

Correction TP16

Mise en place et évolution de la lithosphère océanique

Objectif : On cherche à comprendre comment se forme le magma au niveau d'une dorsale et comment évolue la lithosphère océanique au cours du temps.

1^{ère} partie : La formation et le devenir du magma au niveau d'une dorsale océanique (15 min)

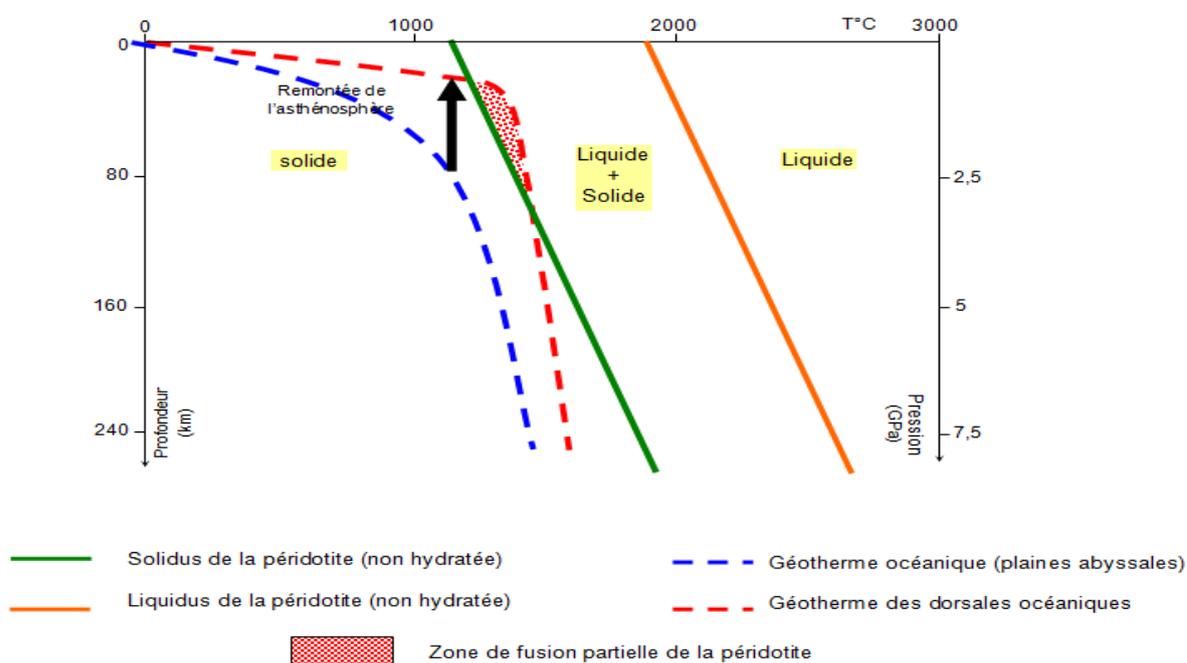
1- A partir des documents de l'annexe 1 sur mon site, **expliquer** les étapes de la mise en place des roches (depuis leur fusion jusqu'à leur refroidissement) formant la nouvelle croûte océanique : basalte et gabbro. (On attend une utilisation de tous les documents et un texte rédigé mettant en relation les informations extraites)

On peut constater dans le document 1 un **flux géothermique très élevé au niveau des dorsales** ce qui montre un important dégagement de chaleur.

Cela est confirmé par le document 2, où on peut constater une **remontée des isothermes** au niveau de la dorsale avec notamment l'isotherme 1300°C , qui marque la **limite inférieure de la lithosphère**. La lithosphère est donc **très fine** voire inexistante au niveau de la dorsale et les péridotites chaudes à 1300°C sont très proches de la surface (= **remontée de l'asthénosphère**). C'est ce qui explique le géotherme anormalement élevé au niveau de la dorsale.

Ces roches chaudes 1300°C se retrouvent en surface, de part les mouvements de divergence, et subissent une **décompression** (car moins de roche au-dessus) **tout en conservant la même température**.

A cette profondeur, le **géotherme recoupe le solidus de la péridotite du manteau**, donc elle **fond partiellement** ce qui entraîne la **production de magma**. Comme il est chaud et donc **moins dense**, il **remonte**, est collecté au niveau d'une **chambre magmatique** (dorsale rapide).



Graphique présentant les conditions de pression et température au niveau d'une dorsale et les conditions de fusion d'une péridotite

Ensuite, le magma a 2 devenir possibles :

- soit il **remonte par les failles à la surface** et le magma jaillit au **contact de l'eau de mer**. Son refroidissement est **très rapide** ce qui donne des **roches à texture microlithique** : les **basaltes en coussin**.
- soit il **reste coincé sous la surface** et **refroidit lentement** en profondeur ce qui donne les **gabbros à texture grenue**.

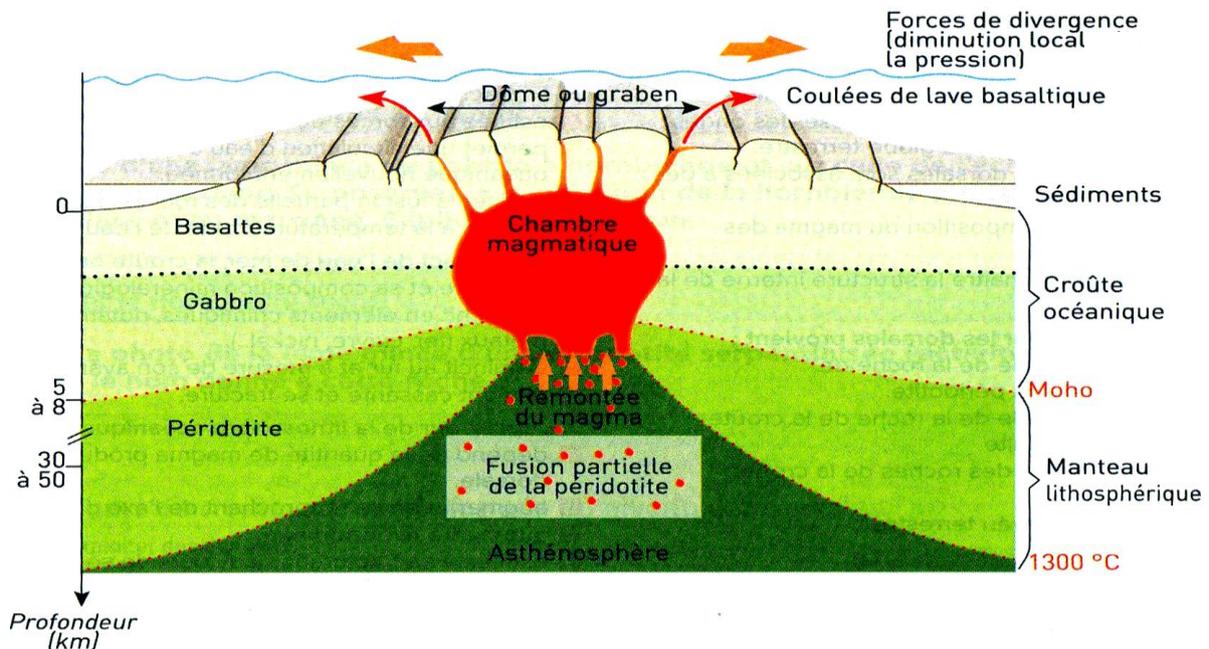


Schéma simplifié montrant le fonctionnement d'une dorsale

2ème partie : Les modifications de la lithosphère océanique au cours du temps (1H)

On observe au niveau des dorsales des structures particulières nommées les « fumeurs noirs » (voir document ressource) où l'eau qui sort a une température et une composition différente de celle de l'eau de mer.

Des échantillons de gabbro et péridotite de la lithosphère océanique jeune ont pu être prélevés par des robots submersibles directement au niveau de la dorsale et ont été remontés à la surface.

Des échantillons de roche de lithosphère océanique âgée (**métagabbro et péridotite serpentinisée**) ont pu être étudiés dans les chaînes de montagnes comme au Chenaillet dans les Alpes.

On cherche à montrer, par observation microscopique et numérique, que la circulation de l'eau de mer est responsable des transformations minéralogiques des gabbros et péridotites de la lithosphère océanique au cours du temps

1- A partir des ressources à disposition, **proposer** une stratégie de résolution réaliste permettant de répondre au problème. **Vous pouvez demander du matériel supplémentaire**. Votre réponse doit être réalisable en condition de laboratoire et doit répondre à 3 questions :

- *Qu'est ce que je fais pour répondre au problème ?*
- *Comment je fais ?*
- *Quels résultats j'attends ?*

On cherche à montrer que c'est l'eau de mer qui provoque les transformations des minéraux des roches de la LO.

Ce que je fais : je vais comparer la composition minéralogique des roches jeunes et anciennes proposées (gabbro, métagabbro à hornblende, métagabbro à chlorite et actinote puis péridotite saine et péridotite serpentinisée) et le pourcentage d'hydratation des minéraux identifiés.

Comment je fais : je vais déterminer la composition minéralogique par des observations à l'œil nu et au microscope polarisant.

Je vais utiliser le logiciel Minusc pour déterminer le pourcentage d'hydratation des différents minéraux découverts avant.

Ce que j'attends : si l'eau de mer est responsable des modifications des roches de la CO alors je m'attends à ce que les minéraux soient différents entre les roches jeunes et les roches âgées et que les minéraux y soient plus hydratés dans les roches âgées.

3- Communiquer vos résultats pour répondre au problème sous la forme scientifique de votre choix (Photos légendées et tableau des pourcentages sont attendus).

Roches	Gabbro sain (jeune)	Métagabbro à hornblende (âgé)	Métagabbro à chlorite (très âgé)	Péridotite saine (jeune)	Péridotite hydratée (serpentinisée) (âgée)
Minéral présent	Pyroxène (augite)	Hornblende	Chlorite (et actinote)	Pyroxène et olivine (forstérite)	Serpentine (lizardite)
Pourcentage d'hydratation	0	3,96	24,25	0	29,69

Tableau de la composition et du pourcentage d'hydratation des roches de la lithosphère océanique au cours du temps

4- Exploiter vos résultats afin de répondre à la situation problème (on voit que..... or on sait que donc on en déduit que.....).

On peut constater qu'au fur et à mesure de leur éloignement de l'axe de la dorsale, les roches changent. Le gabbro devient un métagabbro cela est due à des modifications minéralogiques : les minéraux de pyroxène se transforment en amphibole (hornblende) puis en chlorite et actinote (teinte verte de la roche). Ces transformations se font **en présence d'eau**. La péridotite est progressivement serpentinisée avec apparition d'un **minéral hydraté (la serpentine)** (réaction de l'olivine et des pyroxènes avec l'eau).

Ces modifications sont dues à la **circulation d'eau de mer** (hydrothermalisme), en effet la composition de l'eau s'infiltrant dans les roches de la LO change (entre l'eau qui entre et celle qui sort des fractures) car **elle a hydraté les minéraux et les a transformés**.

5- Placer par des croix, sur le diagramme pression/température du document 4, les 3 gabbros étudiés et les 2 péridotites puis **déterminer** leur histoire en traçant leur trajet parcouru au cours du temps.

On voit que les associations minéralogiques sont stables que dans certaines conditions de températures donc on en déduit la température de formation de chacune des roches étudiées. Elles se forment **lorsque la température de la roche diminue**. On en déduit que **la circulation d'eau de mer entraîne le refroidissement progressif des roches** au fur et à mesure de leur éloignement de l'axe de la dorsale,

Bilan : A partir de l'ensemble des données du TP et des documents 5 et 6 (voir annexe 2), lister toutes les modifications subies par la lithosphère océanique lorsqu'elle s'éloigne de la dorsale et qu'elle vieillit. Un texte rédigé dans votre cahier est attendu.

Au cours de son évolution, la LO subit diverses modifications :

- les roches basalte, gabbro et péridotites sont hydratées par la circulation hydrothermale ce qui modifie leur minéraux (gabbro à hornblende puis à chlorite et actinote, péridotite en serpentinite)
- les roches refroidissent par la circulation hydrothermale donc l'isotherme 1300°C s'enfonce donc :
- la lithosphère s'épaissit par ajout de manteau lithosphérique donc :
- la LO devient de plus en plus dense en vieillissant (car les péridotites sont plus denses)

Bilan :

* La nouvelle lithosphère océanique se forme au niveau des dorsales océaniques : c'est l'accrétion océanique.

* Sous la dorsale, des **mouvements ascendants** font remonter en surface les **péridotites chaudes**. Il y a donc une **remontée de l'isotherme 1300°C** vers la surface. Ainsi ces péridotites sont chaudes et moins profondes donc elles **subissent une décompression** (car moins de roches au-dessus d'elles).

* Dans ces conditions (basse pression/haute température), le **géotherme de la dorsale** recoupe le **solidus** de la péridotite ce qui provoque sa **fusion partielle**. **Seuls quelques minéraux fondent** c'est pourquoi le **magma** obtenu a une **composition chimique différente** de la **péridotite initiale** et qu'en refroidissant, on obtient les **basaltes et les gabbros de la croûte océanique**. On parle alors de **fusion partielle**.

* Le magma formé peut :

- soit **remonter** jusqu'à la **surface**, **refroidir** rapidement au contact de l'eau de mer froide et former une **roche volcanique à texture microlitique** : le **basalte en coussin (pillow lava)**
- soit **refroidir** plus en **profondeur** (jusqu'à 10km) et former une **roche plutonique à texture grenue** : le **gabbro**.

Voir schéma bilan final ci-dessous

Schéma de la mise en place des nouvelles roches de la lithosphère océanique

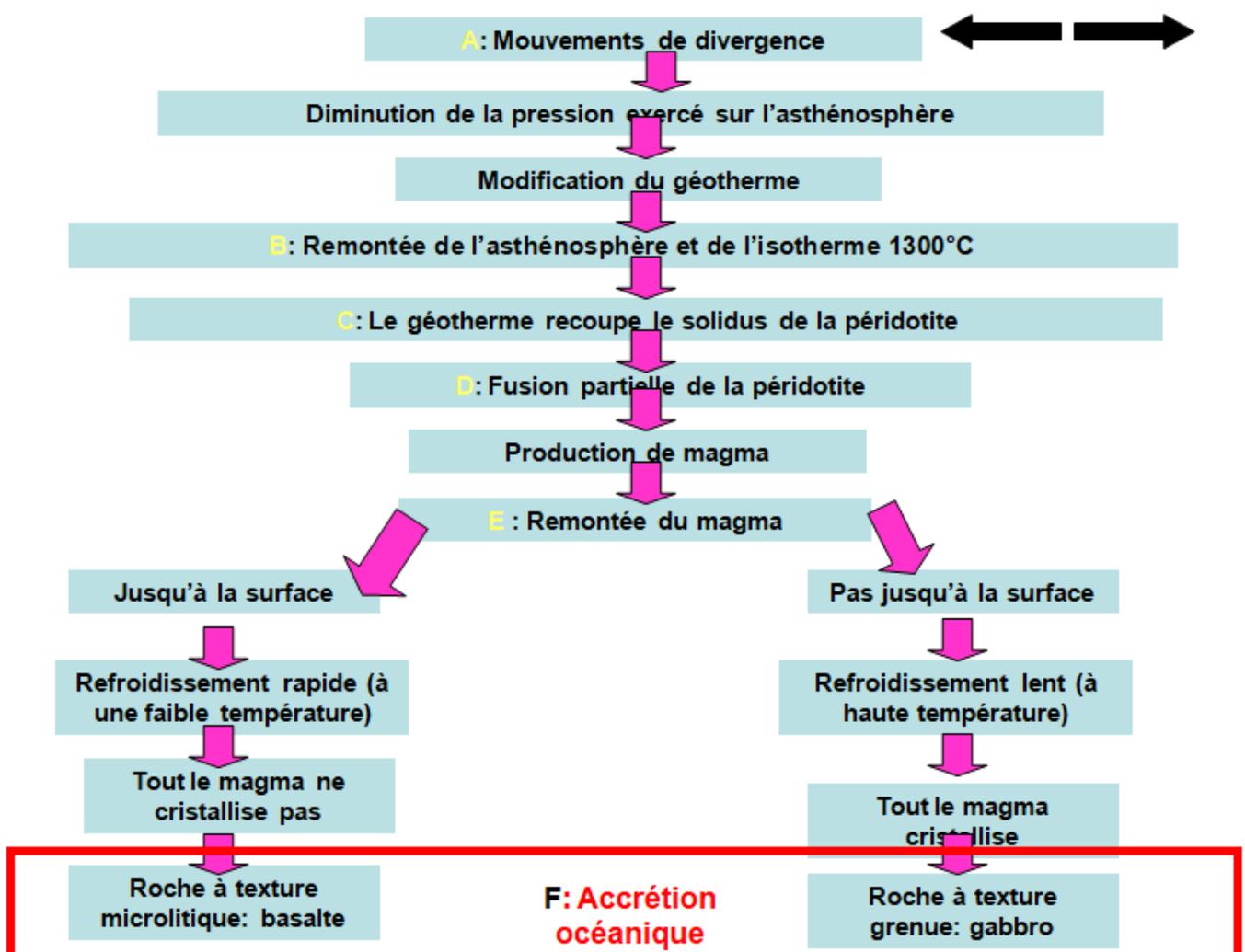
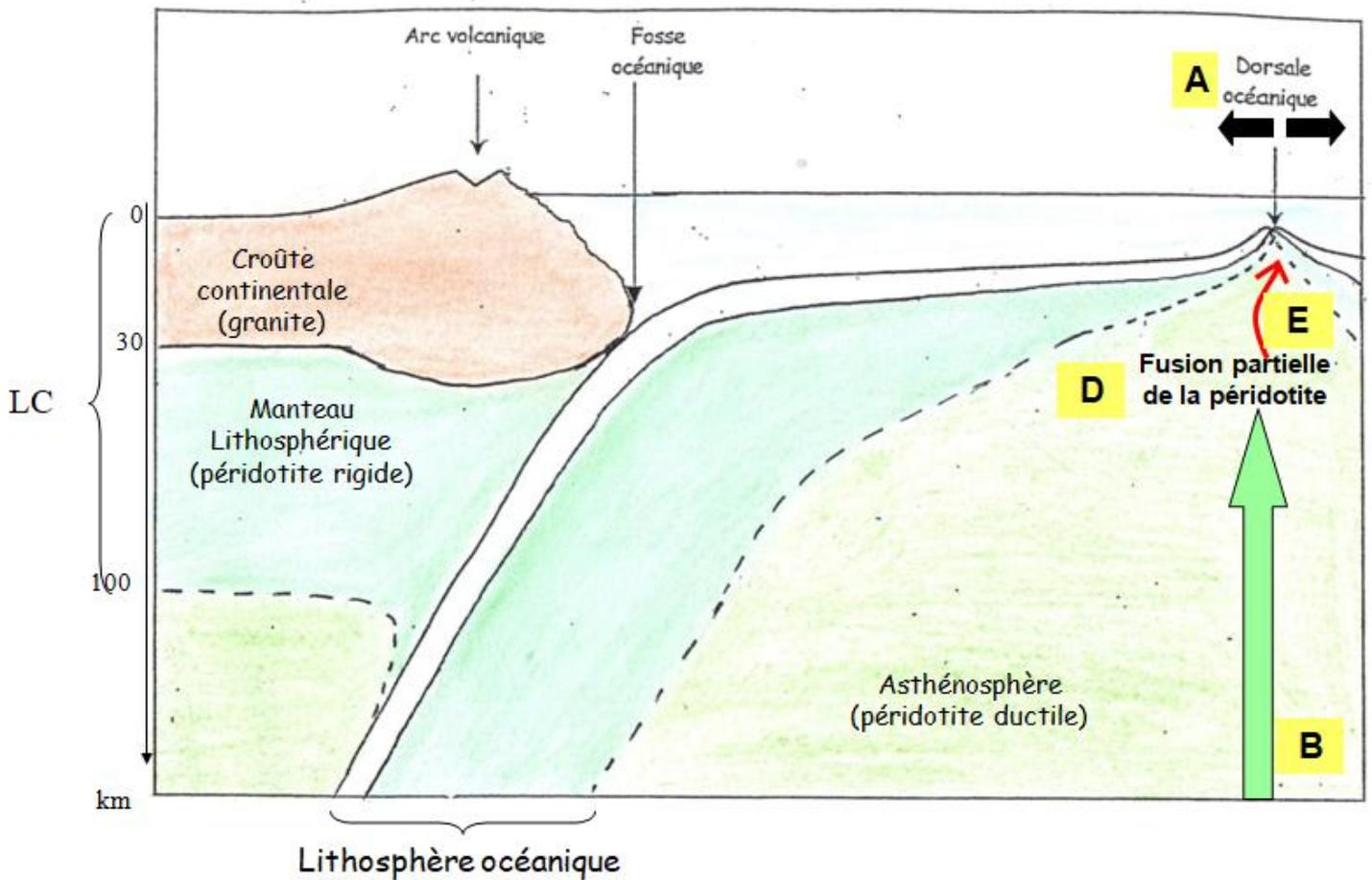


Schéma de l'évolution des roches de la lithosphère océanique au cours du temps

