

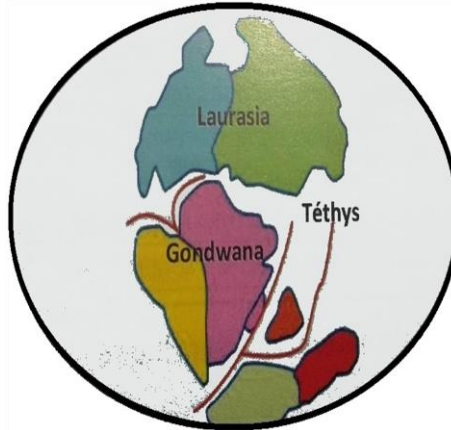
# La théorie de la tectonique des plaques

## نظرية تكتونية الصفائح

Les document ci-dessous résument la position des continents au cours des temps géologiques.



A) Position des continents pendant l'ère paléozoïque (primaire) il y a 250 MA.



B) Position des continents pendant l'ère mésozoïque (secondaire) il y a 180 M



C) Position actuelle des continents

- 1) Comment étaient les continents il y a 250 millions d'années (MA) ?
- 2) Comment sont-ils actuellement ?
- 3) Que déduisez-vous-en ce qui concerne la position des continents au cours des temps géologiques ?

Le premier scientifique à dire que les continents se dérivent est **Alfred Wegener** (scientifique allemand). **En 1912**, il a proposé la théorie **de la dérive des continents**. Selon cette théorie le continent Américain d'une part et ceux de l'Afrique et de l'Europe d'autre part formaient un seul bloc appelé **la pangée** pendant l'ère primaire.

Wegener s'est basé sur plusieurs arguments pour appuyer sa théorie.

4) Formulez le problème scientifique qui se pose suite à la lecture du texte ci-dessus.

1. Les continents étaient tous groupés, il y'a 250 millions d'année, en un seul bloc continental appelé «**la Pangée**» «**اليابسة الوحيدة**» et qui seraient progressivement découpés en plaques.
2. Actuellement, les continents sont éloignés les uns des autres et découpés en plaques.
3. La position des continents au cours des temps géologiques est en évolution continue
4. **Problématiques :**
  - **Quelles sont les arguments de la théorie proposée par Alfred Wegener ?**
  - **Comment les plaques lithosphériques s'organisent elles sur la surface terrestre ?**
  - **D'où vient l'énergie responsable des mouvements des plaques ?**

## I- La théorie de la dérive des continents :

### 1- Les arguments de Wegener :

Wegener a posé 3 arguments pour soutenir sa théorie:

#### A- L'argument morphologique : البرهان المرفولوجي

En observant le doc. 1 p. 12 du manuel, on constate qu'il y a **une complémentarité** تطابق morphologique entre **la côte Est de l'Amérique du Sud** et **la côte Ouest de l'Afrique**, cela signifie qu'ils étaient sous forme d'un seul continent.

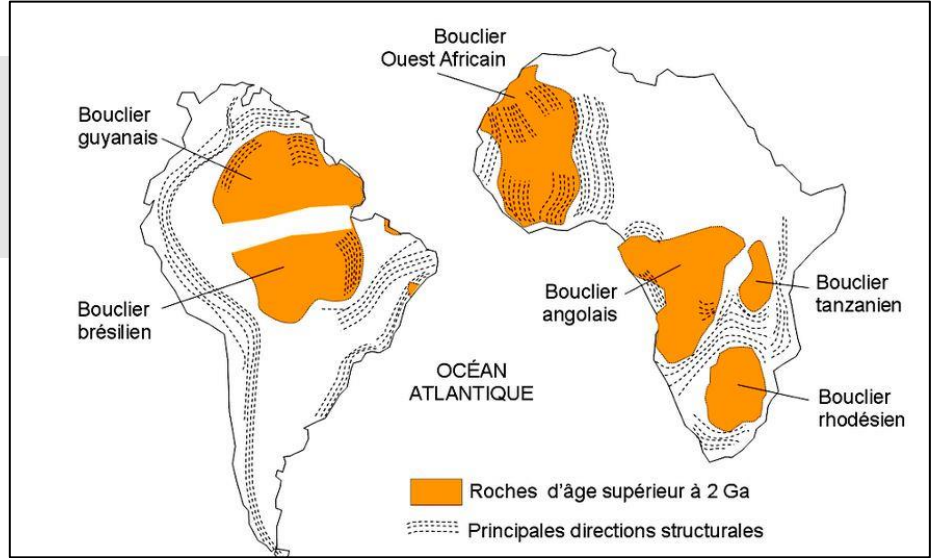
#### Conclusion :

L'argument morphologique ou géométrique est basé sur la **complémentarité morphologique des lignes**

côtières des continents. Ce qui laisse penser que ces continents étaient soudés et groupés en une seule masse continentale.

### B- L'argument géologique ou pétrographique : البرهان الصخري

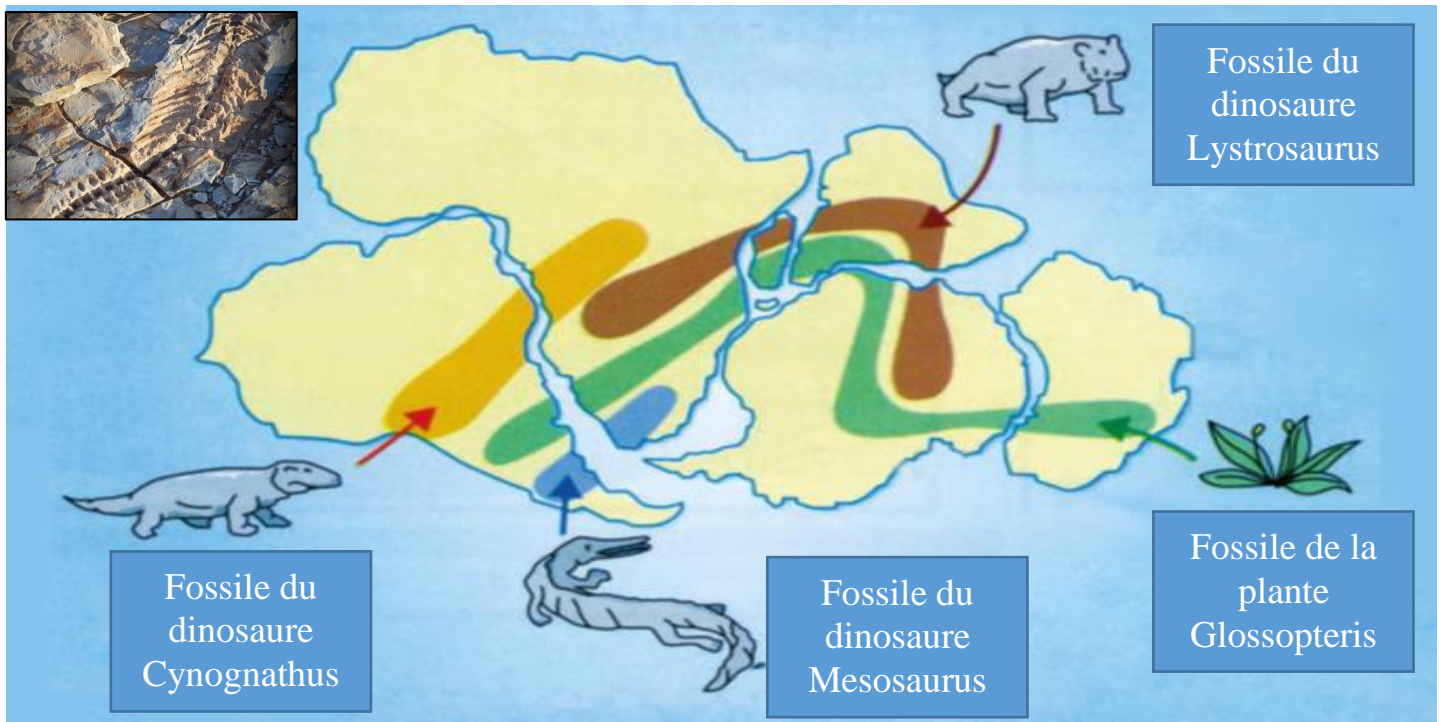
Le document 2, page 12 du manuel scolaire, montre des roches anciennes dont l'âge dépasse 2 milliards d'années, elles sont réponsues sur les continents Africain et Sud-Américain.



1. Où se retrouvent les roches anciennes en Afrique et en Amérique du sud ?
2. Que constatez-vous-en ce qui concerne la nature et la continuité des roches anciennes de l'Afrique et l'Amérique du sud ? Qu'est-ce que cela signifie ?
3. Définissez l'argument pétrographique (géologique).

- 1) On observe que les roches anciennes se retrouvent dans le nord de chaque continent **en position semblable et symétrique de part et d'autre de l'atlantique.**
- 2) On constate que ces roches anciennes **sont de même nature et elles ont une continuité des aires de répartition** entre l'Amérique du sud et l'Afrique; cela signifie que les deux continents Africain et Américain étaient sous forme d'une seule masse continentale.
- 3) **L'argument géologique ou pétrographique : est basé sur la complémentarité d'anciennes roches et la continuité des zones de répartition de ces roches entre les continents.**

### C- L'argument paléontologique : البرهان الإستحاثي



Répartition de quelques fossiles sur les 5 continents

La première image du document 3, page 12 du manuel scolaire, présente un fossile de mesosaurus : Petit reptile de lacs d'eau douce, d'environ 1 m de long, ayant vécu à la fin de l'ère primaire et ne pouvant pas traverser les océans par la nage.

La deuxième image du document 3 présente la répartition de certaines espèces fossilisées de l'ère primaire en Afrique et en Amérique du sud.

### 1. Où se retrouvent les fossiles de mesosaurus en Afrique et en Amérique du sud ?

Les êtres vivants n'apparaissent pas simultanément dans deux régions différentes du monde, mais ils apparaissent d'abord dans une région donnée, puis ils se reproduisent et se développent vers les autres régions.

2. Comment vous expliquez la présence des fossiles de mesosaurus en Afrique et en Amérique du Sud.
3. Définissez l'argument paléontologique.

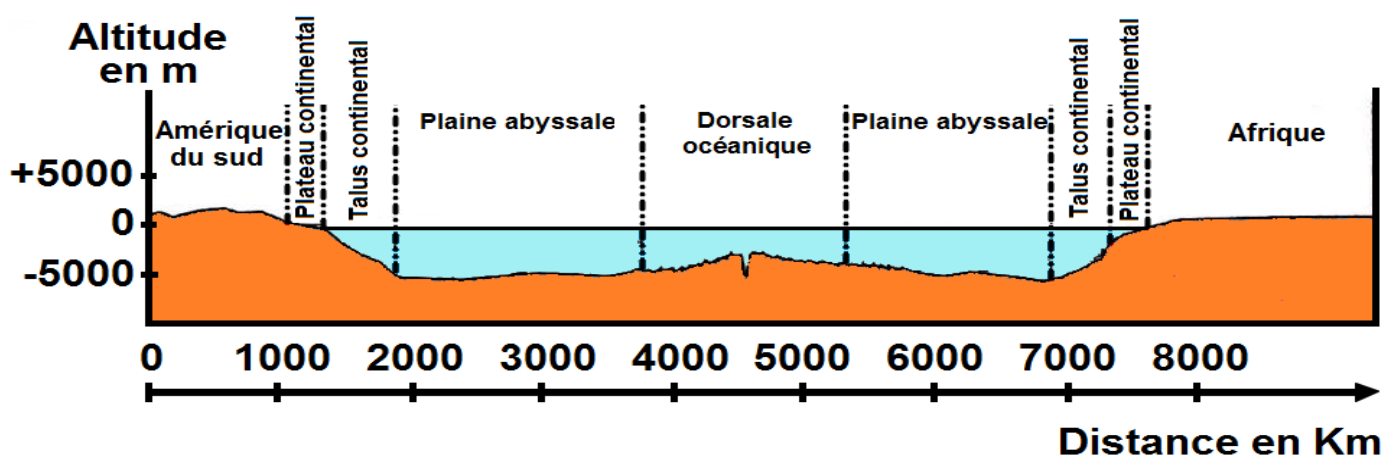
- 1) Les fossiles de mesosaurus se retrouvent dans la partie sud de chaque continent en position semblable. On constate, **La continuité des aires de répartition de certains fossiles au niveau des autres continents**. Les fossiles représentent l'époque -240 MA / -260 MA
- 2) L'existence de fossiles de mesosaurus sur les deux continents, **signifie qu'ils étaient sous forme d'une seule masse continentale**; en raison que ces animaux fossilisés n'ont pas la capacité de traverser les océans larges comme l'atlantique.
- 3) L'argument paléontologique est caractérisé par l'existence des mêmes fossiles d'animaux et de végétaux en différents continents, bien que ces organismes n'avaient pas la possibilité de traverser les océans.

**Remarque : les scientifiques de l'époque ont refusé la théorie de Wegener, car les arguments présentés n'étaient pas convainquant, vu qu'ils n'expliquent pas le moteur de la dérive des continents !!!**

## 2- Données appuyant la théorie de la dérive des continents

### a) Expansion des fonds océaniques اتساع قعر المحيطات

Le développement des nouvelles techniques d'exploration des fonds océaniques, depuis 1950, a permis de découvrir le relief (topographie) de ces fonds (voir document 1). Les géologues ont découvert l'existence d'une chaîne montagneuse volcanique au milieu des océans appelée **dorsale océanique** الذروة المحيطية, cette chaîne est caractérisée par des activités sismiques et volcaniques importantes.



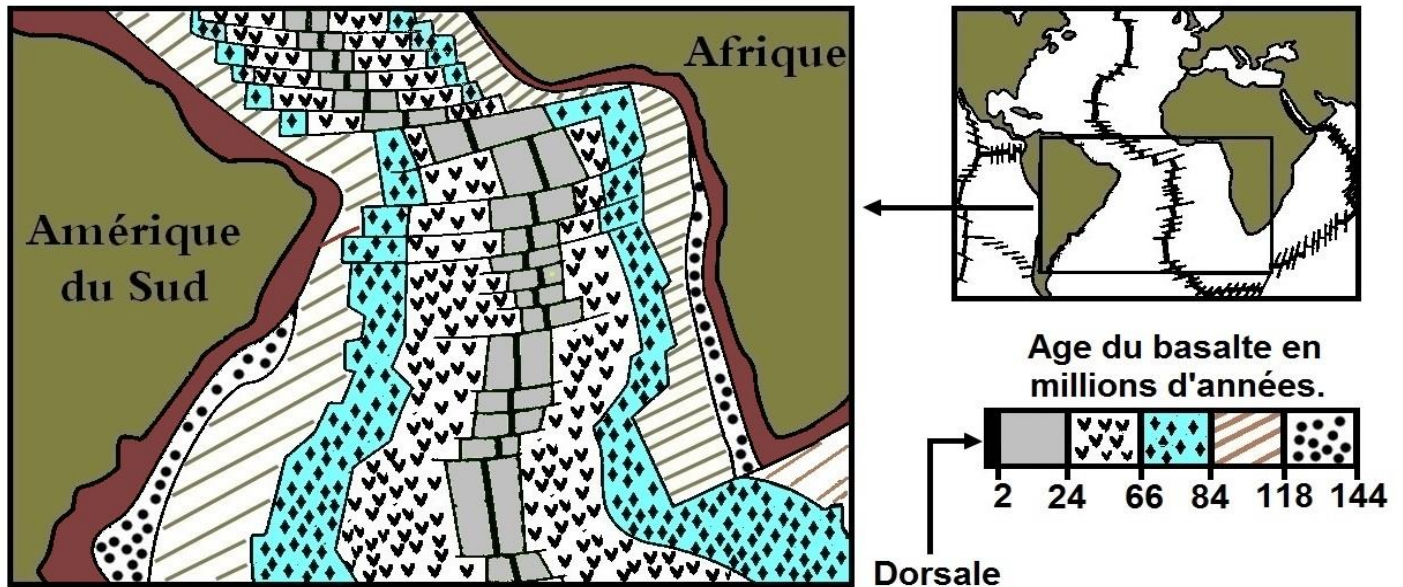
Document 1 : Topographie du fond de l'océan Atlantique.

- 1) En utilisant le document 1, comparez la topographie de l'océan Atlantique de part et d'autre de la dorsale océanique.

Plusieurs forages réalisés au niveau de l'océan Atlantique montrant que son fond est constitué d'une roche magmatique volcanique, appelée **basalte**, surmontée par des sédiments.



Des techniques de datation des roches ont permis de déterminer l'âge du basalte océanique et d'en établir la carte suivante (voir document 2).



## Document 2 : Age du basalte du fond de l'océan Atlantique.

- 2) Dégagez, à partir du document 2, l'âge du basalte atlantique :
  - a) Le plus jeune. Où est situé ce basalte ?
  - b) Le plus ancien. Où est situé ce basalte ?
- 3) Comment varie l'âge du basalte du fond de l'océan Atlantique en s'éloignant de la dorsale océanique vers les continents ?
- 4) Où est situé le basalte en (V), il y a 40 millions d'années ?
- 5) Où est situé le plus ancien basalte, il y a 140 millions d'années ?
- 6) Déterminez, la date du début de la formation du fond de l'Atlantique.
- 7) Déduisez comment étaient l'Afrique et l'Amérique du sud il y a 145 millions d'années. Cela confirme-t-il la théorie de la dérive des continents ?

### Réponses :

- 1) Après avoir comparé le fond de l'océan atlantique on montre qu'il y a une symétrie des reliefs de part et d'autre de la dorsale océanique qui est considéré comme **un axe de symétrie bilatéral**; les reliefs sous-marin sont : **le plateau continentale الهضبة القارية, le talus continentale الحافة القارية, la plaine abyssale السهل اللجي et la dorsale médio océanique الذروة المحيطية.**

### Remarque

On appelle le lieu de l'éloignement (l'écartement) des plaques **une dorsale océanique الذروة المحيطية.**

**La dorsale océanique :** une longue chaîne de montagne volcanique sous-marine qui se trouve au milieu des océans. Cette zone est caractérisée par des activités volcaniques, sismiques et tectoniques importantes.

- 2) a- L'âge du basalte le plus jeune est de 2 millions d'années, et il se trouve au niveau de la dorsale océanique.  
b- L'âge du basalte le plus ancien est comprise entre 118 et 144 millions d'années, et il se situent en bordure des continents (au niveau des cotes de chaque continents).
- 3) Le fond de l'océan est constitué essentiellement de **Basalte البازلت (roche volcanique)** dont l'âge **augmente de façon symétrique** lorsqu'en s'éloigné de la dorsale océanique vers les continents.

**N.B :** On déduit que les roches du fond océanique naissent et se renouvellent au niveau de la dorsale

- 4) Il y a 40 millions d'années le basalte en (V) est situé dans (au niveau de) la dorsale océanique.
- 5) Il y a 140 millions d'années le basalte le plus ancien est situé dans (au niveau de) la dorsale océanique
- 6) La date du début de la formation du fond de l'Atlantique est plus que 144 millions d'années.

- 7) Il y a 145 millions d'années, l'Afrique et l'Amérique étaient soudés entre eux en formant un seul continent. Cela confirme la théorie de la dérive des continents qui dit que les continents étaient tous soudés et groupés, il y a 250 millions d'années, en un seul bloc continental appelé « la Pangée ».

### Conclusion :

Les roches des fonds océaniques **naissent au niveau de la dorsale océanique**, chaque nouvelle roche formée pousse l'ancienne qui s'éloigne de la dorsale vers le continent à la manière d'un tapis roulant, **ce qui entraîne l'expansion des fonds océaniques et par conséquent l'éloignement des deux continents.**

## II- Notion de plaque lithosphérique مفهـوم الصفيحة الصخرية

La Terre est composée de plusieurs enveloppes. Celle qui se situe le plus à l'extérieur s'appelle **la croûte terrestre**. Il existe deux types de croûte (voir dessin) :

- **La croûte océanique** qui se situe sous les océans. Elle est constituée d'une roche volcanique appelée « **basalte** »

- **La croûte continentale** est la croûte qui compose les continents. C'est sur cette enveloppe que nous marchons.

Elle est principalement composée d'une roche appelée « **granite** ».

Sous la croûte se trouve une autre enveloppe appelée **manteau**. Elle est composée d'une roche appelée «**péridotite**»

### 1) Les limites des plaques lithosphériques حدود الصفائح الصخرية

**La répartition des séismes et des volcans actifs** nous permet de subdiviser la surface de la terre en 12 grandes zones stables appelées **les plaques lithosphériques** الصفائح الصخرية.

Les zones apparaissant sous la forme de ceintures sismiques et volcaniques dans le Document 1 (p.14 du manuel) divisent la surface de la Terre en fragments rocheux rigides de différentes tailles.

- 1) Comparez ces fragments rocheux avec les ceintures qui les entourent de point de vue: séismes et volcans.
- 2) Observez attentivement la forme de ces fragments rocheux et celle des plaques lithosphériques représentées dans le document 2 (p.14 du manuel), et déduisez que représentent ces fragments rocheux.
- 3) En exploitant le document 2, déterminez le nombre des plaques lithosphériques principales.
- 4) Relevez, à partir du document 2, le nom d'une plaque constituée uniquement de la partie océanique et le nom d'une autre plaque constituée à la fois d'une partie océanique et d'une partie continentale.
- 5) En se basant sur les données et les réponses des questions précédentes, proposez une définition simplifiée de la plaque lithosphérique, et citez ses différents types.

1) **La distribution mondiale des séismes et des volcans** montre que ces derniers sont distribués (ou sont associés et alignés) dans le monde **en forme de ceintures étroites أحزمة ضيقة** qui pénètrent dans les centres des océans et les côtes de quelques continents. Ceci permet de découper la surface du globe en **fragments rocheux** limités par des ceintures étroites.

2) Ces fragments rocheux représentent **les plaques lithosphériques**.

3) Le nombre des plaques lithosphériques principales est **12**.

4) Une plaque constituée uniquement de la partie océanique : **La plaque de Nazca**.

Une plaque constituée à la fois d'une partie océanique et d'une partie continentale : **La plaque Africaine**.

5) **La plaque lithosphérique الصفيحة الصخرية** est un fragment rigide et relativement stable de la surface du globe, limité par des zones actives caractérisées par une forte activité tectonique, sismique et volcanique.

Il existe **deux types** de plaques :

✓ **Une plaque océanique صفيحة محيطية** : est formée uniquement d'une **partie océanique**, ex la plaque de nazca.

✓ **Une plaque océano-continentale صفيحة محيطية قارية** : est formée de deux parties, **une partie océanique** +

**une partie continentale**, ex la plaque africaine.

## 2) Comment on mesure actuellement la mobilité des plaques les unes des autres ?

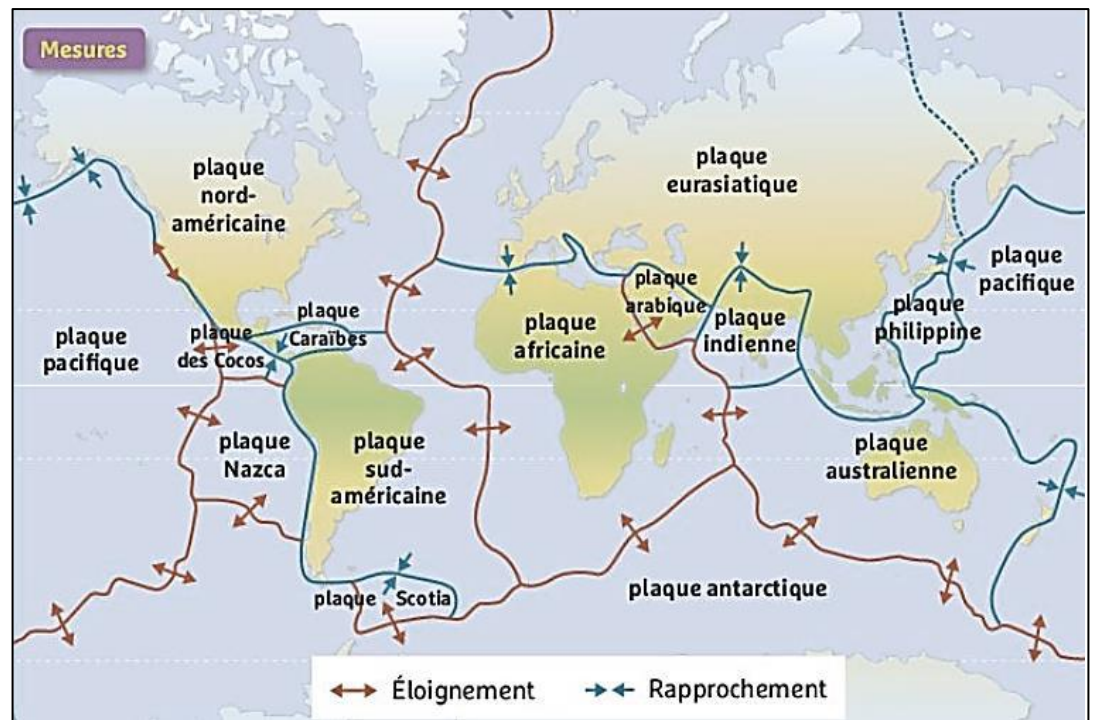
Aujourd'hui les données de **la technique GPS (Global Positioning System)** permettent de suivre le déplacement des plaques en cm/an. Le signe négatif (-) indique **le rapprochement des plaques** تقارب الصفائح, le signe positif (+) indique **l'éloignement** التباعد de celles-ci.

**Des mesures GPS** effectuées entre les plaques permettent la mise en évidence de deux types de mouvements des plaques :

- **Un mouvement de divergence (d'éloignement)** : deux plaques s'éloignent l'une de l'autre. Ce phénomène permet **l'expansion des fonds océaniques** ex plaque Amérique du nord et plaque eurasiatique.
- **Un mouvement de convergence (de rapprochement)** : La plaque océanique glisse sous la plaque continentale, ce phénomène induit un plissement de cette dernière et la création de **montagnes**. Ex plaque Nazca et plaque pacifique.

### Bilan :

La surface de la terre est subdivisée en plaques lithosphériques. Ces plaques sont bordées par des ceintures étroites qui sont caractérisées par des activités sismiques et volcaniques importantes, elles sont soit en mouvement de divergence soit en mouvement de convergence les unes par rapport des autres.

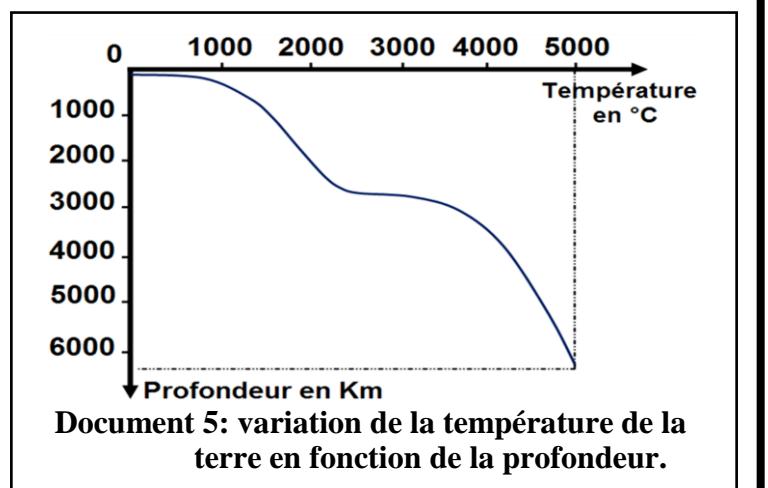


## III- Origine de l'énergie responsable de la mobilité des plaques

### 1) Variation de la température à l'intérieur de la terre :

On appelle **gradient géothermique** la variation de la température de la terre en fonction de la profondeur (doc.5).

- 1) En se basant sur le document ci-contre, **déterminez la température de la terre aux profondeurs suivantes: 1000km, 2000km et 3000km.**
- 2) **Décrivez comment la température de la terre varie en fonction de la profondeur.**



- 1) 1000 Km = 400 °C ; 2000 Km = 2000 °C ; 3000 Km = 3000 °C
- 2) À l'intérieur de la terre, **plus la profondeur augmente plus la température augmente.**



**N.B.** : la variation de la température avec la profondeur s'appelle **le gradient géothermique** الدرجة السعيرية.

## 2) l'origine de l'augmentation de la température du globe en fonction de la profondeur :

Pour expliquer la variation de la température de la terre en fonction de la profondeur, on étudie les données du Doc. 3 p. 16 Manuel :

### 1- Comparer la quantité de chaleur produite au niveau de la croûte terrestre et celle produite au niveau du manteau ?

La quantité de chaleur produite au niveau du manteau est plus grande à celle produite au niveau de la croûte terrestre.

### 2- Sachant que la désagrégation d'uranium تفككت اليورانيوم est accompagnée de libération de chaleur, déduire l'origine de l'augmentation de la température en fonction de la profondeur ?

L'augmentation de la température en fonction de la profondeur est due à la chaleur produite par la désintégration des éléments radioactifs تفككت العناصر إشعاعية النشاط (l'uranium par ex) qui entrent dans la composition des roches.

### Conclusion :

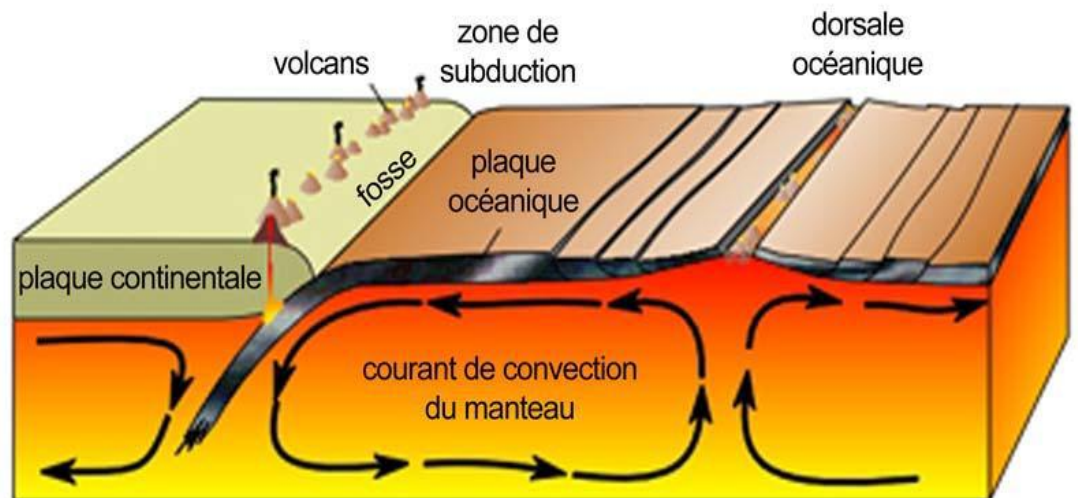
La température des roches qui constituent le globe terrestre **augmente en fonction de la profondeur**. Cette température est due à **la chaleur produite par la désintégration des éléments radioactifs** (l'uranium par ex) qui entrent dans la composition des roches.

Le flux de cette chaleur permet un **transfert de la matière solide**, dans le manteau, des niveaux les plus chauds vers les niveaux les moins chauds, en créant **des courants de convection** تيارات الحمل الحراري responsables de la mobilité des plaques lithosphériques.

### 3) Le moteur des plaques: les courants de convection :

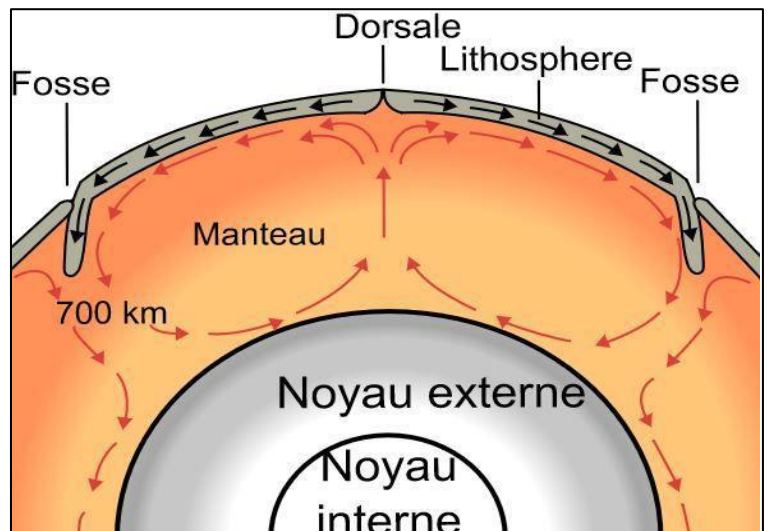
Pour expliquer la mobilité des plaques, les géologues supposent la présence des courants de convection.

Pour comprendre l'origine de ces courants de convection, on vous propose la manipulation représentée dans le doc 5 et 6 p.17 le manuel.



Pour expliquer l'origine des mouvements des plaques, les scientifiques ont supposé l'intervention des courants de convection: déplacement de la substance à l'état solide sous l'effet d'énergie produite par la désintégration des éléments radioactifs.

Ces courants sont ascendants au niveau des dorsales et descendant au niveau des zones de la subduction, ce sont des courants très lent (quelque cm/an).



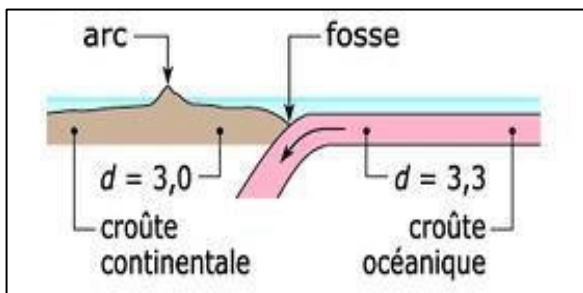
## Bilan général :

La lithosphère est subdivisée en **plaques** qui sont en mouvement. Certaines plaques s'écartent tandis que d'autres se rapprochent. Les zones de contact de plaques sont souvent le siège d'**activités volcaniques ou sismiques**. **Ces zones sont dites instables**. Au niveau des rifts (dorsales) océaniques **الذروات المحيطية** les plaques s'écartent. Au niveau des zones de subduction **مناطق الطمر** une plaque glisse sous l'autre.

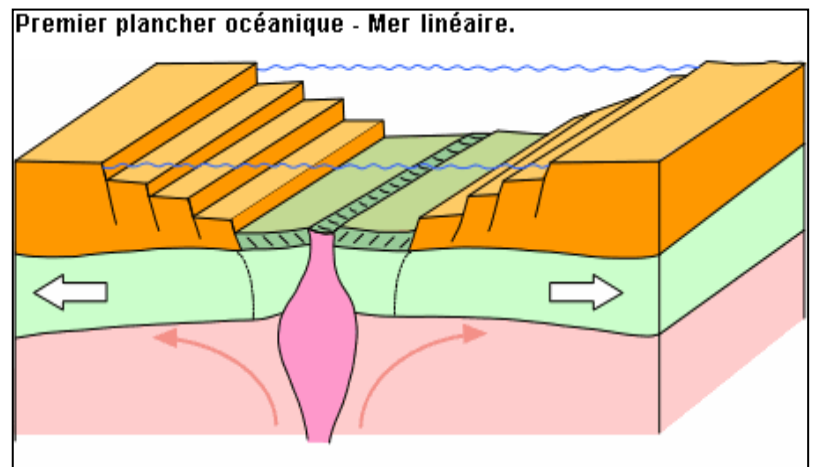
La théorie qui décrit ce mouvement est connue sous le nom de **tectonique des plaques**. Elle est caractérisée par deux processus principaux : **la convergence (appelée la subduction) et la divergence (appelée accrétion)**.

**Au niveau de la zone de convergence** une plaque glisse sous une autre. Elle disparaît alors progressivement. On peut donc penser que ce phénomène pourrait entraîner la diminution de la surface de la terre.

**Au niveau de la zone de divergence**, la remontée du magma entraîne l'écartement des plaques. La surface de la croûte terrestre augmente alors progressivement. On peut donc penser que ce phénomène pourrait entraîner une augmentation de la surface de la terre. Cependant, il n'en est rien. Le phénomène d'accrétion compense le phénomène de subduction si bien que la surface de la Terre reste constante.



**Mouvement de convergence**  
**(de rapprochement ou zone de subduction)**



**Mouvement de divergence** (d'écartement ou d'accrétion)

**Aujourd'hui la théorie de la tectonique des plaques, admise par la communauté scientifique, est considérée comme l'une des plus grandes théories conçues par l'homme au XXème siècle.** Elle explique les tremblements de terre, les volcans, la déformation de la croûte terrestre et la formation des grandes chaînes de montagnes.