

DÉDUCTIONS PALÉOCLIMATIQUES D'UNE COMPARAISON ENTRE LES ASSEMBLAGES DE MIOPORES DU DÉVONIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR DE LIBYE ET DU BRÉSIL

par

STANISLAS LOBOZIAK*, MAURICE STREEL** & MARIA IÉDA DE ALMEIDA -BURJACK***

RÉSUMÉ

De la comparaison entre des assemblages de miospores d'âge Givétien-Frasnien de deux sondages réalisés en Libye et au Brésil dans des régions respectivement paléo-subtropicale et paléo-polaire, les auteurs concluent, pour cette époque, à une certaine uniformité de la végétation et par conséquent du climat. Cette uniformité s'accentue du Givétien au Frasnien.

ABSTRACT

The comparison between Givetian-Frasnian miospore assemblages from two boreholes in Libya and Brazil, representing palaeo-subtropical to palaeo-polar regions respectively, allows us to deduce that a rather uniform vegetation and climate prevailed at that time. This uniformity increases from Givetian to Frasnian.

MOTS-CLÉS : MIOPORES, PALÉOCLIMAT, DÉVONIEN, LIBYE, BRÉSIL, GONDWANA.
KEY-WORDS : MIOPORES, PALAEOCLIMATE, DEVONIAN, LIBYA, BRAZIL, GONDWANA.

INTRODUCTION

Cette étude comparative, par miospores, fait suite à l'inventaire palynologique récent de deux sondages effectués dans deux bassins d'aires géographiques du Continent du Gondwana distinctes et relativement éloignées, l'Afrique du Nord (Loboziak & Streel 1989) et le Brésil (Loboziak, Streel & Burjack 1988).

Les assemblages de miospores reconnues dans ces deux sondages se sont avérés riches, variés et dans un excellent état de conservation. Une distribution stratigraphique des taxons considérés comme les plus significatifs a été réalisée dans les deux

cas. Elle a permis une biozonation détaillée et une datation précise par comparaison avec les résultats connus dans les bassins du Continent des Vieux Grès Rouges (Richardson & Mc Gregor 1986) et plus particulièrement dans les régions ardenno-rhénanes (Streel *et alii* 1987).

Il n'est pas fréquent que des analyses palynologiques de régions aussi distantes l'une de l'autre soient menées par les mêmes auteurs, c'est-à-dire avec un concept systématique uniforme, d'où l'intérêt particulier de ce travail.

* Laboratoire de Paléobotanique et Biostratigraphie du Paléozoïque (GRECO 7 du CNRS), Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres Artois, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (France).

** Laboratoire de Paléobotanique et Paléopalynologie, Université de l'Etat, 7 place du XX Août, B-4000 Liège (Belgique).

*** Departamento de Geologia, Universidade Federal de Goiás, C. Postal 131, Goiânia-Goiás (Brésil).

GÉNÉRALITÉS

Le sondage A1-69 a été réalisé en 1959 par Shell dans la partie libyenne du bassin de Ghadamès. Son analyse palynologique a porté sur 33 échantillons répartis entre les profondeurs 2103 et 650 ft. Un âge Emsien à Frasnien supérieur lui a été attribué (Loboziak & Streeel 1989, fig. 2).

Le sondage RSP-1 a été réalisé par Docegeo dans le bassin du Paraná, au Sud de l'Etat de Mato Grosso, Brésil. Les 36 échantillons inventoriés, répartis entre les profondeurs 358,60 et 11,00 m, intéressent la Formation de Ponta Grossa. Ils ont été datés Eifélien supérieur à Frasnien supérieur (Loboziak, Streeel & Burjack 1988, tabl. 1).

Ces deux sondages sont ici localisés sur la figure 1 qui représente la reconstitution paléogéographique au Dévonien moyen d'après Heckel & Witzke 1979. Dans les deux cas, les roches étudiées correspondent à des sédiments à caractères marins côtiers (présence d'acritarches).

Avant tout il est important d'insister sur le fait que l'analyse de ces deux sondages a été effectuée d'une façon tout à fait similaire. En particulier le choix des taxons pris en compte dans les tableaux de distribution (52 taxons dans A1-69 et 59 taxons dans RSP-1) a été guidé par les mêmes critères, c'est-à-dire des caractères de détermination bien établis et évidents et une extension stratigraphique connue et contrôlée ailleurs par des faunes marines.

Bien entendu, nous nous intéresserons seulement à l'intervalle stratigraphique commun aux deux sondages, à savoir de la zone AD Lem (zone d'Oppel *acanthomammillatus-devonicus*,

zone d'intervalle à *Geminospora lemurata* (BALME) PLAYFORD, 1983) à la zone d'Oppel IV (*) (= Givétien - Frasnien supérieur) équivalent de la palynozonation des bassins ardenno-rhé-nans (Streeel *et alii* 1987). L'échantillonnage a cependant été plus serré dans RSP-1 que dans A1-69 où des séquences de réelle importance n'ont fait l'objet d'aucun prélèvement.

* La zone IV a été définie dans le Boulonnais (Loboziak & Streeel *in* Brice *et alii* 1981 ; Loboziak & Streeel 1981 ; Loboziak, Streeel & Vanguetaine 1983. Elle se caractérise par une succession d'apparitions d'espèces dans un intervalle sédimentaire assez court. Aucune appellation ne lui a été donnée jusqu'à présent.

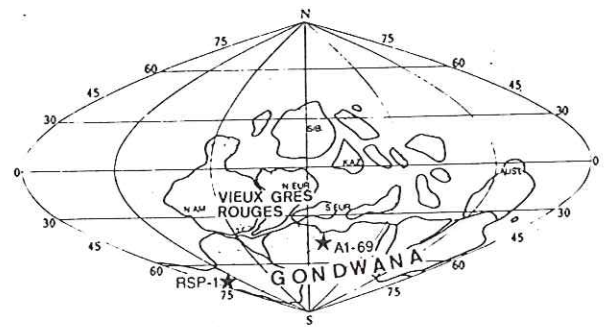


Fig. 1 - Situation géographique des deux sondages. Reconstitution paléogéographique d'après Heckel & Witzke 1979. Localization of the boreholes. Palaeogeographical reconstruction.

DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE ET RÉGIONALE DES TAXONS

Dans l'intervalle commun bien échantillonné qui correspond approximativement au Givétien, on remarque que :

- trois espèces reconnues au Paraná n'ont pas été vues à Ghadamès. Il s'agit de *Craspedispora paranaensis* LOB., STR. & BUR., 1988, *Chelinospora paravermiculata* LOB., STR. & BUR., 1988 et *Grandispora mamillata* OWENS, 1971. Les deux premières de ces espèces sont propres au bassin du Paraná, alors que la troisième est aussi connue sur le Continent des Vieux Grès Rouges ;

- trois autres espèces vues dans le bassin de Ghadamès et communes également au Continent des Vieux Grès Rouges ne figurent pas dans le bassin du Paraná. Il s'agit de *Grandispora naumovii* (KEDO) Mc GREGOR, 1973, *Rhabdosporites minutus* TIWARI et SCHAAERSCHMIDT, 1975 et *Hystricosporites mitratus* ALLEN, 1965.

Quatre espèces propres au bassin du Paraná font leur apparition dans le Frasnien : *Acinosporites eumammillatus* LOB., STR. & BUR., 1988, *Grandispora tabulata* LOB., STR. & BUR., 1988, *Grandispora daemonii* LOB., STR. & BUR., 1988 et *Geminospora piliformis* LOB., STR. & BUR., 1988. Il faut toutefois rappeler que le Frasnien a été très peu échantillonné dans le bassin de Ghadamès.

La figure 2 donne l'extension des espèces qui apparaissent dans l'intervalle commun considéré, dans l'ordre de succession tel qu'il se présente dans RSP-1. Il s'agit d'espèces connues dans le Continent des Vieux Grès Rouges, exception faite pour *Grandispora libyenensis* MOREAU-BENOIT, 1980 et *Lophozonotriletes bouckaertii* LOB. & STR., 1989 notées jusqu'ici, avec certitude, seulement sur le Continent Gondwanien.

Nous constatons que les espèces-guides, c'est-à-dire celles dont les débuts de biozone définissent les bases de la zone d'intervalle AD Lem (*Geminospora lemurata* (BALME) PLAYFORD, 1983) et des zones d'Oppel TA (*Samarisporites triangulatus* ALLEN, 1965), TCo (*Chelinospora concinna* ALLEN, 1965) et BM (*Lophozonotriletes media* TAUGOURDEAU-LANTZ, 1967) dans la biozonation de référence utilisée, apparaissent dans un ordre remarquablement identique, avec une exception cependant pour *Verrucosporites bulliferus* RICHARDSON & MC GREGOR, 1986 dont l'apparition, dans cette même biozonation de référence, situe la base de la zone d'Oppel BJ et dont les premiers individus, dans A1-69, ont été reconnus assez tardivement. Un échantillonnage réduit dans A1-69, entre 1109 et 920 ft, pourrait être une explication de ce décalage.

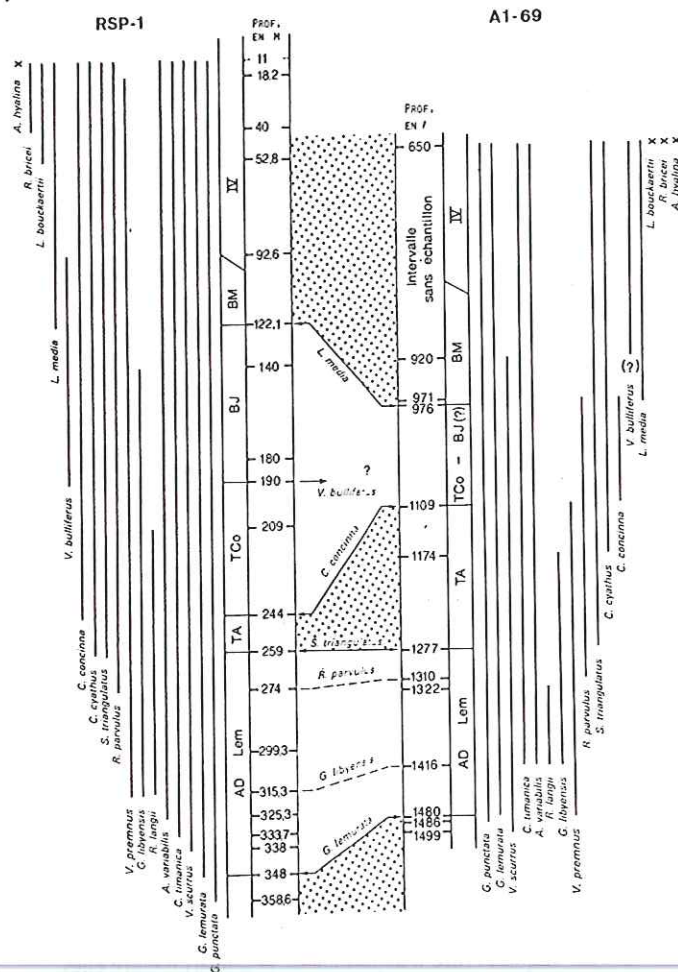


Fig. 2 - Comparaison au Givétien-Frasnien entre les premières apparitions des principales miospores dans les deux sondages.

Comparison between the Givetian-Frasnian main miospores first occurrences in the two boreholes.

ANALYSE QUANTITATIVE

Dans l'intervalle commun aux deux sondages, nous avons cherché à estimer l'abondance relative des divers taxons dans un certain nombre de niveaux : 12 dans A1-69 et 16 dans RSP-1 (fig. 3).

Pour ce faire nous avons établi des classes. Les espèces à morphologie simple ont été ramenées dans une catégorie unique. Leur systématique au microscope optique est difficile à caractériser au niveau spécifique et dès lors est imprécise. Il en résulte souvent que leur extension stratigraphique est trop considérable pour être utilisée ensuite. Cette catégorie de miospores est cependant loin d'être négligeable puisqu'en moyenne elle représente, dans les deux régions, environ 40 à 50 % de l'assemblage total (fig. 3a).

Au niveau des espèces à morphologie élaborée nous avons distingué trois catégories :

- celles qui sont communes au Gondwana et au Continent des Vieux Grès Rouges (fig. 3b) ;

- celles qui sont propres aux seules régions du Gondwana et qui sont au nombre de 5 (fig. 3c). Il s'agit de *Craspedispora ghadamisensis* LOB. & STR., 1989, *Grandispora riegelii* LOB. & STR., 1989, *Grandispora gabesensis* LOB. & STR., 1989, *Camarozonotriletes ? concavus* LOB. & STR., 1989 et *Grandispora libyensis* MOREAU-BENOIT, 1980 ;

- enfin, celles qui sont restreintes au seul bassin du Paraná (fig. 3d). Nous n'avons pas rencontré d'espèces restreintes au bassin de Ghadamès.

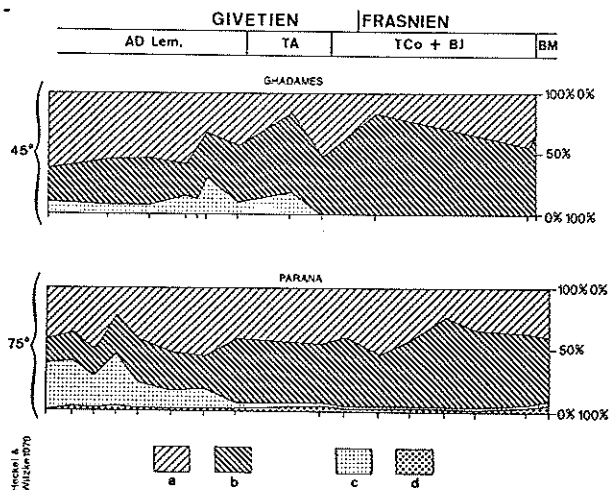
Les espèces propres aux deux bassins du Gondwana et qui, rappelons-le, sont au nombre de 5 (fig. 3c), sont surtout abondantes dans la zone AD Lem. Dans le bassin du Paraná, elles l'emportent en abondance (60 %) dans la partie inférieure de cette zone sur l'ensemble des espèces à morphologie élaborée. Dans la partie supérieure de AD Lem, elles représentent environ un tiers de cette population. Dans le bassin de Ghadamès, en revanche, elles sont moins fréquentes et toujours dominées (généralement moins d'un quart des espèces à morphologie élaborée).

Ces espèces sont encore significativement présentes dans la zone TA. Elles disparaissent totalement à partir de la zone TCo dans le bassin de Ghadamès, alors que dans celui du Paraná, on retrouve *Grandispora riegei*, en quelques rares individus, dans tous les échantillons, jusqu'au sommet du profil dans la zone frasnienne BM. Etant donné que cette espèce n'était pas seule abondante dans les zones précédentes, il est fort peu probable que ces rares spécimens soient liés à un remaniement.

Les espèces propres au bassin du Paraná (fig. 3d) ne dépassent jamais 5 % des miospores à morphologie élaborée.

Fig. 3 - Représentation quantitative des diverses catégories de miospores dans les deux sondages.

- a) miospores à morphologie simple ;
- b-d) miospores à morphologie élaborée ;
- b - miospores communes au Gondwana et au Continent des Vieux Grès Rouges ;
- c - miospores propres au Gondwana ;
- d - miospores propres au bassin du Paraná.



Quantitative distribution of various miospore classes in the two basins.

- a) morphologically simple miospores ;
- b-d) complex (cingulate, zonate, cavate) miospores ;
- b - miospores occurring in Gondwana and ORS Continents ;
- c - miospores restricted to the Gondwana ;
- d - miospores restricted to the Paraná basin.

CONCLUSIONS

Il convient en premier lieu de noter que la très grande majorité des espèces à morphologie élaborée est commune aux deux sondages et que l'ordre d'apparition de la plupart d'entre elles, dans les séquences stratigraphiques respectives, est similaire. Il existe néanmoins quelques exceptions :

- deux espèces sont restreintes au bassin du Paraná dans l'intervalle commun bien échantillonné et quatre le sont dans un intervalle à échantillonnage plus lâche en Libye qu'au Brésil ;

- quelques espèces isolées qui figurent dans le sondage A1-69 n'ont pas été vues dans RSP-1, mais il ne s'agit pas d'espèces restreintes à la Libye puisqu'on les trouve également sur le Continent des Vieux Grès Rouges.

Dans l'ensemble des cartes de reconstitution paléogéographique du Givétien-Frasnien, la distance en paléo-latitude entre ces deux emplacements oscille entre approximativement 30° (Heckel & Witzke 1979) et 45° (Smith, Briden & Drewry 1973). De la ressemblance des assemblages de miospores dans ces deux sondages, on peut conclure que cet écart n'entraînait pas à cette époque de différences climatiques majeures, une conclusion à laquelle pouvait conduire déjà des analyses de la mégaflore dévonienne comme celle proposée par Edwards 1973. Cependant, contrairement à ces analyses qui reposent sur des observations relativement dispersées mais mal datées et ponctuelles dans le temps et dans l'espace, nous présentons ici des

données quantitatives, continues sur plus de 10 millions d'années et intégrant sans doute, comme toute sédimentation marine côtière, la végétation d'un hinterland relativement vaste.

La position en latitude de ces bassins est variable d'une carte à l'autre. En particulier, celle du bassin du Paraná est, le plus souvent, montrée plus ou moins proche du pôle. La reconstitution de Heckel & Witzke 1979, entre autres, situe ce bassin à 75° lat.S. La présence de végétation à d'aussi hautes latitudes pourrait surprendre. D'autres exemples ont cependant déjà été proposés (Mc Gregor 1979, text-fig. 12, pour le Dévonien inférieur et moyen, Chaloner & Lacey 1973, text-fig. 6, pour le Permocarbonifère et Axelrod 1984, fig. 1, 2, pour le Tertiaire inférieur).

De ces exemples on doit conclure que les climats relativement semblables qui caractérisaient les bassins de Ghadamès et du Paraná au Givétien-Frasnien se situent dans l'intervalle compris entre des régions paléo-subtropicale et paléo-polaire.

La présence restreinte au bassin du Paraná de quelques espèces peu abondantes (fig. 3d), de même que les différences en proportion entre les deux bassins des 5 espèces gondwaniennes communes (fig. 3c) témoignent cependant d'une certaine individualité du bassin du Paraná occupant la latitude la plus élevée par rapport à celui de Ghadamès.

Cependant ces différences en proportion des espèces propres au Gondwana s'estompent lorsqu'on passe du Givétien au Frasnien. L'uniformité de végétation et sans doute de climat entre

ces deux régions s'affirme donc davantage lorsqu'on passe du Dévonien moyen au Dévonien supérieur.

Remerciements

Les auteurs remercient Cl. Babin, Université de Lyon, M. Fairon-Demaret, Université de Liège et W.G. Chaloner, University of London pour leurs remarques et suggestions, ainsi que

M. Masson-Smal, Université de Liège et R. Netter, Greco 7 Lille, pour leur assistance technique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AXELROD D.I. (1984) - An interpretation of Cretaceous and Tertiary Biota in polar regions. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, Amsterdam, 45 : 105-107.
- BRICE D., COEN M., LOBOZIAK S. & STREEL M. (1981) - Précisions biostratigraphiques relatives au Dévonien supérieur de Ferques (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, 100 (1980) : 159-166.
- CHALONER W. G. & LACEY W. S. (1973) - The distribution of late Palaeozoic Floras. *Sp. Papers Palaeont.*, London, 12 : 271-289.
- EDWARDS D. (1973) - Devonian Floras. In "Atlas of Palaeobiogeography", HALLAM A. (ed.). *Elsevier*, Amsterdam : 105-115.
- HECKEL P. H. & WITZKE B. J. (1979) - Devonian world palaeogeography determined from distribution of carbonates and related lithic palaeoclimatic indicators. *Sp. Papers Palaeont.*, London, 23 : 99-123.
- LOBOZIAK S. & STREEL M. (1981) - Miospores in Middle-Upper Frasnian to Famennian sediments partly dated by conodonts (Boulonnais, France). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 34 : 49-66.
- LOBOZIAK S. & STREEL M. (1989) - Middle-Upper Devonian Miospores from the Ghadamis Basin (Tunisia-Libya) : systematics and stratigraphy. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 58 : 173-196.
- LOBOZIAK S., STREEL M. & BURJACK M.I.A. (1988) - Miospores du Dévonien moyen et supérieur du Bassin du Paraná, Brésil : systématique et stratigraphie. *Sc. Géol., Bull.*, Strasbourg, 41 : 351-377.
- LOBOZIAK S., STREEL M. & VANGUESTAINE M. (1983) - Miospores et acritarches de la Formation d'Hydrequent (Frasnien supérieur à Famennien inférieur, Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Belgique*, Liège, 106 : 173-183.
- Mc GREGOR D.C. (1979) - Spores in Devonian stratigraphical correlation. *Sp. Papers Palaeont.*, London, 23 : 163-184.
- RICHARDSON J.B. & Mc GREGOR D.C. (1986) - Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone Continent and adjacent regions. *Geol. Surv. Canada, Bull.*, Ottawa, 364 : 1-78.
- SMITH A.G., BRIDEN J.C. & DREWRY G.E. (1973) - Phanerozoic world maps. In "Organisms and continents through time" HUGHES N.F. (ed.) *Sp. Papers Palaeont.*, London, 12 : 1-42.
- STREEL M., HIGGS K., LOBOZIAK S., RIEGEL W. & STEEMANS P. (1987) - Spore stratigraphy and correlation with faunas and floras in the type marine Devonian of the Ardenne-Rhenish regions. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 50 : 211-229.

Manuscrit déposé le 16/11/1988
Manuscrit définitif reçu le 06/02/1989

