

Chapitre 3 : Le magmatisme en zone de subduction.

Introduction :

Les zones de subduction sont des zones de convergence où la lithosphère océanique plonge dans l'asthénosphère.

Ces zones très actives sont caractérisées par une forte activité magmatique à l'origine d'un volcanisme particulier.

Quelle est l'origine de cette activité magmatique ?

1 Les roches magmatiques des zones de subduction.

Rappel : Les roches magmatiques sont caractérisées par leur composition chimique qui détermine leur composition minéralogique.

1.1 Les roches volcaniques.

Les laves produites dans les zones de subduction sont **visqueuses**.

Ces laves contiennent des **gaz** qui ont du mal à s'échapper. Ces gaz s'accumulent, puis sont libérés brutalement, ce qui entraîne des **éruptions explosives** avec des nuées ardentes.

La roche produite est une **andésite** contenant des plagioclases et des amphiboles (minéraux hydroxylés).

Remarque : Les basaltes contiennent des plagioclases et des pyroxènes (à la place des amphiboles).

Cette roche qui refroidit rapidement **en surface** est une roche de **structure microlitique** (car constituée de petits cristaux).

Les **minéraux hydroxylés** témoignent du **rôle de l'eau** dans la genèse du magma à l'origine de ces roches magmatiques.

1.2 Les roches plutoniques.

Une grande partie du magma visqueux produit dans les zones de subduction ne parvient pas jusqu'à la surface.

Il refroidit donc lentement **en profondeur** et produit des **roches grenues** (car constituées de gros cristaux jointifs).

La roche produite est une **granodiorite** (granitoïde) constituée des mêmes minéraux que l'andésite, ce qui témoigne de la même origine magmatique.

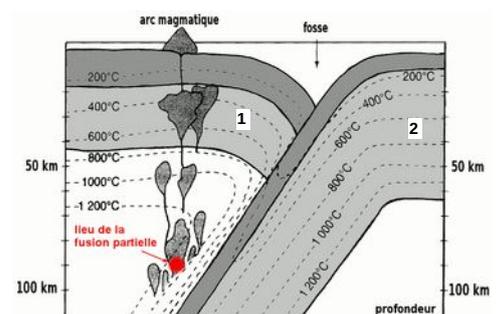
Remarque : La présence de ces roches en surface s'explique par l'érosion.

2 L'origine du magma des zones de subduction.

2.1 La production de magma dans les zones de subduction.

À l'aplomb de l'arc magmatique, le **magma** se forme à une profondeur d'environ **90 km** juste au-dessus de la plaque subduite.

Ce magma résulte de la **fusion partielle des péridotites du manteau** à une température d'environ **1000 °C à 1200 °C**.



Légendes :
1 - plaque chevauchante
2 - plaque subduite

Mais à cette profondeur, les données expérimentales montrent que les **péridotites** ne peuvent pas fondre à cette température si elles sont anhydres (sèches). Par contre, elles peuvent fondre à cette température si elles sont **hydratées**.

C'est donc l'eau qui **abaisse le point de fusion de la péridotite** et déclenche sa **fusion partielle**.

Le **magma** est de nature **basaltique** lorsque le taux de fusion partielle est élevé. En revanche il sera **andésitique** pour un taux de fusion partielle bas.

→ **L'hydratation de la péridotite entraîne donc sa fusion partielle.**

2.2 L'origine de l'eau nécessaire à la fusion partielle des péridotites.

Lorsque la **croûte océanique** s'éloigne de l'axe de la dorsale, le **pyroxène**, **minéral anhydre** est progressivement remplacé par l'**amphibole**, **minéral hydroxylé**. Le gabbro devient alors un métagabbro. C'est du **métamorphisme par hydratation**.

L'eau de la **croûte océanique** peut donc provenir de **minéraux hydroxylés**, mais aussi de l'**eau d'infiltration**.

→ **La croûte océanique qui subit la subduction est donc très hydratée.**

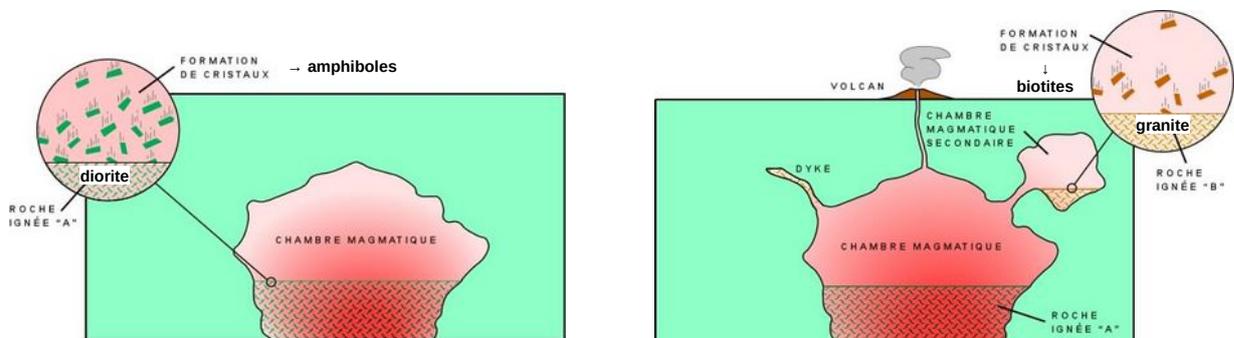
Lorsqu'elle est entraînée dans la zone de subduction et qu'elle est soumise à de **nouvelles conditions de pression et de température**, elle se transforme à l'état solide et se **déshydrate** par **métamorphisme**.

Ce **métamorphisme de haute pression** (car la pression augmente plus rapidement que la température) aboutit à la **formation de nouveaux minéraux** (comme la glaucophane puis la jadéite) **de plus en plus pauvres en eau**.

→ **La libération de l'eau d'infiltration ainsi que celle produite par le métamorphisme va hydrater les péridotites situées au-dessus et déclencher leur fusion partielle à l'origine des magmas.**

2.3 Une grande diversité de roches magmatiques sont produites dans les zones de subduction.

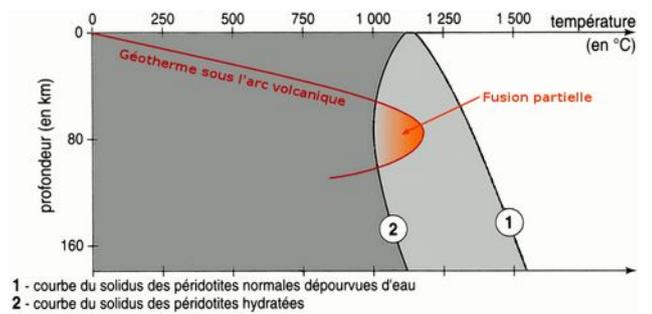
Dans les zones de subduction, on trouve aussi bien des **diorites** que des **granites** (roches plutoniques).



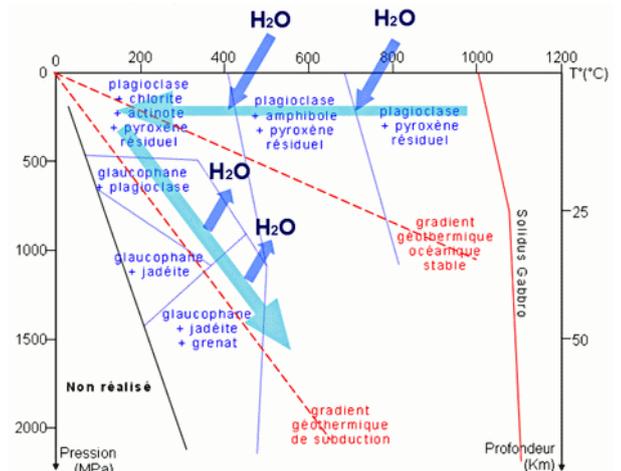
Les premiers cristaux qui se forment sont les plus pauvres en silice (SiO_2). Ils sédimentent vers la base de la chambre magmatique et forment une roche riche en amphiboles, on obtient une **diorite** (roche ignée "A").

Le magma résiduel s'est donc enrichi en silice (il a une composition chimique différente de sa composition initiale).

Ce magma résiduel remonte puis cristallise dans une chambre magmatique secondaire.



1 - courbe du solidus des péridotites normales dépourvues d'eau
2 - courbe du solidus des péridotites hydratées

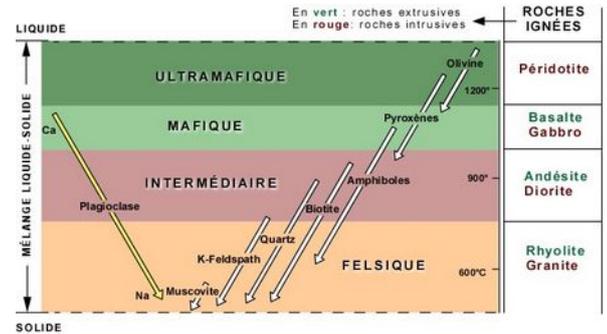


Les minéraux qui se forment sont maintenant des biotites, ce qui produit un **granite** (roche ignée "B").

Ce phénomène est appelé **crystallisation fractionnée**.

→ La **crystallisation fractionnée aboutit donc à la formation de roches très différentes les unes des autres.**

minéraux de plus en plus riches en silice



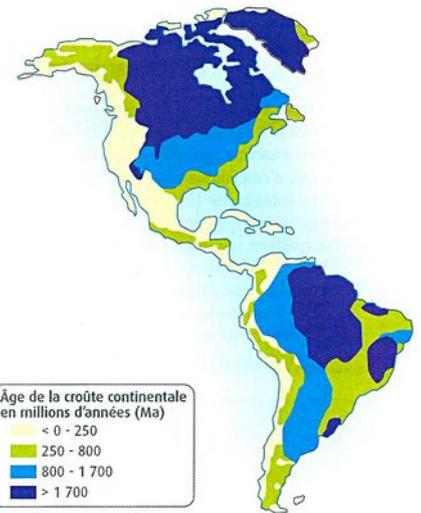
Il peut aussi y avoir une modification de la composition chimique d'un magma par contact avec les roches traversées lors de la remontée.

→ C'est le phénomène d'assimilation.

3 Les conséquences de ce magmatisme sur la croûte continentale.

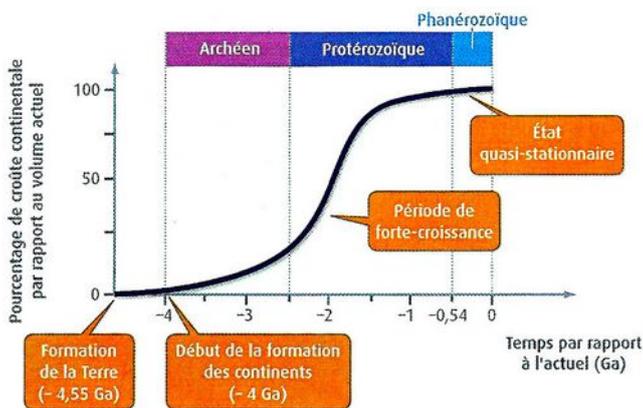
La partie centrale des continents est la plus ancienne.

Les continents se sont agrandis par leur périphérie au niveau des zones de subduction. Ils sont essentiellement formés de nouveaux matériaux sous forme de granitoïdes.



Les continents ont commencé à se former il y a 4 Ga.

Depuis environ 500 Ma, leur surface n'a pas augmenté. En effet, actuellement, la formation de la croûte continentale est compensée par sa disparition par érosion.



Le magmatisme associé à une subduction crée donc de la croûte continentale : c'est l'**accrétion continentale**. Ainsi, la croûte continentale la plus ancienne appelée **craton** se situe au centre des vieux continents.

4 Conclusion.

Dans les zones de subduction, des volcans émettent des laves souvent visqueuses associées à des gaz et leurs éruptions sont fréquemment explosives.

La déshydratation des matériaux de la croûte océanique subduite libère de l'eau qu'elle a emmagasinée au cours de son histoire, ce qui provoque la fusion partielle des péridotites du manteau sus-jacent.

Si une fraction des magmas arrive en surface (volcanisme), la plus grande partie cristallise en profondeur et donne des roches à structure grenue de type granitoïde. Un magma, d'origine mantellique, aboutit ainsi à la création de nouveau matériau continental.