

Exercice de type I : (8 points)

La convergence lithosphérique et ses effets

Les zones de subduction sont des zones où une lithosphère océanique s'enfonce sous une autre lithosphère océanique ou continentale, rapprochées par des mouvements de convergence. Ces zones déterminent des marges actives, caractérisées par une intense activité sismique et volcanique

Ce plongement résulte, à la faveur des contraintes de la tectonique globale, du refroidissement et de la densification des roches constituant la lithosphère océanique subduite qui devient plus dense que le manteau asthénosphérique.

Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique caractéristique : volcanisme explosif et mise en place de plutons. Elle se matérialise par la formation de roches volcaniques (andésites, rhyolites) et de roches plutoniques (granodiorites), à partir d'un magma, c'est-à-dire de la fusion de roches.

Quel lien existe-t-il entre magmatisme et subduction ?

Nous verrons dans un premier temps comment se forme le magma à l'origine de ces roches magmatiques, puis comment expliquer la mise en place de deux types de roches magmatiques .

I- Formation d'un magma au niveau d'une zone de subduction

La localisation des volcans montre que les phénomènes magmatiques prennent naissance à 100Km de profondeur, à l'aplomb des volcans, c'est-à-dire au niveau du manteau de la plaque subductée. On note y aussi la présence d'une anomalie thermique positive qui signe une remontée de chaleur due à la présence de magma en profondeur

1) La nécessité d'une hydratation des péridotites du manteau.

Le magma provient de la fusion partielle des péridotites au-dessus du plan de Bénéoff. (Plan de localisation des séismes qui matérialise la trajectoire de la plaque plongeante). Or la péridotite mantellique ne peut pas fondre dans les conditions du géotherme de subduction lorsqu'elle est déshydratée. La péridotite ne peut fondre au niveau d'une zone de subduction que si elle est hydratée.

2) Des transformations métamorphiques à l'origine de l'eau hydratant les péridotites.

L'eau provient de la déshydratation des roches de la plaque plongeante.

Lors de l'expansion océanique, la lithosphère océanique s'hydrate en surface. Les minéraux des roches constituant la croûte (Basaltes et gabbros) subissent des transformations à l'état solide (métamorphisme). Ces transformations donnent naissance à des métagabbros dont les minéraux, de plus en plus hydratés, signent des conditions de température de plus en plus basses (refroidissement lors de l'éloignement de la dorsale.) à pression, basse, constante : amphiboles brune, puis vertes qui signent le faciès des schistes verts.

Lorsque la densité de la LO devient $>$ à celle de l'asthénosphère (3,25), dans un contexte de mouvements convergents, la lithosphère la plus dense s'enfonce sous une lithosphère moins dense (O ou C) : la subduction débute.

Le plongement d'une portion rigide de lithosphère océanique dans du manteau asthénosphérique chaud et ductile s'accompagne d'une modification des paramètres de pression et de température au niveau de la plaque subduite : augmentation importante de la pression, réchauffement lent mais progressif. (Car la lithosphère s'enfonce plus

rapidement qu'elle ne se réchauffe, restant ainsi anormalement froide).

Soumises à des conditions PT différentes de celle de leur formation, les roches de la lithosphère océanique subissent des transformations minéralogiques qui s'accompagnent cette fois-ci d'une déshydratation.

Des minéraux de plus en plus déshydratés apparaissent avec la profondeur : glaucophane → schistes bleus, puis grenat (et jadéite) → éclogites.

Ce métamorphisme "moyenne température, haute pression" caractéristique d'une zone de subduction, affectant la plaque plongeante est donc à l'origine de l'hydratation de la péridotite mantellique.

L'eau libérée lors de la déshydratation de la croûte océanique subduite permet l'hydratation de la péridotite et donc sa fusion partielle. Le magma résultant, moins dense, monte en surface.

II- Un magma pour deux types de roches magmatiques.

1) Une remontée lente du magma.

Lors de sa montée en surface, le magma peut être bloqué en profondeur. Il refroidit alors très lentement et forme une roche entièrement cristallisée : plutonique (granitoïdes).

Ces roches présentent une composition minéralogique qui signe leur origine mantellique (minéraux ferromagnésiens) associé à des minéraux silicatés caractéristiques de la croûte continentale (enrichissement du magma par l'encaissant continental).

Ainsi la mise en place de ces plutons participe à la croissance de la croûte continentale. Ils peuvent être mis à l'affleurement lors de phénomènes d'érosion ou de tectonique. Les édifices volcaniques construits associés à des mouvements tectoniques verticaux et de compression, édifient des chaînes de montagnes volcaniques (cordillères parmi les plus hautes du globe. Andes, Rocheuses).

2) Une remontée rapide du magma.

Ce magma peut aussi gagner rapidement la surface, se refroidir très vite en formant des roches non entièrement cristallisées à composante vitreuse : volcaniques (andésites, rhyolites). Le magma qui parvient à la surface est très visqueux, pâteux. Il provoque des éruptions explosives très dangereuses. Ce volcanisme peut aller jusqu'à la formation de bouchon magmatique qui finissent par être pulvérisés provoquant des éruptions dévastatrices accompagnées de nuées ardentes meurtrières (Pompeï, Mt St Helens)

Conclusion : La mise en place de roches magmatiques au niveau des zones de subduction résulte de la remontée plus ou moins rapide d'un magma qui a pour origine la fonte de la péridotite hydratée constituant le manteau. L'hydratation de la péridotite est la conséquence de la déshydratation de la plaque plongeante qui subit un métamorphisme de haute pression et moyenne température.

Schéma bilan montrant une subduction : schéma distribué en conclusion du chapitre.