

Fiche

Dans ce chapitre et le suivant, nous verrons ce qu'il se passe quand les plaques se rapprochent l'une de l'autre, ce qu'on appelle en géologie la convergence.

Dans ce chapitre plus spécialement, nous expliquerons ce qu'il se passe quand une au moins des deux lithosphères en convergence est une lithosphère océanique.

En effet, pour des raisons de densité (expliquées plus en détail plus loin) :

- Si au moins une des deux lithosphères en convergence est océanique, on a une subduction, c'est-à-dire la plongée d'une lithosphère océanique dans le manteau ;
- Si les deux lithosphères en convergence sont continentales, on a ce qu'on appelle une collision continentale.

La subduction est la conséquence du vieillissement de la lithosphère océanique

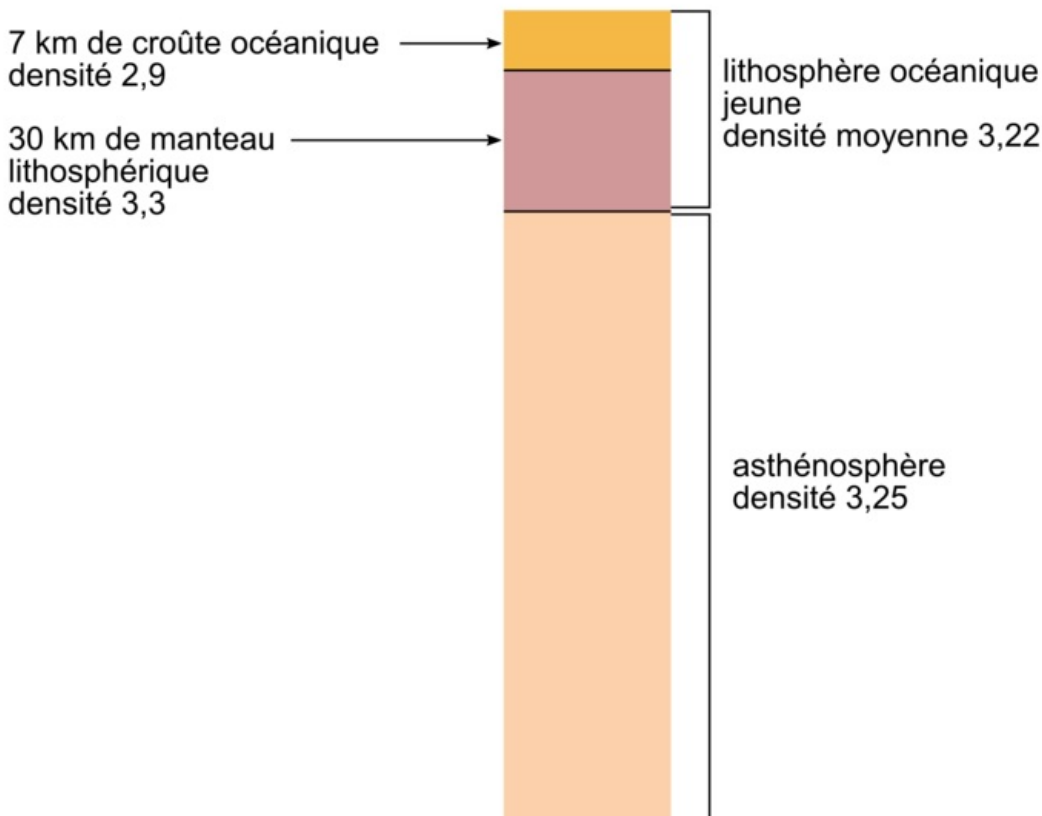
La lithosphère océanique se forme au niveau des dorsales océaniques, comme on l'a vu dans le chapitre précédent.

Or, la lithosphère océanique est composée d'une croûte océanique de densité 2,9 et d'un manteau lithosphérique de densité 3,3. Le tout repose sur une asthénosphère de densité 3,25.

La lithosphère océanique jeune, qui vient d'être produite au niveau d'une dorsale est peu épaisse : elle est composée d'une croûte de 7 km d'épaisseur et d'un manteau lithosphérique peu épais, par exemple d'une trentaine de kilomètres.

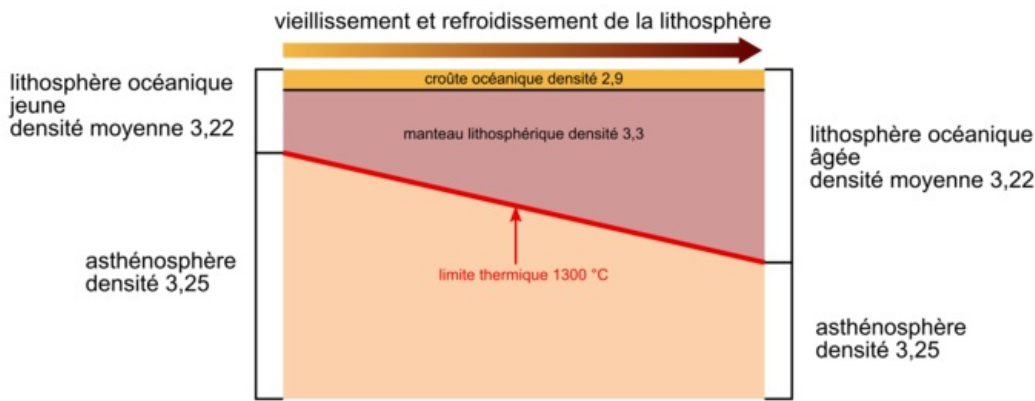
La densité moyenne de cette lithosphère jeune est de $(2,9 \times 7 + 3,3 \times 30) / 37 = 3,22$, soit une densité inférieure à celle de l'asthénosphère. En conséquence, cette lithosphère jeune « flotte » sur l'asthénosphère.

Représentation des densités comparées d'une lithosphère jeune et de l'asthénosphère



Mais, quand la lithosphère vieillit et s'éloigne de la dorsale, elle refroidit. Or, la limite entre manteau lithosphérique et manteau asthénosphérique est une limite thermique qui correspond à 1 300 °C. Et donc, ce refroidissement s'accompagne d'un épaissement du manteau lithosphérique. La conséquence de cet épaissement est que la lithosphère devient également plus dense, car le manteau lithosphérique est son élément le plus dense (rappel : densité 3,3).

Le vieillissement et donc le refroidissement de la lithosphère océanique entraînent son épaissement et l'augmentation de sa densité



Calculons maintenant la densité moyenne d'une lithosphère ancienne dotée d'un manteau de 100 km d'épaisseur, une lithosphère océanique « normale » en quelque sorte.

Cette densité moyenne est de $(2,9 \times 7 + 3,3 \times 100) / 107 = 3,27$

La densité de cette lithosphère âgée est devenue supérieure à celle de l'asthénosphère située sous elle qui, rappelons-le, est de 3,25. En conséquence, une lithosphère océanique âgée va « couler » dans l'asthénosphère : une subduction commence.

Exercice n°1

Exercice n°2

L'entrée en subduction de la lithosphère âgée est le principal moteur du mouvement horizontal de plaques tectoniques. En effet, on observe que les plaques qui sont bordées d'une zone de subduction se déplacent horizontalement en direction de cette zone : elles sont tirées par la partie de la plaque en train de s'enfoncer. Par ailleurs, ces plaques se déplacent plus vite que les plaques qui ne sont pas bordées par une ou plusieurs zones de subduction.

Exercice n°3

La subduction est à l'origine d'un magmatisme

La lithosphère océanique en subduction va s'enfoncer dans le manteau et subir une augmentation de pression importante. Les basaltes et gabbros de la croûte océanique de cette lithosphère vont alors subir un métamorphisme, c'est-à-dire que leurs minéraux vont se transformer sous l'effet des changements de pression. Cette transformation donne lieu à des pertes d'eau. Et ainsi, la lithosphère en subduction va hydrater le manteau lithosphérique de la plaque non plongeante.

L'hydratation de la péridotite du manteau lithosphérique abaisse son point de fusion, c'est-à-dire que la roche peut fondre à une température beaucoup plus basse que quand elle est déshydratée.

Exercice n°4

Un point important est que cette fusion de la péridotite est partielle : seuls 10 % de la péridotite fondent. Cette fraction de la roche qui fond est ce qu'on appelle un magma. Ce magma remonte ensuite, car il est moins dense que la péridotite non fondue qui l'entoure.

La plus grande partie du magma qui remonte cristallise en profondeur. En effet, le magma remonte sous forme de sorte de « bulles » géantes qui se stabilisent généralement en profondeur dans la croûte et refroidissent là. Ces amas de roches qui cristallisent en profondeur sont de grande taille (plusieurs kilomètres voire plusieurs dizaines de kilomètres de diamètre) et sont appelés plutons. Dans les plutons, en profondeur, le refroidissement du magma est lent et des cristaux ont ainsi le temps de se former. Les roches formées seront donc entièrement cristallisées (= composées à 100 % de cristaux, sans verre volcanique). Comme tous ces cristaux forment des sortes de grains dans les roches, on dit qu'il s'agit de roches grenues.

Les roches principales qui se forment dans ces conditions sont les granitoïdes, une famille de roches semblables. Parmi les granitoïdes, le granite est le plus connu.

Bien que la majorité du magma qui se forme au niveau des zones de subduction cristallise en profondeur et forme des granites, une petite partie parvient jusqu'en surface et est à l'origine d'un volcanisme explosif. Comme le terme explosif l'indique, les éruptions sont particulièrement violentes, se caractérisant par l'émission d'une grande quantité de cendres (ce qui fait qu'on appelle ce type de volcans des volcans gris) souvent éjectées très violemment au sein de ce qu'on appelle des nuées ardentes (ou coulées pyroclastiques). Une nuée ardente est un nuage de gaz, de cendres et de blocs qui coule sur le flanc du volcan à une température de 800 °C et à une vitesse de plusieurs dizaines de km/h (jusqu'à plus de 100 km/h).

Paradoxalement, **ce type de volcan produit très peu de lave**. Souvent, on observe seulement une aiguille de lave au sommet qui se solidifie sur place sans couler. En effet, **la lave de ce type de volcan est très visqueuse**. C'est cette viscosité de la lave qui explique le caractère explosif des volcans gris : les gaz présents s'échappent difficilement de cette lave visqueuse et, quand ils le font, c'est par à-coups brutaux. Les roches volcaniques issues du refroidissement de la lave d'un volcan explosif de zone de subduction portent le nom de **rhyolites ou d'andésites**.

Le point commun entre rhyolite et andésite est qu'elles sont **principalement composées d'un verre volcanique**. En effet, ces roches proviennent du **refroidissement rapide d'une lave en surface**. Ce refroidissement rapide ne laisse pas le temps à de gros cristaux de se former et **le gros de la lave fige en une sorte de pâte : le verre volcanique**. On dit d'une telle roche qu'elle est **vitreuse** (si elle est composée uniquement de verre) ou alors **microlithique** (c'est-à-dire surtout formée de nombreux petits cristaux pris dans du verre volcanique).

Comme ces deux roches sont issues d'un magma sorti d'un volcan près de la surface, on les appelle des **roches magmatiques volcaniques**.

Schéma bilan, la subduction

