

ALGUES CALCAIRES MARINES DU PALEOZOIQUE SUPERIEUR (EQUATEUR, BOLIVIE)

Bernard MAMET¹

(3 figures et 3 planches)

1. Département de Géologie, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal (Québec), Canada, H3C 3J7

RESUME. Nous illustrons des flores de Cyanophytes, Paléosiphonocladales, Udotéacées, Phylloïdes, Dasycladales, Calcisphères, Cunéiphycides, Stachéiines et microproblématiques de divers bassins carbonifères et permien d'Amérique du Sud. Cette flore gondwanienne avait été complètement négligée jusqu'à présent. Elle indique une sédimentation en eaux tempérées au milieu d'un sous-continent réputé glaciaire au Carbonifère.

MOTS-CLES: Gondwana, microflore sud-américaine, algues calcaires.

ABSTRACT. **Upper Paleozoic marine calcareous algae (Ecuador, Bolivia).** We illustrate diverse flora of cyanophytes, palaeosiphonocladales, udoteaceans, phylloid algae, dasycladales, calcispheres, cuneiphycids, stacheiins and microproblematics from a number of Carboniferous and Permian basins of South America. This Gondwana flora had been previously completely overlooked. It indicates temperate conditions at the very heart of a subcontinent presumed to be glaciated in the Carboniferous.

KEY-WORDS: Gondwana, South America microflora, calcareous algae.

1. INTRODUCTION

Les microflores de miospores et de phytoplancton sont bien connues dans le Carbonifère et le Permien d'Amérique du Sud. Nous citerons ici, en exemple, les limites inférieures et supérieures du Carbonifère. La palynoflore du passage Dévonien-Carbonifère (Playford, 1993; Vavrdova *et al*, 1993) est bien documentée en Bolivie (Azcuay et Ottone, 1987, Perez-Leyton, 1991) et au Brésil (Loboziak *et al*, 1991). Le passage Carbonifère-Permien d'Argentine est décrit par Archangelsky et Gamarro (1977, 1979), Archangelsky *et al*, (1980), Cesari (1986), Azcuay (1986) et Vergel (1986, 1993). Entre ces deux limites existent près d'une cinquantaine de publications établissant de nombreuses palynozones extrêmement utiles en stratigraphie.

Face à cette abondance d'information, la microflore d'algues calcaires semble anormale. Elle est en effet inconnue! Quelle en est la cause?

On pourrait penser que la position du subcontinent au Carbonifère à des latitudes élevées indiquées par le paléomagnétisme (Scotese et Mc

Kerrow, 1990) ne favoriserait pas la prolifération d'Algues calcaires normalement associées à des températures chaudes à tempérées. Scotese et Barrett (1990, Figs. 11-12) placent, au Carbonifère Supérieur, le Cercle Antarctique à travers l'Argentine et couvrent la Bolivie, le Sud du Brésil, l'Argentine et le Chili de nappes de tillites. Ainsi, s'expliquerait facilement l'absence de microflore à cette époque.

Mais, cette explication simpliste semble infirmée par la présence de Fusulines qui sont signalées depuis un siècle (Derby, 1894) au Brésil, Équateur, Pérou et Bolivie et qui semblent abonder tant au Carbonifère qu'au Permien (Dunbar et Newell, 1946; Newell *et al*, 1953; Sakagami, 1986). Or, Fusulines et Algues sont complémentaires (Wray, 1977). Pourquoi trouver les unes, mais pas les autres?

Plus encore au sud, à l'extrémité du Chili, des Fusulines du Pennsylvanien Inférieur (*Millerella*), Moyen (*Profusulinella*, *Eoschubertella*) et Supérieur (*Triticites*) ont été décrites par Douglass et Nestell (1975). Dans ce cas précis, on pourrait invoquer l'existence de terrains «exotiques» (Ramos, 1988;

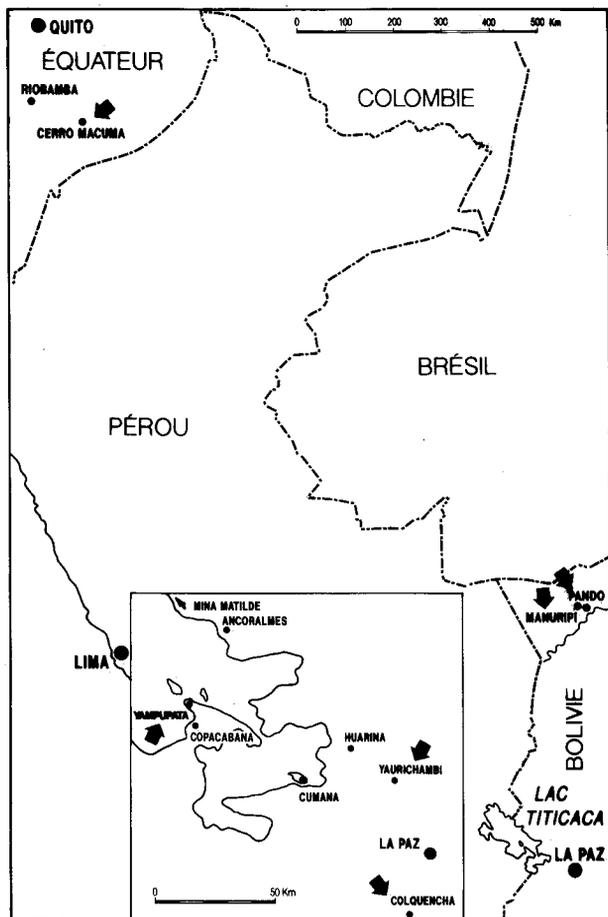


Figure 1. Localisation des affleurements carbonifères et permien dont la microflore est illustrée.

Kay, 1993) et argüer que ces faunes n'appartiennent pas au subcontinent. Mais, dans le cas de bassins subandins de Bolivie-Pérou-Équateur ou des bassins amazoniens, cette hypothèse n'est pas valable. Les faunes à Fusulines sont bien enracinées et sud-américaines. On doit donc s'attendre à ce qu'elles soient associées à des Algues calcaires.

C'est bien le cas. Nous décrivons donc ici, pour la première fois, en Amérique du Sud des associations de microflore qui proviennent de trois régions de l'Équateur et de la Bolivie.

2. LOCALISATION ET STRATIGRAPHIE

2.1. BASSIN SUBANDIN DE L'ÉQUATEUR, FORMATION DE MACUMA

La Formation de Macuma affleure au flanc ouest du Cerro Macuma, Province de l'Oriente (2° 6'S/ 77° 48'W) (Tschopp, 1953). Elle est composée de plus de 650 mètres de sédiments de plateforme, avec prépondérance de carbonates. Un bon résumé

de la stratigraphie se trouve dans Bristow et Hoffstetter (1977). Notons toutefois que les références à Faucher *et al* (1968, 1971) indiquent des rapports pétroliers confidentiels, qui ne sont pas consultables.

La formation est divisée en deux membres, le Macuma Inférieur et le Macuma Supérieur. Nos échantillons proviennent du Membre Inférieur 1° à la base, au contact avec la Formation Pumbuiza 2° environ 100-150 mètres au dessus de la base, les épaisseurs étant approximatives, car la succession est faillée. Un âge bashkirien inférieur (Zone 20) est indiqué pour la base, vu la présence de *Millerella* et de *Globivalvulina* primitives. Un âge bashkirien moyen (Zone 21) est reconnu pour les autres échantillons au vu de nombreuses *Pseudoendothyra*, *Pseudostaffella*, et *Globivalvulina bulloides* Brady. Lys *in* Faucher *et al* (1971), signale pour le Macuma Supérieur une faune westphalienne inférieure à *Pseudostaffella*, *Profusulinella*, *Ozawainella* (Zones 22 ou 23) et une faune westphalienne supérieure à *Aljutovella-Globivalvulina granulosa* Reitlinger (Zones 24 ou 25). Il est donc probable que tout l'équivalent du Pennsylvanien Inférieur et Moyen est présent, formant une série continue.

2.2. BASSIN DE MADRE DE DIOS, NORD DE LA BOLIVIE, GROUPE DE COPACABANA

Deux puits forés par Mobil Boliviano de Petroleos et Occidental Boliviana Inc. (Pando X-I, 67° 56' 45" W / 36' 07" S et Manuripi X-I, 68° 08' 55" W / 36' 01" S) ont traversé le Groupe de Copacabana, respectivement sur 142 et 296 mètres. La stratigraphie détaillée se trouve dans Isaacson *et al*, sous presse.

La série est composée de calcaires pelloïdes de rampe, de dolomies de sabkah, d'intervalles évaporitiques et de grès littoraux. Le groupe surmonte en discordance la Formation de Yaurichambi (dunes et interdunes) et est surmonté en discordance d'érosion par le Crétacé (Formations Bleu-Eslabon). La totalité des couches appartiennent à la Zone 20 (Bashkirien Inférieur, base du Pennsylvanien, équivalent du Morrow). On y observe, en effet, la microfaune à *Eostafella-Eostaffellina-Millerella-Seminovella-Globivalvulina* primitives.

2.3. BASSIN SUBANDIN, CENTRE-OUEST DE LA BOLIVIE, LAC TITICACA, GROUPE DE COPACABANA

La région du Lac Titicaca est non seulement un passage obligé des civilisations amérindiennes, mais aussi un «lieu sacré» de la géologie améri-

caïne. Dès 1842, A. d'Orbigny en fit une description paléontologique détaillée dans son «Voyage dans l'Amérique Méridionale, 1826-1833».

Le Groupe de Copacabana fut originellement proposé dans le Déroit de Tiquina par Cabrera et Petersen (1936). Les Brachiopodes du groupe furent considérés par d'Orbigny comme carbonifères et cet âge fut admis pendant près d'un siècle. Par après, Dunbar et Newell (1946) proposèrent, sur base de fusulines, un âge beaucoup plus jeune (Wolfcampien, Permien Inférieur). Il semble que les auteurs avaient tous raison. L'âge le plus ancien du groupe s'avère bien être bashkirien (à Colquencha) et il monte au moins jusqu'au Sakmarien (voir Urdinea et Yamagiwa, (1980); Sakagami (1986); Merino (1987). Le sommet atteint l'Artinskien à Yaurichambi.

Les coupes dont proviennent les flores sont Yaurichambi (la localité originale de d'Orbigny), Colquencha au Sud de la Paz et Yampupata à l'extrémité de la péninsule de Copacabana. D'autres affleurements (Ancoralmes, Belen, Mina Matilda, Cumana, Cuyavi) ont livré également de la microflore, mais elle n'est pas illustrée ici. La meilleure description lithologique de ces affleurements se trouve dans Helwig (1972). Voir aussi Merino (1987) et Diaz *et al* (1993).

Yaurichambi fut échantillonné durant l'excursion 7A du 12ième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère et du Permien, (Riglos, 1991) sous la direction de Dagmar Merino Rodo et de Mario Suarez Riglos. L'affleurement est à cheval sur le Carbonifère Supérieur et le Permien Inférieur.

Lors de la même excursion, nous avons étudié la coupe de Colquencha. La base est plus ancienne qu'on avait imaginé (Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21 ou 22) et le sommet monte dans la Zone à *Eoparafusulina*.

Des échantillons de calcaires ont été récoltés à Yampupata par Enrique Diaz et Katarina Canter. Le niveau algaire est soit Carbonifère final (Virgil), soit déjà Permien inférieur? (*Nodosinelloides*, *Protonodosaria*).

3. MICROFLORE

Il serait présomptueux de vouloir tirer des conclusions générales à partir de 300 échantillons et d'un bon millier de lames minces, qui proviennent d'un mouchoir de poche au milieu d'un subcontinent. De plus, la préservation des thalles est mauvaise, ce qui est normal vu l'abondance de microsparites, de dolomies et d'évaporites.

L'apport, que nous pensons important, est que ces Algues existent! Nous illustrons donc une vingtaine de genres d'Algues, jusqu'à présent ignorées, et qui s'avèrent tout aussi évidentes en Amérique du Sud, qu'elles ne le sont dans le reste du monde carbonifère (Mamet, 1990, 1992).

Grosso modo, on peut résumer ces microflores comme suit (Fig.2).

Les Cyanophytes (ou cyanobactéries) sont mal représentées. Quelques Girvanelles éparses, mais, comme en Amérique du Nord, nous sommes loin des platiers ubiquistes de la Téthys. *Ellesmerella* forme, comme à l'accoutumée, des oncolithes multiples.

Les Paléosiphonocladales sont également décevantes, à part quelques *Kamaena* et des buissons désarticulés de *Donezella*. Nous n'avons pas observé de bafflestone à *Dvinella-Beresella*, pourtant si communs dans le reste du monde.

Cette faible diversité s'observe également chez les Udotécées (*Bolivianella*), les Algues phylloïdes (*Ivanovia*) et les Dasycladales. Ces dernières sont surtout représentées par des Mastopores (le trio *Epimastopora-Epimastoporella-Paraepimastopora*) et elles sont plus abondantes au Permien qu'au Carbonifère, ce qui indiquerait un réchauffement du climat.

Seules les Calcisphères sont abondantes, surtout dans les faciès lagunaires du Carbonifère Supérieur (Bashkirien), où elles sont omniprésentes.

A l'opposé des Algues vertes, les Rhodophytes sont rencontrées à peu près à tous les niveaux. En particulier les Stachéiines (*Stacheoides*, *Epistacheoides*) présentent la même répartition anormale que dans l'Arctique canadien (Mamet *et al*, 1987): elles sont surtout présentes dans le Permien. Notons également que *Masloviporidium* est, comme dans tous les bassins carbonifères connus, caractéristique du Bashkirien. Ses compagnes sont les Cunéiphycides, les Ungdarellés et les *Archaeolithophyllum*.

Enfin, parmi les *incertae sedis*, l'énigmatique *Asphaltina* est ubiquiste dans les faciès et ne semble pas être indicative de milieu à haute énergie, comme tel est le cas dans l'Arctique (Mamet et de Batz, 1989). *Claracrusta* forme des chaînes filtrantes et des encroûtements dans le Permien. Nous illustrons pour mémoire quelques microproblématiques, probablement d'origine botanique («Tubéritines», «Diplosphères»), bien qu'ils soient généralement attribués aux Foraminifères par les chercheurs russes et ukrainiens (Vdovenko, *et al*, 1993).

	CYANOPHYTES ? CYANOBACTÉRIES ?		CHLOROPHYTES										RHODOPHYTES						INCERTAE SEDIS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
PERMIEN INFÉRIEUR		█	█			█		█	█	█				█	█			█	█		█	
CARBONIFÈRE SUPÉRIEUR	█			█	█			█	█	█	█	█	█	█	█			█	█	█	█	█

Figure 2. Distribution stratigraphique des principaux groupes d'Algues et microproblématique observés. Représentation traditionnelle: Rare, Présent, Commun, Abondant.

1) *Girvanella*, 2) *Ellesmerella*, 3) *Pseudohedstroemia*, 4) *Kamaena*, 5) *Donezella*, 6) *Bolivianella*, 7) *Ivanovia*, 8) *Epimastoporella*, 9) *Paraepimastopora*, 10) *Epimastopora*, 11) *Calcisphaera*, 12) *Radiosphaera*, 13) *Masloviporidium*, 14) *Cuneiphycus*, 15) *Archaeolithophyllum*, 16) *Fourstonella*, 17) *Ungdarella*, 18) *Pseudostacheoides*, 19) *Stacheoides*, 20) *Asphaltina*, 21) *Claracrusta*, 22) «*Eotuberitina-Diplosphaerina*».

4. TAXONOMIE

Comme nous l'avons indiqué, notre propos est de montrer que les Algues calcaires existent bien en Amérique du Sud. Il paraît toutefois intéressant de décrire un nouveau genre d'Udotéacée, un groupe qui a longtemps été négligé au Paléozoïque Supérieur.

Algues vertes
Chlorophycophyta Papenfuss, 1946
Udoteacea Feldman, 1946
Lanciculæ Shuysky, 1987
Bolivianella n. gen.

Dérivation du nom. De la Bolivie.

Type du genre. *Bolivianella colquencha*, n. sp., ici désigné.

Diagnose. Lancicule, composée d'une série de calices peu importants par rapport à la masse cyclin-

drique des tubes médullaires. Ces derniers sont très nombreux (plusieurs dizaines), filiformes avec une succession d'épaississements et de strangulations. Par contre, le nombre des files dans le calice est réduit.

Comparaison. Par la multitude de tubes médullaires, *Bolivianella* diffère de tous les genres connus de Lancicules (comparez la Figure 3A, B avec Mamet et Prétat, 1992, planches 7 et 8). Cette multitude de tubes médullaires à pincements rappelle l'énigmatique *Siamporidium* d'Endo 1969, mais la morphologie du thalle est différente. Roux *in* Bassoulet *et al*, 1983 et Roux, 1985 doutait de l'appartenance du genre d'Endo aux Algues vertes, mais il est possible que ce soit ce dernier qui avait raison.

Répartition stratigraphique. Actuellement, connue uniquement du Permien Inférieur, Zone à *Eoparafusulina*. Colquencha.

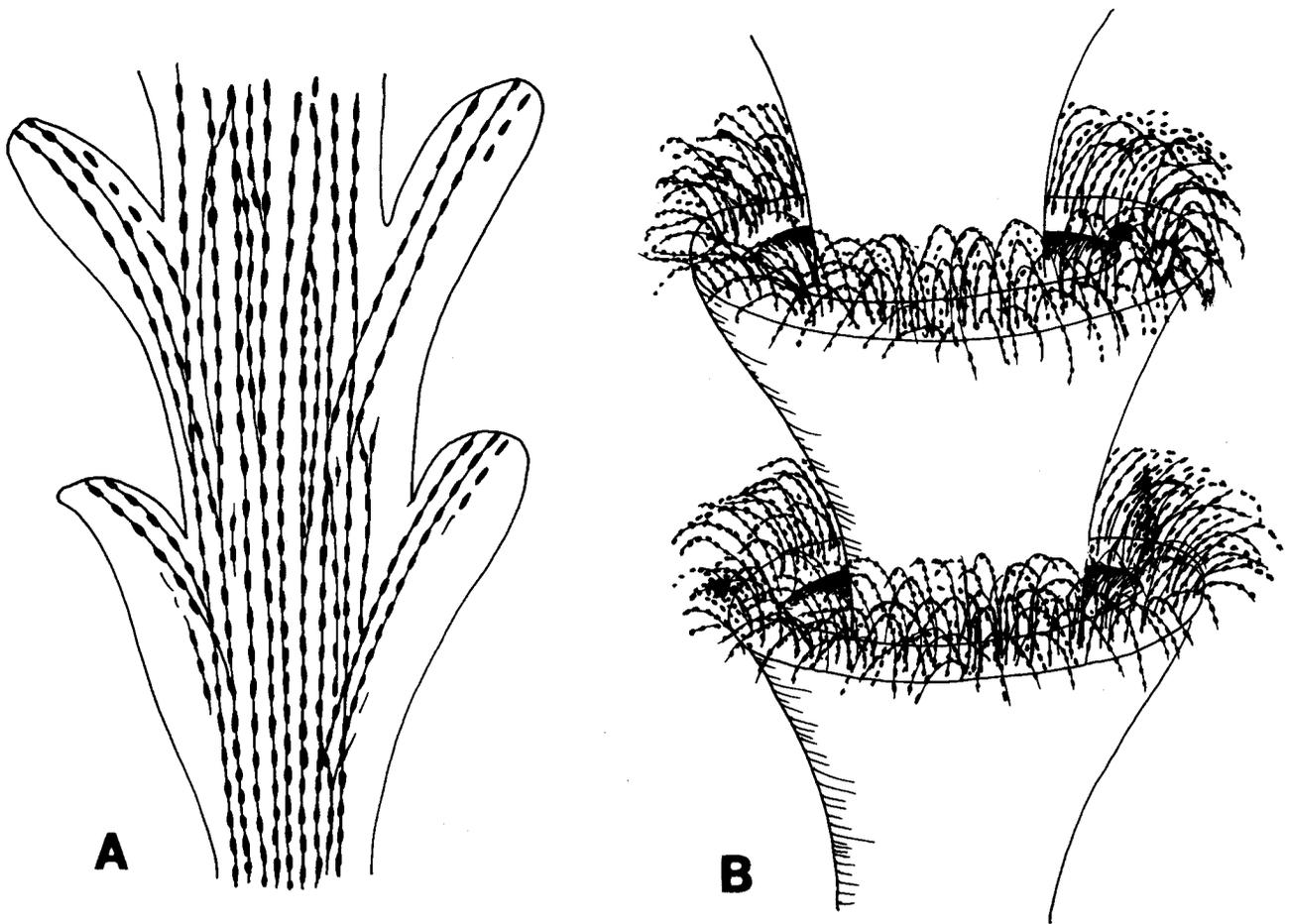


Figure 3.A. Coupe idéalisée dans *Bolivianella colquencha*, n. gen., n. sp. B. Reconstitution idéalisée de *Bolivianella colquencha*, n. gen., n. sp. Ordre de grandeur du diamètre du calice: un millimètre. La morphologie extérieure des filaments est inconnue. Nous leur avons fait suivre la morphologie interne.

Bolivianella colquencha n. gen., n. sp.
Pl. 2, Figs. 6-7.

Dérivation du nom. De Colquencha, d'où provient le matériel.

Holotype. Pl. 2, Fig. 6 (désigné ici).

Description. Une succession de calices dont le diamètre atteint le millimètre, pour une hauteur de 600-700 μ m. Les filaments médullaires sont très nombreux (au moins une cinquantaine) et affectées de pincements (une dizaine de μ) et de dilatations (20-25 μ m). Le calice comprend des filaments de morphologie similaire, en trois rangées superposées.

Répartition stratigraphique. Voir le genre.

5. CONCLUSIONS

Des représentants d'à peu près tous les groupes connus d'Algues calcaires (Mamet, 1990) sont

illustrés pour la première fois du Paléozoïque Supérieur de l'Équateur et de la Bolivie. Ils démontrent qu'au Bashkirien des carbonates d'eau tempérée existaient au milieu d'un Gondwana réputé situé près du Cercle Arctique. Il est de bon ton de citer au Carbonifère des preuves ubiquistes de glaciations (Lopez-Gammundi *et al*, 1993). Il est tout aussi important d'y signaler les épisodes de réchauffement (Isaacson *et al*, 1993). Les oscillations climatiques carbonifères ne sont pas uniquement concentrées à l'Hémisphère Nord, mais affectent également le Gondwana.

6. REMERCIEMENTS

Une partie de ce travail a été effectuée pendant le 12ième Congrès de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère et du Permien qui s'est tenu à Buenos Aires. Nous remercions bien volontiers Mario Suarez Riglos et Dagmar Merino Rodo qui nous ont guidé sur le terrain. Enrique Diaz, avec l'aide du Service Géologique de Bolivie, a échantillonné par la suite, une série de coupes autour du Lac Titicaca

et Katarina Canter nous a fourni une autre collection de la même région. Peter Isaacson nous a procuré les échantillons du bassin de Madre de Dios. Maurice Lys et Jacques Sigal nous ont aidé dans la recherche du matériel de l'Équateur. Un subside du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada a permis la réalisation du travail.

7. BIBLIOGRAPHIE

- ARCHANGELSKY, S. & GAMERRO, J.C., 1977. Asociaciones polínicas del subsuelo de la provincia de Cordoba. *Ameghiniana*, 14 (1-4): 309.
- ARCHANGELSKY, S. & GAMERRO, J.C., 1979. Palinología del Paleozoico superior en el subsuelo de la Cuanca Chacoparanense, Republica Argentina. *Revista Espanola de Micropaleontología*, 9 (3): 417-478.
- ARCHANGELSKY, S., GAMERRO, J.C., & LEGUIZAMON, R.R., 1980. Estudios palinológicos de los perforaciones YCF Col, Co2 i Co3 (Paleozoico Superior), Santiago Temple, provincia de Cordoba. *Acta II Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía*, Buenos Aires, IV: 45-49.
- AZCUY, C.L., 1986. Algunas precisiones sobre la palinozonas Carbonico-Pérmicas de la Cuenca Paganzo. *Ameghiniana*, 23 (1-2): 97-100.
- AZCUY, C.L. & OTTONE, E.G., 1987. Datos palinológicos de la Formacion Retama en la Encanada de Beu, Rio Alto Beni (Bolivia). *Contribucion al Proyecto 237, Gondwana Facies*, IGCP-IUGS.
- BASSOULLET, J.P., BERNIER, P., DELOFFRE, R., GÉNOT, P., PONCET, J. & ROUX, A., 1983. Les Algues udotéacées du Paléozoïque au Cénozoïque. *Bull. Centres Rech. Expl.-Prod. Elf-Aquitaine*, 7(2): 449-621.
- BRISTOW, C. R., & HOFFSTETTER, R., 1977. Ecuador. *Lexique Stratigraphique International, II, Amérique Latine*, 5a2: 411 pp.
- CABRERA, L.R., & PETERSEN, G., 1936. Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del Departamento de Puno. *Bol. Cuerpo de Ingenieros de Minas y Petroleo del Peru*, 115: 100 pp.
- CESARI, S.N., 1986. Zonacion palinologica del Carbonifero tardio en Argentina. *Acta IV Congreso de Paleontología y Biostratigrafía*, Mendoza, I: 228-230.
- DERBY, O. A., 1894. The Amazon Upper Carboniferous fauna. *Jour. Geology*, 2: 480-501.
- DIAZ, E., PALMER, B.A. & LEMA, J.C., 1993. The Carboniferous sequence of the northern Altiplano of Bolivia: from glacial -marine to carbonate deposition. *C.R. 12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, 2: 203-222.
- DUNBAR, C.O. & NEWELL, N.D., 1946. Marine Early Permian of the Central Andes and its fusuline faunas. *Am. Jour. Science*, 264: 377-402, 457-491.
- ENDO, R., 1969. Fossil algae from the Khao Phlong Phrab district in Thailand. *Contributions to Geol. Paleont. southeast Asia*, LXXIV. *Geol. Paleont. southeast Asia*, 7: 33-85.
- FAUCHER, B., JOYCES, R. MAGNE, F., SIGAL, J., VERNET, R., GRANJA, V., GRANJA, B., CASTRO, R. & GUEVARA, G., 1968. Estudio preliminar sobre los principales problemas geológicos concernientes a la exploración petrolera del Oriente ecuatoriano. *Mis. Inst. Francès Petrol. y Servicio Nac. Geol. Minas*, Quito (non disponible).
- FAUCHER, B., VERNET R., BIZON, G. et J.J., GREKOFF, N., LYS, M. & SIGAL, J., 1971. Sedimentary Formations in Ecuador. A stratigraphic and micropaleontological survey. *Bur. études ind. et coop. de l'Institut Français du Pétrole (BEICIP)*, Rueil-Malmaison (non disponible).
- HELWIG, J., 1972. Stratigraphy, sedimentation, paleogeography and paleoclimates of Carboniferous («Gondwana») and Permian of Bolivia. *Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Bulletin*, 56: 1008-1033.
- ISAACSON, P.E., CANTER, K.L. & SABLOCK, P.E., 1993. Late Paleozoic Copacabana Formation in NW Bolivia: paleogeographic significance of carbonates with siliciclastics. *C.R. 12 ème Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, 2: 261-268.
- ISAACSON, P. E., PALMER, B.P., MAMET, B.L., COOKE, J.C. & SANDERS, D.E., in press. Devonian-carboniferous stratigraphy in the Madre de Dios Basin, Bolivia in Tankard, A. J., ed., *Petroleum Basins of South America. Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Mem.*
- KAY, S., Mahlburg, 1993. Late Paleozoic tectonics in southern South America: a global perspective. *C.R. 12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, I: 109-122.
- LOBOZIAK, S., STREEL, M., CAPUTO, M.V. & de MELO, J. H. G., 1991. Evidence of West European defined miospore zones in the uppermost Devonian and Lower Carboniferous of the Amazonas Basin (Brasil). *Géobios*, 24: 5-11.
- LOPEZ-GAMUNDI, O. R., VISSER, J. N. G. & DICKINS, M., 1993. Symposium on glacial events throughout Gondwanaland. *C.R. 12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, 1: 291.
- MAMET, B., 1990. Carboniferous Calcareous Algae in Riding, R., ed. *Calcareous algae and stromatolites. Springer-Verlag, Heidelberg-Berlin*: 370-451.
- MAMET, B., 1992. Paléogéographie des Algues calcaires marines carbonifères. *Rev. Can. Sc. Terre*, 29 (1): 174-194.
- MAMET, B., ROUX, A., & NASSICHUK, W.W., 1987. Algues carbonifères et permiennes de l'Arctique canadien. *Com. géol. Canada, Bulletin*, 342: 143 pp.
- MAMET, B. & de BATZ, R., 1989. Carboniferous microflora, Lisburne Group, Sadlerochit Mountains, Alaska. *11 ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère*, Beijing, 3: 50-60.
- MAMET, B. & PREAT, A., 1992. Algues du Dévonien Moyen de Wellin (Synclinorium de Dinant, Belgique). *Revue Micropaléontologie*, 35 (1): 53-75.
- MERINO, D., 1987. Los conodontes permocarboníferos de la Formacion Copacabana en Yaurichambi, departamento de La Paz. *Thesis Universidad Mayor de San Andrés*, La Paz: 127 pp.
- NEWELL, N. D., CHRONIC, J. & ROBERTS, T. G., 1958. Upper Paleozoic of Peru. *Geol. Soc. America, Memoir*, 58: 276 pp.
- d'ORBIGNY, A., 1842. Voyage dans l'Amérique méridionale de 1826-1833, 3, 4, Paléontologie: 188 pp.
- PEREZ-LEYTON, M., 1991. Miospores du Dévonien moyen et supérieur de la coupe de Bermyo-La Angostura. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 113: 373-389.
- PLAYFORD, G., 1993. Miospores and organic-walled microphytoplankton characteristic of strata contiguous with the Devonian-Carboniferous boundary. *C. R. 12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, I: 127-160.
- RAMOS, V., 1988. Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America: a collisional history. *Episodes*, II: 168-174.
- ROUX, A., 1985. Introduction à l'étude des Algues fossiles paléozoïques (de la bactérie à la tectonique de plaques). *Bull. Centres Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine*, 9 (2): 465-699.
- RIGLOS, M. S., 1991. Excursion 7 A. Bolivia Republic. *12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien, Universidad Autonoma «Gabriel René Moreno»*, Santa Cruz: 29 pp.
- SAKAGAMI, S., 1986. Biostratigraphic study of Paleozoic and Mesozoic groups in Central Andes, an interim report. *Dept. of earth Sciences, Chiba University*: 83 pp.

SCOTESE, C. R. & BARRETT, S. F., 1990. Gondwana's movement over the South Pole during the Paleozoic: evidence from lithological indicators of climate in Mc Kerrow, W. S. et Scotese, C. R., eds., *Paleozoic Paleogeography and Biogeography*. *Geol. Soc. London, Memoir*, 12: 75-85.

SCOTESE, C. R. & Mc KERROW, W. S., 1990. Revised world maps and introduction in Mc Kerrow W. S. et Scotese, C. R. eds. *Paleozoic Paleogeography and Biogeography*. *Geol. Soc. London, Memoir*, 12: 1-21.

TSCHOPP, H. J., 1953. Oil exploration in the Oriente of Ecuador. *Am. Assoc. Petroleum Geologists, Bulletin*, 37 (10): 2303-2347.

URDINEA, M. & YAMAGIWA, N., 1980. Paleontological study of the Copacabana Group at the hill of Jacha Khatawi in the Yaurichambi area, Bolivia. Part I, Fusulinids. *Prof. Saburo Kanno Memorial Volume*: 277-289.

VAVRDOVA, M., ISAACSON, P. E., DIAZ, E. & BEX, J., 1993. Devonian-Carboniferous boundary at Lake Titicaca, Bolivia: preliminary palynological results. *C. R. 12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, 1: 187-199.

VDOVENKO, M. V., RAUZER-CHERNOUSSOVA, D. M., REITLINGER, E. A., & SABIROV, A. A., 1993. Reference-book in the systematics of Paleozoic small foraminifers (en russe). *Akad. Nauk Rossya, Ordeno Trudovogo Krasn. Znam. Geologich. Institut*, sans numéro: 126 pp.

VERGEL, M., 1986. Palinologia del Paleozoico superior en la perforacion YPF SF Jes-I (Josefina), provincia de Santa Fe, Argentina. *Ameghiniana*, 23 (3-4): 141-153.

VERGEL, M., 1993. Palinostratigrafia de la secuencia neopaleozoica en la Cuenca Chacoparanaense, Argentina. *C. R. 12ième Congrès Int. Stratigraphie Géologie Carbonifère et Permien*, Buenos Aires, 1: 206-212.

WRAY, J. L., 1977. Calcareous algae. *Developments in Paleontology and Stratigraphy, Elsevier*, Amsterdam, 4: 185 pp.

1. *Manuscrit reçu le 15/09/94; accepté le 21/04/1995*

PLANCHE 1

Figure 1. *Girvanella problematica* Nicholson et Etheridge, 1878. Sections quelconques, X 97; U. de Montréal 843/0, Cerro Macuma, Formation de Macuma, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.

Figure 2. Oncolithe à *Ellesmerella* sp. associée à des encroûtements bactériens, X 40, U. de Montréal 731/16, Yaurichambi, Groupe de Copacabana, Permien, Zone à *Eoparafusulina*.

Figure 3. Oncolithe à Codiacées nodulaires (*Pseudohedstroemia* sp.). X 30, U. de Montréal 731/14, comme fig. 2.

Figure 4. *Kamaena itkillikensis* Mamet et Rudloff, 1972. Section longitudinale d'un thalle dissous, X 110, U. de Montréal 804/1, sondage Pando X-I, 741,91 m, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.

Figure 5. *Donezella* sp. Section longitudinale d'un thalle dissous, X 97, U. de Montréal 724/16, Cerro Macuma, Formation de Macuma, Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21.

Figures 6-7. *Bolivianella colquencha*, n. gen., n. sp.

6: Section longitudinale de l'holotype, X 62, U. de Montréal 747/18, Colquencha, Groupe de Copacabana, Permien, Zone à *Eoparafusulina*.

7: Section longitudinale montrant la forme du calice, X 62, U. de Montréal 747/17, comme Fig. 6, paratype.

Figure 8. *Ivanovia tenuissima* Chvorova, 1946. Section quelconque dans un fragment d'une phylloïde, montrant les «utricules»? X 30, U. de Montréal 813/23, Colquencha, Groupe de Copacabana, Carbonifère Supérieur, niveau indéterminé.

Figures 9-10. *Epimastoporella japonica* (Endo 1951)

9: Section dans les rameaux ovoïdes, X 78, U. de Montréal 739/0, Colquencha, Groupe de Copacabana, Permien, Zone à *Eoparafusulina*.

10: Coupe dans les rameaux ovoïdes, X 98, U. de Montréal 738/15, comme Fig. 9.

Figure 11. *Paraepimastopora* sp. Section quelconque, X 62, U. de Montréal 855/22, sondage Manuripi X-I, 864,47m, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.

Figure 12. *Epimastopora* sp. Section quelconque, perpendiculaire à l'allongement des rameaux, X 25, U. de Montréal 731/20, Yaurichambi, comme Fig. 2.

Figures 13-14. *Epimastopora symetrica* (Johnson, 1951).

13: Section dans l'allongement des rameaux, X 78, U. de Montréal 738/12, comme Fig. 6.

14: X 78, U. de Montréal 738/21, comme Fig. 13.

Figures 15-17. *Calcisphaera laevis* Williamson, 1881.

15: X 97, U. de Montréal 855/24, Sondage de Manuripi X-I, comme Fig. 11

16: X 97, U. de Montréal 771/1, Cerro Macuma, comme Fig. 1

17: X 97, U. de Montréal 294/6, Cerro Macuma, comme Fig. 5.

Figures 18-20. *Calcisphaera pachysphaerica* (Pronina, 1963).

18: X 97, U. de Montréal 279/21, Cerro Macuma, comme Fig. 1.

19: X 97, U. de Montréal 280/1, Cerro Macuma, comme Fig. 1.

20: X 97, U. de Montréal 274/8, Cerro Macuma, comme Fig. 5.

Figure 21. *Masloviporidium delicata* (Berchenko, 1982).

Section oblique dans l'allongement du thalle, X 97, U. de Montréal 724/18, comme Fig. 1.

Figure 22. *Archaeolithophyllum* sp.

Thalle dissous sans distinction périthallique («*Principia*»), X 78, U. de Montréal 854/22, sondage Manuripi X-1, 834,08m, comme Fig. 11.

Figures 23-24. *Pseudostacheoides* sp.

23: X 78, U. de Montréal 738/31, comme Fig. 6.

24: X 62, U. de Montréal 738/29, comme Fig. 6.

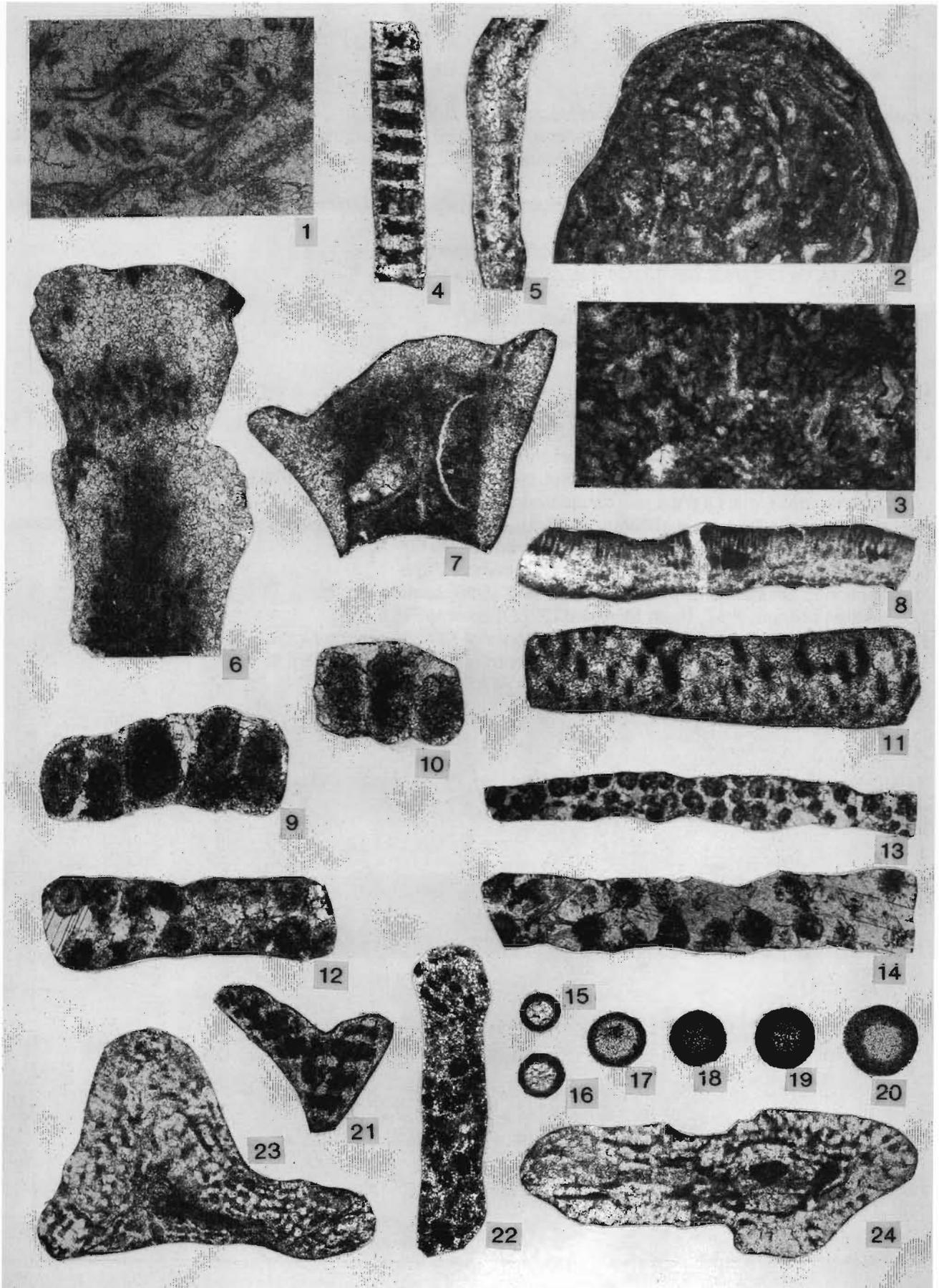


PLANCHE 2

Figures 1-5. *Stacheoides meandriformis* Mamet et Rudloff, 1972.

- 1 : X 62, U. de Montréal 738/30, Colquencha, Groupe de Copacabana, Sakmarien, Zone à *Eoparafusulina*.
- 2 : X 78, U. de Montréal 803/9, sondage Pando X-1, 336,29m. Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.
- 3 : X 97, U. de Montréal 274/5, Cerro Macuma, Formation de Macuma, Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21.
- 4 : X 97, U. de Montréal 274/2, Cerro Macuma, comme Fig. 3.
- 5 : X 62, U. de Montréal 734/13, Colquencha, comme Fig. 1.

Figure 6. *Stacheoides polytrematoides* (Brady, 1876).

- X 62, U. de Montréal 747/16, Colquencha, comme Fig. 1.

Figure 7. *Epistacheoides?* sp.

- X 62, U. de Montréal 747/15, Colquencha, comme Fig. 1.

Figures 8-14. *Clarachrusta catenoides* (Homann, 1972).

Encroûtements réguliers sur un objet cylindrique, peut-être une Phaeophyte? L'aspect rappelle *Stacheoidella*, mais il n'y a pas de différenciation périthallique.

- 8 : section axiale légèrement oblique, X 78, U. de Montréal 737/27, Colquencha, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21 ou 22.
- 9 : section axiale, X 78, U. de Montréal 717/7, comme Fig.8
- 10 : section longitudinale, X 97, U. de Montréal 735/28, comme Fig. 8.
- 11 : section oblique, X 97, U. de Montréal 737/27, comme Fig.8
- 12 : section longitudinale haute, X 97, U. de Montréal 737/30, comme Fig. 8.
- 13 : section longitudinale haute, X 97, U. de Montréal 737/31, comme Fig. 8.
- 14 : section longitudinale, X 78, U. de Montréal 747/5, comme Fig. 8.

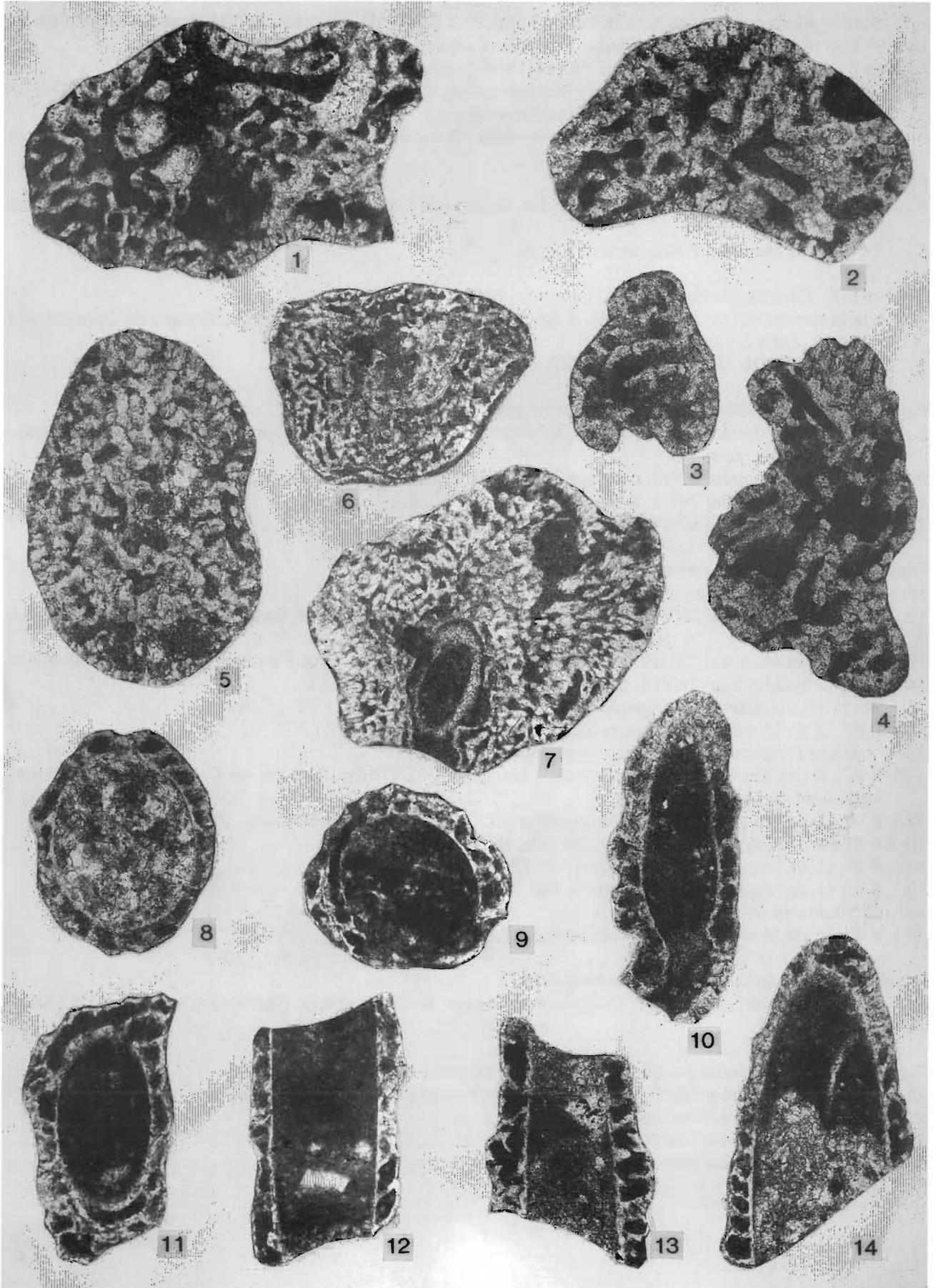


PLANCHE 3

Figure 1. *Fourstonella fusiformis* (Brady, 1876).

Section montrant l'encroûtement sur un support, X 97, U. de Montréal, 805/10, sondage Manuripi X-I, 970,86 m, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.

Figures 2-3. «*Cuneiphycus*» *johnsoni* Flügel, 1966 (= *Efluegelia*).

2 : section montrant l'emboîtement des files cellulaires, X 97, U. de Montréal 733/25, Yaurichambi, Groupe de Copacabana, Permien, Zone à *Eoparafusulina*.

3 : comme 2, U. de Montréal 771/13, Yampupata, Groupe de Copacabana, Carbonifère Supérieur? ou Permien Inférieur?

Figures 4-5. *Ungdarella* sp.

4 : X 62, U. de Montréal 735/12, Colquencha, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21 ou 22?

5 : X 78, U. de Montréal 736/5, comme Fig. 4.

Figures 6-7. *Claracrusta catenoides* (Homann, 1972).

6 : encroûtement sur un Brachiopode, X 62, U. de Montréal 739/6, Colquencha, Groupe de Copacabana, Permien, Zone à *Eoparafusulina*.

7 : tapis diffus, X 25, U. de Montréal 739/5, comme Fig. 6.

Figures 8-11. *Asphaltina cordillerensis* Mamet in Petryk et Mamet 1972.

8 : X 62, U. de Montréal 812/13, sondage Pando X-I, 757 m, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.

9 : X 62, U. de Montréal 804/II, sondage Pando X-I, 753.02m, comme Fig. 8.

10 : X 97, U. de Montréal 747/2, Colquencha, comme Fig. 4.

11 : X 25, U. de Montréal 804/14, comme Fig. 9.

Figures 12-20. *Diplosphaerina* à divers stades.

12-14: Stade «*Eotuberitina*» crassa Poyarkov 1961.

12 : X 97, U. de Montréal 280/14, Cerro Macuma, Formation de Macuma, Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21 ou 22.

13 : X 97, U. de Montréal 731/22, Yaurichambi, Groupe de Copacabana, Permien, Zone à *Eoparafusulina*.

14 : X 97, U. de Montréal 280/13, comme Fig. 12.

15 : Stade «*Eotuberitina*» *reitlingerae* (Mikluko-Maklai, 1958).

15 : X 97, U. de Montréal 274/7, comme Fig. 12.

16-17: Stade *Diplosphaerina mastophora* (Derville, 1950).

16 : X 97, U. de Montréal 805/24, Sondage Manuripi X-1, 978.0m, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent du Morrow, Zone 20.

17 : X 97, U. de Montréal 805/22, sondage Manuripi X-1, 971,33m. comme Fig. 16.

18-19: Stade *Diplosphaerina ovoidea* (Derville, 1950).

18 : X 97, U. de Montréal 274/9, comme Fig. 12.

19 : X 97, U. de Montréal 280/16, comme Fig. 12.

20 : Accolements d'«*Eotuberitina*».

20 : X 97, U. de Montréal 745/25, comme Fig. 13.

Figure 21. *Radiosphaera basilica* Reitlinger 1957.

X 97, U. de Montréal 746/31, Colquencha, Groupe de Copacabana, Bashkirien, équivalent de l'Atoka, Zone 21 ou 22.

Figures 22-25. *Radiosphaera* au stade «*Neoarchaesphaera*».

22 : X 97, U. de Montréal 806/3, sondage Manuripi X-1, 978m, comme Fig. 1.

23 : X 97, U. de Montréal 746/26, comme Fig. 21.

24 : X 97, U. de Montréal 746/29, comme Fig. 21.

25 : X 97, U. de Montréal 746/28, comme Fig. 21.

