

152836

Que faut-il penser de la notion  
de la permanence des océans

par

P. FOURMARIER

---

Extrait du *Bulletin de la Société belge d'Études géographiques*

T. X, N° 1-2, 1940

---

Secrétariat: Institut Géographique de l'Université

2, rue des Doyens, Louvain

## Que faut-il penser de la notion de la permanence des océans.

Pour le géographe qui cherche à comprendre les divers aspects de la surface du globe, la distribution des océans et des masses continentales est, sans contredit, l'un des problèmes les plus captivants.

La question se pose pour lui de savoir s'il faut y voir des éléments stables ou des éléments essentiellement fugitifs de la surface de la terre.

A première vue, la notion d'instabilité paraît devoir s'imposer.

Les géologues savent que des dépôts marins se rencontrent partout, jusqu'au centre des plus grands continents, jusqu'au sommet des plus hautes montagnes ; ils sont habitués à la notion des déplacements relatifs des terres et des mers qui se sont manifestés sans arrêt au cours des périodes successives de l'histoire du globe.

Les alternances de sédiments marins et de dépôts continentaux observés en tant de régions indiquent que le phénomène s'est répété un grand nombre de fois. Les séries discordantes sont la preuve que des parties de la surface terrestre ont été soulevées pour former des continents, ont été nivelées par érosion, puis envahies de nouveau par la mer.

Toutes ces observations concourent à faire naître l'idée d'instabilité, en opposition à toute notion de permanence ; mais il convient d'examiner la question de plus près.

\*  
\*   \*  
\*

Une simple comparaison apparaîtra particulièrement suggestive à cet égard :

La surface des continents représente un peu plus du quart

de la surface de la terre, l'Océan pacifique couvre environ un tiers de cette même surface totale ; si l'on se bornait à ces chiffres, on en déduirait la possibilité de remplacer le Pacifique par un continent quitte à noyer les continents actuels par les eaux chassées de cet océan.

Mais il ne faut pas se borner à envisager la surface, il faut tenir compte du volume des eaux par rapport au volume des masses continentales.

La profondeur moyenne du Pacifique est de 4000 mètres au moins ; si cette immense étendue d'eau devait être remplacée par un continent, il faudrait répandre ses eaux sur les deux tiers restants de la surface de la planète ; une telle modification aurait pour conséquence d'élever le niveau moyen des mers de 2000 mètres par rapport à ce qu'il est actuellement.

Or, tous les dépôts sédimentaires marins incorporés aux masses continentales se sont édifiés à profondeur très faible, c'est-à-dire sur la plateforme continentale ou dans la partie haute du talus continental ; en d'autres termes, à leur endroit, la profondeur des eaux marines était très nettement inférieure à 2000 mètres. Il ne faut pas perdre de vue, à cet égard, que les séries sédimentaires les plus puissantes se sont édifiées dans des zones de subsidence où l'apport de matériaux détritiques et l'activité des êtres vivants compensait la descente du fond.

A la lumière de ces considérations, la notion de la permanence apparaît autrement justifiée que la conception de l'instabilité des deux domaines océanique et continental entre lesquels se partage la surface de la terre.

Il convient cependant de soumettre à un examen critique plus serré les déductions tirées d'une telle comparaison des masses.

a) Ne faut-il pas tout d'abord se demander si la masse des eaux a été invariable au cours des périodes géologiques ?

Les volcans rejettent, en effet, une certaine quantité d'eau lors de leurs éruptions et les sources thermales et les geysers, si caractéristiques des pays volcaniques, semblent indiquer un apport continu d'eau des zones profondes vers la surface. Il y a lieu de rappeler, à cette occasion, les recherches de Brun sur la composition des émanations volcaniques ; ce savant croyait pouvoir conclure de ses nombreuses observations que les gaz des volcans ne renferment pas d'eau. Il n'y aurait pas d'eau juvénile.

Il y a cependant des circulations lentes d'eau dans les zones profondes du globe ; l'eau de métamorphisme qui se dégage au cours des modifications subies par les roches, remonte vers la surface, mais cette eau était, à l'origine, à l'état d'imprégnation dans les sédiments accumulés au fond des géosynclinaux ; elle a été amenée progressivement dans des zones de plus en plus profondes puis est remontée ; de ce fait, il n'y a pas réellement apport d'eau nouvelle, il y a simplement conservation d'un état d'équilibre.

D'autre part, la connaissance des faunes anciennes indique que les conditions biologiques du milieu marin ne se sont guère modifiées au cours des périodes géologiques, si l'on tient compte de l'anatomie de certains êtres des temps cambriens admirablement conservés dans des sédiments de l'Amérique septentrionale. Si ces conditions biologiques de l'océan n'ont pas changé, il faut admettre que la salure de ses eaux ne variait que dans des limites extrêmement étroites. Il n'en eut pas été ainsi si des apports continuels d'eau juvénile s'étaient réalisés à la surface de la terre.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que les volcans rejettent aussi des sels et notamment du chlorure sodique, le plus abondant des sels de la mer.

On voit combien est complexe le problème envisagé si l'on veut procéder à un examen critique aussi serré qu'il est possible.

b) Une autre face de la question est celle de la profondeur des masses océaniques. Il n'est pas interdit de supposer que la surface de la terre a diminué progressivement au cours des âges. Les partisans de la théorie de la contraction du globe, par suite de son refroidissement séculaire, se rallient volontiers à cette proposition. Il y a lieu de signaler que Kober admet une diminution de 1 % par cycle orogénique.

c) Il est possible de supposer, d'un autre côté, que les zones océaniques qui cèdent la place à un continent ne sont pas toujours les mêmes.

Dans ces conditions, la notion de permanence apparaît moins évidente pour l'ensemble de la surface terrestre.



Un rappel de quelques faits d'observation est nécessaire pour pousser plus loin les investigations dans ce domaine.

1) Les dépôts sédimentaires qui se sont édifiés, au cours de toutes les périodes géologiques, sur les deux rives de l'Océan pacifique présentent des variations de facies d'un grand intérêt pour la reconstitution de l'évolution de cette partie du globe; ces variations sont toujours ordonnées de telle manière que les conditions continentales se trouvent à l'endroit du continent actuel tandis que les conditions marines se développent de plus en plus en approchant du rivage de l'Océan.

Quelques exemples sont typiques à cet égard :

Dans l'ouest du territoire nord américain, le Cambrien est représenté par tous ses étages, tandis que, sur les bords du môle canadien, ses termes supérieurs existent seuls, en transgression, sur les terrains plus anciens.

Le Silurien s'avance jusque sur les bords de la baie d'Hudson complétant la disposition transgressive du Cambrien.

Le système dévonien est au complet dans les chaînes de l'ouest; il n'est représenté, au bord de la baie d'Hudson, que par le Dévonien moyen et supérieur avec lacune correspondant au Dévonien inférieur; en même temps le facies marin fait place au facies « Vieux grès rouge ».

Le Mississipien dans l'ouest du même continent a le facies marin et fait suite au Dévonien auquel il succède en parfaite concordance; dans le Michigan, il prend le facies à gypse et fait défaut dans les îles du nord.

Le carbonifère moyen et supérieur (Pennsylvanien) a le facies calcaire dominant du côté du Pacifique; il prend le facies à houille dans l'est.

Le Permien à facies calcaire à l'ouest passe au facies rouge lagunaire vers l'est; la même observation s'applique au Trias.

Le Jurassique bien développé dans les chaînes plissées de l'ouest fait défaut dans la partie centrale du continent.

Le Crétacé et le Tertiaire montrent des variations de facies répondant à la même règle; les dépôts marins dominent à l'ouest, tandis que les dépôts de type continental sont mieux développés vers l'est en même temps que leur épaisseur diminue dans cette direction.

Il faut cependant noter la présence de zones de subsidence

en relation avec la surrection de zones plissées telle la dépression laramienne au pied des Rocheuses ; toutefois ces anomalies locales dans la puissance des terrains, en relation avec les déformations de l'écorce du globe, ne modifient guère la règle générale de la distribution des facies.

Il est donc possible d'affirmer que, pendant toute la durée des temps géologiques, il y eut tendance anticlinale suivant la zone axiale méridienne de l'Amérique du Nord et, par contre-coup, tendance à la prédominance des conditions océaniques dans le domaine pacifique.

Les mêmes considérations s'imposent pour la partie de l'Asie s'étendant de la plateforme sibérienne aux rives de l'Océan pacifique :

Le Cambrien et le Silurien présentent un facies lagunaire à roches rouges et dépôts de gypse sur la plateforme, tandis que dans l'est du continent, ils sont constitués uniquement par des sédiments marins.

Le Dévonien fait défaut sur la plateforme tandis qu'il a le facies marin en dehors de celle-ci.

Le Carboniférien se présente avec un facies à couches de houille dans le centre et le nord de l'Asie; tandis qu'il est formé de dépôts marins dans l'est de l'Asie.

Le Permien, le Trias obéissent à la même règle que le Carbonifère quant à la répartition de leurs facies, le Jurassique fait défaut sur la plateforme, mais il est de type marin dans l'est du continent ; il en est de même du Crétacique.

Les formations tertiaires ont généralement le facies marin dans l'est du continent bien que les couches d'origine continentale y soient fréquemment intercalées.

La règle de répartition des facies est donc très semblable en Asie et en Amérique par rapport au Pacifique : des deux côtés tendance au soulèvement des massifs rigides, bouclier canadien d'une part, plateforme sibérienne d'autre part, tendance à la subsidence du côté de l'océan.

Telle est la règle générale ; il faut se garder cependant d'y voir une loi mathématique ; il y a des exceptions locales dont les exemples les plus caractéristiques sont le massif de l'Arizona en Amérique du Nord et le massif sinien en Asie.

Dans l'ensemble, ces deux régions d'étendue restreinte, ont joué le rôle de massifs résistants à tendance de surrection, à déficit de sédimentation, à lacunes stratigraphiques, à facies de mer moins profonde. Cependant, dans une étude d'aussi grande envergure que l'origine des grands océans, ce sont là des points d'importance secondaire.

Une même répartition des facies s'observe encore en Océanie et Australie. Les facies marins dominant à l'est ; les facies continentaux où les lacunes stratigraphiques sont de règle, ont la prépondérance vers le centre du continent australien. A ce point de vue le Permo-Carbonifère et le Trias-Jurassique sont des plus typiques : à la bordure est du continent australien, ils sont formés de dépôts continentaux dans lesquels s'intercalent, au Permo-Carbonifère, des formations marines ; dans la chaîne d'îles à l'est de l'Australie, le facies marin est tout à fait prédominant.

La même réflexion est de mise pour les dépôts d'âge crétacé.

L'Amérique du sud obéit à la même loi : facies marins du côté de l'Océan, facies continentaux ou déficit de sédimentation vers l'intérieur des terres.

Les faits géologiques tendent ainsi à démontrer la permanence de l'Océan pacifique depuis les temps les plus anciens convenablement datés (Cambrien) jusqu'à l'époque actuelle.

2) L'Océan arctique continue le Pacifique au delà du détroit de Behring ; son axe est exactement dans le prolongement de l'axe pacifique (1).

Il s'agit, en l'occurrence, d'un axe de symétrie de première importance ; la disposition des terrains sédimentaires observée d'un côté se présente forcément de l'autre ; les faits le montrent à l'évidence. A toutes les époques, les dépôts marins se trouvent vers le pôle en Amérique comme en Asie, alors que les facies continentaux ou les lacunes stratigraphiques se développent vers le bouclier canadien d'une part, vers la plateforme sibérienne d'autre part.

---

(1) P. FOURMARIER. — *Essai sur l'existence d'une règle de symétrie dans l'architecture de l'écorce terrestre*. Acad. Roy. de Belgique, 1930.

La notion de permanence établie pour le Pacifique vaut, avec le même degré de probabilité, pour l'Océan Arctique.

3) Pour l'Océan atlantique, la question apparaît plus complexe.

La partie « méditerranéenne » allant des Antilles à Gibraltar appartient au domaine de la Téthys ; il en sera question plus loin. Quant à l'Atlantique sud, quelques données intéressantes

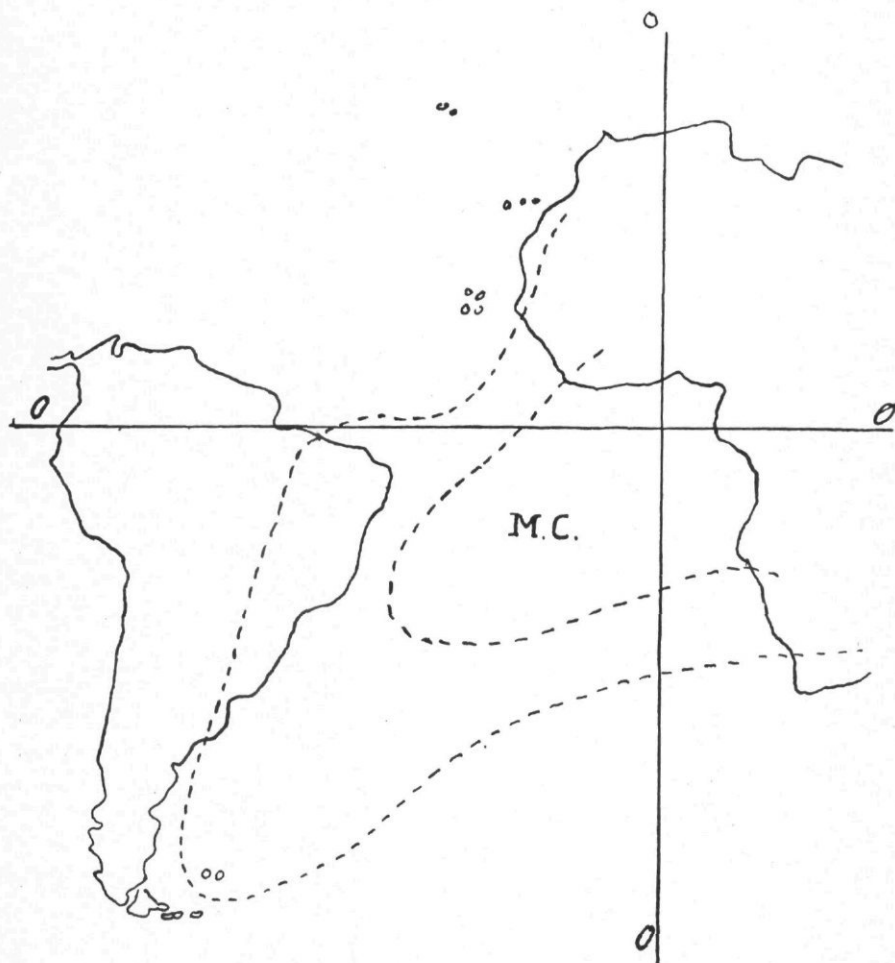


Fig. 1. — *L'Atlantique sud au Dévonien.*  
En traits interrompus, allure probable des lignes isopiques.  
M. C. Massif continental supposé.



sont fournies par l'évolution géologique de l'Afrique et de l'Amérique méridionale.

Pendant tout le Paléozoïque, depuis le Silurien jusqu'au sommet du Carbonifère, la moitié nord du continent africain évolue suivant une règle immuable ; toutes les formations sédimentaires, à chacune des époques successives, montrent des variations remarquables de facies ; toutefois, dans les grandes lignes, les zones isopiques s'allongent parallèlement à la Méditerranée et à l'Atlantique jusqu'au golfe de Guinée ; elles sont réparties de telle manière que le facies est de plus en plus continental au fur et à mesure que l'on s'écarte des rivages pour atteindre le Centre saharien. Celui-ci apparaît ainsi comme une aire à tendance continentale permanente tandis que vers la Méditerranée comme vers l'Atlantique, il y a tendance à la prédominance des conditions marines.

On sait que, pendant le Dévonien, des sédiments marins se déposaient dans l'extrême sud de l'Afrique, tandis que, vers l'intérieur du continent, le facies d'eau douce paraît se substituer au facies océanique ; on serait tenté, par comparaison avec ce qui vient d'être dit pour la partie nord du continent africain, de supposer la permanence de l'Atlantique sud sur une vaste étendue en rapport avec son extension actuelle.

Il serait cependant hasardeux de conclure dans ce sens.

En effet, les observations faites en Amérique méridionale sur l'extension et les facies du Dévonien sont en contradiction avec une semblable conception. Dans le Parana, le Dévonien comprend à sa base, les grès de Furnas avec conglomérats et, au sommet, des schistes et grès à faune marine ; or, il semble établi que les matériaux nécessaires à l'édification de ces terrains ont été empruntés à une continent situé dans la direction de l'est. Le Dévonien du Parana montre une ressemblance évidente avec celui de l'Uruguay, des Falkland, de l'Afrique du sud (Table mountain system et Bokkeveld system). Il est, par contre, très différent du Dévonien à facies marin plus marqué du Paraguay, de Matto-Grosso, de la Bolivie qui se rattache à celui de l'Amérique du nord. Les zones isopiques du Dévonien de l'Amérique du sud ont ainsi une direction subméridienne jusqu'aux Iles Falkland pour s'incurver ensuite vers l'est et se diriger vers l'extrémité sud de l'Afrique.

Le paléogéographe est conduit, de cette manière, à admettre l'existence d'un continent à l'emplacement de l'Atlantique sud aux temps dévoniens ; cependant une autre interprétation des faits peut être prise en considération ; si l'on imagine l'Amérique reculée vers l'est pour s'accoler à l'Afrique, suivant la conception de Wegener, la répartition des facies s'explique tout aussi bien. Quoiqu'il en soit, dans l'une comme dans l'autre hypothèse, l'Atlantique sud, tout au moins sur une partie de son étendue, apparaît plus jeune que le Pacifique.

A l'époque du Carbonifère supérieur et du Permien dans le nord de l'Afrique, les zones isopiques épousent la forme du continent actuel, comme aux époques antérieures ; du Permien (ou Permo-Carbonifère) à poissons et à plantes a été signalé à la Gold-Coast ; on sait, d'autre part, que le Jurassique marin caractéristique des chaînes côtières en bordure de la Méditerranée et du Maroc se prolonge jusque dans les îles du Cap Vert alors que ce terrain n'est pas représenté au Sénégal et dans les régions sahariennes.

En Afrique australe, le système du Karroo est une grande série compréhensive allant du Carbonifère supérieur au Jurassique inférieur ; partout dans l'intérieur du continent, il est constitué par des dépôts d'eau douce. Cependant, dans le sud ouest africain, le Karroo inférieur comprend des sédiments marins suivant une large zone s'étendant à l'ouest du 18<sup>e</sup> méridien de Greenwich et atteignant la région du Kaokoveld près de la région frontière de l'Angola.

Il en résulte qu'à cette époque les conditions océaniques s'imposaient dans l'Atlantique sud, venant des régions antarctiques jusqu'à une latitude plus basse qu'il ne peut être établi pour les époques antérieures.

Si l'on accepte la théorie de la stabilité des positions relatives de l'Amérique et de l'Afrique, il faut admettre qu'au Permo-Carbonifère la masse continentale supposée entre l'Amérique méridionale et l'Afrique aux époques antérieures était réduite en étendue par une transgression de l'océan dans sa partie sud ; toutefois, la distribution des facies du Karroo au Congo belge exige la présence d'un massif continental à l'ouest de la chaîne des Monts de Cristal, c'est-à-dire sur une partie de l'Atlantique.

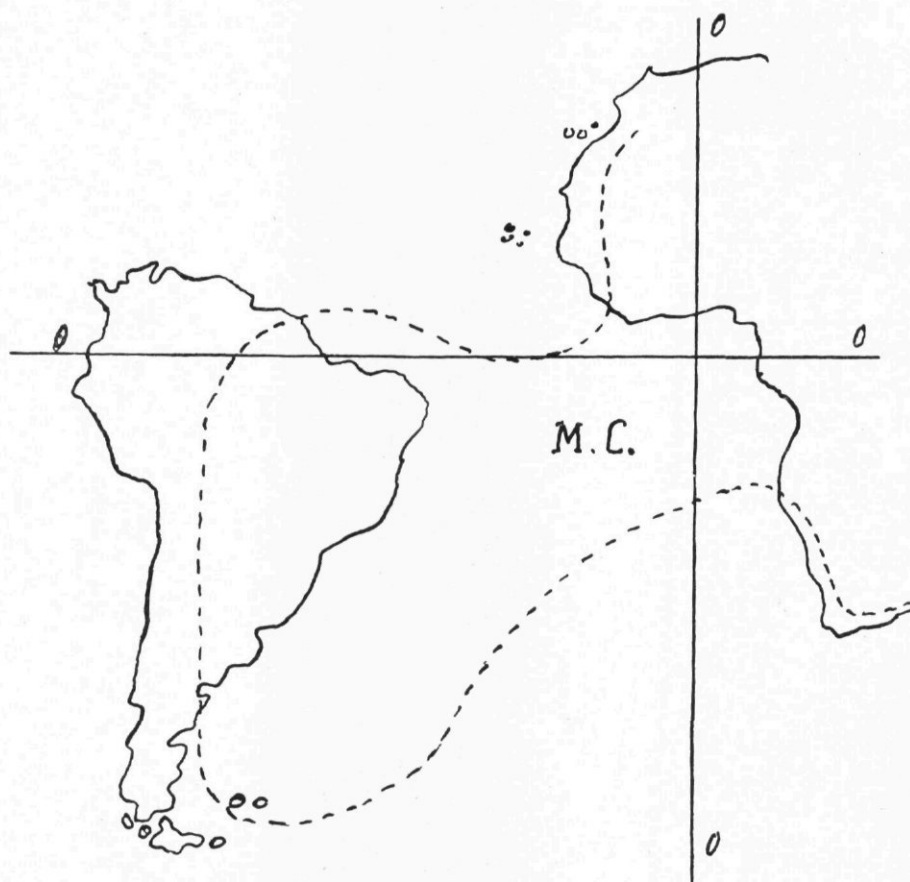


Fig. 2. — *La région de l'Atlantique sud à l'époque permienne.*  
M. C. Massif continental hypothétique.

Par contre, dès le Crétacique, les conditions marines prédominent sur toute la surface de l'Atlantique sud car la transgression est nettement marquée à la fois du côté américain et du côté africain. C'est l'argument qui a permis à Wegener de faire débiter au Crétacique la disjonction de ces deux masses continentales suivant sa conception de la dérive.

La répartition des faciès au Permien obligerait à reculer jusqu'à la fin des temps primaires au moins le début de la translation de l'Amérique vers l'ouest ; l'autre hypothèse apparaît ainsi plus vraisemblable ; mais ce n'est pas le moment de re-

prendre la discussion du principe même de la dérive des continents.

Il convient cependant de conclure qu'il existe de sérieuses présomptions en faveur d'une grande ancienneté de l'Atlantique dans sa partie méditerranéenne comme dans la partie qui avoisine l'Océan antarctique, sans qu'il soit possible toutefois d'apporter quelque précision au tracé des limites de ces zones à caractère de permanence.

Le problème est moins facile à résoudre pour l'Atlantique nord à cause de la différence de composition géologique le long des rivages opposés.

Cependant, comme le fait observer M. Leriche (1) dans un travail tout récent, les auteurs qui ont tenté de paralléliser les terrains tertiaires des Etats-Unis et ceux de l'Europe, ont été frappés des différences que présentent les faunes d'invertébrés des deux côtés de l'océan.

Il semble qu'une conclusion s'impose : l'Atlantique nord est au moins antérieur au Tertiaire.

Par contre, M. Leriche, par l'étude de la faune ichthyologique des formations éocènes marines, met en évidence le synchronisme entre les principaux termes des échelles établies de part et d'autre.

Quoiqu'il en soit, l'existence d'une fosse marine sur une partie de l'Atlantique nord depuis le Tertiaire inférieur ne peut être mise en doute.

4) Abordant le problème de l'Océan indien, il faut inévitablement envisager la conception du vaste continent de Gondwana familière aux géographes comme aux géologues ; on sait qu'elle s'appuie sur des arguments très solides en apparence : en Amérique méridionale, en Afrique australe et centrale, sur le territoire de l'Inde péninsulaire et en Australie, les dépôts sédimentaires allant du Carbonifère supérieur au début du Jurassique (Karoo de l'Afrique, Gondwana de l'Inde) présentent des caractères semblables ; ce sont des dépôts continentaux avec restes glaciaires dans la partie inférieure, avec une faune

---

(1) M. LERICHE. — *Le Synchronisme des formations éocènes marines des deux côtés de l'Atlantique, d'après leur faune ichthyologique*. C. R. séances Acad. Sciences. Tome 210, N° 17. P. 499, 22 avril 1940.

et une flore qui se révèlent identiques dans ces diverses parties du monde. L'ensemble de ces territoires y compris de vastes étendues de terres disparues dans l'Atlantique sud et l'Océan indien (Lemuria) auraient constitué le continent de Gondwana. Celui-ci se serait disloqué dès le début du Jurassique par l'ouverture du détroit de Mozambique, et dès le Crétacique, pour donner naissance à l'Atlantique sud.

Comme il a été dit précédemment, les conditions paléogéographiques en Afrique et en Amérique méridionale ne sont pas en contradiction avec une telle conception, tout au moins pour la zone centrale de l'Atlantique sud.

Il n'en est plus de même pour l'Océan indien et l'existence même de la Lemuria peut être mise en doute en appliquant la même méthode de raisonnement.

La répartition des facies au Permo-Carbonifère, au Triasique, au Jurassique dans toute la région orientale de l'Afrique (y compris l'Arabie) indique, sans conteste possible, que l'océan était à l'est ; le continent, par contre, s'étendait vers l'ouest, de telle sorte que l'aspect géographique de cette partie du monde ne devait pas être très différent, dans son allure générale, de ce qu'il est aujourd'hui.

Au Crétacé et au Tertiaire, la répartition des dépôts dans l'Est Africain répond à la même règle, tandis que du côté atlantique, se marque davantage la transgression marine ébauchée, dès le Permo-Carbonifère, dans le territoire du sud-ouest.

La grande île de Madagascar et la partie voisine du continent africain fournissent, à ce point de vue, une documentation précieuse ; comme je l'ai fait observer dans une note antérieure <sup>(1)</sup>, les formations du Karroo montrent des variations de facies remarquables. A Madagascar, la série allant du Permien au Lias comprend des alternances de dépôts marins et de dépôts d'eau douce ; dans le bassin de Kidodi, au Tanganyka Territory, des niveaux marins se rencontrent en beaucoup moindre abondance mais ils ont été signalés jusque dans l'assise de Beaufort, avec cependant un caractère très littoral ; plus à l'ouest, les dépôts continentaux existent seuls ; les zones isopiques se suc-

---

(1) P. FOURMARIER. — *Quelques conséquences des dernières recherches sur la géologie de Madagascar*. Ann. soc. géol. de Belgique, t. LX, Bull. 1937.

cèdent ainsi de l'est à l'ouest, suivant une direction subméri-  
dienne.

Cette grande constance dans le sens des variations de facies  
est symptomatique ; elle indique que, depuis le Permo-Carboni-  
fère pour le moins, l'océan s'étendait largement à l'est de l'Afri-  
que ; il ne peut être question d'imaginer une vaste terre lému-  
rienne pour expliquer l'analogie frappante des dépôts sédimen-  
taires du Karroo et de Gondwana de l'Afrique à l'Inde pénin-  
sulaire et à l'Australie. Le tracé des zones isopiques à la latitude  
de Madagascar est tout aussi bien en contradiction avec la théo-  
rie de la dérive ; si l'on imagine, en effet, Madagascar accolée  
au continent en tenant compte du parallélisme approximatif  
des côtes, les zones isopiques doivent être brusquement inter-  
rompues à la rencontre de la ligne de jonction ; semblable con-  
ception paraîtra, pour le moins, invraisemblable.

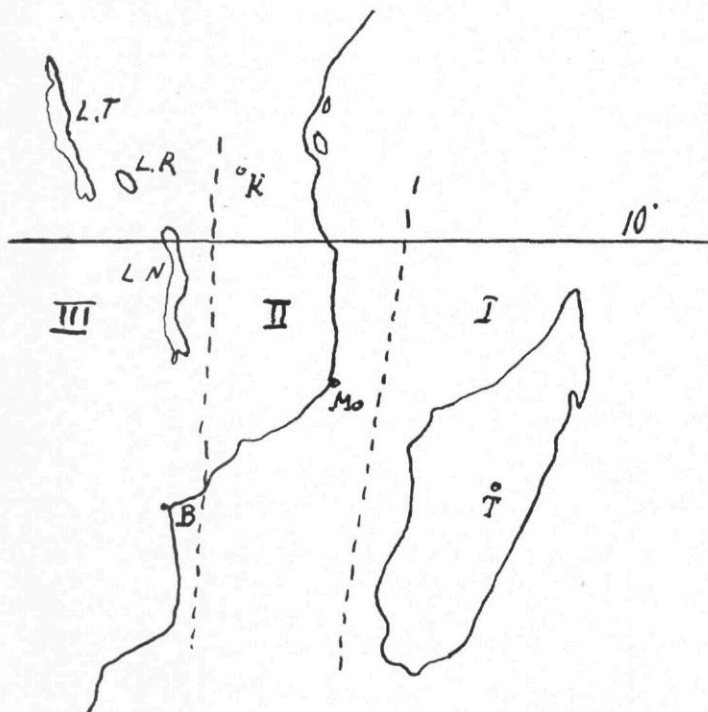


Fig. 3. — Afrique et Madagascar. I, II et III zones isopiques.

Dans l'Inde péninsulaire, la formation de Gondwana représente, comme le Karroo, une série compréhensive allant du Carbonifère supérieur au Jurassique, série à caractères essentiellement continentaux. Vers le nord, du Pendjab au Kashmir et à l'Afghanistan s'étend une zone avec alternances de dépôts marins et de dépôts continentaux ; au delà de celle-ci, le facies marin est tout à fait prédominant dans l'Himalaya et en Birmanie.

A l'époque jurassique, la mer s'étendait largement au nord et au nord est de la Péninsule hindoue.

Si l'on n'envisageait que l'Asie, on serait amené à conclure à l'existence d'un massif continental à l'emplacement de l'Océan indien ; mais il n'en est plus de même si l'on tient compte de l'Afrique ; il se peut que le massif de l'Inde était quelque peu plus étendu qu'aujourd'hui mais il ne pouvait pas, de toute manière, se souder à l'Afrique, en égard aux faits rapportés ci-avant.

La présence de Crétacique marin en bordure des côtes de l'Hindoustan marque une transgression de la mer ; mais il n'est pas nécessaire, pour cette seule raison, d'imaginer l'effondrement d'un vaste massif continental.

Dans la recherche de l'origine de l'Océan indien, il faut tenir compte aussi de l'Australie. On sait qu'à la bordure occidentale de ce continent le Permo-Carbonifère comprend des dépôts marins dans sa partie inférieure, tandis que ses assises supérieures ont le facies continental. Au début de la période de Gondwana tout au moins, l'existence d'un continent à l'emplacement de l'Océan indien ne peut être prouvée. Les variations de facies sont cependant insuffisantes pour que l'on puisse affirmer que le centre australien était continental, car les formations équivalentes de la bordure orientale sont caractérisées par des alternances d'assises à facies marin et d'assises à facies continental.

Si l'on se reporte à une époque un peu plus récente, le Trias-Jurassique, on note que ce terrain a le facies continental en Australie orientale alors qu'il est de type océanique dans la guirlande des îles Nouvelle-Zélande, Nouvelle Calédonie ; dans l'ouest du continent, le Jurassique marin repose en discordance de stratification sur les terrains plus anciens.

Cet ensemble de faits porte tout naturellement à s'imaginer une tendance continentale du centre australien et, par contre, une tendance océanique des parties voisines au moins depuis la fin des temps paléozoïques ; ceci revient à se rallier à l'idée de l'existence d'un Océan indien dès cette époque. C'est en contradiction absolue avec la conception d'un continent de Gondwana entre l'Afrique, l'Asie et l'Australie suivant la conception généralement admise.

Au Crétacique et au Tertiaire, les conditions actuelles sont réalisées mieux encore si l'on tient compte de la répartition et du faciès des formations correspondantes en Australie, comme en bordure de la péninsule indoue et le long des côtes orientales de l'Afrique.

En résumé, on peut admettre comme vraisemblable la permanence de l'Océan indien, au moins dans sa zone centrale, depuis la fin du Primaire. Cette hypothèse est évidemment en contradiction avec le principe même de la dérive des continents et avec la grande extension du continent hypothétique de Gondwana.

Les géologues américains sont généralement peu partisans de cette dernière hypothèse. Cependant, Pirsson et Schuchert écrivent : (1)

« La croyance dans l'existence d'un continent de Gondwana est très répandue parmi les géologues européens, mais des savants américains n'y croient pas, principalement parce qu'ils tiennent fortement à la théorie de la permanence des bassins océaniques et des continents. D'autre part, sans ce continent, les paléontologues ne peuvent pas expliquer la distribution de la faune continentale permienne et, par suite, l'existence de ce continent est nécessaire pour interpréter la distribution spéciale des faunes marines depuis le Dévonien jusqu'au Jurassique ».

D'un autre côté, Croneis et Krumbein, dans leur ouvrage *Down to Earth, an introduction to geology* (Chicago, 1936) écrivent :

« Des géologues ont supposé une ancienne masse continentale de Gondwana s'étendant du Brésil à l'Australie. Si un tel con-

---

(1) PIRSSON and SCHUCHERT. — *Text book of geology*, 1924, p. 430.



« tinent avait existé, il aurait changé le climat, les courants océaniques, les précipitations.

« Mais l'hypothèse pose plus de problèmes qu'elle n'en résout, « elle est plutôt du domaine de l'imagination ».

5) Il est à peine besoin de s'arrêter à l'examen du problème, envisagé sous cet angle, dans les régions antarctiques ; si l'on accepte la permanence du Pacifique, de l'Atlantique dans sa partie la plus méridionale, de l'Océan indien, on arrive forcément à la notion de la permanence pour l'Océan antarctique, prolongement naturel des précédents.

6) Il reste à envisager la Tethys (Suess) ou Mésogée (Neumayr) dont des restes importants, tels la Méditerranée et une partie de l'Atlantique subsistent encore.

La Tethys est une ancienne mer qui, pendant une longue partie des temps géologiques, s'étendait des Antilles à la Méditerranée et, par l'espace occupé par les chaînes de l'Asie centrale, rejoignait les rives ouest du Pacifique. Elle a été remplacée, sur une grande partie de son extension originelle, par une zone plissée se substituant à une ancienne aire géosynclinale suivant le principe général de la formation des tectogènes.

La Tethys a joué un rôle considérable dans l'histoire géologique du globe ; elle a été, pendant très longtemps, une zone faible à sédimentation maxima où les étages successifs présentent un faciès plus marin que sur les zones stables avoisinantes ; elle constitue le type d'un géosynclinal.

A plusieurs reprises, des rides ont surgi localement dans ce large espace océanique ; les montagnes actuelles des pays méditerranéens et les hautes chaînes récentes de l'Asie centrale ne sont qu'une phase de cette évolution. On pourrait dire que la notion de *permanence d'évolution* se substitue à la notion de *permanence géographique* sauf, probablement, pour la partie de l'Atlantique s'étendant des Antilles à Gibraltar.

\*

\* \*

La question de la permanence des océans ne peut cependant pas être envisagée d'un seul point de vue ; les faits tels qu'ils

viennent d'être rappelés sont, en effet, limités au domaine des continents lequel couvre une petite portion de la surface terrestre.

Les variations de la gravité peuvent être de quelque secours en la matière, car elles soulignent l'hétérogénéité de l'enveloppe externe du globe.

Les auteurs sont cependant divisés sur le point de savoir si la croûte sialique est continue ou non ; pour les uns, Daly notamment, elle existe partout, sous les océans comme à l'endroit des masses continentales ; pour d'autres, le sial n'existe que sous les continents.

Il ne serait pas possible, à l'occasion d'un exposé géographique, de donner des arguments en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse. La question intéresse cependant le sujet de la permanence des océans car si les continents seuls sont des masses sialiques, ils tendent à émerger par rapport aux portions voisines ; ils tendent aussi à garder ce caractère de façon permanente ; par voie de conséquence, il doit y avoir aussi quelque stabilité dans la situation des grands océans qui les entourent.

Il ne paraîtra pas inutile de faire appel ici aux conceptions de Kober (1) sur l'Orogenèse. Pour lui, les fonds des océans sont constitués de la même matière que les continents. L'évolution de la croûte terrestre se fait par une série de cycles caractérisés chacun par l'érection d'une zone montagneuse ; chaque cycle comprend une première phase de nature géosynclinale et une seconde phase ou orogène proprement dite au cours de laquelle la zone de sédimentation se transforme en zone plissée, parce qu'elle est serrée entre deux cratogènes.

En comparant à l'Himalaya et à la dépression du Gange, la structure des grandes fosses pacifiques et des montagnes voisines, Kober suppose l'existence, dans le Pacifique, de cratogènes nécessaires à l'écrasement des chaînes récentes qui courent tout autour de cet océan ; les cratogènes furent des masses continentales de telle sorte que le Pacifique n'apparaît plus comme présentant le caractère de permanence envisagé précédemment.

---

(1) L. KOBER. — *Die Orogenetheorie*. Berlin 1933.

Toutefois, s'il en fut ainsi, les énormes masses d'eau du Pacifique durent être déplacées et il y a lieu de se demander quel réservoir assez vaste pouvait les avoir accueillies. Suivant Kober, c'est dans l'Eurasie qu'elles s'étaient transportées ; elles occupaient le domaine de la Tethys où la profondeur devait atteindre 3 à 4000 mètres, et cette mer était ainsi comparable à la partie du Pacifique s'étendant à l'est de l'Asie sur une largeur de 2 à 3000 kilomètres des côtes.

Cette conception est difficile à admettre si l'on songe que les chaînes bordières du Pacifique s'apparentent étroitement aux zones plissées de la Méditerranée et de l'Asie Centrale. Si, malgré cela, elle était prise en sérieuse considération, il faudrait expliquer que les sédiments accumulés dans l'aire géosynclinale correspondante n'ont pas les caractères des dépôts d'eau très profonde. La Tethys a toujours été une zone de subsidence ; les sédiments s'y sont accumulés sur une très grande épaisseur, mais il ne semble pas qu'ils s'y soient jamais formés sous 3 à 4000 mètres d'eau.

Il est vrai que Kober admet une réduction de 1 % de la surface de la terre pour chaque cycle orogénique ; augmentant l'étendue au fur et à mesure qu'il envisage une période plus lointaine, il est en droit d'admettre une moindre profondeur du bassin océanique.

En conclusion, Kober affirme que le Pacifique et l'Atlantique sont anciens comme géosynclinaux, mais pas comme océans à cause de la nécessité d'y placer des cratogènes (1). L'axe atlantique, avec ses venues acides, serait dû à l'écrasement d'une zone de différenciations acides (orogène) serré entre deux cratogènes.

\*  
\*   \*  
\*

Au cours des pages précédentes, il a déjà été fait appel à la théorie des translations continentales ; le principe en est bien

---

(1) Il ne semble pas qu'une cratogène doive nécessairement correspondre à une masse continentale au sens géographique du mot. Une aire géosynclinale peut parfaitement être érasée entre un vrai continent et un fond sous marin dont la rigidité est comparable à celle d'un massif continental.

connu, ses protagonistes les plus célèbres sont, sans conteste, F. B. Taylor et Alf. Wegener.

La dérive ne peut se concevoir que dans l'hypothèse d'une discontinuité lithologique de la croûte : sial localisé sous les masses continentales, sima venant affleurer dans le fond des océans. La surface de la terre doit, dans ces conditions, présenter des inégalités originelles, ce qui revient à dire que le *domaine océanique, pris dans son ensemble*, doit présenter des caractères de permanence.

Dans la conception de Taylor, il existait à l'origine une masse continentale unique ; la dérive s'est produite à partir d'une ligne de disjonction passant par l'Océan arctique et l'Atlantique ; l'Eurasie a été poussée vers le Pacifique en même temps qu'elle s'écrasait contre le bloc rigide formé par l'Afrique, l'Arabie, l'Inde péninsulaire ; de leur côté, les deux Amériques ont dérivé vers l'ouest, mais ont été poussées vers l'équateur écrasant entre elles la région des Antilles.

Wegener admet aussi l'existence, jusqu'au début du Jurassique, d'une masse continentale unique, la Pangée, entourée d'une vaste mer réunissant les eaux de tous les océans et correspondant à l'Océan pacifique considérablement agrandi. L'Atlantique, l'Océan indien, une partie de l'Antarctique n'existent que du fait de la dislocation de la Pangée et de la dérive de ses fragments.

A la suite de plusieurs auteurs, nous avons combattu, par divers arguments qui ne peuvent être rappelés ici, les théories de la dérive des continents ; elles sont en contradiction avec bien des faits de la géologie et, notamment, avec la disposition symétrique, si caractéristique, des traits essentiels de la structure géologique du globe (1).

La théorie de Wegener ne s'accommode pas des faits rappelés précédemment au sujet de la constitution des côtes de l'Atlantique sud ; elle est contredite par les faits relatifs à la constitution des continents qui bordent l'Océan Indien ; comme il a été dit précédemment, le tracé des zones isopiques pour les

---

(1) Voir à ce sujet : P. FOURMARIER. — *La dérive des Continents et la règle de symétrie*. Bull. Classe Sciences. Acad. Roy. Belgique. 5<sup>e</sup> série, t. XXII, 1936, N<sup>o</sup> 12.

sédiments du système du Karro, empêche d'admettre l'accolement supposé de Madagascar et du continent africain.

\*  
\*   \*  
\*

Une autre difficulté se présente dans la recherche de la cause de la répartition des océans et des continents : Il est vraisemblable qu'à l'origine la terre était formée de sphères concentriques parfaitement continues ; il devait en être ainsi pour la croûte superficielle de nature sialique ou, tout au moins, de composition intermédiaire entre le sial et le sima (salsima). Comment se fait-il que cette zone externe, primitivement continue, se soit condensée en une ou plusieurs masses formant au début un bloc unique dont les fragments se sont mis à dériver seulement après une longue suite de périodes géologiques.

Comme le fait observer le professeur B. G. Escher de l'Université de Leiden, les géologues ne remontent pas assez loin dans la recherche des causes ; ils négligent le premier chapitre de l'histoire de la planète, celui qui a suivi immédiatement la séparation de la terre et de la lune.

Suivant la conception de G. H. Darwin, développée par H. Poincaré, la lune s'est séparée de la terre par amplification de la marée terrestre due au phénomène de résonance ; une intumescence énorme a pris naissance, une portion s'est détachée de la masse principale et a formé la lune.

Déjà en 1882, Osmond Fischer se demandait si l'Océan Pacifique n'est pas la cicatrice laissée par la lune lorsqu'elle s'est séparée de la terre ; les fragments de la croûte originelle restés après formation du satellite auraient glissé forcément vers la blessure faite par la séparation des deux corps célestes ; c'est sans doute là une première notion de la dérive des continents.

Il n'en est pas moins vrai qu'une telle conception cadre forcément avec l'idée d'une ancienneté très grande du Pacifique ; par contre l'Atlantique, l'Océan indien, les deux Océans polaires seraient forcément de date plus récente.

Dans cette phase tout à fait primitive de l'histoire du globe, la dérive était sans doute plus facile à concevoir ; les blocs de sial pouvaient glisser sans grande difficulté à la surface du

substratum de sima encore fluide. Si l'on se reporte, par contre, aux travaux de Vening-Meinesz (1), les mesures de la gravité dans les océans démontrent la rigidité de la croûte superficielle sous les eaux de la mer ; on en déduit forcément que la dérive dans la situation actuelle du globe est impossible ou, pour le moins, très difficile et constitue une hypothèse toute gratuite (2).

Ces diverses considérations sont en parfaite harmonie avec les faits géologiques ; elles sont moins en accord avec la thèse de Wegener qui fait débiter la dérive à l'époque du Jurassique pour la continuer jusqu'à l'époque actuelle.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que les observations faites sur les volcans des Iles Hawaiï, en plein centre de l'Océan Pacifique, semblent confirmer l'opinion d'une discontinuité de la croûte de sial.

\*  
\*   \*   \*

Pour être quelque peu complet dans l'étude de cette question si délicate de la permanence ou de l'instabilité du domaine des Océans, il convient de mentionner ici une explication quelque peu différente, bien qu'elle fasse aussi appel à ce stade très primitif de la séparation du satellite de la terre.

M. Dauvillier (1) admet qu'à l'origine il existait une croûte de composition granitique qui s'est consolidée la première en formant un réseau polygonal comparable à celui observé à la surface de la lune, réseau dont l'origine doit probablement être cherchée dans le principe des tourbillons de Besnard ; au centre des surfaces polygonales se sont faits des épanchements basaltiques.

---

(1) VENING-MEINESZ. — *Gravity Expeditions at Sea, 1923-1932*, vol. II. N. V. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Fr., Delft 1934.

(2) Il ne faut cependant pas perdre de vue que certains corps se comportent très différemment sous les sollicitations brusques et sous les sollicitations lentes. Wegener n'a pas manqué d'en faire état dans l'exposé de sa théorie. Or, les mesures de gravité sont en rapport avec l'état instantané tandis que la dérive se conçoit comme une sollicitation extrêmement lente.

(1) C. R. Acad. Sciences Paris. T. 207, N° 9, p. 452, 29 octobre 1938.

La terre incandescente présentait ainsi cinq mers lunaires qui sont devenues des océans : le Pacifique, l'Océan indien, l'Atlantique nord, l'Atlantique sud et l'Océan arctique. Les eaux se sont rassemblées dans ces dépressions et ont donné les océans primitifs ; jamais le domaine maritime n'a occupé au même instant toute la surface de la planète ; la Panthalassa de Suess n'aurait jamais existé.

Les fractures circulaires et radiales en relation avec ses dépressions sont devenues le siège de phénomènes volcaniques et de phénomènes séismologiques. Les émissions de basalte dans les zones centrales expliquent la répartition du magnétisme suivant le globe de Wilde.

Cette théorie ingénieuse mais fort hypothétique, conduit à la notion de la permanence des Océans ; elle n'admet pas l'existence des ponts continentaux et n'accepte qu'une dérive extrêmement minime telle la séparation de l'Arabie de l'Afrique ou du Groenland de l'Amérique. Toutefois l'auteur n'exclut pas la possibilité d'un glissement en masse de la croûte sur le substratum de sima ce qui permet d'expliquer les variations des climats au cours des périodes géologiques.

\*  
\*   \*  
\*

*En conclusion*, il semble impossible de nier la très grande ancienneté de l'Océan pacifique qu'il faut sans doute faire remonter à la première phase de l'histoire géologique de la terre ; il est bien entendu que les guirlandes d'îles en bordure des continents asiatique et australien et les mers qui les séparent des continents n'ont rien de commun avec la zone centrale de l'océan proprement dit.

Par voie de conséquence, l'Océan arctique, si étroitement apparenté au Pacifique malgré la faible largeur du détroit qui les met en communication a probablement une ancienneté de même ordre, tout au moins à titre de dépression permanente de la surface du globe.

Il est tout aussi vraisemblable d'attribuer une grande ancienneté à la zone méditerranéenne de l'Océan Atlantique, à l'extrémité méridionale de cet océan et à une partie importante de

l'Océan indien en dehors de la zone toute proche de l'Asie. Cette ancienneté est peut être moindre que celle de l'Océan pacifique.

L'Océan antarctique participe à la fois du Pacifique, de l'Atlantique méridional et de l'Océan indien, dont il fait la liaison autour du pôle sud. On peut admettre que, pour une partie de son étendue, il est un des traits anciens de la face de la terre.

Les parties de l'Atlantique situées au voisinage de l'équateur d'une part, dans le nord d'autre part, sont d'âge plus récent que l'on peut, avec quelque probabilité, rapporter au début ou à la fin de la période secondaire.

Ces estimations ne sont qu'approchées ; il y a cependant entre les faits, des concordances dont il convient de ne pas négliger l'importance.

---



