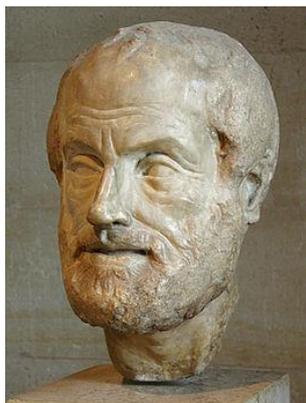


La dérive des continents – naissance d'une idée

Aristote (384-322 av. J.-C.) – le catastrophisme face au fixisme



Depuis Aristote (384-322 av. J.-C.), on croyait que la Terre s'était formée par une série de grandes catastrophes, en un laps de temps très court, et qu'elle avait ainsi acquis la physiologie qu'on lui connaît aujourd'hui. Nous appelons cette vision de la formation de la Terre le catastrophisme, une théorie qui, avec le créationnisme et le fixisme, va dominer les esprits pendant de nombreux siècles et même encore parfois de nos jours. Le fixisme est la croyance qui s'oppose aux théories de l'évolution déjà évoquée par Lucrèce (98-54 av. J.-C.) dans l'Antiquité. Elle va de pair avec le créationnisme qui veut que toutes les espèces vivantes ainsi que la Terre, aient été créées telles quelles par Dieu. Le fixisme est le premier grand paradigme (un paradigme est une représentation du Monde selon un modèle cohérent) qui régnera jusqu'au début du XXe siècle.

Cartographie et contours des côtes – Martin Waldseemüller, cartographe allemand (1507)



Dans le courant du XVIe siècle, les cartes géologiques de l'Atlantique ont été affinées et furent ensuite suffisamment précises pour que les esprits curieux et éveillés à la découverte remarquent un certain parallélisme dans le tracé des côtes de part et d'autre de l'Atlantique et tentent d'en trouver l'explication.

Francis Bacon et la complémentarité des continents (1620)



Francis Bacon (1561-1626) était un philosophe britannique. Il avait remarqué la complémentarité des continents. Il s'était servi de cartes imprimées dès 1507 et qui indiquaient déjà l'Amérique. Il avait alors fabriqué le premier planisphère utilisant la projection de la sphère terrestre en fuseaux.

François Placet (1668)

LA
CORRUPTION
DU GRAND ET PETIT
MONDE.

Où il est traité des changements funestes arrivés en tout l'Univers & en la Nature humaine depuis le péché d'Adam.

Par le P. F. ANTOINE PLACET,
Religieux de l'Ordre de Prémonstré,
et Prêtre de Bellay.



C'est dans un mémoire intitulé "la corruption du grand et du petit monde, où il est montré qu'avant le déluge, l'Amérique n'était point séparée des autres parties du monde", que Placet propose qu'avant le déluge il n'y avait qu'un seul bloc continental et que c'est par effondrement au centre de ce bloc que l'Atlantique a été créé et qu'il en est résulté deux blocs séparés. Aujourd'hui encore, on trouve de "savants traités", se présentant comme répondant à la démarche scientifique, venant à la défense de cette légende !

James Hutton et l'uniformitarisme (1750-1760)



James Hutton (1726-1797) s'oppose au catastrophisme et tente de démontrer que les processus géologiques sont beaucoup plus lents que ce que propose le catastrophisme et qu'ils se font de manière beaucoup plus lente. Il propose que l'échelle des temps géologiques soit changée car, selon lui, la Terre est bien plus vieille que quelques millions d'années.

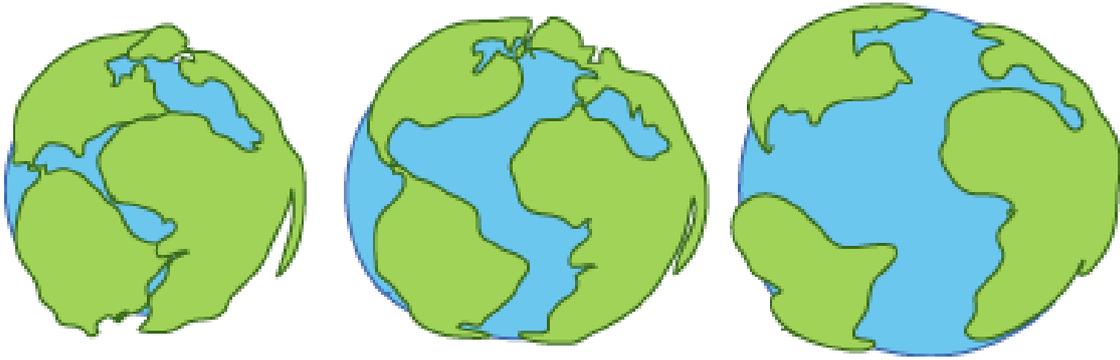
Lyell et l'uniformitarisme (1830-1833)



Charles Lyell (1797-1875) est un géologue britannique. Il adhère aux théories de Hutton et popularise l'uniformitarisme grâce à la publication de ses "Principes de géologie". Pour lui, comme pour Hutton, la Terre a été façonnée lentement sur une très longue période de temps par des forces toujours existantes.

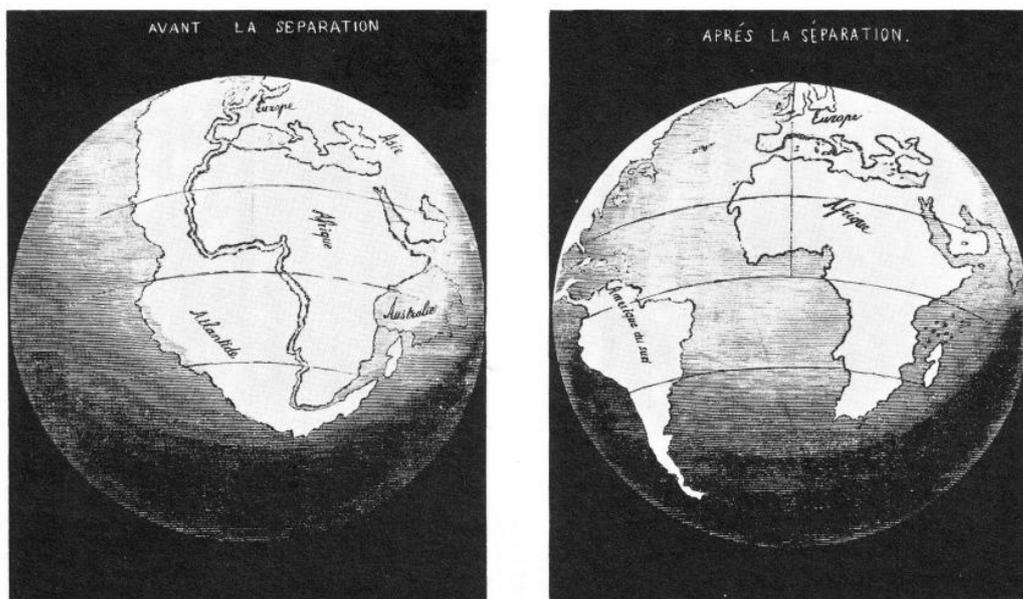
Malgré tout, la communauté scientifique continue, au XIXe siècle, de croire en la pérennité des mers et des continents.

Hugh Owen (1857)



Selon le docteur Owen et la petite poignée de scientifiques qui partagent ses vues, les continents s'éloignent les uns des autres parce que la Terre enflé du fait de sa chaleur interne ; son volume était comparable à la fin de l'ère primaire à celui de la planète Mars ; la Pangée couvrait alors la presque totalité du Globe et la Panthalassa n'existait pas et n'a jamais existé...

Antonio Snider-Pellegrini (1858)



Deux siècles après Placet, le catastrophisme garde toujours ses droits. Snider-Pellegrini (1802-1885) parle de séparation et de dérive dans son livre intitulé "La création et ses mystères dévoilés ". Selon lui les continents se sont formés avant le déluge (l'archétype de la catastrophe !), en un seul bloc, du même côté de la terre, à partir d'un bloc de roche en fusion. Le déluge a mis fin à l'état d'instabilité de ce bloc en le refroidissant. Une gigantesque rupture s'est alors produite, entraînant la séparation des Amériques et du Vieux Monde.

George Darwin (1879)



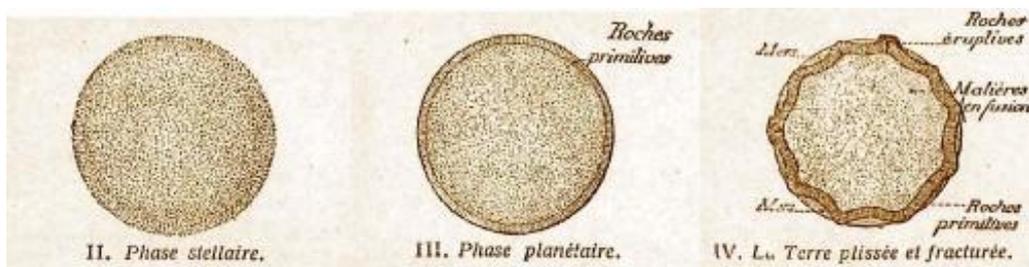
Le second fils de Charles Darwin, George Darwin (1845-1912), parle lui aussi de mobilité des continents tout en étant catastrophiste : à une époque très reculée, la lune a été arrachée à la terre, y laissant la gigantesque cicatrice du Pacifique. Ce grand vide a alors entraîné une fragmentation de la croûte granitique refroidie et un glissement latéral des masses continentales.

Eduard Suess – le paradigme de la pomme ridée (1885-1901)



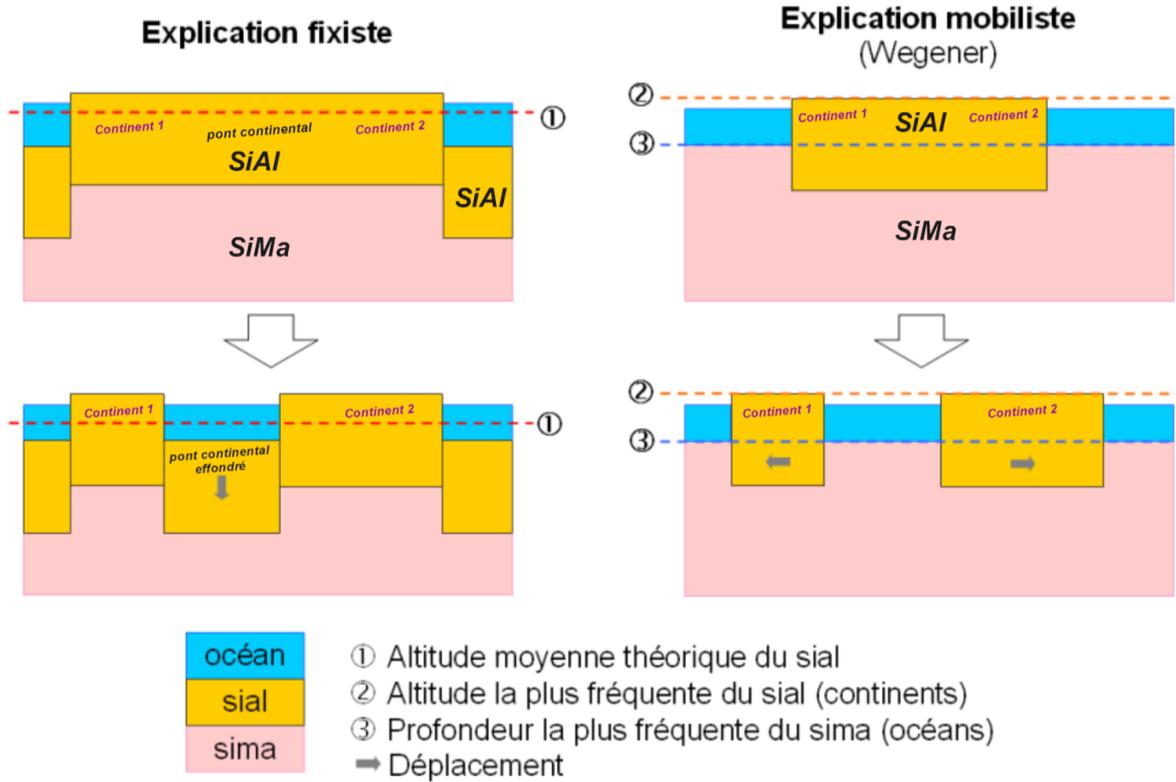
Eduard Suess, un géologue autrichien (1831-1914) constate des analogies troublantes de faunes et de flores fossiles entre des régions aujourd'hui séparées par des océans. Il émet alors l'hypothèse d'une réunion de ces continents en un seul super-continent qui nomme Gondwana. Selon lui, les bassins océaniques qui les séparent aujourd'hui résultent d'enfoncements de l'écorce terrestre qui ont permis l'invasion par la mer. Il est à l'origine du paradigme de la pomme ridée : théorie de contraction thermique de la Terre.

Le paradigme de la pomme ridée veut que, telle une pomme qui se ride en se desséchant, notre planète se serait plissée en refroidissant lentement, diminuant de volume et créant ainsi des chaînes de montagnes et des continents, le reste étant envahi par l'eau.



Suess prolonge sa théorie en proposant la théorie des ponts continentaux qui permet de comprendre que des fossiles semblables soient retrouvés de part et d'autre de continents actuellement très éloignés. En effet, les deux continents auraient été reliés par un pont continental qui se serait effondré, formant ainsi les océans. Cette théorie permettait à l'époque d'abonder dans le sens de la fameuse « disparition de l'Atlantide », mythe illustré par le dessin de la première page présentant l'Isula Atlantis au centre de l'Océan Atlantique. Deux théories s'affrontent : la théorie des ponts continentaux et la théorie de la dérive qui sera soutenue par Wegener. Suess considère également que les

continents ont une densité de 2,8 et sont riches en Silicium et Aluminium (SiAl) et qu'ils flotteraient sur les océans composés de Silicium et Magnésium (SiMa) d'une densité de 3,3.



Bernard Brunhes (1905)



Antoine Joseph Bernard Brunhes (1867-1910) a été le premier à mettre en évidence en 1905 le phénomène d'inversion du champ magnétique de la Terre, en observant des roches volcaniques (coulées de lave) du Massif central qui conservent la mémoire de la direction du champ magnétique datant de l'époque de ces coulées.

Frank Bursley Taylor (1910)



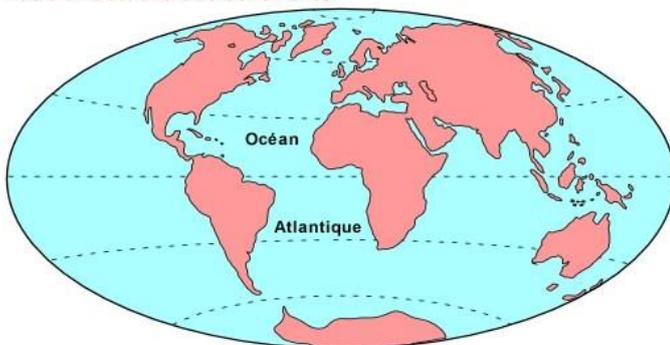
Frank Bursley Taylor (1860-1938) fut le premier, en 1910, 5 ans avant Wegener, à formuler l'hypothèse que l'Atlantique a été formé par la séparation de deux masses continentales qui ont dérivé lentement l'une par rapport à l'autre. Taylor a fondé son hypothèse sur la similitude du tracé des côtes de part et d'autre de l'Atlantique, mais aussi sur le fait qu'on retrouve des chaînes de montagnes sur les marges continentales opposées aux marges atlantiques, comme par exemple les Rocheuses en Amérique du Nord et les Andes en Amérique du Sud. Ces chaînes se seraient formées par un effet de "bulldosage" causé par la dérive des continents. Mais la démonstration de Taylor est apparue trop compliquée et n'a pas réussi à convaincre ses contemporains.

Alfred Lothar Wegener (1912)

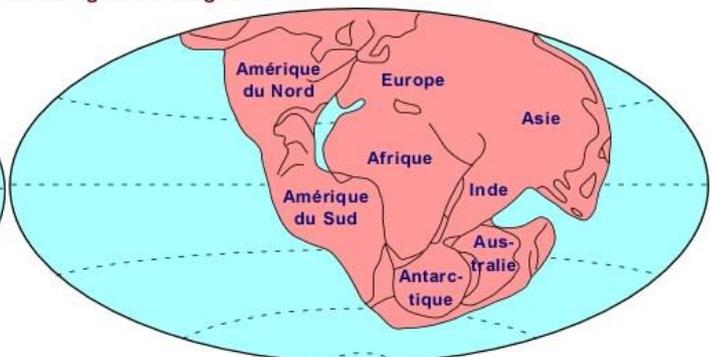


Alfred Wegener est né à Berlin en 1880. Fils de pasteur protestant, il fait ses études aux universités d'Heidelberg, d'Innsbruck et de Berlin et obtient un doctorat en astronomie. En même temps, il est fasciné par une nouvelle science, la météorologie. Il apprend le maniement des cerfs-volants et des ballons utilisés pour l'étude des conditions climatiques. Il s'adonne à un conditionnement physique rigoureux par de longues marches, le patin et le ski. En 1906, il bat le record du monde d'endurance avec un vol de 52 heures. Au cours de la même année, son rêve se réalise ; il participe à une expédition danoise en recherche météorologique dans le nord-est du Groenland. Il sera par la suite professeur-assistant de météorologie à l'université de Marburg et publie un traité sur la thermodynamique de l'atmosphère. Une deuxième expédition au Groenland a lieu en 1912. Il part avec J.P. Koch, un danois, pour entreprendre et réussir la plus longue traversée de la calotte glaciaire. Au retour, il devient directeur du Département des Recherches Météorologiques de l'observatoire de la Marine de Hambourg. C'est en 1915 qu'il publie sa théorie de la dérive des continents qui rencontre beaucoup d'opposition. En 1924, on lui offre la chaire de météorologie et de géophysique de l'université de Graz, en Autriche, où ses idées y sont mieux accueillies qu'à Hambourg. Il meurt au cours d'une troisième expédition au Groenland en 1930.

Position actuelle des continents



La Pangée de Wegener



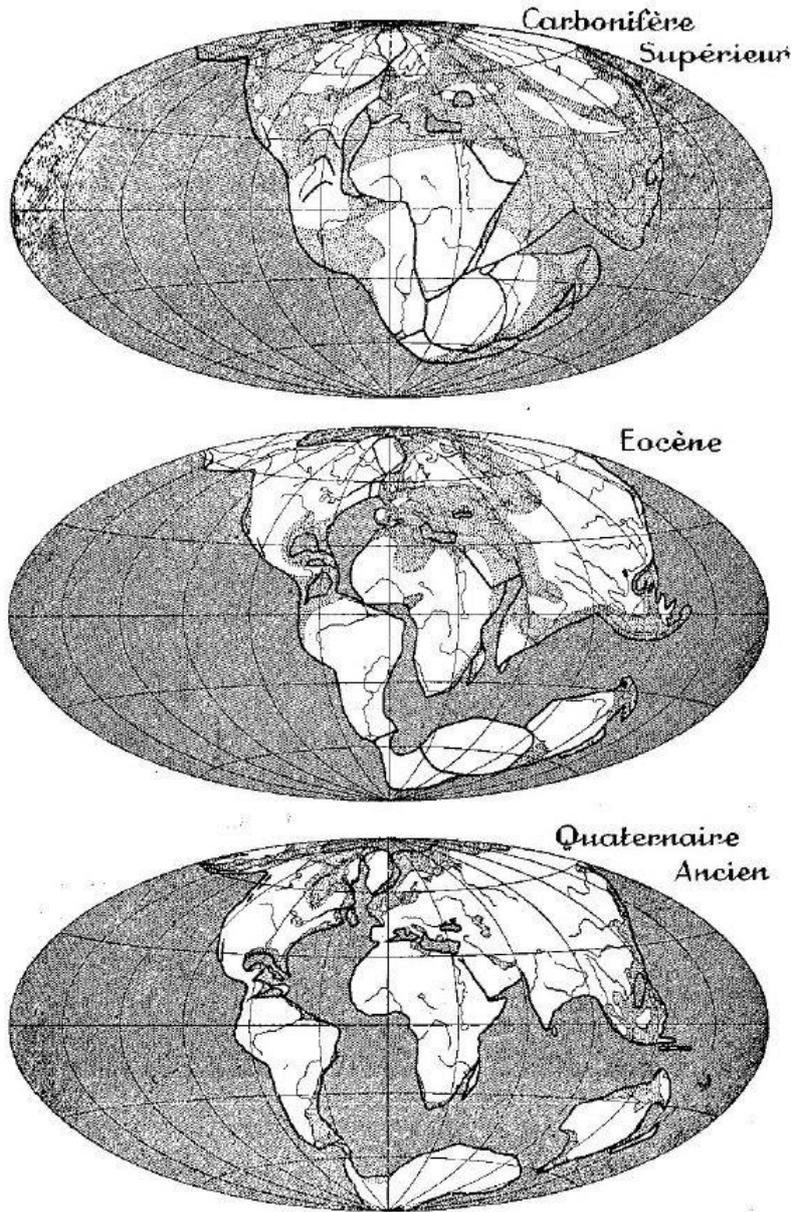


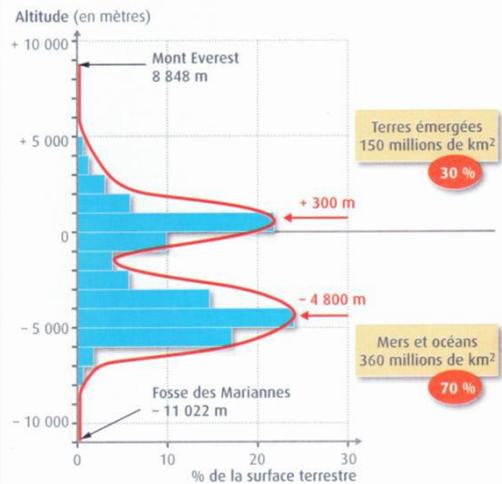
Fig. 1. La carte du globe à 3 époques de l'histoire géologique selon la théorie des translations continentales.
 En hachures : domaines abyssaux ; ponctué : mers épicontinentales. Les contours actuels des continents et le tracé des fleuves ont été indiqués uniquement comme points de repère.

A. Wegener

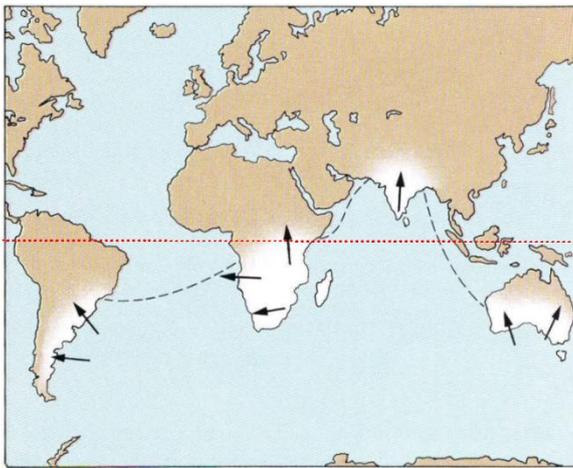
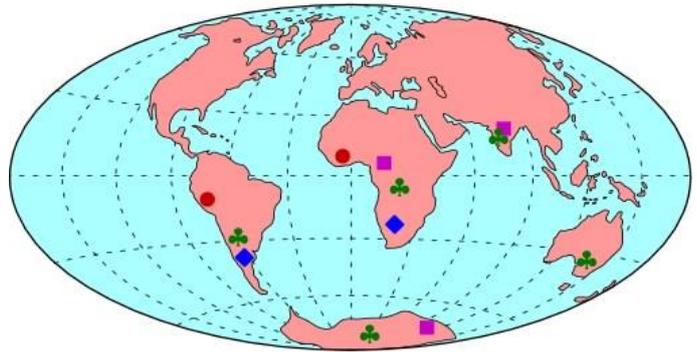


« La statistique des surfaces terrestres de même altitude met en lumière le fait curieux que l'écorce du globe présente deux niveaux nettement prédominants entre lesquels les surfaces d'altitude moyenne sont une minorité. De ces deux altitudes, la plus élevée répond aux aires continentales, la plus basse aux domaines abyssaux. Pour s'en rendre compte, il suffit de diviser la surface du globe en kilomètres carrés et de classer ces derniers par rang d'altitude. En portant en abscisses les surfaces et en ordonnées les altitudes on obtient une courbe connue sous le nom de courbe hypsographique. »

A. Wegener, *La genèse des continents et des océans*, 1924.

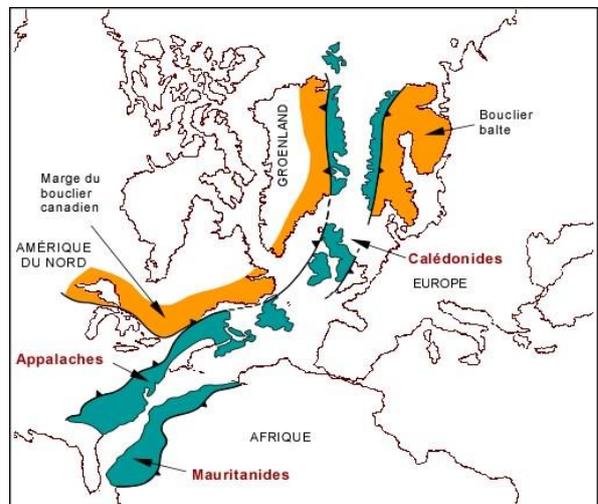
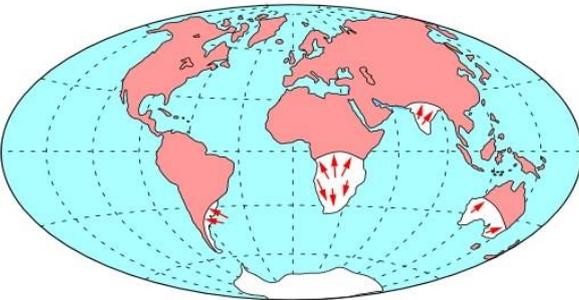


- **Cynognathus**: reptile prédateur terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ◆ **Mesosaurus**: petit reptile de lacs d'eau douce, il y a 260 Ma
- **Lystrosaurus**: reptile terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ♣ **Glossopteris**: plante terrestre d'il y a 240 Ma

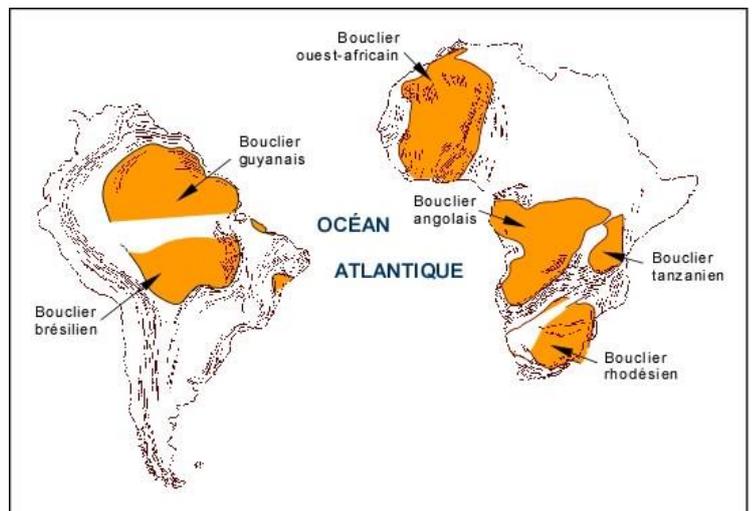


On observe, sur certaines portions des continents actuels, des marques de glaciation datant d'il y a 250 millions d'années, indiquant que ces portions de continents ont été recouvertes par une calotte glaciaire. Il est plus qu'improbable qu'il ait pu y avoir glaciation sur des continents se trouvant dans la zone tropicale (sud de l'Afrique, Inde). De plus, il est anormal que l'écoulement des glaces, dont le sens est indiqué par les flèches, se fasse vers l'intérieur d'un continent (des points bas vers les points hauts ; cas de l'Amérique du Sud, de l'Afrique, de l'Inde et l'Australie). Cette répartition actuelle des zones glacées n'est donc pas cohérente.

→ sens d'écoulement de la glace

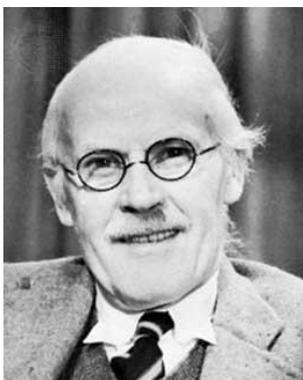


Les trois chaînes de montagnes, Appalaches (Est de l'Amérique du Nord), Mauritanides (nord-ouest de l'Afrique) et Calédonides (Iles Britanniques, Scandinavie), aujourd'hui séparées par l'Océan Atlantique, ont des structures géologiques identiques et elles se sont formées en même temps entre 470 et 350 Ma. La carte ci-dessous montre la répartition des blocs continentaux (boucliers) plus vieux que 2 Ga (milliards d'années) selon la géographie actuelle.



La théorie de Wegener fût dans un premier temps ignorée, puis en 1922 la théorie de la dérive des continents fut violemment rejetée par une majorité de la communauté scientifique. Les raisons de ce rejet sont multiples, certains sont basés sur des faits scientifiques et rationnels d'autres beaucoup moins.

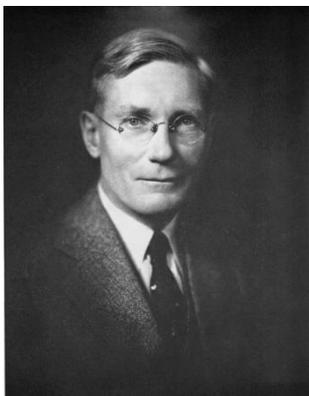
- La première raison de rejet fût de dire que Wegener n'expliquait pas ce qui se passait au fond des océans.
- La deuxième raison est la théorie des ponts continentaux, qui était bien ancrée dans la communauté scientifique (voir schéma de Haug). Cette théorie des ponts continentaux était complétée par la théorie de l'effondrement (où une partie d'un continent, c'était effondré pour donner naissance à un océan).
- La complémentarité partielle des côtes de l'Atlantique, en particulier dans l'Atlantique Nord. La correspondance des côtes n'étant que le fruit du hasard.
- Le métier de Wegener. Il était météorologiste, il ne pouvait donc rien connaître à la géologie.
- Les mécanismes responsables de la dérive des continents. À l'époque il a été démontré que la Terre est un milieu solide. Par conséquent, pour que les continents dérivent il faudrait une force considérable. Wegener n'a aucune idée de l'origine de la force responsable de la dérive des continents. Il suppose que la dérive est due à la force de Coriolis. Wegener explique que si le SIMA est visqueux alors une petite force appliquée pendant des milliers d'années pourrait déplacer un continent. Harold Jeffreys (physicien) démontrera que les calculs de Wegener sont faux. Il sera l'un des plus farouches opposant à Wegener et responsable de l'abandon de la théorie de Wegener en 1930.
- La dérive des continents suppose l'existence d'un liquide visqueux (le SIMA), or à l'époque la propagation des ondes sismiques démontre que la lithosphère est solide, ce n'est donc pas possible.



Harold Jeffreys, un géophysicien anglais critique ardemment la théorie proposée par Wegener avec 2 arguments majeurs :

« L'intensité des forces supposées est bien trop faible, la résistance du manteau bien trop forte pour permettre un déplacement appréciable des continents. » Il calcule que les forces supposées ont une amplitude $2,5 \cdot 10^5$ fois trop faible pour mouvoir et déformer les blocs continentaux et pour lui la théorie des translations est « out of the question ».

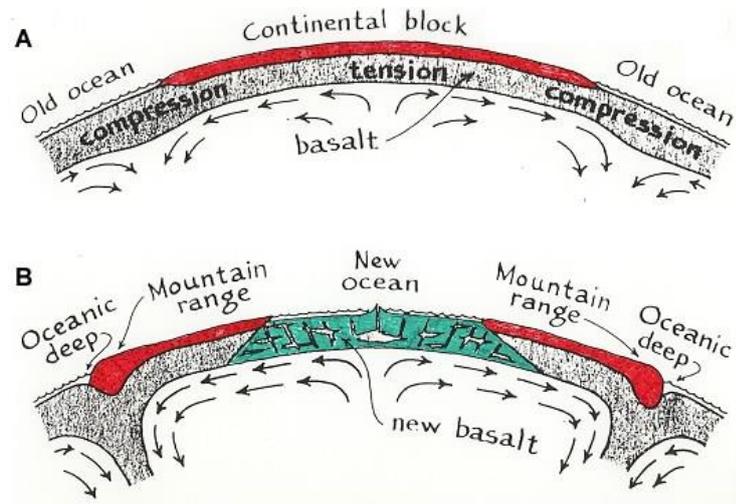
Il considère de plus que l'ajustement des continents qui bordent l'Atlantique est très approximatif.



De son côté, R.T. Chamberlin rédige en 1928 un ouvrage « Some of the objection to Wegener's theory » dans lequel on peut lire : « Si nous croyons l'hypothèse de Wegener, nous devons oublier tout ce que nous avons appris dans les soixante-dix dernières années et retourner sur les bancs de l'école ».



Le principal véritable point faible de la théorie de Wegener est le moteur des mouvements des continents. Arthur Holmes, un géologue écossais propose en 1928 un moteur aux déplacements des continents en accord avec la théorie de Wegener. Selon lui, le manteau terrestre serait animé de courants de convection très lents ayant pour origine la chaleur libérée par la désintégration des éléments radioactifs. Ces courants seraient à l'origine des déplacements horizontaux des continents en surface.



Modèle de Holmes, 1928...rejeté lui aussi.

Le modèle proposé par Holmes n'emporte pas l'adhésion immédiate du monde scientifique. L'hypothèse de Wegener n'est pas validée mais reste envisageable en raison du comportement visqueux de la Terre.



Alexander Du Toit, un géologue sud-africain 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 le rejet presque systématique de Wegener, 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.