

Chapitre 1

La tectonique des plaques ou l'histoire d'une théorie

I) L'ancienne théorie géologique

Le catastrophisme

Les anciens avaient une conception **fixiste**
de la surface de la Terre

Depuis Aristote, 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 physionomie qu'on lui connaît aujourd'hui.



Théorie du catastrophisme

Elle va dominer les esprits jusqu'au 19^{ième} siècle.

L'exclusivité des mouvements verticaux

Au début du XXe siècle la théorie à la mode est celle du refroidissement du globe : "La théorie de la pomme cuite" (E. de Beaumont).

La Terre, initialement en fusion, continue à se solidifier et à se contracter. Au cours de ce processus, les éléments lourds tels les métaux tombent vers le noyau. D'autres plus légers, comme le silicium et l'aluminium, remontent vers la surface et forment en se refroidissant l'écorce terrestre.

Comme la Terre n'a de cesse de se contracter, son écorce tend à se friper à l'image d'une pomme qui se ratatine. Ces rides de surface donnent lieu aux chaînes montagneuses et aux bassins océaniques. Les océans correspondent à de vastes bassins d'effondrements et selon cette théorie un continent peut être englouti ou bien naître d'un océan.

Cependant, on note au cours des siècles précédents et durant le 19^{ième} des écrits novateurs.

François Placet (1668). C'est dans un mémoire intitulé "La corruption du grand et du petit monde". Il 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.

Francis Bacon (1720). Il est frappé par les **formes complémentaires des contours côtiers**, principalement entre l'Afrique et l'Amérique, révélées par la meilleure connaissance de la géographie de la Terre.

Antonio Snider-Pelligrini (1858). Selon lui, les continents se sont formés avant le déluge en un seul bloc, du même côté de la terre, à partir d'un bloc de roches 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 **parle lui de mobilité des continents**. A 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**.



II) Les apports de Wegener

Alfred Wegener (1880 – 1930) n'est pas un géologue, il est météorologue de formation.

Théorie publiée en 1915 : « L'origine des continents et des océans ».

2.1) Les incohérences repérées par Wegener

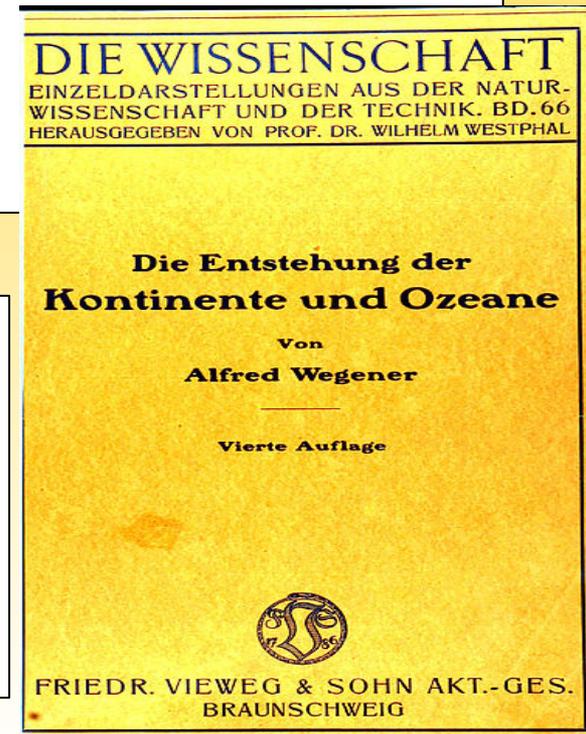
- 1 La répartition des chaînes montagneuses n'est pas uniforme
- 2 Les isohypses et isobathes ne sont pas distribués aléatoirement
- 3 L'effondrement n'explique en rien la similitude
- 4 La composition minéralogique des roches

Voyage au Groenland en 1912 : il observe la fissuration de la banquise = déclic ?

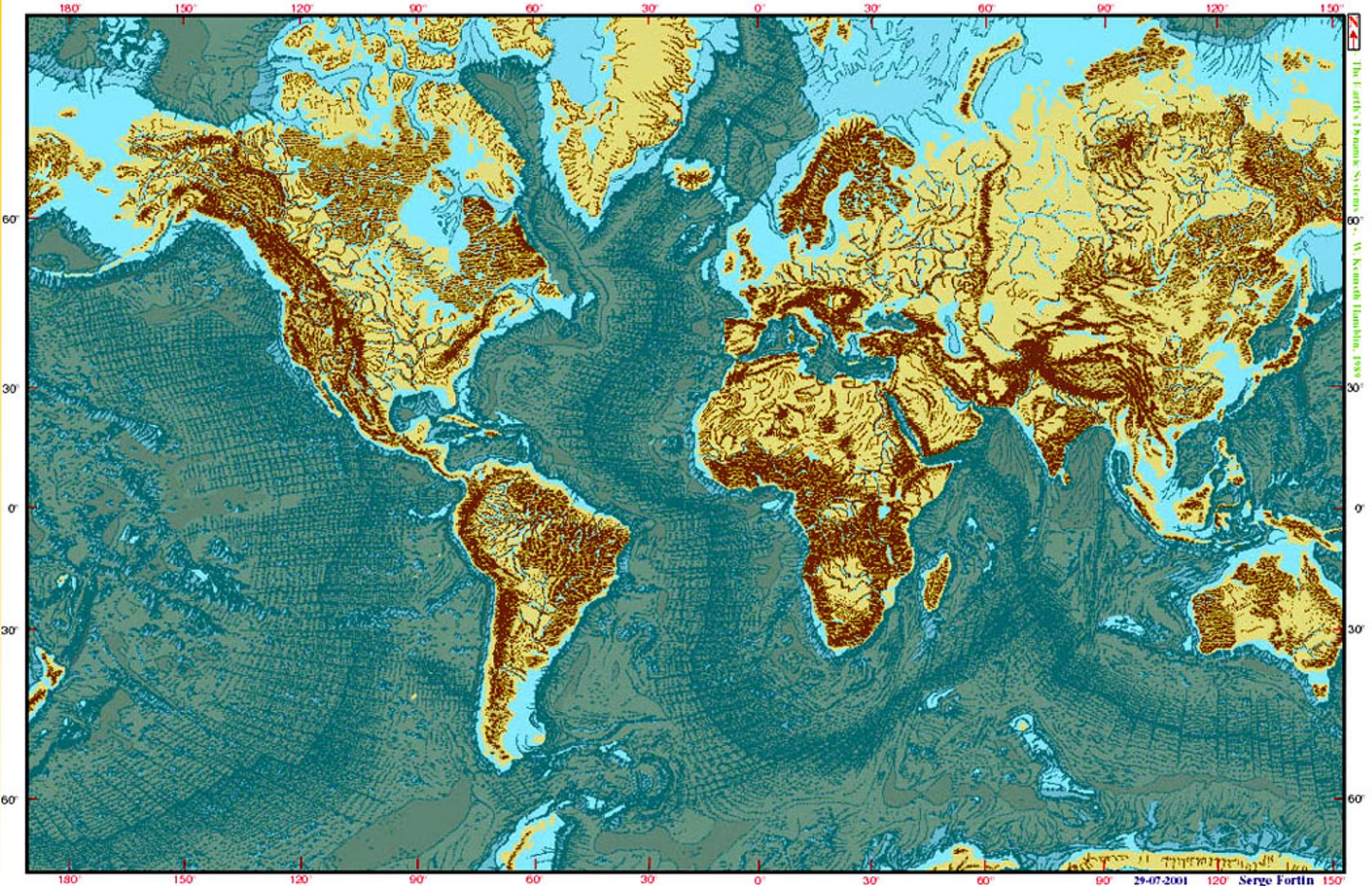
En 1915 il publie

« L'origine des océans et des continents »

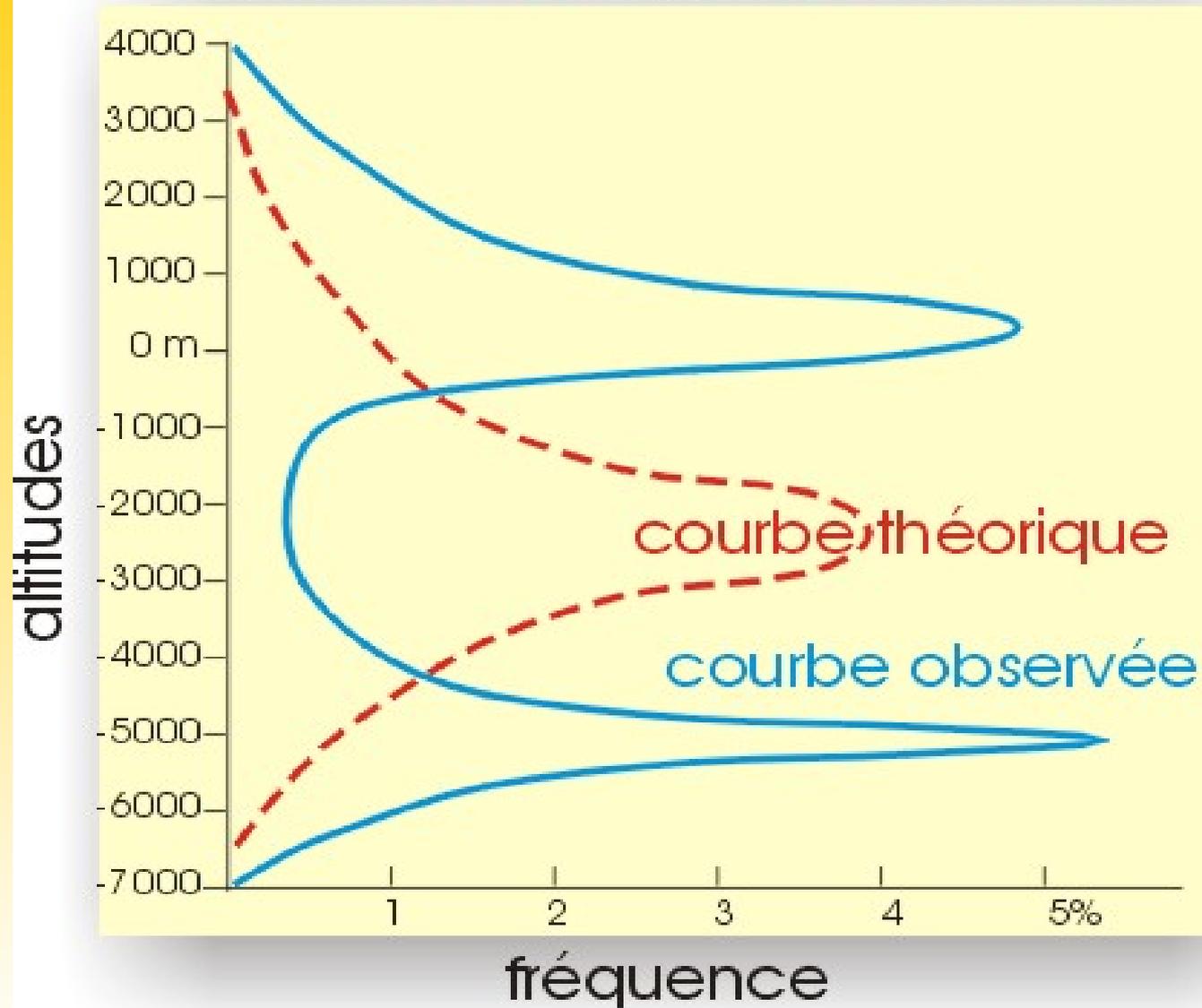
Origine de la théorie dite de **la dérive des continents**



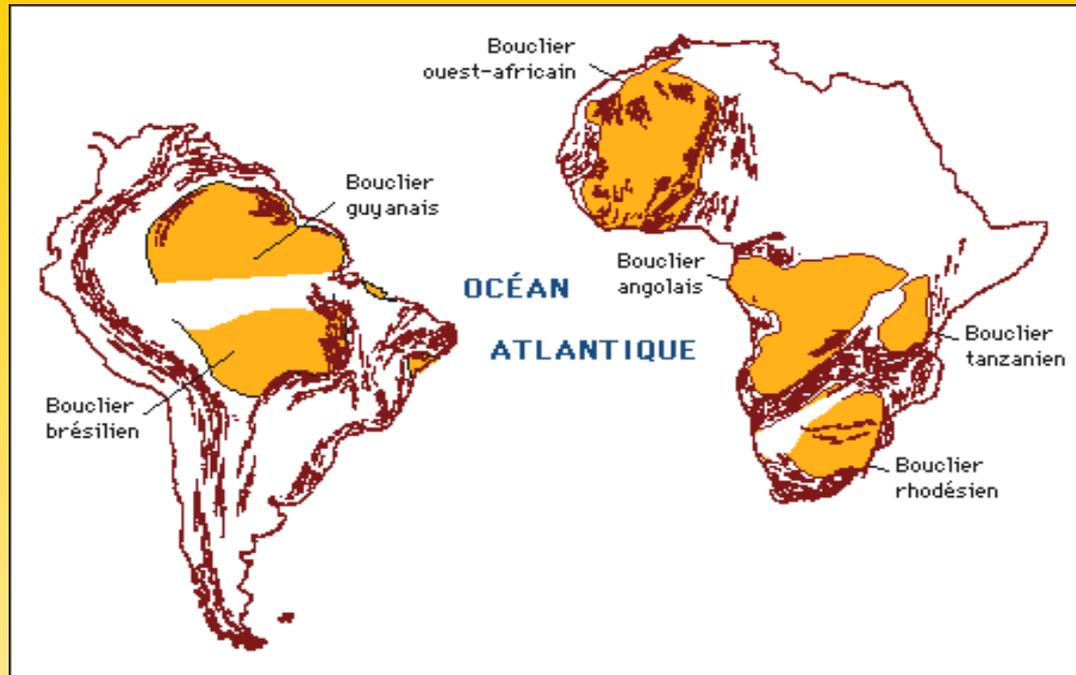
Le relief de la Terre



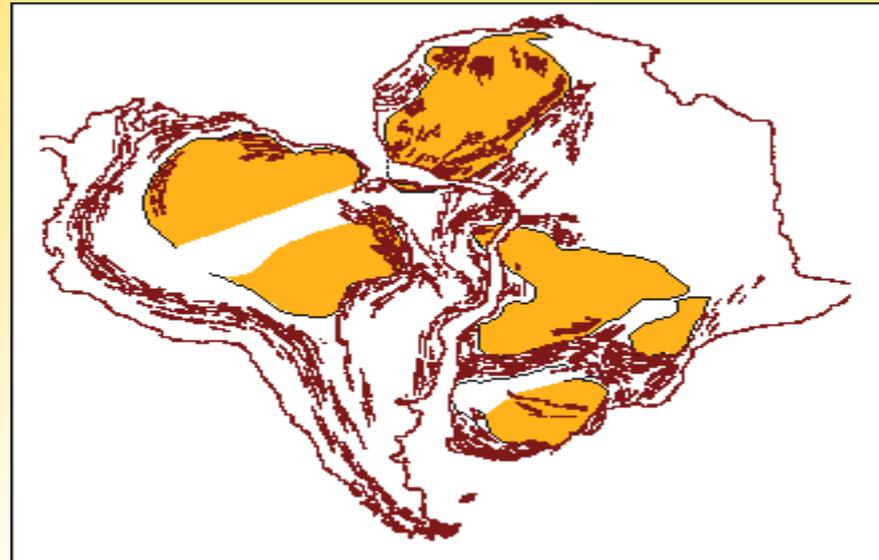
distribution des altitudes terrestres



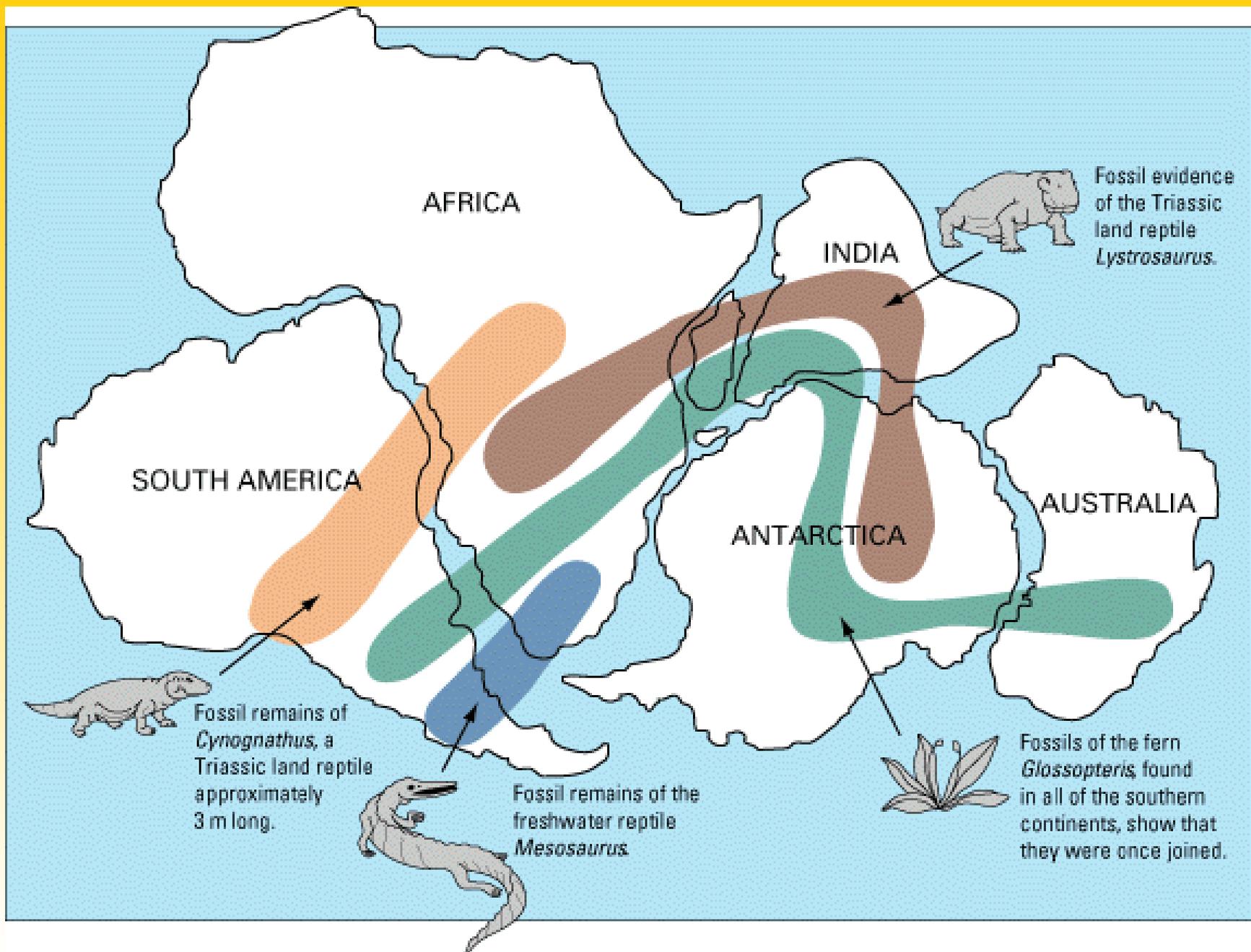
Des blocs géologiques concordants



La solution de Wegener

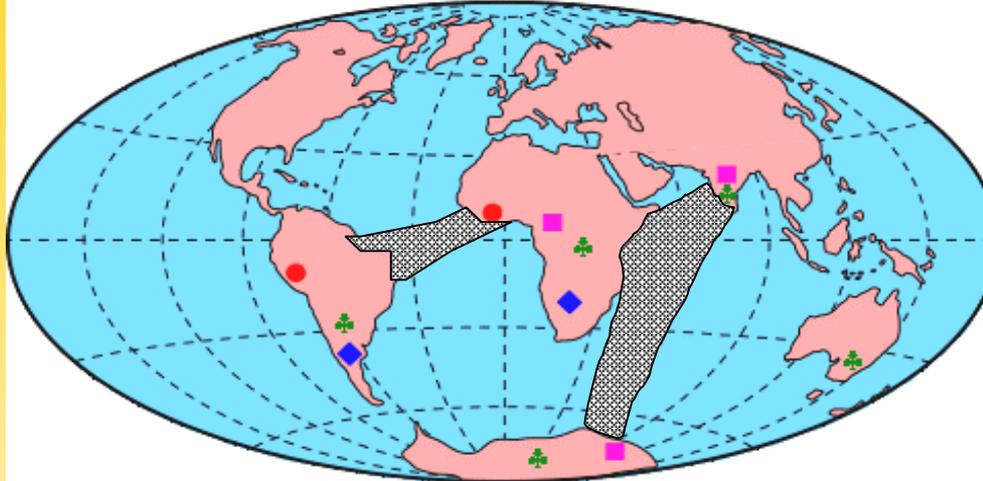


Similitude des faunes et flores....

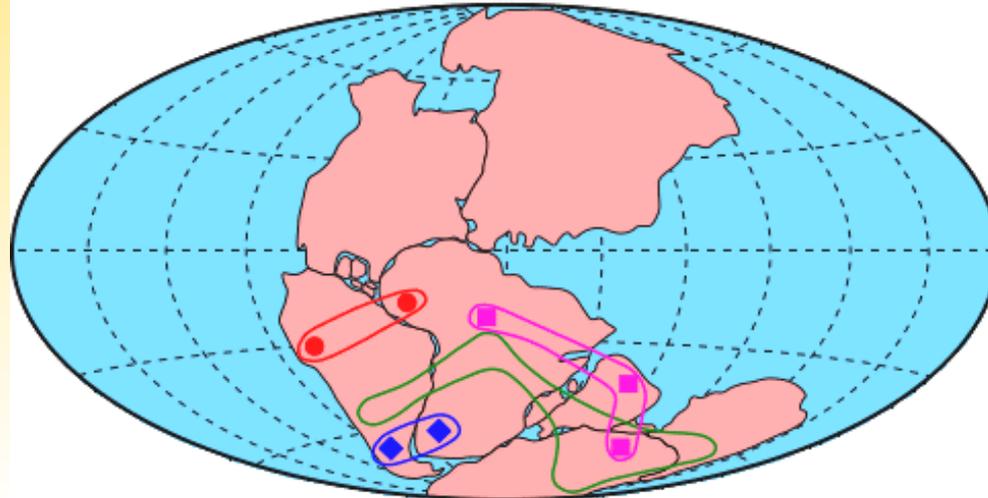


La Paléontologie et paléo-biogéographie

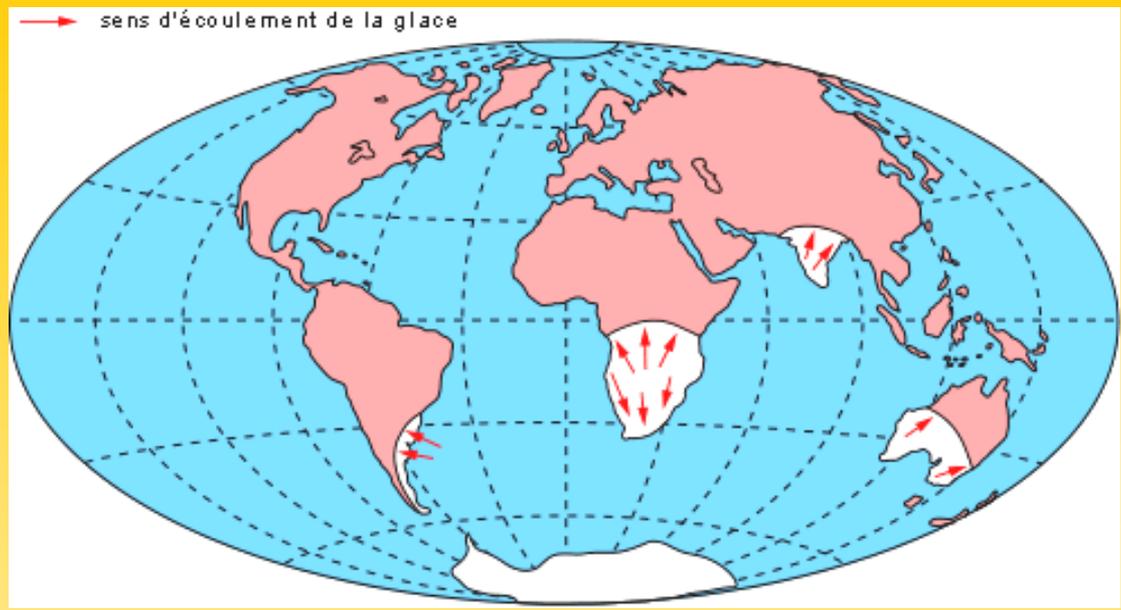
- **Cynognathus**: reptile prédateur terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ◆ **Mesosaurus**: petit reptile de lacs d'eau douce, il y a 260 Ma
- **Lystrosaurus**: reptile terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ♣ **Glossopteris**: plante terrestre d'il y a 240 Ma



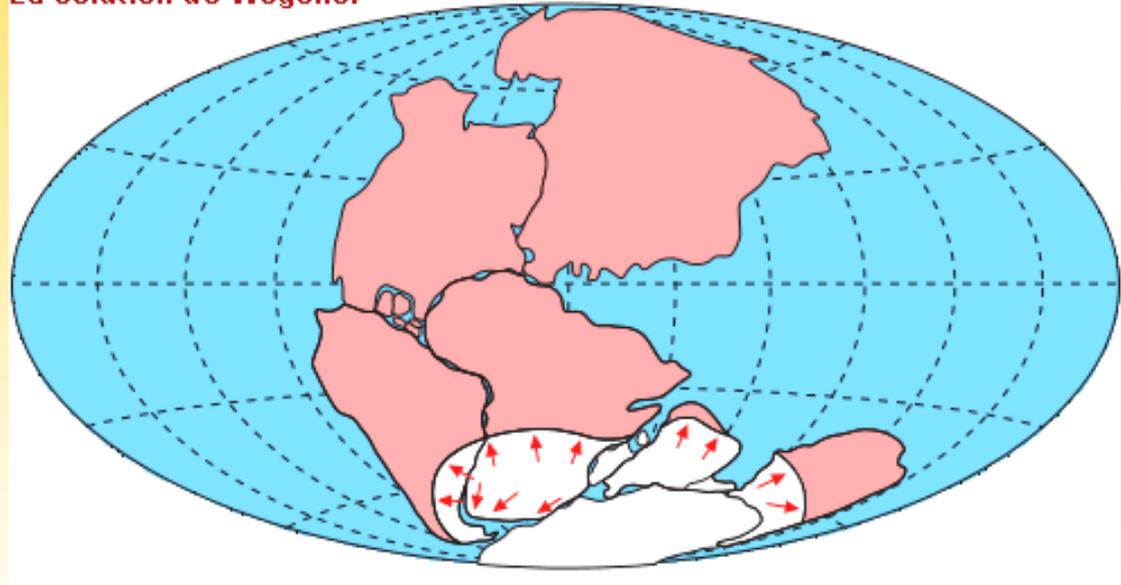
La solution de Wegener

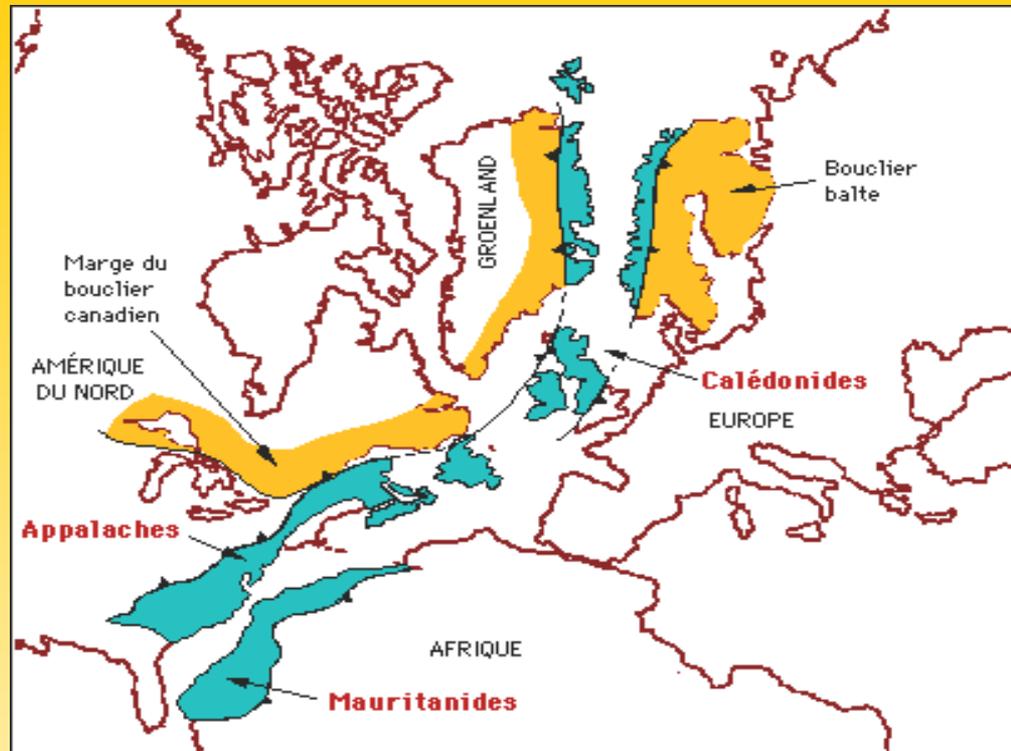


La Paléoclimatologie



La solution de Wegener





Trois chaînes de Montagnes de L'hémisphère Nord :

- Les Appalaches (Amérique du Nord)
- Les Mauritanides (nord-est de l'Afrique)
- Les Calédonides (iles Britanniques, Scandinavie)

Ces chaînes ont des structures géologiques identiques et se sont formées en même temps entre 470 et 350 Ma

Elles ne forment qu'une seule chaîne continue si on rapproche les continents

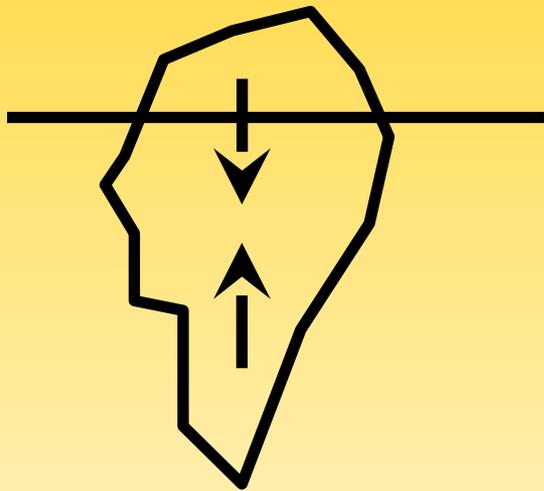
N.B. La théorie de Wegener s'inscrit dans le principe **d'isostasie : état d'équilibre des différentes parties de l'écorce terrestre.**

L'analogie avec la flottabilité d'un Iceberg :

Une illustration (très) schématique du principe d'isostasie

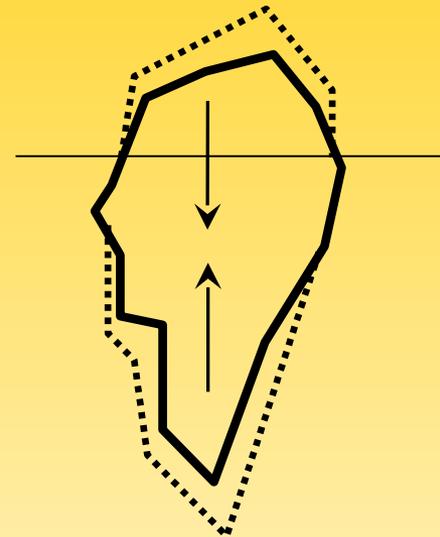
L'**isostasie** est l'état d'équilibre entre les différents segments de la lithosphère (...).

Pour schématiser, on peut considérer que la lithosphère, de densité inférieure à l'asthénosphère, « flotte » sur cette dernière. On peut ainsi faire l'analogie avec un iceberg flottant sur l'océan (l'eau, à l'état de glace, est moins dense qu'à l'état liquide).

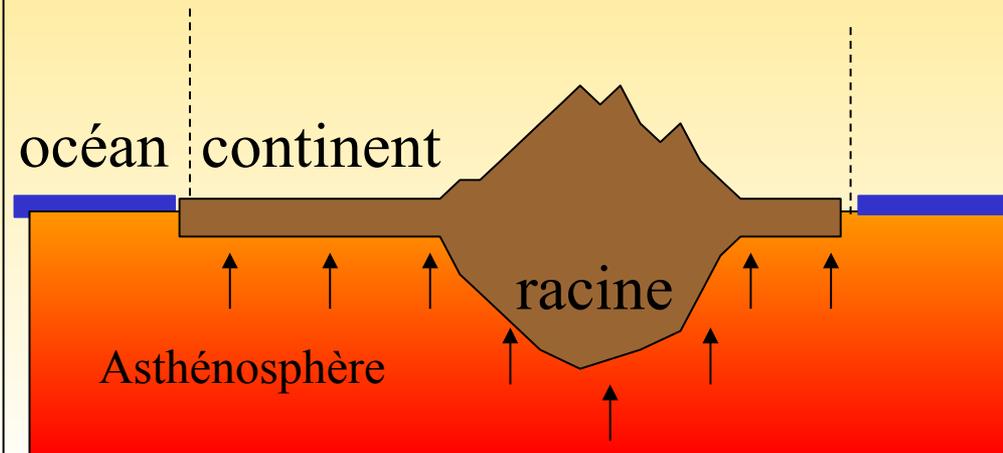


Il y a état d'équilibre entre le **poids** de l'iceberg (force s'exerçant vers le bas) et la **poussée d'Archimède** (force s'exerçant vers le haut, égale au poids du volume d'eau déplacée par la partie immergée de l'iceberg)

[noter que les vecteurs forces représentés ne sont pas exacts : le poids doit s'appliquer au centre de gravité de l'Iceberg, la poussée d'Archimède au centre de gravité de la partie immergée]



Dans le cas de la lithosphère continentale, lorsqu'il y a orogénèse (formation d'une chaîne de montagne), l'épaisseur de la partie de la lithosphère continentale sous-jacente doit augmenter en compensation pour assurer l'équilibre de « flottaison ».



2.3) L'accueil de la théorie de Wegener

Nombreux débats : remise en cause complète de l'ancienne théorie géologique (fixiste et expliquant les formes de la Terre exclusivement par des mouvements verticaux)

Opposition en 1925 : publication de « la Terre » par Jeffreys.

Point faible de la théorie de Wegener : nature des **forces** expliquant le déplacement des continents (fuite des pôles : « Polflucht »)

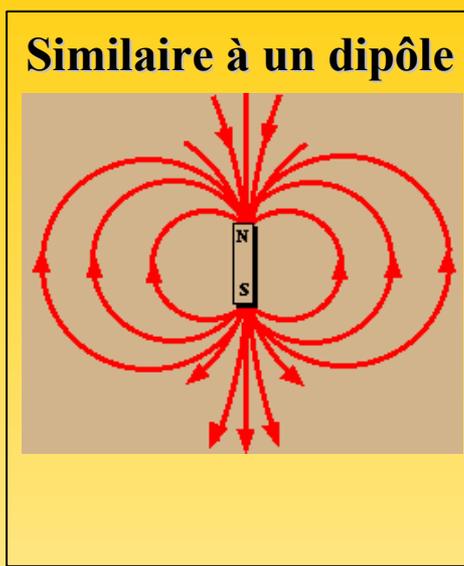
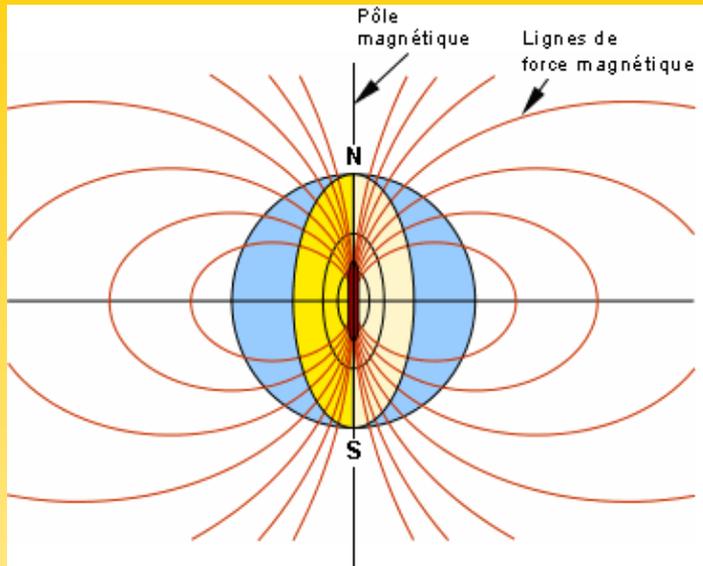
Wegener meurt en 1930. L'ancienne théorie géologique continue d'être enseignée jusqu'en ... 1950 !

III) De la dérive des continents à la tectonique des plaques

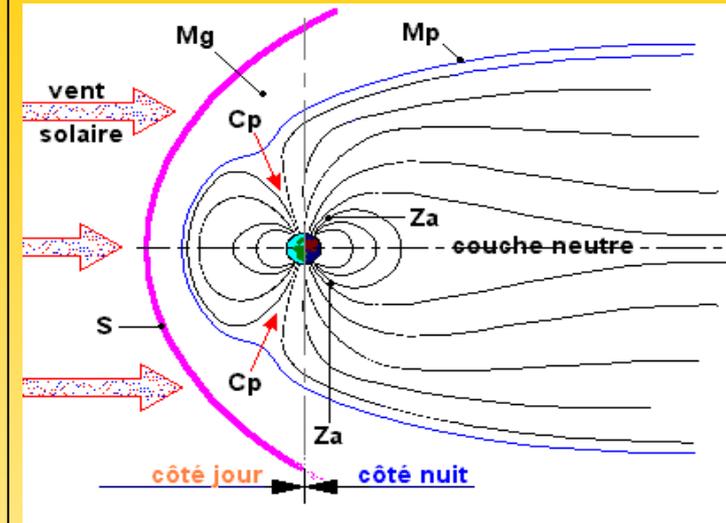
De 1920 à 1960

- Sismologie : meilleure connaissance de la structure interne de la Terre ...
- **Océanographie : exploration des fonds océaniques**
- **Étude du champ magnétique terrestre**
- Géochimie

1) la Terre possède un champ magnétique

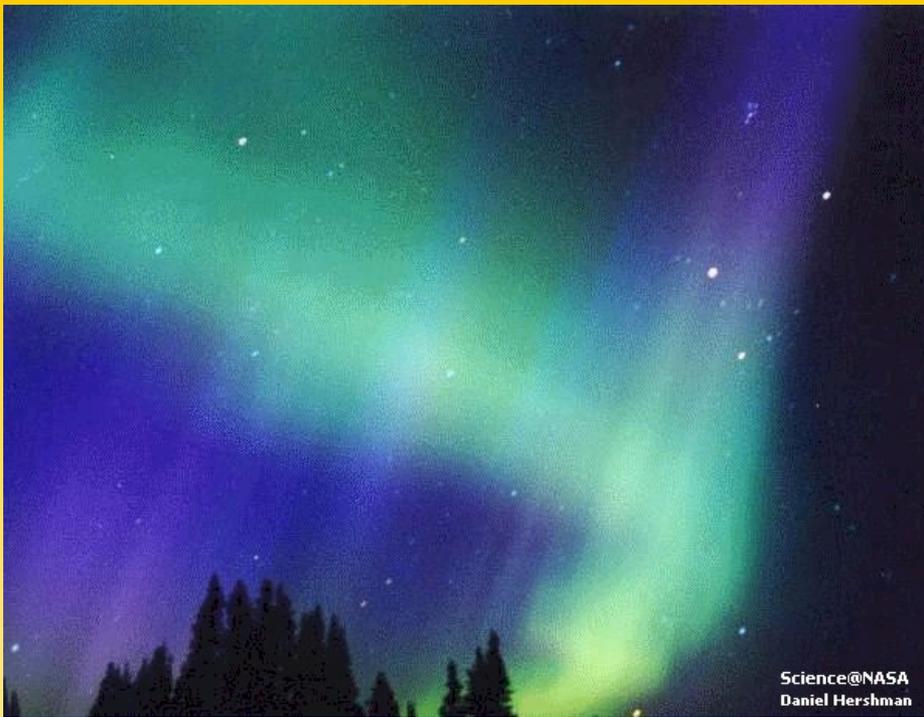


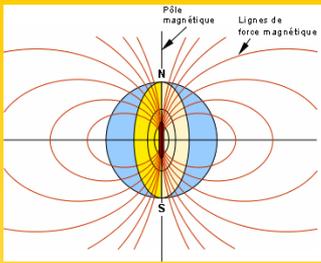
Déformé par le vent solaire



une petite pause ...

Les aurores polaires (N et S) naissent de l'interaction du vent solaire, guidé par les lignes du champ magnétique terrestre, avec la haute atmosphère (ionosphère)

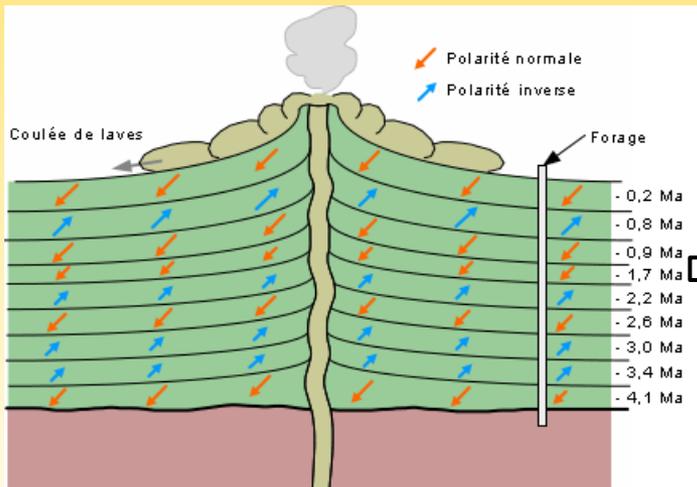




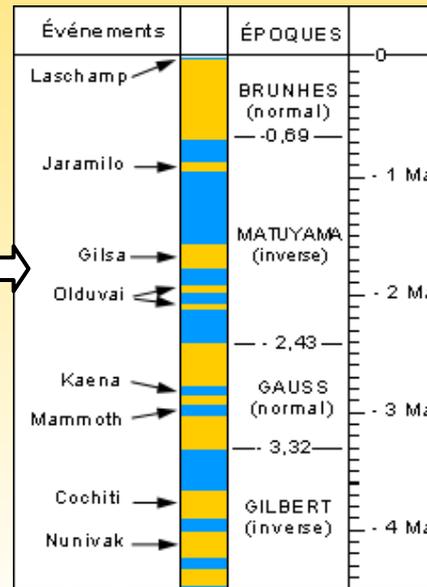
1) Les roches (volcaniques et sédimentaires) possèdent une mémoire magnétique.

- Elles enregistrent les caractéristiques spatiales du champ magnétique terrestre existant au moment de leur formation.
- Elles sont conservées tant que la structure de la roche n'est pas modifiée.

Connaissant l'âge de la roche, ceci permet de savoir si la polarité du champ magnétique terrestre a évolué au cours du temps

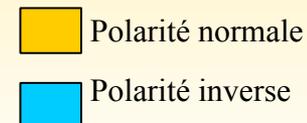


Position sur une échelle de temps géologique

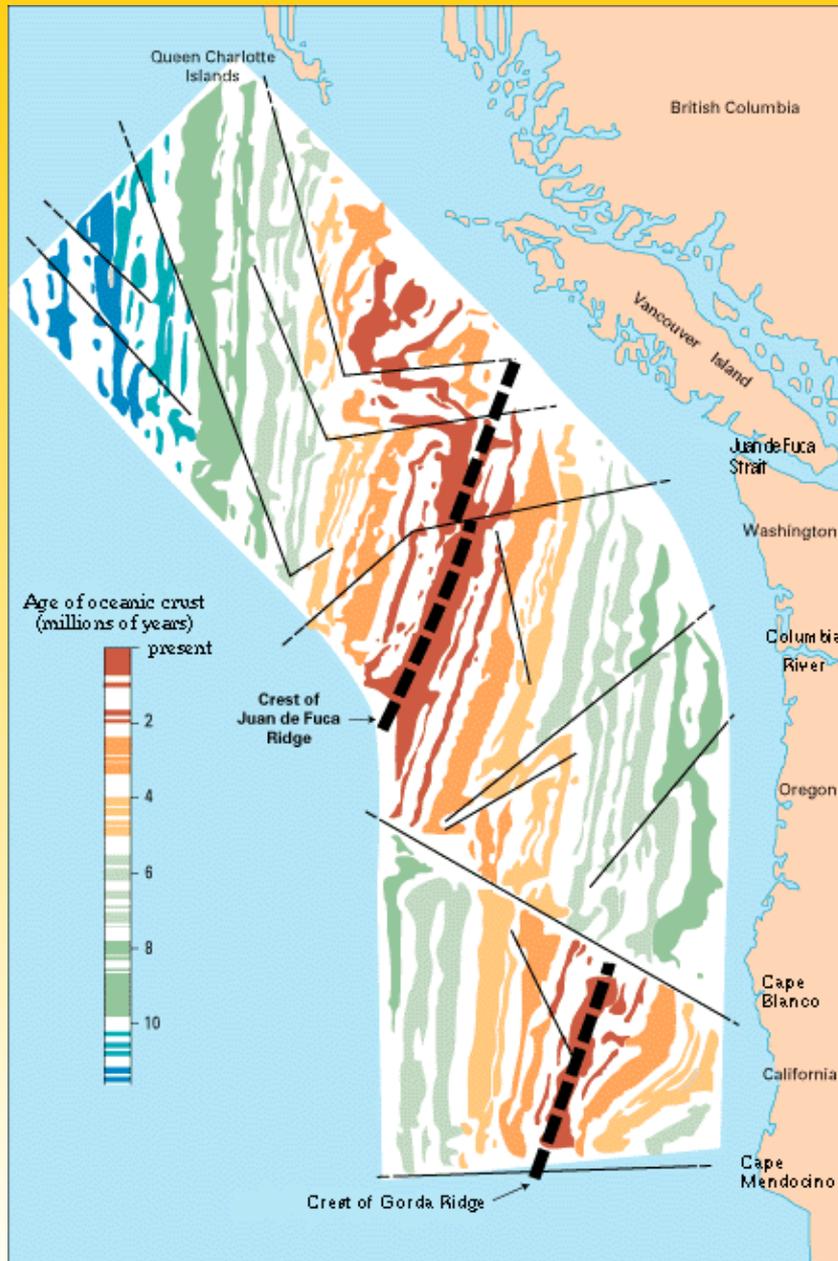


La direction du champ magnétique terrestre s'est **totalem**ent inversée au cours du temps (Brunhes, 1960)

Échelle magnéto-stratigraphique

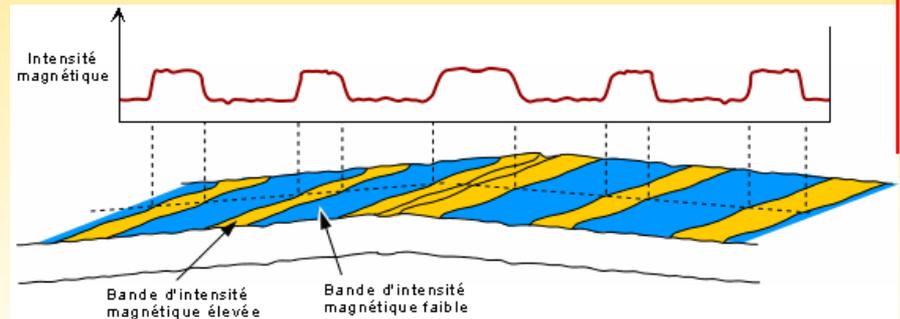
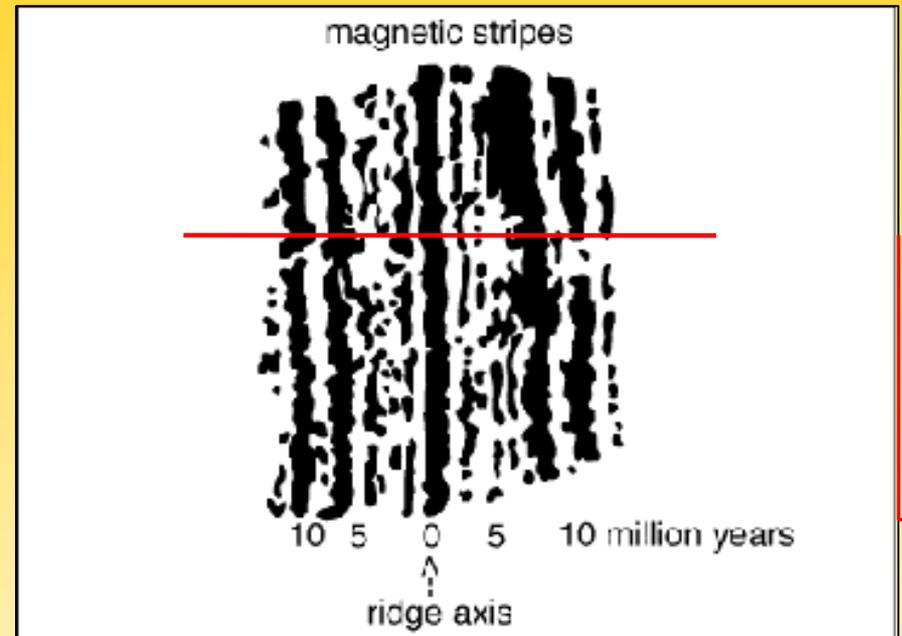


2) La cartographie des fonds marins révèle des anomalies magnétiques ...

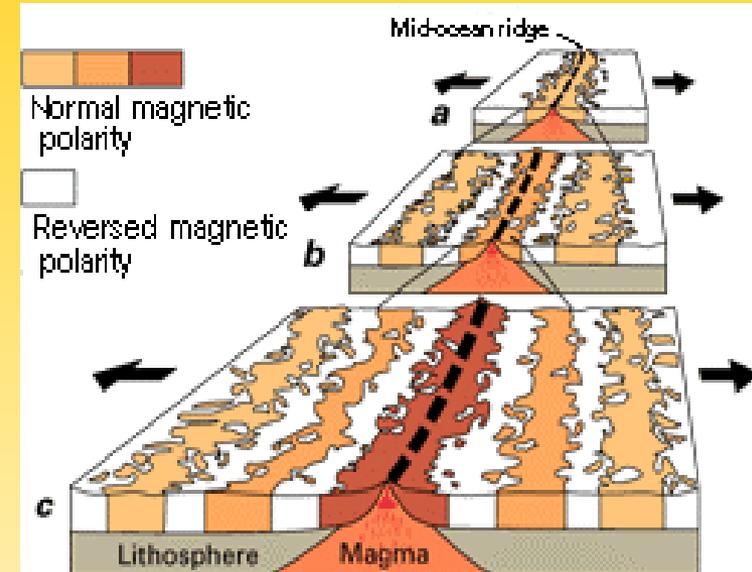
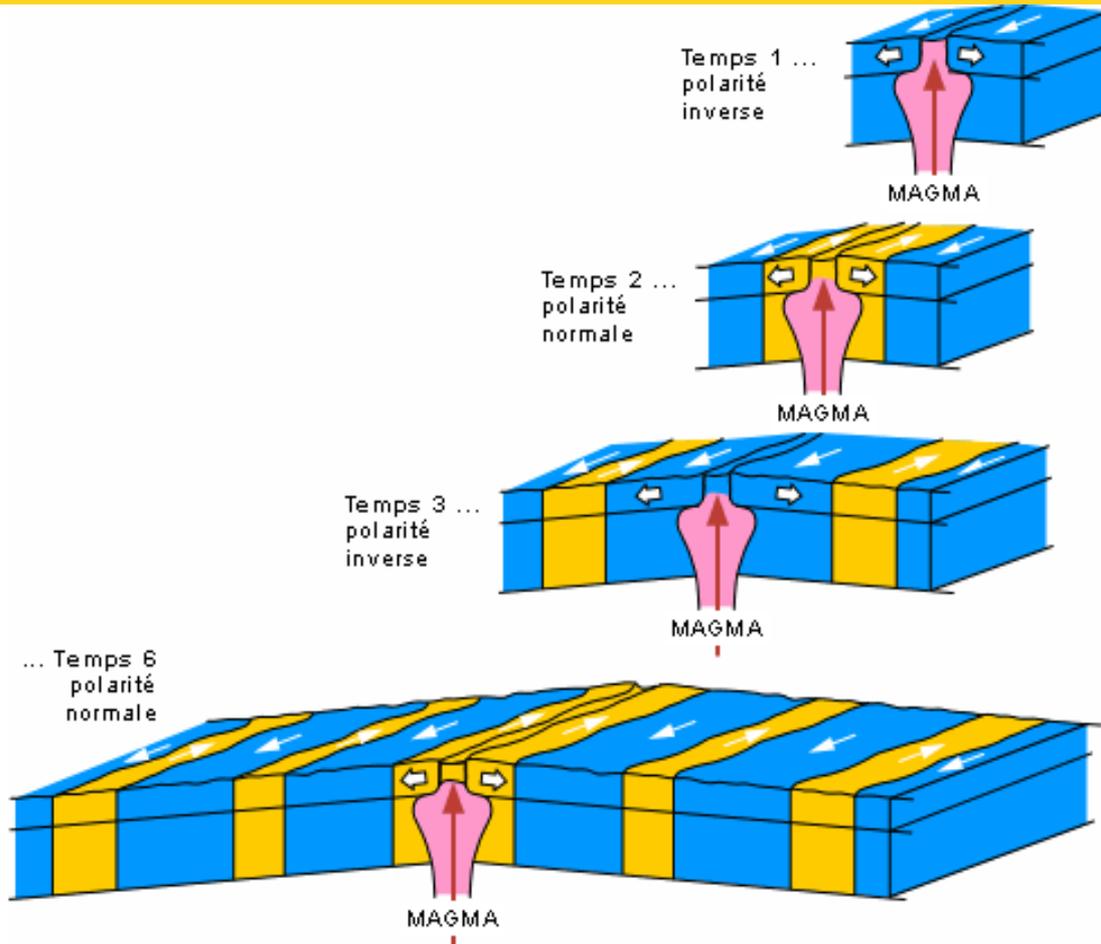


- parallèles
- symétriques

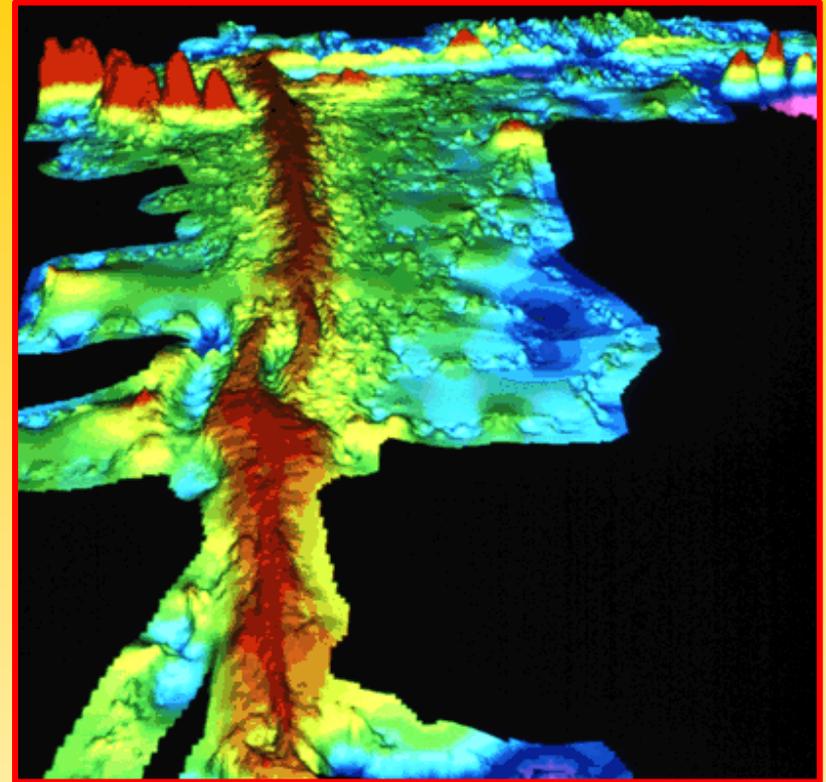
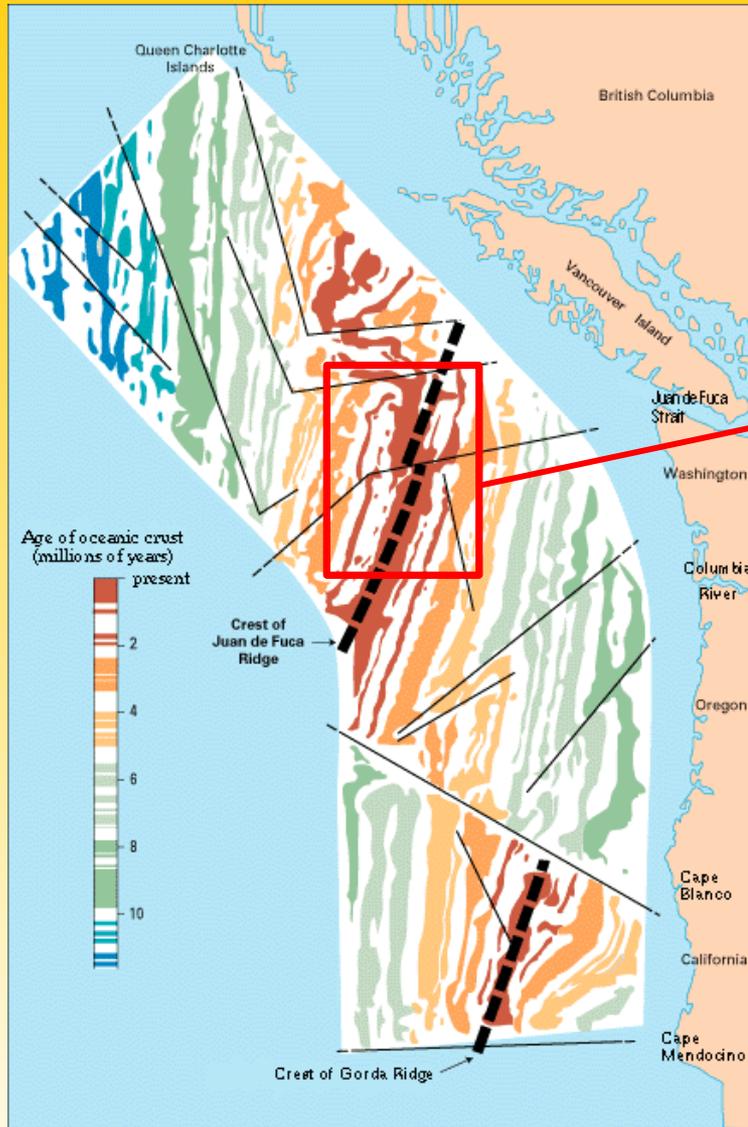
Atlantique Nord



La seule explication logique : le renouvellement des fonds océaniques (le « tapis roulant » océanique)

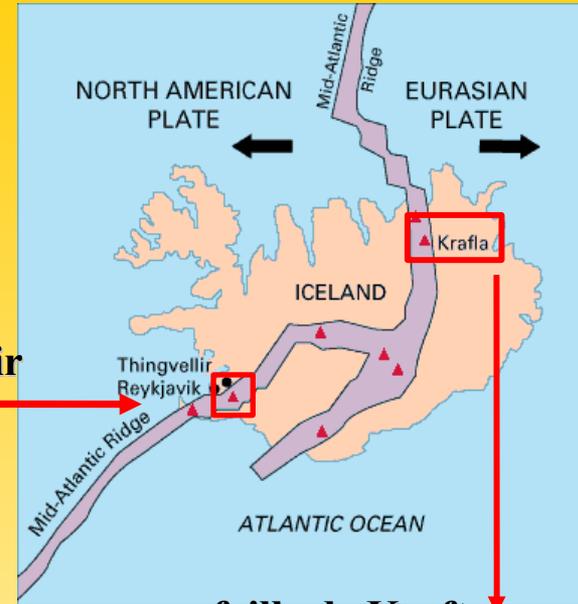
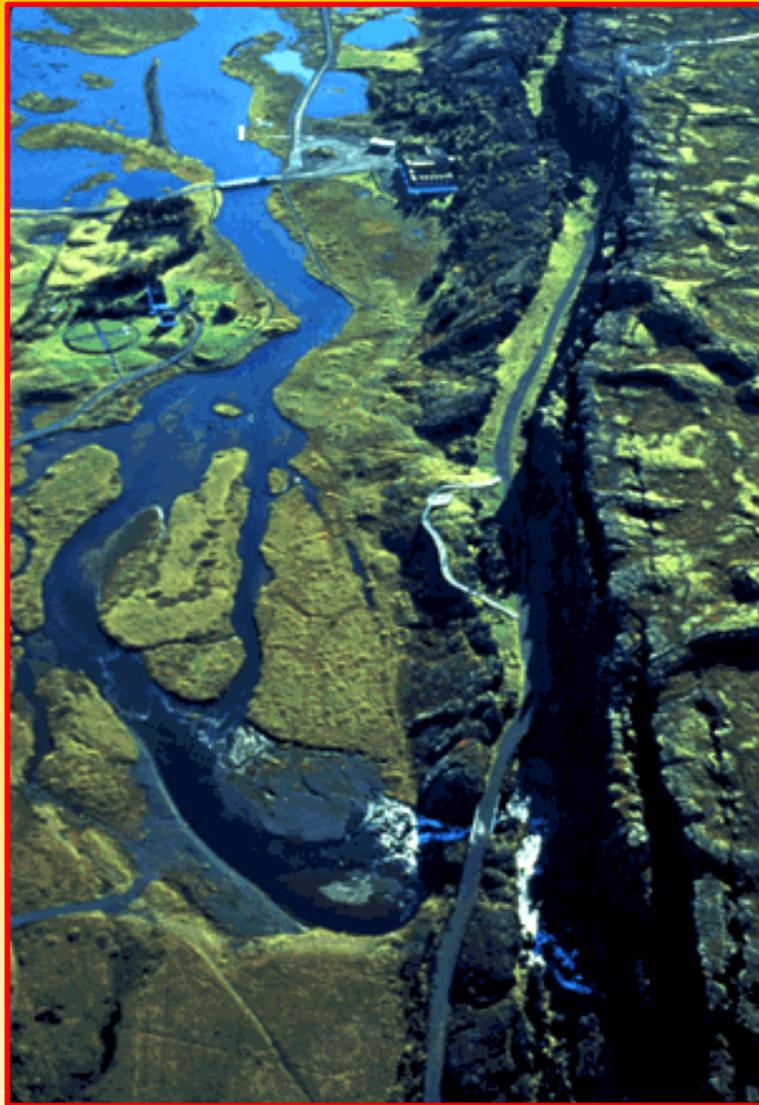


Topographie des fonds sous-marins



Les zones de formation de nouvelle « croûte » océanique correspondent à des zones de reliefs élevés (environ 2000 m au-dessus du plancher océanique)

L'Islande : un morceau émergé de la dorsale médio-atlantique



faille de Thingvellir

faille de Krafla



DÉRIVE DES CONTINENTS + EXPANSION DES FONDS OCÉANIQUES

=

TECTONIQUE DES PLAQUES

(1968 X. Le Pichon : premier modèle cinématique global)