



HAL
open science

Tétrapodes, Plantes et Pangée : relance du débat sur les relations paléogéographiques Laurasia-Gondwanie

Alain Blicq, Bernard Battail, Léa Grauvogel-Stamm

► **To cite this version:**

Alain Blicq, Bernard Battail, Léa Grauvogel-Stamm. Tétrapodes, Plantes et Pangée : relance du débat sur les relations paléogéographiques Laurasia-Gondwanie. Annales de la Société Géologique du Nord, 1988, Aspects de la Géologie du Gondwana (Réun. Spéc. SGN-GFEG-CIFEG, Villeneuve d'Ascq, 5-6 mai 1987), CVII (1), pp.45-56. hal-01331764

HAL Id: hal-01331764

<https://hal.science/hal-01331764>

Submitted on 14 Jun 2016

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

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

Tétrapodes, Plantes et Pangée :

Relance du débat sur les relations paléogéographiques Laurasia-Gondwanie

Tetrapods, plants and Pangaea : Following-up the debate on the Laurasia-Gondwana palaeogeographical relationships

par Alain BLIECK (*), Bernard BATAIL (**), et Léa GRAUVOGEL-STAMM (***)

Résumé. — Partant de la constatation que les Reptiles fossiles ont apporté des arguments majeurs à l'hypothèse des "translations continentales" de Wegener, et donc aux essais de reconstitutions paléogéographiques en vigueur aujourd'hui, les auteurs réévaluent les apports de quelques taxons dans ce domaine : *Diictodon* du Permien terminal, *Lystrosaurus* du Trias basal, les Phytosaures et les Amphibiens Métoposaures du Trias supérieur, les Dinosaures du Trias supérieur - Jurassique basal. Ils arrivent à la conclusion que les diverses reconstitutions proposées sont inadaptées aux répartitions biogéographiques observées, à l'exception peut-être de celles qui supposent une Pangée compacte avec un espace téthysien océanique très réduit. Le schéma retenu implique une relation continentale directe *via* l'Asie du Sud-Est et non par l'Afrique. La reconstitution paléogéographique la plus appropriée pour le Trias étant celle d'Owen (1983), calculée sur une Terre à rayon réduit, on peut admettre que les exemples fossiles traités sont des arguments en faveur de l'expansion terrestre, comme cela avait déjà été supposé, entre autres, par Termier et Termier (1979).

Abstract. — *The fossil reptiles have been used as major arguments in the "continental translations" hypothesis of Wegener and also in the extant paleogeographical reconstructions. After that ascertaining, the authors go back to the significance of some taxa, viz., the Uppermost Permian Diictodon, Lowermost Triassic Lystrosaurus, Upper Triassic phytosaur reptiles and metoposaur amphibians, Upper Triassic-Lower Jurassic dinosaurs. They conclude that the proposed reconstructions do not fit the observed biogeographical distributions, with exception of the ones which hypothesize a compact Pangaea with a narrow oceanic Tethys area. The biogeographical scheme here retained implies a continental connection through SE-Asia, but not through Africa. The best adapted Triassic reconstruction is the one by Owen (1983) in an expanding Earth hypothesis. Our tetrapods could thus be arguments for this hypothesis, as already proposed, among others, by Termier and Termier (1979).*

I. — INTRODUCTION

On se souvient du rôle déterminant joué par les arguments paléontologiques dans l'hypothèse des translations continentales de Wegener (1915-1937). Parmi ces arguments figurait l'exemple désormais classique des représentants du genre *Mesosaurus* daté de la limite permo-carbonifère (Kuhn, 1969, p. 1-4). Ce genre, considéré comme monophylétique, comprend essentiellement deux espèces (-sœurs) réparties l'une en Améri-

que du Sud, l'autre en Afrique australe. Cette répartition, associée aux autres données de Wegener, implique de fermer l'Atlantique Sud à une époque antérieure au Permo-Carbonifère et/ou au Permo-Carbonifère (fig. 1). Les Reptiles amphibies et/ou terrestres fossiles ont donc joué un rôle non négligeable dans l'élaboration de la théorie de la dérive des continents, première étape du modèle dominant actuellement en Sciences de la Terre, la "nouvelle tectonique globale" (tectonique des plaques).

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois, Sciences de la Terre, GRECO 7 du CNRS, B.P. 36, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.

(**) Muséum national d'Histoire naturelle, Institut de Paléontologie, UA 12 du CNRS, 8, rue Buffon, 75005 Paris.

(***) Centre de Sédimentologie et Géochimie de la Surface du CNRS, Institut de Géologie, 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex.

Nous proposons donc de réévaluer les implications paléogéographiques de certaines faunes de Tétrapodes entre le Permien terminal et le Jurassique basal. Les exemples seront choisis au sein des Reptiles mammaliens (Thérapsides) pour le Permien terminal (*Diictodon*) et le Trias inférieur (*Lystrosaurus*), au sein des Dinosaures, des Phytosaures et des Amphibiens Labyrinthodontes pour le Trias supérieur et le Lias. Leur répartition sera comparée à celle de quelques groupes de Vertébrés aquatiques, ainsi qu'aux provinces phyto-géographiques.

II. — PERMIEN SUPERIEUR

Le genre de Dicynodonte *Diictodon* peut être considéré comme monophylétique. Il est connu en Afrique du Sud, de la biozone à *Tapinocephalus* à la biozone à *Daptocephalus* (Permien terminal; Keyser et Smith, 1979). La seule autre partie du monde où *Diictodon* est connu est le bassin de Junggar (= Djourgarie), dans le nord du Xinjiang (= Sinkiang; Cluver et Hotton, 1979). En Chine, *Diictodon* est associé à de gros Dicynodontes, ce qui suggère un âge Permien terminal, équivalent probable de la zone à *Daptocephalus* d'Afrique du Sud.

Cette répartition très disjointe d'une forme franchement terrestre pose d'emblée un difficile problème de paléogéographie. En effet, sa présence en Djourgarie et en Afrique australe implique une relation continentale directe entre ces deux régions au Permien terminal ou avant. Or cette relation est difficilement concevable sur certaines reconstitutions paléogéographiques établies à partir de données paléomagnétiques [fig. 2 A-C d'après Mc Elhinny *et al.* (1981), Scotese *et al.* (1979), Smith *et al.* (1981)]. En effet, dans tous les cas, la distance Chine-Afrique du Sud est très grande, avec notamment la présence d'un vaste paléocéan téthysien intercalé entre continents laurasiatiques et gondwaniens, sans compter que le bloc du Xinjiang (= Tarim, fig. 2 A-C) est parfois supposé avoir été totalement isolé des autres blocs continentaux (fig. 2 B). Ce type de reconstitution ne permet donc pas de résoudre l'énigme posée par *Diictodon*. Seuls certains modèles, tel que celui des Termier (fig. 2 D d'après Termier et Termier, 1979), supposent un espace océanique téthysien suffisamment étroit pour que la distance Xinjiang-Afrique australe paraisse avoir été franchissable par *Diictodon*.

III. — LA PANGÉE A *LYSTROSAURUS* (Trias inférieur)

Lystrosaurus est le Thérapside Dicynodonte caractéristique de la biozone à *Lystrosaurus* d'âge Trias basal (Keyser et Smith, 1979). Les représentants de ce genre, considéré comme monophylétique, ont été récoltés en Afrique du Sud, en Antarctique, en Inde,

sur la plate-forme russe, au Xinjiang (Sinkiang, Chine NW), au Shansi (Shanxi, Chine du Nord) et peut-être aussi dans la région de Luang-Prabang au Laos (Battail, 1981; Colbert, 1982). La répartition géographique de *Lystrosaurus* a été hypothétiquement attribuée à divers phénomènes migratoires illustrés par la fig. 3. Dans une première hypothèse (1, fig. 3 A), l'aire d'origine de *Lystrosaurus* aurait été gondwaniennne avec migration vers l'Eurasie via la région ibéro-marocaine. Objection: les *Lystrosaurus* caractérisant une biozone sont, par définition, tous contemporains; il n'y a donc pas de raison de privilégier un sens de migration. L'hypothèse 1 bis (fig. 3 A) est tout aussi possible. Dans une seconde hypothèse (2, fig. 3 A), Colbert a proposé d'isoler les blocs asiatiques, d'affinités paléogéographiques incertaines, et de les rattacher à la marge nord-gondwaniennne. Ceci expliquerait la colonisation des sites chinois à partir d'une aire d'origine sud-gondwaniennne. Objection: ceci n'explique pas la présence de *Lystrosaurus* en Russie, pour laquelle l'hypothèse 1 doit être ajoutée à l'hypothèse 2. Autre objection: les régions nord-atlantiques, lieu de passage envisagé pour la migration en présence d'un paléocéan téthysien large (fig. 3 A), n'ont jusqu'à présent pas fourni de Trias inférieur à *Lystrosaurus*.

Une autre solution a alors été apportée par l'un de nous (Battail, 1981, p. 574): les *Lystrosaurus*, semi-aquatiques, auraient migré entre Chine et Gondwanie (ou l'inverse) par voie maritime en passant par le Sud-Est Asiatique qui constituait alors un archipel. Cette solution est envisageable si l'on tient compte, d'une part, de l'hypothèse de Colbert (*in* Battail, 1981) selon laquelle les *Lystrosaurus* de Chine et de Gondwanie seraient étroitement apparentés (mais aucun schéma de relations de parenté pour l'ensemble de *Lystrosaurus* n'a encore été proposé) et, d'autre part, du schéma de Ridd (1971, 1980) selon lequel le Sud-Est Asiatique était au Trias en position géographique intermédiaire entre la Chine et la Gondwanie. Cette région, le "continent Mu" au sens de Waterhouse (*in* Waterhouse et Bonham-Carter, 1975; Termier et Termier, 1979), aurait donc servi de relais, ce qui paraît encore plus vraisemblable sur la reconstitution paléogéographique proposée par Owen (1983, carte 76).

Sur cette reconstitution en effet, ne figure plus de paléocéan téthysien large et hypothétique (à fonds océaniques non documentés) mais seulement une aire marine épicontinentale. Les divers blocs continentaux sur le modèle d'Owen (fig. 3 B) sont donc contigus comme ils l'étaient sur le modèle originel de Wegener (1915-1937; cf. Crawford, 1982). Ce schéma permet de localiser la "trace" de *Lystrosaurus* sur une Pangée compacte: cette trace correspondrait à l'aire minimale d'origine du genre (fig. 3 B). Une façon de vérifier cette répartition serait de confirmer la présence de *Lystrosaurus* au Laos où il a été signalé puis mis en doute (cf. Buffetaut, 1981; Colbert, 1982). Bien entendu, toute autre découverte sur cette voie de passage supposée serait la bienvenue!

Cependant, pour le moment, l'absence de *Lystrosaurus* dans le Trias inférieur d'Australie, et en particulier dans la Formation Arcadia du Queensland,

semble incongrue et contradictoire (Battail, 1981; Warren et Black, 1985). Elle s'explique au moins par l'âge un peu plus récent de la Formation Arcadia

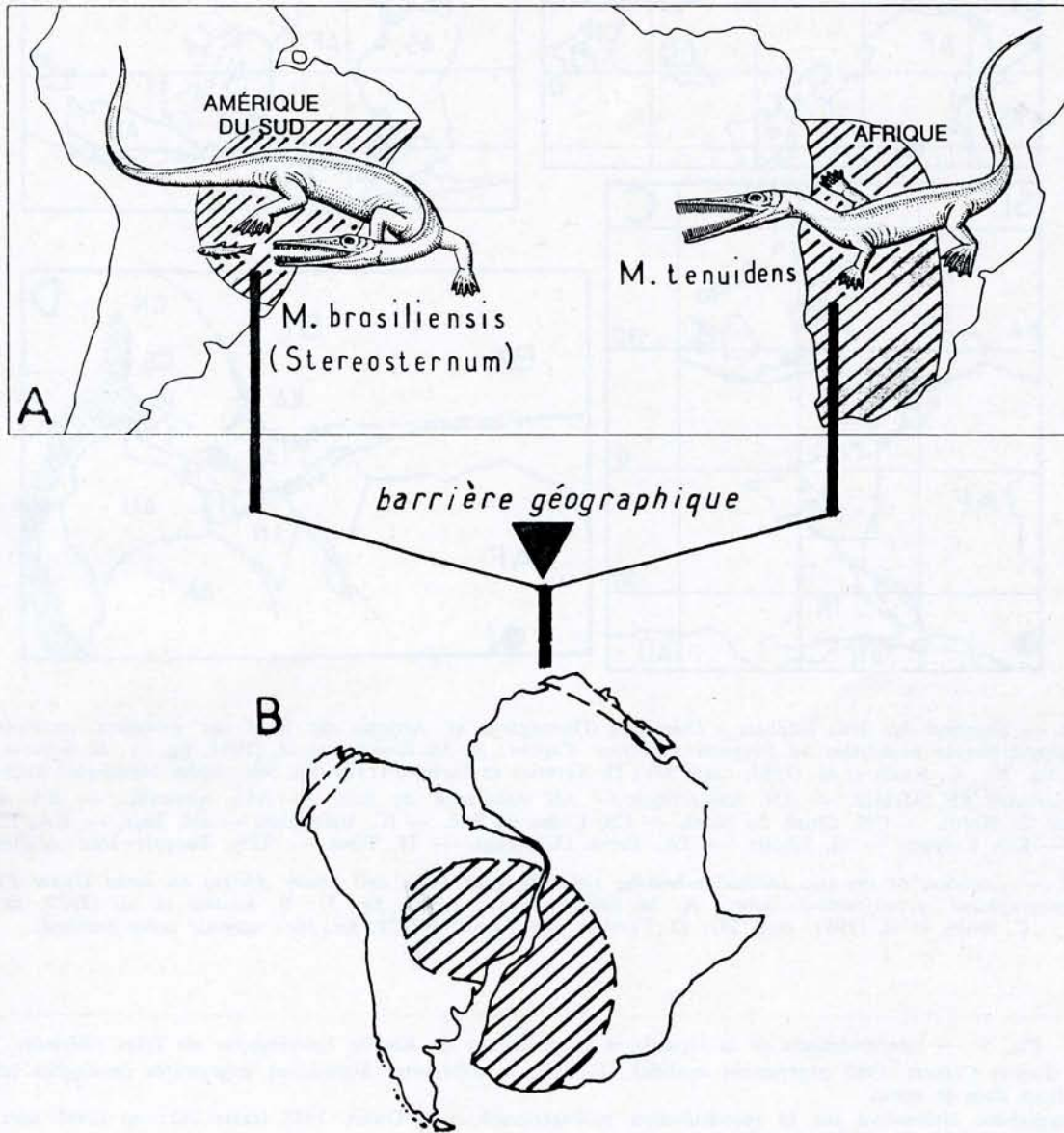


Fig. 1. — Interprétation de la répartition géographique du Reptile *Mesosaurus* par dislocation et dérive continentales.
A : répartition des espèces au Permo-Carbonifère d'après Hallam (1979) et Piveteau (1955).
B : aire d'origine de *Mesosaurus* (reconstitution d'après Owen, 1983).

Fig. 1. — Interpretation of the geographical distribution of *Mesosaurus* after continental fragmentation and drift.
A : Permo-Carboniferous distribution, after Hallam (1979) and Piveteau (1955).
B : original distribution of *Mesosaurus*, on a reconstruction by Owen (1983).

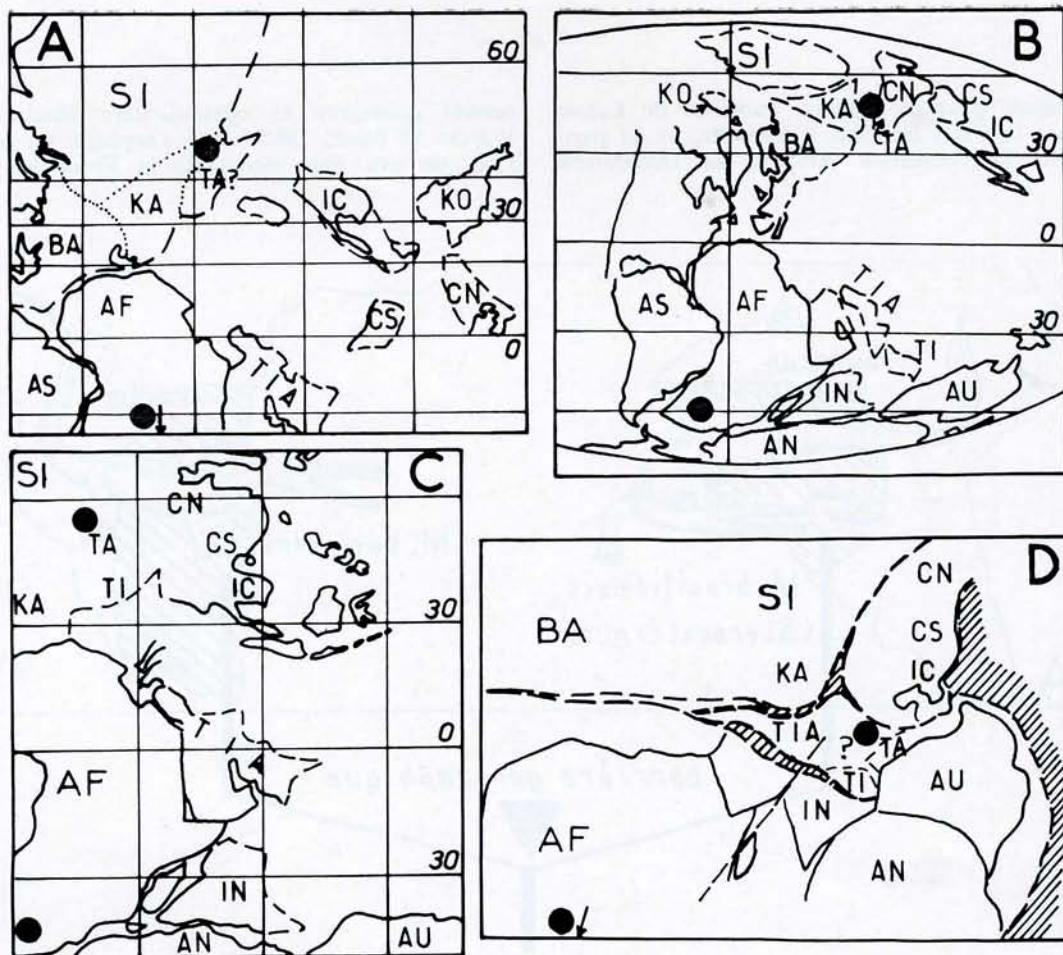


Fig. 2. — Situation des deux localités à *Diictodon* (Djouggarie et Afrique du Sud) sur quelques reconstitutions paléogéographiques mondiales au Permien supérieur d'après : A. Mc Elhinny *et al.* (1981, fig. 3) ; B. Scotese *et al.* (1979, fig. 38) ; C. Smith *et al.* (1981, carte 54) ; D. Termier et Termier (1979, fig. 36c : zones océaniques hachurées).
Abréviations : AF, Afrique. — AN, Antarctique. — AS, Amérique du Sud. — AU, Australie. — BA, Baltica (Europe du Nord). — CN, Chine du Nord. — CS, Chine du Sud. — IC, Indochine. — IN, Inde. — KA, Kazakhstan. — KO, Kolyma. — SI, Sibérie. — TA, Tarim (Xinjiang). — TI, Tibet. — TIA, Turquie - Iran - Afghanistan.

Fig. 2. — Location of the two *Diictodon*-bearing sites (Junggar basin and South Africa) on some Upper Permian paleogeographical reconstructions after : A. Mc Elhinny *et al.* (1981, fig. 3) ; B. Scotese *et al.* (1979, fig. 38) ; C. Smith *et al.* (1981, map 54) ; D. Termier and Termier (1979, fig. 36c : oceanic areas hatched).

Fig. 3. — Interprétations de la répartition géographique du Reptile *Lystrosaurus* au Trias inférieur.

- A. - d'après Colbert, 1982 (légèrement modifié) : 1, 1 bis, 2, différentes hypothèses migratoires envisagées (explications dans le texte).
B. - hypothèse alternative sur la reconstitution paléogéographique d'Owen, 1983 (carte 76) : en tireté, aire généralisée ("trace") de *Lystrosaurus*.
A. Antarctique. — I, Inde. — L, Laos (?). — SA, Afrique du Sud. — SH, Shansi (Chine). — SK, Sinkiang (Chine).
V, rivière Vetluga (plate-forme russe).

Fig. 3. — Various interpretations of the geographical distribution of the Lower Triassic reptile *Lystrosaurus*.

- A. - After Colbert, 1982 (slightly modified) : 1, 1 bis, 2, different migratory hypotheses (see the text).
B. - Alternative hypothesis on the paleogeographical reconstruction by Owen, 1983 (map 76) : the track of *Lystrosaurus* is dashed-drawn.
A. Antarctica. — I, India. — L, Laos (?). — SA, South Africa. — SH, Shansi (China). — SK, Sinkiang (China).
V, Vetluga river (russian platform).

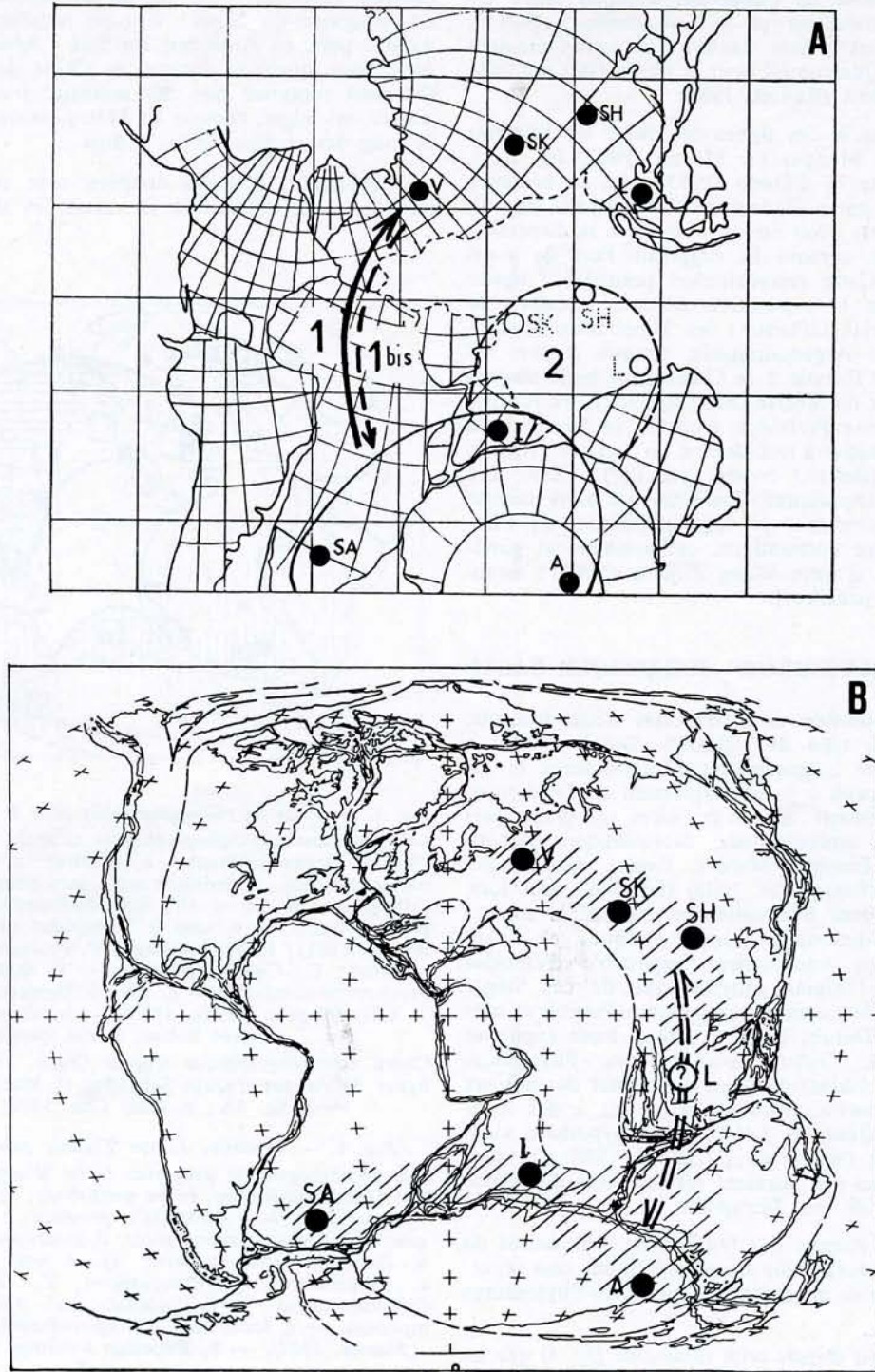


Fig. 3.

(équivalent probable de l'intervalle compris entre les biozones à *Lystrosaurus* et à *Cynognathus*: Battail, 1988), sans qu'on puisse exclure un environnement plus humide au Queensland dont la faune était dominée par les Amphibiens (Battail, 1981).

La reconstitution des lignes de rivage de l'Eotrias par Schaeffer et Mangus (*in* Martin, 1982, fig. 8 A), située sur la carte 76 d'Owen (1983), met en évidence un détroit marin entre l'Indochine et l'Australie (fig. 4), qui pourrait ne pas avoir été un obstacle à la dispersion des Lystrosaures comme le suggérait l'un de nous (Battail, 1981). Cette reconstitution permettrait également d'expliquer la répartition d'autres groupes de Vertébrés du Trias inférieur: les Dipneustes Ptychocératodontidés et Arganodontidés, connus comme les Lystrosaures de l'Eurasie à la Gondwanie mais absents des Amériques et de Sibérie (Martin, 1982), les Actinoptérygiens du genre *Perleidus*, répartis, au Nord, de la Colombie Britannique à la Chine et, au Sud, de l'Angola à Madagascar (Beltan, comm. pers.)(*). Cette aire à Lystrosaures - Dipneustes - *Perleidus* est alors incluse dans trois des provinces phytogéographiques de l'Eotrias: les province eurasiatique, cathaysienne et gondwanienne [fig. 4 d'après Wang Ziqiang (1985); Grauvogel-Stamm (à paraître)].

IV. — TRIAS SUPERIEUR - JURASSIQUE BASAL

Un autre ensemble de Tétrapodes d'âge triasique amène au même type de réflexion. Dutuit (1983) a remarqué que les Stégocéphales Métoposaures et les Reptiles Phytosaures, connus uniquement au Trias supérieur, se répartissent en deux aires géographiques distinctes, l'une septentrionale, laurasiatique (Amérique du Nord, Europe, Maroc), l'autre méridionale, gondwanienne (Madagascar, Inde) (fig. 5 A). Dès lors, ces Tétrapodes étant habituellement considérés comme typiquement continentaux (semi-aquatiques et dulcicoles), « il paraît actuellement impossible d'élucider quelle put être l'origine géographique de ces Stégocéphales et Reptiles, comme aussi leurs direction et sens de dispersion » (Dutuit, 1983, p. 1466). Pour expliquer cette répartition, l'auteur avance donc l'hypothèse selon laquelle ils étaient capables d'affronter des milieux « franchement marins, littoraux ou sujets à des invasions marines » (*Ibid.*, p. 1467). Cette hypothèse vient d'être reprise par l'un de nous (Battail, 1986): ce sont les zones littorales qui auraient été les voies de migration privilégiées de ces Tétrapodes.

En outre, la plupart des familles de Dinosaures du Trias supérieur - Jurassique basal présentent une répartition très proche de celle des Métoposaures-Phytosaures

(*) Il semblerait d'après cette répartition (fig. 4) que les exigences écologiques de *Perleidus* aient été peu strictes: *Perleidus* a en effet été récolté soit en milieu franchement marin (Colombie Britannique, Spitsberg), soit en milieu continental (Angola entre autres).

(Battail, 1986, fig. 1-8): ils ont été récoltés, d'une part, en Amérique du Nord - Europe occidentale - Maroc, d'autre part, en Amérique du Sud - Afrique australe - Inde, avec quelques formes en Chine du Sud (fig. 6). On peut supposer que ces animaux franchement terrestres ont migré, comme les Métoposaures-Phytosaures, le long des rivages de la Téthys.

Cependant, d'autres données sont susceptibles de modifier cette hypothèse, à savoir les découvertes de

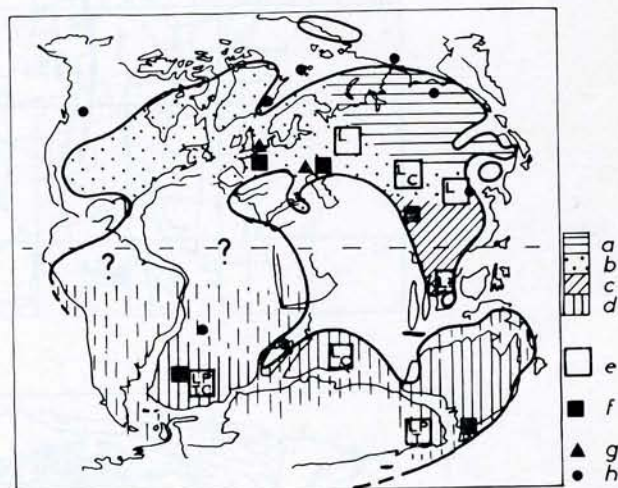


Fig. 4. — Essai de paléogéographie pour le Trias inférieur. a-d, provinces phytogéographiques (d'après Wang Ziqiang, 1985 et Grauvogel-Stamm, à paraître): a, province angarienne (Sibérie); b, province aride eurasiatique; c, province cathaysienne (b+c = aire euro-sinienne); d, province gondwanienne. — e, sites à Tétrapodes (d'après fig. 3 et Battail, 1981): L, *Lystrosaurus*; P, *Procolophon*; T, *Thrinaxodon*; C, *Chasmatosaurus*. — f, sites à Dipneustes Ptychocératodontidés. — g, sites à Dipneustes Arganodontidés (d'après Martin, 1982). — h, sites à *Perleidus* (d'après Beltan, comm. pers.).

Cadre paléogéographique d'après Owen, 1983 (carte 76); lignes de rivages d'après Schaeffer et Mangus (*in* Martin, 1982, fig. 8A; v. aussi Cox, 1973, fig. 3).

Fig. 4. — Tentative Lower Triassic paleogeography. a-d, phytogeographic provinces (after Wang Ziqiang, 1985 and Grauvogel-Stamm, to be published): a, angarian (siberian) province; b, arid eurasiatic province; c, cathaysian province (b+c = euro-sinian area); d, gondwanian province. — e, Tetrapod localities (after fig. 3 and Battail, 1981): L, *Lystrosaurus*; P, *Procolophon*; T, *Thrinaxodon*; C, *Chasmatosaurus*. — f, localities with ptychoceratodontid dipnoans. — g, localities with arganodontid dipnoans (after Martin, 1982). — h, *Perleidus* localities (after Beltan, pers. comm.).

Paleogeographical framework after Owen, 1983 (map 76), shore-lines after Schaeffer and Mangus (*in* Martin, 1982, fig. 8A; see also Cox, 1973, fig. 3).

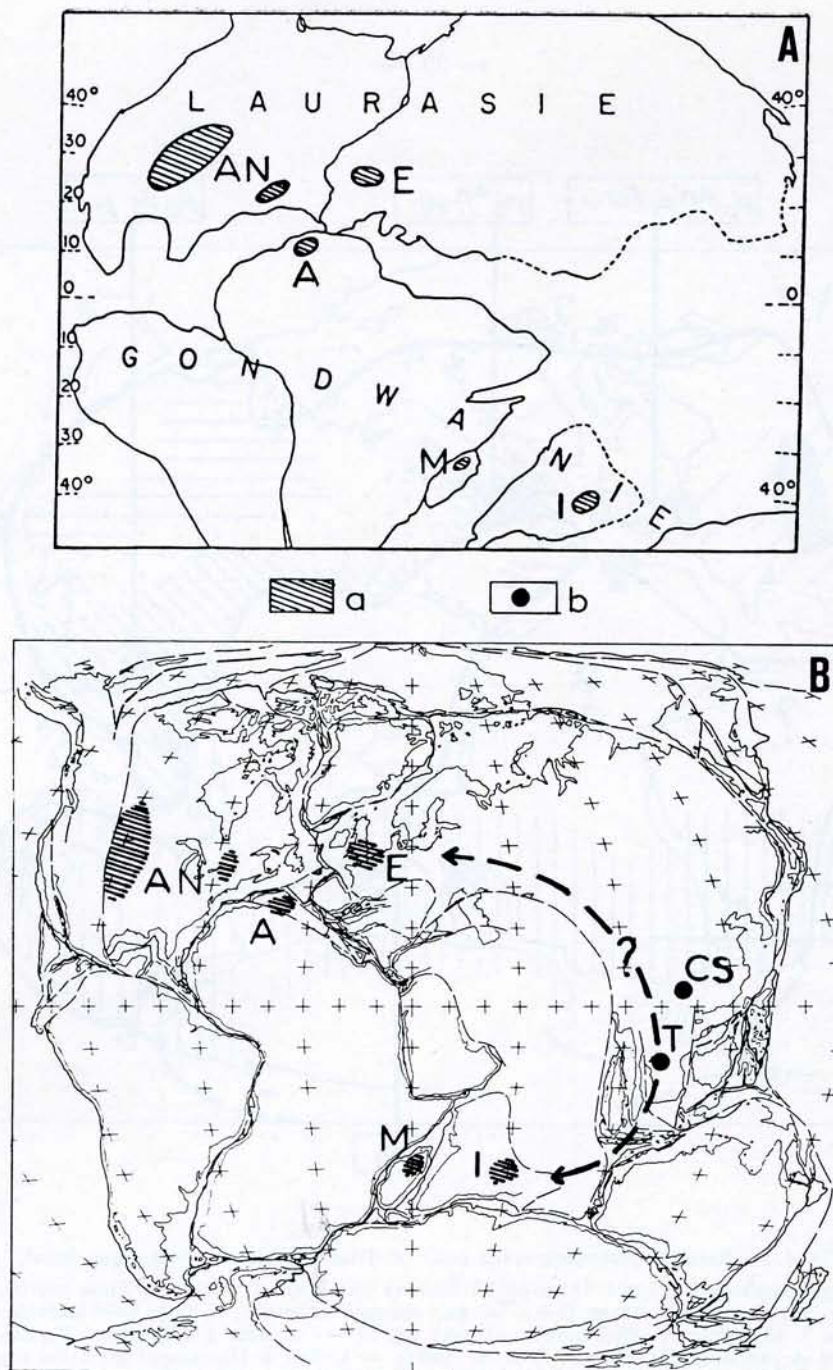


Fig. 5. — Répartition géographique des faunes à Phytosaures-Métoposaures au Trias supérieur.

A. - d'après Dutuit (1983).

B. - d'après Dutuit (1983) et Battail (1986) sur la reconstitution paléogéographique d'Owen, 1983 (carte 76).

a, gisements de Phytosaures + Métoposaures. — b, Phytosaures sans Métoposaures.

A, Atlas (Maroc). — AN, Amérique du Nord. — CS, Chine du Sud. — E, Europe. — I, Inde. — M, Madagascar. — T, Thaïlande.

Fig. 5. — Upper Triassic distribution of the phytosaurs-metoposaur faunas.

A. - after Dutuit (1983).

B. - after Dutuit (1983) and Battail (1986), re-drawn on the palaeogeographical reconstruction of Owen, 1983 (map 76).

a, localities with phytosaurs + metoposaur. — b, localities with phytosaurs.

A, Atlas (Morocco). — AN, North America. — CS, South China. — E, Europe. — I, India. — M, Madagascar. — T, Thailand.

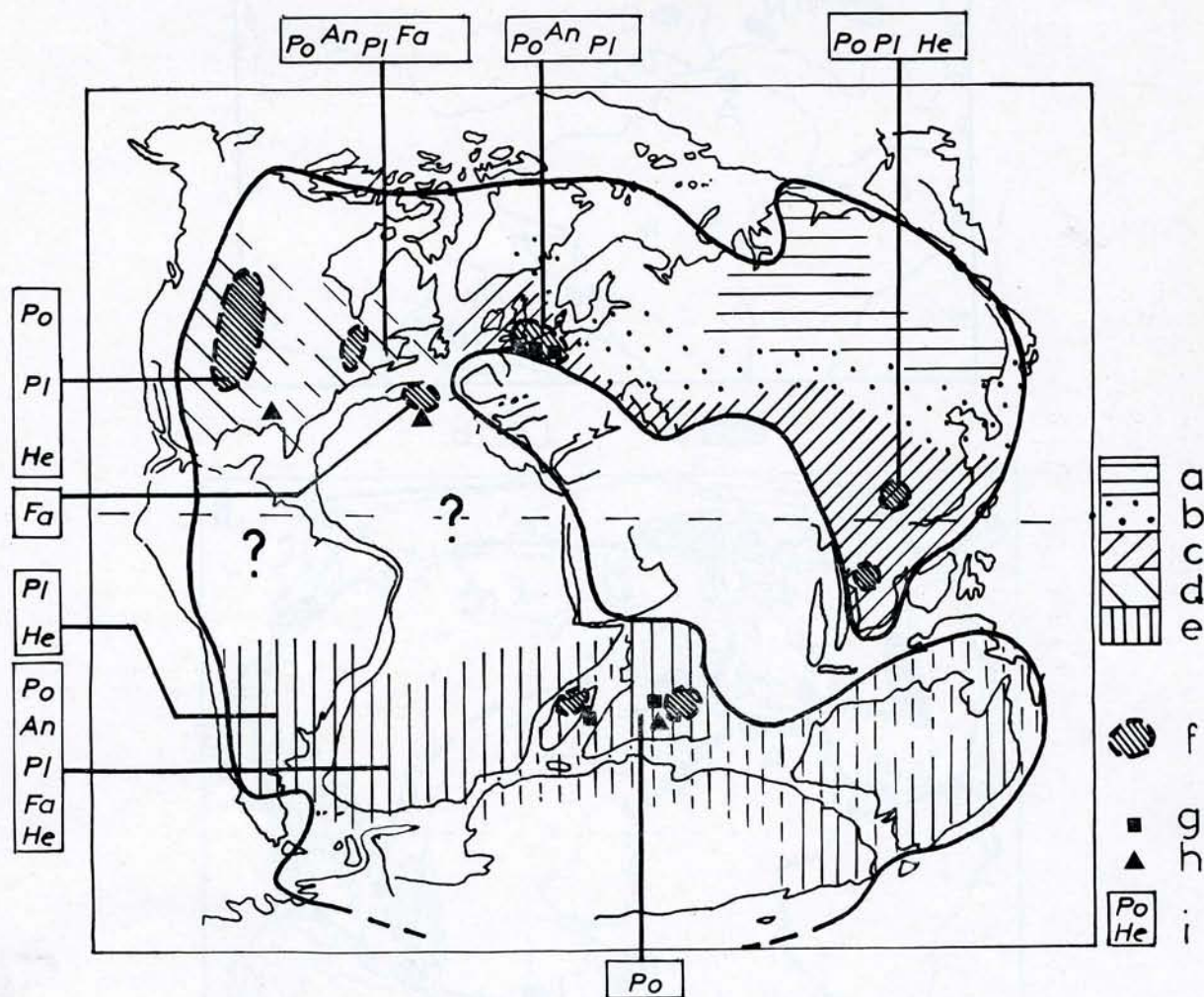


Fig. 6. — Essai de paléogéographie pour le Trias supérieur - Jurassique basal.

a-e, provinces phytogéographiques d'après Grauvogel-Stamm (à paraître) : a, flore sibérienne (ouraliennne) ; b, ceinture Groenland-Japon ; c, ceinture Iran-Vietnam (b+c = aire euro-sinienne) ; d, flore nord-américaine ; e, flore gondwanienne. — f, sites à Métoposaures-Phytosaures (d'après fig. 5). — g, sites à Dipneustes Ptychocératodontidés. — h, sites à Dipneustes Arganodontidés (d'après Martin, 1982). — i, sites à Dinosaures du Trias supérieur - Jurassique basal (d'après Battail, 1986, fig. 1, 4, 5, 7, 8) : Po, Podokésauridés ; An, Anchisauridés ; Pl, Platéosauridés ; Fa, Fabrosauridés ; He, Hétérodontosauridés.

Cadre paléogéographique d'après Owen, 1983 (carte 76), lignes de rivages d'après Cox (in Martin, 1982, fig. 8B).

Fig. 6. — Tentative Upper Triassic - Lowermost Jurassic paleogeography.

a-e, phytogeographic provinces after Grauvogel-Stamm (to be published) : a, siberian (Ural-type) flora ; b, Greenland-Japan belt ; c, Iran-Vietnam belt (b+c = euro-sinian area) ; d, north american flora ; e, gondwanian flora. — f, metoposaurs-phytosaurs localities (after fig. 5). — g, localities with ptychoceratodontid dipnoans. — h, localities with arganodontid dipnoans (after Martin, 1982). — i, Upper Triassic - Lowermost Jurassic dinosaur-bearing localities (after Battail, 1986, fig. 1, 4, 5, 7, 8) : Po, podokesaurids ; An, anchisaurids ; Pl, plateosaurids ; Fa, fabrosaurids ; He, heterodontosaurids.

Paleogeographical framework after Owen, 1983 (map 76), shore-lines after Cox (in Martin, 1982, fig. 8B).

Phytosaures dans le Trias de Chine du Sud et d'une faune à Phytosaures et Stégocéphales (*Cyclotosaurus*) proches des formes du Norien d'Allemagne dans le Trias de Thaïlande (Buffetaut, 1981; Ingavat et Janvier, 1981; Buffetaut et Ingavat, 1982; Sun *et al.*, 1985). Les Vertébrés aquatiques (Dipneustes et Actinoptérygiens) récoltés avec ces Tétrapodes offrent également de nombreuses affinités avec les formes contemporaines d'Europe (Martin et Ingavat, 1982; Martin, 1986).

Placées sur la reconstitution d'Owen (1983), les localités à Métoposaures et Phytosaures semblent alors se répartir suivant une "province" biogéographique (fig. 5 B) du même type que la "province" à *Lystrosaurus* du Trias inférieur (fig. 3 B). Dans ce schéma, les Phytosaures du Sud-Est asiatique (Thaïlande, Chine du Sud) jouent le même rôle "stratégique" que le Lystrosaur supposé du Laos. Comme pour le Trias inférieur, la reconstitution des lignes de rivage du Trias supérieur par Cox (*in* Martin, 1982, fig. 8 B) laisse apparaître un détroit marin entre Indochine et Australie par où auraient pu passer les Tétrapodes (Dinosaures, Métoposaures, Phytosaures) ainsi que les Vertébrés aquatiques (Actinoptérygiens et Dipneustes; fig. 6). Comme pour le Trias inférieur, l'ensemble Amérique du Sud - Afrique (au sud de l'accident sud-atlasique), dépourvu de Tétrapodes et de Dipneustes, aurait joué le rôle de barrière géographique, à moins que cette absence corresponde seulement à un manque de données.

V. — PROVINCES FLORISTIQUES ET PANGEE D'OWEN

Suite à la démonstration par la paléozoologie des avantages présentés par la reconstitution paléogéographique d'Owen (1983) comparée à d'autres comme celle de Smith *et al.* (1981) par exemple, il était intéressant de tester cette reconstitution en y reportant aussi les provinces floristiques du Trias (fig. 4, 6). Une comparaison de ces répartitions reportées sur les deux types de reconstitution, ceci particulièrement pour le Trias supérieur dont les flores sont mieux connues, montre des différences en ce qui concerne la zonation végétale par rapport aux paléolatitudes. Sur la reconstitution d'Owen, en effet, les zones paléofloristiques recourent les paléolatitudes, du moins en Eurasie, alors que sur la reconstitution de Smith *et al.* (Grauvogel-Stamm, à paraître, fig. 12), elles sont parallèles aux paléolatitudes. Sur ce point, la reconstitution de Smith *et al.* (1981) semble donc mieux convenir.

La reconstitution d'Owen paraît cependant plus adéquate en ce qui concerne la position plus méridionale du Sud-Est asiatique et particulièrement du Sud de la Chine. La flore du Trias supérieur de cette région, appelée flore à *Dictyophyllum-Clathropteris*, est en effet caractérisée par une abondance de Cycadales, Bennetitales et Diptéridacées dont le caractère tropical est difficilement conciliable avec une situation à des paléo-

latitudes de 30° à 50° telle que le montrent les reconstitutions de Smith *et al.* (1981) ou de Westphal (1976; Grauvogel-Stamm, 1978). Vozenin-Serra (1986, p. 176, fig. 5, 6) a souligné ce problème et a conclu qu'au Trias supérieur, le Sud-Est asiatique devait avoir une position plus méridionale, sensiblement comparable à sa situation actuelle. Encore maintenant, on y trouve des Diptéridacées, cette famille de fougères tropicales qui y caractérisait déjà la flore au Trias supérieur. Cependant, d'autres régions, tel que le continent gondwanien, particulièrement l'Amérique du Sud (Herbst, 1979), la bordure nord de la Téthys et le Groenland, où le Trias supérieur contient aussi des Diptéridacées, sont également situées à des paléolatitudes élevées, posant le problème de l'extension des zones tropicales à cette époque. D'après Herbst (1975), dans l'hémisphère sud, ces fougères se trouvent également entre les paléolatitudes 30° et 50°. Leur distribution, qui est donc parfaitement symétrique par rapport à l'équateur, est certainement liée à une similitude des conditions climatiques et semble indiquer que le climat tropical s'étendait plus loin vers le nord et vers le sud que maintenant. L'analyse de la répartition des Diptéridacées fossiles semble démontrer que de ce point de vue la reconstitution de Smith *et al.* (1981) convient mieux, du moins en partie, que la reconstitution d'Owen. La distribution de ces fougères fossiles y est en effet plus homogène que sur le modèle d'Owen où elles sont réparties dans des zones paléolatitudinales trop différentes.

La proximité du Sud-Est asiatique et du continent gondwanien par l'intermédiaire de l'Australie, telle qu'elle est présentée sur la reconstitution d'Owen, permet en revanche d'expliquer les échanges floristiques entre ces régions au Paléozoïque supérieur et au Mésozoïque inférieur (Vozenin-Serra, 1980, 1986). Cette proximité a cependant dû être relative car les flores cathaysiennes du Trias supérieur sont très différentes des flores gondwaniennes contemporaines, même si des genres typiques du Trias gondwanien tels que *Dicroidium* ou *Yabeiella* (identification qu'il sera très important de confirmer) y ont été signalés occasionnellement (Zhang Wu *et al.*, 1983).

En conclusion, la situation plus méridionale du Sud-Est asiatique et sa proximité par rapport au continent gondwanien telles qu'elles sont présentées sur la reconstitution d'Owen (1983) permettent d'expliquer plus aisément, d'une part, l'épanouissement précoce de la flore tropicale à Diptéridacées dans cette région et, d'autre part, les échanges sporadiques avec la flore de l'hémisphère sud. En revanche, la forte inclinaison de l'Eurasie semble moins bien s'accorder avec la zonation floristique du Trias supérieur.

La largeur de l'espace téthysien n'a jamais été discutée à propos des répartitions floristiques mais certaines données paraissent également indiquer qu'il était moins vaste que sur la reconstitution de Smith *et al.* (1981). Le large domaine à flore mixte mis en évidence dans le Permien de la bordure nord-téthysienne est peut-être l'un de ces indices. Or actuellement, cette zone

est considérée comme une preuve de l'existence d'un continent formé d'une mosaïque de plaques, situé en avant des Terres gondwaniennes à partir duquel auraient dérivé l'Iran, la Turquie et les territoires cathaysiens (Vozenin-Serra, 1986). La découverte, en outre, de microfiores caractéristiques du Permien et du Trias de la Laurasia dans des bassins gondwaniens bordant la Téthys (Salt Range, Inde, Madagascar, Ouest de l'Australie : Schopf et Askin, 1980) semble également indiquer que cet océan était moins vaste que sur la reconstitution de Smith *et al.* (1981).

Très récemment, Chatterjee et Hotton (1986) ont remis en cause la position de l'Inde et proposé une nouvelle reconstitution de la Pangée, qui diffère sensiblement aussi bien de celle de Smith *et al.* (1981) que de celle d'Owen (1983). Dans l'hypothèse de Chatterjee et Hotton, en effet, l'Inde est voisine de la Somalie et se trouve tectoniquement en relation avec l'Asie. Toutefois, la reconstitution de Chatterjee et Hotton s'accorde avec celle d'Owen sur un point important, l'étroitesse de la Téthys, avec pour conséquence une liaison possible entre l'Australie et l'Asie du Sud-Est par l'intermédiaire des îles de la Sonde.

CONCLUSIONS

1) Le titre de cette note et ses conclusions paléogéographiques peuvent paraître en désaccord avec le thème de la réunion spécialisée dans lequel elles s'inscrivent. En effet, si on peut parler de Gondwanie au vu de certaines données, notamment paléophytogéographiques et paléoclimatiques (flore à *Glossopteris-Dicroidium*, faune à *Eurydesma*, v. par exemple Dickins, 1985), on ne peut que conclure à l'existence d'une Pangée compacte, "laurasiaticogondwanienne", au vu d'autres données telles que celles de la paléoherpétologie du Permien au Jurassique.

Même si de nombreuses incertitudes subsistent quant à l'aire de répartition de certains Tétrapodes triasiques, il nous semble que la présence de part et d'autre de la Téthys, d'une part des Lystrosaures et autres Reptiles Thérapides au Trias inférieur et d'autre part des Phytosaures, Métoposaures et Dinosauriens au Trias supérieur, est un bon argument pour supposer une relation continentale directe entre Laurasia et Gondwanie. Cependant, si habituellement on invoque une voie de migration à travers l'Afrique, celle par l'Indochine et l'Australie nous semble plus vraisemblable à cause des quelques restes de Tétrapodes récoltés au Laos et au Vietnam. Et même si le Reptile mammalien de Luang Prabang, au Laos, est mal daté et mal décrit (Buffetaut, 1986, p. 38), il peut malgré tout servir de test à notre hypothèse sur l'existence de relations terrestres directes entre provinces laurasiatiques et gondwaniennes, par l'Est (le Sud-Est asiatique) plutôt que par l'Ouest (les régions nord-atlantiques).

La reconstitution paléogéographique à laquelle cette hypothèse s'adapte le mieux est celle qui a été proposée par Owen (1983) car elle montre un contact entre

l'Indochine et l'Australie. La répartition des herpétofaunes triasiques, telle qu'elle est connue actuellement, apporte donc, à notre avis, une série d'arguments qui parleraient en faveur de l'expansion globale de la Terre puisque la reconstitution d'Owen a été calculée pour un globe dont le rayon au Trias était réduit de 20 % par rapport à l'actuel.

2) Ce schéma est de toute façon en contradiction avec l'existence d'une Téthys océanique large telle qu'elle est classiquement restituée dès le Trias et le Lias (Dietz et Holden, 1970 ; Smith *et al.*, 1981 ; Dercourt *et al.*, 1985 ; Sengör et Hsü, 1986). Sur la Pangée à *Lystrosaurus*, la Téthys devait être réduite et ne représenter qu'une mer essentiellement épicontinentale (fig. 4, 6). Les géologues Zhang Zh. M. *et al.* (1984) admettent que la répartition des Lystrosaures pose un problème tectonique important qui suggère que la Téthys triasique a dû être une petite mer intercontinentale ou marginale, qui est peut-être devenue un grand océan au Jurassique supérieur. L'existence d'une Téthys océanique large est d'ailleurs de plus en plus contestée par nombre de paléobiogéographes, que ce soit au Trias ou après (Sahni *et al.*, 1982 ; Gayet *et al.*, 1986 ; v. aussi Stöcklin, 1983, 1984 ; Chatterjee, 1986), sans parler des nombreux problèmes soulevés par une éventuelle "Paléotéthys" anté-triasique (ceci est d'ailleurs vrai de la plupart des espaces paléocéaniques, Pacifique inclus : Vachard, 1980 ; Lelièvre, 1984 ; Blicek, 1988).

En revanche, ces conclusions ne sont pas en désaccord avec notamment celles de Hahn (1986) : l'Indochine, considérée par nous comme un intermédiaire géographique terrestre entre Laurasia et Gondwanie au Trias, aurait subi entre le Permien supérieur et le Jurassique inférieur les trois phases de l'orogénèse indosinienne (puis celles de l'orogénèse himalayenne) mais en domaine *intracratonique*. Et si "Paléotéthys" il y eut dans cette région, elle était de toute façon fermée *avant* le Trias, au cours d'une phase orogénique varisque tardive (Helmcke, 1986).

3) Enfin, comme l'ont fait remarquer MM. J. Fabre et J. Sougy, la découverte éventuelle d'herpétofaunes triasiques similaires en Afrique occidentale et/ou centrale, où l'on peut supposer l'existence de Trias sous l'épaisseur des sédiments récents, viendrait relancer le débat en favorisant de nouveau une relation par l'Ouest. On constaterait alors que les herpétofaunes triasiques avaient une répartition "circum-Téthys". Cette répartition demanderait à être confrontée à celle des faunes et microfaunes marines de la Téthys épicontinentale, comme l'a suggéré M^{me} G. Termier.

Remerciements. — MM. F. Meilliez (Le Mans), P. Janvier et J.M. Dutuit (Paris) ont bien voulu relire et commenter notre manuscrit que M^{me} R. Netter (Villeneuve d'Ascq) a dactylographié. L. Beltan (Paris) nous a communiqué la répartition géographique du genre *Perleidus* (fig. 4). Un relecteur anonyme des *Annales* nous a également fait un certain nombre de remarques constructives.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BATAIL B. (1981). — Faunes de Vertébrés Tétrapodes et individualité paléontologique du Gondwana au Trias inférieur. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 23, (6), p. 571-578.
- 2) BATAIL B. (1986). — Paléobiogéographie des Dinosauriens du Trias et de la base du Jurassique. In Les Dinosauriens, de la Chine à la France (Coll. intern. Toulouse, 1985), Musée Hist. nat. Toulouse édité, p. 45-64.
- 3) BATAIL B. (1988). — Biostratigraphie des formations permotriassiques continentales à Vertébrés Tétrapodes et biogéographie du Gondwana. In Aspects de la Géologie du Gondwana. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CVII, p. 37-44.
- 4) BLIECK A. (1988). — Problèmes actuels en paléontologie des Vertébrés paléozoïques. In fasc. spéc. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CVI, (4), p. 343-358.
- 5) BUFFETAUT E. (1981). — Eléments pour une histoire paléobiogéographique du Sud-Est Asiatique: l'apport des Vertébrés fossiles continentaux. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 23 (6), p. 587-593.
- 6) BUFFETAUT E. (1986). — The paleobiogeographical significance of the Mesozoic continental vertebrates from South-East Asia. In Buffetaut E., Jaeger J.J. et Rage J.C. eds., Paléogéographie de l'Inde, du Tibet et du Sud-Est asiatique... *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147 (1984), p. 37-42.
- 7) BUFFETAUT E. et INGAVAT R. (1982). — Phytosaur remains (Reptilia, Thecodontia) from the Upper Triassic of north-eastern Thailand. *Géobios*, 15 (1), p. 7-17.
- 8) CHATTERJEE S. (1986). — The drift of India: a conflict in plate tectonics. In Buffetaut E., Jaeger J.J. et Rage J.C. eds., Paléogéographie de l'Inde, du Tibet et du Sud-Est asiatique... *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147 (1984), p. 43-48.
- 9) CHATTERJEE S. et HOTTON N. (1986). — The paleoposition of India. *Jl. Southeast Asian Earth Sci.*, 1 (3), p. 145-189.
- 10) CLUVER M.A. et HOTTON N. (1979). — The dicynodont genus *Diictodon* (Reptilia, Therapsida) and its significance. In 4th Intern. Gondwana Symp. (Calcutta, 1977), Papers. vol. I, p. 176-183.
- 11) COLBERT E.H. (1982). — The distribution of *Lystrosaurus* in Pangaea and its implications. In Buffetaut E., Janvier P., Rage J.C. et Tassy P. eds., Phylogénie et Paléobiogéographie. Livre Jubil. R. Hoffstetter. *Géobios*, Mém. spéc., 6, p. 375-383.
- 12) COX C.B. (1973). — Triassic Tetrapods. In Hallam A. ed., Atlas of Palaeobiogeography, Elsevier publ., Amsterdam, p. 213-223.
- 13) CRAWFORD A.R. (1982). — The Pangaeon paradox: where is it? *Jl. Petrol. Geol.*, 5 (2), p. 149-160.
- 14) DERCOURT J. et al. (1985). — Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20.000.000 s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. In Fourcade E. ed., Paléobiogéographie de la Téthys. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), 1 (5), p. 637-652.
- 15) DICKINS J.M. (1985a). — Palaeobiofacies and palaeobiogeography of Gondwanaland from Permian to Triassic. In Nakazawa K. et Dickins J.M. eds., The Tethys, her paleogeography and paleobiogeography from Palaeozoic to Mesozoic. Tokai Univ. Press, Tokyo, p. 83-92.
- 16) DICKINS J.M. (1985b). — Late Palaeozoic glaciation. *Bur. Min. Res. Jl. Australas. Geol. Geophys.*, 9, p. 163-169.
- 17) DIETZ R.S. et HOLDEN J.C. (1970). — Reconstruction of Pangaea: breakup and dispersion of continents. Permian to present. *Jl. Geophys. Res.*, 75 (26), p. 4939-4956.
- 18) DUTUIT J.M. (1983). — Homogénéité et répartition des Métoposauridés et Phytosauridés sont-elles en relation avec les espaces marins du Trias supérieur? *C.R. Ac. Sc.*, Paris, 296 (II), p. 1465-1468.
- 19) GAYET M., RAGE J.C. et RANA R.S. (1986). — Nouvelles ichtyofaune et herpétofaune de Gitti Khadan, le plus ancien gisement connu du Deccan (Crétacé/Paléocène) à microvertébrés. Implications paléogéographiques. In Buffetaut E., Jaeger J.J. et Rage J.C. eds., Paléogéographie de l'Inde, du Tibet et du Sud-Est asiatique... *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147, p. 55-65.
- 20) GRAUVOGEL-STAMM L. (1978). — La flore du Grès à Voltzia (Buntsandstein supérieur) des Vosges du Nord (France): morphologie, anatomie, interprétation phylogénique et paléogéographique. *Sci. Géol. Mém.*, 50, 225 p.
- 21) GRAUVOGEL-STAMM L. (à paraître). — Triassic flora and phytogeography of the world. In Moullade M. et Nairn A.E.M. eds., Phanerozoic geology of the World, Elsevier publ., Amsterdam.
- 22) HAHN L. (1986). — The Indosinian orogeny in Thailand and adjacent areas. In Buffetaut E. et al., eds., *op. cit.*, *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147, p. 71-82.
- 23) HALLAM A. (1979). — Les fossiles, témoins de la dérive des continents. In La dérive des continents - La tectonique des plaques. Bibl. Pour la Science, Belin édité., Paris, p. 201-210.
- 24) HERBST R. (1975). — Consideraciones sobre las Dipteridaceae (Filices) del Gondwana. *Actas I Congr. Argent. Paleont. Biostratigr. (Tucuman, 1975)*, 1, p. 525-535.
- 25) HERBST R. (1979). — Review of Australian Dipteridaceae. *Pr. Linn. Soc. NSW*, 105 (1), p. 7-21.
- 26) HELMCKE D. (1986). — The orogenic evolution (Permian-Triassic) of central Thailand. Implications on paleogeographic models for mainland SE-Asia. In Buffetaut E. et al. eds., *op. cit.*, *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147, p. 43-91.
- 27) INGAVAT R. et JANVIER P. (1981). — *Cyclotusaurus* cf. *posthumus* Fraas (Capitosauridae, Stereospodyli) from the Huai Hin Lat Formation (Upper Triassic), Northeastern Thailand, with a note on capitosaurid biogeography. *Géobios*, 14 (6), p. 711-725.
- 28) KEYSER A.W. et SMITH R.M.H. (1979). — Vertebrate biozonation of the Beaufort Group with special reference to the western Karoo Basin. *Ann. Geol. Surv. S. Afr.*, 12, p. 1-35.

- 29) KUHN O. (1969). — Proganosauria, Balosauria, Placodontia, Araeoscelidia, Trilophosauria, Weigeltisauria, Millerosauria, Rhynchocephalia, Protorosauria. Handbuch der Paläoherpetologie, G. Fischer Verlag, Stuttgart, 9, 74 p.
- 30) LELIEVRE H. (1984). — *Antineosteus lehmani* n. gen., n. sp., nouveau Brachythoraci du Dévonien inférieur du Maroc présaharien. Remarques sur la paléobiogéographie des Homostéides de l'Emsien. *Ann. Paléont.*, 70 (2), p. 115-158.
- 31) MARTIN M. (1982). — Nouvelles données sur la phylogénie et la systématique des Dipneustes post-paléozoïques. Conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. In Buffetaut E., Janvier P., Rage J.C. et Tassy P. eds., Phylogénie et Paléobiogéographie. Livre Jubil. R. Hoffstetter. *Geobios*, Mém. spéc. 6, p. 53-64.
- 32) MARTIN M. (1986). — The actinopterygian scales and teeth (Pisces) from the continental Upper Triassic of Thailand, their paleogeographical significance. In Buffetaut E. et al., eds, *op. cit.*, *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147, p. 101-105.
- 33) MARTIN M. et INGAVAT R. (1982). — First record of an Upper Triassic ceratodontid (Dipnoi, Ceratodontiformes) in Thailand and its palaeogeographical significance. *Geobios*, 15 (1), p. 111-114.
- 34) Mc ELHINNY M.W., EMBLETON B.J.J., MA X.H. et ZHANG Z.K. (1981). — Fragmentation of Asia in the Permian. *Nature*, 293, p. 212-216.
- 35) OWEN H.G. (1983). — Atlas of continental displacement 200 million years to the present. Cambridge Earth Sci. Ser., 159 p., 76 cartes.
- 36) PIVETEAU J. (1955). — Mesosauria. In Piveteau J. ed., *Traité de Paléontologie*, 5 (Amphibiens - Reptiles - Oiseaux), Masson édit., Paris, p. 409-411.
- 37) RIDD M.F. (1971). — South-East Asia as a part of Gondwanaland. *Nature*, 234 (5331), p. 531-533.
- 38) RIDD M.F. (1980). — Possible Palaeozoic drift of SE Asia and Triassic collision with China. *Jl. Geol. Soc. London*, 137 (5), p. 635-640.
- 39) SAHNI A., KUMAR K., HARTENBERGER J.L., JAEGER J.J., RAGE J.C., SUDRE J. et VIANEY-LIAUD M. (1982). — Microvertébrés nouveaux des trapps du Deccan (Inde) : mise en évidence d'une voie de communication terrestre probable entre la Laurasie et l'Inde à la limite Crétacé-Tertiaire. In Biogéographie et tectonique des plaques (Brest, 1982). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 24 (5-6), p. 1093-1099.
- 40) SCHOPF J.M. et ASKIN R.A. (1980). — Permian and Triassic floral biostratigraphic zones of southern land masses. In Dilcher D.L. et Taylor T.N. eds., *Biostratigraphy of fossil plants. Successionnal and palaeoecological analysis*. Dowden, Hutchinson et Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, p. 119-152.
- 41) SCOTESE C.R., BAMBACH R.K., BARTON C., VAN DER VOO R. et ZIEGLER A.M. (1979). — Paleozoic base maps. *Jl. Geol.*, 87 (3), p. 217-277.
- 42) SENGÖR A.M.C. et HSÜ K.J. (1986). — The Cimmerides of Eastern Asia : history of the eastern end of Palaeo-Tethys. In Buffetaut E. et al. eds., *op. cit.*, *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147, p. 139-167.
- 43) SMITH A.G., HURLEY A.M. et BRIDEN J.C. (1981). — Phanerozoic palaeocontinental world maps. Cambridge Earth Sci. Ser., Cambridge Univ. Press, 102 p., 88 cartes.
- 44) STÖCKLIN J. (1983). — Himalayan orogeny and Earth expansion. In Carey S.W. ed., *Expanding Earth Symp.* (Sydney, 1981), Univ. Tasman. publ., p. 119-130.
- 45) STÖCKLIN J. (1984). — The Tethys paradox in plate tectonics. In Van der Voo R., Scotese C.R. et Bonhommet N. eds., *Plate reconstruction from Paleozoic paleomagnetism. Geodyn. Ser.* 12, Amer. Geophys. Un. publ., Washington DC, p. 27-28.
- 46) SUN Ailin, CUI Guihai, LI Yuhe et WU Xiaochun (1985). — A verified list of Lufeng saurischian fauna. *Vertebr. Palasiatica*, 23 (1), p. 1-12.
- 47) TERMIER H. et TERMIER G. (1979). — Histoire de la Terre. Presses Univ. Fr., Paris, 430 p.
- 48) VACHARD D. (1980). — Téthys et Gondwana au Paléozoïque supérieur : les données afghanes. Biostratigraphie, micropaléontologie, paléogéographie. *Doc. Trav. I.G.A.L.*, 2, 463 p.
- 49) VOZENIN-SERRA C. (1980). — Sur les rapports entre provinces floristiques au Paléozoïque supérieur. 105^e Congr. Nat. Soc. Sav. (Caen, 1980), *Sciences*, 1, p. 81-98.
- 50) VOZENIN-SERRA C. (1986). — Etat de nos connaissances sur les flores du Paléozoïque supérieur et du Mésozoïque du Sud-Est asiatique. Interprétations paléogéographiques. In Buffetaut E. et al., eds., *op. cit.*, *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., 147 (1984), p. 169-181.
- 51) WANG Ziqiang (1985). — Palaeovegetation and plate tectonics : palaeophytogeography of North China during Permian and Triassic times. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 49 (1/2), p. 25-45.
- 52) WARREN A. et BLACK T. (1985). — A new rhytidosteid (Amphibia, Labyrinthodontia) from the Early Triassic Arcadia Formation of Queensland, Australia, and the relationships of Triassic temnospondyls. *Jl. Vert. Paleont.*, 5 (4), p. 303-327.
- 53) WATERHOUSE J.B. et BONHAM-CARTER G.F. (1975). — Global distribution and character of Permian biomes based on brachiopod assemblages. *Canad. Jl. Earth Sci.*, 12 (7), p. 1085-1146.
- 54) WEGENER A. (1915). — Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. *Samml. View.*, 23, 94 p.
- 55) WEGENER A. (1937). — La Genèse des Continents et des Océans. Théorie des translations continentales. Nizet et Bastard édit., Paris, 236 p.
- 56) WESTPHAL M. (1976). — Contribution du paléomagnétisme à l'étude des déplacements continentaux autour de la Méditerranée occidentale. Thèse Doctorat Etat, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 304 p.
- 57) ZHANG Wu, ZHEN Shaolin et CHANG Shaoquan (1983). — Studies on the Middle Triassic Plants from Linjia Formation of Benxi, Liaoning Province. *Bull. Shenyang Inst. Geol. et Miner. Resources, Chinese Acad. Geol. Sci.*, 8, p. 88-89.
- 58) ZHANG Zh.M., LIOU J.G. et COLEMAN R.G. (1984). — An outline of the plate tectonics of China. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 95, p. 295-312.