

Bilan 14 –LA TECTONIQUE DES PLAQUES, UN MODELE EPROUVE

Le modèle de la tectonique des plaques permet de proposer des vitesses d'expansion océanique et de prévoir que la **lithosphère océanique** est d'autant **plus vieille** qu'on **s'éloigne de la dorsale**.

Dans les années 70, un nouveau programme de forages sous-marins, permet de confirmer cette prédiction ainsi que les vitesses de déplacements des plaques prévues par le modèle, d'après le paléomagnétisme et les alignements de volcans intraplaques.

Avec l'utilisation des **techniques de positionnement par satellites –GPS-**, à la fin du **XXème siècle**, les mouvements des plaques deviennent directement observables et leurs vitesses sont confirmées.

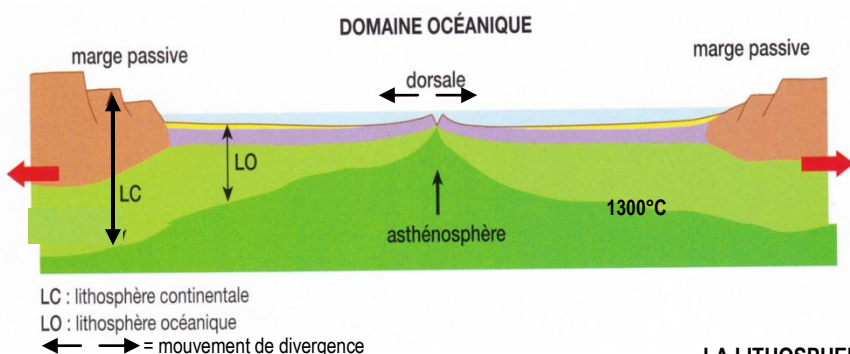
Des données récemment acquises notamment par **tomographie sismique**, permettent de mieux comprendre les **déplacements de la lithosphère** et les **mouvements** du manteau (voir II).

I- RENFORCEMENT DU MODELE (Page 136 et 137)

1-Les forages océaniques profonds

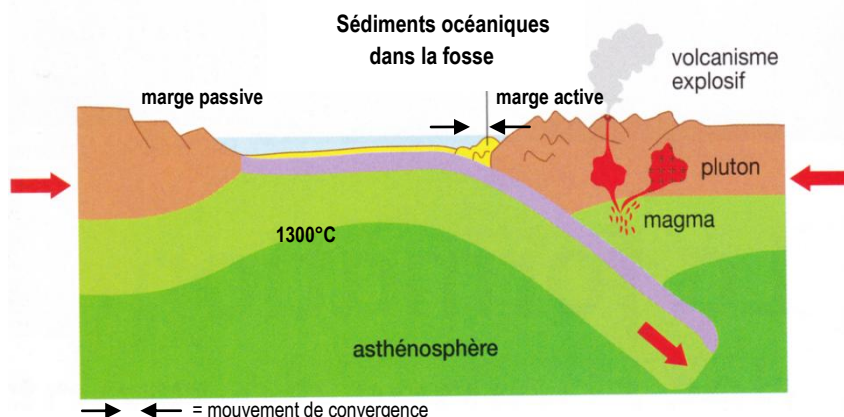
Dans les années 70, une grande campagne de forages en mer profonde (plus de 3Km d'eau et jusqu'à 1500m de forage) fore des milliers de carottes dans les sédiments qui recouvrent le basalte du plancher magmatique.

LA LITHOSPHERE OCEANIQUE S'AGRANDIT, EN ECARTANT LES CONTINENTS (à apprendre)



On constate alors que, en accord avec les données du paléomagnétisme, l'âge des **sédiments au contact du basalte, augmente** bien au fur et à mesure que l'on **s'éloigne de la dorsale** et de façon **symétrique** par rapport à l'axe de cette dernière. La lithosphère est donc produite **en permanence** dans les dorsales avec une **vitesse d'expansion¹** du plancher océanique qui varie selon les dorsales et selon les périodes géologiques.

LA LITHOSPHERE OCEANIQUE AGEE ENTRE EN SUBDUCTION (à apprendre)



Les forages ont également révélé que **l'âge des plus vieux planchers océaniques n'excède pas 200 Ma** alors que **les continents les plus anciens ont plus de 4 Ga**. Ceci confirme la **disparition** des planchers océaniques dans les **zones de subduction**, au niveau des **marges continentales actives**.

L'adjectif **active** appliqué à une marge continentale, fait référence à **l'activité sismique** (= foyers sismiques le long de la plaque plongeante, épicerne des séismes, en surface à la verticale de chaque foyer) à **l'activité volcanique**, due à un magmatisme particulier en profondeur (voir TS) et à **l'activité orogénique**, c'est-à-dire à la formation de reliefs au bord de la plaque chevauchante.

Remarque¹ : les dorsales peuvent avoir un taux d'expansion allant de 2 cm.an⁻¹ (dorsales lentes) à 17 cm.an⁻¹ (dorsales rapides). Pour l'Atlantique Sud, cette vitesse d'expansion est de 4.4 cm.an⁻¹ au cours des 76 derniers millions d'années, la vitesse d'expansion du Pacifique est aujourd'hui d'environ 9 à 15 cm.an⁻¹.

2-Les données GPS (p138 à 141)

Depuis les années 1980, on peut quantifier le déplacement des plaques lithosphériques grâce au **GPS**. Cette technique utilise des satellites pour positionner **au millimètre près** des stations (balises GPS) réparties sur l'ensemble de la planète (TP14).

La précision des mesures GPS, permet de préciser le modèle : **12 plaques au moins** sont repérables aujourd'hui (contre 6 plaques définies par Le Pichon en 1968).

Le système GPS offre une vue globale du déplacement pratiquement instantanés des plaques les unes par rapport aux autres et **confirme les mouvements relatifs des plaques à leurs frontières** : convergence, divergence ou coulissage selon le cas (voir bilan précédent)

Les déplacements déterminés grâce aux données GPS, sont cohérents avec ceux déduits des anomalies magnétiques, des alignements volcaniques et des données sédimentaires.

II- L'EVOLUTION DU MODELE : LE RENOUVELLEMENT DE LA LITHOSPHERE OCEANIQUE

1 Les apports de la tomographie sismique (p142, 143)

Depuis les années 90 avec la **tomographie sismique**, on identifie des **anomalies** dans la propagation des ondes sismiques par rapport au modèle dans lequel le manteau serait formé d'un matériau se réchauffant uniformément avec la profondeur. Une zone où les ondes sismiques sont **anormalement rapides**, recèle donc de la matière **anormalement froide** et **inversement**.

On constate ainsi l'existence de nombreuses **hétérogénéités** dans le globe, elles **reflètent les mouvements de matériaux** à l'intérieur de la Terre:

- dans les zones de subduction, les ondes sismiques sont **accélérées** dans les matériaux de la vieille **lithosphère océanique froide et rigide, s'enfoncent** dans le **manteau où elle sera entièrement recyclée**,
- des **remontées de roches** issues du **manteau profond**, signalent des **points chauds**, comme c'est le cas pour l'Islande (une île volcanique située à la fois sur une dorsale et sur un point chaud), sous l'île d'Hawaï dans le Pacifique etc.. Ces remontées de roches chaudes sont révélées par un net ralentissement des ondes sismiques.
- aux dorsales, une **zone très chaude et proche de la surface** est également révélée par un fort ralentissement des ondes sismiques, quelle en est l'origine ?

2- Le fonctionnement des dorsales (TP14)

Les submersibles permettent **d'observer des phénomènes volcaniques au niveau des dorsales** et les données sismiques (très fort ralentissement des ondes S) confirment la présence de roches **partiellement fondues** près de la surface.

a- La fusion partielle de la péridotite en ascension sous la dorsale

L'épaisseur de la **lithosphère**, limitée à sa base par l'isotherme 1300°C, est **faible** sous la dorsale (10 à 20 Km selon le cas) contre **100 km maximum**, au niveau des **zones de subduction**. L'isotherme très proche de la surface à la dorsale, s'explique par une **remontée d'asthénosphère chaude**. Cette remontée, est due à l'existence **d'inégalités thermiques** dans le manteau ayant en particulier pour origine les désintégrations des noyaux radioactifs. Elle donne lieu à une fusion partielle de la péridotite au cours de son ascension.

Des expériences permettent de modéliser les conditions P/T qui règnent dans le manteau et de préciser l'état de la péridotite en fonction de ces deux facteurs. Ces résultats sont traduits par le **diagramme PT de la péridotite**.

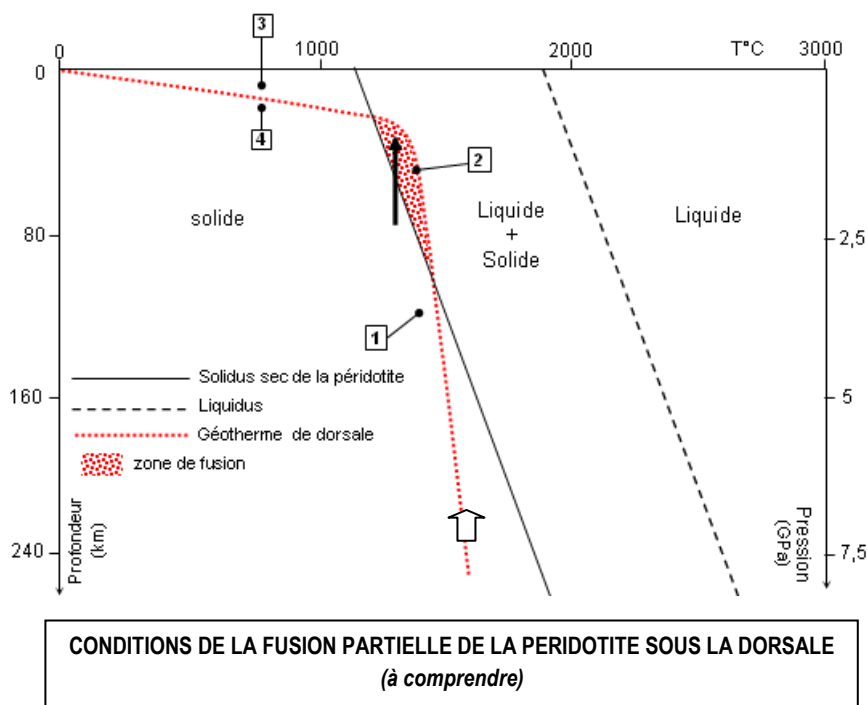
On peut aussi déterminer, la température de la péridotite en fonction de sa profondeur à l'aplomb d'une dorsale, c'est-à-dire son **géotherme de dorsale**.

La superposition de ce **géotherme** et de son **diagramme PT**, explique sa fusion partielle sous les dorsales :

- La remontée de péridotite, s'accompagne d'une **chute de pression sans chute de température**, favorable à la **fusion partielle**.

- Des gouttes de liquide magmatique apparaissent dans la roche en ascension, vers **100 à 80 Km sous la dorsale**, lorsque la roche franchit son **solidus**, c'est-à-dire atteint les conditions de température et de pression qui correspondent à son domaine de fusion partielle.

- Le **liquide de fusion partielle, moins dense que la roche dans laquelle il s'est formé**, remonte vers la surface plus rapidement et s'accumule dans une **chambre magmatique** de quelques km³, à l'axe de la dorsale.



b- La chambre magmatique

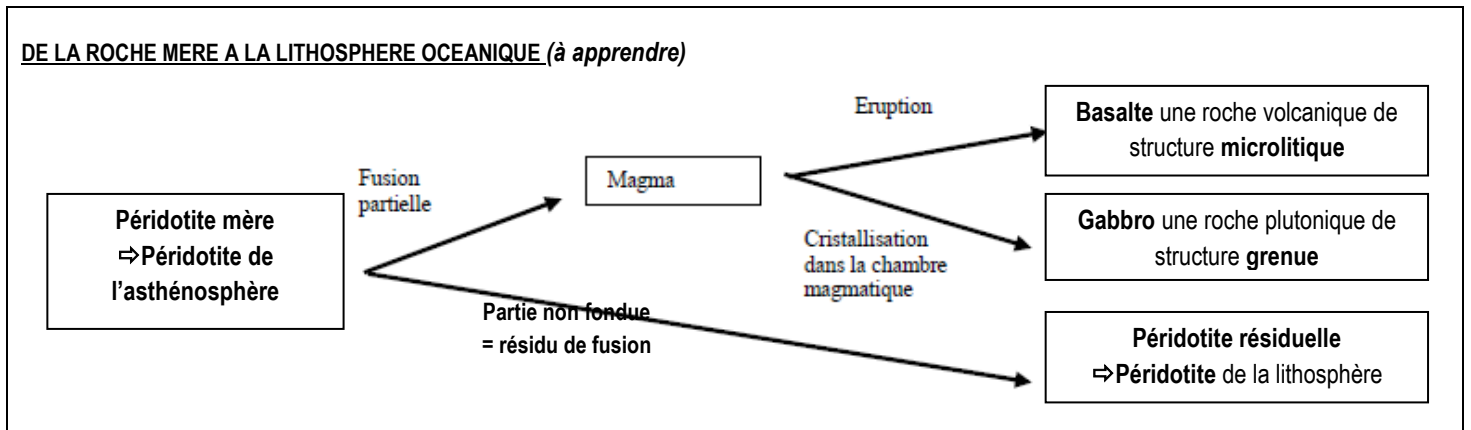
L'évolution du liquide de fusion accumulé dans la chambre magmatique, est à l'origine **des roches de la croûte océanique**. En remontant, une partie du **résidu de fusion, passe au dessous 1300°C** et forme la **péridotite de la lithosphère**. La plaque lithosphérique se met ainsi en place sur une bande **de 2Km de large**, de part et d'autre de la dorsale.

Dans la chambre magmatique le magma est à l'état de **bouillie cristalline**, mélange de cristaux et de liquide, surmonté d'un liquide. C'est à partir de ces matériaux, qu'à lieu l'**accrétion océanique**:

-Une partie du magma **cristallise lentement** sur les parois de la chambre en donnant le **gabbro** une **roche plutonique** comme le prouve sa **structure grenue**.

-Régulièrement du **liquide avec des cristaux** est **injecté** au travers des fissures du toit de la chambre. Il y solidifie sous forme de **filons de basalte**.

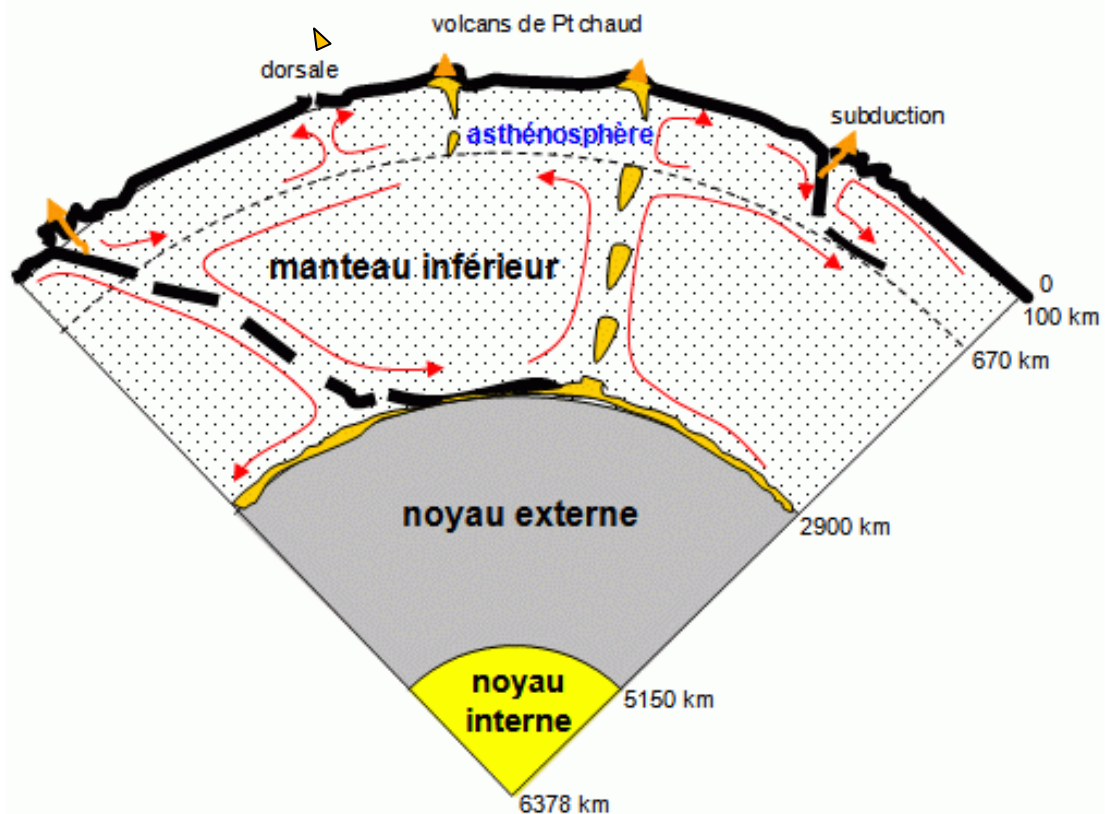
-Une partie du liquide injecté arrive en surface et **refroidit brutalement** au contact de l'eau de mer en **pillow lavas de basalte**. La brutalité du refroidissement, explique la présence d'une **matrice vitreuse**, sans cristallisation apparente contenant des petits cristaux en baguettes, **les microlites**. Les **phénocristaux**, ont cristallisé avant l'arrivée du magma en surface, dans la chambre magmatique. La structure du basalte indique que c'est une **roche volcanique**.



Grâce à la **convection mantellique**, la lithosphère océanique est produite à **partir des remontées d'asthénosphère**. Les mouvements de la péridotite ductile, entraînent les plaques lithosphériques dans leurs déplacements et les retombées de péridotite refroidie, causent -à terme- la **disparition de la lithosphère océanique plus âgée dans les zones de subduction**. Ainsi, la surface de la lithosphère demeure constante et **le plancher océanique est renouvelé en permanence à l'axe des dorsales**.

*

LES MOUVEMENTS DE CONVECTION DU MANTEAU A L'ORIGINE DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES (à comprendre)



Aujourd'hui le modèle de la tectonique des plaques **fait consensus dans la société scientifique**, grâce à sa puissance explicative et à l'accumulation des preuves en sa faveur.