

Chapitre 2. La dynamique de la lithosphère



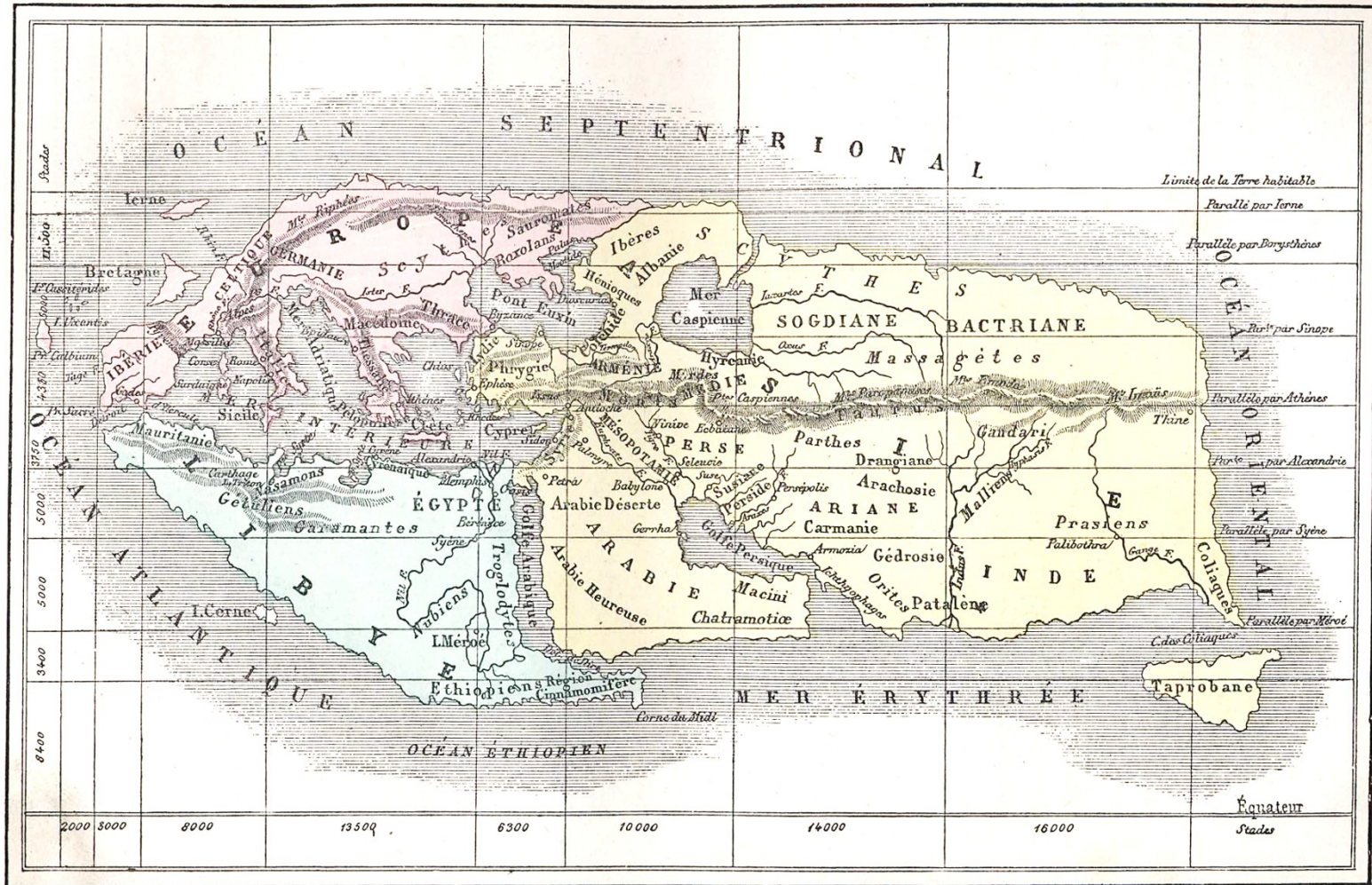
Les visions du monde....

-400 : LES GRECS

l'égende de l'Atlantide développée par Platon, à la suite des prêtres Égyptiens, dans deux de ses plus célèbres dialogues, le Timée et le Critias.

cosmologie d'Aristote: La Terre s'est formée par une série de grandes catastrophes, en un laps de temps très court, et a, ainsi, acquis la physionomie qu'on lui connaît aujourd'hui (catastrophisme)

-30 : La Terre d'après Strabon et Cratès de Mallos



-30 : La Terre d'après Strabon et Cratès de Mallos

Vision d'une Terre
ronde avec des
spéculations sur
l'existence de
terres australes
symétriques des
continents connus
par l'observation



Début XV^eS : Redécouverte de la géographie de Ptolémée



Fin XV^eS- début XVI^e :



Galilée

1596-1620 : Ortelius

Dès **1596**, le cartographe hollandais Abraham Ortelius dans son ouvrage *Theatrum Orbis Terrarum* remarque le **parallélisme frappant entre les cotes africaines et sud-américaines**

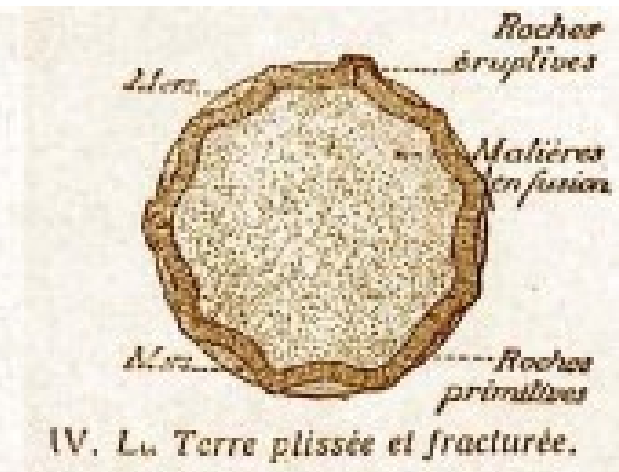
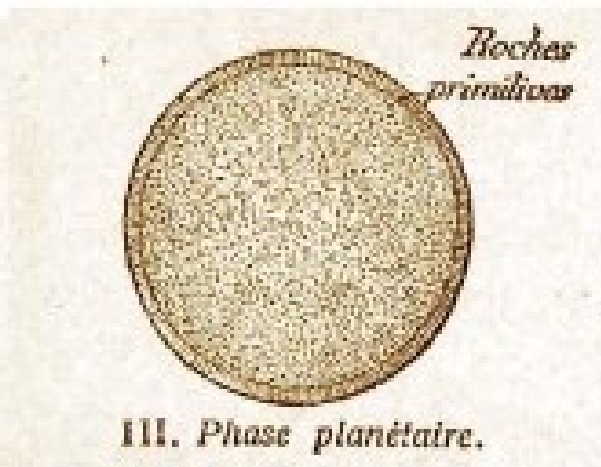
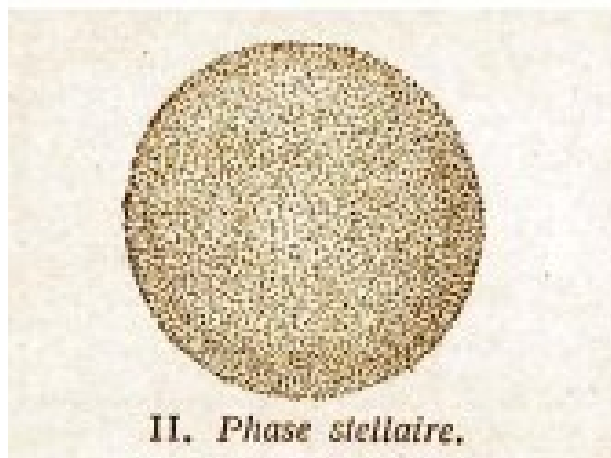
un seul bloc continental et que c'est par effondrement au centre de ce bloc que l'Atlantique a été créé et qu'il en est résulté deux blocs séparés

• 1644

Descartes



La couche externe est en équilibre instable. « Séchée » par le Soleil, elle se fendille, et finit par s'écrouler d'une manière inégale dans les couches internes, expulsant l'eau qui forme les océans



• fin du
XIXe

Théorie de la pomme cuite



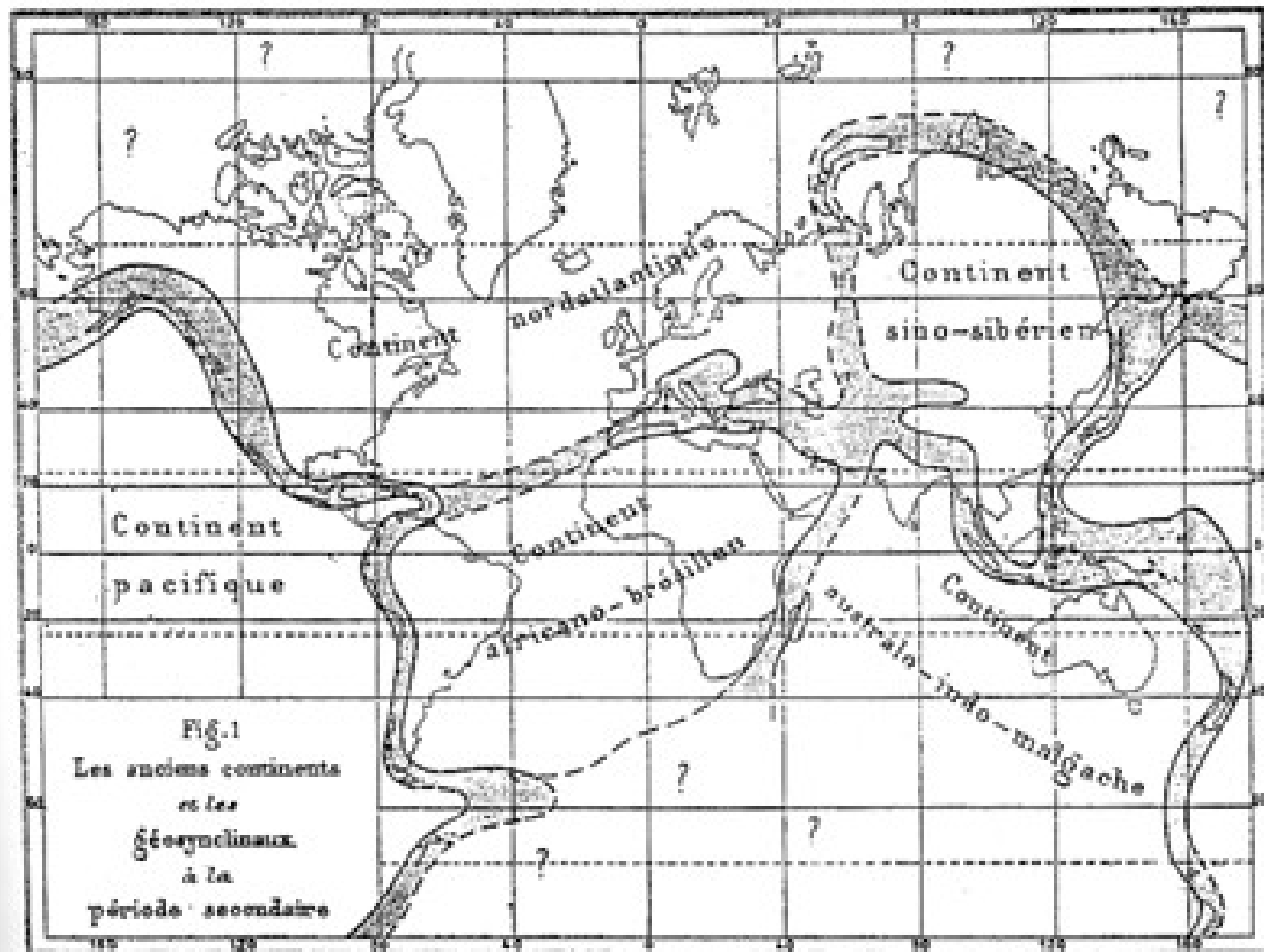
Eduard Suess observe des **analogies de faunes et de flores fossiles** entre des régions aujourd'hui séparées par des océans et remarque que celles-ci sont inexplicables si l'on n'admet pas l'existence dans le passé de « **ponts intercontinentaux** ».

contraction terrestre pour expliquer l'existence des continents et des océans (petite reprise de la théorie de Descartes).

Pour lui, et de nombreux géologues, la surface de la Terre s'est contractée comme une pomme créant des creux et des bosses, les zones continentales et les zones océaniques.



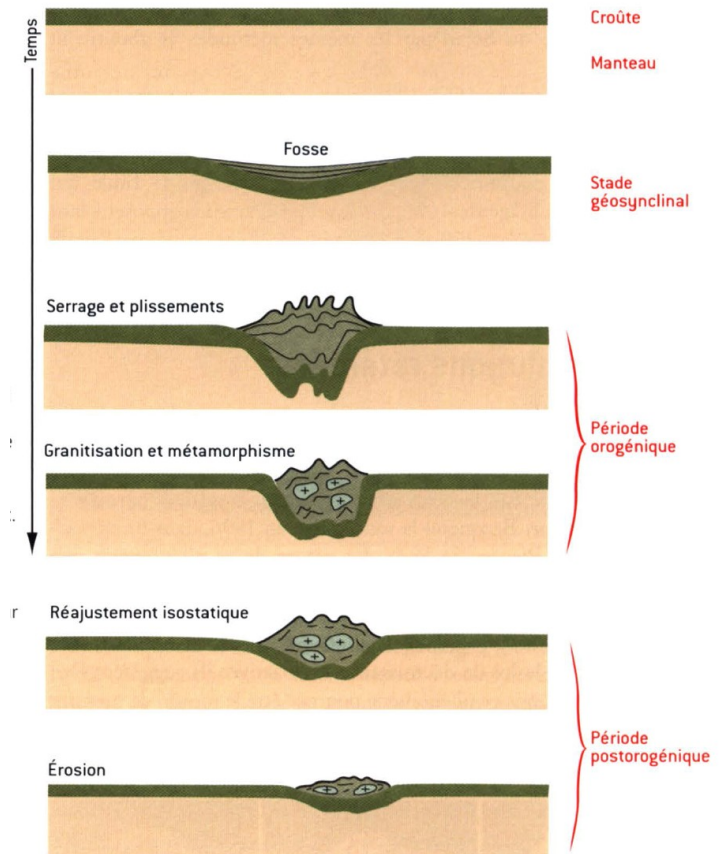
Carte des aires continentales par Emile Haug



« Les **dislocations visibles dans l'écorce** terrestre sont le produit de mouvements qui résultent de la **diminution du volume de notre planète**. Les efforts développés par l'effet de ce phénomène tendent à se décomposer en efforts tangentiels et en efforts radiaux, et par suite en **mouvements horizontaux (c'est-à-dire en poussée et en plissements) et en mouvements verticaux (c'est-à-dire en affaissements)** : il y a donc lieu de diviser les dislocations en deux groupes principaux, suivant que les déplacements relatifs de portions primitivement contigües de l'écorce terrestre ont eu lieu dans un sens plus ou moins horizontal ou dans un sens plus ou moins vertical » (E. Suess, La Face de la Terre , op. cit., p.139)

Fin XIX[°]S : Théorie du géosynclinal

- vaste dépression sous-marine de la croûte terrestre.
- Dans cette fosse se déposaient plusieurs milliers de mètres de sédiments.
- Par resserrement des bords du géosynclinal, cette accumulation de sédiments est déformée.
- La déformation engendre une chaîne de montagne .
- Emilie Haug propose l'existence de ponts intercontinentaux du fait de ces géosynclinaux.



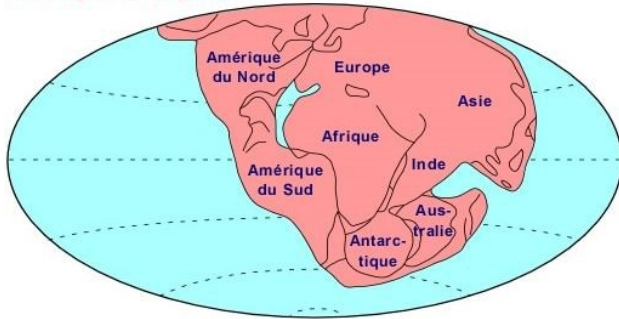
1910- Taylor

les tracés des côtes

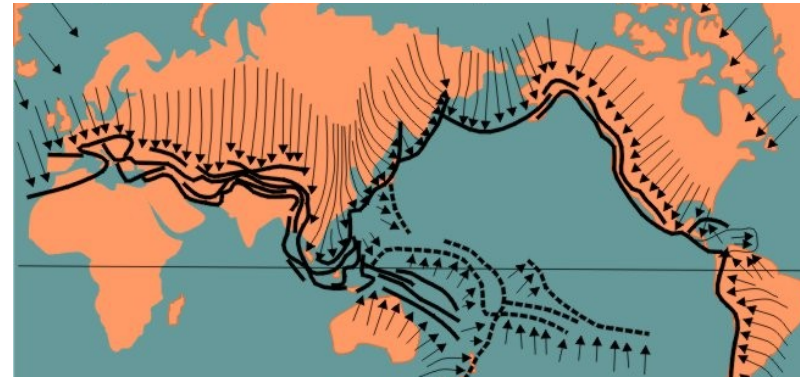
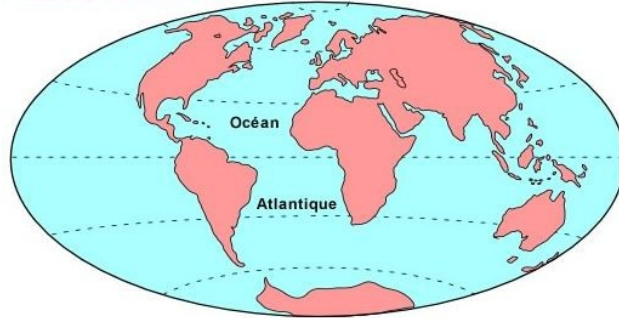
Bacon vers 1620

Taylor 1910

La Pangée de Wegener



Position actuelle des continents



Frank Taylor formule 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.

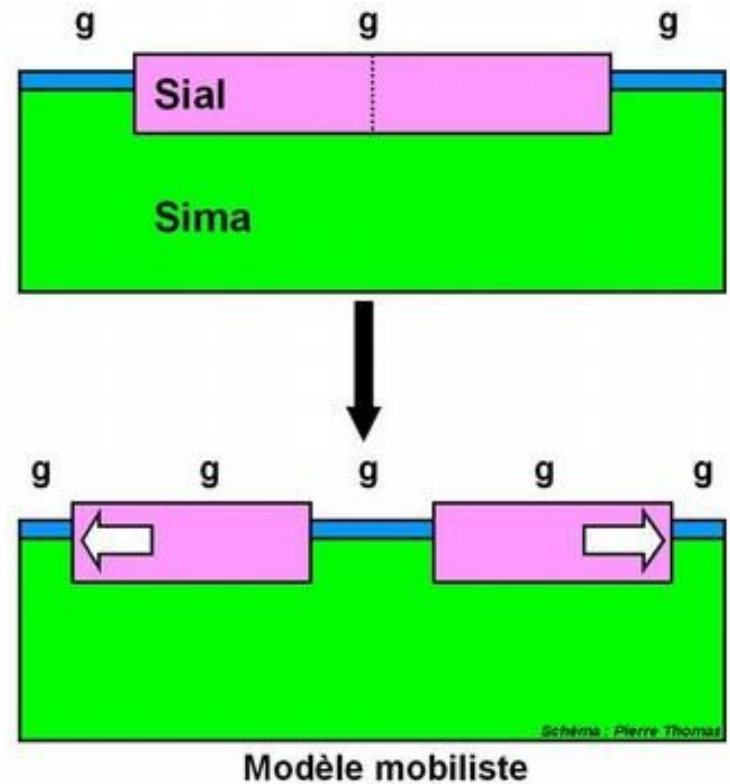
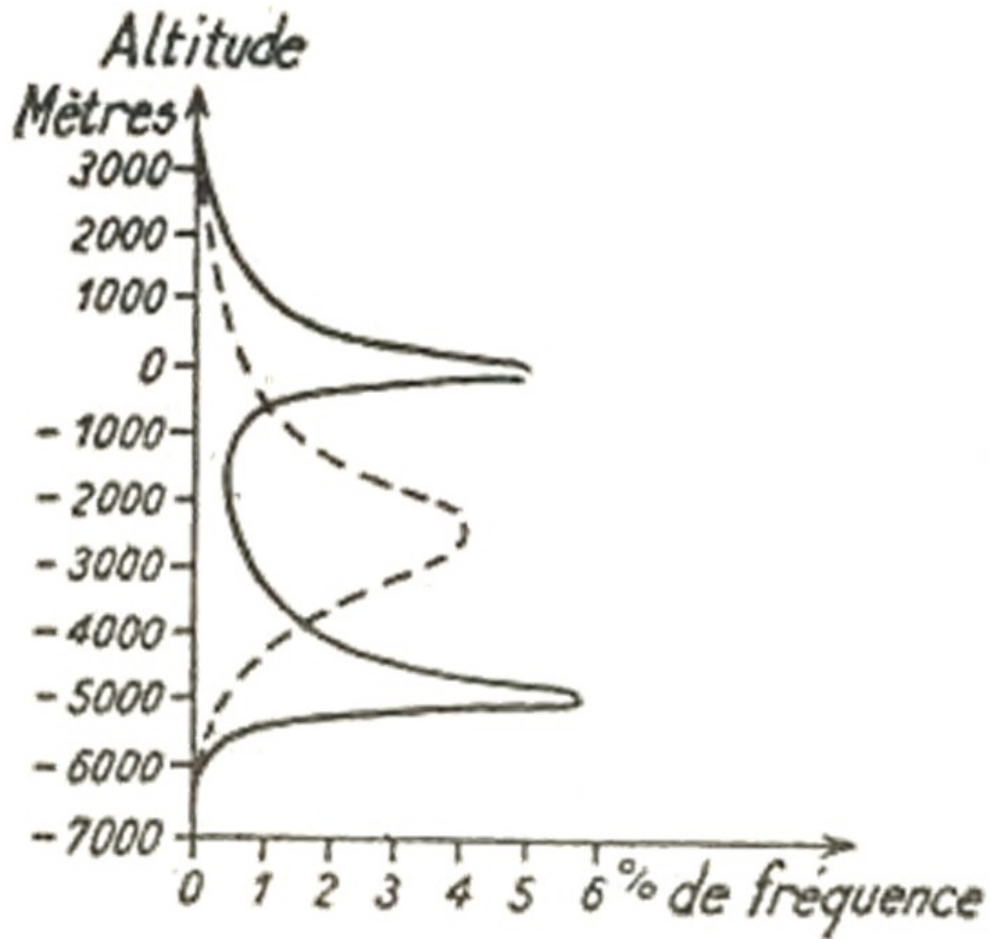
modèle de Wegener (1910-1920)

Alfred WEGENER
(1880-1930)



Arguments utilisés par Wegener

1-distribution bimodale des altitudes



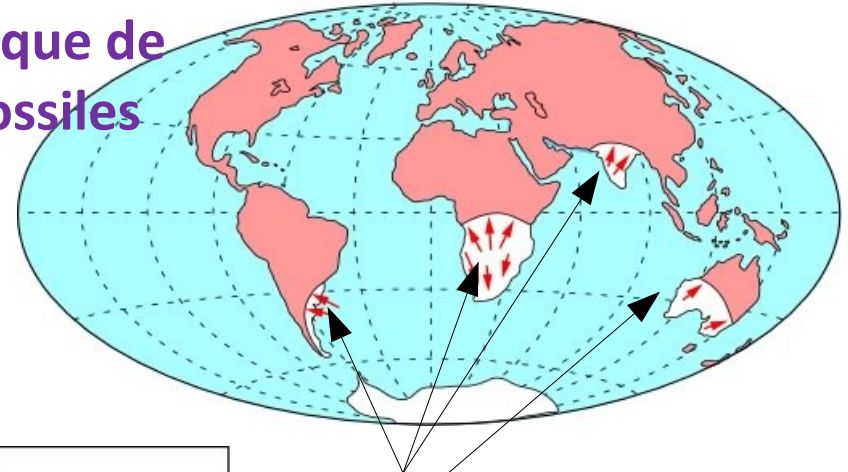
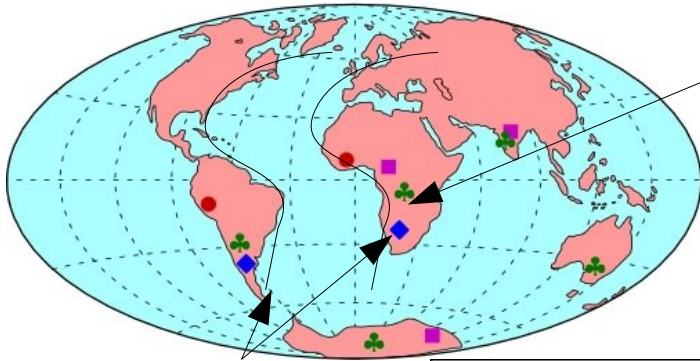
Il pense donc que le fond des océans est constitué du manteau fendu par le déplacement des continents lors de leur déplacement: il se trompe.



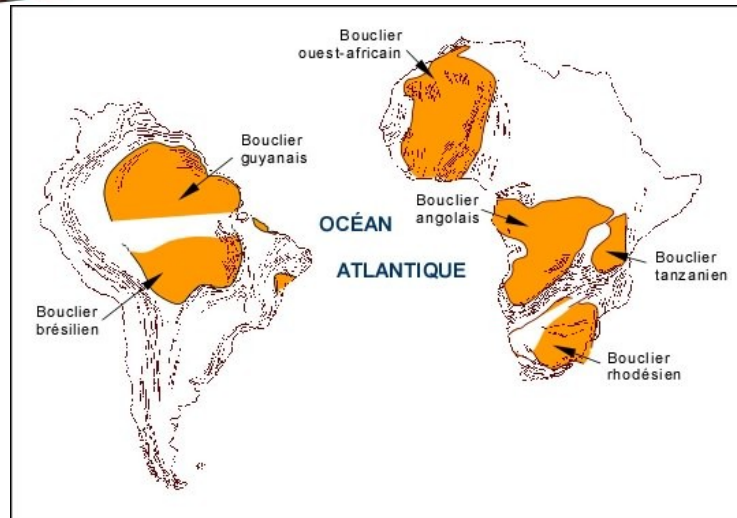
Arguments utilisés par Wegener

- *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

4. la distribution géographique de certains fossiles



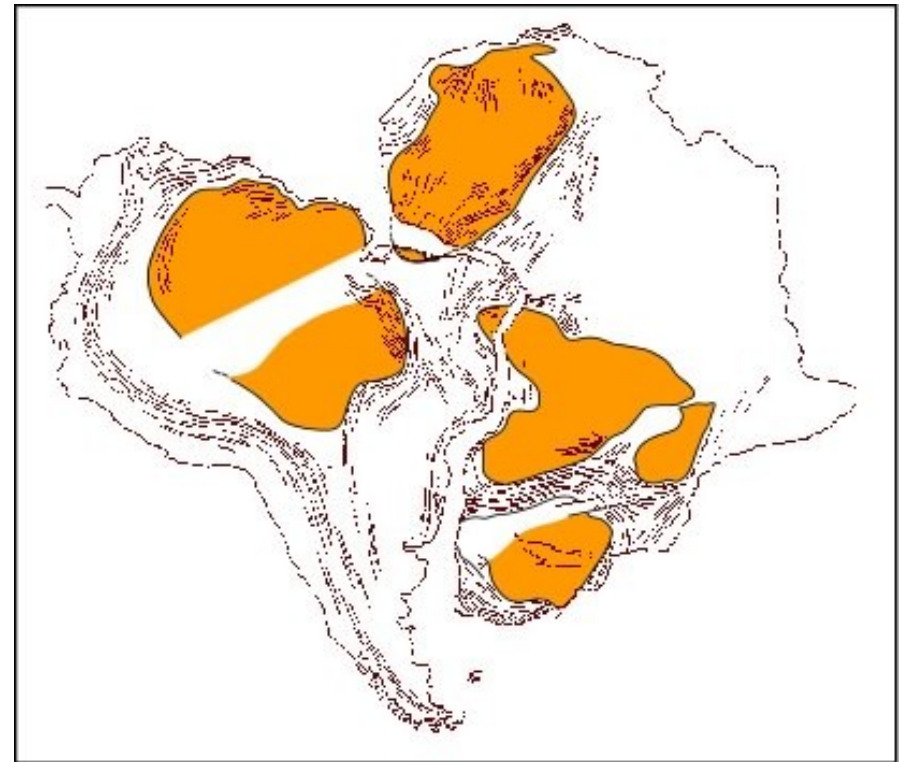
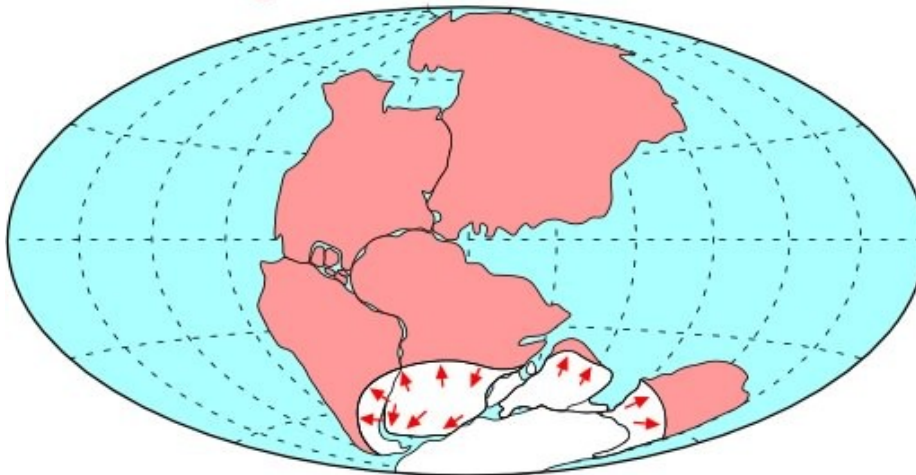
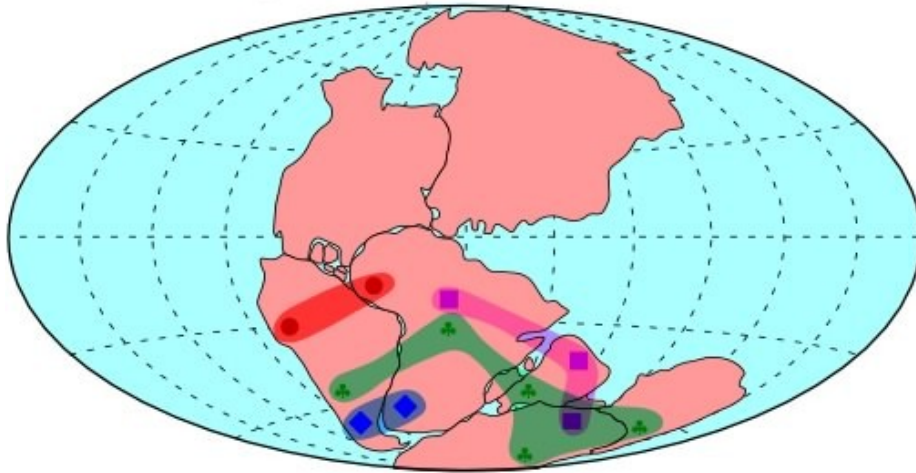
2. les tracés des côtes



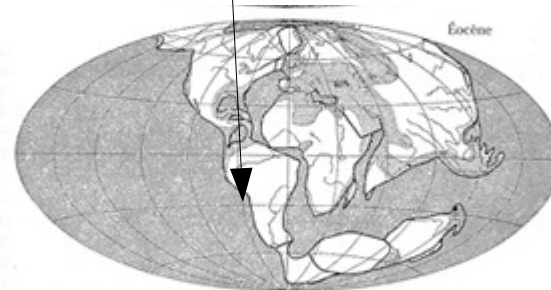
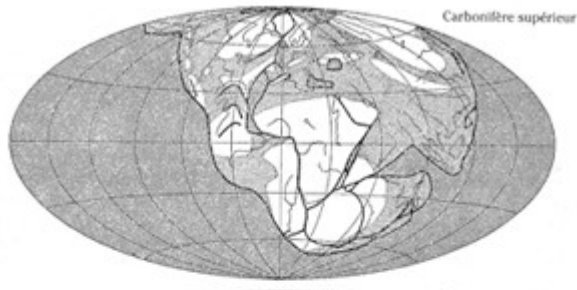
3. la distribution géographique des paléoclimats

5. la distribution des boucliers continentaux

Solution de Wegener



D'une part, il affirme que les chaînes de montagnes intracontinentales (chaîne alpine ou himalayenne) naissent de la collision entre deux socles continentaux et, d'autre part, il expose (mais nous savons aujourd'hui que ce n'est pas exact) que la dérive des continents à travers le sima forme par compression des chaînes de montagne à leur « proue » (les Rocheuses ou la Cordillère des Andes) et laisse derrière eux (à leur « poupe ») des fragments à l'origine des guirlandes d'îles (Antilles, archipels japonais, Ouest-Pacifique...).



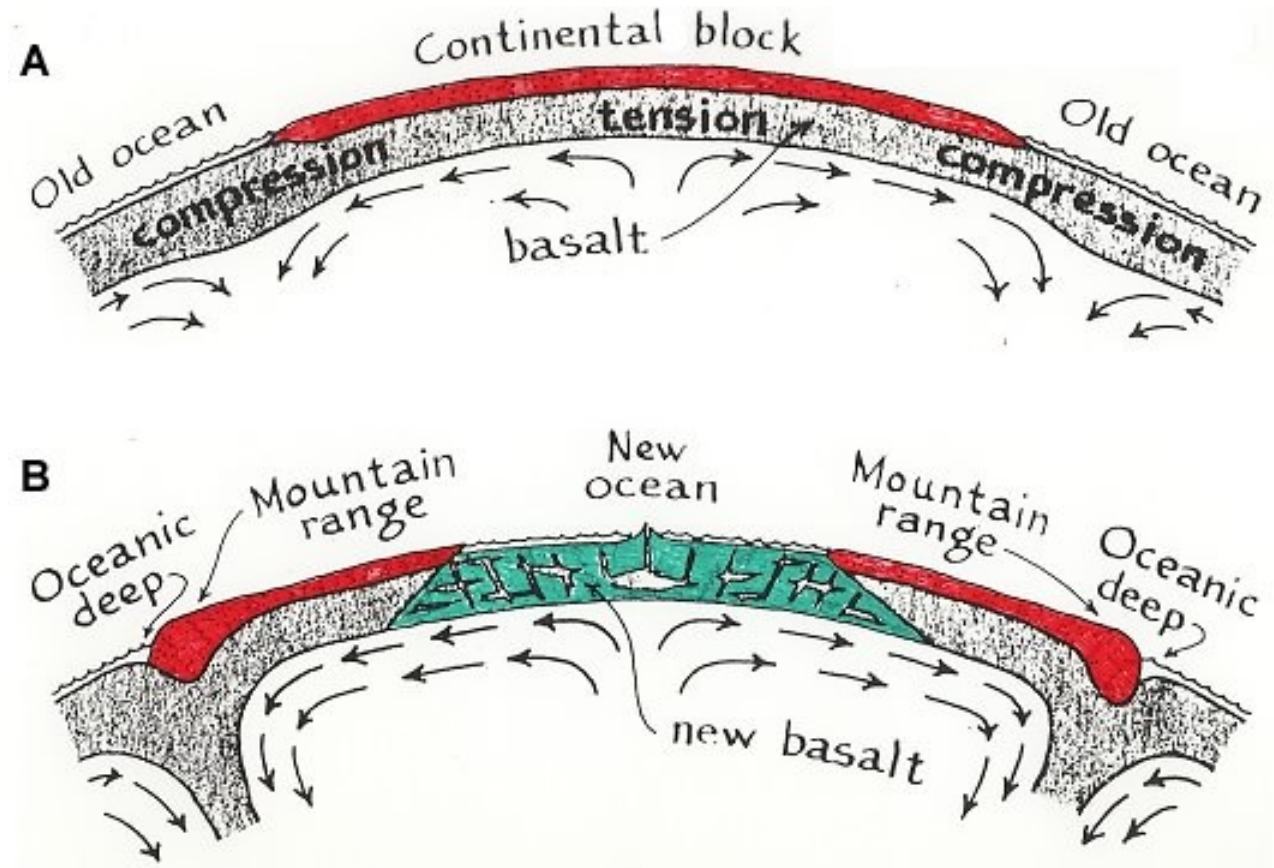
1 gros problème dans ce modèle : Wegener n'explique pas le « moteur » de ces mouvements.

1928

HOLMES



Holmes,
présentera
en 1928 un
moteur
satisfaisant
en invoquant
les courants
de
convection,



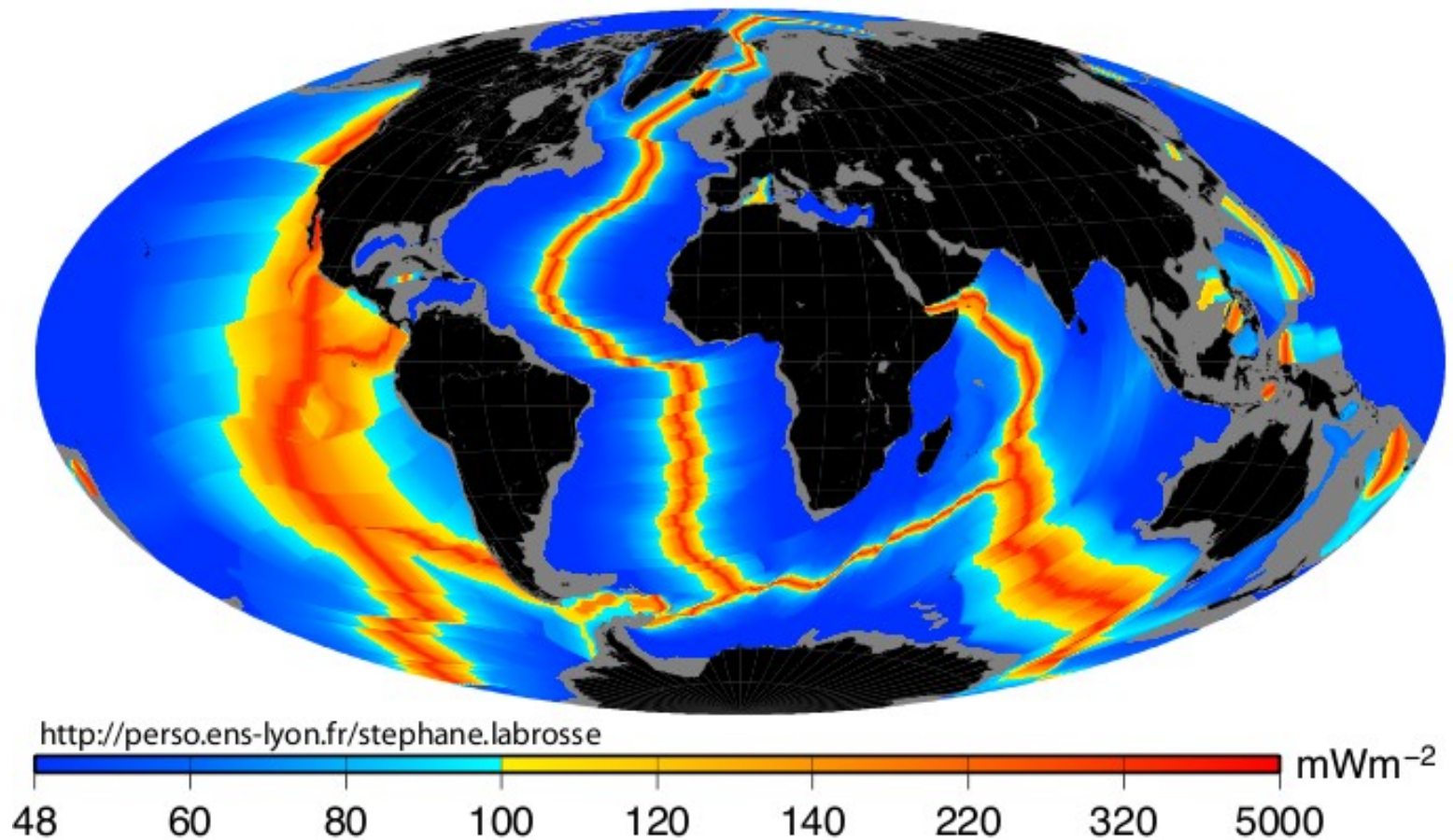
Ce chapitre a comme objectifs de :

- Mettre en évidence les caractéristiques de la mobilité horizontale des plaques lithosphériques.
- Comprendre les zones de divergences, le fonctionnement et l'origine d'une dorsale océanique.
- Comprendre les zones de convergences, les zones de subduction et de collision.

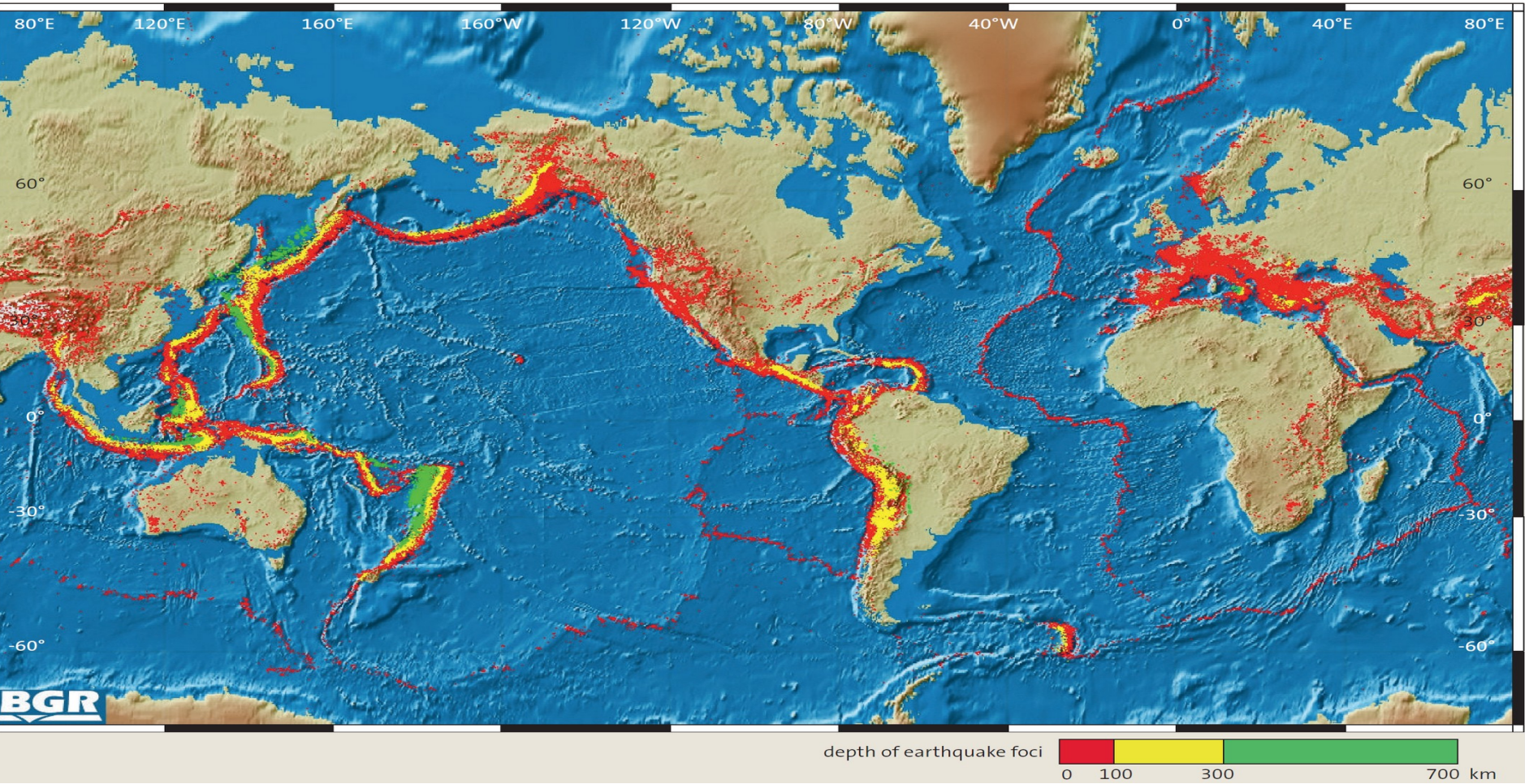
I – La mise en place du modèle en plaques : Des indices multiples.

1.) La découverte de l'inégale répartition du flux géothermique, du volcanisme et de la sismicité

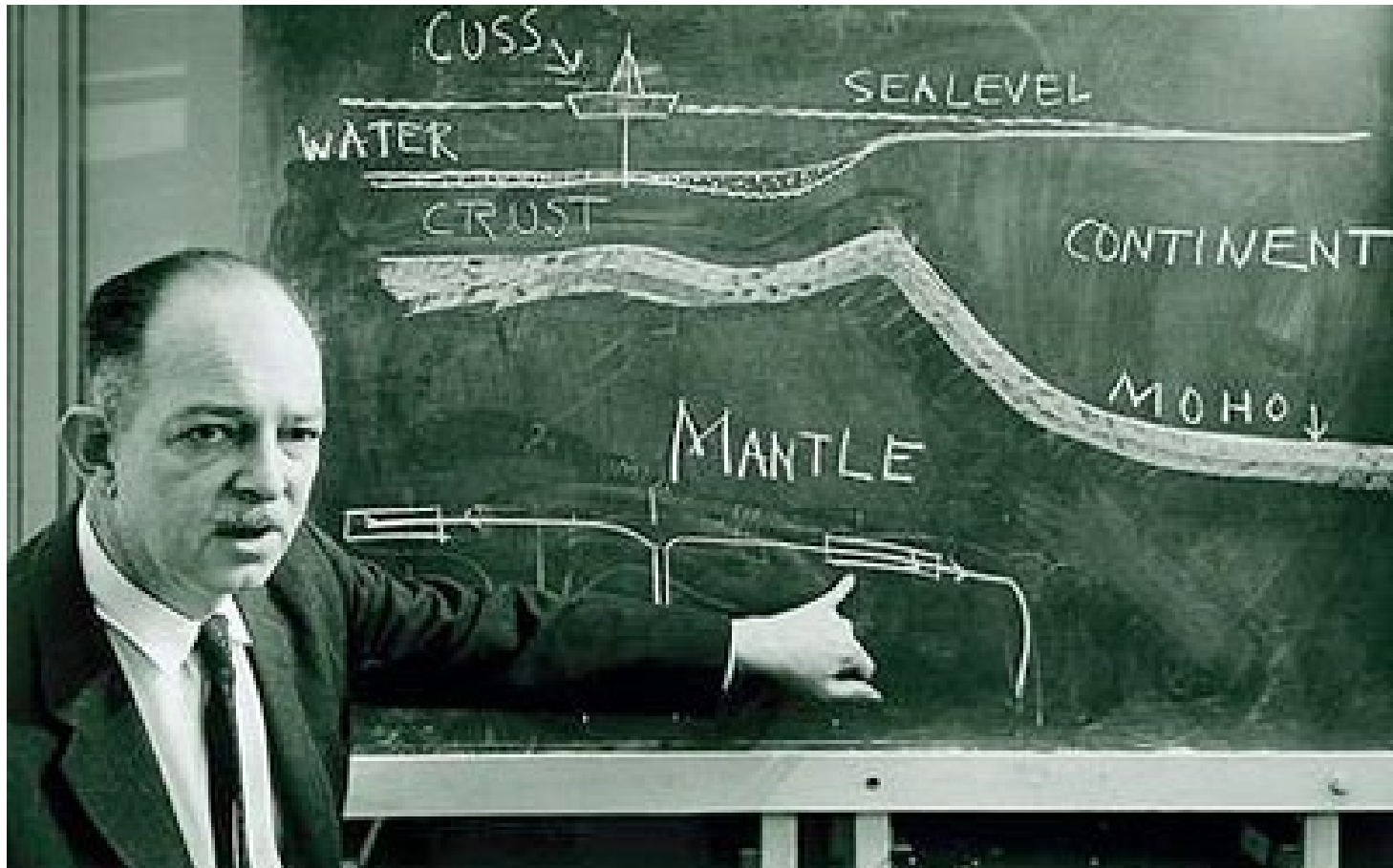
En 1951, la découverte d'un flux géothermique élevée le long de l'axe des dorsales



1954, Gutenberg et Richter montrent que les séismes sont confinés dans des régions précises correspondant aux dorsales, aux fosses, et aux chaînes montagneuses.



1962//L'hypothèse de Hess



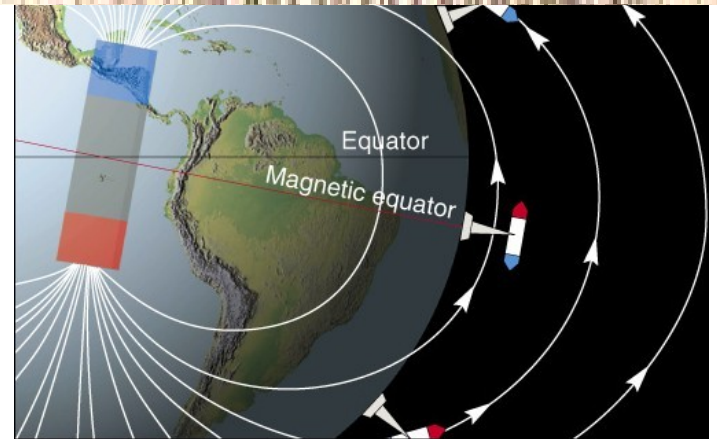
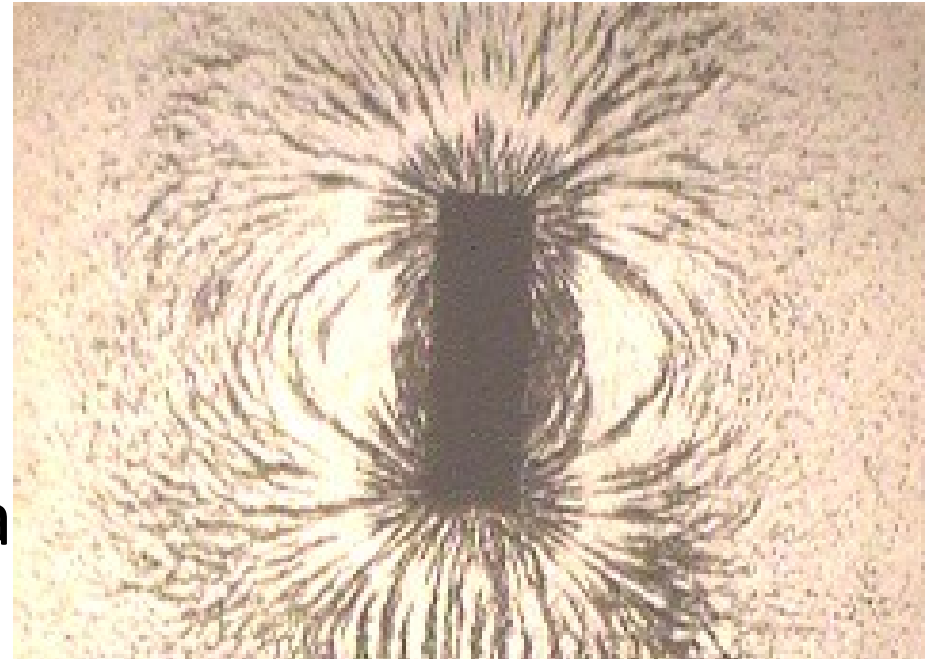
**I – La mise en place du modèle en
plaques : Des indices multiples.**

**2.) Étude des anomalies
magnétiques**

Solution de Wegener

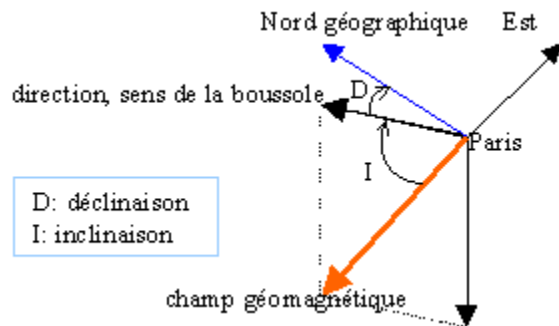
le champ magnétique terrestre est assimilé au champ magnétique créé par un aimant droit placé au centre de la Terre.

$\tan(\text{Inclinaison du champ}) = 2 \tan(\text{latitude})$

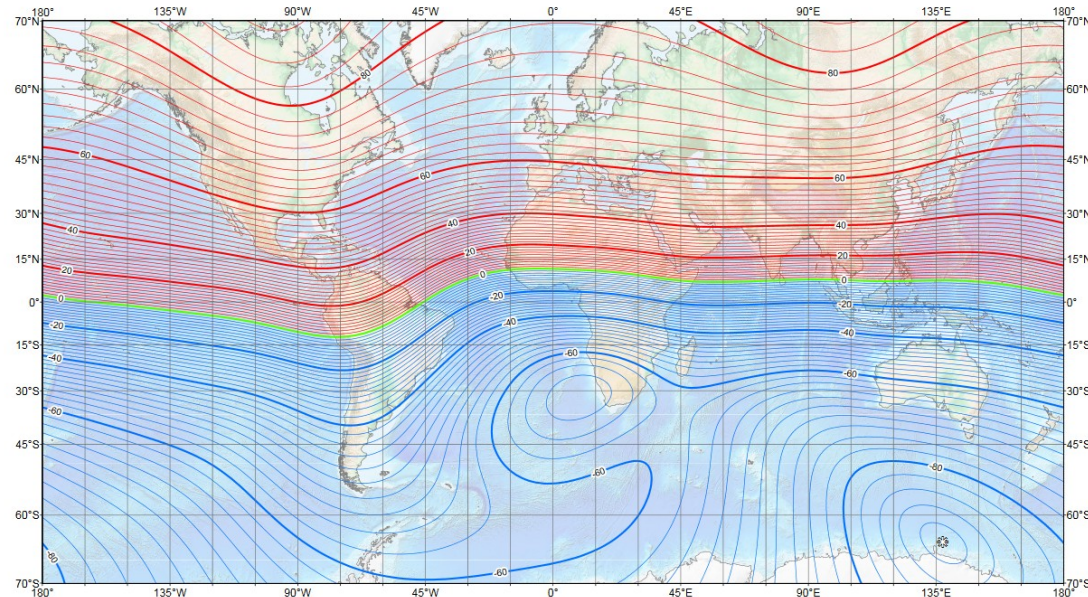


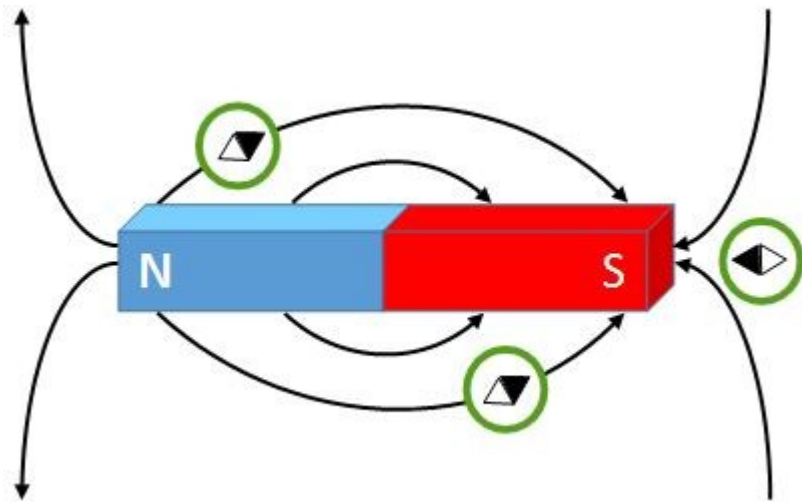
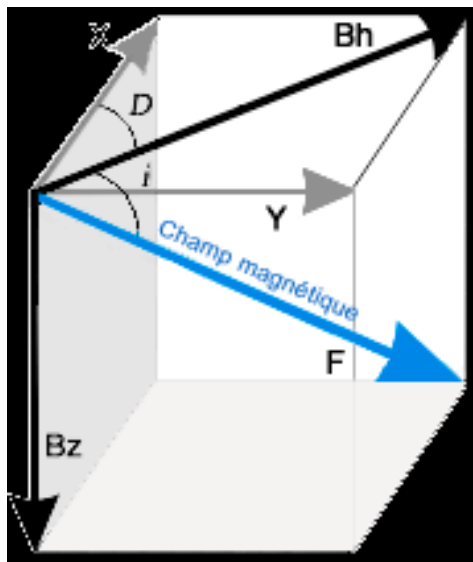
Champ magnétique

inclinaison magnétique d'un lieu est l'angle que font les lignes du champ magnétique terrestre avec l'horizontale. Elle se mesure avec un instrument particulier appelé boussole d'inclinaison. Elle est maximale aux pôles magnétiques et minimale à l'équateur magnétique. Comme la déclinaison magnétique, elle varie en un lieu au cours du temps. Les lignes de même inclinaison sont appelées isoclines



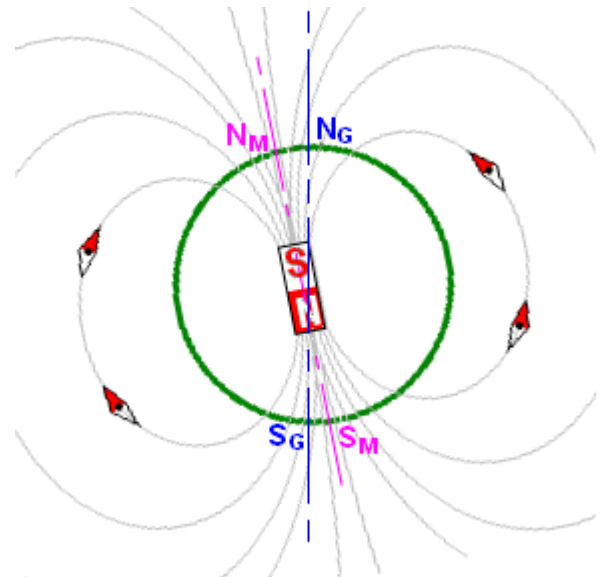
US/UK World Magnetic Model -- Epoch 2010.0
Main Field Inclination (I)



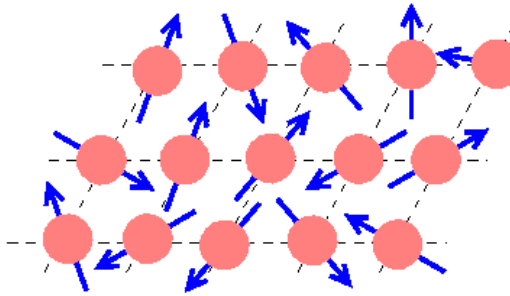


On peut déduire la latitude de l'inclinaison du champ.

On peut déduire la longitude de la déclinaison (angle vecteur vers le nord magnétique avec le vecteur vers le nord géographique)

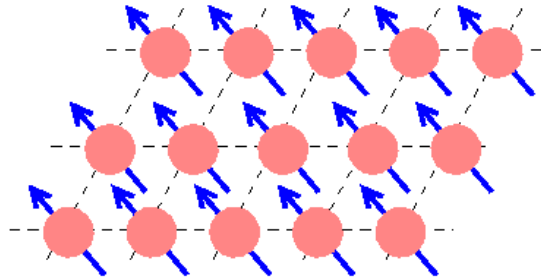


Le point (ou température) de Curie découvert par Pierre Curie en 1895

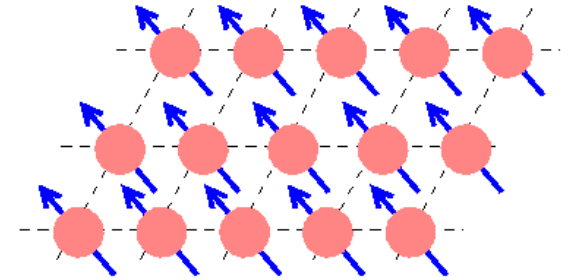


cet état se caractérise par un désordre d'orientation en l'absence de champ extérieur, dû à l'agitation thermique

au dessus de TC le matériau est paramagnétique et ne peut donc posséder qu'une aimantation temporaire, générée par un champ magnétique extérieur ;



Et une orientation privilégiée en présence de champ extérieur



au dessous de TC le matériau peut donc posséder une aimantation permanente ; cet état se caractérise par une interaction des moments magnétiques leur permettant de garder une même orientation à grande échelle

Certains minéraux des roches (surtout volcaniques) peuvent voir leur moment magnétique se figer lors du refroidissement (passage du point de curie).

On accède donc:

- à la **paléo-latitude**

- à la **paléo-déclinaison**

du basalte(par exemple) étudié et montrer qu'il n'est pas à ses coordonnées initiales.

Faut juste faire bien attention lorsqu'on récupère l'échantillon à bien noté sa position exacte !!



Deux roches du même âge ayant fossilisées le champs avec le même Pôles Nord magnétique, on peut déduire leurs positions relatives à l'époque du passage du point de Curie....

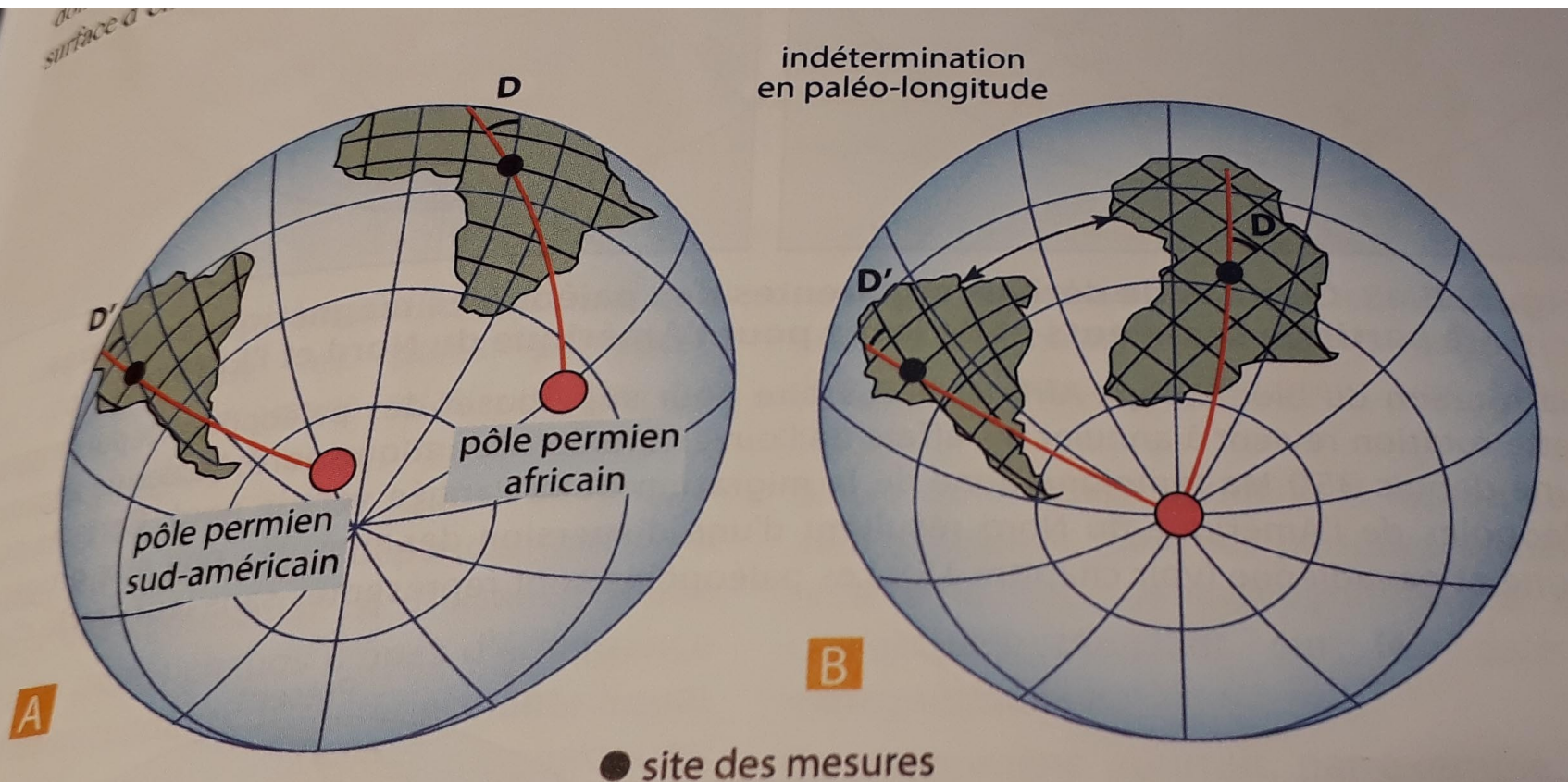
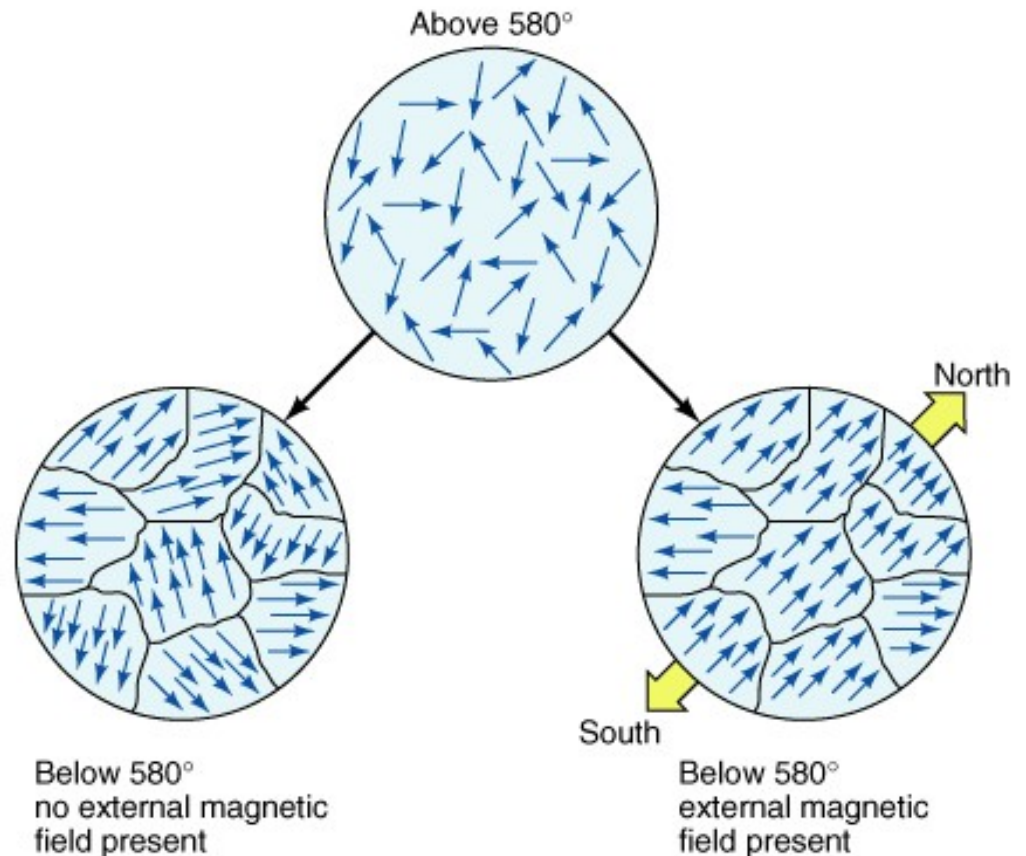


Figure 6.42 Détermination de la paléolatitude

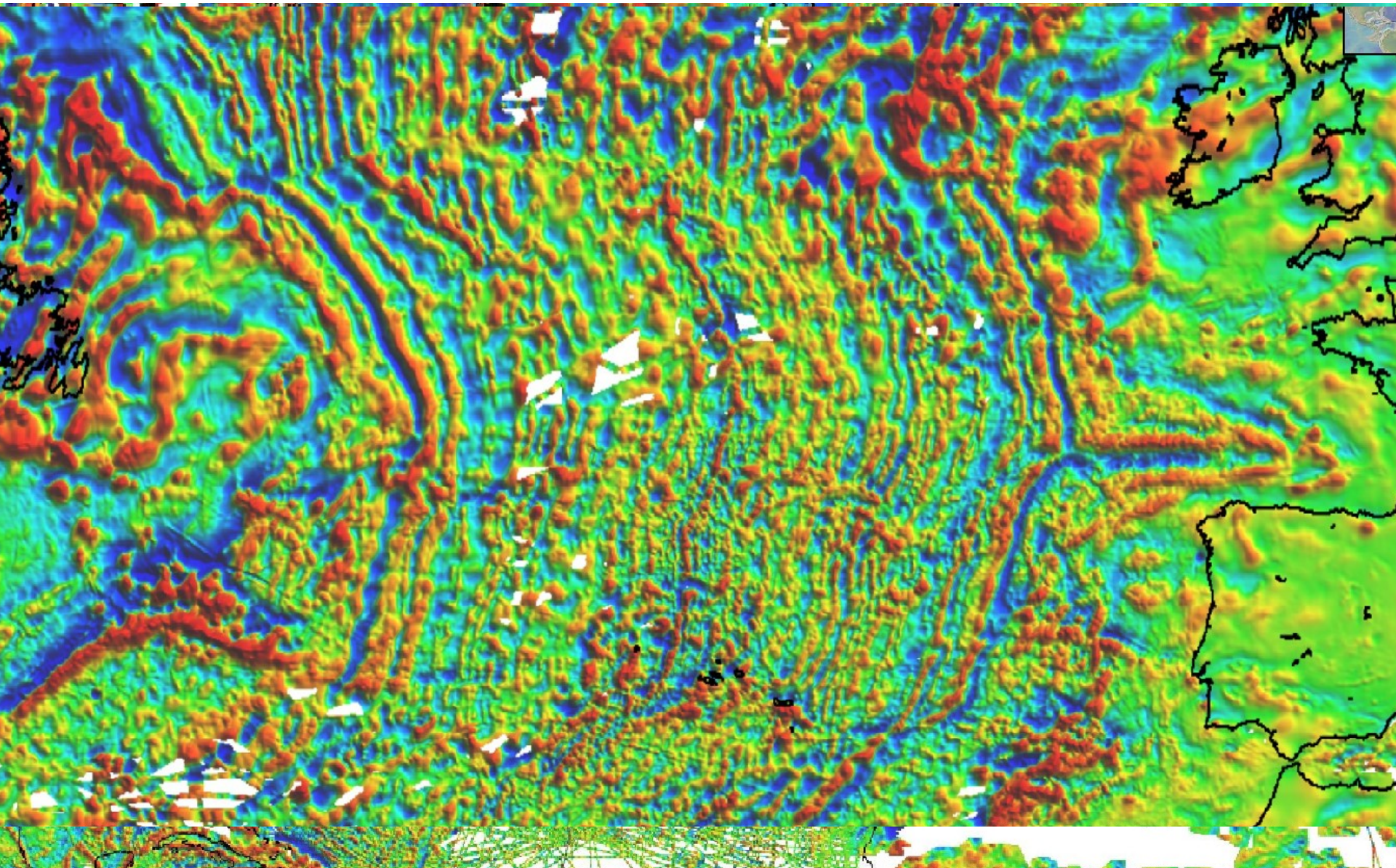
Ne pas confondre

Attention !

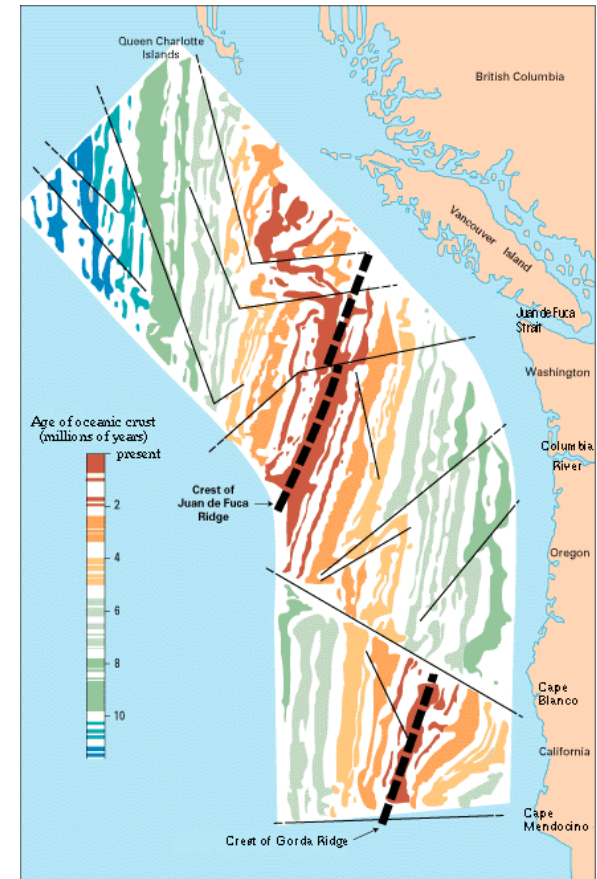
C'est le moment
magnétique qui est
« fossilisé », ce n'est
pas l'orientation des
minéraux !



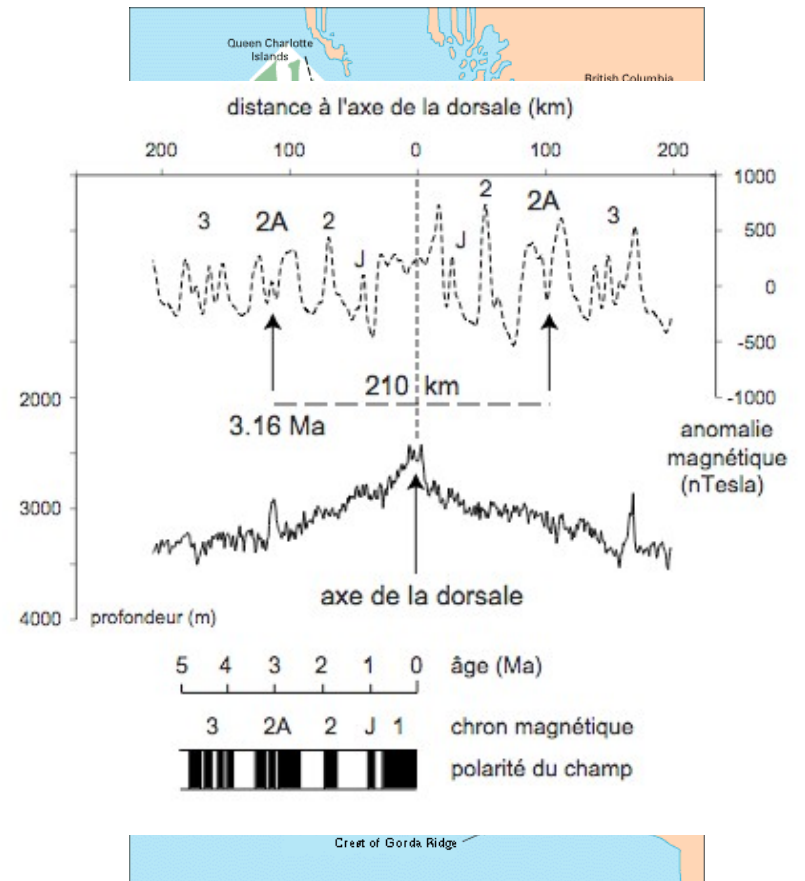
anomalies magnétiques

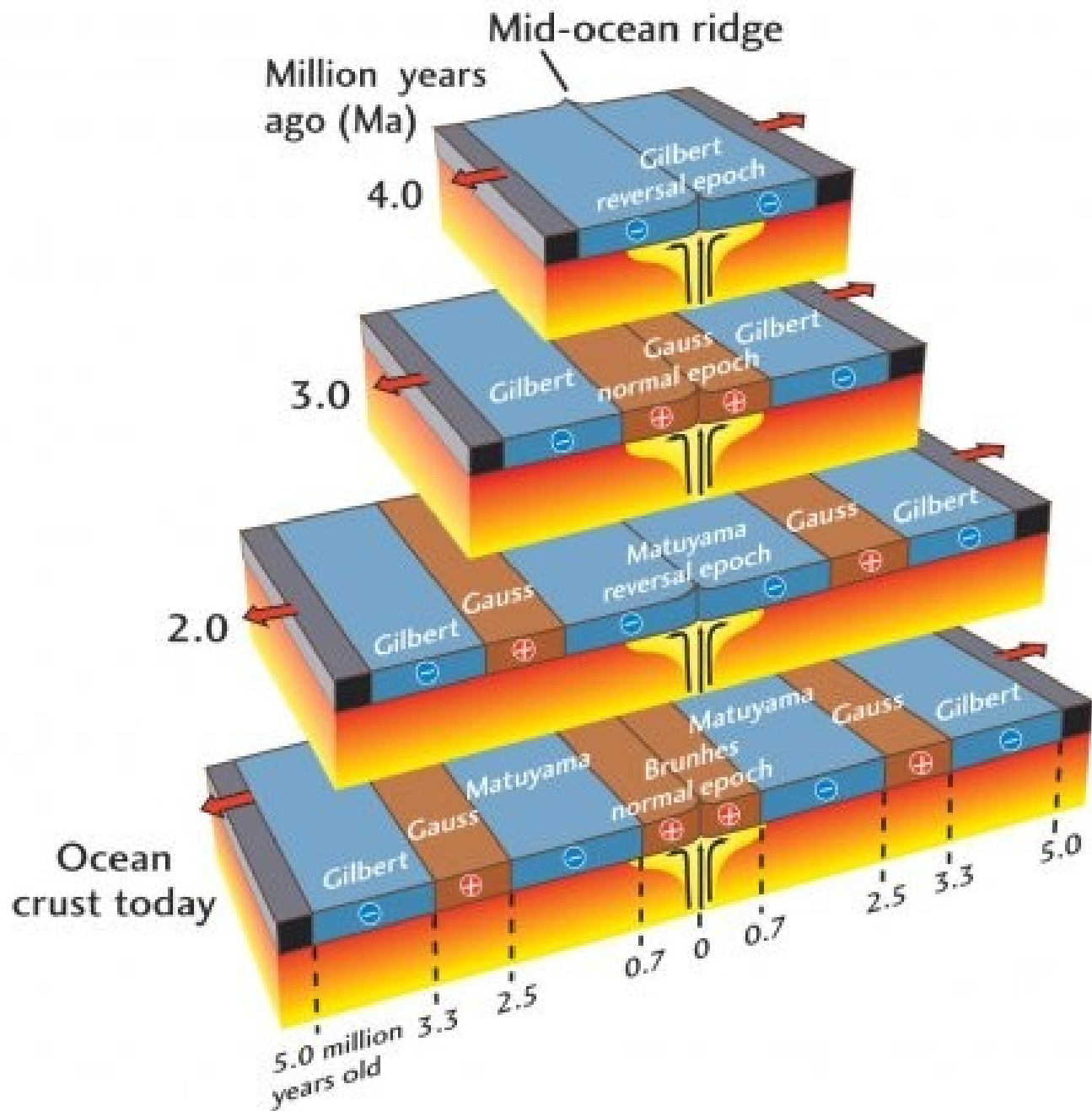


0 F.J. Vine et D.H. Matthews



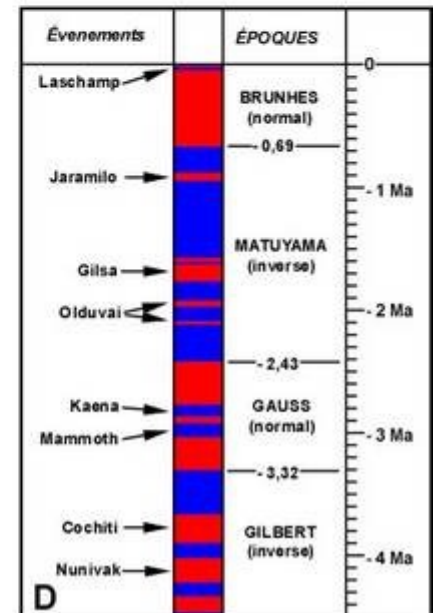
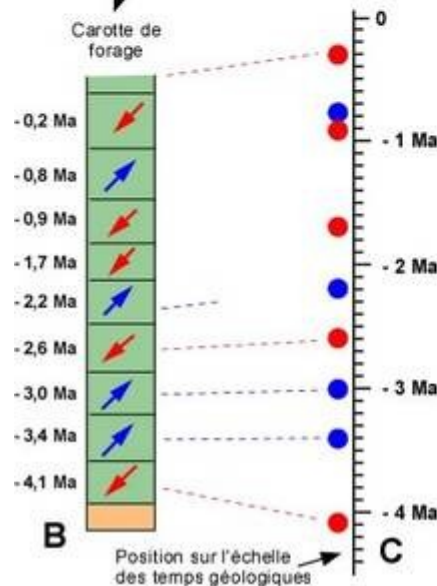
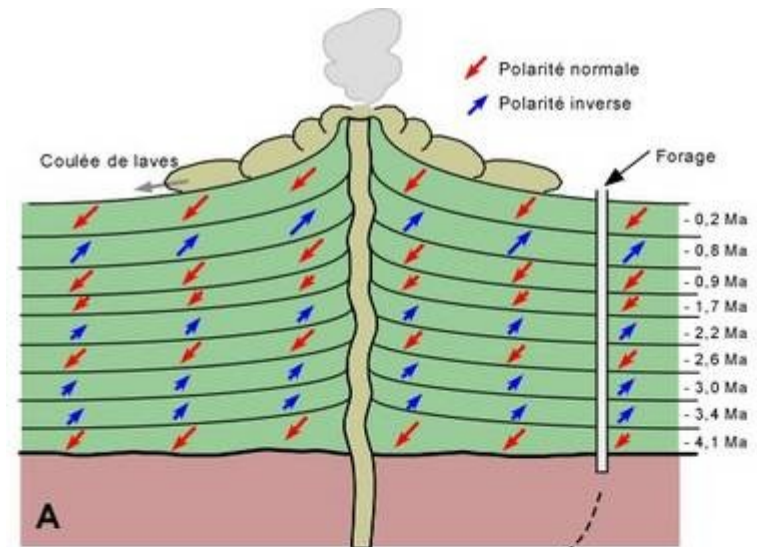
0 F.J. Vine et D.H. Matthews





Connaissant les âges d'inversions des pôles établis par le géophysicien japonais Monotori Matuyama grâce à l'étude de coulées de lave, Les premières vitesses de déplacements ont pu alors être établies : environ 2cm.an-1

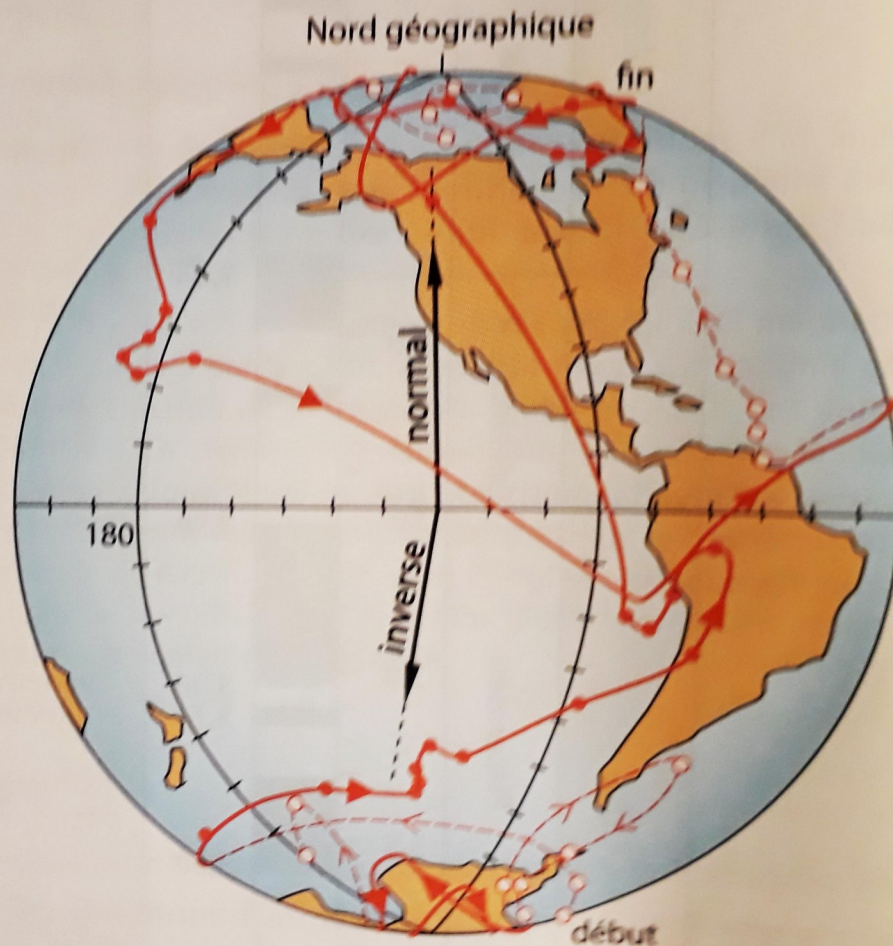
Depuis 180 Ma, il y a eu quelques 300 inversions du champ magnétique terrestre. La durée d'une inversion est d'environ 2000 ans. La durée d'une polarité est appelée "chron".



Depuis 180 Ma, il y a eu quelques 300 inversions du champ magnétique terrestre. La durée d'une inversion est d'environ 2000 ans. La durée d'une polarité est appelée "chron". → **extrait audio FI.**

Figure 6.41 Positions du pôle Nord au cours d'une inversion du champ géomagnétique.

Cette inversion, au cours de laquelle le champ est passé d'inverse à normal, est survenue il y a 19 Ma ; elle a été enregistrée dans des laves à Steens Mountain (Ore-gon). Le pôle Nord magnétique a décrit, pendant 15 000 ans, une trajectoire sinueuse qui pourrait résulter de variations relatives des composantes dipolaires et multipolaires du champ. Les pointillés indiquent la partie du trajet située sur l'autre face du globe.



**I – La mise en place du modèle en
plaques : Des indices multiples.**

**3.) Étude de l'âge des sédiments
océaniques.**

JOIDES RES

is a research vessel

1 DERRICK

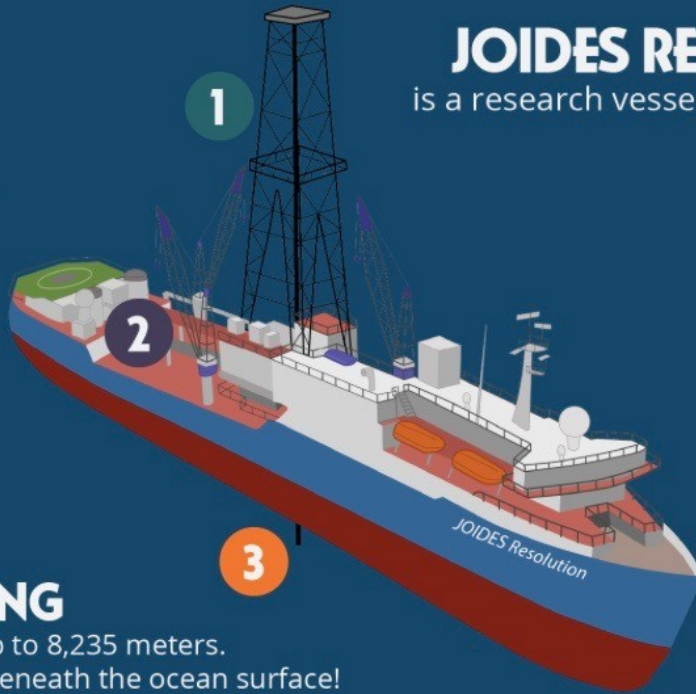
Is 62 meters above the water line

2 CATWALK

Where the cores are sent after drilling.

3 DRILL STRING

Can reach depths of up to 8,235 meters. that's about six miles beneath the ocean surface!

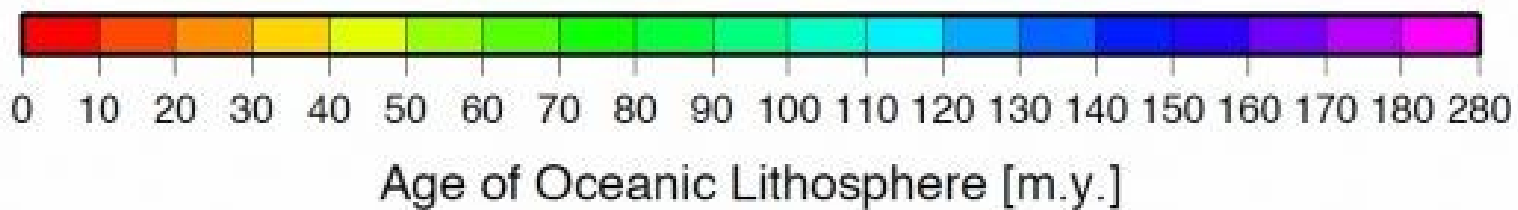
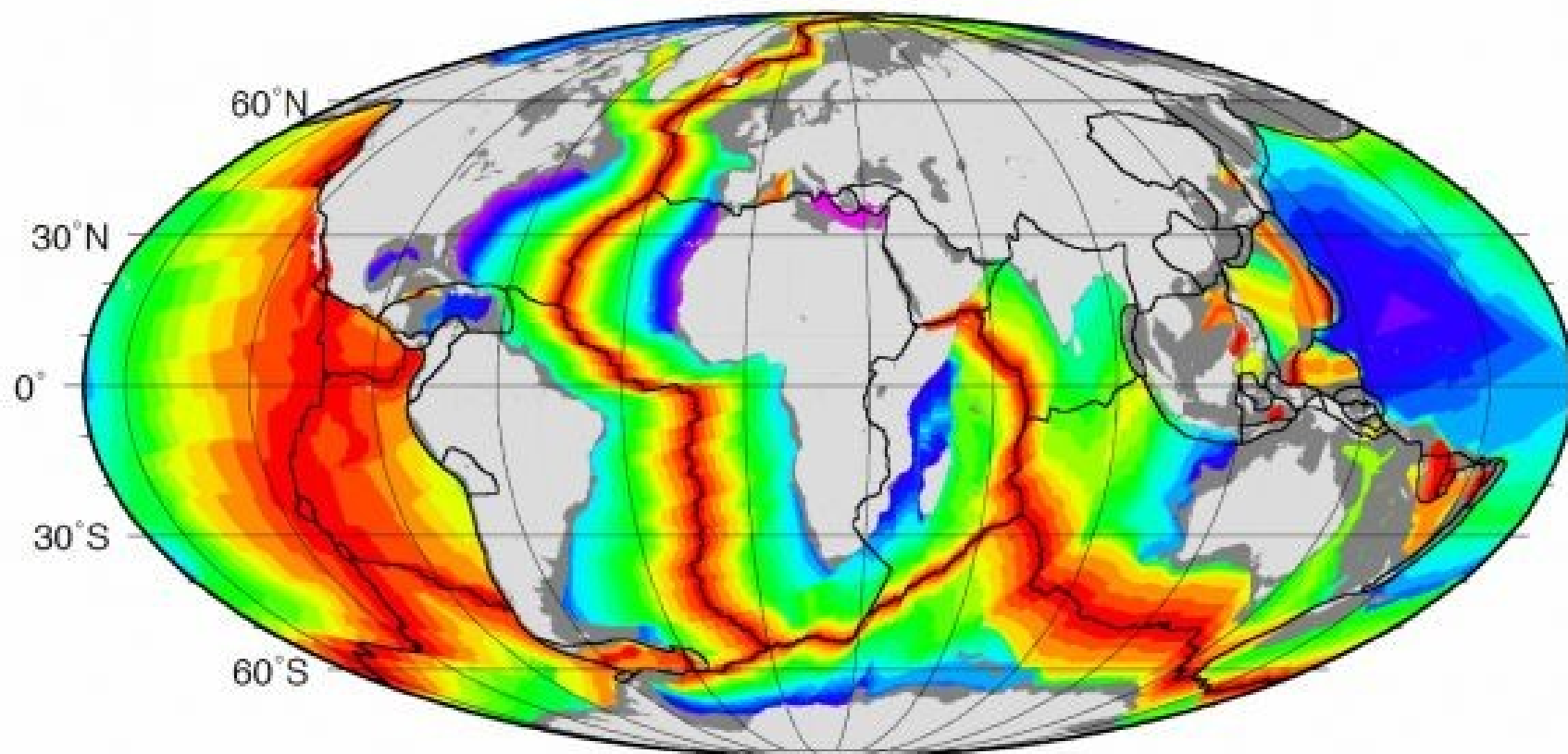


1969

Campagne JOIDES

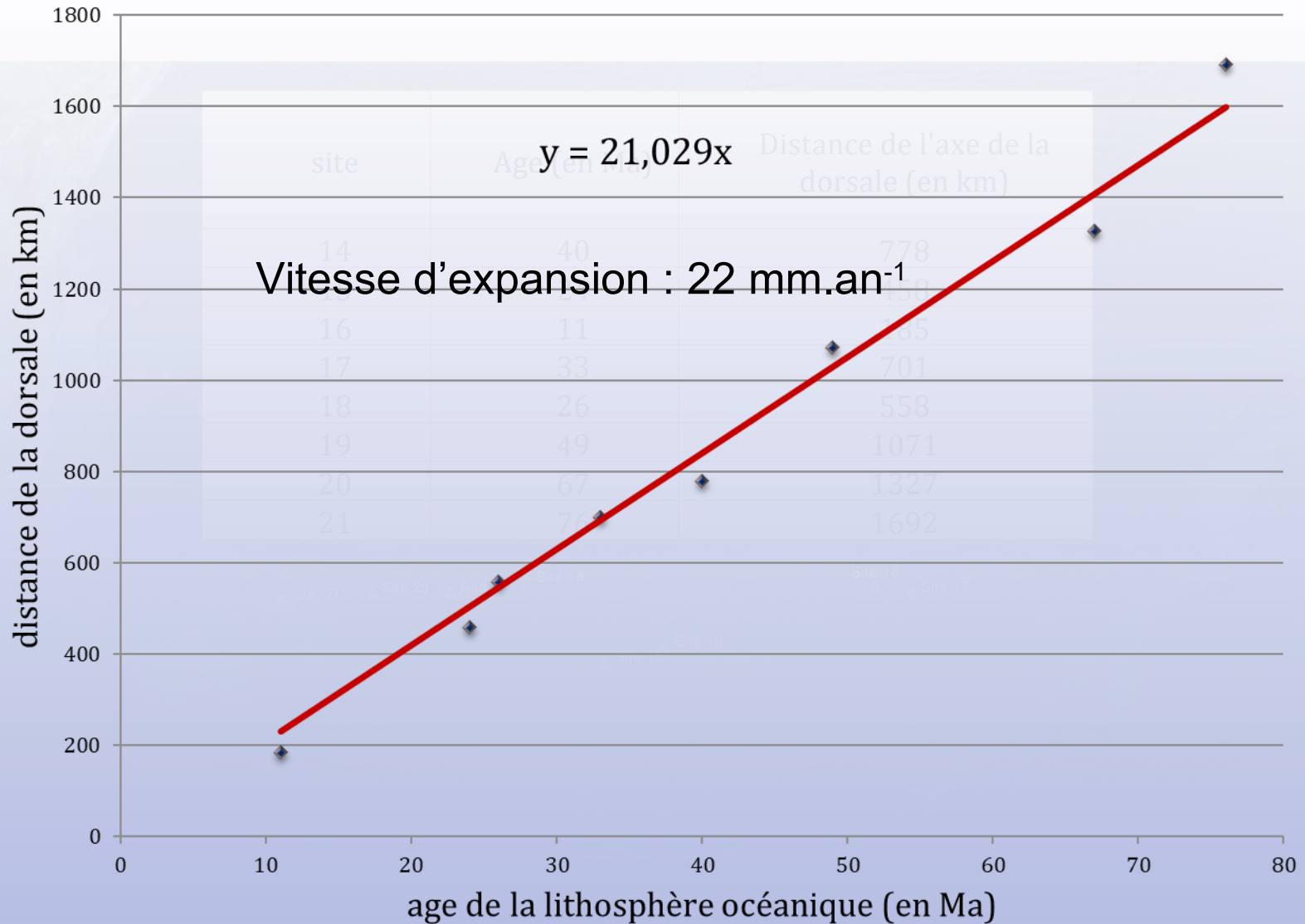
site	Age (en Ma)	Distance de l'axe de la dorsale (en km)
14	40	778
15	24	458
16	11	185
17	33	701
18	26	558
19	49	1071
20	67	1327
21	76	1692





1969

Campagne JOIDES

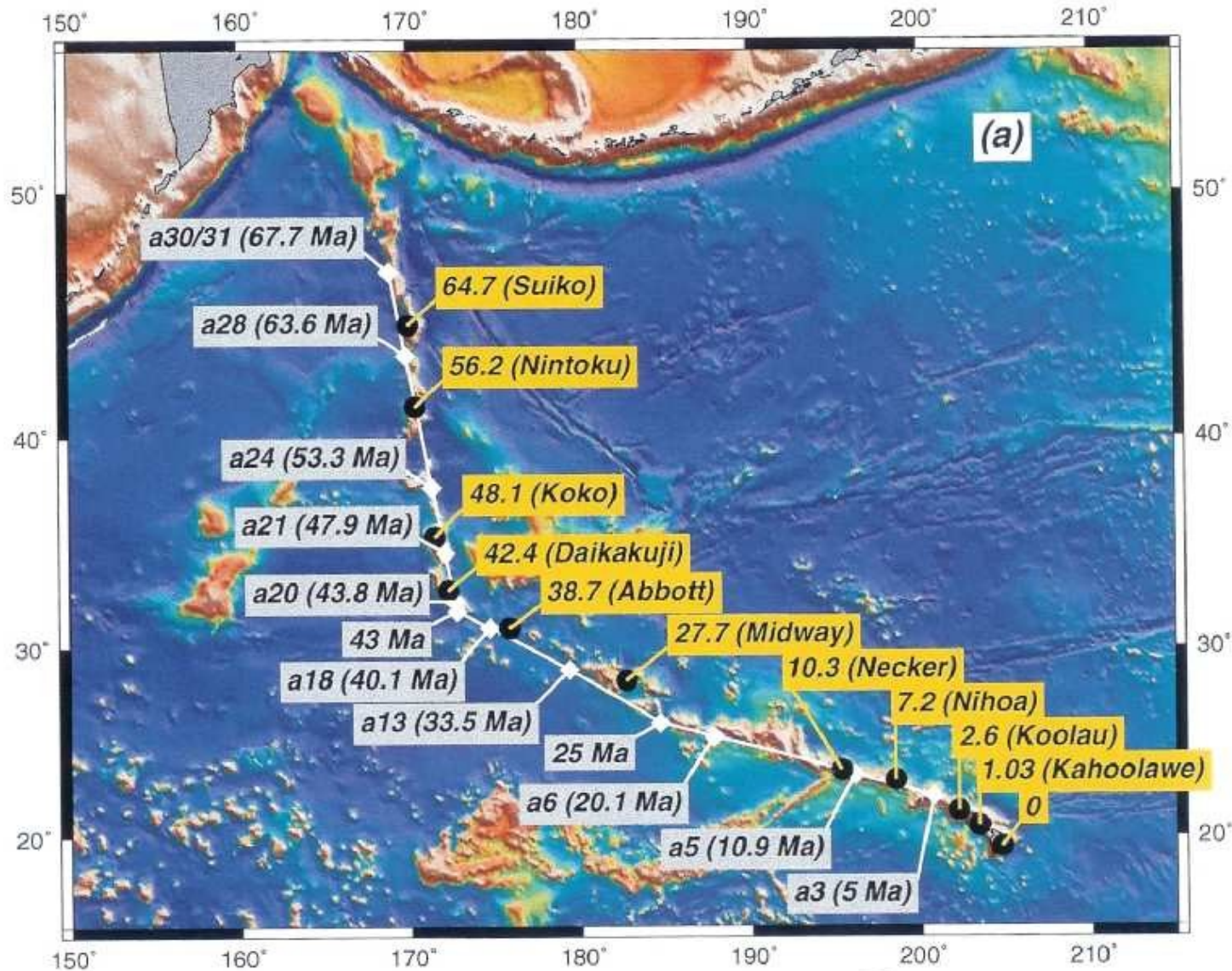


**I – La mise en place du modèle en
plaques : Des indices multiples.**

4.) Les alignements volcaniques.

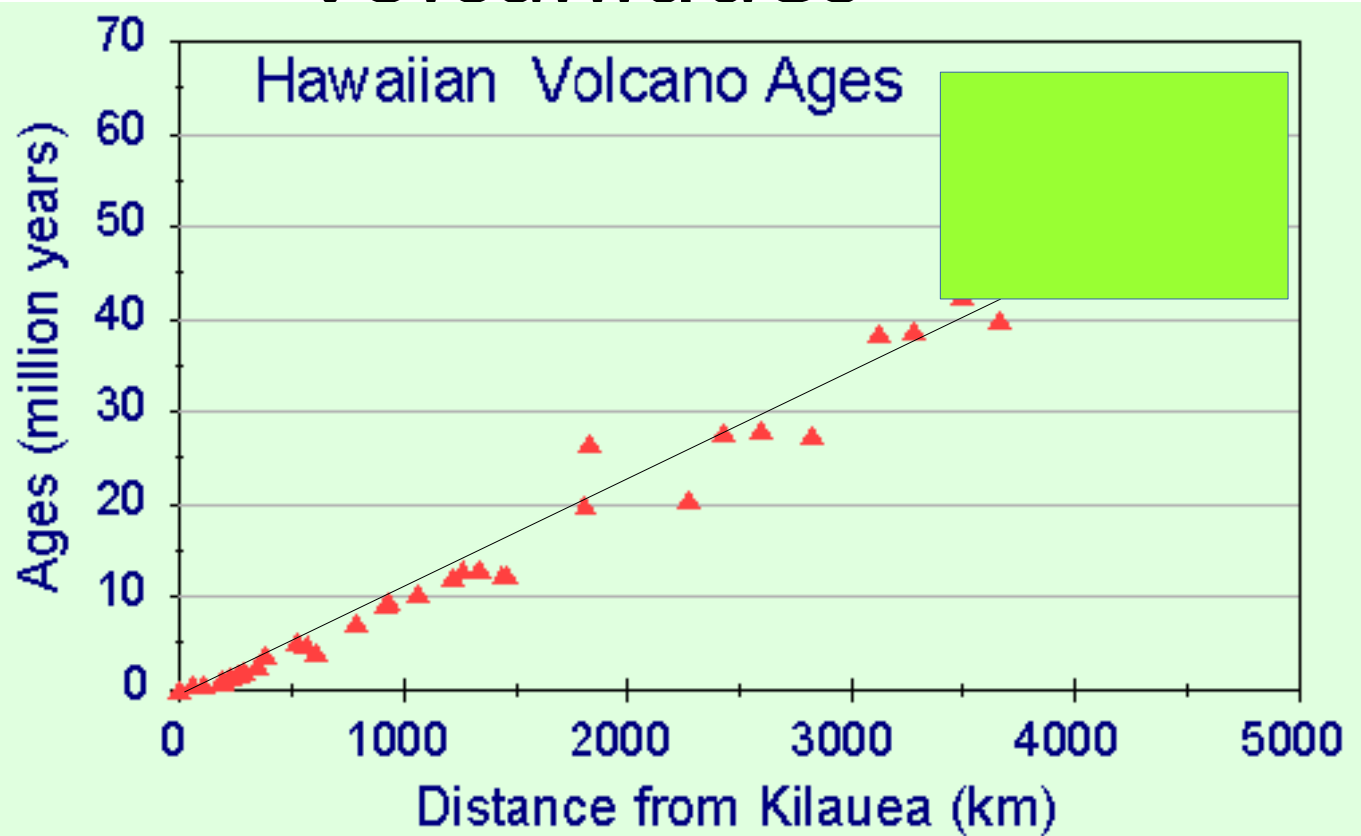
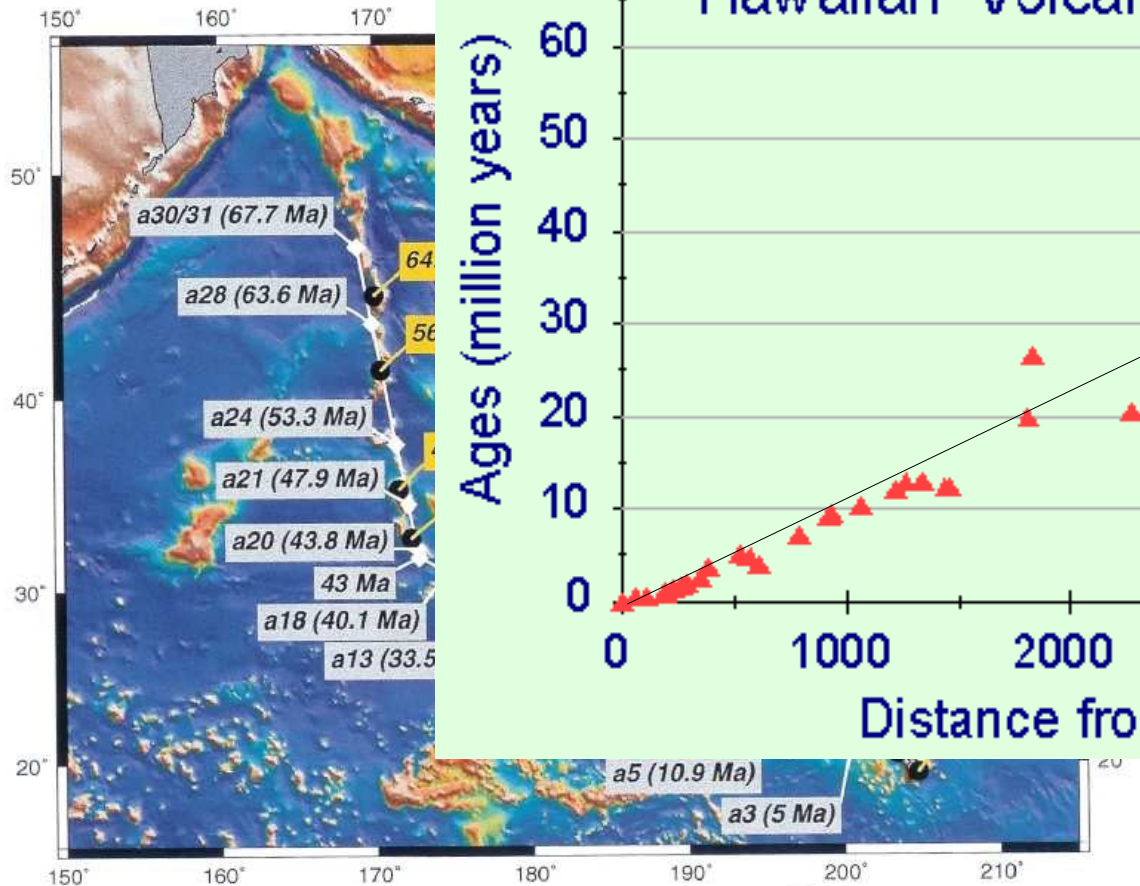
1972

2. Les alignements volcaniques



1972

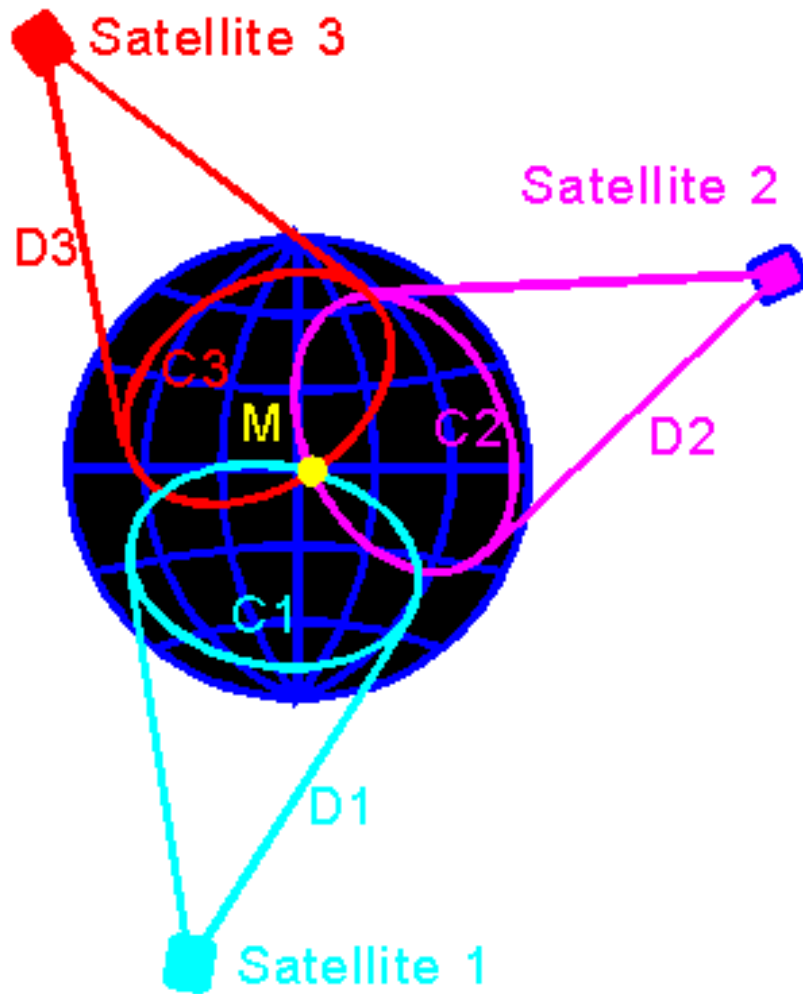
2. Les alignements volcaniques



**I – La mise en place du modèle en
plaques : Des indices multiples.**

**5.) Les données GPS et les
mesures géodésiques(à télémétrie
laser).**

Principe du GPS :



+ un autre contact avec
un satellite qui permet
de synchroniser les
moments(temps)

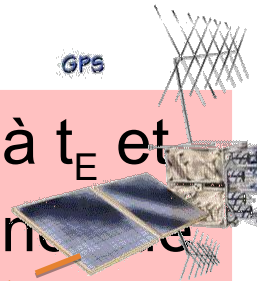
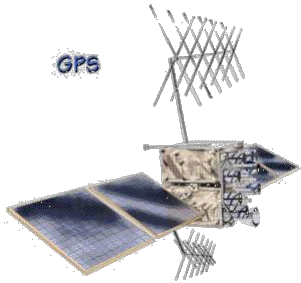
Chaque satellite transmet par ondes électromagnétiques son **identification**, sa **position** et la **date d'émission**

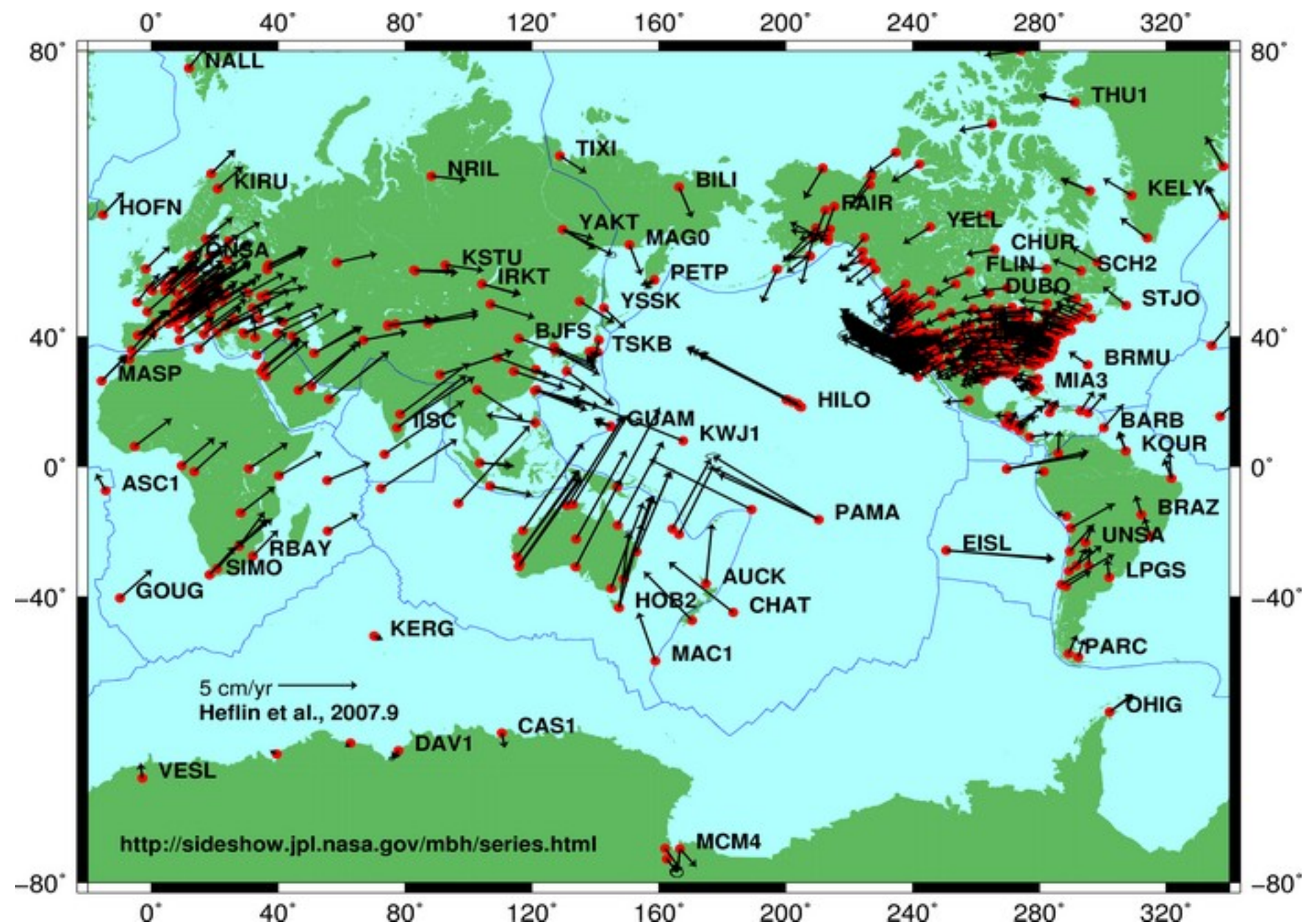
GPS

En réalité l'horloge du récepteur n'est pas assez précise : erreur Δt ... de même l'horloge des satellites subissent un ralentissement gravitationnel...

Le récepteur détermine les temps de parcours, calcule les distances aux satellites et enfin sa position !

L'onde est émise à t_E et reçu à t_R . La distance M à H est :
$$D = c(t_R - t_E) = c \Delta t$$





II – Le modèle actuel.

**prise en compte de l'ensemble
des indices**

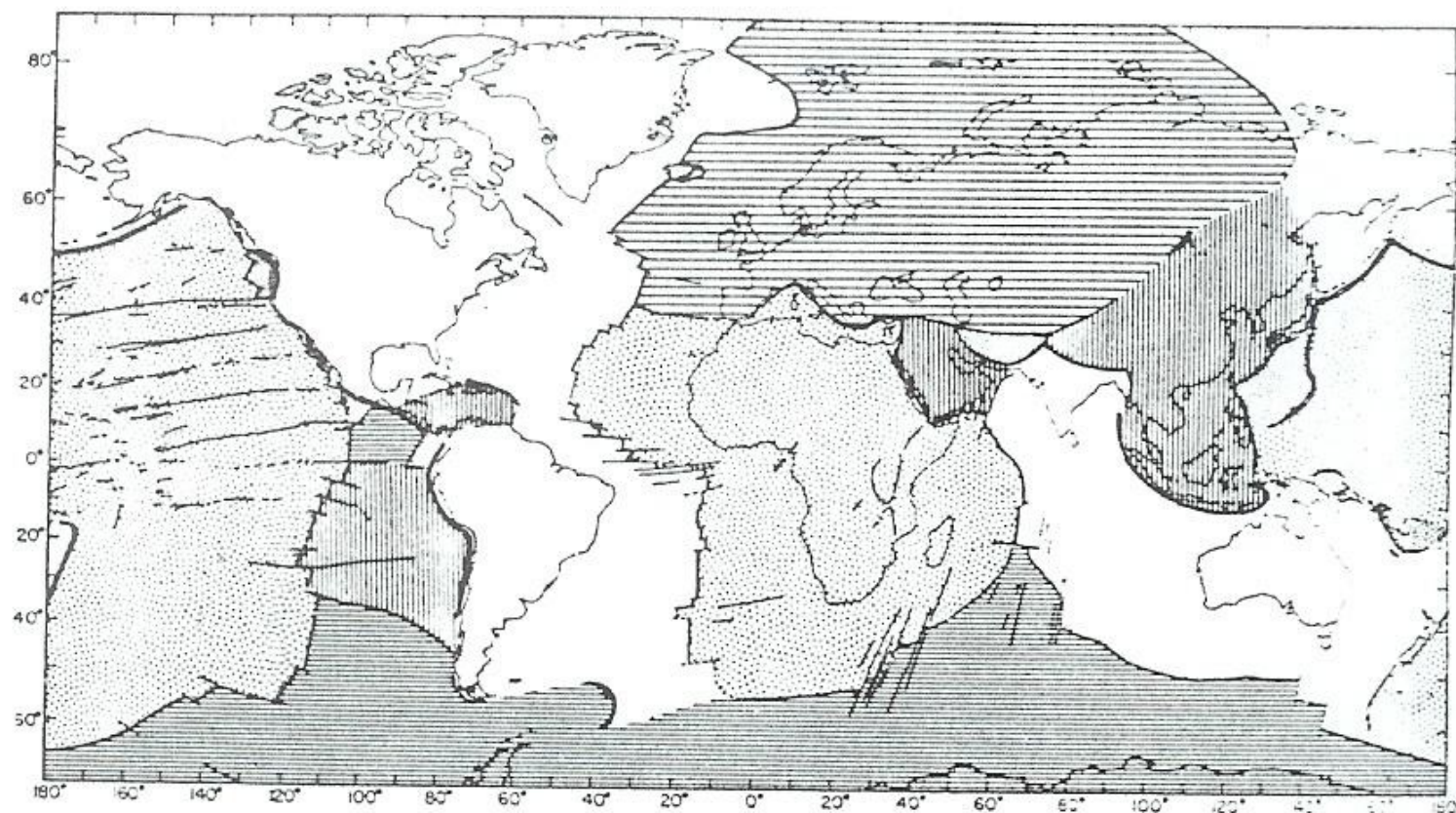


Fig. 1. The crust is divided into units that move as rigid blocks. The boundaries between blocks are rises, trenches (or young fold mountains), and faults. The boundaries drawn in Asia are tentative, and additional sub-blocks may be required. (Figure is based on *Sykes's* [1968b] map of the ridge system with additional features from *Heezen and Tharp's* [1965] tectonic map.)

