								
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															

comparaison avec les zones de STREEL <i>et al.</i> 1987	? Pro-Nei-Vel AP	Mac AD	Lem	TA	BJ	?BM	(IV)	Fle	LE
comparaison avec les zones de RICHARDSON & Mc GREGOR 1986	? douglastownense- crypterota	velatus- langii	devonicus- naumovi	aurora rognificus	apivus triquetus	ovalis-bulliferus/ torquata-gracilis	flexuosa cornuta	pusillites- lepidophyta	

la première fois des exemplaires de *Acinosporites macrospinosus*, *Grandispora velata*, *Grandispora protea* et *Rhabdosporites parvulus*. *Acinosporites* est la plus jeune de ces spores.

Il est évident qu'à ce niveau on a dépassé déjà l'«event» correspondant à la nette augmentation de taille des spores, reconnue à l'Emsien supérieur dans l'O.R.S.

Age de M-4.- On place l'échantillon M-4 tout près de la base de la zone d'Oppel AD, zone d'intervalle Mac, qui correspond bien à la partie sommitale de la zone d'assemblage *velatus-langii*. Age chronostratigraphique : Eifelien moyen à supérieur. Les spores qui ont fait leur apparition dans l'intervalle entre M-3 et M-4 sont assignées à la zone d'Oppel AP, zones d'intervalle Pro ou Vel, correspondant à la partie supérieure de la zone d'Assemblage *douglastownense-euryptero*, et partie inférieure et moyenne de *velatus-langii*, de l'Eifelien inférieur et moyen.

M-5.- L'échantillon M-5 marque l'apparition d'*Acinosporites acanthomammillatus* joint à *Grandispora riegelii* et *Samarisporites eximius*. Dans ce niveau, on remarque la prolifération des grandes spores zonate-pseudosaccate (*Grandispora*, *Samarisporites*). On observe aussi une notable amélioration dans l'état de conservation et de diversification des formes présentes.

M-6.- L'échantillon M-6 montre une composition assez similaire à celle de M-5. Elle a pourtant quelques caractères particuliers, tel que l'apparition de certaines espèces comme *Verrucosisorites scurrus*, *Cymbosporites catillus* et *Archaeozonotriletes* sp. 1, et une diversification de formes murornate (*Convolutispora* ssp.) et patinate (*Archaeozonotriletes* ssp., *Cymbosporites* ssp.).

Age de M-5, 6.- L'ensemble des échantillons M-5 et M-6 est situé dans la zone d'Oppel AD *prelemurata* et son équivalent approximatif, la zone d'assemblage *devonicus-naumovi*, d'âge Eifelien supérieur.

M-7.- A l'échantillon M-7 apparaît *Geminospora lemurata*. Il s'agit d'un niveau contenant très peu de spores, et pas beaucoup d'acritarches. Dans la présente étude on accepte *Geminospora lemurata* dans le sens donné par Playford, 1983. On remarque que cette espèce a été retrouvée systématiquement dans toutes les lames à partir de M-7, quoique, dans les trois derniers échantillons (M-19, M-12 et M-13), il s'agirait de matériel recyclé. On signale aussi la disparition à M-7 de *Verruciretusispora ornata* et *Grandispora velata*.

Age de M-7.- On attribue cet échantillon à la zone d'Oppel AD, zone d'intervalle lem, correspondant à la partie inférieure de la zone d'assemblage *lemurata-magnificus* située aux alentours de la limite Eifelien/Givetien. Dans la zonation sur base de conodontes selon House (1989), cette limite reste à fixer entre la base de la zone à *ensensis* et la base de la zone à *varcus*. Loboziak, Streeel & Weddige (1989) considèrent un âge chronostratigraphique légèrement plus ancien pour l'apparition de *Geminospora lemurata*, soit Eifelien supérieur.

M-8.- L'échantillon M-8 montre un assemblage de spores avec un excellent état de conservation. On remarque la prolifération de formes verruqueuses et patinates (*Verrucosisorites premnus*, *Verrucosisorites scurrus*, *Archaeozonotriletes variabilis*, *Chelinospora timanica*, etc.), associée au groupe toujours nombreux des grandes spores zonate-pseudosaccate.

Le groupe des spores à appendices en forme d'ancre (*Ancyrospora*, *Hystricosporites*), bien connu dès l'Emsien supérieur dans l'Hémisphère Nord, fait son apparition avec un certain retard dans la coupe étudiée. Les premiers exemplaires d'*Ancyrospora ampulla* et *A. langii* ont été observés dans l'échantillon M-8.

Age de M-8.- Cet échantillon peut être daté par l'apparition de *Samarisporites triangulatus*, un marqueur utile pour cette période (Allen, 1982). Cependant, il existe un petit désaccord dans l'attribution de l'âge précis pour la première apparition de cette espèce dans les zonations de référence. Ainsi, dans la zone d'Oppel TA, on suggère un âge Givetien moyen, et dans la zone d'assemblage *optivus-triangulatus* on considère un âge Givetien supérieur.

M-9.- Dans l'échantillon M-9, on remarque toujours de nombreuses formes verruqueuses et patinates, mais un léger déclin des formes zonate-pseudosaccate. A ce niveau se produit l'apparition de *Verrucosisorites bulliferus*. On signale aussi la présence pour la première fois, de *Chelinospora concinna*, *C. ligurata* et *Convolutispora disparillis*.

Age de M-9.- Cet échantillon peut être daté par l'apparition de *Verrucosisorites bulliferus*. Cette apparition marque la zone d'Oppel NJ, correspondant bien à la base de la zone d'assemblage *ovalis-bulliferus*. Chronostratigraphiquement, la base de ces zones est placée un tout petit peu au dessus de la base du Frasnien (zone à conodonts *asymmetricus* inférieur et moyen selon Loboziak & Streeel (1988), et *asymmetricus* moyen selon Richardson & McGregor (1986)).

M-10.- A l'échantillon M-10, font leur apparition, différentes formes comme *Rugospora bricei*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora hyalina*, *Grandispora tomentosa*, *Samarisporites* sp. E Streeel & Loboziak, 1987, *Verruciretusispora famennensis*, etc.). De nombreux taxa présents dans les échantillons antérieurs sont encore présents (*Geminospora* spp., *Chelinospora* spp., *Verrucosporites premnus*, *Archaeozonotriletes variabilis*, etc.), alors que d'autres ont disparus (*Grandispora riegellii*, *Samarisporites triangulatus*, *Ancyrospora ampulla*, etc.).

M-11 et M-18.- Les échantillons M-11 et M-18 appartiennent au même ensemble car ils possèdent les mêmes caractéristiques avec de légères variantes comme l'avènement des spores à épines multifurquées (*Acyrospora furcula*), une grande prolifération de différents types d'*Hystricosporites* spp., et un déclin encore plus marqué, voire l'extinction des spores zonate-pseudosaccate. On remarque, à ces niveaux, l'augmentation du degré du régionalisme de la microflore, tout en conservant beaucoup d'éléments communs avec le Continent des Vieux Grès Rouges. Notamment il faut signaler l'apparition de certaines espèces dites «locales» comme *Stenozonotriletes* sp. 1 et sp. 2, *Verrucosporites* sp. 1, etc. Toutes ont une distribution régulière dans les lames et sont laissées en nomenclature ouverte.

Age de M-10 et M-18.- On peut considérer que cet ensemble est très semblable à celui signalé par Loboziak *et al.*, 1988, au Brésil et attribué à la zone «phase» IV du Frasnien supérieur. La correspondance avec la zonation de Richardson & McGregor (1986) reste difficile, étant donné l'incertitude existante dans la définition de limite des zones d'assemblages *ovalis-bulliferus/torquata-gracilis*, ajouté au régionalisme mentionné auparavant.

M-19.- L'échantillon M-19 montre des caractéristiques très particulières. On observe la disparition d'un grand nombre de taxa: *Ancyrospora furcata*, *Archaeozonotriletes variabilis*, *Stenozonotriletes* sp. 1 et 2, *Hystricosporites* spp., *Verrucosporites bulliferus*, etc. Quelques espèces qui ont disparu dans les échantillons précédents font leur réapparition probablement comme formes remaniées (*Samarisporites triangulatus*, *Grandispora velata*, *Samarisporites eximius*, etc. Voir paragraphe Remaniements). Parmi les spores qui font leur première apparition à ce niveau, on signale *Rugospora radiata* (Kedo) Byvscheva 1985, syn.: *R. flexuosa* (Juschko) Streeel in Becker *et al.* 1974, *Retusotriletes planus*, *Knoxisporites* sp. 1 et *Cristatisporites* sp. 1. En général, le pourcentage des spores est très faible

par rapport aux acritarches qui dominent l'assemblage (notamment *Umbellasphaeridium saharicum*). Peu d'éléments de corrélation avec les zonations de référence ont été observés. Ainsi, on n'observe pas les spores caractéristiques du Famennien de l'aire type de l'Ardenne comme *Grandispora gracilis*, *G. famennensis*, *G. microseta*, *G. echinata*, *Diducites* spp., *Retusotriletes phillipsii*, et. (Becker *et al.*, 1974). D'autre part, on observe une notable abondance de *Verruciretusispora famennensis*.

Attar, Fournier *et al.*, 1980, dans le bassin d'Illizi, Algérie, citent dans leur Palynozone I, une grande richesse de formes du type *Verruciretusispora*, entre autres. Cependant, l'attribution générique de ces formes est ici acceptée avec quelque réticence. Parmi le microplancton, ces auteurs citent un assemblage assez similaire à celui de l'échantillon M-19, et attribuent un âge Famennien à leur Palynozone I.

Age de M-19.- La présence de *Rugospora radiata* et l'absence de *Retispora lepidophyta* permettent l'attribution d'un âge à cet échantillon. *Rugospora radiata* apparaît à la base de la zone d'Oppel VCo, zone d'Interval Fle, correspondant à la base de la zone d'assemblage *flexuosa-cornuta*. Chronostratigraphiquement, ces niveaux correspondent au Famennien supérieur, chronozone Fa2c du Famennien type de Belgique dans sa coupe de référence.

M-12 - M-13.- L'ensemble des échantillons M-12 et M-13, tous les deux de la Formation Saipuru, montre une grande variété et une grande richesse d'éléments. A ces niveaux se produit l'apparition de nombreux taxa tels que *Retispora lepidophyta*, *Dictyotriletes frimbriatus*, *Raistrickia spathulata*, *Knoxisporites literatus*, *Tumulispora rarituberculata*, *Cyrtospora cristifer*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Colatisporites decorus*, *Retusotriletes incohatus*, *Gorgonispora* sp., *Vallatisporites verrucosus*, *Cristatisporites echinatus*, *Grandispora cornuta*, *Spelaeotriletes* sp. etc. On observe aussi certains types particuliers de *Cristatisporites* ssp., *Dictyotriletes* sp. et *Vallatisporites* ssp. qui, joints aux espèces citées, forment un assemblage nouveau montrant une rénovation totale de la microflore. Sont présents aussi, un groupe d'espèces remaniées du Dévonien moyen, à savoir: *Rhabdosporites parvulus*, *Grandispora velata*, *Samarisporites eximius*, *Geminospora lemurata*, *Samarisporites triangulatus*, etc.

Age de M-12 - M-13.- On place les échantillons M-12 et M-13 dans la zone d'Intervalle LE correspondant à la partie la plus supérieure de la

zone d'assemblage *pusillites-lepidophyta* (zone à conodontes *praesulcata* inférieur à moyen, Higgs & Streel, 1984). Chronostratigraphiquement, ces zones correspondent à la partie la plus élevée du Strunien. L'emplacement de ces niveaux à la zone d'intervalle LE, a été fait sur la base de la coexistence de *Retispora lepidophyta* et *Hymenozonotriletes explanatus*, et l'absence de *Verrucosisporites nitidus*, qui caractérise la zone suivante. Un âge encore plus jeune (Tournaisien-Viséen) est rejeté par l'absence de marqueurs typiques de cet âge comme *Umbonatisporites* ssp., *Spelaeotriletes balteatus*, *Aratrisporites saharaensis*, *Spelaeotriletes pretiosus*, etc. Quant à *Vallatisporites* ssp., il existe dans la littérature beaucoup d'opinions contestables à son égard. Dans la présente étude, on préfère attendre une clarification nomenclaturelle et stratigraphique à ce sujet.

On observe que la faible présence des miospores et le régionalisme floral mis en évidence à l'échantillon M-19 (Famennien Supérieur), contraste avec l'abondance et l'uniformité florales des échantillons M-12 et M-13 (Strunien). Ce fait a été signalé par Streel, 1986, qui suggère qu'une certaine homogénéité des conditions écologiques au Strunien prévalaient autour du monde. Suarez-Soruco & Lobo-Boneta, 1983, reconnaissent dans la Formation Saipuru, non seulement la zone à *Retispora lepidophyta*, mais aussi deux autres zones :

I) Zone *Reticulatisporites maglorei*, d'âge ? Tournaisien, avec une association et une position stratigraphique en cours d'élaboration à la date de la publication, et

II) Zone *Verrucosisporites* sp. 85-*Reticulatisporites magnidictyus* d'âge ? Viséen.

Il faut remarquer que *Reticulatisporites maglorei* Daemon 1974, est très probablement synonyme de *Dictyotriletes frimbriatus* (Winslow) Kaiser 1970. Cet espèce a été citée dans de nombreux travaux comme une forme d'âge Famennien Supérieur-Strunien-Tournaisien (McGregor 1970, Canada; Combaz & Streel 1970, France; Massa & Moreau-Benoît 1976, Libye; Moreau-Benoît 1979, Libye; Attar *et al.* 1980, Algérie; Massa *et al.* 1980, Libye; Coquel & Moreau-Benoît 1986, Libye; Higgs *et al.* 1988, Irlande, etc.). La zone *Verrucosisporites* sp. 85-*Reticulatisporites magnidictyus* n'a pas été reconnue dans la coupe Bermejo-La Angostura.

3.- REMANIEMENTS

Dans le tableau I on peut remarquer que dans la population des échantillons M-19, M-12 et M-13 de la Formation Saipuru d'âge Famennien

supérieur et Strunien, il y a «mélange» de formes autochtones avec des formes d'origine plus ancienne. Ainsi, on y trouve des espèces comme *Grandispora protea*, *G. velata*, *Rhabdosporites parvulus* et *Samarisporites eximius*, typiques de l'Eifelien-Givétien. L'espèce *Samarisporites triangulatus*, qui a une répartition stratigraphique qui va du Givétien moyen ou supérieur jusqu'au Frasnien moyen dans l'Hémisphère Nord (Allen, 1982), est observée dans la coupe étudiée aux échantillons M-8 et M-9; elle est absente entre M-10 et M-11 et on la retrouve dans M-18, M-19, M-12 et M-13, probablement comme une forme remaniée, dans les trois derniers échantillons.

Un cas très particulier se pose avec la présence isolée, en M-13, mais dans un état de conservation remarquable de l'espèce *Craspedispora paranaensis* Loboziak *et al.* 1988. Cette espèce a une répartition stratigraphique assez restreinte au Brésil (Givétien inférieur-Givétien moyen), au dessous du niveau d'apparition de *Samarisporites triangulatus*. Elle n'a pas été trouvée *in situ* dans la coupe de Bermejo-La Angostura. Dans la figure de localisation des échantillons, on remarque qu'il existe un intervalle stratigraphique assez grand non échantillonné, entre M-7 et M-8 qui peut-être correspond à l'intervalle de distribution de cette spore lorsqu'elle n'est pas remaniée; ce fait reste à prouver.

Un autre cas particulier est représenté par l'espèce *Geminispora lemurata* qui a une distribution Givétien (inférieur-moyen)/Frasnien tardif (ou Famennien précoce) selon Playford, 1983. Dans la coupe étudiée, cette espèce apparaît à l'échantillon M-7, et puis elle est retrouvée dans toutes les lames subséquentes jusqu'à M-13, sans interruption. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la coupe montre une succession continue depuis l'Emsien supérieur jusqu'au Frasnien supérieur tandis qu'une discordance efface le Famennien inférieur et moyen (là où on devrait avoir l'éventuelle disparition de *Geminispora lemurata*). Ensuite la succession Famennien supérieur jusqu'au Strunien montre des signes de remaniements.

Le genre *Emphanisporites* McGregor 1961, est représenté par différentes espèces trouvées dans toutes les lames avec des pourcentages variables. Clayton *et al.* 1977 abordent le problème de présence d'*Emphanisporites* dans des couches famenniennes-tournaisiennes en Irlande du Sud, alors que cette forme était considérée comme typiquement siluro-dévonienne. Ces auteurs arrivent à la conclusion qu'il est improbable que toutes les occurrences irlandaises de cette espèce soient le produit de remaniements et qu'*Emphanisporites* spp. ne doit pas être considéré comme une forme ayant une valeur stratigraphique restreinte aux systèmes Silurien et Dévonien.

Dans la coupe étudiée ici, ils sont retrouvés dès l'Emsien jusqu'au Strunien (où l'échantillonnage s'arrête), mais il est difficile de leur donner une certaine valeur stratigraphique puisque le phénomène des remaniements est observé chez d'autres formes aussi.

Du point de vue lithologique, la Formation Saipuru est constituée essentiellement de diamicrites, avec une stratification en partie chaotique, et en partie bien définie; elle présente des figures sédimentaires que suggèrent l'existence de glissements; on est en présence d'une unité sédimentaire avec influences glaciaires. Ceci explique peut-être un remaniement des miospores.

Streel 1986, dans son analyse de l'«Upper Famennian-Strunian event stratigraphy» considèrerait les spores du Dévonien moyen et du Frasnien cités dans les strates du Famennien supérieur-Strunien d'Afrique du Nord et d'Amérique du Sud (McMahon basin, Illizi & Rhadames basins, Amazonas & Parnaiba basins), comme des formes remaniées. Parallèlement, cet auteur a observé que les miospores sont très peu connues au Famennien inférieur et moyen de ces bassins (notamment ceux d'Amérique du Sud) où il suggère une lacune sédimentaire durant la majeure partie du Famennien, avec le maximum de glaciation à cette période (et au Tournaisien), suivi par des «phases interglaciaires» avec des conditions périglaciaires qui permettent la sédimentation et un couvert végétal durant le Strunien (et Viséen).

Cette interprétation convient bien à nos observations. La «phase interglaciaire» du Famennien supérieur-Strunien a pu être liée à un phénomène d'enfoncement brutal du bassin, suggéré par les figures sédimentaires de la base de la Formation Saipuru et par le grand pourcentage, voire la domination totale des assemblages palynologiques par les acritarches.

Evidemment, il ne s'agit ici que d'une coupe isolée. On n'a pas d'information sur les régions adjacentes et on ne peut rien dire sur les caractéristiques du phénomène des remaniements, notamment sur les aires-sources et le sens des apports.

4.- SYSTEMATIQUE

Seuls les taxa qui n'ont pas été identifiés avec ceux de la littérature disponible et laissés, pour cette raison, en position systématique ouverte en attendant un approfondissement de leur étude, sont décrits.

Les lames seront conservées dans la palynothèque du Centro de Tecnologia Petrolera, à Santa Cruz de la Sierra, Bolivie.

Les coordonnées correspondent à une grille England Finder.

Ancyrospora sp.1. (non illustrée)

Dimensions

102(139)160 μ ; corps central: 56(64)70 μ ; ornementation: 15(25)37 μ de hauteur, 12(15)20 μ de base.

Remarques

Cette forme est très similaire en construction à *Ancyrospora langii*, avec une distribution de tailles plus grandes.

Ancyrospora sp.2. (non illustrée)

Dimensions

170-180 μ ; corps central: 85-100 μ ; ornementation: 10-25 μ de hauteur, 20-25 μ de base.

Remarques

Parallèlement à l'ornementation principale, on observe sur la face proximale et subéquatoriale, une série de petites épines de 1-4 μ de hauteur. Cette espèce se différencie de *Ancyrospora pulchra* Owens 1971, par le fait que cette dernière a des éléments ornementaux bi, tri, multifurqués et une exoexine avec une ornementation variable de grani et conis plus petits que la forme bolivienne.

Cristatisporites sp.1. (Pl. 2, fig. 9, 10)

Dimensions

68(76.5)83.3 μ ; corps central: 34(38.3)41 μ .

Remarques

L'ornementation de cette espèce consiste en processus coniques ou galeas, de 7-10 μ de hauteur, et de 3-7 μ à la base, disposés de manière concentrique. Elle est restreinte quasi-exclusivement à l'aire central de la face distale.

Cristatisporites sp. 2 (Pl. 2, fig 5-8)

Description

Spore trilète de contour subtriangulaire et bords légèrement convexes. Marque trilète non discernable. Exine à deux couches, dont l'exoexine s'étend comme un «flange» à l'équateur. Près du bord du corps central, l'exine est un peu plus épaisse et forme une sorte d'anneau de 3-5 μ de hauteur. A partir de cet anneau, l'exine s'amincit continuellement jusqu'à l'équateur. Face proximale lisse ou infragranulate, souvent cette ornementation est opacifiée pour la forte ornementation distale. Face distale et équateur ornementé par des éléments coniques, par des pila et par des processus de formes diverses; la hauteur de cette ornementation est de 3(7)12 μ et la largeur à la base est de 3(5)7 μ . Le contour de la spore est déformé par l'ornementation.

Dimensions

42.5(61)85 μ ; corps central: 37.5(45)51 μ .

Remarques

Dès son apparition en M-19, cette espèce montre une croissance constante, dans sa taille. Les formes les plus grandes sont retrouvées dans les échantillons M-12 et M-13. Cette espèce se différencie de *Densosporites* sp. N° 2946 de Lanzoni & Magloire, par le «flange» plus solide (plus épais?) de

cette dernière, dont les projections équatoriales ne sont pas très prononcées. Ces deux formes sont cependant voisines.

Chelinospora sp.1. (Pl. 1, fig. 1-4.)

Description

Spore trilète de contour triangulaire arrondi. Marque trilète, si visible, simple, droite, atteignant la limite interne de l'épaississement équatorial. Face proximale fine, diaphane, scabrate, souvent déchirée. Face distale et équateur patinates; exine infragranulate. Ornementation concentrée principalement dans les parties équatoriale et sub-équatoriale-distale. Elle consiste en baculae, coni arrondis, et projections de forme et de taille variables dans le même individu, souvent avec des bases jointives. 8(12)16 μ de hauteur, et 4(5-8)12 μ de base.

Dimensions

53(69)81.6 μ ; Patina: 8(12)16 μ très rarement jusqu'à 25 μ .

Comparaisons

Chelinospora timanica (Naumova) Loboziak & Streel 1989, est distalement murornate, à la différence de l'espèce bolivienne qui a des projections coniques et baculates.

Archaeozonotriletes timanicus Naumova de Mc Gregor & Camfield 1982, présente une ornementation de verrues ou crêtes basses à base larges.

Archaeozonotriletes polymorphus Naumova var. *tacatinicus* (Tchibrikova) Archangelskaya de Byvsheva 1985, est une espèce très semblable aux exemplaires boliviens.

Chelinospora sp. 2. (Pl. 1, fig. 10-12)

Description

Spore trilète patinate, de contour subtriangulaire arrondi. Marque trilète simple, droite, atteignant le bord interne de l'épaississement équatorial. Exine ornementée sur toute la surface de la spore. Face distale et équateur, ornementés par des grani ou des verrues basses et arrondies, très serrés, formant un réseau négatif polygonal; chaque élément mesure 2-4 μ de hauteur, et 3-6 μ de base. Sur la face proximale, on observe la même ornementation avec des dimensions atténuées.

Dimensions

75(86)93.5 μ .

Remarque

Il est possible que l'«ornementation» de cette espèce, soit le produit de la corrosion de l'exine épaisse.

Grandispora sp.1. (Pl. 1, fig. 16-18)

Description

Spore trilète camérate de contour subtriangulaire arrondi. Intexine conforme au contour de l'exoexine, un peu plus sombre (plus épaisse?) que le reste de l'individu. Laesure opacifiée par des plis exoexinaux de 15 μ de hauteur à l'apex. Exine lisse sur les aires de contact, ornementée sur les surfaces équatoriale et distale par de grands processus épineux à base bulbeuse, de 5-7 μ de large, amincie abruptement dans le premier tiers de la projection où les bords deviennent parallèles, et terminée par une épine pointue. Hauteur totale: 12-15 μ , distantes de 10-12 μ .

Dimensions

93.5 μ ; corps central: 53 μ .

Comparaisons

Grandispora longa Chi & Hills 1976 de Mc Gregor & Camfield 1982, est beaucoup plus grande et possède une ornementation variable, différenciée entre la partie centrale de la face distale et l'équateur.

Grandispora sp.2. (Pl. 1, fig. 19-22)

Description

Spore trilète camérate de contour subcirculaire-ellipsoïdale. Marque trilète avec des plis élevés jusqu'à 15 μ , qui se terminent en ?curvaturae, très proche de l'équateur. Intexine peu visible et parfois en position excentrique par rapport à l'exoexine. Exoexine infrapunctate sur toute la spore, et ornementé sur l'équateur et la face distale par des épines isolées et à caractère biforme: 4(6)8 μ de hauteur et 2(3)4 μ de base pour les plus grandes; 2-3 μ de hauteur et 1.5 μ de base pour les plus petites.

Dimensions

90(109)135 μ ; corps central: 58-60 μ .

Remarques

Ce caractère biforme de l'ornementation n'a pas été trouvé dans d'autres espèces de ce genre.

Grandispora sp.3. (Pl. 2, fig. 1-4)

Description

Spore trilète camérate de contour subtriangulaire arrondi. Aire proximale en dépression, distalement convexe. Marque trilète droite, bordée ou non par des plis bas, atteignant 2/3-3/4 du rayon de la spore. Face proximale avec une aire triangulaire plus sombre. Exoexine relativement plus épaisse par rapport à l'intexine. Exoexine ornementée proximale par de très petits grani de moins de 1 μ de hauteur, très serrés. Face distale et équateur ornementés par des éléments biformes, par des coni pointus et par des épines petites, avec une hauteur de 1-1.5 μ et une largeur à la base de 1-2 μ , souvent avec leurs bases jointes, serrées et régulièrement réparties.

Dimensions

73-84 μ ; corps central: 53-58 μ .

Comparaisons

Grandispora daemonii Loboziak, Streel & Burjack 1988, possède un contour arrondi, une marque trilète atteignant l'équateur, une exoexine plus fine que l'intexine et une taille inférieure. *Grandispora riegelii* Loboziak & Streel 1989 présente des aires de contact laevigates, elle ne montre pas l'aire sombre triangulaire, et possède une ornementation plus irrégulière. *Grandispora inculta* Allen 1965 est proximale laevigate et distalement est couvert par des coni; on n'y fait pas mention d'une aire triangulaire sombre.

Hystricosporites sp. 1. (non illustré)

Description

Exine épaisse, de 7-10 μ , ornementée sur les aires de contact par des crêtes radiales peu visibles, et par de grandes épines de 30 μ de hauteur à base bulbeuse, de 10 μ de large, amincies de manière continue, et se terminant en une pointe aiguë. Équatorialement et distalement ornementée par des appendices forts à bases larges, de 10-14 μ , et à bords légèrement convergents dans sa moitié inférieure, et parallèles dans sa moitié supérieure, d'une hauteur totale de 20-25 μ . À l'extrémité, chaque appendice porte une épine bifurquée, «laterally extended».

Dimensions

85-98 μ .

Remarques

L'ornementation différencielle sur les deux faces, est une caractéristique qui n'a pas été trouvée dans d'autres espèces de ce genre.

Hystricosporites sp. 2. (non illustré)**Description**

Spore trilète de contour subtriangulaire arrondi. Projection apicale membraneuse de 25μ . Exine très épaisse, de $10-12\mu$, proximale lisse, ornementée sur les surfaces équatoriale et distale par des appendices forts, à bords caractéristiquement parallèles, montrant à l'extrémité deux petites projections fines.

Dimensions

105μ .

Remarques

L'appendice, avec son extrémité particulière, est un caractère propre à cette espèce.

Hystricosporites sp. 3 (non illustré)**Dimensions**

68μ .

Remarques

La caractéristique de cette espèce est l'extrémité des appendices, multifurquée.

Lophozonotriletes sp. 1 (Pl. 1, fig. 8, 9).**Dimensions**

$51(60)80\mu$; ornements: $2(6)8\mu$ de hauteur, $2(5)6\mu$ de base.

Remarques

L'ornementation de cette espèce consiste en verrues parfaitement arrondies.

Lagenicula sp. (non illustré)**Dimensions**

$260 \times 208\mu$; proéminence apicale: 80μ .

Raistrickia sp. 1. (Pl. 1, fig. 5, 6)**Description**

Spore trilète de contour subcirculaire, probablement subsphérique (on la retrouve sans orientation préférentielle). Marque trilète, si visible, simple, droite, atteignant la $1/2$ à $3/4$ du rayon. Exine de $1-2\mu$ d'épaisseur, ornementée sur toute la surface de la spore, par des verrues à bases rétrécies, de baculae et de pilae, de 5μ de hauteur et de $1-5\mu$ de base, surmontées par $2-8$ coni de petite taille. On observe aussi, quelques coni pointus et quelques épines minces.

Dimensions

$68-70\mu$.

Comparaisons

Dibolisporites uncatius (Naumova) McGregor & Camfield 1982, possède des aires de contact laevigate ou avec une ornementation très réduite; la face distale est ornementée par des éléments très diversifiés, mais qui ne possèdent pas des coni petits semblables à *D.* sp. 1. *Convolutispora crassata?* (Naumova) Mc Gregor & Camfield 1982, et *Convolutispora tegula* Allen 1965 de McGregor & Camfield 1982, possèdent quelques éléments isolés, surmontés de un ou plusieurs coni.

Samarisporites sp. 1. (Pl. 2, fig. 11-12)**Description**

Spore trilète zonée, de contour subtriangulaire. Face proximale pyramidale, et face distale nettement convexe.

Marque trilète peu visible assombrie par l'ornementation, avec des plis atteignant l'équateur. Intexine de contour subcirculaire et plus sombre (plus épais?) que l'exoxine, elle occupe les $2/3$ du diamètre total. Exoxine lisse sur la face proximale, et ornementée sur la face distale par des éléments bifformes généralement isolés, avec une base bulbeuse de $2-4\mu$ de diamètre, surmontée par une projection à bords parallèles portant un coni très petit au sommet; la hauteur totale de ces éléments est de $2-6\mu$, distantes de $2-4\mu$ entre eux. On observe aussi quelques coni arrondis et quelques épines à base bulbeuse, en une proportion très réduite. L'ornementation est concentrée plutôt sur l'aire centrale de la face distale, leur taille et leur distribution diminuant nettement sur la zone. L'ornementation est pratiquement absente sur le contour équatorial.

Dimensions

$104-136\mu$; corps central: $71-100\mu$.

Comparaisons

Samarisporites praetervisus (Naumova) Allen 1965, possède des éléments ornementaux plus serrés; ils sont généralement des coni simples de taille inférieure, assez denses dans la zone; en plus, les deux couches de l'exine sont souvent indistinguables l'une de l'autre. *Cristatisporites orcadensis* Richardson 1960, possède des coni simples, souvent à bases reliés, et disposés de manière concentrique. *Hymenozonotriletes verrucosus* Menendez & Pöthe De Baldis 1967, montre une certaine ressemblance avec l'espèce bolivienne. Elles se différencient par l'ornementation consistant en verrues arrondies, plus petites, chez l'espèce paraguayenne; en plus, le corps central de cette dernière, est plus petit par rapport au diamètre total de la spore. *Grandispora megaformis* (Richardson) McGregor 1973, est de taille et ornementation supérieures.

Stenozonotriletes sp. 1. (Pl. 1, fig. 7)**Description**

Spore trilète cingulée de contour subtriangulaire. Cingulum légèrement plus développé dans les aires interradielles. Marque trilète droite, atteignant le bord interne du cingulum, bordée ou non par des lèvres fines de $1-2\mu$. L'exine montre une légère infragranulation sur le corps central, tandis que le cingulum est lisse.

Dimensions

$76.5-90\mu$; cingulum: $10-12\mu$ de large interradialement, $8-10\mu$ de large radialement.

Comparaisons

S. stenozonalis (Waltz) Ishchencko 1950 de Playford 1963, est assez semblable à notre espèce, mais montre une taille inférieure ($58(62)67\mu$).

Spelaeotriletes sp. 1 (Pl. 1, fig. 13-15)**Description**

Spore trilète camérate de contour subcirculaire à subtriangulaire. Marque trilète droite avec des lèvres élevées jusqu'à 3μ , se terminant en curvaturae imperfectae. Intexine peu distinguable, conforme au contour de la spore, généralement de $3/4$ à $4/5$ du diamètre total; parfois elle est en position excentrique. Exoxine relativement épaisse, de $2-3\mu$, ornementée sur les surfaces distale et équatoriale, par des grani et par des baculae petits à bases amincies, de $1-2\mu$ de hauteur et de $1-2\mu$ de base, très serrés, formant parfois un réseau négatif polygonal.

Dimensions

$45(52.6)57.8\mu$; corps central: $37(39)42\mu$.

Comparaisons

S. crenulatus (Playford) Higgs *et al.* 1988, possède des conis et des épines et une taille inférieure. *S. microspinosus* Neves & Ioannides 1974, est aussi de taille inférieure et possède une ornementation d'épines petites. *S. resolutus* Higgs 1975a (Pl. 6; fig. 4-6), est très semblable à *S. sp.*; elle montre le même type d'ornementation, quoique un peu moins dense; elle montre aussi une taille un peu supérieure. *S. cf. crustatus* Higgs 1975 de Boumendjel *et al.* 1988, appartient probablement à *S. sp.*

Vallatisporites sp. 1. (Pl. 2, fig. 13-21)

Dimensions

51(57)61.2 μ ; corps central: 37(39)40 μ ; ornementation: 1.5-2.5 μ de hauteur, 1.5-2 μ de base.

Vallatisporites sp. 2. (Pl. 2, fig. 22-26).

Dimensions

53(58)63 μ ; corps central: 36(40)42 μ ; ornementation: 2-3 μ de hauteur, 2 μ de base.

Remarques

L'ornementation est désordonnée, en groupes, avec des bases parfois jointives.

Vallatisporites sp. 3. (Pl. 2, fig. 27-30).

Dimensions

71(80)85 μ ; corps central: 30(44)51 μ .

Remarques

L'ornementation de cette espèce est particulière: les surfaces distale et équatoriale sont couvertes par des épines fines, de 2-3 μ de base. Sur l'aire central de la face distale, les bases des épines se rejoignent formant une série irrégulière de crêtes convolutées de 1-2 μ de large. Près de l'équateur, on observe un espèce de ?limbus ou un anneau épaissi de 3-5 μ de large.

8.- CONCLUSIONS

L'étude palynologique de 15 échantillons de la coupe de Bermejo-La Angostura, conduit aux conclusions suivantes:

- Dans la majorité des échantillons, de riches assemblages de spores et d'acritarches ont été trouvés. Leur état de conservation et leur distribution sont remarquables.

- 97 espèces de spores sont étudiées. Elles ont été retenues pour leurs caractéristiques morphologiques et/ou en raison du fait qu'il s'agit de marqueurs stratigraphiques dans les régions de références.

- On a constaté la même évolution des morphotypes de spores, ainsi qu'une même séquence des premières apparitions de certains taxa caractéristiques, que sur le Continent des Vieux Grès Rouges.

- Malgré la faible densité d'échantillonnage, on a pu reconnaître la plupart des spores

caractéristiques, et les «event» morphologiques majeurs des zonations de références.

- Les échantillons M-1 à M-8, (Emsien supérieur-Givétien moyen à supérieur), montrent des miospores assez similaires à celles des zonations de références. A partir de M-9 (Frasnien inférieur) jusqu'à M-19 (Famennien supérieur) on remarque un régionalisme croissant parmi les miospores, avec la présence d'espèces dites «locales». Dans les échantillons M-12 et M-13 (Strunien), on observe à nouveau une certaine homogénéité dans la distribution des miospores entre les Continents du Vieux Grès Rouges et du Gondwana.

- On a remarqué des signes de remaniement dans les échantillons de la Formation Saipuru (M-19, M-12, M-13) du Famennien supérieur-Strunien. Y sont présentes des espèces typiques du Dévonien moyen, jointes aux espèces du Strunien.

- On a mis en évidence l'absence d'une partie du Famennien soit le Famennien inférieur et moyen entre les échantillons M-18 (Frasnien supérieur) et M-19 (Famennien supérieur). Ces deux échantillons sont séparés de quelques centimètres entre eux et par une surface de discontinuité à caractères de discordance.

- Une liaison entre le caractère transgressif de l'échantillon M-19 et le phénomène de remaniement peut être envisagé.

REMERCIEMENTS

Toute ma gratitude s'adresse aux personnes qui m'ont aidé en Belgique et en Bolivie, en particulier dans ce dernier pays Mr. Mendoza, directeur du Centro de Tecnologia Petrolera, Mr. Lopez-Pugliesi et Mr. Cirbian (qui m'ont aidé dans les démarches administratives pour mon séjour en Belgique), Mr. Oller et Mr. Sempère qui m'ont fourni des renseignements utiles sur la géologie de l'aire d'étude, Mr. Lobo, qui m'a envoyé des préparations palynologiques supplémentaires; Mr. Azcuy pour ses encouragements et sa bienveillance.

BIBLIOGRAPHIE

- AHLFELD, F. & BRANISA, L., 1960. Geologia de Bolivia. Ed. Don Bosco: 1-245.
- ALLEN, K.C., 1965. Lower and middle Devonian spores of North and Central Vestspitsbergen. *Palaeontology*, 8 (4): 687-748.
- ALLEN, K.C., 1982. *Samarisporites triangulatus* Allen 1965, an important Devonian miospore, and its synonymous species. *Pollen et spores*, 24 (1): 157-166.
- ATTAR, A., FOURNIER, J., CANDILIER, A.M. & COQUEL, R., 1980. Etude palynologique du Dévonien terminal et du Carbonifère inférieur du Bassin d'Ilizi (Fort-Polignac) Algérie. *Rev. Inst. Fr. Pétr.*, XXXV: 585-618.

- BECKER, G., BLESS, M.J.M., STREEL, M. & THOREZ, J., 1974. Palynology and ostracode distribution in the upper Devonian and basal Dinantian of Belgium and their dependence on sedimentary facies. *Meded. Rijks Geol. Dienst. N. serie*, 25 (2): 9-99.
- BOUMENDJEL, K., LOBOZIAK, S., PARIS, F., STEEMANS, Ph. & STREEL, M., 1988. Biostratigraphie des miospores et de chitinozoaires du Silurien supérieur et du Dévonien dans le Bassin d'Illizi (S.E. du Sahara algérien). *Géobios*, 21(3): 329-357.
- BRANISA, L., 1965. Los fósiles guías de Bolivia. *Boletín Serv. Geol. Bol.*, 6: 1-282.
- BYVSCHEVA, T. V., 1985. Spory iz otlozheny turneiskogo i vizeiskogo yarussov Russkoi plity. V kn.: Atlas spor i pyltsty neftegazonosnyh tolshch fanerozoia Ruskoj i Turanskoj plit. *Tr. VNIGNI M.*, 253: 1-224.
- CASTANOS, A. & RODRIGO, L.A., 1978. Sinopsis estratigráfica de Bolivia. Parte I Paleozoico. *Acad. Nac. Cien. Bolivia*, : 1-146.
- CLAYTON, G., HIGGS, K. & KEEGAN, J.B., 1977. Late Devonian and early Carboniferous occurrences of the miospore genus *Emphani-sporites* McGregor in Southern Ireland. *Pollen et spores*, XIX (3): 415-425.
- COMBAZ, A. & STREEL, M., 1971. Microfossiles végétaux du Tournaisien inférieur dans le «core-drill» de Brévillers (Pas-de-Calais, France). Colloque sur la stratigraphie du Carbonifère. *Cong. et Colloques*. Univ. Liège, 55: 227-240.
- COQUEL, R. & MOREAU-BENOIT, A., 1986. Les spores des séries struniennes et tournaisiennes de Libye Occidentale. *Rev. Micropal.*, 29 (1): 17-43.
- DAEMON, R.F., 1974. Palinomorfos-guías do Devoniano superior et Carboníferos inferior das Bacias do Amazonas e parnaíba. *Acad. Bras. Cien.*, 46: 546-587.
- DAVILA, J. & RODRIGUEZ, E., 1968. The Devonian System in Bolivia and the problem of its base. *Int. Symp. Dev. Sys. Calgary 1967*. Oswald DH (Ed), II: 921-935.
- HIGGS, K., 1975. Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblages from Hook Head, County Wexford, Ireland. *Micropal.*, 21 (4): 393-419.
- HIGGS, K., CLAYTON, G. & KEEGAN, J.B., 1988. Stratigraphic and Systematic Palynology of the Tournaisian Rocks of Ireland. *The Geological Survey of Ireland, Special Paper Number 7*: 1-93.
- HIGGS, K. & STREEL, M., 1984. Spore stratigraphy at the Devonian-Carboniferous boundary in the northern «Rheinisches Schiefergebirge», Germany. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 67: 157-179.
- HOUSE, M., 1989. International definition of Devonian System boundaries. *Annual Conference of the Ussher Society*, : 41-46.
- ISAACSON, P.E., 1975. Evidence for a western extracontinental land source during the Devonian Period in the central Andes. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89: 39-46.
- ISAACSON, P. E., 1977. Devonian stratigraphy and brachiopod paleontology of Bolivia. Part A: Orthida and Strophomenida. *Palaeontogr. Abt. A*, 155: 133-192.
- ISAACSON, P.E. & SABLOCK, P.E., 1990. Devonian palaeogeography and palaeobiogeography of the central Andes. *Palaeozoic Palaeogeogr. and Biogeogr.*, The Geological Society, Memoir, 12: 431-435.
- KAISER, H., 1970. Die Oberdevon-flora der Bäreninsel. 3. Mikroflora des Höheren Oberdevons und des Unterkarbons. *Paleontogr. B*, 129 (1-3): 71-124.
- KOZLOWSKI, R., 1923. Faune dévonienne de Bolivie. *Ann. de Paléont.*, : 1-112.
- LANZONI, E. & MAGLOIRE, L., 1969. Associations palynologiques et leurs applications stratigraphiques dans le Dévonien supérieur et Carbonifère inférieur du Grand Erg Occidental (Sahara Algérien). *Rev. Inst. Fr. Pétrol.*, XXIV (4): 441-469.
- LOBO-BONETA, J., 1975. Sobre algunos palinomorfos del Devonico superior y Carbonico inferior de la zona subandina Sur de Bolivia. *Rev. Téc. YPF*, IV(3): 159-176.
- LOBOZIAK, S. & STREEL, M., 1988. Syntèse palynostratigraphique de l'intervalle Givetien-Famennien du Boulonnais (France). D. Brice (Edit.) *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 7: 71-77.
- LOBOZIAK, S. & STREEL, M., 1989. Middle-Upper Devonian miospores from the Ghadamis Basin (Tunisia-Libya): Systematics and Stratigraphy. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 58: 173-196.

PLANCHE 1

Tous les agrandissements sont à x 500,
sauf indication contraire.

1.-4.- *Chelinospora* sp. 1
1, 2.- Lame M-8 : X 41/3
3, 4.- Lame M-8 : K 43/4

5, 6.- *Raistrickia* sp. 1
5.- Lame M-9 : P 34/2
6.- Lame M-9 : V 44/4

7.- *Stenozonotriletes* sp.
Lame M-18 : K 26/4

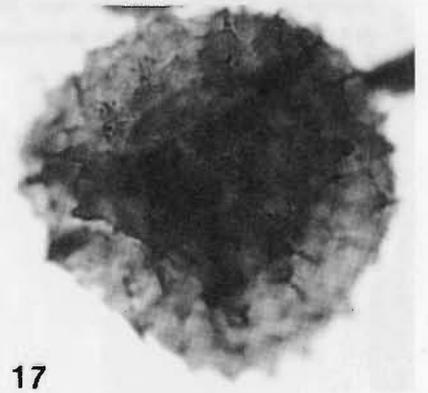
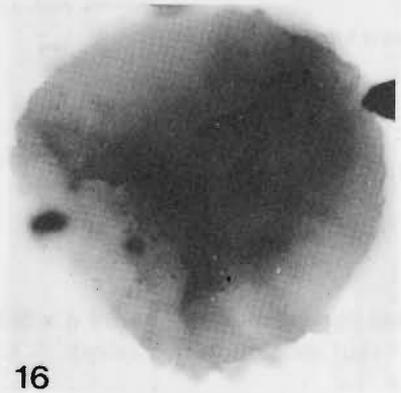
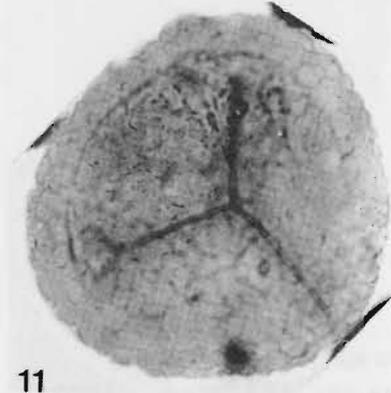
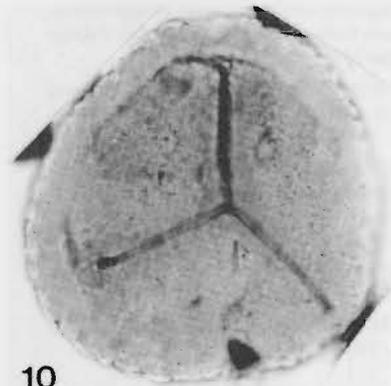
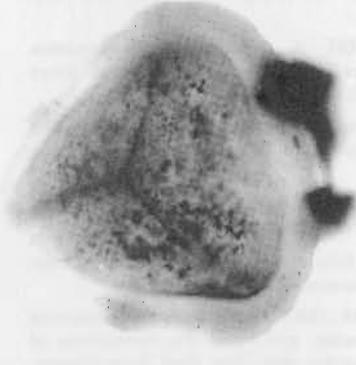
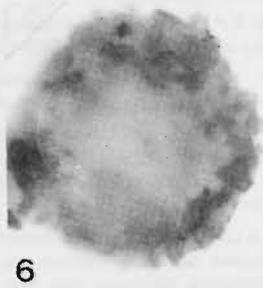
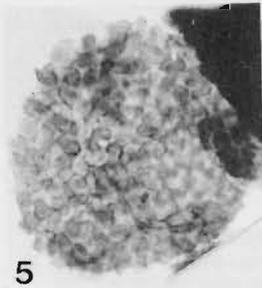
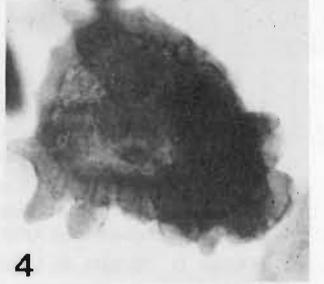
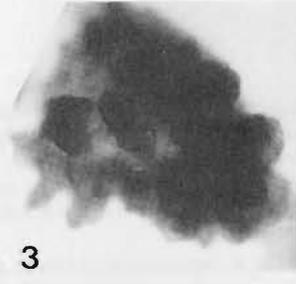
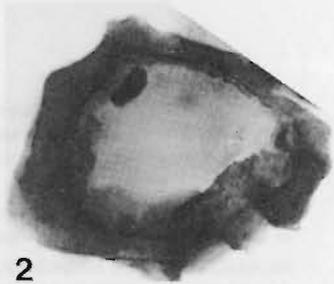
8, 9.- *Lophozonotriletes* sp. 1
Lame M-12 : P 30/1

10-12.- *Chelinospora* sp. 2
Lame M-11 : O 33/4

13-15.- *Spelaeotriletes* sp. 1
13.- Lame M-13 : F 24/4
14.- Lame M-13 : X 31/3
15.- Lame M-12 : P 44/1

16, 18.- *Grandispora* sp. 1
Lame M-9 : H 36/3; 18. : x 1500

19-22.- *Grandispora* sp. 2
19-20.- Lame M-9 : Y 37/3; 20 : x 1500
21-22.- Lame M-13 : W 27/1; 22 : x 1500



- LOBOZIAK, S., STREEL, M. & BURJACK, M.I.A., 1988. Miospores du Dévonien moyen et supérieur du Bassin du Parana, Brésil: Systématique et Stratigraphie. *Sci. Géol. Bull. Strasbourg*, 41 (3-4): 351-377.
- LOBOZIAK, S., STREEL, M. & WEDDIGE, K., 1989. Miospores and associated faunas at the Eifelian/Givetian boundary in the Eifel (F.R.G.). Devonian Subcommission IUGS.: 1-4.
- MASSA, D., COQUEL, R., LOBOZIAK, S. & TAUGOURDEAU-LANTZ, J., 1980. Essai de Synthèse stratigraphique et palynologique du Carbonifère en Libye occidentale. *Ann. Soc. géol. Nord (France)*, XCIX: 429-442.
- MASSA, D. & MOREAU-BENOIT, A., 1976. Essai de synthèse stratigraphique et palynologique du système Dévonien en Libye Occidentale. *Rev. Inst. Fr. Pétr.*, XXXI (2): 287-333.
- McGREGOR, D.C., 1970. *Hymenozonotriletes lepidophytus* Kedo and associated spores from the Devonian of Canada. *Cong. et Colloques Univ. Liège*, 55: 315-326.
- McGREGOR, D.C., 1973. Lower and middle Devonian spores of eastern Gaspé, Canada. I. Systematics. *Palaeontogr. B*, 142: 1-77.
- McGREGOR, D.C., 1984. Late Silurian and Devonian spores from Bolivia. *Academia Nacional de Ciencias Cordoba*, 69: 1-57.
- McGREGOR, D.C. & CAMFIELD, M., 1982. Middle Devonian miospores from the Cape de Bray, Weatherall, and Hecla Bay Formations of Northeastern Melville Island, Canadian Arctic. *Bull. Geol. Surv. Canada*, 348: 1-105.
- MENENDEZ, C.A. & POTHE DE BALDIS, E.D., 1967. Devonian spores from Paraguay. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1(1-4): 161-172.
- MOREAU-BENOIT, A., 1980. Les spores du Dévonien de Libye (deuxième partie). *Cahier de Micropaléontologie*, Centre National de la recherche Scientifique: Paris-1980 (1)1-53.
- NEVES, R. & IOANNIDES, N., 1974. Palynology of the Spilmersford Borehole. *Bull. Geol. Surv. Gt. Br.*: 73-97.
- OWENS, B., 1971. Miospores from the middle and early upper Devonian rocks of the Western Queen Elizabeth Islands, Arctic Archipelago. *Geol. Surv. Canada*, Paper 70-38: 1-157.
- PLAYFORD, G., 1963. Lower Carboniferous microfloras of Spitzbergen 2. *Palaeontology*, 5: 619-678.
- PLAYFORD, G., 1983. The Devonian miospore genus *Geminospora* Balme 1962: a reappraisal based upon topotypic *G. lemurata* (type species). *Memoirs of the Association of Australian palaeontologists*, 1: 311-325.
- RICHARDSON, J.B., 1960. Spores from the middle Old Red Sandstone of Cromarty, Scotland. *Palaeontology*, 3: 45-63.
- RICHARDSON J.B. & McGREGOR, D.C., 1986. Silurian and Devonian spores zones of the Old Red Sandstone Continent and adjacent region. *Bull. Geol. Surv. Canada*, 364: 1-79.
- STAPLETON, R.P., 1977. Early Permian miospores from a borehole in Southwest Africa. *Pollen et spores*, XIX (1): 143-162.
- STREEL, M., 1986. Miospore contribution to the upper Famennian-Strunian Event Stratigraphy. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 109: 75-92.
- STREEL, M., HIGGS, K., LOBOZIAK, S., RIEGEL, W. & STEEMANS, Ph., 1987. Spore Stratigraphy and Correlation with fauna and floras in the type marine Devonian of the Ardenne-Rhenish Regions. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 50: 211-229.
- STREEL, M. & LOBOZIAK, S., 1987. Nouvelle datation par miospores du Givetien-Frasnien des sédiments non marins du sondage de Booschot (Bassin de Campine, Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 96 (2): 99-106.
- SUAREZ-RIGLOS, M., 1975. Algunas consideraciones biocronoestratigraficas del Silurico-Devonico en Bolivia. *Actas 1er. Cong. Arg. Paleon. y Bioest. Tucuman 1974*, 1: 293-317.
- SUAREZ-SORUCO, R. & LOBO-BONETA, J., 1983. La faste compressiva Eohercinica en el sector oriental de la Cuenca Cordillerana de Bolivia. *Revista técnica YPF*, IX (1-4): 189-202.
- SUAREZ-SORUCO, R. & LOPEZ-PUGLIESI, M., 1983. Formacion Sainpuru, nuevo nombre formacional para representar a los sedimentos superiores del Ciclo Cordillerano (Devonico superior-Carbonico inferior) Bolivia. *Revista Técnica YPF*, IX (1-4): 209-213.
- ULRICH, A., 1982. Palaeozoische Versteinerungen aus Bolivien. *N. Jb. Min. Geol. Paläont.*, 8: 1-116.
- WOLFART, R. & VOGES, A., 1968. Beiträge zur Kenntnis des Devons von Bolivien. *Beih. z. Geol. Jb.*, 74: 1-241.

PLANCHE 2

(Tous les agrandissements sont à x 500,
sauf indication contraire)

1-4.- *Grandispora* sp. 3

1,3.- Lame M-8 : T 33; 3 : x 1500

4.- Lame M-9 : T 37

5-8.- *Cristatisporites* sp. 2

5.- Lame M-12 : H 45/4

6.- Lame M-12 : F 35

7-8.- Lame M-12 : P 38/1; 8 : x 1500

9-10.- *Cristatisporites* sp. 1

9.- Lame M-12 : N 28/3

10.- Lame M-12 : W 44

11-12.- *Samarisporites* sp. 1

Lame M-5 : S 35/4; 12 : x 1500

13-21.- *Vallatisporites* sp. 1

13-15.- Lame M-13 : J 24/4; 15 : x 1500

16-18.- Lame M-12 : E 44/4; 18 : x 1500

19-21.- Lame M-12 : T 31; 21 : x 1500

22-26.- *Vallatisporites* sp. 2

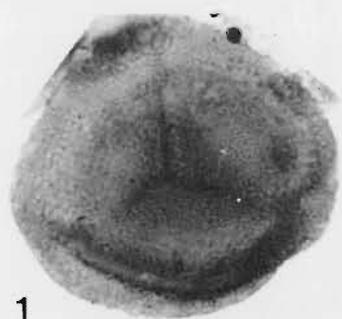
Lame M-13 : G 37/4; 25,26 : x 1500

27-30.- *Vallatisporites* sp. 3

27-28.- Lame M-13 : R 40

29.- Lame M-12 : T 17

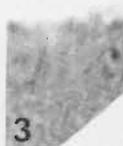
30.- Lame M-12 : F 26/3



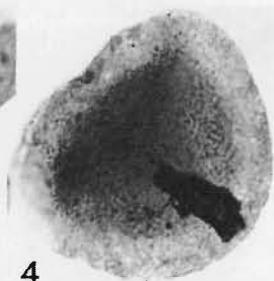
1



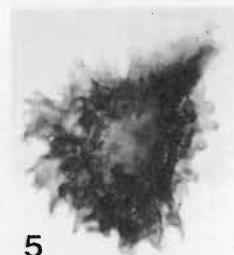
2



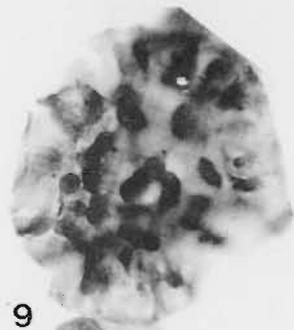
3



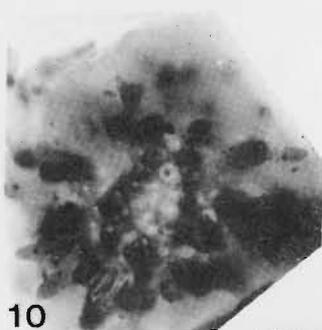
4



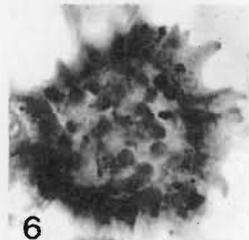
5



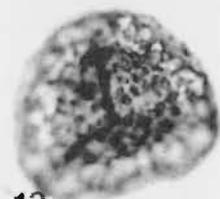
9



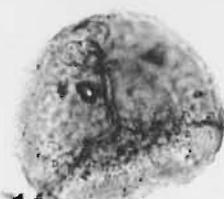
10



6



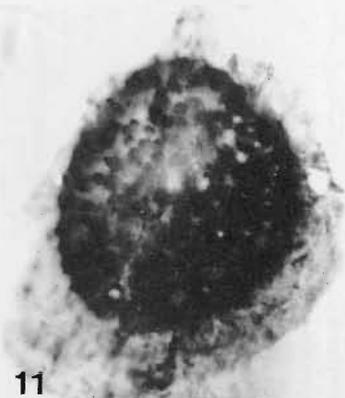
13



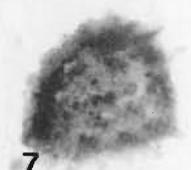
14



12



11



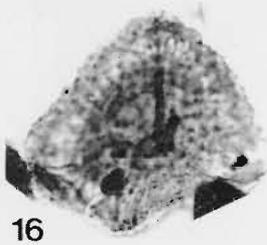
7



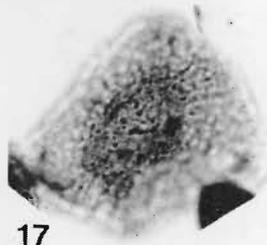
15



18



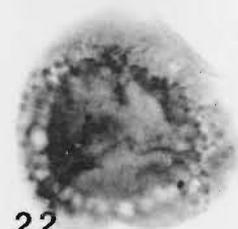
16



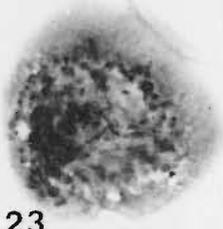
17



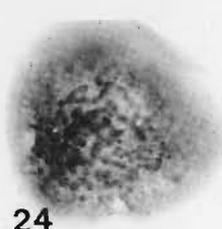
8



22



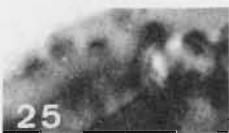
23



24



19



25



26



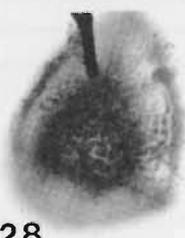
21



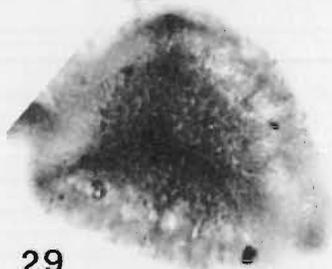
20



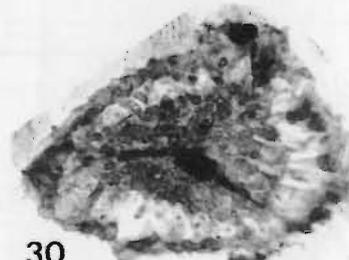
27



28



29



30