

Dynamique du globe terrestre

L'ESSENTIEL DE CONNAISSANCES :

Structure et composition du globe terrestre :

Les forages les plus profonds n'ont pas dépassé 13 Km alors que le rayon de la terre est voisin de 6370 Km, d'où le recours à des méthodes d'exploration indirectes : la sismicité et le volcanisme ont apporté des informations précises sur la structure interne et la composition du globe terrestre.

Renseignements fournis par la sismologie :

La sismologie est l'étude des séismes.

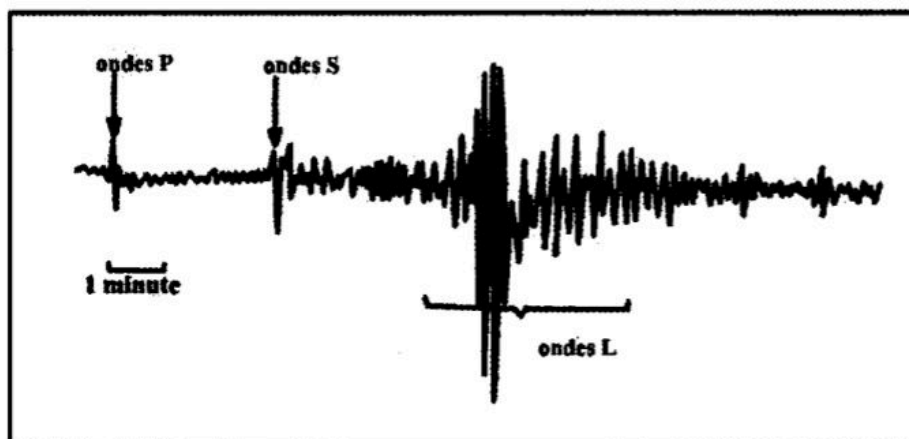
Un séisme, ou tremblement de terre, est un ensemble de secousses touchant un endroit du globe terrestre.

Les séismes résultent d'une rupture brutale de roches qui se produit à des profondeurs variables en un point appelé foyer ou hypocentre ; cette rupture s'accompagne d'une dissipation d'énergie sous forme de vibrations appelées ondes sismiques, qui se propagent dans toutes les directions à partir du foyer.

Le lieu où l'ébranlement est le plus important est appelé épicentre ; c'est le point de la surface du globe situé à la verticale du foyer.

L'enregistrement des ondes sismiques :

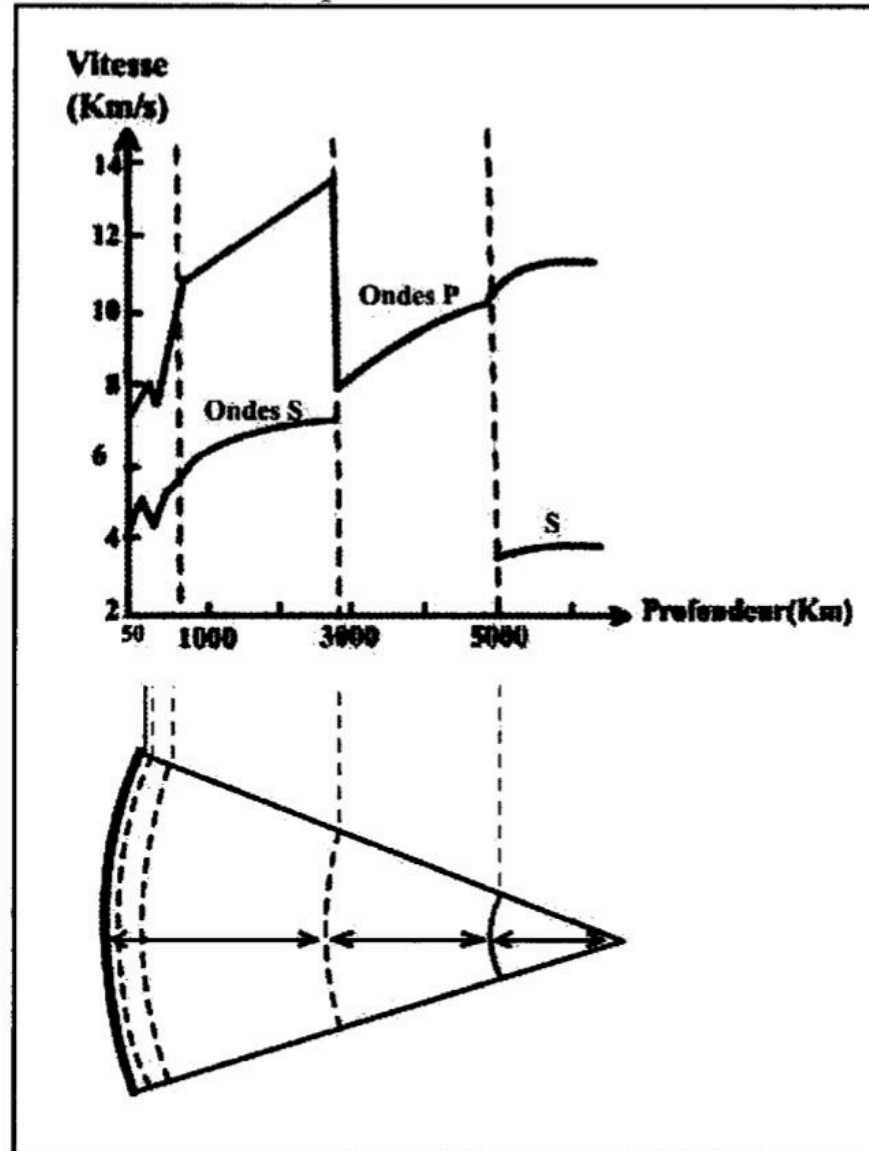
Les ondes sismiques sont enregistrées par des sismographes placés dans des endroits plus ou moins éloignés de plusieurs km de l'épicentre.



On distingue :

- les ondes P ou ondes primaires : ce sont des ondes de compression décompression, capables de se propager dans les solides et les fluides.
- les ondes S ou ondes secondes : ce sont des ondes transversales ou de cisaillement par rapport à la direction de propagation ; ces ondes sont se propagent dans les solides et disparaissent dans les liquides.

- les ondes L ou ondes longues de grandes amplitudes ; elles correspondent à des mouvements de « torsion » du sol et se distinguent par leur grandes amplitudes. Les ondes L et les ondes S sont les plus destructives.



La variation de la vitesse de propagation des ondes sismiques P et S a permis de subdiviser ces couches en sous couches et de mettre en évidence des zones de transition appelées discontinuités indiquant le passage brusque d'une couche à une autre ; au niveau des discontinuités, la vitesse des ondes subit une variation brusque.

- la discontinuité de Mohorovicic, située en moyenne de 10 à 15 Km de profondeur sous le plancher des océans et de 30 à 60 Km sous les continents ; c'est une discontinuité essentiellement chimique qui marque la limite entre les deux couches solides : croûte et manteau supérieur ; ces deux couches constituent ensemble la lithosphère.

- sous la lithosphère (entre 70 et 200 Km de profondeur) les ondes sismiques sont freinées. Ce ralentissement s'explique par la présence d'une couche de matériaux de rigidité moindre, l'asthénosphère.

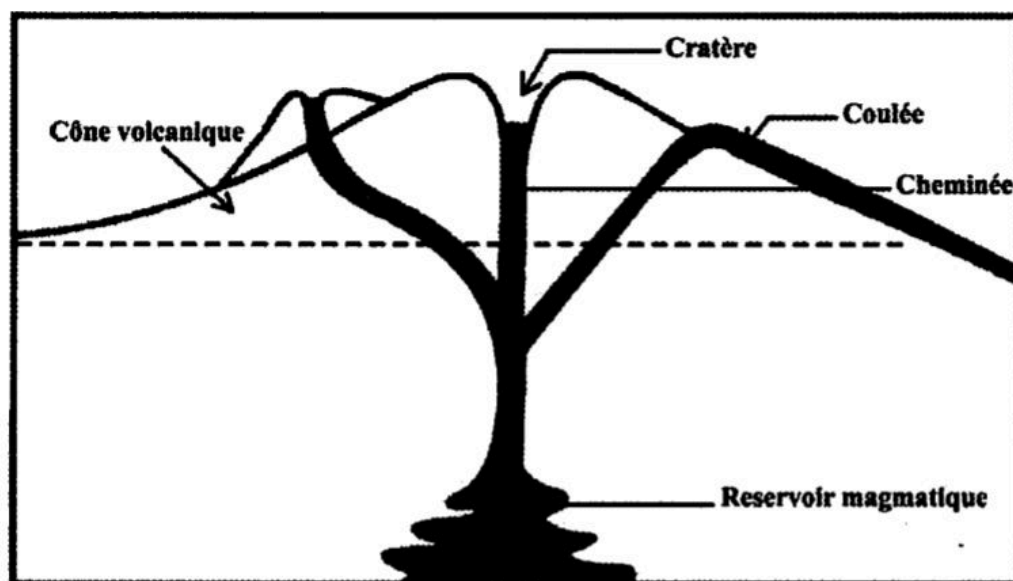
- au delà de 200 Km, dans le manteau inférieur, l'accélération des ondes se poursuit jusqu'à vers 2900 Km, à ce niveau la discontinuité de Gutenberg marque la limite entre le manteau inférieur solide et le noyau externe fluide (puisque'il ne permet pas la propagation des ondes S).

- une dernière discontinuité vers 5100 km de profondeur, la discontinuité de Lehmann sépare le noyau externe du noyau interne solide.

NB : Le séisme se produit lorsque le seuil d'élasticité de la roche est dépassé. Sachant que si la température de la roche dépasse 600°C, la roche devient élastique et le seuil de rupture n'est jamais atteint ; c'est ce qui explique l'absence de séismes dans les couches profondes du globe terrestre. On en déduit que les séismes ne se produisent normalement que dans la zone dont la température ne dépasse pas 600°C ce qui correspond à la croûte (partie supérieure de la lithosphère).

Renseignements fournis par l'étude du volcanisme :

Le volcan est une ouverture de la croûte terrestre par laquelle des matériaux provenant des zones profondes arrivent en surface à travers une cheminée, l'ouverture s'appelle cratère.



L'éruption volcanique correspond à la montée du magma à la surface du sol. La projection des produits peut être des gaz des liquides ou des solides parfois accompagnée d'explosions violentes.

L'éruption volcanique ramène des matériaux qui témoignent de la composition de la terre en particulier dans les premières 200 km.

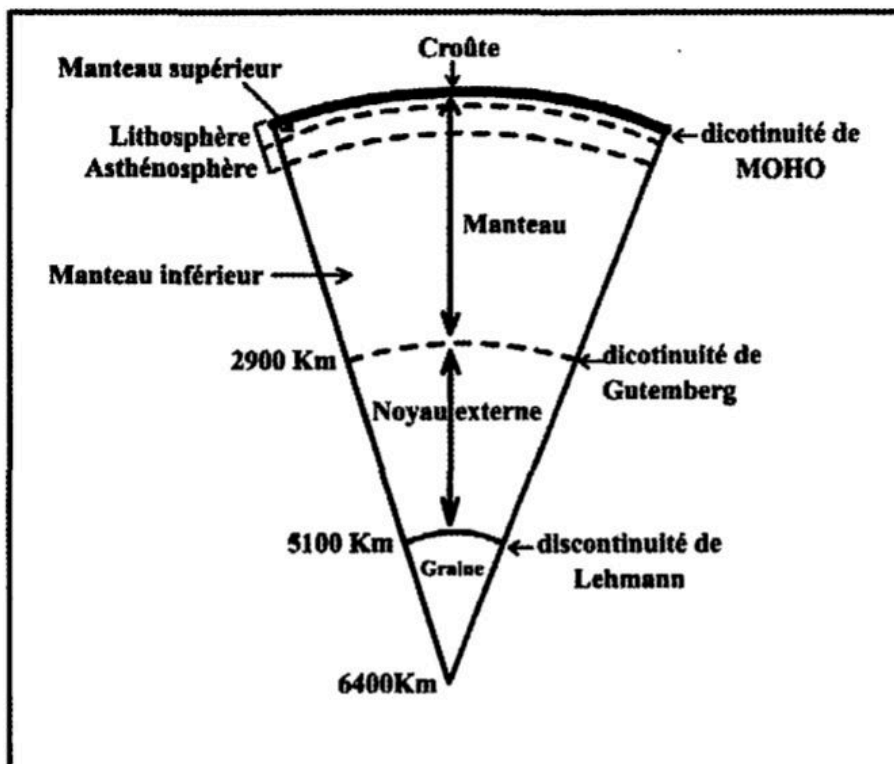
* composition de la croûte : la croûte continentale est constituée de granite, la croûte océanique est constituée de basalte.

* composition du manteau : le manteau supérieur est formé de basalte et de péridotites, le manteau inférieur est constitué de péridotites.

* composition du noyau : le noyau externe est constitué de fer, de nickel et de soufre, le noyau interne est fait de fer et de nickel.

couches	Température (en °C)	Composition chimique	densité	Pression en KBar	Propriétés physiques
croûte	0 à 600	Granites dans les continents Basalte dans les océans	2,7 dans les continents 3 dans les océans	1 à 10	Lithosphère couche solide et rigide
Manteau supérieur	900 à 4000	Basalte et péridotites	3,3 à 5,5	10 à 1400	Lithosphère couche solide et rigide
Asthénosphère : manteau supérieur plastique	900 à 4000	péridotites	3,3 à 5,5	10 à 1400	1% liquide 99% solide couche moins rigide avec déplacement de matière
Manteau inférieur	900 à 4000	péridotites	3,5 à 5,5	10 à 1400	Couche rigide
Noyau externe	4000 à 5000	Fer (98%) et nickel	10 à 12	1400 à 3500	Couche liquide
Noyau interne	4000 à 5000	Fer (98%) et nickel	10 à 12	1400 à 3500	Couche solide

Conclusion : L'intérieur du globe terrestre est constitué de couches concentriques de densité croissante de la périphérie vers le centre. Il existe 3 principales couches : la croûte terrestre, le manteau et le noyau.



La tectonique des plaques

Depuis sa formation il y a 4,6 milliards d'années, la terre n'est pas une planète stable et figée ; elle est au contraire en état dynamique. Ce dynamisme se manifeste par des phénomènes géologiques : la sismicité, le volcanisme et le plissement.

Le fondement historique du dynamisme du globe terrestre, se rapporte à la théorie de Wegener sur la dérive des continents.

La théorie de Wegener ou théorie de la dérive des continents :

Wegener, en 1910, frappé par la remarquable ressemblance des profils côtiers de part et d'autre de l'Atlantique, Wegener évoquait une dérive continentale sur une couche fluide, plus dense, sur laquelle flottaient les continents. Selon lui, à l'ère primaire, tous les continents étaient rassemblés en un super continent, la pangée.

Wegener s'est appuyé sur plusieurs arguments :

- Arguments géographiques : la complémentarité entre les profil côtiers de l'Afrique et de l'Amérique du sud laissent penser que ces continents étaient emboîtés.
- Arguments paléontologiques : mêmes fossiles animaux terrestre et végétaux ont été retrouvés en Afrique et en Amérique.

- Argument paléo climatique : l'existence de traces de glaciation de part et d'autre de l'atlantique ainsi que des traces d'évaporites qui témoignent d'un climat chaud il y a 250 millions d'années sur divers continents éloignés actuellement.

- argument géologiques : des roches anciennes sont présentes dans le sud du Brésil et dans l'ouest de l'Afrique.

La théorie de la tectonique des plaques :

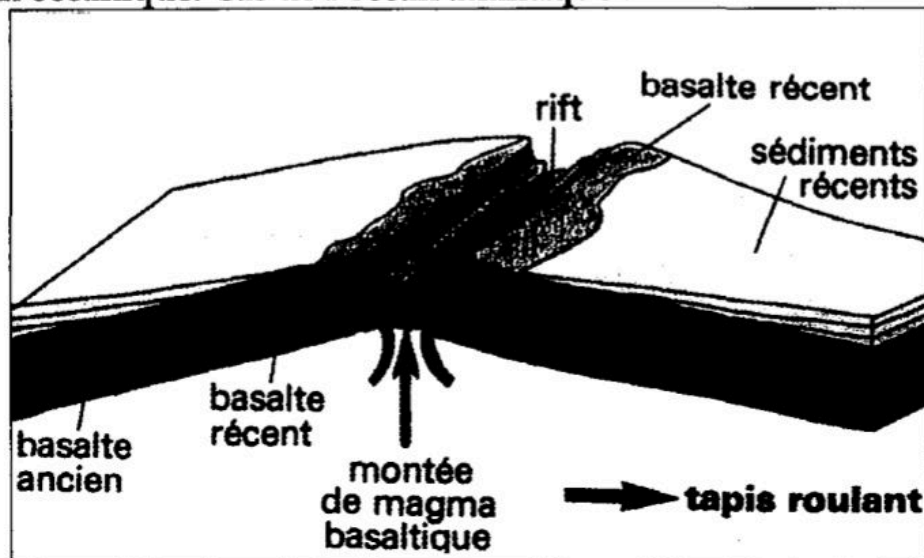
* la répartition des séismes et des volcans dans le monde montrent qu'ils sont localisés dans des zones actives précises qui délimitent de vastes surfaces tranquilles appelées plaques lithosphériques.

* l'exploration des fonds océaniques a permis de :

- découvrir des dorsales médio océaniques qui sont des chaînes de montagnes sous marines existants dans tous les océans (atlantique, pacifique et indien)

- constater que l'âge de la croûte océanique ne dépasse jamais dans tous les océans 180 millions d'années pourtant, la terre vieille de 4,5 millions d'années a été toujours pourvue d'océans. Ceci implique qu'il y a des océans qui naissent et des océans qui disparaissent

L'expansion océanique. Cas de l'océan atlantique :



Il existe une chaîne de montagne sous marine qui serpente l'océan Atlantique appelée dorsale médio océanique. C'est une chaîne de montagne de 2 à 3 km d'altitude et de 2000 à 3000 km de large. Elle présente le long de son axe une vallée axiale profonde de 1 à 3 km et de largeur 20 à 50 km. Cette vallée est appelée rift qui est le siège d'une activité volcanique et sismique intense.

- Puisque le dorsale est le siège d'une activité volcanique ceci implique qu'au niveau du rift il y a remontée, à partir de l'asthénosphère, de magma basaltique qui se solidifie en surface par refroidissement formant ainsi une croûte océanique nouvelle.

Ce phénomène de création de croûte océanique est appelé **accrétion océanique** qui est continue dans le temps.

- La croûte océanique la plus récente pousse et écarte la plus ancienne de part et d'autre de la dorsale à la manière d'un double tapis roulant. Ainsi le plancher océanique s'élargit en permanence d'où l'expansion océanique qui a pour conséquence l'écartement des continents.

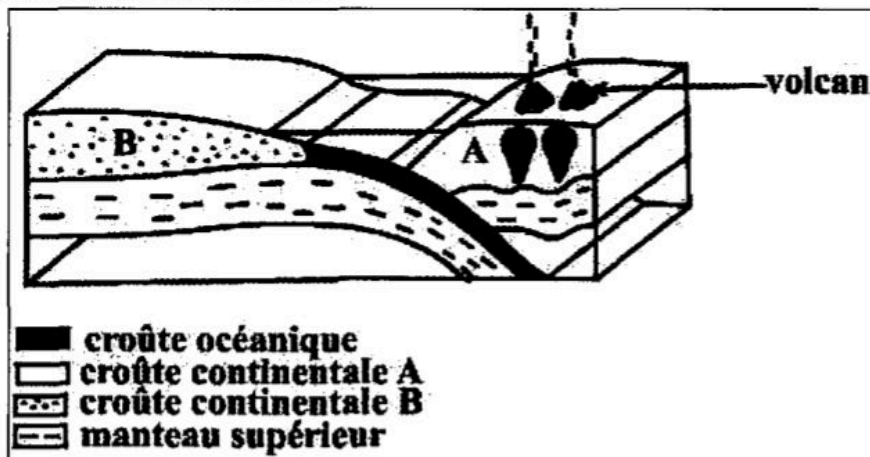
- Le plancher océanique se recouvre de sédiments sauf au niveau du rift. L'épaisseur des sédiments augmente en allant du rift vers les marges continentales.

NB : Dans l'océan pacifique et indien se produit une expansion océanique comparable à celle de l'océan atlantique.

L'expansion océanique au niveau des dorsales tend à augmenter la surface du globe terrestre ; or on sait que cette surface est constante. L'expansion océanique doit être compensée par une disparition de croûte dans d'autres zones du globe : les zones de subduction.

La subduction :

La subduction a lieu au niveau de certaines zones profondes : les fosses sous marines qui ne sont pas des rifts. Ces zones sont caractérisées par une activité sismique et volcanique intense. On y trouve des foyers sismiques distribués selon une surface oblique de profondeur croissante allant de 500 à 700 km ce qui suggère que la plaque océanique, plus dense plonge sous la plaque continentale et s'enfonce dans l'asthénosphère : c'est la subduction.



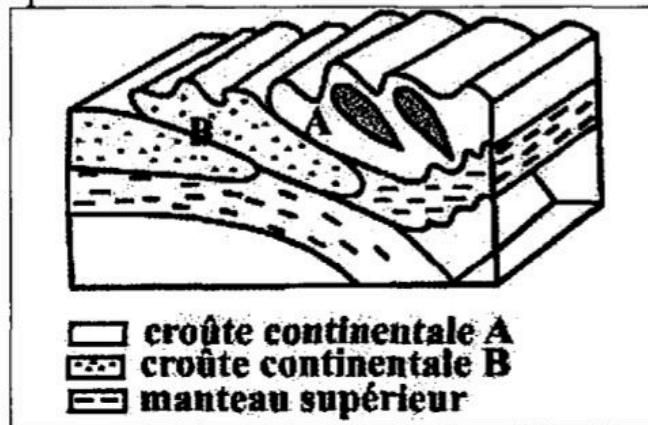
Les conséquences de la subduction :

A la suite d'une subduction, les terrains qui se trouvent en bordure du continent se déforment et se plissent formant des chaînes de montagne côtières. Exemples : les cordillères des Andes qui sont des chaînes de subduction situées en bordure ouest de l'Amérique du sud.

NB : à part la subduction océan - continent décrite précédemment, il existe une subduction océan - océan comme celle des Antilles ou des îles Mariannes

La collision :

Lorsque deux plaques continentales de même densité se rapprochent grâce à la subduction, elles entrent en collision, la zone d'affrontement se caractérise par une activité sismique superficielle.



Conséquences de la collision :

A la suite de la collision, il y a formation de chaînes de montagne.

Exemples :

- l'Himalaya : résultant de la collision de l'Inde et de l'Asie
- la chaîne alpine : résultant de la collision de la plaque africaine et de la plaque eurasiatique.

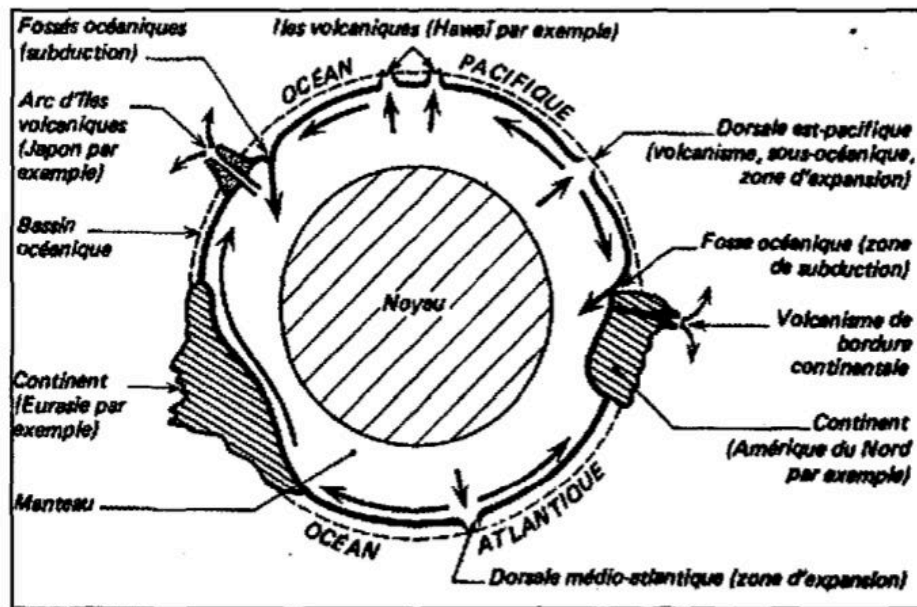
Conclusion :

La lithosphère, qui repose sur l'asthénosphère plus plastique et visqueuse, est découpée en une douzaine de plaques.

Les frontières de plaque sont de trois types :

- * frontière de divergence, les dorsales médio océaniques : zones de création de nouvelle lithosphère à partir de matériaux issus de l'asthénosphère
- * frontière de convergence, les zones de subduction où la lithosphère d'une plaque océanique plonge sous une plaque continentale et disparaît dans l'asthénosphère.
- * les frontières de cisaillement appelées failles transformantes, où deux plaques coulissent l'une par rapport à l'autre.

La création de la lithosphère au niveau d'une dorsale, s'accompagne d'un déplacement de la lithosphère déjà constituée sur l'asthénosphère. Les plaques sont donc mobiles ; leur vitesse est de quelques centimètres par an. Les continents portés par certaines plaques sont entraînés passivement comme l'avait pensé Wegener.



L'orogénèse de l'atlas tunisien :

L'Atlas tunisien appartient au grand ensemble structural des chaînes alpines qui s'étendent sur toute l'Afrique du nord (chaîne maghrébine), le sud de l'Europe (alpes pyrénéenne, balkans, ...) et se poursuivent jusqu'en Asie.

Les structures atlasiques sont orientées NE-SW ; ceci suggère que ces structures sont formées à la suite d'une compression perpendiculaire à l'orientation de ces structures.

L'orogénèse de l'atlas tunisien résulte de la collision des deux plaques africaine et eurasiatique.

* au jurassique, il y a 200 millions d'années, il n'existe à la surface du globe qu'un seul continent, la Pangée, entouré d'un vaste océan la thétys.

Il y a 180 millions d'années :

- fissuration de la Pangée en deux grands continents, la Laurasia et le Gondwana qui se séparent par la thétys.
- ouverture de l'océan Atlantique.

* du crétacé inférieur jusqu'au quaternaire, l'ouverture de l'océan atlantique par le mécanisme de l'accrétion océanique se poursuit ; ce qui entraîne d'une part l'écartement progressif de l'Afrique et de l'Amérique et d'autre part le rapprochement de l'Afrique et de l'Eurasie grâce à deux mouvements progressifs du continent africain : translation et rotation NE ; les conséquences de ces mouvements est la subduction de la plaque africaine sous la plaque eurasiatique. Il en résulte :

- la fermeture du thétys dont les restes forment la mer méditerranée
- la collision entre la plaque africaine et la plaque eurasiatique (toutefois, la subduction se poursuit au niveau de la Sicile). Une importante chaîne de montagne se forme dans le sud de l'Europe : les alpes et dans le nord de l'Afrique : l'atlas.