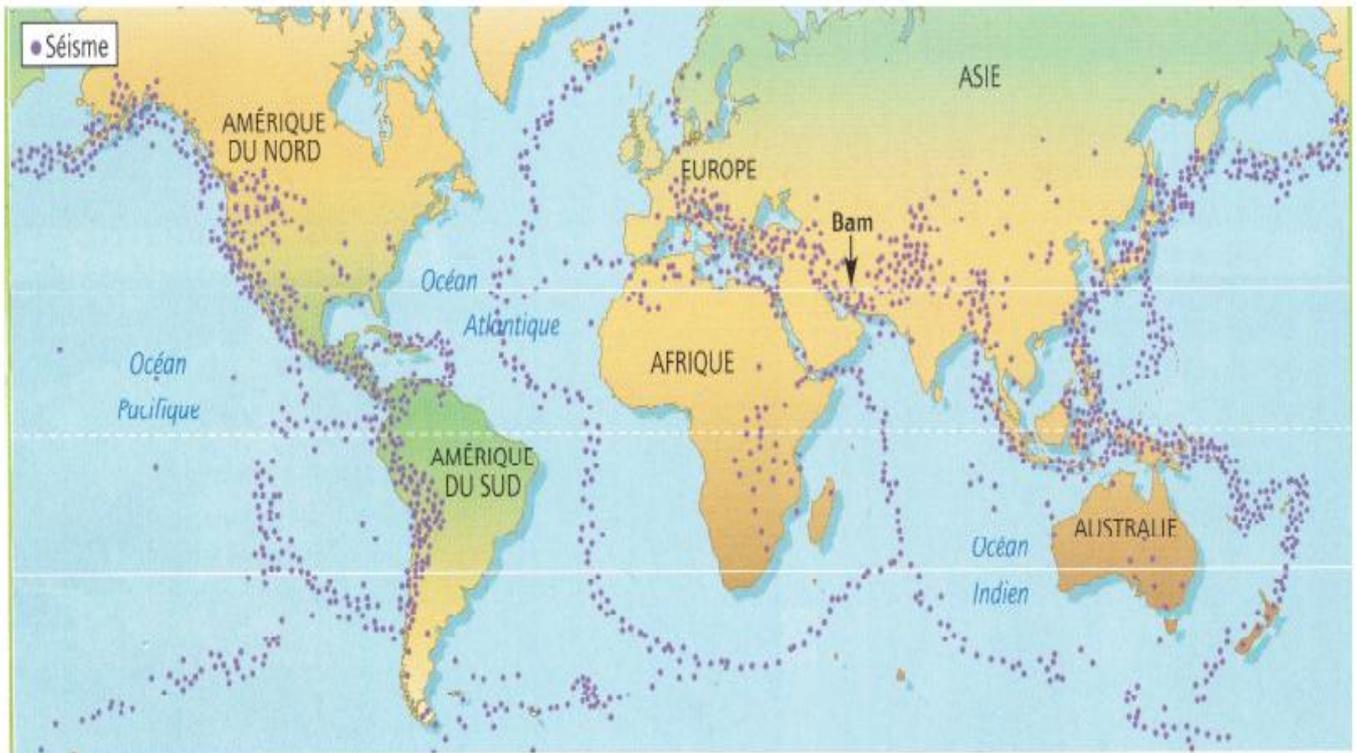


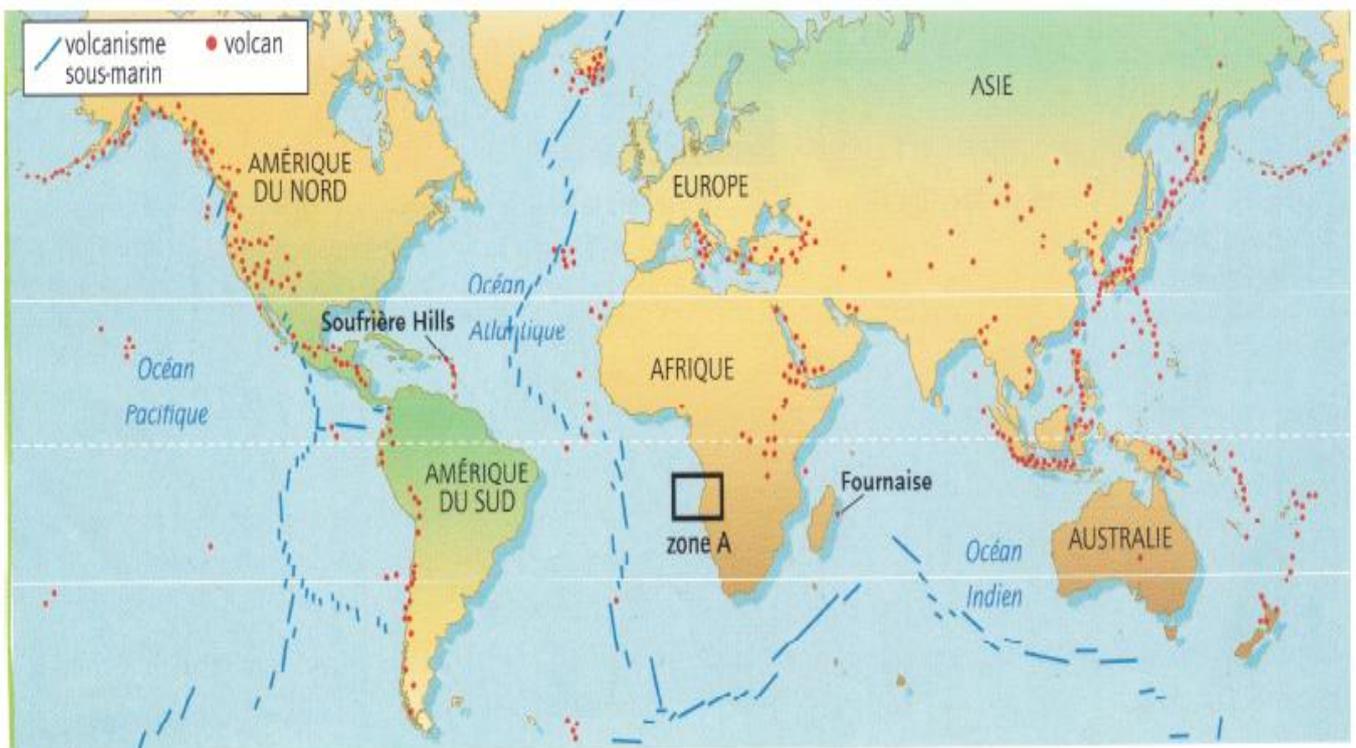
ACTIVITES SUR LA TECTONIQUE DES PLAQUES

Documents élèves – Localisation des zones à risque géologique

Document 1 : Carte de répartition des séismes dans le monde



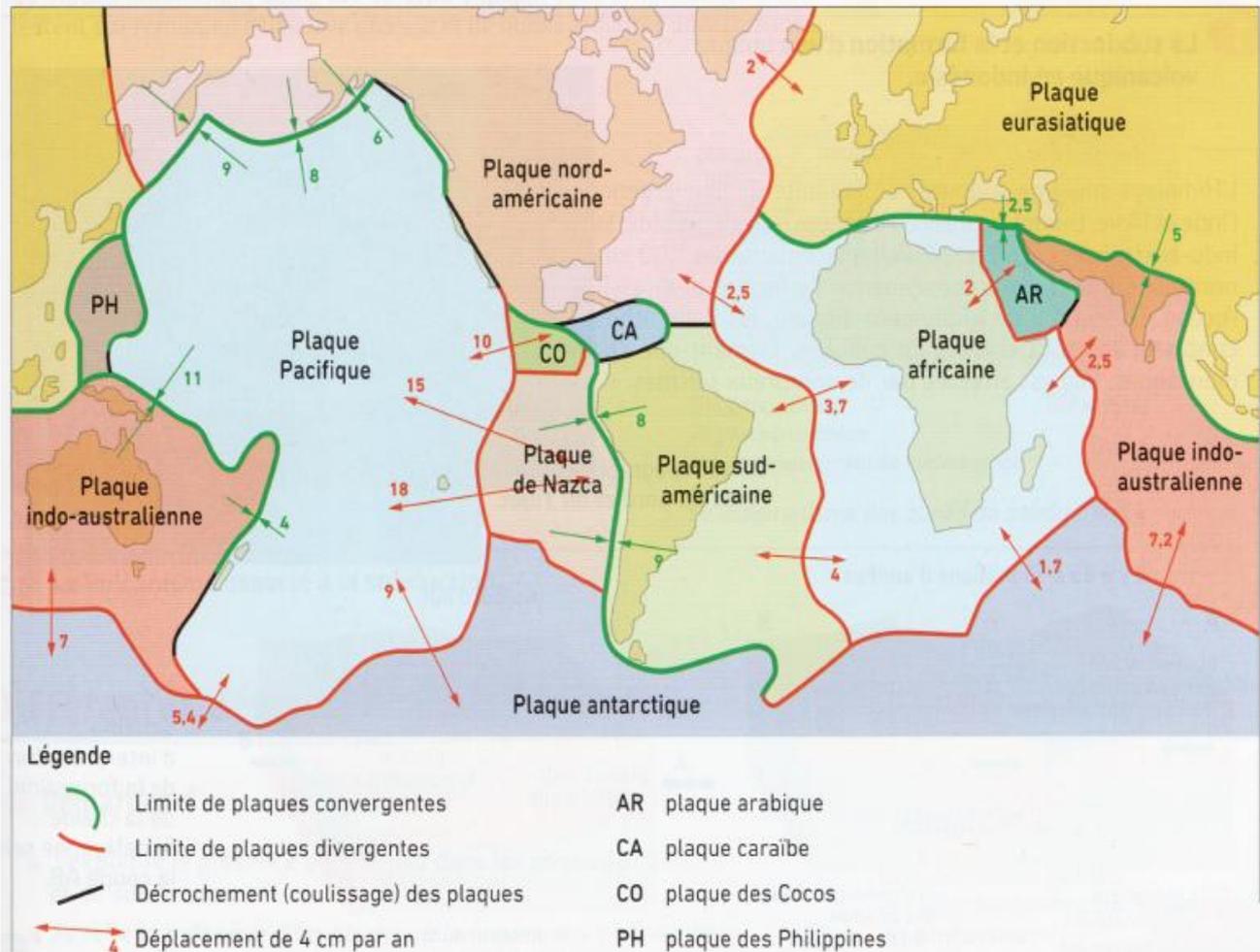
Document 2 : Carte de répartition du volcanisme mondial



Document 3 : Carte de répartition des plaques lithosphériques et de leurs mouvements

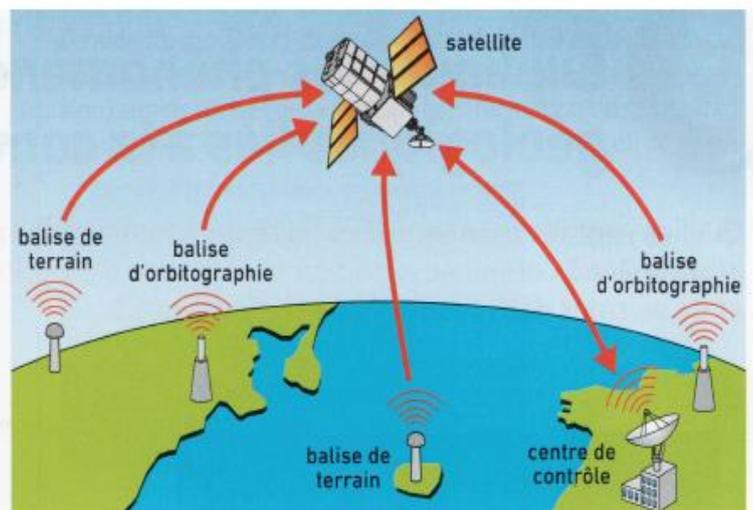
Selon la théorie de la tectonique des plaques, les plaques lithosphériques identifiées à la surface de la Terre ont des mouvements horizontaux qui leur sont propres. Cela entraîne l'existence de différents types de limites entre les plaques. Ces limites sont **convergentes** (en vert \rightarrow)

si les plaques se rapprochent. Elles sont **divergentes** (en rouge \leftarrow) si elles s'éloignent. Elles sont en **décrochement** (en noir) si elles couissent latéralement. Ces limites sont marquées par de nombreux phénomènes géologiques (volcanisme, séismes).



Document 4 : Le système de mesure de la mobilité des plaques

Le système DORIS est un système de géodésie spatiale. Il utilise un réseau permanent d'une soixantaine de balises réparties sur tout le globe. Ces balises émettent des signaux vers des satellites, ce qui permet de les géolocaliser avec une précision de l'ordre du centimètre. Il est ainsi possible de déterminer le déplacement des plaques lithosphériques à la surface de la Terre. On a, par exemple, établi à partir des enregistrements effectués par les balises situées en Islande, de part et d'autre de la dorsale Atlantique, un éloignement des plaques de 2 cm par an.



Fonctionnement du système DORIS.

Activité 3 - Correction

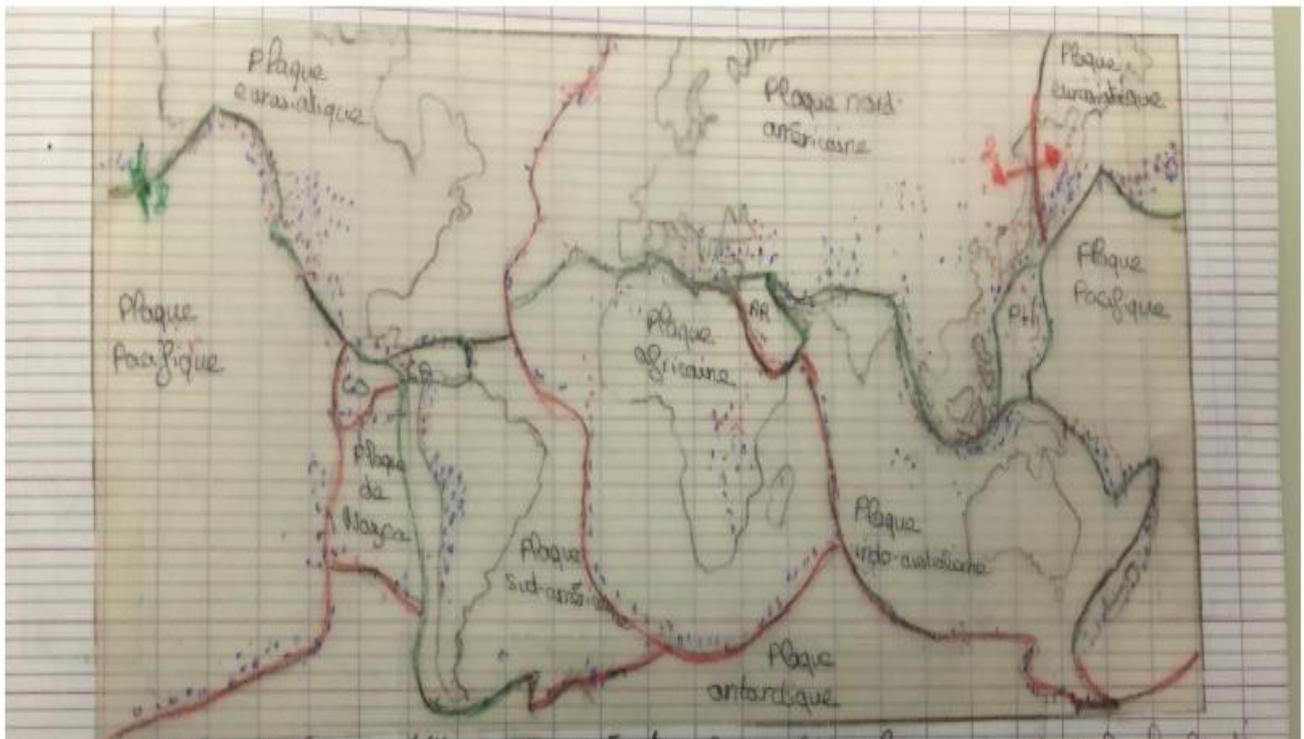


Schéma de la répartition des différentes plaques lithosphériques à partir de la localisation

- AA: Plaque arabe des Seines et des volcans (rapprochement (appelé plaques convergentes))
- CA: Plaque caraïbe (écartement (appelé plaques divergentes))
- CO: Plaque des Cocos (coulissement (appelé décrochements))
- PH: Plaque des Philippines (déplacement de 2 cm par an)

2) Aujourd'hui nous enregistrons le mouvement des plaques grâce au système Doris, un système de géodésie spatiale. Ce système est constitué de balises (réparties sur tout le globe) qui émettent des signaux vers les satellites. Ils peuvent ainsi se géolocaliser au centimètre près. Cette méthode permet de déterminer le déplacement

Titre: Schéma des Plaques tectoniques et de leurs déplacements

1° Légende:

- Plaques
- Volcans
- Séismes

Déplacements des plaques

- 4 → Déplacement de 4 cm par an
- Décrochement (coulissage) des plaques

Nom de quelques plaques

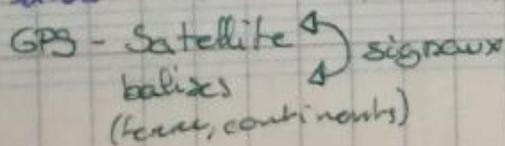
- AR plaque arabe
- CA plaque caraïbe
- CO plaque Cocos
- PH plaque des Philippines

Types de plaques

- ← → plaques qui s'éloignent
- ← plaques qui se rapprochent



2° Pour enregistrer le mouvement des plaques on utilise actuellement le système DORIS. Des balises ont été placées dans le monde entier et permettent de déterminer si les plaques bougent. Ce système est si sophistiqué qu'il est capable de percevoir des déplacements de l'ordre du centimètre. Les balises émettent un signal jusqu'à un satellite (dans l'espace) qui géolocalise les moindres déplacements.



Document 1 : La dérive des continents proposée par A.Wegener en 1912

• La première idée des translations continentales me vint à l'esprit dès 1910. En considérant la carte du globe, je fus subitement frappé de la concordance des côtes de l'Atlantique, mais je ne m'y arrêtais point tout d'abord, parce que j'estimai de pareilles translations invraisemblables. En automne 1911, j'eus connaissance par hasard, en lisant une collection de rapports scientifiques, de conclusions paléontologiques, inconnues jusqu'alors pour moi, admettant l'existence d'une ancienne liaison terrestre entre le Brésil et l'Afrique. Cela m'engagea à faire un examen préalable et sommaire des résultats connexes au problème des translations, tant en Géologie qu'en Paléontologie.

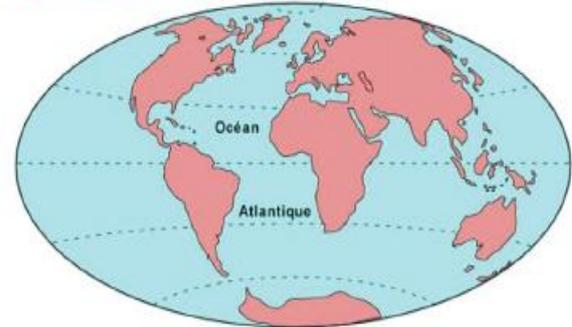


• J'obtins tout de suite des confirmations assez importantes pour commencer à être convaincu de l'exactitude systématique de la théorie. »

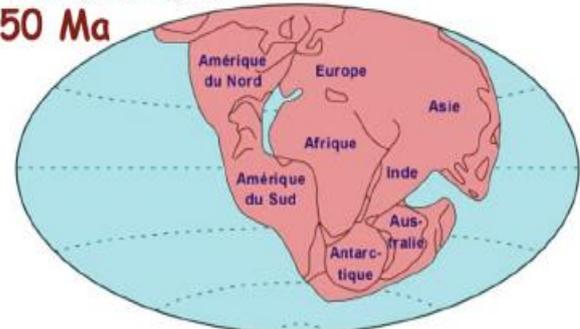
De ces observations vient l'hypothèse que les continents, autrefois réunis en une seule masse continentale nommée Pangée, se sont dispersés pour atteindre leur position actuelle en fendant la fine couche rocheuse des fonds océaniques qui les entoure.

La Genèse des continents, Alfred Wegener, 1915.

Position actuelle des continents



La Pangée de Wegener
250 Ma



Les arguments énoncés par Wegener sont précis et de nature différente :

- Arguments morphologiques

Wegener a constaté une complémentarité de forme des continents Afrique et Amérique du Sud de part et d'autre de l'océan Atlantique. Comme les pièces d'un puzzle qui se complètent.

- Arguments paléontologiques

La répartition de fossiles de l'ère Primaire s'explique d'après Wegener par le fait que chaque espèce devait occuper une seule aire de répartition avant la séparation des continents.



Cynognathus (-240Ma) = reptile fossile terrestre de 3m de long découvert en Argentine et en Afrique



Lystrosaurus = reptile fossile terrestre découvert en Afrique, en Antarctique et en Inde



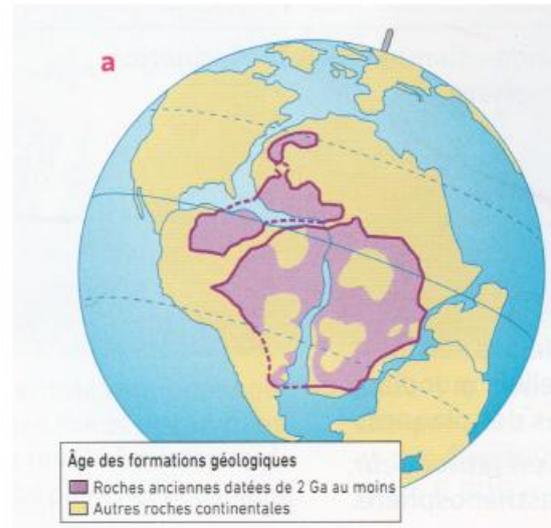
Mesosaurus (-260Ma) = reptile fossile d'eau douce découvert en Amérique du sud et en Afrique



Glossopteris (-240Ma) = plante fossile terrestre découverte sur tous les continents de l'hémisphère sud

- Arguments pétrographiques

Des formations rocheuses datées de 2 Ga (milliards d'années) peuvent être assemblées en chaînes continues si on rapproche l'Afrique et l'Amérique du Sud.

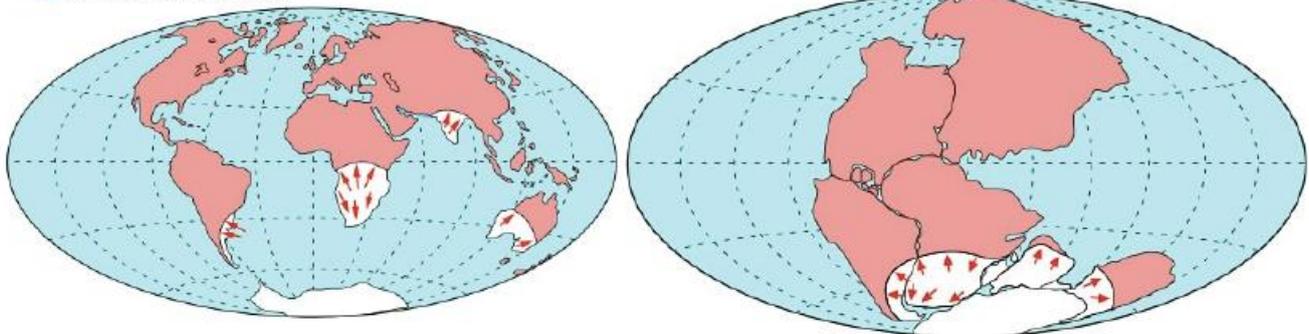


- Arguments paléo-climatiques

On observe, sur certaines portions des continents actuels, des marques de glaciation datant de 300 millions d'années ce qui veut dire que ces portions étaient recouvertes d'une calotte glaciaire. Or il est improbable qu'il y ait pu avoir des glaciations sur des continents se trouvant dans la zone tropicale (sud de l'Afrique, Inde).

Carte des traces de glaciation aujourd'hui et il y a 300 Ma

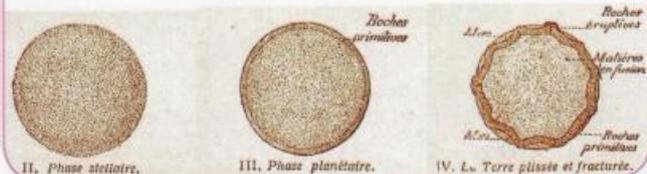
→ sens d'écoulement de la glace



Document 2 : Les théories avant Wegener

La théorie de la contraction thermique

Pour expliquer la formation des reliefs terrestres, les géologues du milieu du XIX^e siècle (Elie de Beaumont) comparaient la Terre à une pomme. Selon leur théorie, au cours des temps géologiques, la Terre, comme la pomme, a eu sa surface qui s'est ridée et les reliefs sont apparus.



La théorie du continent unique

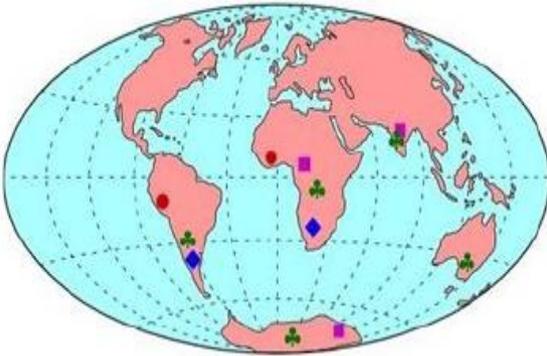


En 1883, Eduard Suess propose l'existence d'un unique continent, qui vers 200 Ma s'est effondré partiellement en plusieurs bassins dans lesquels s'est engouffrée l'eau océanique, provoquant une fragmentation apparente du continent unique en plusieurs continents. La théorie reposait sur les arguments suivants :

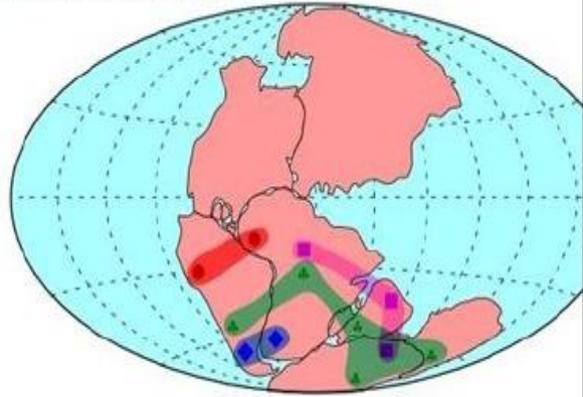
- avant 200 Ma, des fossiles d'animaux terrestres et de végétaux comme *Glossopteris* sont identiques et de même âge géologique sur des continents pourtant éloignés ;
- après 200 Ma, les fossiles terrestres sont différents entre les continents.

Activité 4 : Correction

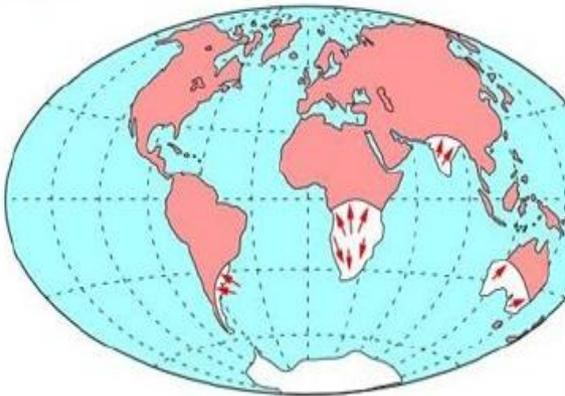
- Cynognathus: reptile prédateur terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ◆ Mesosaurus: petit reptile de lacs d'eau douce, il y a 260 Ma
- Lystrosaurus: reptile terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ♣ Glossospteris: plante terrestre d'il y a 240 Ma



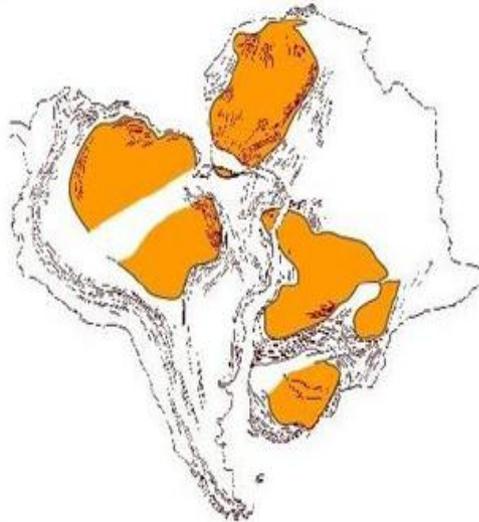
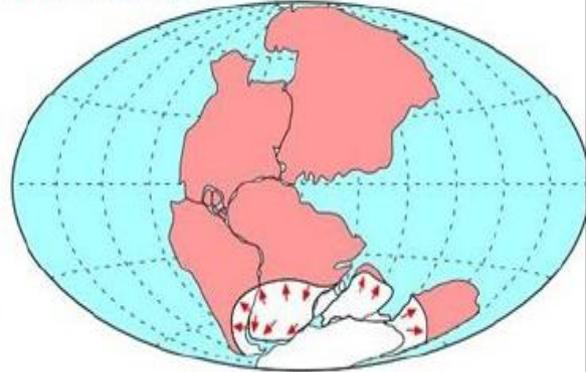
La solution de Wegener



→ sens d'écoulement de la glace



La solution de Wegener



LA PANGÉE

Légendes:

-  arg. morphologiques
emboîtement des formes.
-  arg. pétrographiques
roches de 2 milliards d'années.
-  arg. paléontologiques
fossiles
-  arg. paléo-climatiques
traces d'anciens glaciers.
-  équateur

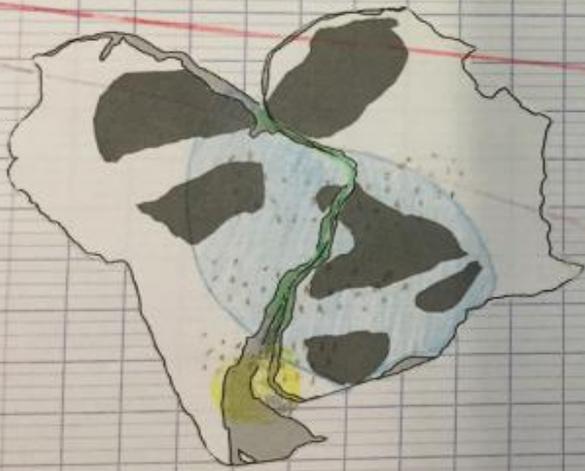


Schéma des arguments d'Alfred Wegener.

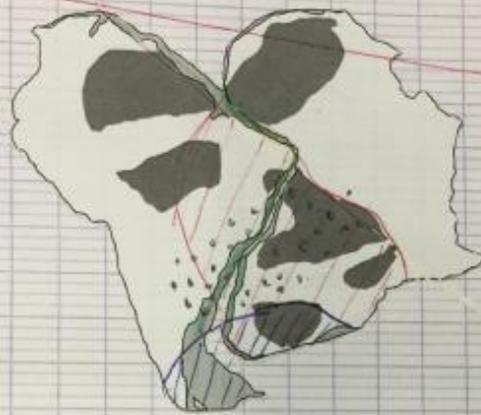
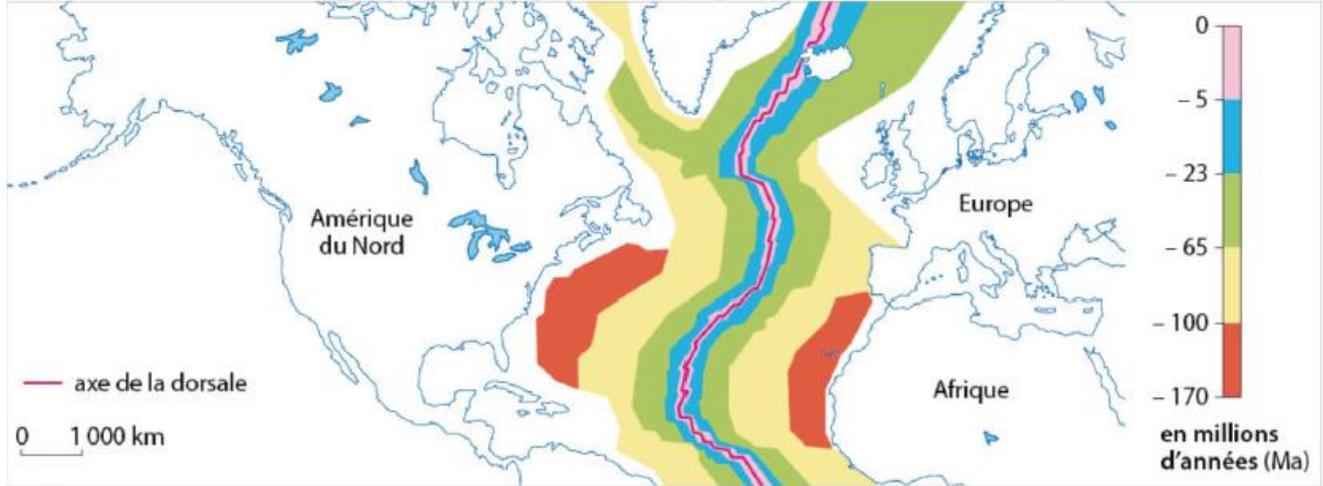


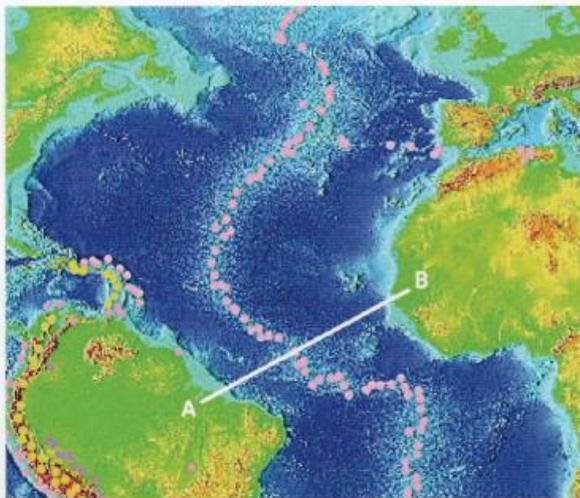
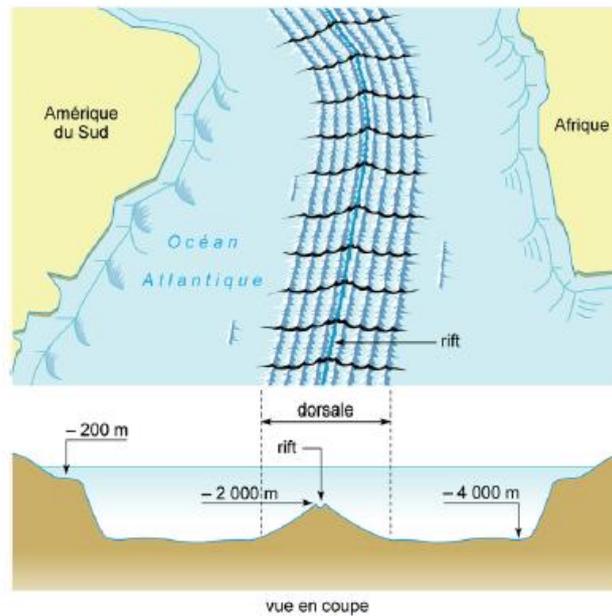
Schéma des arguments des continents de l'Amérique du Sud et de l'Afrique d'après Alfred Wegener.

-  équateur.
-  arg. morphologiques
emboîtement des formes
-  arg. pétrographiques
roches de 2 millions d'années
-  arg. paléontologiques
fossiles
-  arg. paléo-climatique
traces anciens glaciers

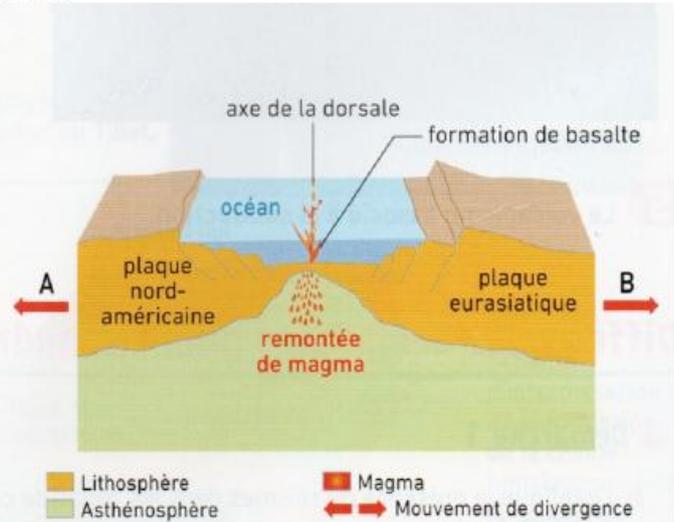
Document 1 : Carte des âges de la lithosphère océanique au niveau de l'Atlantique



Document 2 : La dorsale océanique

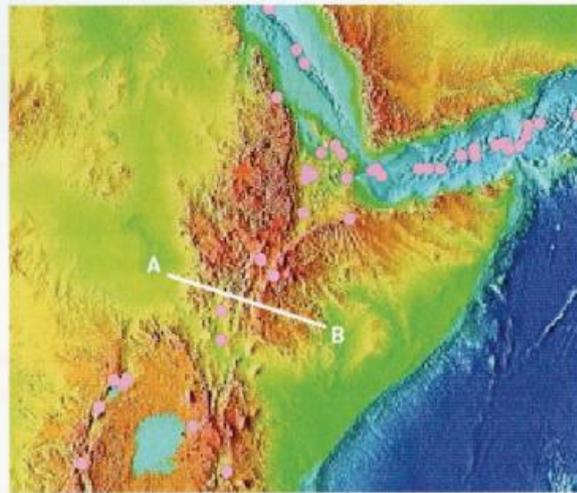


a. Carte topographique des fonds marins de l'océan Atlantique. Profondeur du foyer des séismes :
 ● 0 - 70 km ● 70,1 - 350 km ● 350,1 - 685,5 km.

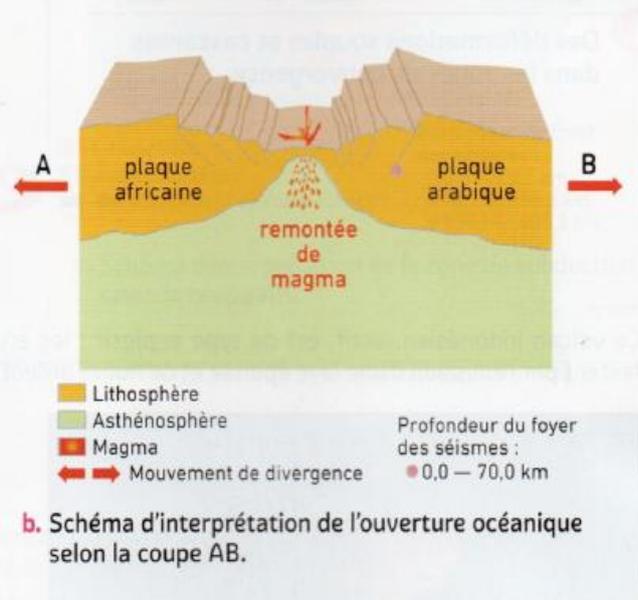


b. Schéma d'interprétation de l'expansion océanique selon la coupe AB.

Document 3 : La mise en place d'une nouvelle dorsale océanique et d'un océan au niveau du rift éthiopien



a. Carte topographique du rift africain en Éthiopie.
Profondeur du foyer des séismes :
● 0 – 70 km



b. Schéma d'interprétation de l'ouverture océanique selon la coupe AB.

Document 4 : Les séismes et les volcans au niveau des zones de divergence

Les rifts continentaux en formation ou des dorsales océaniques sont caractérisés par une activité sismique faible mais constante. Les foyers des séismes sont localisés dans la lithosphère continentale ou océanique

froide et cassante entre 0 et 10-15 km de profondeur. Les ruptures ou failles à l'origine des séismes résultent de l'extension de cette lithosphère.



a. Champ de fissures et de failles dans le rift africain.



b. Failles immergées au niveau de la dorsale Pacifique.

Près de 70 % du volcanisme mondial est dû chaque année au fonctionnement des rifts continentaux (a.) et des dorsales océaniques (b.). Il s'agit d'un volcanisme effusif : les magmas sont fluides et les laves émises produisent, après refroidissement, des roches volcaniques comme le basalte. Ce même magma est à l'origine de la partie superficielle de la lithosphère océanique.



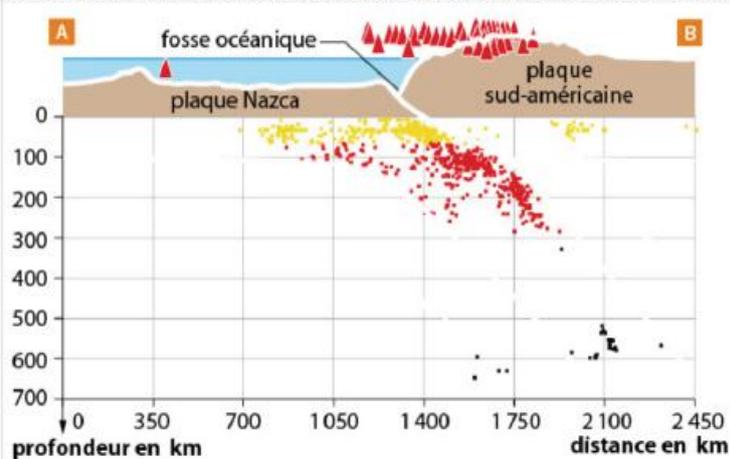
a. Volcanisme au niveau d'un rift continental (ouverture d'un océan).



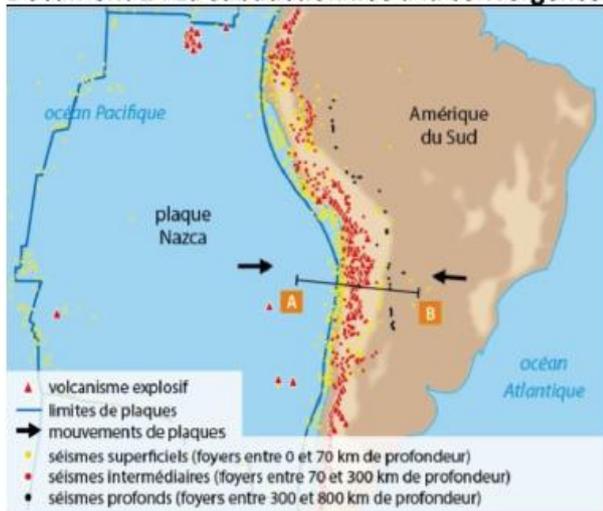
b. Roches volcaniques sous forme de pillow-lavas au niveau d'une dorsale océanique.

Document 1 : Coupe au niveau de la frontière de plaque entre la plaque Nazca et la plaque Sud-Américaine, montrant la répartition des séismes en profondeur

(En jaune : séismes peu profonds, en rouge : séismes moyennement profonds, en noir : séismes profonds)



Document 2 : La subduction liée à la convergence de deux plaques



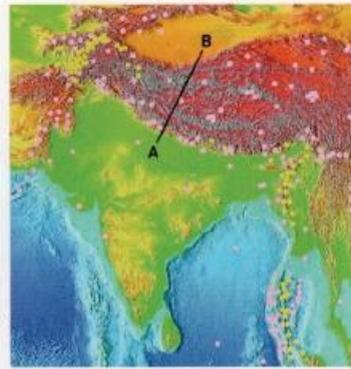
1949 : Hugo Benioff étudie la localisation des foyers des séismes se produisant au niveau des grandes fosses océaniques. Dans chaque fosse étudiée, le résultat est similaire à celui du doc1.

1964-1967 : Jack Oliver, Bryan Isacks et Lynn Sykes s'appuient sur d'autres données de terrain pour expliquer les observations de Benioff : la lithosphère est découpée en plaques et au niveau des fosses océaniques, une plaque lithosphérique plonge sous une autre plaque. C'est la subduction. Cette explication est aujourd'hui validée par les scientifiques.

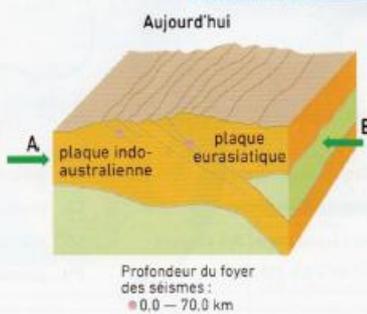
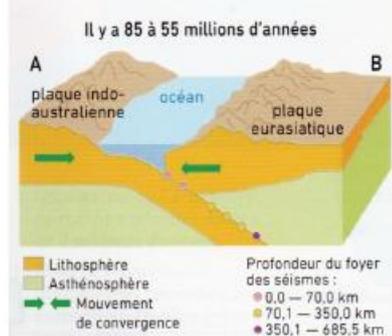
Le terme subduction vient du latin *subducere* qui signifie « conduire dessous ». La subduction correspond à un enfoncement d'une plaque lithosphérique sous une autre plaque.

Document 3 : La formation de l'Himalaya par la collision de deux plaques

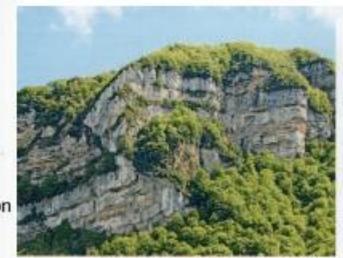
L'Himalaya souligne, aujourd'hui, la limite de convergence entre l'Inde et l'Asie. Durant les millions d'années qui ont précédé, la plaque indo-australienne a effectué un déplacement de 7 000 km vers le nord-est qui a eu pour conséquence de fermer progressivement l'océan. Quand il a eu totalement disparu, les deux lithosphères continentales sont entrées en collision, formant une chaîne de montagnes. Elle est affectée par de nombreux séismes.



a. Carte topographique de l'Inde du nord et du Tibet.



b. Schéma d'interprétation de la formation de la chaîne himalayenne selon la coupe AB.



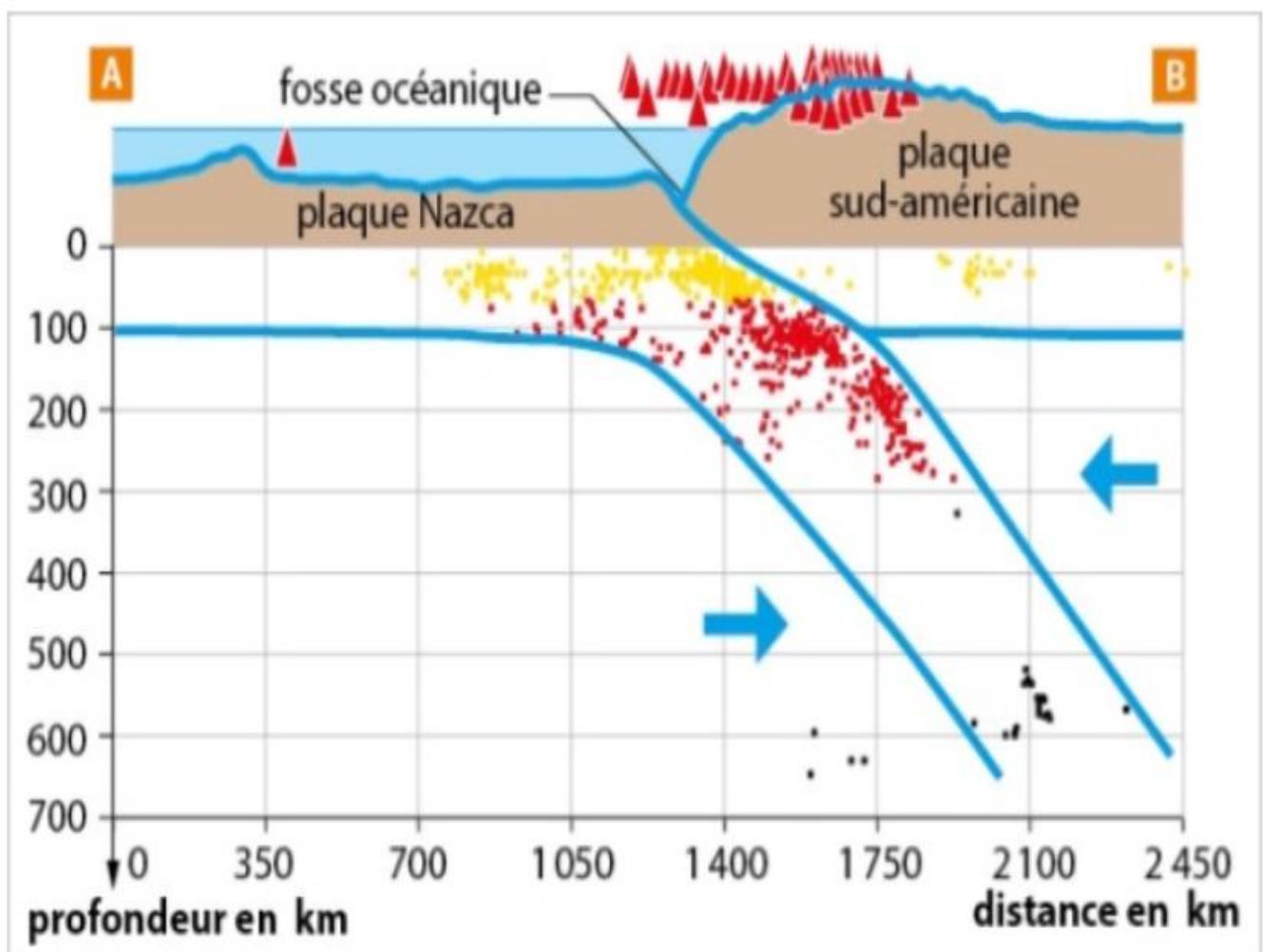
Des déformations souples et cassantes dans les zones de convergence.

Activité 11 : Correction

1°) Lorsque deux plaques se rapprochent, on observe des séismes peu profonds entre 0 et 100 km, puis une série de séismes moyennement profonds entre 100 et 200 km et enfin des séismes très profonds à plus de 600km.

2°) A 600km, on est normalement dans l'asthénosphère moins rigide qui ne casse pas. Or on observe des séismes donc quelque chose doit se casser à cette profondeur. Seule la plaque lithosphérique peut casser, donc je peux penser qu'il y a une plaque lithosphérique à 600km de profondeur. Cela doit être la plaque Nazca ou la plaque Sud Américaine qui plonge sous l'autre et se retrouve ainsi à 600km de profondeur.

3°) Schéma de la plaque Nazca qui plonge sous la plaque Sud-Américaine.



4°) Au niveau de l'Himalaya, on observe un profil sismique tout à fait différent des zones de subduction. En effet, les séismes sont répartis à la même profondeur tout le long de la chaîne de montagne. On observe également des plis couchés et des failles inverses témoins de la rencontre de deux plaques (mouvement de convergence).

→ Lorsque deux continents se rencontrent, ils entrent en collision et les roches sont plissées sous la pression des mouvements de convergence : c'est la formation d'une chaîne de montagne

Document 1 : Des mineurs dans une exploitation souterraine (1932) et extrait de Germinal d'Emile Zola (1885)

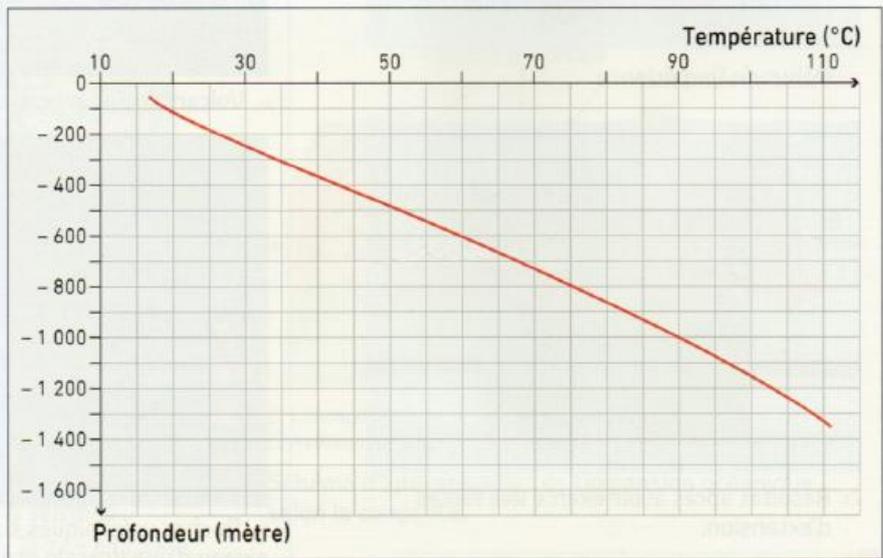


« C'était Maheu qui souffrait le plus. En haut, la température montait jusqu'à trente-cinq degrés, l'air ne circulait pas, l'étouffement à la longue devenait mortel. Il avait dû, pour voir clair, fixer sa lampe à un clou, près de sa tête ; et cette lampe, qui chauffait son crâne, achevait de lui brûler le sang. Mais son supplice s'aggravait surtout de l'humidité. La roche, au-dessus de lui, à quelques centimètres de son visage, ruisselait d'eau, de grosses gouttes continues et rapides, tombant sur une sorte de rythme entêté, toujours à la même place. »

Germinal, 13^e volume de la série des Rougon-Macquart, Émile Zola, 1885.

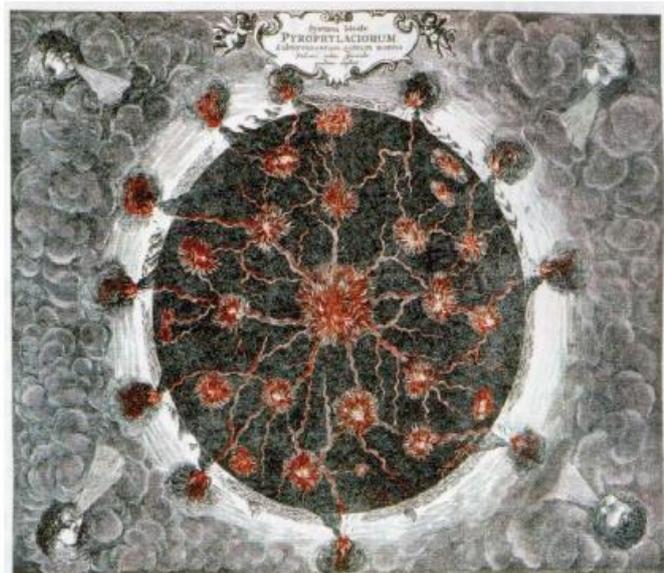
Document 2 : Graphique de l'évolution de la température en fonction de la profondeur

La façon la plus simple de mesurer l'évolution de la température avec la profondeur est d'enregistrer la variation de la température dans un forage. C'est ce qui a été fait – avec une précision de 0,005 °C – dans de nombreux forages au Nevada (États-Unis). Un enregistrement est présenté ci-contre.



Document 3 : L'origine de la chaleur interne et représentation de la chaleur interne par un géologue du XVII^e siècle, Athanasius Kircher

• La principale source d'énergie thermique produite par la Terre est la **radioactivité naturelle**. La Terre contient en abondance, principalement dans son manteau, quatre éléments radioactifs dont la désintégration libère de l'énergie, notamment sous forme de chaleur. La **puissance thermique** produite actuellement par la radioactivité naturelle est d'environ 21 térawatts (TW). Or, la Terre dégage environ 46 TW. L'autre moitié de la puissance thermique dégagée par la Terre provient du refroidissement de la masse de la Terre. Elle était très chaude (4 700 °C) au moment de sa formation il y a 4,55 milliards d'années (Ga). L'intérieur de la Terre est globalement solide en raison de son refroidissement, cependant la chaleur interne permet encore, par endroit, la formation des magmas.



Activité 12 : Correction

1°) Tout d'abord dans les mines de charbon, il faisait jusqu'à 35°C (extrait Germinal), les mineurs avaient chaud, les roches ruissellent d'eau.

Ensuite, nous observons un graphique présentant la température de la Terre en fonction de sa profondeur. Plus la profondeur est grande, plus la température de la Terre augmente. Elle passe de 15°C à 100m de profondeur à 110°C à 1400m de profondeur.

Ces deux arguments démontrent une chaleur à l'intérieur de la Terre.

2°) Au XVIIe siècle, la chaleur interne était représentée sous forme de boules de feu réparties à l'intérieur de la Terre et reliées à une boule de feu centrale.

Aujourd'hui, on explique cette chaleur par plusieurs sources. L'énergie thermique liée à la radioactivité naturelle des roches de la Terre et celle liée au refroidissement de la masse de la Terre (4700°C lors de sa formation).

3°) D'après la carte de répartition du flux de chaleur de la Terre, j'observe un flux important au niveau des dorsales océaniques (600mW/M²). Les zones de subduction et les chaînes de montagne ont un flux de chaleur plus faible de l'ordre de 30mW/m².

→ L'inégale répartition du flux de chaleur est à l'origine des mouvements des plaques lithosphériques.