

Bull. Soc. belge de Géologie	T. 88	fasc. 1	pp. 9-23	Bruxelles 1979
Bull. Belg. Ver. voor Geologie	V. 88	deel 1	blz. 9-23	Brussel 1979

DERIVE DES CONTINENTS ET PALEONTOLOGIE DES VERTEBRES.

par Edouard BONÉ (*)

1. INTRODUCTION.

Dérive des continents : l'hypothèse, vieille de 350 ans et magistralement structurée au début du 20^{ème} siècle par WEGENER, mais bientôt tombée en défaveur parmi beaucoup de spécialistes, a connu depuis 10 ou 15 ans un surprenant renouveau d'intérêt. Réexprimée aujourd'hui en termes de tectonique des plaques, elle constitue ce qu'HALLAM (1976) a appelé "une révolution dans les sciences de la Terre". Il n'entre pas dans l'intention de cet article d'exposer les découvertes de la science contemporaine en cette matière directement géophysique, mais seulement de considérer les indications ou confirmations offertes par la paléontologie des vertébrés à l'hypothèse de dérive ou de tectonique, reconnue présentement comme hautement vraisemblable. On se dispensera de réexprimer ici les lignes essentielles de la théorie de la tectonique des plaques ou d'en critiquer les fondements : c'est le rôle du géologue, et il déborde la compétence de l'auteur. On s'attachera seulement à suggérer les données paléontologiques susceptibles de confirmer, d'infirmer ou de nuancer les conclusions géophysiques actuellement admises dans un cadre de pensée largement conforme à une dérive continentale ou tectonique des plaques.

2. HISTORIQUE.

Un simple mot pour situer du moins les balises de l'invention scientifique en la matière. On impute souvent à Francis BACON (1620) l'idée suivant laquelle l'hémisphère occidental aurait été possiblement rejoint à l'Europe ou à l'Afrique à quelque moment reculé du passé. N. A. RUPKE conteste formellement le bien fondé de cette paternité.

En 1668, P. PLACET publie-t-il du moins un mémoire intitulé "La corruption du grand et du petit monde, où il est montré que devant le déluge, l'Amérique n'était point séparée des autres parties du monde". L'auteur y soutenait cette idée, révolutionnaire pour l'époque, que la Terre, avant la grande catastrophe du déluge, ne formait qu'un bloc unique, au sein duquel, par effondrement de l'Atlantide, l'Amérique se serait individualisée comme continent occidental.

(*) Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés et de Paléontologie humaine, Université Catholique de Louvain, Bâtiment Mercator, Place Louis Pasteur 3 B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Théodore LIENTHAL (1756) semble avoir été le premier à reconnaître - en dépit de leur actuelle séparation par l'océan - les formes emboîtées de certaines côtes atlantiques, en particulier celles de l'Amérique du Sud et de l'Afrique.

Un siècle plus tard, cette remarque de nature géographique est prolongée par une observation d'Antonio SNIDER (1858) dans le domaine paléobotanique : frappé de la similitude des plantes carbonifères fossiles d'Amérique du Nord et d'Europe, il propose l'hypothèse que tous les continents aient un jour pu constituer une seule masse unique.

L'argument géologique est bientôt suggéré par Edouard SUESS, qui dès la fin du 19^{ème} siècle souligne la correspondance entre les formations des divers continents de l'hémisphère sud, sur base de laquelle il adapte ces continents l'un à l'autre et propose pour le supercontinent ainsi reconstitué le nom de Gondwana.

L'idée d'une dérive naît formellement au début du 20^{ème} siècle, indépendamment, semble-t-il, chez F. B. TAYLOR (1910) et Alfred WEGENER (1912) qui suggèrent des mécanismes responsables de déplacements latéraux s'exerçant sur les divers secteurs d'une Pangée initiale.

Arguments géophysiques, géologiques, paléontologiques, biologiques, paléoclimatiques étaient dès lors organisés à l'intérieur de la séduisante théorie qui eut entre les deux guerres ses chaleureux partisans, mais aussi ses critiques, ses sceptiques et ses détracteurs. Parmi les partisans, R. A. DALY de Harvard, Arthur HOLMES en Grande-Bretagne, Alexander du TOIT en Afrique du Sud.

L'étude du continent de Gondwana fut à ce propos particulièrement féconde. La présence de moraines consolidées ou tillites suggérait qu'une très ancienne glaciation avait, à la fin de l'ère paléozoïque (Permo-Carbonifère) affecté des régions aujourd'hui éparpillées sur plus de 10.000 km. d'océan : Amérique du Sud, Afrique du Sud, Madagascar, Inde et Australie, auxquelles on ajouta plus tard l'Antarctique.

La correspondance de structures géosyncinales à travers ces divers continents permettait dans les années 30 à du TOIT de reconstituer un géosyncinal hypothétique, SAMFRAU précisant la commune origine des plissements repérés de la Sierra de la Ventana en Argentine jusqu'en Adélaïde et Tasmanie (le *Gondwanite Folt Belt* de du TOIT). Des suggestions étaient proposées également à partir du Paléomagnétisme.

Mais CHAMBERLIN, SCHUCKERT, JEFFREYS surtout parmi d'autres s'occupèrent de démonter la valeur probante des divers arguments invoqués par WEGENER. Dans le domaine de la stratigraphie et de la paléobiogéographie notamment, il n'était pas question de refuser les similitudes entre les continents méridionaux, mais pour les expliquer il semblait suffisant d'invoquer l'existence de passerelles transocéaniques à travers l'Arctique, l'Atlantique et l'Océan Indien, existant au Mésozoïque et postérieurement effondrées. Au demeurant, prétendait-on, ressemblance faunistique n'était point à entendre dans le sens d'une rigoureuse identité. . . .

On sait comment l'hypothèse de dérive des continents, longtemps si âprement combattue, a été depuis une vingtaine d'années l'objet d'une intense recherche de la part des géophysiciens et de nombre de sciences annexes. Elle resurgit aujourd'hui dans la "tectonique des plaques". C'est dans le cadre moderne de la théorie récemment amendée qu'on entend revoir ici l'argument paléontologique.

3. LA PANGÉE,

Comme profil géographique discutable mais suffisamment vraisemblable de la Pangée originelle, on propose la reconstitution qui en est présentée par BRIDEN, DREWRY et SMITH (1974) et par SMITH et BRIDEN (1977). Il est intéressant de noter qu'à quelques détails

près, cette reconstitution de la Pangée correspond à l'ajustement optimal des continents obtenu arbitrairement par ordinateur sur la base des limites actuelles à l'isobathe de 900 mètres (BULLARD, EVERETT et SMITH, 1965).

L'ajustement est tout à fait remarquable pour l'Atlantique Sud, en dépit de minimes lacunes ou chevauchements lesquels ne dépassent habituellement pas le degré. Même dans le secteur de l'Atlantique Nord, la coïncidence d'ensemble est très largement satisfaisante. Cette reconstitution idéale, par la méthode des moindres carrés, s'accorde somme toute fort bien, comme il sera dit plus bas, avec la globalité des observations géologiques, morphologiques, tectoniques, stratigraphiques, faites dans les divers continents; avec les dates calculées sur base radiométrique pour certaines roches situées de part et d'autre de l'Atlantique, dans des régions supposées d'ancien contact; avec les phénomènes glaciaires aussi qui y ont été repérés.

Les techniques de datation radiométrique se sont révélées ici particulièrement précieuses, confirmant de part et d'autre de l'actuel océan atlantique sud par exemple le parfait synchronisme des couches. Une frontière géologique est clairement repérable aujourd'hui entre la Côte d'Ivoire et le Dahomey où l'on passe brusquement de 2.000 à 600 millions d'années. La province de Saô Luis, dans le nord-est du Brésil, paléogéographiquement en contact avec la côte occidentale de l'Afrique jusqu'à la dislocation de la Pangée, propose précisément la même brusque frontière entre des terrains vieux de 2.000 et de 600 millions d'années ! La coïncidence est trop belle pour ne pas acquérir valeur démonstrative.

L'immense Pangée d'un seul tenant se présente d'emblée marquée d'une invagination profonde à l'est, occupée par la Téthys baignant les côtes de ce qui sera l'Afrique du Nord et de l'Eurasie du Sud-Est. Pour la commodité, appelons dès à présent Laurasia la partie nord de la Pangée (Amérique du Nord et Eurasie ou Angara), et Gondwana le super-continent sud (avec les cratons guyanais, brésilien, africain, malgache, indien, australien et antarctique), Gondwana et Laurasia étant appelés à s'individualiser.

Jusqu'à quelle époque se vérifie cet ajustement optimal de la Pangée ? En d'autres termes, à quelle date faut-il situer le premier écartèlement du super-continent et le début du phénomène tectonique qui engendra la dérive des plaques et celle des continents ? On peut évaluer cette date sur des bases diverses. Si les informations les plus précises sont fournies par les données océanographiques, les forages profonds et les anomalies magnétiques, il faut reconnaître que les données magnétiques du moins ne peuvent être raisonnablement extrapolées au-delà de la fin du Crétacé, il y a 80 millions d'années. L'argument paléontologique sera provisoirement souvent déterminant : on dira plus bas qu'il n'y a guère de raison de faire remonter au-delà du Permien, voire du Trias inférieur le premier ébranlement. La séparation de Laurasia de Gondwana étant datée sans doute de la fin du Trias, il y a 180 millions d'années, le processus de dislocation va se poursuivre de part et d'autre. En Laurasia, la première rupture se serait produite dans le sud de l'Atlantique Nord : le nord-ouest africain est interprété comme franchement distant de l'Amérique du Nord au début du Jurassique. Mais il y aurait pétition de principe à préciser ce cadre chronologique avant d'avoir étudié la base faunistique sur laquelle il est finalement largement construit.

4. PALEONTOLOGIE ET DERIVE DES CONTINENTS.

4. 1. LES ARGUMENTS ANCIENS.

Ce n'est pas d'hier, on l'a dit, que les flores et les faunes fossiles ont fourni des arguments à l'hypothèse d'un contact an-

cien entre les masses continentales, ultérieurement disloquées et situées aujourd'hui à des milliers de kilomètres de part et d'autre de fosses océaniques plus ou moins profondes.

WEGENER et du TOIT avaient invoqué deux exemples particulièrement éloquentes, l'un et l'autre dans le Permo-carbonifère :

4. 11 MESOSAURUS

Et d'abord, la présence d'un petit reptile d'eau douce, *Mesosaurus*, dans la série inférieure (Dwyka) du système du Karroo en Afrique du Sud d'une part, dans les schistes noirs Irrawatty et les calcaires bitumineux du Brésil, de l'Uruguay, du Paraguay de l'autre (1). Il s'agit d'un petit reptile de quelque 50 cm de long : allongé, souple, à la queue flexible, aux membres modifiés en palettes, *Mesosaurus* est caractérisé par un crâne effilé, des mâchoires délicates munies de nombreuses dents pointues. Les narines sont postérieures, situées en avant de gros yeux - disposition typique chez les vertébrés aquatiques adaptés à la respiration aérienne. Certainement bon nageur, *Mesosaurus* est bien armé pour la capture de petits poissons. De part et d'autre de l'Atlantique, il est limité au seul Permien. Ne suggérerait-il pas un contact plus direct entre ces deux régions américaine et africaine ? On objectait pourtant qu'un bon nageur, fut-il essentiellement d'eau douce, aurait pu se risquer en eau saumâtre ... Les exemples sont connus. De là à supposer la traversée d'un océan de plusieurs milliers de kilomètres, il y avait pourtant de la marge. Par ailleurs, en dépit de la grosse richesse des gisements continentaux du Trias supérieur sud-américain, *Mesosaurus* est limité au Permien. D'aucun en concluaient à une dislocation gondwanienne au début du Trias.

4.12 LA FLORE A GLOSSOPTERIS

Le second argument classique en faveur d'un continent gondwanien est la très large répartition de *Glossopteris* et de la flore d'accompagnement, d'ouest en est, à travers l'Amérique et l'Afrique du Sud, l'Australie, l'Inde et l'Antarctique. Couches à charbon de la série de Santa Catarina dans le Rio Grande do Sul, schistes des séries de Dwyka et d'Ecra en Afrique du Sud, de Sakamena à Madagascar, des *Beacon sandstones* des montagnes transarctiques, grès de la formation de Talchir en Inde, *Coal measures* du Gondwana australien et de Tasmanie : *Glossopteris* est présent du Permo-carbonifère au Trias jusqu'à 500 kilomètres du Pôle, à travers des territoires distants aujourd'hui de près de 10.000 km.

Mais, ici encore, on ne manquait pas d'objecter : *Glossopteris* pouvait avoir été disséminé par les vents et ne constituait donc pas une preuve catégorique d'un contact ancien entre ces continents.

4. 2 EVIDENCES NOUVELLES : *Lystrosaurus*

Hasard ou indication nouvelle de la liaison organique entre la paléontologie et la géophysique ? A l'époque même où la nouvelle hypothèse de tectonique des plaques commençait à s'imposer, de sensationnelles découvertes paléontologiques renouveauaient les bases biologiques de l'argument de dérive des continents.

4. 21 L'ANTARCTIQUE (2)

C'était il y a tout juste dix ans, au coeur des années 1968-1969, en plein massif transantarctique ... Travaillant dans le grès de la formation de Fremow, à 400 milles du Pôle Sud, à l'est

(1) voir Tableau 1

(2) Ces fouilles de l'Antarctique ont été admirablement développées par COLBERT et KITCHING (1975, 1977) et sont savoureusement commentées par COLBERT, dans son ouvrage *Wandering Lands and Animals* (1973) auquel cette causerie a beaucoup emprunté. L'auteur est particulièrement reconnaissant à ces deux éminents pionniers de la paléontologie antarctique d'avoir bien voulu fournir pour l'illustration de cette conférence les documents originaux et du matériel iconographique partiellement inédit.

	AMERIQUE NORD GRÆNL.	EUROPE	ASIE CHINE sud	AMER. SUD	AFRIQUE	MAD. ANTARC. INDE	AUST. TASM.	
TRIAS	sup.	Morrison Fm (Utah) Navajo Sdst. (Ariz.)	Solenhofen Lias Angl. Eur. Centr.	Szechwan "???",	Tendaquru (Tanz.) Basalte Maroc Cave Sdst.	Kota Fm		
	moyen	Newark Fm Dockum Beds (Texas) Chinle Fm (N. Mex.) Kayenta Fm (Ariz.)	REUPER	Lufeng Fm	Los Colorados (Arg.) Eschigualasto (Arg.) Santa Maria (Brès.)	Argand (Atlas) Red Molteno	Isaio Maleri Fm	
240	inf.	Moenkopi Fm (Ariz.)	BUNDSANDSTEIN MUSCHELK.	Sinkiang-Shansi	Puesto Viejo Fm (Arg.)	z. Cynoxmathus	Buckley Fm Fremouw Fm Panchet Fm	Blina Fm
	sup.		Dvina IV (URSS) Cutties Hillock (S.B.) Zechstein (All.)			z. Lystrosaurus	Sakamena	
PERMIEN	moyen	Flower Pot (Texas) San Angelo (Texas) Hennessey (Okla.)	Dvina I-III (URSS) Kupferschiefer (All.)		Itarare (Brésil) Parana	z. Cistecephalus z. Tapinocephalus	SAKAMENA BEACON SANDSTONE	Bijori Fm
	inf.	Clear Fork (Texas) Abo, Cutler (N. Mex.)	Autun (France) Rotliegende (All.)		Saô Bento		Sakoa TALCHIR	
CARBONIF.		Lower Wichita (Texas) Lower Dunkard (N. Virg.) Mazon Creek (Ill.) Linton (Ohio) Joggins (Nova Scotia)	Kounova (Tchéc.) Nyraný (Tchéc.) Upper Middle Coalmeas. (Newcastle) Lower Coalmeas. (Irlande)		Saô Bento			
DEV.		Old Red (Canada)	Old Red. Sdst.					"???"

Tableau 1 - Essai de corrélation des principales formations fossilifères à Vertébrés mentionnées dans le texte.

du glacier Beardmore, un géologue néo-zélandais, Peter BARRETT venait d'y découvrir dans le trias inférieur un amphibien fossile du groupe des Labyrinthodontes. La trouvaille était d'importance et déterminait la National Science Foundation à mettre sur pied une expédition d'envergure. Y participaient, sous la direction du Docteur David H. ELLIOTT, un vétéran de la géologie antarctique, une vingtaine de géologues et de paléontologistes, parmi lesquels le Docteur Edwin H. COLBERT (1973), spécialiste des Tétrapodes mésozoïques, ancien curateur de l'American Museum of Natural History, actuellement au musée de Flagstaff, Arizona.

Le hasard fait bien les choses. Les conditions physiques du terrain forcèrent l'expédition à planter le camp à proximité des glaciers Beardmore et Mc Gregor à Coalsack Bluff, qui fournissaient la seule aire d'atterrissage praticable pour le C-130 Hercules. De là des hélicoptères devaient acheminer les membres de l'expédition et leur équipement vers quelques localités prometteuses pour les chercheurs de fossiles ! Mais les hélicoptères n'étaient point encore disponibles et pour tuer le temps, on visite les falaises de Coalsack Bluff, sans autre notoriété jusque là. C'est dans ce grès du Trias inférieur, que le 4 décembre 1969, COLBERT repère un fragment de maxillaire droit et un cubitus identifiés sans doute possible comme ayant appartenu à un *Lystrosaurus*, le reptile fossile guide de la série de Beaufort en Afrique du Sud, à la limite du Permien et du Trias, où il situe une zone très précise, la zone à *Lystrosaurus* !

Pourquoi la découverte de Coalsack Bluff est-elle si importante et provoque-t-elle dans le monde pareille émotion ? C'est précisément qu'elle jette une lumière nouvelle, issue de la paléontologie, sur la question toute récemment remise à l'ordre du jour d'un contact entre les continents de l'ancien Gondwana.

4. 22 LYSTROSAURUS

Ceci demande un bout de présentation du ci-devant *Lystrosaurus* ! L'animal est parfaitement connu en Afrique du Sud : dans l'épaisseur du Karroo, ces milliers de kilomètres carré de semi-désert, les KITCHING, BRINK, RUBIDGE, BOONSTRA, PARRINGTON, ROMER et les spécialistes du Trias en ont découvert des centaines d'exemplaires.

C'est un reptile mammalien, Thérapside, fort bien daté de 250 à 220 millions d'années. Long de 4 à 5 pieds, avec son corps ramassé en forme de tonneau, porté sur des membres courts et trapus, des pieds largement étalés, un squelette vigoureux, une queue très courte, un cou massif... Le crâne est caractéristique avec ses mâchoires en forme de bec, et ses deux canines vigoureuses en forme de défense (les seules dents de cet animal baptisé *Dicynodonte*) et cette angulation brusque de la région nasale, les narines élevées, à peu près au niveau des yeux.

Fossile-guide exemplaire en Afrique du Sud, car la forme est aisément identifiable, particulièrement abondante et son extension verticale est restreinte. *Lystrosaurus* devait hanter les lits de rivières et de lacs peu profonds : la forme du corps et la position élevée des narines s'accommodait parfaitement d'un habitat semi-aquatique et c'est de fait dans des sédiments fluvio-lacustres qu'on le repère constamment. Le biotope devait à l'époque correspondre à des terrains humides, à végétation abondante tropicale ou subtropicale, et tout indique que cet herbivore, équipé pour une alimentation végétale généreuse, menait une existence un peu semblable à l'hippopotame actuel, vivant en troupeaux plus ou moins nombreux.

4. 23 LE TRIAS DE GONDWANA

Bien connu en Afrique du Sud où il occupe aujourd'hui d'innombrables tiroirs de collections au Bernard Price Institute for Paleontological Research à Johannesburg, *Lystrosaurus* avait déjà été

repéré dans le Trias inférieur d'autres continents. En Inde, dans la formation de Panchet, entre Calcutta et Asansol, sous les grès brunâtres ou noirs, des argiles rouges et brunes plus friables contiennent d'indiscutables *Lystrosaurus* tout semblables à ceux du Karroo, au point de représenter la même espèce *L. murrayi*. On le découvre en Chine aussi, dans le Sinkiang et Shansi, et cette localisation pose problème.

Voici que l'Antarctique venait d'élargir l'aire de distribution de ce thérapside infra-Triassique. Mais comment accepter cette distribution entre des territoires éloignés, séparés aujourd'hui par des milliers de kilomètres d'océans et soumis à des conditions climatiques si différentes - totalement étrangères, pour l'antarctique du moins, au biotope semi-tropical, humide et vert réclamé par *Lystrosaurus* ? A moins de reconnaître que ces divers continents, au Trias inférieur, constituaient un territoire d'un seul tenant, inscrit dans de toutes autres coordonnées ...

4. 3 LE CADRE DE L'EVIDENCE PALEONTOLOGIQUE

Au demeurant, l'évidence de *Lystrosaurus* serait bien maigre et ne constituerait pas à elle seule un argument de poids à l'hypothèse d'une dérive par dislocation d'un continent de Gondwana. Il faut prendre la mesure de toute l'association faunistique et végétale identifiée dans les divers secteurs de l'hémisphère sud et de leur évolution depuis le Permo-Carbonifère jusqu'au sommet du Trias.

Et pourquoi, aussi bien, se limiter au seul Gondwana ? Car la tectonique des plaques implique le continent nord, Laurasie, dans le même mécanisme de formation et de déplacement des pièces septentrionales du puzzle : Amérique du Nord, Europe et Asie.

Dans le cadre de cette conférence, il n'est pas possible de traiter dans le détail chacune des régions concernées; pas davantage de suivre leur évolution faunistique à travers 350 millions d'années. Aussi bien, pour des raisons méthodologiques, faut-il de toute manière se limiter.

- a) Se limiter aux faunes continentales et aux faunes d'eau douce, c'est à dire les faunes occupant directement les continents soit avant leur dislocation, soit en cours de dérive. Les faunes marines peuvent sans doute être pareillement affectées par le déplacement continental : car il est évident qu'un isthme ou un pont plus ou moins large séparant deux océans joue le rôle de barrière à une migration animale et peut justifier des assemblages benthoniques substantiellement différents de part et d'autre. Mais une zone d'eau profonde peut jouer elle aussi le même rôle de barrière parfaitement efficace, en garantissant l'isolement génétique de la population marine des littoraux respectifs. Au compte de quelle barrière - continentale ou océanique - mettre dès lors des dissemblances éventuellement constatées dans les faunes néritiques ou benthoniques, lesquelles constituent 90% ou davantage de nos récoltes fossiles ?
- b) Faunes terrestres (ou lacustres) : c'est trop peu dire. Le paléontologiste en sera souvent réduit à s'attacher prioritairement aux vertébrés et parmi eux aux individus suffisamment mobiles pour bénéficier d'une répartition à l'échelle d'un continent : essentiellement les Tétrapodes à respiration aérienne, à l'exclusion des poissons d'eau douce davantage confinés aux limites d'un bassin étroit.
- c) Dans le temps, ceci nous impose une limite inférieure, Dévonien supérieur - Carbonifère; la dislocation de la Pangée et de ses deux super-continentaux Laurasie - Gondwana est par ailleurs suffisamment engagée vers la fin du Jurassique pour ne plus permettre beaucoup de migrations à grande distance, sauf peut-être entre l'Amérique et l'Angara, mais toujours par voie septentrionale.

arctique. De la base du Carbonifère au Jurassique Supérieur, les vertébrés à respiration aérienne auxquels il faut s'attendre sont donc essentiellement des amphibiens d'abord et des reptiles ensuite. Les reptiles constituent un nouveau maillon fondamental dans l'évolution des Tétrapodes : la respiration pulmonaire et les annexes embryonnaires leur assurent, dès le Pennsylvanien supérieur l'indépendance vis-à-vis du milieu aquatique dont les premiers tétrapodes étaient toujours tributaires. Les mammifères n'apparaissent que timidement au Jurassique et sont donc balbutiants encore à travers la période considérée. Pareillement, les oiseaux dont la capacité de vol ferait de toute manière pour le propos d'aujourd'hui des témoins suspects.

5. LES ICHTHYOSTÉGIDÉS DU DEVONNIEN SUPÉRIEUR.

Le début des Tétrapodes est actuellement illustré par les Amphibiens *Ichthyostégales* du Devonien supérieur. Repéré dans l'Old Red Sandstone du Groenland oriental par Save SÖDERBERGH en 1932, minutieusement décrit par JARVIK sur la base d'un matériel de plus de 200 spécimens recueillis au cours de près de 20 expéditions, *Ichthyostega* a été découvert également sur la côte sud de la péninsule de Gaspé au Canada. Très proche encore des poissons ostéolépiformes, il est profondément novateur : le processus de transformation du squelette interne de la nageoire pectorale en membre tétrapode est enclenché ; la torsion de l'humérus, la modification des plans d'articulation des segments appendiculaires, l'acquisition de l'apophyse olécrane, l'acquisition des doigts, etc.. : l'*Ichthyostega* groenlandais est aujourd'hui fort bien connu.

On sait moins qu'aux antipodes, dans les mêmes sédiments Devonien supérieur d'Australie tout récemment des amphibiens ichthyostégidés sont exhumés. Indication timide mais suggestive de l'unité de la Pangée il y a 350 millions d'année d'ici. Il n'y a aucune raison de croire qu' *Ichthyostega* occupait des eaux glaciales : pour le Canada et le Groenland du moins, il s'agissait sans doute de régions subtropicales à l'époque, occupant des latitudes certainement beaucoup plus basses qu'aujourd'hui, la péninsule de Gaspé n'étant distante des côtes de la Mauritanie que de 800 km environ.....

6. CARBONIFERE.

Le carbonifère offre-t-il une indication particulièrement pressante au bénéfice de l'hypothèse de dérive des continents ou inversement d'une Pangée encore cohérente ? On en jugera.

Considérées dans les limites dites plus haut des Tétrapodes aériens, les faunes dont on dispose sont bien entendu, surtout pour la seconde moitié de la période, relativement homogènes, essentiellement constituées d'amphibiens labyrinthodontes, de rachitomes et de reptiles primitifs essentiellement pélycosauriens. Les comparaisons, qui peuvent être poussées parfois jusqu'au niveau du genre, s'accordent mal de l'hypothèse d'un développement parallèle à partir d'ancêtres communs.

Ainsi les faunes de Joggins en Nouvelle-Ecosse, de Linton (Ohio) et Mason Creek (Illinois) sont parallèles de celles des Coal Measures d'Irlande et de Grande-Bretagne, et davantage encore des associations de tétrapodes de Nyraný et Kounova en Tchécoslovaquie, ou encore peuvent être comparées aux couches inférieures de Wichita au Texas, à la limite du Carbonifère et du Permien. Or, de part et d'autre, on repère la présence d'*Edaphosaurus*. Il s'agit d'un étrange reptile, assez inoffensif sans doute, adapté à une nourriture végétale ou de mollusque d'eau douce. Caractérisé par ses énormes apophyses vertébrales qui supportaient une sorte de voilure, fonctionnant

peut-être comme un organe régulateur de température.

Imaginer une migration intercontinentale du Texas ou de l'Illinois vers la Bohême par la route de Behring n'est pas formellement contradictoire, mais c'est une supposition pour le moins audacieuse et peut-être superflue ...

7. LE PERMIEN.

7. 1 LAURASIE

Le Permien continental est largement représenté dans le Nord, en Laurasie : ce sont de bas en haut les couches de Wichita, Abo, Cutler, Clear Fork, Hennessey, San Angelo et Flower Pot aux Etats-Unis; du Rotliegende en Allemagne, d'Autun en France, de Cutties Hillock, à l'est d'Elgin en Ecosse, des diverses zones de la Dvina en U.R.S.S. Dans le Sud, Itarare, Santa Catarina au Brésil, Ecca et Beaufort en Afrique du Sud, avec la succession des diverses zones (*Tapinocephalus*, *Cistecephalus*, *Daptocephalus*, *Lystrosaurus*, de la terminologie de Kitching), Sakoa à Madagascar et Bijori en Inde, pour ne citer que les unités fossilifères les mieux pourvues et comparables.

Amphibiens labyrinthodontes avec un de leurs plus caractéristiques représentants du Permien inférieur, *Eryops* : un animal de près de 2 mètres de long, à allure de crocodile, au museau camus et au corps ramassé; la queue est bien développée, les membres courts et robustes. La tête est grande, large et basse, solidement carapacée; la grande cavité buccale, largement fendue aux mâchoires armées de séries de petites dents pointues; le *Cacops* aussi et le *Diplocaulus* : Reptiles de plus en plus nombreux et diversifiés de type Cotylosaurien, *Dyadectes* ou *Captorhinus*, davantage encore pélycosaures : *Ophiacodon*, *Edaphosaurus* ou *Dimetrodon*.

D'est en ouest, l'homogénéité du monde animal permien est manifeste et suppose des connections continentales faciles et constantes. Encore faut-il nuancer cette affirmation : la comparaison des faunes du Permien moyen du Texas et de la Dvina en Russie suggère une certaine sélection; des conditions écologiques semblent avoir joué au niveau des migrations d'est en ouest, "filtrant" les formes orientales susceptibles de migrer de la Dvina vers le Texas.

7. 2 GONDWANA

Dans le Sud, à travers le continent de Gondwana, les reptiles sont massivement représentés dans les séries de Dwyka, Ecca et surtout Beaufort, du Karroo africain. Les fossiles-guides ont déjà été cités : *Tapinocephalus*, lourd et massif, de la dimension d'un boeuf trapu; il s'agit d'un herbivore lent. Puis les dicynodontes (*Cistecephalus* ou *Lystrosaurus*) constituant quelque 85 % de la faune reptilienne; des Thériodontes, plus petits et plus agiles, Gorgonopsiens manifestement carnivores, aux incisives et canines très spécialisées pour la prédation, aux molaires considérablement réduites.

Cette faune s'inscrit en Afrique du Sud dans un paysage de collines verdoyantes, de rivières et de lacs, assez différent du Veld ou du semi-désert aride aujourd'hui : une végétation abondante, encore que primitive, où dominent les associations végétales du type *Glossopteris*, les fougères ubiquistes caractéristiques du Permio-Carbonifère et de la base du Trias, déjà remarquées par WEGENER et du TOIT comme suggestives d'une continuité continentale gondwanique.

Mesosaurus, le petit reptile d'eau douce déjà mentionné, découvert en Afrique du Sud et dans le Sud-Est brésilien, dans les couches d'Itarare et d'Irawaty de Santa Catarina dans le Rio Grande do Sul avait jadis timidement suggéré l'existence d'un contact, fut-ce par pont intercontinental, entre les deux continents.

Une hirondelle ne fait pas le printemps; pas davantage le seul *Mesosaurus* et la flore à *Glossopteris* pouvaient-ils consacrer l'hypothèse d'un Gondwana d'un seul tenant. Aujourd'hui c'est pourtant la communauté de toute une association d'amphibiens et de reptiles qui de part et d'autre, entre l'Amérique du Sud et l'Afrique, ne peut plus être récusée, et elle s'étend aux couches de Bijori dans la péninsule indienne, dans le nord de l'Indochine et jusqu'en Australie (car la soi-disant absence totale de reptiles dans le Permien d'Australie ne peut plus être défendue aujourd'hui).

7. 3 LES ECHANGES LAURASIE-GONDWANA

Par ailleurs, entre les deux super-continents, au Permien toujours, le rapprochement n'est pas moins éloquent et ce sont les couches types de Perm, décrites par MURCHISON, qui peuvent aujourd'hui, sur base paléontologique être mises en rigoureuse corrélation avec la série du Beaufort inférieur d'Afrique du Sud ! *Pareiasaurus* est identifié dans la Dvina comme dans la base du Karroo. Et l'*Inostrancevia*, récemment décrit dans le bassin de la Volga, est à peine distinguable du gorgonopsien *Rubidgea* de Beaufort West.

Supposer un développement parallèle et convergent, mais indépendant, des faunes reptiliennes de Gondwana et de la Dvina dépasse les limites de la vraisemblance. Il est indispensable de supposer une connection géographique étroite et une large perméabilité faunistique entre Laurasia et Gondwana, à travers tout le Permien, à l'ouest d'une Téthys encore modeste. En 1938, PIVETEAU pouvait déjà formuler l'hypothèse, reprise par TERMIER (1952) que la faune de vertébrés dite gondwanienne n'est pas née sur place, mais provient de l'hémisphère nord, et que de fait les reptiles n'ont colonisé le sud qu'après avoir conquis une partie de l'hémisphère boréal. On en concluait que "il ne devait pas y avoir de fossé infranchissable séparant l'Eurasie du Gondwana, lequel n'était donc pas ce monde aussi totalement fermé qu'on l'a cru longtemps". L'argument serait aujourd'hui contesté : les conclusions demeurent. Et ROMER (1973) souligne que les similitudes des faunes, dès le Permien moyen, entre la Russie et l'Afrique du Sud, paraissent en contradiction avec une Téthys séparant les deux domaines.

8. LE TRIAS.

Les faunes du Trias (240-200 millions d'années) ont déjà été évoquées plus haut; on y reviendra sobrement ici, dans une perspective plus systématique :

8. 1 LE DEBUT DU TRIAS

A l'aube du Trias, en Afrique du Sud ce sont les deux zones supérieures du système de BEAUFORT, fertiles en reptiles thérapevides, *Lystrosaurus*, *Dicynodon* et *Cynognathus*. Y sont encore repérés dans la zone à *Lystrosaurus* des Thériodontes, du genre *Thrinaxodon*, un petit carnivore de la dimension d'une belette : un crâne allongé, armé de dents aigues, bien faites pour saisir, mordre et déchirer, des membres vigoureux et agiles, une cage thoracique largement évassée - il s'agit d'un prédateur agressif et dangereux. Encore un Thécodonte : *Proterosuchus* (ancêtre des crocodiles), un *Prolacerta* aux allures de lézard.

Le continent antarctique révèle parallèlement la présence de *Lystrosaurus*, *Thrinaxodon* et *Prolacerta*. Des associations faunistiques aussi semblables ne peuvent s'expliquer par un pont filtrant. Elles suggèrent bien plutôt le libre passage à double direction, à la faveur des contacts largement établis ou maintenus.

L'Inde propose moins d'espèces communes avec l'Afrique et l'Antarctique : *Lystrosaurus murrayi*, connu dans les couches de Panchet, *Proterosuchus* et quelques amphibiens. Hasard de la fossilisation ou indication d'un certain écartèlement déjà de la péninsule d'avec le reste du Gondwana ... ? On n'oserait trancher.

Lystrosaurus et *Proterosuchus* encore dans le Sinkiang et le Shansi du Trias inférieur : et la présence de ces deux "indicateurs" a suggéré le rattachement de cette aire du continent asiatique aux autres cratons gondwaniens ... Hypothèse trop hardie peut-être et qui devrait être ultérieurement étayée, testée sur base strictement géologique.

L'Amérique du Sud - paléogéographiquement et géologiquement si évidemment partie intégrante du Gondwana, ne fournit paradoxalement que de pauvres corrélations paléontologiques avec le reste du supercontinent à cet étage débutant du Trias. Mais l'évidence permienne et celles des couches à peine postérieures du Puesto Viejo d'Argentine forcent à postuler la découverte prochaine de *Lystrosaurus*, *Proterosuchus* et *Thrinaxodon* au sommet de Santa Catarina. Ou faut-il compter avec le hasard de la fossilisation et les lacunes qu'elle nous inflige très ironiquement.

8. 2 LE TRIAS MOYEN ET INFÉRIEUR

Au Trias moyen et supérieur, Santa Maria dans le Rio Grande do Sul, Ischigualasto en Argentine, le Stormberg et les couches du Red Molteno en Afrique du Sud, les Manda Beds d'Afrique Orientale, le Maleri indien offrent eux aussi de nombreux points de ressemblance dans la faune reptilienne, en particulier parmi les Rhynchosaures (représentés aujourd'hui encore dans les Tuatara de Nouvelle-Zélande.

Dans le nord, en Laurasie, les parallèles ne manquent pas non plus, aux divers étages du Trias. Moen Kopi Formation, Bundsandstein et Muschelkalk sont riches en amphibiens labyrinthodontes (*Metoposaurus* surtout) et en empreintes de pas de reptiles thécodontes, le fameux *Chirotherium* peut-être identifié récemment avec *Ticinosuchus* dans l'Anisien du Monte San Giorgio, dans le Tessin.

Mais au nord comme au sud, en Laurasie comme en Gondwana, on n'est pas peu surpris de découvrir des éléments communs : *Metoposaurus* dans les formations du Texas, d'Arizona et du Nouveau Mexique, dans le Keuper allemand, dans le Maleri, et en Argentine. *Lufengosaurus* ou *Plateosaurus* en Chine comme en Allemagne; *Kamemeyeria* en Afrique du Sud comme en Russie, *Bienotherium*, *Tritylodon* en Chine comme en Afrique du Sud, *Coelophysis* ou *Syntarsus* en Rhodésie comme dans les formations de Chinle, Wingate et Kayenta des déserts du sud-ouest américain ...

Ressemblance et points de contact ne disent plus pourtant parfaite similitude et identité des faunes. Il faut reconnaître que le nord et le sud se sont d'ores et déjà engagés dans une certaine spécialisation : la faune du Trias supérieur a toujours un caractère essentiellement thérapeuse en Gondwana; en Laurasie, elle affirme davantage ses affinités thécodontes et annonce de loin la percée dinosaurienne du Jurassique. Pourtant des zones de passage et des migrations doivent encore exister, suffisamment généreuses pour justifier les traits de famille qui caractérisent nombre de représentants dans l'un et l'autre hémisphère, à travers tout le reste du Mésozoïque.

9. JURASSIQUE-CRETACE.

9. 1 Nous sommes à l'aube du Jurassique : il y a 200 millions d'années. Les terres émergées sont réduites par une importante transgression marine. Les supercontinents ne se présentent plus que sous forme d'îles énormes, séparées les unes des autres par des mers peu profondes. Les grands dinosaures occupent la scène qu'ils partagent avec des crocodiles, des lézards, des tortues, des ptérosaures et quelques timides mammifères.

Les données concernant les tétrapodes continentaux du Jurassique moyen sont fragmentaires et très insuffisantes. Des dinosaures géants sont repérés en Chine, en Europe, en Afrique du Nord, à Madagascar et en Amérique du Sud, et cette répartition planétaire

suggère qu'il y a encore des contacts entre ces divers continents, mais il n'est guère possible d'en préciser davantage la nature et l'extension.

Par contre le Jurassique supérieur est infiniment bien représenté et permet, notamment pour le groupe des dinosaures, de très éloquents rapprochements. Aux Etats-Unis, c'est par exemple la formation de Morrison, dans l'Utah, le Colorado et le Wyoming; en Europe, les couches de la Meseta ibérique (notamment au Portugal) et du Sud-Est britannique; en Afrique Orientale, les dépôts de Tendaguru (Tanzanie); en Chine, les très riches sédiments du Szechwan.

D'étroites affinités existent entre les faunes de ces divers secteurs. Les genres sont souvent tout proches les uns des autres : Sauropodes géants comme *Apatosaurus*, *Barosaurus*, *Brachiosaurus* et *Diplodocus*; grands carnosaures, tels *Allosaurus*, *Ceratopsaurus*, *Tyrannosaurus*; ornithomimes *Comptosaurus* ou *Stegosaurus* (dont plusieurs sont déjà d'âge crétacique).

COLBERT et les meilleurs spécialistes voient dans ces associations et ces rapprochements l'indication de contacts encore précis entre l'Amérique du Nord et l'Europe septentrionale, l'Océan Nord-Atlantique étant encore relativement étroit et limité à sa latitude inférieure; si bien que les migrations empruntent encore la route du Groenland plutôt que celle de l'isthme de Bering. Un pont entre l'Europe et l'Afrique du Nord existerait encore au sud de l'Espagne, et le contact entre l'Afrique, Madagascar et l'Inde n'est pas totalement rompu, poursuivi peut-être même jusque vers l'Australie. En réalité le pont suggéré récemment par Robert DIETZ et John HOLDEN, du côté de Gibraltar, n'est pas aussi aisé à admettre qu'il n'y paraît. En effet, précisément l'endroit postulé par les deux chercheurs est constitué de dépôts jurassiques marins, correspondant donc très mal à la présence d'un pont continental. Faut-il en conclure que les deux genres de dinosaures ont pénétré antérieurement en Afrique (mais pouvaient-ils le faire beaucoup plus tôt ?), ou qu'ils ont trouvé quelque autre accès, et dans ce cas lequel ? Il y a là une énigme non encore résolue.

Par ailleurs, l'Atlantique sud progressivement ouvert à partir du sud, n'a pas définitivement détaché le nord Brésil de la côte occidentale de l'Afrique, à la latitude du Nigéria.

9. 2 LES IGUANODONS

Le processus de dislocation progresse mais n'a pas rompu toutes les amarres entre les divers continents. La physionomie de la planète cénozoïque se prépare, tant sur le plan géographique que sur le plan faunistique et climatologique, mais à l'aube du Crétacé, on est loin du compte encore. La répartition ubiquiste du genre *Iguanodon* en est un excellent exemple, et il n'est pas hors de propos, à 100 ans des fameuses découvertes de Bernissart, d'en proposer le détail.

Sur la base des premières trouvailles, dans le Weald de Cuckfield (Sussex anglais), en 1822 et de Bernissart, *Iguanodon* a pu passer d'abord pour un ornithomime typiquement européen. Nous savons aujourd'hui qu'il a occupé virtuellement l'entièreté de la planète : en Europe, c'est aussi la France, l'Allemagne et la côte Adriatique, l'Espagne et le Portugal (gisements de Boca du Chaplin); mais *Iguanodon* est découvert au Spitzberg, à 12° du Pôle Nord; on l'a repéré en Chine, en Mongolie et en plein Sahara; en Australie, dans le Queensland et en Amérique du Nord. Il est signalé dans l'Aptien de la Tunisie méridionale et, sous une forme voisine (*Kangnasaurus*) en Afrique australe et dans le sud-est des Etats-Unis.

Un problème irritant et présentement sans solution satisfaisante encore est la présence de *Laplatosaurus*, *Titanosaurus* et *Antarctosaurus*, formes décidément Crétacique supérieur en Amérique du Sud et en Inde simultanément. Car l'Inde est généralement supposée s'être détachée du bloc gondwanique une centaine de millions d'années plus tôt, vers la fin du Trias. La présence des dinosaures dans

la vallée de Normada ne s'explique pas dans cette perspective : elle exige des contacts plus tardifs entre les divers continents de Gondwana et, si nos déterminations taxonomiques sont valables, la paléontologie invite donc à une révision du calendrier de la dislocation gondwanique.

S'il est raisonnable de supposer que les deux super-continentes Gondwana et Laurasia ont commencé à se scinder à l'époque Triasique, il semble bien qu'il faille admettre que les fossés qui séparent les diverses masses continentales au nord comme au sud ne sont devenus barrières infranchissables qu'au cours du Crétacé, c'est-à-dire vers la fin de l'âge des reptiles.

10. RADIATION ADAPTATIVE.

A la fin du Crétacé, il y a plus ou moins 80 millions d'années d'ici, on doit sans doute compter huit noyaux continentaux : l'Amérique du Nord, le Groenland et l'Eurasie au nord; l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Antarctique, l'Inde et l'Australie au Sud. Que ces divers noyaux proviennent de l'éclatement de deux supercontinents antérieurs et, plus primitivement encore, d'une seule Pangée initiale, peut être suggéré par une autre voie, à la fois moins historique et moins géologique : sur la base d'une comparaison dans la différenciation des grands ordres de reptiles et de mammifères, perspective développée astucieusement par Björn KURTEN (1969) et qu'on évoque brièvement ici.

Le Mésozoïque est traditionnellement qualifié d'âge des reptiles; le Cénozoïque, d'âge des mammifères. Les reptiles ont produit au cours de leur longue histoire (de la fin du Carbonifère au sommet du Crétacé, c'est-à-dire sur 200 millions d'années) quelque 20 ordres différents; encore ce chiffre tombe-t-il à 12 ou 13 si l'on se limite aux reptiles continentaux; tandis que les mammifères, du sommet du Crétacé à l'époque actuelle (80 millions d'années) ont "sorti" de leur côté 30 ordres divers. Le mécanisme transformiste à la base de cette diversification est complexe : il se traduit tantôt par une radiation évolutive procurant une adaptation de l'organisme à des modes de vie différents, tant au point de vue du déplacement (marche, course, saut, nage, vol ...) qu'au point de vue du régime alimentaire (carnivore, herbivore, graminivore, insectivore, etc...); tantôt, par convergence : deux ordres différents, d'origine indépendante, pouvant éventuellement, dans des circonstances écologiques ou géographiques diverses, inventer des solutions analogues et en venir à assumer des fonctions identiques. C'est ainsi, par exemple, que dans les tropiques, le régime alimentaire à base essentiellement termitaire ainsi que les structures anatomiques et physiologiques qu'il suppose, ont été mis en oeuvre parallèlement dans des groupes fondamentalement divers et indépendants : en Amérique du Sud, chez les Edentés avec le grand fourmilier ou Tamanoir *Myrmecophaga*; en Asie et en Afrique, chez les Pholidota avec le Pangolin; en Afrique, parmi les Tubulidentés avec le Aardvark; en Australie, parmi les Monotrèmes, avec l'Echidné, cet autre mangeur de fourmis bardé d'épines. Convergence par adaptation à un même type écologique et diététique. Un autre exemple de convergence par adaptation des incisives allongées en biseau, l'évolution parallèle des rongeurs et des lagomorphes. C'est sur cette base de radiation et de convergence adaptative qu'ont été définis et plus fondamentalement inventés les 30 ordres de mammifères apparus au Cénozoïque, à une époque où les huit noyaux continentaux étaient suffisamment individualisés. Seize d'entre eux (dont 9 actuellement vivants) sont originaires de Laurasia, avec ses trois continents (Amérique du Nord, Europe, Asie); en Amérique du Sud, on compte six ordres, deux d'entre eux apparus au début du Tertiaire au moment d'une fragile connection avec l'Amérique du Nord (Edentés et Notungulés), quatre rigoureusement propres au continent sud-américain : les Pyrothériens, les Liptotères, les Astrapothères et les Paucituberculata.

En Afrique on compte encore six ordres d'origine locale : les Proboscidiens, les Hyracoidea, les Eubrithopoda, les Tubulidenata, les Siréniens et les Desmotylia.

A l'exception de l'Australie qui est le berceau de trois seuls ordres, c'est donc un complexe de six ordres qui a permis dans chaque continent la réalisation de l'implantation du type mammifère. Faut-il s'étonner que nous ne puissions dénombrer que douze ou treize ordre de reptiles continentaux ? La radiation et la convergence évolutive, fonctionnant du Permien au Jurassique, semble avoir pu se satisfaire d'une douzaine d'ordres pour occuper les diverses niches écologiques. Douze ou treize ordres de reptiles pour la totalité de la Pangée : si on s'inspire de l'exemple proposé par les mammifères, se suffisant de six types adaptatifs par noyau d'occupation, il y aurait donc lieu de supposer deux supercontinents d'origine pour la faune reptilienne. Les indications paléontologiques confirment de fait la Laurasia comme lieu d'origine du moins des tortues, lézards, serpents et champsoaures; le Gondwana pour les crocodiles et les deux ordres de Dinosaures. Mais les migrations aisées au Permo-Trias entre les deux super-continentes ont rapidement dû permettre le passage des formes de part et d'autre favorisant ainsi la convergence d'évolutions parallèles. Pareil type de raisonnement ne saurait justifier complètement la paléogéographie mésozoïque et rendre compte de toute la dérive et de la mise en place des continents actuels. Mais il apporte à sa manière une confirmation intéressante aux conclusions de la paléontologie et de la géologie tectonique.

11. CONCLUSIONS.

Les similitudes repérées depuis plus d'un siècle par Antonio SNIDER entre formes végétales des divers continents ont été largement confirmées et surtout développées au cours des récentes décennies. L'extension de l'investigation paléontologique à de nouveaux secteurs géographiques et à de nouveaux horizons géologiques a considérablement étendu la correspondance végétale ou faunistique initialement soupçonnée. Au point qu'il n'est plus possible aujourd'hui pour en rendre compte, d'invoquer de simples ponts continentaux transocéaniques tels qu'en proposèrent au 19^{ème} et au 20^{ème} siècles HAUG, Bailey WILLIS et d'autres. Pour certains, il s'agissait de connexions relativement étroites (ponts de Gondwana entre le Brésil d'une part et l'Afrique occidentale à travers l'Atlantique sud, ou du Natal au sous-continent malgache et à l'Inde méridionale, à travers l'océan Indien), trop modestes à vrai dire pour justifier l'importance des analogies paléobiologiques. Pour d'autres, il s'agissait de continents entiers : continent Brasilio-Ethiopien ou péninsule Indo-Malgache : vraiment les uns et les autres trop gratuitement postulés et trop facilement effondrés dans les grands fonds océaniques pour qu'on puisse encore leur accorder aucune crédibilité.

La tectonique des plaques, renouvelant depuis 10 ou 15 ans l'ancienne intuition wegenerienne pouvait bénéficier de nouvelles techniques et étayer ses constructions de nouvelles évidences. Les découvertes paléontologiques, en particulier celles d'Antarctique dont nous célébrons ces jours-ci le 10^{ème} anniversaire, arrivaient à point nommé pour forcer, s'il en était besoin - et sur base rigoureusement scientifique - nos modernes convictions.

Conférence faite à Bruxelles, le mardi 13 février 1979,
à l'occasion de l'assemblée générale annuelle de la
Société belge de Géologie.

BIBLIOGRAPHIE.

- BRIDEN, J. C., DREWRY, G. E. & SMITH, A. G. (1974) - Phanerozoic equal-area world maps. *J. Geol.* 82, 555-574.
- BULLARD, E. C., EVERETT, J. E. & SMITH, A. G. (1965) - The fit of the continents around the Atlantic. In : *A symposium on continental Drift, Phil. Trans. R. Soc. London, ser. A, 258, 41-51.*
- COLBERT, E. H. (1973) - *Wandering Lands and Animals.* London, Hutchinson, 323 p.
- COLBERT, E. H. & KITCHING, J. W. (1975) - The Triassic Reptile *Procolophon* in Antarctica. *Amer. Mus. Novit.*, n° 2566, 1-23.
- COLBERT, E. H. & KITCHING, J. W. (1977) - Triassic Cynodont Reptiles from Antarctica. *Amer. Mus. Novit.*, n° 2611, 1-30.
- HALLAM, A. (1976) - *Une révolution dans les sciences de la Terre.* Paris, Seuil, 186 pp.
- KURTEN, B. (1969) - Continental Drift and Evolution. *Scient. Amer.*, 220 (3) : 54-64.
- PIVETEAU, J. (1938) - Un thérapside d'Indochine. Remarques sur la notion de continent de Gondwana. *Ann. de Paléont.*, t. XXVII.
- ROMER, A. S. (1973) - Permian Reptiles. In : *Atlas of Paleobiogeography* (Ed. by A. HALLAM, 150-167), Amsterdam, Elsevier.
- RUPKE, N. A. (1970) - Continental Drift before 1900. *Nature, London*, 227, 349-350.
- SMITH, A. G. & BRIDEN, J. C. (1977) - *Mesozoic and Cenozoic Paleogeographic Maps.* Cambridge Univ. Press.
- SNIDER-PELLEGRINI, A. (1858) - *La création et ses mystères dévoilés.* Paris, Franck et Dentu.
- TAYLOR, F. B. (1910) - Bearing of the Tertiary mountain belt on the origin of the Earth's plan. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 21, 179-225.
- TERMIER, H. & TERMIER, G. (1952) - *Histoire géologique de la biosphère.* Paris, Masson, 721 pp.
- WEGENER, A. (1912) - Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Mitteil.* 185-195, 253-256, 305-309.



LE SPECIALISTE

**EN SONDAGES - FONÇAGES DE PUIITS - CONGELATION DES
SOLS - CREUSEMENT TUNNELS - INJECTION D'ETANCHEMENT
ET CONSOLIDATION - MURS EMBOUES ET ANCRAGES.**

Place des Barricades 13 - B - 1000 BRUXELLES

Téléphone : 218 53 06 - Telex : FORAKY Bru. 24802