

# SIMILITUDES DES ASSEMBLAGES DE SPORES D'EUROPE, D'AFRIQUE DU NORD ET D'AMÉRIQUE DU NORD AU DÉVONIEN TERMINAL

Maurice STREEL\*

RÉSUMÉ. — Une analyse des assemblages de spores famenniens et tournaisiens dans le monde entier démontre que le Famennien terminal est particulièrement bien connu en palynologie. Le calcul des coefficients de similitude de JACCARD et de SIMPSON conduit à mettre en évidence les fortes affinités des assemblages de l'Afrique du Nord et de la région des Grands Lacs américains, suggérant ainsi un rapprochement très marqué entre les deux continents au sommet du Dévonien.

PALYNOLOGIE — DÉVONIEN — AFRIQUE N — AMÉRIQUE N — DÉRIVE DES CONTINENTS

Un nombre considérable d'évidences supportent aujourd'hui l'hypothèse d'une Pangée dont les éléments auraient commencé à se dissocier il y a quelques 200 millions d'années. L'actuel océan Atlantique serait ainsi de création relativement récente.

Il a été proposé, d'autre part, qu'avant la formation de la Pangée, le site de l'actuel océan Atlantique aurait été occupé au Paléozoïque inférieur par un précédent océan appelé « proto-Atlantique ». Trois séries d'arguments ont été avancés dans ce sens, basés sur le paléomagnétisme, la géologie tectonique et la distribution de faunes de plate-forme. D'après HAILWOOD et TARLING (1973) la comparaison des pôles magnétiques cambriens obtenus séparément sur les continents africain et nord-américain suggère une séparation majeure entre ces continents. Cette séparation va en s'amenuisant pendant le Paléozoïque inférieur et moyen pour disparaître au Carbonifère inférieur, en harmonie avec le développement de l'orogénèse hercynienne. Dès 1966 WILSON, comparant l'allure des faciès cambro-siluriens des trois continents qui nous concernent ici et la distribution de quelques provinces fauniques contemporaines, concluait à l'existence d'un océan Atlantique au Paléozoïque inférieur. Il rappelait par exemple que l'Ecosse et le Nord de l'Irlande ont des faunes cambriennes de plate-forme semblables à celle de la province faunique nord-américaine, alors que la région côtière actuelle de la Nouvelle-Ecosse et de Terre-Neuve ont des faunes cambriennes de plate-forme analogues à celle de la province faunique européenne. Cette distribution s'explique si on admet :

- 1) que la limite entre les deux provinces fauniques correspond à un océan « proto-Atlantique » qui séparait au Cambrien l'Ecosse et le Nord de l'Irlande de l'actuel continent européen d'une part et la Nouvelle-Ecosse et Terre-Neuve de l'actuel continent nord-américain, d'autre part;

\* Paléobotanique et Paléopalynologie. Université, 7, place du XX Août, B-4000 Liège, Belgique.

2) qu'après fermeture de l'océan « proto-Atlantique » la séparation au Mésozoïque des deux masses continentales ne s'est pas produite exactement à la ligne de « soudure » des anciens « rivages ».

La reconstitution des contours et de l'emplacement des divers blocs continentaux durant les périodes géologiques qui précédèrent le Carbonifère est délicate, bien plus qu'au moment de la dislocation et de la dispersion méso- et cénozoïque de la Pangée pour laquelle on peut s'appuyer sur des observations actuelles, sur les émergences des rides médianes des océans et les contours similaires des plates-formes continentales. Concernant le Paléozoïque, on ne dispose guère que des directions générales des différentes orogènes prépermienne pour reconstituer les limites des différents blocs continentaux. Par conséquent, les arguments paléontologiques, sédimentologiques et paléoclimatiques ont encore un rôle considérable à jouer dans l'interprétation des faits. Ainsi, SMITH, BRIDEN et DREWRY (1973), qui ont reconstitué des cartes des paléocontinents en s'efforçant de ne tenir compte que des arguments topographiques, tectoniques et paléomagnétiques, insistent sur l'incertitude actuelle quant à la séparation relative des blocs continentaux en longitude. Leurs cartes du Dévonien inférieur et du Carbonifère inférieur admettent une séparation de plusieurs milliers de kilomètres entre l'Afrique et le bloc eura-méricain. Par contre COCKS et McKERROW (1973, text. fig. 4), illustrant, au Silurien, l'exemple de distribution de faunes rappelé plus haut, concluent que l'océan « proto-Atlantique » a cessé d'être une barrière à la migration des faunes benthoniques de Brachiopodes vers la fin de l'Ordovicien, bien qu'il soit large encore de plusieurs centaines de kilomètres. La reconstitution paléogéographique silurienne proposée par CRAMER (1971) sur la base d'une distribution latitudinale restreinte d'Acritarches et de Chitinozoaires est par ailleurs en bon accord avec les observations faites sur les Brachiopodes.

#### SIGNIFICATION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DE LA DISTRIBUTION DES MICROFOSSILES VÉGÉTAUX D'ORIGINE CONTINENTALE

La distribution des spores et grains de pollen peut-elle être utilisée pour reconstituer la distribution des flores continentales qui les ont disséminés ? L'océan constitue-t-il une barrière efficace à la distribution des assemblages de spores et pollens ? Pour répondre à ces questions, nous n'avons que la ressource d'étudier les bassins sédimentaires actuels ou d'une manière plus générale les bassins du Cénozoïque qui nous sont évidemment mieux connus que ceux du Paléozoïque.

Contrairement aux faunes benthoniques auxquelles nous avons fait allusion plus haut, les assemblages de spores peuvent subir un transport relativement long par les courants aériens et surtout par les courants fluviaux et marins. Ce transport et l'homogénéisation qui en résulte pallient dans une large mesure l'hétérogénéité des niches écologiques du continent où ces assemblages ont été produits. Les exemples de transport à très longue distance ne sont pas rares : ainsi des grains de pollen de *Podocarpus* sont entraînés par le Nil à 20° de latitude au Nord de son aire de distribution africaine (ROSSIGNOL, 1962). Mais ces spores et grains de pollen à long rayon d'action ne représentent au mieux que quelques % des assemblages de microfossiles avec lesquels ils se sédimentent et qui sont composés en majeure partie d'apports voisins. D'autre part, dans le domaine marin, l'éloignement croissant entre les sites de dépôt et le rivage s'accompagne d'un appauvrissement quantitatif et qualitatif des assemblages. Aux milliers de grains de pollen trouvés par MULLER (1958) dans chaque gramme de sédiment face au delta de l'Orénoque, on peut opposer les faibles quantités (moins de 100 grains/10 grammes de sédiment) observées par KORENEVA (1955) au centre de la mer d'Okhotsk, à 500 kilomètres des côtes les plus proches. Si les fosses océaniques sont susceptibles de recueillir des assemblages en provenance

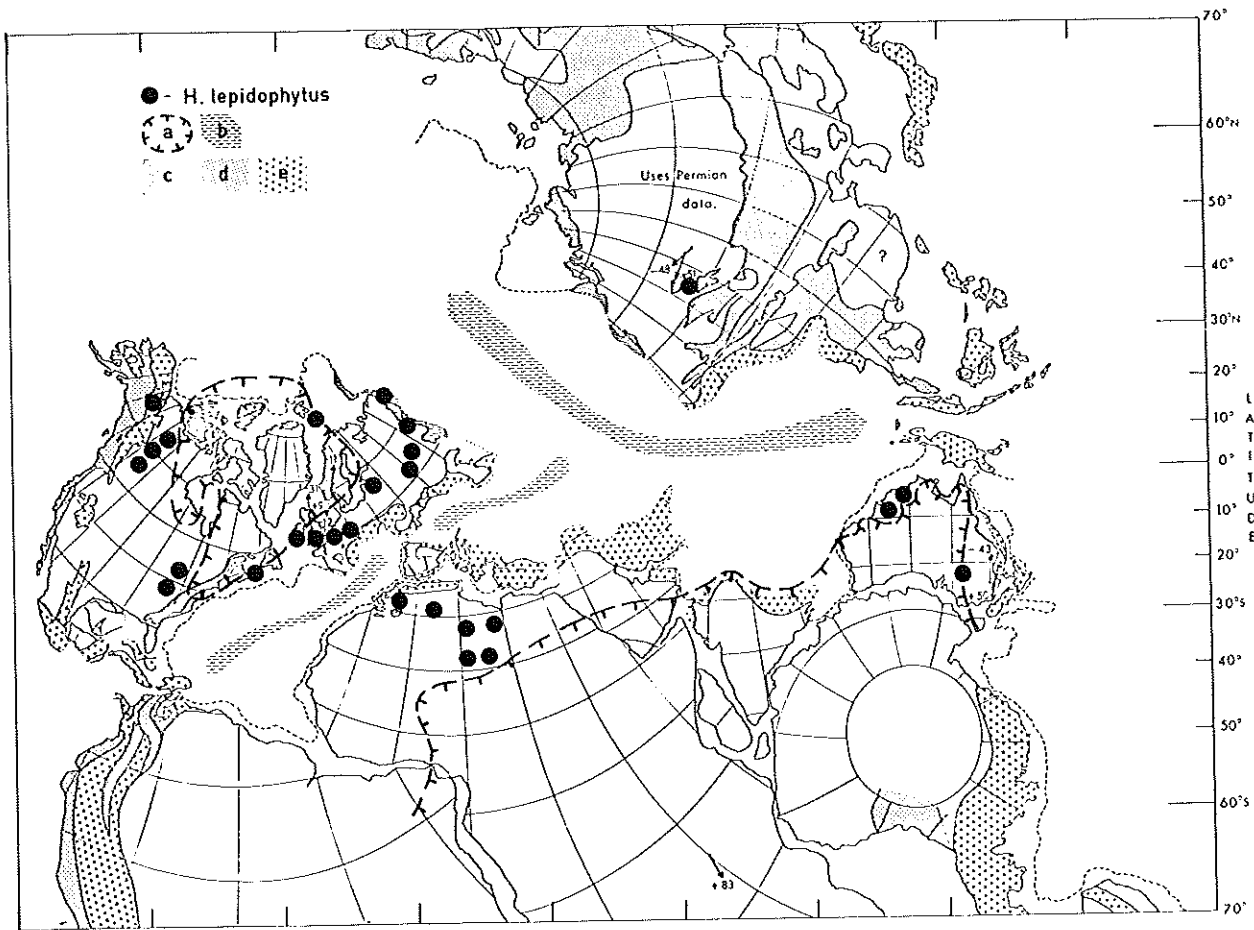


FIG. 1. — Distribution paléogéographique d'*Hymenozonotrilites lepidophytus* KEDO, d'après les cartes de STREEL, 1971 et de KEDO et GOLUBZOV, 1971 et pour l'Australie, les observations de ROBERTS, JONES *et al.*, 1972  
Topographie d'après SMITH, BRIDEN et DREWRY, 1973 : texte-fig. 11 :

- a. deux masses continentales émergées au Frasnien d'après HOUSE, 1973 : texte-fig. 1.
- b. séparation en longitude des ensembles continentaux, indéterminée
- c. orogènes du Paléozoïque supérieur
- d. orogènes mésozoïques
- e. orogènes tertiaires

*Paleogeographic distribution of Hymenozonotrilites lepidophytus* KEDO, after the maps from STREEL, 1971 and from KEDO and GOLUBZOV, 1971 and, for Australia, the data from ROBERTS, JONES *et al.*, 1972  
Topography from SMITH, BRIDEN and DREWRY, 1973 : texte-fig. 11 :

- a. Two continental emerged blocks at Frasnian after HOUSE 1973 : texte-fig. 1
- b. Longitudinal separation of continental groupings undetermined
- c. Upper Paleozoic orogenes
- d. Mesozoic orogenes
- e. Tertiary orogenes

de chacun des continents environnants, par contre les chances de contamination importante des sédiments d'une plate-forme continentale par des assemblages produits de l'autre côté de l'océan semblent être négligeables. En effet, GERMERAAD, HOPPING et MULLER (1968, p. 284) ont écrit qu'il n'y avait pas, au Tertiaire, d'échange général de flore entre l'Amérique du Sud et l'Afrique tropicale déjà séparées l'une de l'autre d'un millier de kilomètres au moins. On notera

d'ailleurs que dans les exemples donnés, dans la mer d'Okhotsk comme au large de l'Orénoque, la composition qualitative des assemblages est, malgré l'éloignement, nettement influencée par la végétation des côtes les plus proches. L'étude paléogéographique de la totalité, ou au moins des espèces dominantes d'un assemblage de microfossiles végétaux, est par conséquent préférable à l'étude paléogéographique de l'un ou l'autre taxon sélectionné comme c'est l'usage en ce qui concerne la mégaflore terrestre ou les faunes marines. Ainsi la carte de distribution d'*Hymenozonotriletes lepidophytus* KEDO (fig. 1), une spore abondante, caractéristique du Famennien terminal, paraît refléter <sup>(1)</sup> le cosmopolitisme de la végétation de l'époque de manière comparable à la flore à *Lepidodendropsis* au Carbonifère inférieur (CHALONER et LACEY, 1973, text. fig. 3). L'aire de distribution est aussi comparable à celle de la Goniatite *Manticoceras* au Frasnien (HOUSE, 1973, text. fig. 1). Mais on ne peut invoquer, en ce qui concerne la spore, une dérive *post-mortem* comme cela est constaté aujourd'hui pour les coquilles de *Nautilus* retrouvées à plus de 20° de latitude et peut-être 60° de longitude de leur aire de vie (HOUSE, 1973, text. fig. 2).

La distribution de cette spore n'est pas le résultat d'un transport le long des rivages de la proto-Téthys à partir d'un centre de production unique puisqu'elle domine les assemblages de spores où elle est rencontrée, tant sur les continents euraméricains qu'africains et australiens. Ces assemblages n'ont pas tous une composition identique et suggèrent un régionalisme de la flore contemporaine.

*En conclusion*, il ressort de cette analyse rapide que la distribution des assemblages de spores dominantes a quelque chance de refléter valablement la distribution de la végétation qui les a produites, surtout si l'on prend la peine d'écarter les assemblages marins trop pauvres et les assemblages continentaux trop liés à des niches écologiques particulières. Ces conclusions nous paraissent d'autant plus applicables à notre propos que les spores du Dévonien supérieur, à cause de leur taille plus grande et la rareté relative des formes saccates, avaient des potentialités de dispersion plus faibles que le pollen du Cénozoïque et qu'en tout état de cause, la migration des flores néodévoniennes n'était pas avantagée par un cycle de reproduction où le stade « graine » était à peine ébauché.

En somme, les critères d'isolement des assemblages de spores ne sont pas très différents de ceux que l'on invoque pour les faunes benthoniques marines pour lesquelles les larges océans, bien plus que les continents, constituent des barrières majeures (COCKS et MCKERROW, 1973, p. 302). Il est évident aussi que les assemblages de spores, comme les faunes benthoniques marines, dépendent étroitement de la différenciation éventuelle des climats et de l'histoire géologique passée de l'aire considérée (SULLIVAN, 1965, 1967; STREEL, 1971).

#### ANALYSE DE LA DISTRIBUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DES ASSEMBLAGES DE SPORES A LA TRANSITION DÉVONIEN/DINANTIEN

De la base du Famennien au sommet du Tournaisien nous avons recensé, en 1970, 90 travaux palynologiques différents (voir addendum) regroupés en une quinzaine de régions localisées (sauf l'Australie) sur la carte (fig. 2). C'est sur cette documentation arrêtée à cette date que

(1) En fait elle correspond surtout à la distribution actuellement connue des sédiments du Famennien terminal qui contiennent des spores puisque nous ne sommes pas en mesure d'indiquer sur cette carte un seul assemblage de spores dépourvu d'*H. lepidophytus* dont l'âge Famennien terminal soit prouvé indépendamment du contexte palynologique.

portera l'analyse. Elle consiste d'abord en une ventilation de ces assemblages (fig. 3) en fonction de deux critères principaux : sécurité de l'âge attribué à chaque assemblage et possibilité de contrôle des déterminations de spores citées. Ensuite, les coefficients de similitude de SIMPSON et de JACCARD (voir HUGHES, 1973) ont été calculés pour des paires de régions contenant des assemblages suffisamment représentatifs, bien datés et dont les déterminations étaient plus ou moins contrôlables. Nous avons porté sur la carte (fig. 2) les régions dont nous avons pu examiner du matériel en préparations microscopiques.

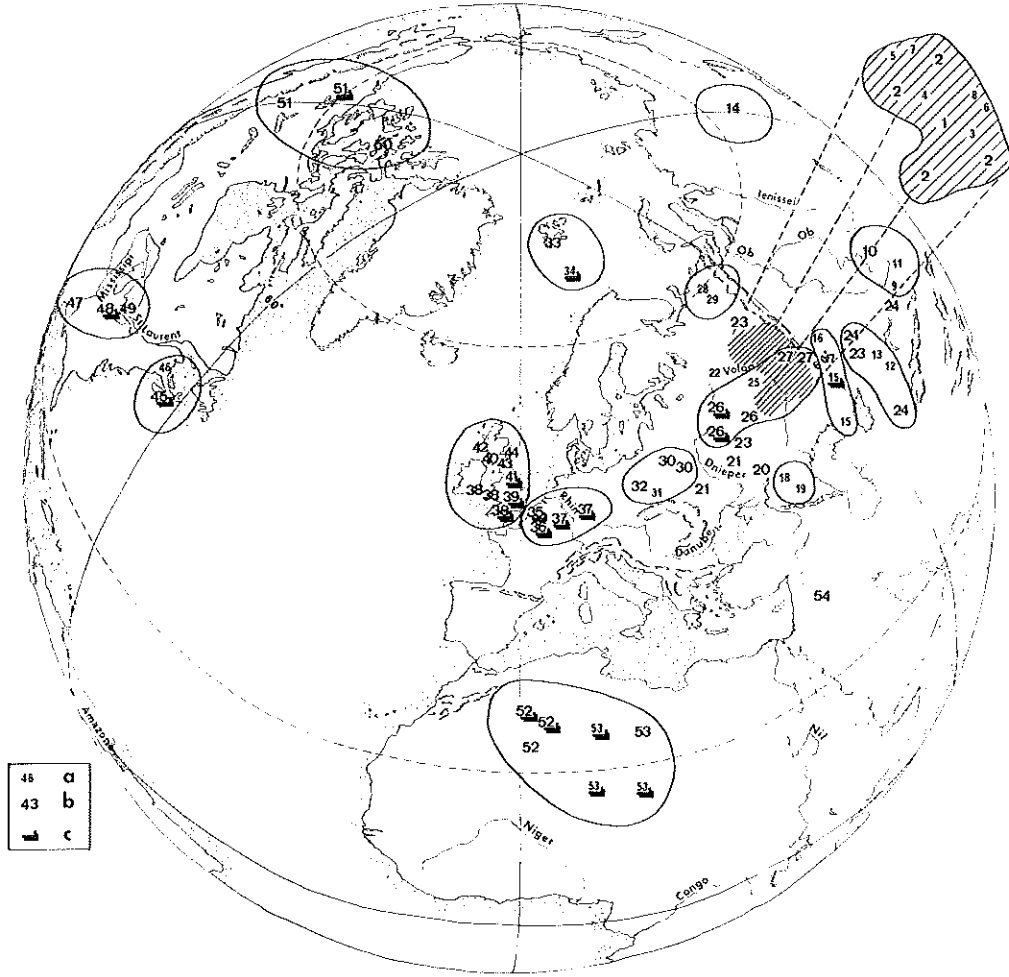


FIG. 2. — Assemblages de spores fameniens et tournaisiens et limites des régions  
Les numéros renvoient à la figure 3 et à la liste donnée en addendum

- a. espèces non figurées ni décrites
- b. espèces figurées et/ou décrites
- c. assemblage revu par l'auteur de cette note

*Famennian and Tournaisian spores assemblages and limits of regions  
Numbers refer to fig 3 and to the list given in addendum*

- a. not figured nor described species
- b. figured and/or described species
- c. assemblage reviewed by this paper's author

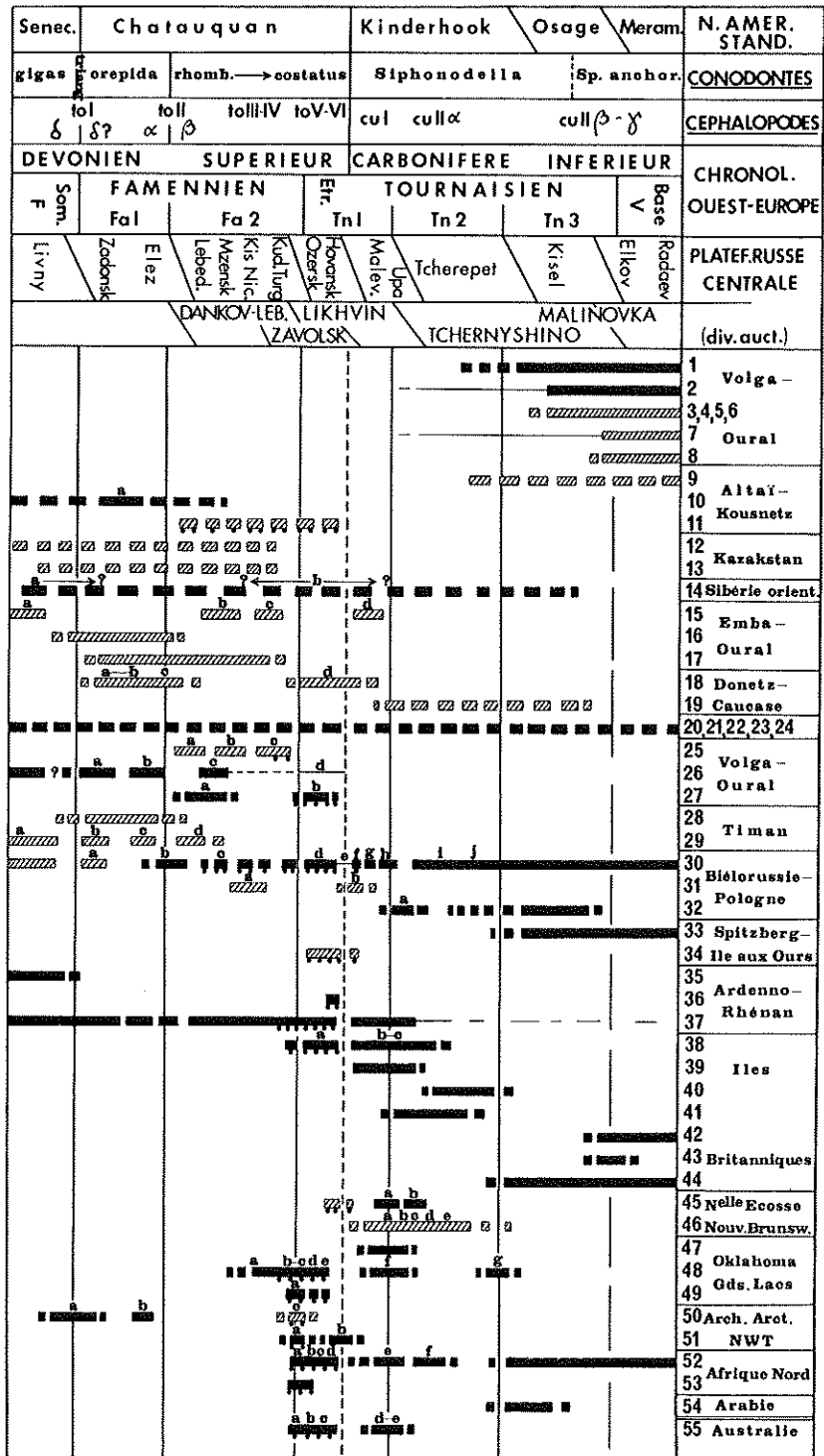


FIG. 3

Après une étude détaillée de la littérature bio-stratigraphique, il est apparu que les assemblages 1 à 8, provenant de la région Volga-Oural et l'assemblage 33, du Spitsberg, généralement considérés comme représentatifs de l'étage Tournaisien dans ces régions, correspondaient en fait plus probablement à la seule partie supérieure de cet étage. Ils ont été pour cette raison exclus des considérations qui vont suivre. Parmi les assemblages nous avons fait la part des données non contrôlables basées sur de simples listes d'espèces sans descriptions ni figures (fig. 3 : hachuré), de celles qui étaient plus ou moins contrôlables (fig. 3 : noir). De même ont été représentés par des barres discontinues les assemblages dont la position stratigraphique ne peut être précisée dans l'intervalle stratigraphique couvert par ces barres. Ceux dont l'âge est mieux connu sont représentés par des barres continues. Ils sont datés, soit par un contrôle paléontologique indépendant, soit par comparaison avec la succession d'assemblages de spores que nous avons décrite dans les coupes de référence des bassins ardenno-rhénans ou qui ont été publiées sur le Dinantien des Iles Britanniques.

L'inventaire de tous les taxa appartenant à l'intervalle de temps Famennien inférieur à Tournaisien moyen comporte environ 2 500 noms spécifiques ou infra-spécifiques ou combinaisons différents. Le nombre d'espèces valides est en fait beaucoup plus restreint. Nous avons tenté une mise en synonymie partielle mais il ne faut pas perdre de vue que de nombreux matériaux-types sont inaccessibles. D'autre part, beaucoup d'espèces n'ont été signalées que dans une seule région, souvent par le même auteur, de telle sorte que les coefficients de similitude calculés <sup>(1)</sup> à partir de ces données « complètes » ont des valeurs extrêmement faibles, donc peu significatives. Contraint de choisir parmi les nombreuses espèces, nous avons cherché à le faire le moins arbitrairement possible, en ne retenant que les seules espèces connues dans deux régions au moins. Il est probable en effet que nous ayons ainsi éliminé beaucoup d'espèces propres à des niches écologiques particulières. Acceptant de plus dans ce travail un concept spécifique relativement large, nous n'avons retenu en définitive que 184 espèces. Le détail de ce travail d'analyse systématique n'a pas sa place ici. Il peut être illustré en ce qui concerne l'intervalle stratigraphique « Fa 2d - Tu 1a » par des listes déjà publiées ailleurs (STREEL, 1971, p. 141-147).

C'est justement dans cet intervalle stratigraphique relativement court que les données sont les plus nombreuses (fig. 3), couvrent la plus grande surface et sont les mieux datées. Pour la plupart nous en avons revu du matériel en préparations microscopiques. Ces données correspondent à des assemblages qui tous contiennent *H. lepidophytus* à l'exception de trois qui sont

(1) Coefficient de SIMPSON :  $C/N_1$  et coefficient de JACCARD :  $C/(N_1 + N_2 - C)$  où C est le nombre d'espèces en commun aux deux assemblages comparés,  $N_1$  le nombre total d'espèces de l'assemblage le plus petit et  $N_2$  le nombre total d'espèces de l'assemblage le plus grand.

FIG. 3. — Distribution stratigraphique des assemblages de spores famenniens et tournaisiens  
Les numéros renvoient à la figure 2 et à la liste donnée en addendum. Les lettres au-dessus des barres concernent différents assemblages de la même sous-région. Le pointillé sous certaines barres indique la florizone à *H. lepidophytus*.

Barre continue : assemblage bien daté  
Barre discontinue : assemblage mal daté  
Barre hachurée : espèces non figurées ni décrites  
Barre noire : espèces figurées et/ou décrites

*Stratigraphical range of Famennian and Tournaisian spores assemblages*  
Numbers refer to figure 2 and to the list given in addendum. Letters above the bands concern different assemblages.  
Dots below the bands show the *H. lepidophytus* florizone.

Continuons band : well dated assemblage  
Discontinuous band : non well dated assemblage  
Shaded band : non figured nor described species  
Black band : figured and/or described species

Fa 2d - Tn 1a  
JACCARD

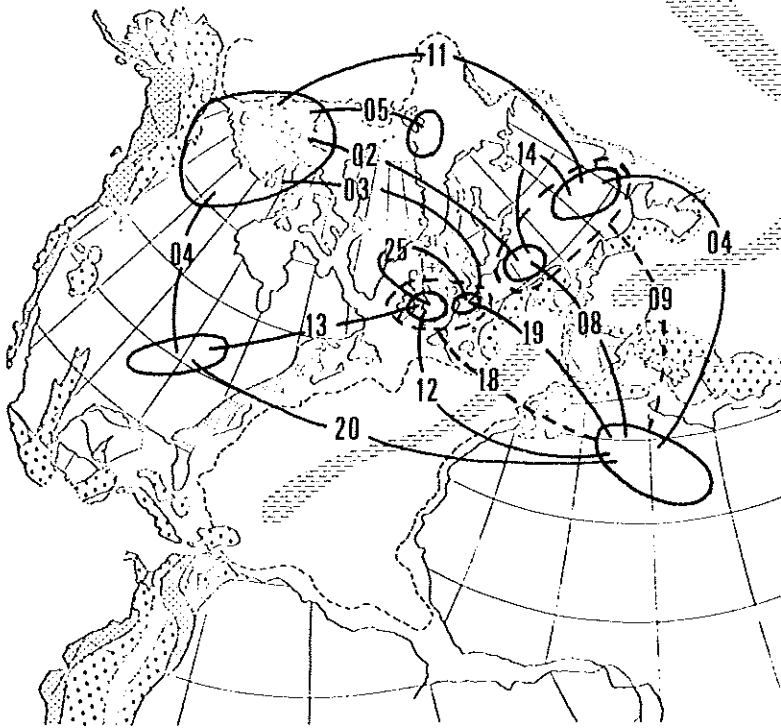


FIG. 4

Fa 2d - Tn 1a  
SIMPSON

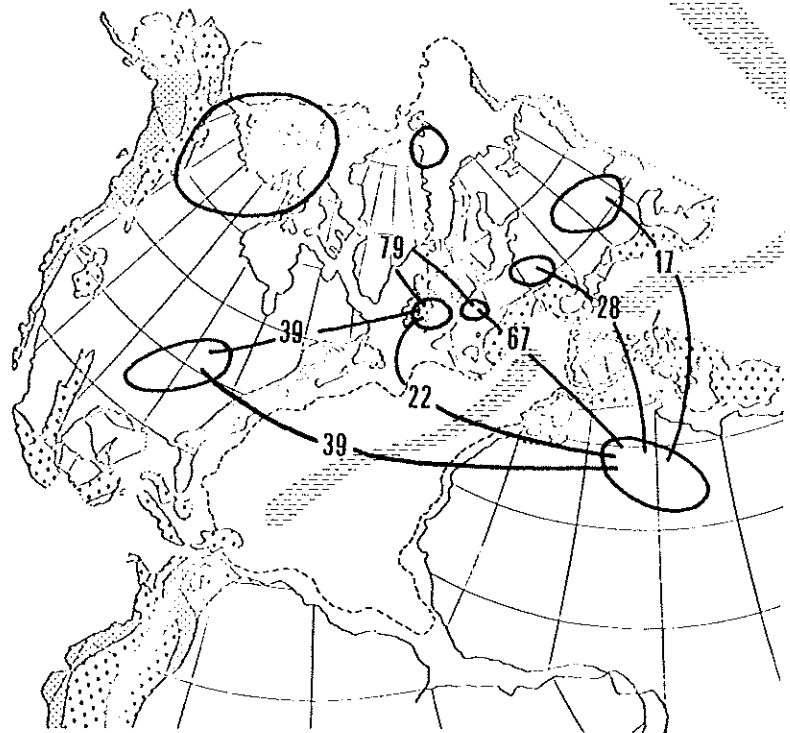


FIG. 5



soit mal datés (14b, 18d), soit connus par une simple liste de noms (18d), soit encore très pauvres en espèces (26d). Il s'imposait par conséquent de commencer l'analyse avec ces données privilégiées.

### 1. Intervalle stratigraphique Fa 2d - Tn 1a : florizone à *H. lepidophytus*

Acceptant en première approximation les conclusions de HUGHES (1973) sur la supériorité du coefficient de JACCARD sur celui de SIMPSON, nous avons calculé quelques coefficients de JACCARD dont la plupart sont repris sur la carte, figure 4. Ils montrent d'une manière générale des liaisons plus faibles dans le sens N-S que dans le sens E-W. Ceci correspond peut-être à un indice de zonation latitudinale bien que les données prises ici en considération pour les archipels arctiques et les territoires du Nord-Ouest canadien soient assez fragmentaires. Parmi les régions qui se situent grosso modo sur une même paléolatitudes, les liaisons entre régions voisines sont comme on doit s'y attendre parmi les plus fortes : 0,25 entre les Iles Britanniques et la région ardenno-rhénane alors qu'elles ne dépassent pas 0,15 entre ces régions d'une part, les Grands Lacs américains, la Biélorussie et l'Australie (non reprise sur la carte, fig. 4), d'autre part.

Dans ce contexte, les liaisons avec l'Afrique du Nord ont une distribution différente : grosso modo, elles croissent de l'Oural vers la région des Grands Lacs. Ceci est particulièrement évident si l'on groupe les Iles Britanniques et la région ardenno-rhénane fort proches l'une de l'autre. Les liaisons avec l'Australie sont faibles (0,08). En fait les liaisons de l'Afrique du Nord sont aussi marquées avec la région des Grands Lacs américains qu'avec la région ardenno-rhénane alors que la liaison, en apparence plus directe entre ces deux dernières régions est moins marquée. Ceci s'explique par le fait que les assemblages nord-africains ont des espèces en commun avec chacune des deux régions prises isolément, mais ce ne sont pas les mêmes espèces dans les deux cas. Ces assemblages occupent donc une position transitoire entre les assemblages nord-américain et ouest-européen.

Avant de poursuivre l'analyse, nous avons testé l'incidence du mode de calcul du coefficient de similitude sur les conclusions qui viennent d'être provisoirement tirées. La figure 5 montre la distribution des coefficients de similitude de SIMPSON entre l'Afrique du Nord d'une part et chacune des régions du continent euraméricain les plus proches, d'autre part. Ici encore les affinités entre les Iles Britanniques et la région ardenno-rhénane sont très fortes mais il y a, par contre, une différence essentielle entre les coefficients de SIMPSON et de JACCARD concernant la relation triangulaire : Grands Lacs, Afrique du Nord, Ardennes-Rhin. Le coefficient de SIMPSON propose une liaison plus nette entre l'Afrique du Nord et la région ardenno-rhénane et des liaisons plus faibles, sensiblement égales, entre ces deux régions et les Grands Lacs.

Ce changement résulte de l'accent mis, lors du calcul du coefficient de SIMPSON, sur l'assemblage le plus pauvre en espèces ainsi qu'on peut le constater à l'examen des données brutes

---

FIG. 4. et 5. — Coefficients de similitude de JACCARD (fig. 4) et de SIMPSON (fig. 5) entre quelques assemblages de spores au sommet du Dévonien  
La topographie est reprise de SMITH, BRIDEN et DREWRY, 1973 : texte-fig. 11. Les coefficients sont exprimés en centièmes; par exemple : 04 sur la carte doit être lu 0,04

*Similarity coefficients of JACCARD (fig. 4) and SIMPSON (fig. 5) between some spores assemblages at the top of the Devonian*  
*Topography from SMITH, BRIDEN and DREWRY, 1973 : texte-fig. 11. Coefficients written in hundredth; for instance : 04 on the map must be read 0.04*

reprises dans le tableau ci-dessous où N est le nombre total d'espèces retenues pour chaque assemblage et C, le nombre d'espèces en commun aux deux assemblages comparés.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ardenne-Rhin : } N = 56 \\ \text{Grands Lacs : } N = 23 \\ \text{Afrique du Nord : } N = 18 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(a) } C = 9 \\ \text{(b) } C = 7 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} N = 56 \\ N = 18 \end{array} \right\} \text{(c) } C = 12$$

On obtient les 2 types de coefficients de la manière suivante :

	(a)		(b)		(c)
JACCARD	$\frac{9}{23 + 56 - 9} = 0,13$		$\frac{7}{23 + 18 - 7} = \boxed{0,20}$		$\frac{12}{56 + 18 - 12} = \boxed{0,19}$
SIMPSON	$\frac{9}{23} = \boxed{0,39}$		$\frac{7}{18} = \boxed{0,39}$		$\frac{12}{18} = 0,67$

Or, nous croyons avec HUGHES (1973) que le coefficient de JACCARD présente l'avantage de tenir compte non seulement du nombre d'espèces en commun mais aussi du nombre des autres espèces qui entrent dans la comparaison. Il nous semble en effet que, par exemple, les espèces propres à la région ardenno-rhénane qui n'ont pas encore été signalées dans les deux autres régions individualisent la première dans une mesure que le coefficient de SIMPSON ne peut traduire, puisqu'il ne tient compte que de la population la plus petite dans la comparaison. Ceci est d'autant plus vrai que ces espèces propres à la région ardenno-rhénane ne sont pas des espèces rares, géographiquement isolées puisque, par définition, nous avons pris en considération des espèces présentes dans deux régions au moins.

Quoiqu'il en soit, ces résultats montrent que les affinités entre les assemblages nord-africains et ceux du paléocontinent euraméricain sont au moins aussi évidentes que les affinités des assemblages de ce dernier paléocontinent entre eux. Nous croyons même qu'elles sont plus évidentes.

## 2. Autres intervalles stratigraphiques dans le Famennien ou le Tournaisien

a) *Au Famennien inférieur*, les données de la littérature sont essentiellement localisées (fig. 3) à la plate-forme russe et beaucoup reposent seulement sur des listes d'espèces non figurées. Les coefficients de JACCARD sont élevés entre régions voisines : Volga-Timan : 0,25; Biélorussie-Volga : 0,32. Ils sont comparativement faibles ailleurs, y compris entre les territoires du Nord-Ouest canadien et la région ardenno-rhénane : 0,14. Ceci traduit peut-être, dans ce dernier cas, une zonation latitudinale; en effet si l'on inclut l'assemblage de Biélorussie 30b dont l'âge précis est incertain dans le Famennien inférieur, on obtient alors une meilleure liaison entre le Canada et la Biélorussie (0,18) qu'entre toutes autres régions non contiguës.

b) *Au Famennien supérieur* (Fa 2a - Fa 2c), les données de la littérature sont encore plus fragmentaires, dans la mesure où le seul point de comparaison sur le continent nord-américain (l'Ohio) concerne seulement la partie supérieure du Famennien supérieur et il n'y a guère qu'en Belgique que des assemblages de spores de cet âge précis soient connus. Le coefficient de similitude de JACCARD entre ces deux régions est très faible : 0,07 alors qu'il atteint 0,22 entre ces deux régions voisines comme la Volga et le Timan.

c) *Au Dinantien inférieur* (Tn 1b - Tn 2), peu d'informations précises sont accessibles sur les diverses régions de la plate-forme russe. D'autre part le matériel ardenno-rhénan est limité à la base du Tournaisien moyen (affinité avec les Iles Britanniques : 0,30). Les comparaisons significatives se réduisent à quatre régions : la Biélorussie, l'Afrique du Nord, les Iles Britan-

niques et la côte est de l'Amérique du Nord (Nouvelle-Ecosse et Nouveau-Brunswick). Les affinités entre les deux dernières régions sont fortes (0,32). Par contre elles sont étonnamment faibles entre les autres régions quelles qu'elles soient, y compris l'Australie (au maximum 0,16 entre l'Afrique du Nord et les Iles Britanniques).

### CONCLUSIONS

L'analyse des coefficients de JACCARD des assemblages de spores de la transition Dévonien-Dinantien est intéressante particulièrement au Dévonien terminal (Fa 2d - Tn 1a). Elle traduit les affinités des assemblages de spores de l'Afrique du Nord avec ceux du palécontinent euraméricain les plus proches. Elle suggère un rapprochement plus marqué entre les côtes nord-africaine et nord-américaine que ne le suggère la carte reconstituée par SMITH, BRIDEN et DREWRY (1973). Faute de données dans la littérature, l'hypothèse d'une connection entre l'Afrique et l'Amérique du Nord par l'Amérique du Sud n'a pu être testée. Néanmoins nous croyons que la ressemblance entre les assemblages de spores de l'Afrique du Nord et de l'Amérique du Nord est suffisante pour suggérer une liaison directe au Famennien terminal.

*Manuscrit déposé le 3 décembre 1973*

---

### Abstract

An analysis of the Famennian and Tournaisian spore assemblages in the world proves that the top of the Famennian is palynologically rather well known. The JACCARD and SIMPSON similitude coefficients emphasize the strong affinities between North Africa and the American Great Lakes, and suggest that both continents were nearly connected at the top of the Devonian.

PALYNOLOGY — DEVONIAN — NORTH AFRICA — NORTH AMERICA — CONTINENTAL DRIFT

---

### Zusammenfassung

Die Analyse der Sporen-Assoziationen im Famenne und Tournai der ganzen Welt zeigt, dass die oberste Famenne-Stufe palynologisch besonders gut bekannt ist. Die Berechnung des Gleichheitskoeffizienten nach JACCARD und SIMPSON zeigt eine grosse Ähnlichkeit der Sporen-Assoziationen aus Nordafrika und aus dem Gebiet der Grossen Seen Nordamerikas. Daraus ist zu schliessen, dass die beiden Kontinente am Ende des Devons einander sehr nahe waren.

PALYNOLOGIE — DEVON — NORDAFRIKA — NORDAMERIKA — KONTINENTALVERSCHIEBUNG

---

## Резюме

**СХОДСТВО СПОРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПЫ, СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ  
И СЕВЕРНОЙ АФРИКИ В КОНЦЕ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА**

Анализ фаменских и турнейских споровых комплексов во всем мире свидетельствует о том, что поздний фаменский век является особенно хорошо известным в спорово-пыльцевом отношении. Расчет коэффициента подобия ЖАККАРА и СИМПСОНА обнаруживает большое сходство комплексов Северной Африки с областью американских больших озер вызывает мысль о тесном сближении обоих континентов во время верхнего девона.

Палинология — Девон — Северная Африка — Северная Америка — Континентальный дрейф

---

**BIBLIOGRAPHIE**

- CHALONER G. et LACEY W. S. (1973). — The distribution of late Palaeozoic Floras *In* : « Organisms and Continents through time ». *Spec. Papers Palaeontology*, 12, p. 271-289.
- COCKS L. R. M. et MCKERROW W. S. (1973). — Brachiopod distributions and faunal provinces in the Silurian and Lower Devonian. *In* : « Organisms and Continents through time ». *Spec. Papers Palaeontology*, 12, p. 291-304.
- CRAMER F. H. (1971). — A palynostratigraphic model for Atlantic Pangea during Silurian time. Colloque Ordovicien-Silurien, Mém. B.R.G.M., 73, p. 229-235.
- GERMERAAD J. H., HOPPING C. A. et MULLER J. (1968). — Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Rev. Palaeobotan. Palynol.*, 6, p. 189-348.
- HALWOOD E. A. et TARLING D. H. (1973). — Palaeomagnetic Evidence for a proto-Atlantic Ocean. *In* : « Implications of Continental Drift to Earth Sciences ». Academic Press, 1, p. 37-46.
- HOUSE M. R. (1973). — An analysis of Devonian Goniatite distributions. *In* : « Organisms and Continents through time ». *Spec. Papers Palaeontology*, 12, p. 305-317.
- HUGHES C. P. (1973). — Analysis of Past Faunal Distributions. *In* : « Implications of Continental Drift to Earth Sciences ». Academic Press, 1, p. 219-230.
- KEDO G. I. et GOLUBZOV V. K. (1971). — Critères paléontologiques pour l'attribution des limites du Dévonien et du Carbonifère dans la dépression du Pripet. *In* : « The Palynology Research in the Bielorussia and others Regions of the USSR ». Publishing House « Science & Engineering », Minsk.
- KORENEVA E. V. (1955). — Etude des sédiments marins actuels par la méthode de l'analyse spore-pollinique. *Trudy Inst. Okeanol. SSSR*, 13, p. 23-29. Trad. SIG n° 1698.
- MULLER J. (1958). — Palynology of Recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropaleontology*, 5, p. 1-32.
- ROBERTS J., JONES P. J., JELL J. S., JENKINS T. B. H., MARSDEN M. A. H., MCKELLAR R. G., MCKELVEY B. C. et SEDDON G. (1972). — Correlation of the Upper Devonian rocks of Australia. *J. Geol. Soc. Australia*, 18, 4, p. 467-490.
- ROSSIGNOL M. (1962). — Analyse pollinique de sédiments marins quaternaires en Israël. II. Sédiments pléistocènes. *Pollen et Spores*, 4, 1, p. 121-148.
- SMITH A. G., BRIDEN J. C. et DREWRY G. E. (1973). — Phanerozoic world maps. *In* : « Organisms and Continents through time ». *Spec. Papers Palaeontology*, 12, p. 1-42.

- STREEL M. (1971). — Distribution stratigraphique et géographique d'*Hymenozonotriletes lepidophytus* KEDO, d'*Hymenozonotriletes pusillites* KEDO et des assemblages tournaisiens. Synthèse du Projet B du 3<sup>e</sup> séminaire C. I. M. P. sur la Stratigraphie du Paléozoïque, Colloque sur la Stratigraphie du Carbonifère. Les congrès et colloques de l'Université de Liège, 55, p. 121-147.
- SULLIVAN H. J. (1965). — Palynological evidence concerning the regional differentiation of Upper Mississippian floras. *Pollen et Spores*, VII, 3, p. 539-560.
- SULLIVAN H. J. (1967). — Regional differences in Mississippian spore assemblages. *Rev. Palaeobotan. Palynol.*, 1, p. 185-192.
- WILSON J. T. (1966). — Did the Atlantic close and then re-open ? *Nature*, 211, p. 676-681.

---

### ADDENDUM

#### LISTE DES PUBLICATIONS ANALYSÉES

Les numéros renvoient aux figures 2 et 3

- 1 : JUSCHKO, 1960 — 2 : BYVSHEVA, 1957, 1960, 1962, 1963 — 3 : BLUDOROV et TUSOVA, 1956, 1961, 1962 — 4 : KILIGINA et SHEL'NOVA, 1959 — 5 : VALIULLINA et CHERNOMORSKY, 1963 — 6 : BIRLOVA, 1966 — 7 : TEODOROVITCH et BAGDASAROVA, 1961 — 8 : GROSSGEIN, 1962; TEODOROVITCH, KHACHATRIAN et SOKOLOVA, 1958 — 9 : DRYAGINA, 1966 — 10 : NADLER, 1966 a et b — 11 : GARETSKY, 1960 — 12 : VARENTSOV, DITMAR, LI et SHMAKOVA, 1965 — 13 : SENKEVITCH, 1968 — 14 : MIKHAILOVA et FRABKINA, 1966 — 15 : GARETSKY, NAUMOVA et SHLEZINGER, 1961; GARETSKY, EGOROV, NAUMOVA et SHLEZINGER, 1961; NAUMOVA, inédit — 16 : DYUPINA, 1961 — 17 : KAMALETDINOV, 1965 — 18 : VOSANCHUK et PARTYKA, 1964 — 19 : GREKOV et MOMOT, 1965 — 20 : SOROKINA, 1966 — 21 : ISCHENKO, 1956, 1958 — 22 : NAUMOVA, 1939 — 23 : LUBER et WALTZ, 1938, 1941 — 24 : LUBER, 1955 — 25 : SHEVCHENKO, KARPOV, NECHAYEVA et NAZARENKO, 1965. — 26 : NAUMOVA, 1953 et inédit — 27 : TCHIBRIKOVA, 1966 — 28 : KOSSOVOY et PASKHEVITCH, 1964 — 29 : SENNOVA, 1965 — 30 : KEDO, 1957, 1963; GOLUBKOV et KEDO, 1960; GOLUBKOV, KEDO et coll., 1968 — 31 : ZAKOWA, 1967 — 32 : JACHOWICZ, 1967 — 33 : HUGHES et PLAYFORD, 1961; PLAYFORD, 1962-63; BHARADWAJ et VENKATACHALA, 1962 — 34 : KAISER, 1971 — 35 : TAUGOURDEAU-LANTZ, 1967, 1968 — 36 : COMBAZ et STREEL, 1971 — 37 : STREEL, 1966, 1968, 1969; BOUCKAERT, STREEL et THOREZ, 1968, 1969 — 38 : NEVES et DOLBY, 1967; DOLBY et NEVES, 1970; UTTING et NEVES, 1971 — 39 : SULLIVAN, 1964 — 40 : SULLIVAN, 1968 — 41 : LLEWELLYN, BACKHOUSE et HOSKIN, 1969; LLEWELLYN, HOSKIN et BACKHOUSE, 1971 — 42 : SULLIVAN et MARSHALL, 1966 — 43 : LOVE, 1960; LELE et PROVAN, 1962 — 44 : BUTTERWORTH et SPINNER, 1967 — 45 : HACQUEBARD, 1957; PLAYFORD, 1964; BARSS, 1967; MCGREGOR, 1971 — 46 : CARR, 1968 — 47 : VON ALMEN, 1971 — 48 : WINSLOW, 1962; EAMES et GRAHAM, 1959 — 49 : MCGREGOR et OWENS, 1966; OWENS et STREEL, 1967; MCGREGOR, 1971 — 50 : MCGREGOR, 1965, 1967, 1971; MCGREGOR, et OWENS, 1966 — 51 : STAPLIN, 1961; STAPLIN et JANSONIUS, 1964; OWENS et STREEL, 1967; MCGREGOR, 1971 — 52 : LANZONI et MAGLOIRE, 1969 — 53 : WRAY J. L., 1964 et divers (inédits). — 54 : HEMER, 1965 — 55 : BALME, 1960; BALME et HASSELL, 1962; BALME, 1964; FOWLER, 1962; PENIGUEL *in* STREEL, 1971.
-

## DISCUSSION

TAUGOURDEAU J. : Le coefficient de similitude de JACCARD calculé pour les associations triasiques de l'Europe moyenne donne des résultats de même ordre de grandeur qu'au Dévonien supérieur - Carbonifère inférieur : 0,02-0,07.

TAUGOURDEAU J. : Il semble qu'à la limite Dévonien - Carbonifère inférieur, les corrélations entre l'Ohio et le Maroc soient meilleures qu'entre le Sahara et l'Ohio.

STRICK M. : A propos de la relation plus étroite entre le Maroc et l'Amérique du Nord qu'entre le Sahara et celle-ci, ne considère-t-on pas la Meseta marocaine comme un morceau de l'Amérique du Nord (Nouvelle-Ecosse, Terre-Neuve) qui l'a d'abord suivie lors de l'ouverture de l'Atlantique (proto-Atlantique) puis est resté en arrière et finalement est venu se recoller à l'Afrique ? (W. B. F. RYAN et J. RABATÉ : communications personnelles).

STREEL M. : Les informations dont j'ai tenu compte dans ce travail proviennent du Sahara algérien. Je n'ai trouvé aucune information accessible sur le Maroc et n'ai donc pu en tenir compte.

TAUGOURDEAU Ph. fait remarquer que la prise en considération de faunes marines de Chitinozoaires de même âge, à l'aide des mêmes coefficients, montre des relations plus fortes entre les faunes des U. S. A. et du Sahara qu'entre les faunes du Sahara et de l'Europe, indiquant donc la présence de la mer, sans plus de précision, si ce n'est sa faible largeur probable.

JARDINÉ S. : Lorsque nous parlons de faciès marins (Acrifères, Chitinozoaires), il s'agit de sédimentation aquatique marine, mais cela n'a pas forcément la signification donnée par E. ROCHE à un éventuel proto-océan dévonien (ici mer épicontinentale).