

## WEGENER OU LA DERIVE DES CONTINENTS

Robert Six

### I. INTRODUCTION

La **théorie de la tectonique de plaques**, unanimement acceptée par les géologues actuels, est entrée dans le domaine public, grâce aux nombreux ouvrages de vulgarisation et aux différents mass médias. Elle explique la majorité des événements géologiques passés ou présents qui ont modelé ou modifient notre planète. Cependant, cette théorie est relativement jeune; elle a vu son plein épanouissement pendant les **années 1970**. Ce que l'on sait moins, c'est qu'elle découle de la **conception de translation des continents** émise par **Alfred WEGENER**, **dès 1910**.

### II. QUI EST ALFRED WEGENER ?

**Alfred WEGENER** est né le **1<sup>er</sup> novembre 1880**, à Berlin. Son père était prédicateur évangélique. Il fit ses études au lycée de Cologne, dans sa ville natale, puis dans les universités de Heidelberg, Innsbruck et Berlin. **En 1904**, Alfred, en fin d'études, défend une thèse d'astronomie. Il est nommé astronome à l'« *Urania* » de Berlin. Quelques temps plus tard, il rejoint son frère Kurt en qualité de second aide technique à l'Observatoire astronomique de Tegel en Prusse.

**En 1906**, les deux frères battent le **record du monde** de la **durée de vol en ballon (52 h 1/2)** sur le trajet Berlin - Jutland - Kattegat - Spessart. Le but de ce vol est l'étude de l'exactitude du collimateur de site à bord des aéronefs.

**En 1906**, **A. WEGENER** accompagne une **expédition danoise** sur la côte N-E du **Groenland** où il séjourna deux ans, s'initiant à la technique des voyages polaires. Les **observations** qu'il y fait sont d'ordre **météorologique**. A son retour, il passe un examen à l'université de Marburg dans la spécialité Astronomie et Météorologie.

**En 1912**, il entreprend une **deuxième expédition**, avec le danois **J.P. KOCH**, dans le but de séjourner pendant l'hiver sur le bord oriental de l'inlandsis et d'effectuer la traversée du Groenland dans sa partie la plus large. Lors de son retour, il épouse **Elsa KÖPPEN**, fille du météorologiste Peter KÖPPEN.

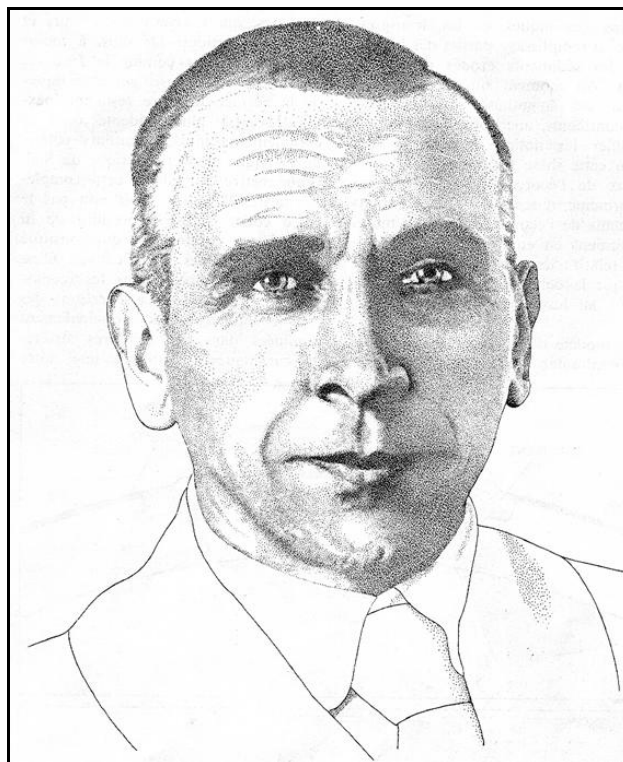
Pendant la **guerre de 1914-1915**, blessé à deux reprises, il est affecté au **service météorologique des armées**. Après ce premier conflit mondial, il succède à son beau-père en tant que **chef de section à l'Observatoire maritime de Hambourg** et occupe simultanément la chaire de **professeur extraordinaire de Météorologie** à l'Université de cette même ville.

**En 1915** paraît la **première édition** de "*Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*" (*La*

*Genèse des continents et des océans*). Des éditions complètement refondues se succéderont en 1920, 1922 et 1929. La **troisième édition** fut traduite **en français** (Paris, 1925), tandis que la dernière le sera **en 1937**.

En 1924, il prend la charge de **professeur ordinaire de Météorologie et Géophysique à l'Université de Graz**. Il projette une **nouvelle expédition au Groenland** pour 1928, mais la mort de son compagnon **KOCH** reporte celle-ci à 1930. Cette dernière aventure lui sera fatale. La mission, comportant vingt participants, a pour **but des études météorologiques et géophysiques sur l'inlandsis**. **Trois stations** sont implantées; l'une sur la côte occidentale, une deuxième sur la côte orientale, tandis que la troisième se trouve au milieu de la calotte glaciaire, **à 3.000 d'altitude et 400 Km** des deux autres stations. Cette expédition rencontre d'énormes difficultés liées aux mauvaises conditions climatiques. Le **21 septembre**, **Alfred WEGENER** décide de porter lui-même des vivres aux deux hommes bloqués dans la station centrale. Avec deux compagnons, chiens et traîneaux, il met quarante jours, par **-50° C**, pour atteindre le campement. Dès le lendemain, il décide de reprendre le chemin de retour, avec le seul compagnon valide, l'autre ayant les pieds gelés reste sur place. Ils n'atteindront jamais la côte. Le **8 mai 1931**, le corps d'**Alfred WEGENER** est découvert soigneusement enseveli par son compagnon que l'on ne retrouva jamais. **WEGENER** n'est pas mort de froid mais vraisemblablement d'une crise cardiaque. Les articles nécrologiques élogieux le présentent comme un grand météorologiste, un explorateur hardi, un organisateur et administrateur compétent, ainsi qu'un professeur clair et de renom.

Au vu de son *curriculum vitae*, on constate que rien ne prédisposait **Alfred WEGENER** à développer sa **conception de la translation des continents**. Il n'y attachait qu'une importance secondaire, pourtant ce fut son legs essentiel.



**Fig. 1 - Alfred WEGENER (1880 - 1930).**

### III. NAISSANCE D'UNE THEORIE

C'est vers 1910 qu'Alfred WEGENER eut l'intuition de sa **conception des déplacements continentaux**. Un témoignage prétend que c'est l'observation du **vêlage** d'un iceberg qui lui en donna l'idée. La cause la plus probable semble être sa constatation de **l'adaptation presque parfaite des côtes de l'Afrique à celles de l'Amérique du Sud**.

En 1911, la lecture d'un article sur des **indices paléontologiques d'une ancienne liaison terrestre entre le Brésil et l'Afrique** le lance dans la recherche de données paléontologiques et géologiques supplémentaires sur cette question. Cela le conforte sur la justesse de ses conceptions sur la séparation et le déplacement des continents.

Le **vêlage**, en glaciologie, est la production d'icebergs par un glacier lorsque des masses de glaces se détachent du front glaciaire pour se répandre dans une étendue d'eau (lac, mer).

En 1912, il **présente sa théorie** devant l'Association des géologues allemands à Francfort-sur-Main. L'accueil est mitigé. En effet, il bouscule la **thèse en vigueur**, à savoir la **contraction par refroidissement du globe terrestre, initialement en fusion**. Cette contraction est à l'origine de mouvements verticaux (surrections, effondrements), générateurs des chaînes de montagnes. Les éléments lourds (Fe) tombent vers le noyau, tandis que les corps plus légers (Si, Al) remontent vers la surface pour constituer la croûte terrestre rigide. Cette théorie est particulièrement défendue **au XIX<sup>e</sup> siècle** par **Elie DE BEAUMONT**.

Mais, **au début du XX<sup>e</sup> siècle**, différentes observations rendent cette conception caduque. Les **nappes de charriage** prouvent l'existence de **mouvements tangentiels** ; les irrégularités des déformations de la surface terrestre ne sont pas explicables ; l'ampleur des chaînes plissées nécessite un refroidissement et un raccourcissement du rayon terrestre beaucoup trop importants. Enfin, la **découverte d'éléments radioactifs**, source d'énergie intense, porte un coup mortel à la thèse du refroidissement rapide du globe terrestre.

Une autre conception très en vogue en cette fin de siècle est l'existence de "**ponts continentaux**" qui reliaient, à certaines époques, les différents continents, pour disparaître ensuite par effondrement. Cette notion de liaison découle de l'étude de la répartition des êtres vivants actuels et fossiles, parmi lesquels des similitudes et même des identités sont observées à plusieurs milliers de kilomètres les uns des autres. Des recherches océanographiques et gravimétriques ont permis de prouver **la différence fondamentale existant entre les fonds océaniques et les continents**. Ces derniers sont constitués de roches légères comme le granite riche en silicium et aluminium et forment le **sal** d'Edward SUESS, rebaptisé **sial** par Alfred WEGENER. Les fonds océaniques, quant à eux, sont constitués de roches plus lourdes, comme le basalte riche en silicium et magnésium; ils forment le **sim**a. Si les ponts présumés s'étaient effondrés

au fond des océans, il eut fallu trouver des roches analogues à celles du **sial**; pas de traces, pas de ponts !

#### IV. LES PRECURSEURS

On trouve dans la littérature post-wegénérienne des **ébauches de théories de la dérive des continents**, mais rien de très élaboré.

**Francis BACON**, en 1620, constate une similarité entre les côtes de l'ancien et du nouveau monde. En 1758, **Théodore LIENTHAL** note que certaines côtes atlantiques s'emboîtent, particulièrement celles de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. Plus près de nous, au XIX<sup>e</sup> siècle, **GREEN (1857)** parle de "portions de la croûte terrestre naviguant sur un noyau fluide". **Antonio SNIDER-PELLEGRINI** publie à Paris, en 1858, un ouvrage intitulé "*La création et ses mystères dévoilés*" dans lequel on trouve une carte de l'Europe et l'Afrique accolées à l'Amérique et une explication des ressemblances entre les flores carbonifères de l'ancien et du nouveau monde. Pour lui, le Déluge est l'agent de séparation des continents et de la formation de l'Atlantique.

**Elisée RECLUS** émet également des idées mobilistes. Dans ses deux livres, "*La Terre*" (1868-1869) et "*Les phénomènes terrestres*" (1870) on trouve des passages évoquant les déplacements des continents. **Löffelholz VON COLBERG (1886)**, **KREICHGAUER (1902)**, **EVANS** et d'autres, admettent une rotation d'ensemble de la croûte terrestre, sans qu'il y ait de modification des positions relatives des parties constituantes. **COXWORTHY (1890)** et **PICKERING (1907)** défendent l'idée que les continents formaient anciennement une masse unique.

Enfin, **F. B. TAYLOR**, en 1910, suppose qu'au Tertiaire certains continents ont subi des déplacements horizontaux appréciables qu'il met en relation avec les grandes failles produites à l'époque. Son explication de la séparation du Groenland d'avec l'Amérique du Nord se rapproche fortement de celle de **WEGENER**. Il affirme que l'Atlantique est formé en partie par la dérive des continents. C'est pourquoi, les Américains désignaient parfois la théorie des translations continentales sous le nom de *Théorie de Taylor-Wegener*.

De son propre aveu, **WEGENER** n'avait aucune connaissance de tous ces travaux lorsqu'il eut l'idée des translations continentales. Le cheminement de l'élaboration de sa théorie rappelle dans ses grandes lignes celle de l'évolutionnisme de **DARWIN**.

#### V. LA THEORIE DE LA DERIVE DES CONTINENTS

**Alfred WEGENER** rejette l'hypothèse de l'invariabilité des positions relatives des socles continentaux. Pour lui, ces socles se sont déplacés l'un par rapport à l'autre au départ d'une masse unique, la **Pangaea** (Pangée). L'Amérique du Sud et l'Afrique se scindent en deux au Crétacé pour donner naissance à l'Atlantique. L'Amérique du Nord, le Groenland et l'Europe se morcellent à partir du Tertiaire ancien restant toutefois soudés par leur extrémité nord jusqu'au Quaternaire. L'Antarctique, l'Australie et l'Inde se séparent de l'Amérique du Sud au Jurassique pour ensuite suivre chacun sa propre trajectoire. La collision de l'Inde avec le continent asiatique provoque un énorme plissement montagneux dont fait partie l'Himalaya. Le bloc formé par l'Australie et la Nouvelle-Zélande se serait détaché de l'Antarctique à l'Eocène pour se diriger vers le

nord et rejoindre l'archipel indonésien.

La **conception des translations continentales** est basée sur l'**hypothèse** que les **fonds océaniques** et les **socles continentaux** ont des **constitutions différentes** et forment des **couches différentes**. La plus externe, le socle, ne recouvre pas la totalité du globe terrestre et repose sur la surface libre de la suivante, les fonds océaniques.

Le **point faible** de la théorie de la dérive des continents de **WEGENER** réside dans la **nature du moteur de ces déplacements**. Il compare les continents à des icebergs de **sial** flottant sur le **sima** ce qui impose à ce dernier des propriétés très particulières : il doit être suffisamment fluide pour permettre les déplacements et suffisamment rigide pour opposer une certaine résistance à la dérive et expliquer la formation des chaînes montagneuses. Les forces qui entraînent les continents sont d'origine externe, d'une part, l'attraction du soleil et de la lune provoquent leur translation vers l'ouest (effet de marée), d'autre part, la "*Polfluchtkraft*" (force de fuite loin des pôles), force de gravitation différentielle, les poussent vers l'Equateur.

Dans son édition **de 1929**, **Wegener** fait allusion au rôle possible de **courants de convection dans le sima**. Il est très conscient du problème soulevé par ces forces motrices et de l'insuffisance des solutions proposées.

## 1. Arguments géodésiques

Pour étayer sa théorie, **Alfred WEGENER** fait appel à un certain nombre d'arguments reposant sur des études et des observations contemporaines. Les éditions successives de son ouvrage "*Die Entstehung des Kontinente und Ozeane*" se complètent ainsi grâce à l'apport de nouveaux faits.

Par des **observations géodésiques** réalisées au **début du XX<sup>e</sup> siècle**, **WEGENER** a cru pouvoir mettre en évidence un **déplacement vers l'ouest du Groenland** s'éloignant de l'Europe à une vitesse mesurable. Ces observations reposaient sur la détermination des longitudes de certains points du Groenland à des époques différentes, à l'aide de la méthode des signaux radiotélégraphiques. Des études récentes n'ont malheureusement pas confirmé cette dérive.

## 2. Arguments géophysiques

Une analyse statistique de la topographie du globe terrestre met en évidence **deux altitudes principales**, qui correspondent respectivement aux **fonds océaniques** et à la **surface des continents**. Cette observation correspond à une croûte formée de deux couches, une couche supérieure composée de roches légères (granit) et une couche inférieure composée de roches plus lourdes (basalte, gabbro, péridotite). Cette analyse est confirmée par des variations locales de la constante de gravitation terrestre. De plus, elle est incompatible avec le modèle d'une écorce où le relief résulte de soulèvements et d'affaissements fortuits, ce qui donnerait une courbe de type gaussien (fig. 2)

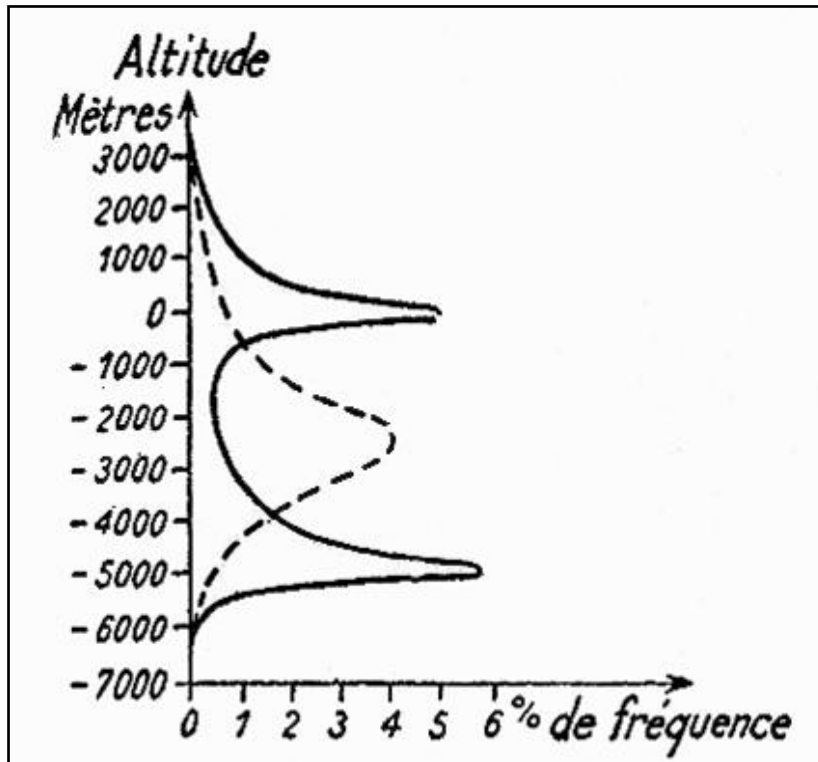


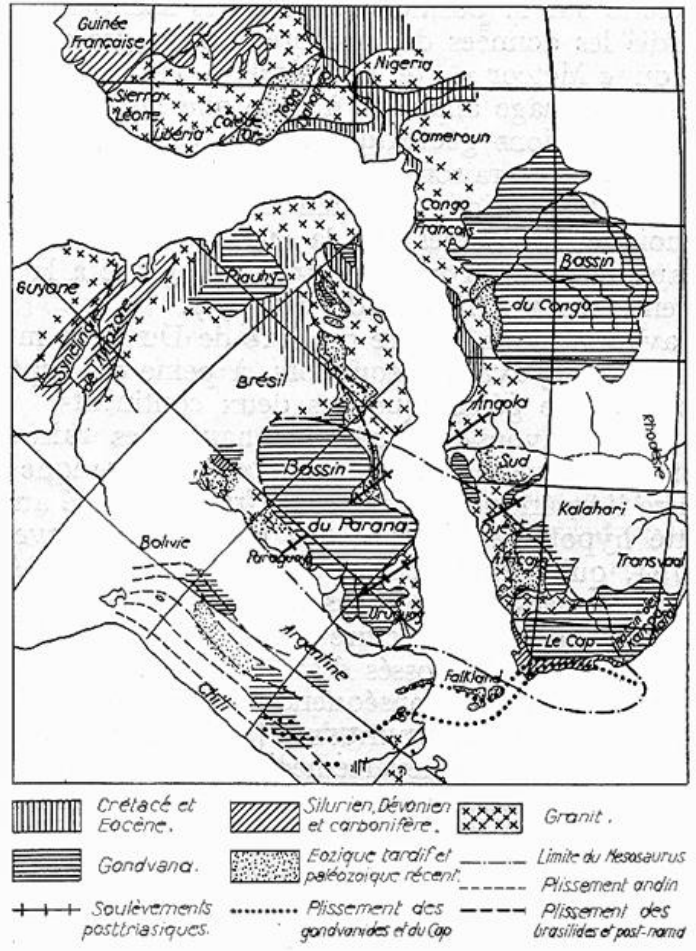
Fig. 2 - Les deux maxima dans la distribution des altitudes à la surface de la Terre (d'après WEGENER, fig. 8, 1929).

### 3. Arguments géologiques

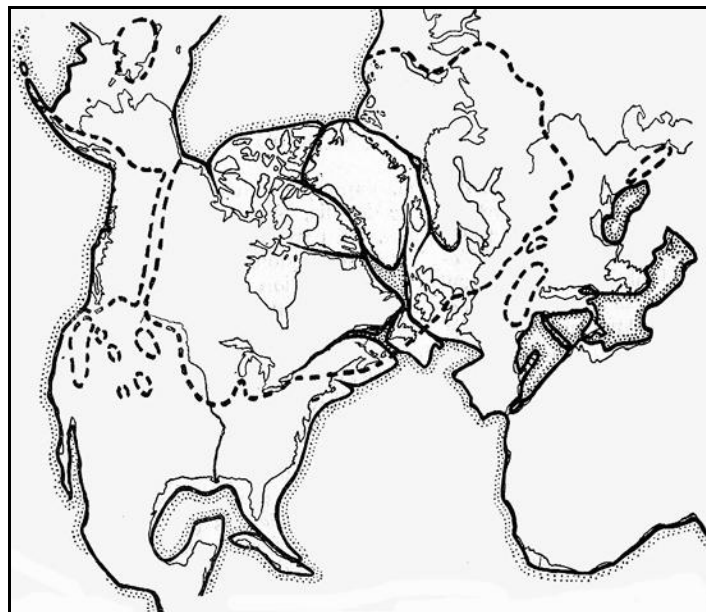
WEGENER fut attiré par les **homologies géologiques** que l'on rencontrait de part et d'autre de l'Atlantique. Ainsi, pour la partie sud, le plissement des chaînes du Cap et des Sierras de Buenos-Aires; l'identité des roches éruptives, des sédiments, des directions structurales et de nombreuses autres particularités des plateaux gneissiques brésilien et africain (fin du Paléozoïque, début du Mésozoïque) (fig. 3).

Quant à l'Atlantique Nord, on retrouve les mêmes plissements armoricain, calédonien et algonkien, en Amérique du Nord, au Groenland et en Europe et des moraines terminales quaternaires en Terre-Neuve, Nouvelle-Ecosse et Europe occidentale (du début à la fin du Paléozoïque) (fig. 4).

WEGENER, sans s'étendre sur le sujet, fait d'autres constatations, notamment dans l'Archipel de la Sonde, l'Inde, Madagascar et l'Australie.



**Fig. 3 - Ancienne position relative de l'Amérique du Sud et de l'Afrique, d'après DU TOIT (d'après WEGENER, fig. 18, 1929).**



**Fig. 4 - Situation de l'inlandsis quaternaire sur la reconstitution correspondant à l'époque antérieure à la séparation de l'Amérique du Nord (d'après WEGENER, fig. 19, 1929).**

#### 4. Arguments paléontologiques et biologiques

Dans ces domaines, se basant sur les nombreux travaux de biologistes et de paléontologues, **WEGENER** constate aussi des **similitudes entre les différents continents**.

Il relève la présence du petit reptile fossile *Mesosaurus* en Afrique du Sud et au Brésil (**fin de l'ère Paléozoïque : 270 Ma**), l'extension de la flore à *Glossopteris* à la fin du Paléozoïque dans les continents du sud, l'identité faunique du Carbonifère européen et nord-américain.

La **répartition d'espèces vivantes** lui sert également de preuve. Il constate une similitude entre les vers de terre d'Amérique du Nord et d'Europe, d'Amérique du Sud et d'Afrique, d'Australie, d'Afrique du Sud, de l'Inde et de Patagonie. Les marsupiaux d'Australie, avant de subir une évolution isolée à partir du début du Tertiaire, présentent des analogies avec les espèces fossiles d'Amérique du Sud, attestant d'une liaison entre ces deux continents.

L'explication acceptée par un grand nombre de savants de l'époque était l'existence de liaisons terrestres temporaires entre les différents continents, des sortes de "ponts" en fait. Mais les arguments géologiques et géophysiques prouvant la non-existence de vestiges de ces anciennes passerelles au fond des océans, il est logique d'accepter la thèse de **WEGENER**.

#### 5. Arguments paléoclimatiques

Actuellement, les **zones climatiques** sont plus ou moins bien définies. On distingue une zone équatoriale pluvieuse. De part et d'autre de celle-ci des zones tropicales de hautes pressions (zones arides et de moussons), ensuite des zones tempérées aux pluies cycloniques et enfin des zones polaires représentés par les calottes glaciaires.

On retrouve les traces d'**anciens climats** dont les plus importantes sont les **tillites**. Les tillites sont des lits de moraines glaciaires reposant sur un soubassement strié de roches. Elles sont la conséquence d'anciennes nappes glaciaires. La distribution de ces dépôts glaciaires carbonifères et permien, dans les différentes parties du Gondwana, de l'Amérique du Sud, de l'Inde et l'Australie, est assez spectaculaire (fig. 5).



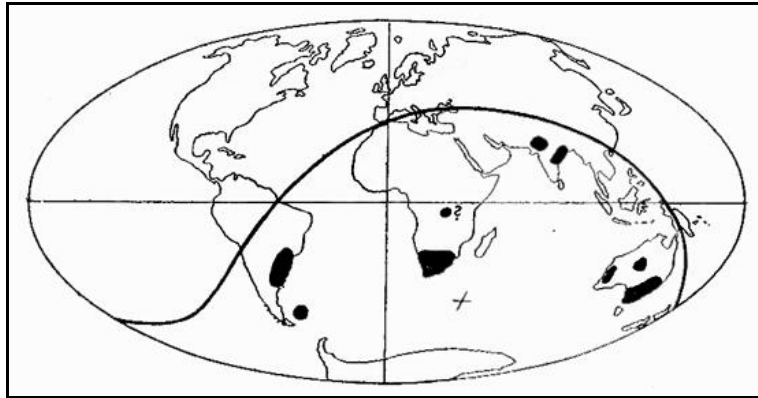


Fig. 5 - Les traces de l'inlandsis permocarbonifère sur les continents actuels (d'après WEGENER, fig. 34, 1929).  
La croix indique la position du Pôle Sud et la courbe en trait gras celle de l'équateur, positions les plus favorables pour l'explication de la glaciation.

Le **charbon** s'est constitué dans des conditions climatiques humides et les couches épaisses sont un argument en faveur d'un **climat tropical à végétation luxuriante**. Là encore, une reconstitution de la Pangée montre que les gisements de l'est des Etats-Unis, de l'Europe et de la Chine s'alignent sur une ceinture équatoriale à  $90^\circ$  du centre d'une importante masse glaciaire (fig. 6).

Les dépôts de **sel** et de **gypse**, quant à eux, certifient l'existence d'un **climat aride**.

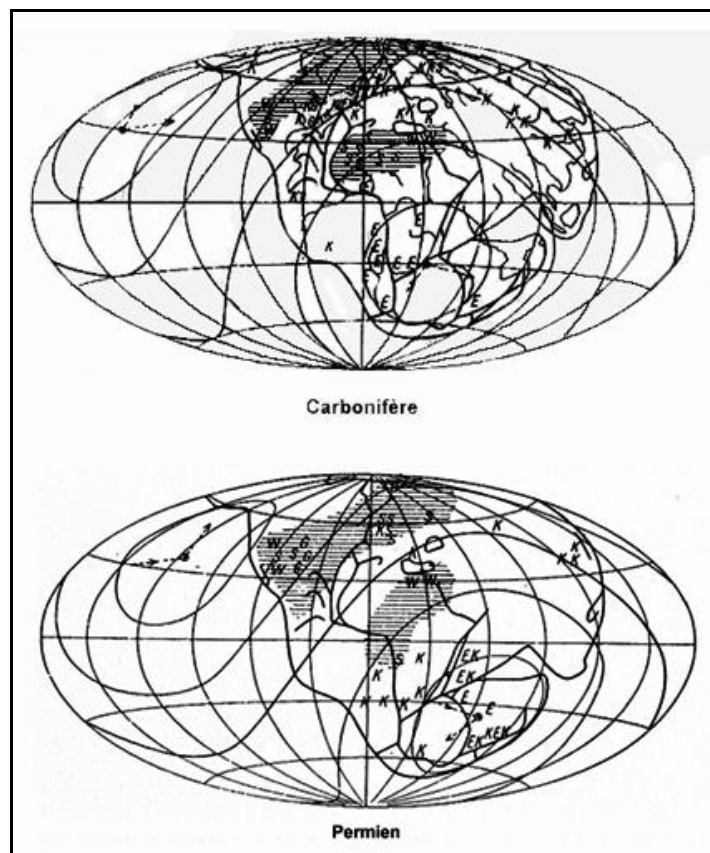


Fig. 6 - Les zones climatiques du Carbonifère et du Permien.  
Les hachures représentent les zones arides. C = charbon; GI = glace; D = grès désertiques; S = sel; Gy = gypse.  
(Tiré de WEGENER, fig. 35-36, 1929).

## 6. Accueil de la théorie de Wegener

A la fin de la première guerre mondiale, lorsque la première édition de "*Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*" parut, la **théorie** de **WEGENER** connu un grand retentissement dans le monde scientifique. Son livre fut traduit en plusieurs langues.

En Allemagne **WEGENER** eut peu de défenseur, à cause de l'opposition des deux géologues de renom **H. CLOOS** et **H. STILLE**. En Angleterre, un congrès de géologues, **en 1922**, donne lieu à un débat sur la dérive des continents. L'issue des discussions reste indécise. Aux USA, le géologue **VAN DER GRACHT**, partisan de la théorie des translations continentales, organise, à New York, un symposium de "l'American Association of Petroleum Geologists" **en 1928**. Il rencontre une opposition farouche de la part de ses collègues, au point que **pendant 40 ans**, cette théorie n'eut plus droit de cité aux Etats-Unis.

Les conceptions de **WEGENER** sont connues en France **depuis 1922** grâce à un article du géologue suisse **Elie GAGNEBIN**. Un débat a lieu **en 1923** à la Société géologique de France. L'ensemble des participants est peu favorable aux idées de **WEGENER**, ils restent fidèles aux anciennes conceptions des "ponts continentaux". **Pierre TERMIER**, géologue parmi les plus importants de l'époque, sera un critique sévère.

Si, les premières années, l'accueil fut, dans l'ensemble, plus ou moins favorable, **à partir de 1925**, on assiste à une opposition entêtée. La théorie géophysique "orthodoxe" se maintiendra jusque dans les **années 1960**. **Deux événements** importants jouent un rôle majeur dans cette opposition.

D'abord, la **publication d'un traité** d'**Harold JEFFREYS** de l'Université de Cambridge, "*La Terre*", dans lequel il attaque la nature des forces créant le déplacement des continents. La terre est trop résistante pour se laisser déformer par des forces liées aux marées et à la "*Polflucht*". De plus, si ces forces sont suffisamment puissantes pour déplacer les continents, elles arrêteraient la rotation de la terre en un an !

Le deuxième événement est le **symposium** de l'*American Association of Petroleum Geologist*, **de 1928**, dont nous avons parlé précédemment.

Toutefois, **Alfred WEGENER** aura quelques partisans, dont les plus illustres sont **Arthur HOLMES**, un géologue anglais, et **Alexander DU TOIT**, un sud-africain. Tous deux étayeront l'hypothèse de **WEGENER** en éliminant les arguments les plus faibles et en apportant de nouvelles preuves. Ils proposeront un **mécanisme moteur** beaucoup plus plausible.

D'après **HOLMES**, le mouvement des continents est dû à des **courants de convections** au sein du manteau terrestre. Sans être entièrement satisfaisante cette hypothèse réduit à néant les critiques de **JEFFREYS**.

**Du Toit** est frappé par l'extraordinaire ressemblance entre la géologie paléozoïque et mésozoïque de l'Afrique du Sud et celle de l'est de l'Amérique du Sud. Dans son livre "*Our wandering continents*", paru **en 1937**, il avance l'hypothèse d'une **séparation de la Pangée initiale en deux supercontinents nord et sud**, la Laurasia et le

Gondwana, séparés, depuis la fin du Paléozoïque, par la Téthys. Ces supercontinents ont, depuis, connu une histoire indépendante.

Malgré ce rejet presque systématique, quelques géologues firent preuve de discernement, comme **Marcel ROUBAULT**, professeur à l'Université de Nancy, qui, **en 1949**, dans son livre "*La genèse des montagnes*", n'hésite pas à écrire, après avoir passé en revue les objections faites à l'hypothèse de la dérive des continents :

*Et pourtant, après mûre réflexion, je pense que la théorie de WEGENER recèle une grande part de vérité."*

" Et de continuer quelques lignes plus loin :

*"Elle mérite infiniment mieux que l'accueil boudeur et les discussions réticentes réservées à cette hypothèse par certains savants, trop visiblement réfractaires à des idées révolutionnaires."*

Mais il faudra attendre l'exploration de nouveaux domaines d'investigation, paléomagnétisme, études des fonds océaniques..., dans les **années 1960**, pour que la théorie des déplacements continentaux renaisse de ses cendres.

## **VI. BIBLIOGRAPHIE**

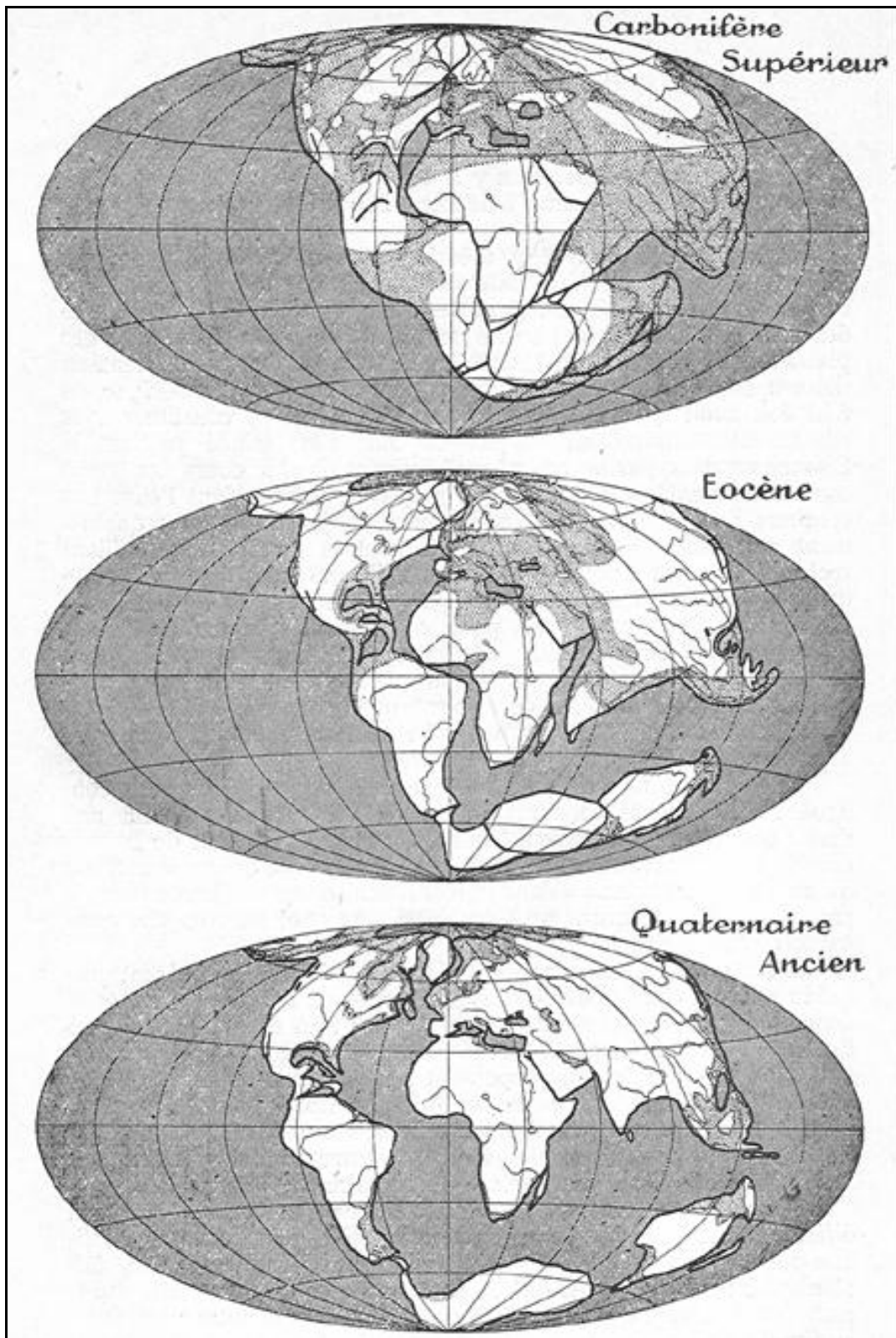
**BUFFETAUT E.** (1980) - *Alfred Wegener et la théorie de la dérive des continents : un aperçu historique* - in *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, t. LXVII, fasc. 4, 4<sup>e</sup> trim., pp. 7-19.

**DUCARME B.** (1981) - *De la dérive des continents à la tectonique des plaques* - Editions du G.E.S.T., Bruxelles.

**HALLAM A.** (1973) - *A Revolution in the Earth Sciences* - Editions du Seuil, 1976, pour la traduction française.

**HALLAM A.** (1977) - *Alfred Wegener et l'hypothèse de la dérive des continents* - in *Pour la Science*, numéro hors série, pp. 39-50.

**WEGENER A.** (1937) - *La genèse des continents et des océans* - Librairie Nizet et Bastard, Paris.



Reconstitution du globe à trois époques géologiques d'après la théorie des translations continentales.

Parties hachurées : zones abyssales; partie en pointillé : mers épicontinentales.

Les contours actuels des continents et le tracé des fleuves indiqués seulement comme point de repère. Le réseau des méridiens et parallèles est arbitraire, la position de l'Afrique est la position actuelle.

(d'après WEGENER, fig. 4, 1929)