

Activité n°3 : l'accrétion océanique

CORRECTION

Une dorsale est la zone de formation des roches de la croûte océanique : basalte et gabbro. Ces roches magmatiques sont issues du refroidissement d'un magma. Les roches qui fondent et qui sont à l'origine de ce magma sont les péridotites de l'asthénosphère.

Problème : Comment expliquer la différence de composition chimique entre la magma qui est à l'origine des basaltes et gabbros de la croûte océanique et celle des péridotites dont il est issu ?

Voici la composition chimique des péridotites, du manteau, et des basaltes (et gabbros), de la croûte océanique, qui résultent du refroidissement de magma ayant pour origine la fusion de roche du manteau.

On peut entre autre constater que le basalte est plus riche en SiO_2 que la péridotite, mais qu'il est beaucoup moins riche en MgO .

Document n°1 : Composition chimique de la péridotite et du basalte océanique

Composition chimique*	Basalte de la dorsale	Péridotite
SiO_2	48	44,9
Al_2O_3	14,3	3,2
Fe_2O_3	11	8,6
MgO	12	40
CaO	12	3
Na_2O	2,2	0,2
K_2O	0,5	0,1

*exprimée en % de masse d'oxydes

Question n°1 : A l'aide du document 1, propose une hypothèse qui permette de répondre au problème de l'activité. On peut supposer que lors de la fusion des péridotites de l'asthénosphère, tous les minéraux ne fondent pas, le magma résultant de cette fusion n'aura donc pas la même composition que les péridotites.

Question n°2 : Propose une stratégie de résolution réaliste qui permette de vérifier la validité de ton hypothèse. Une stratégie de résolution répond à 3 questions : Qu'est-ce que je fais ? Comment je fais ? Qu'est-ce que j'attends ?

Matériel :

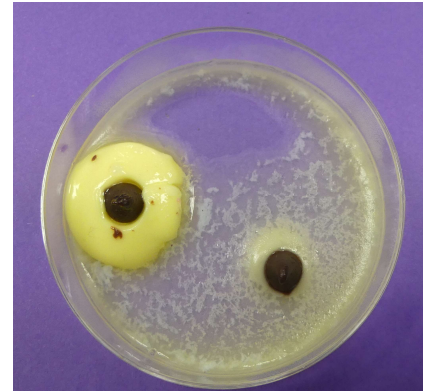
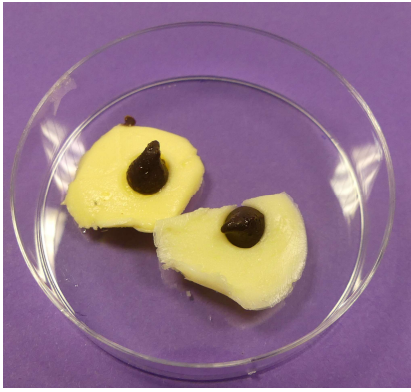
- * une boîte de Pétri
- * des pastilles de différentes matières grasses (margarine et beurre) et des pépites de chocolat congelées modélisant différents minéraux d'une roche
- * un bain-Marie à T° fixe (35°C)

- Placer la boîte de Pétri contenant les différents corps dans le bain-Marie à 35°C pendant 5 min.
- Observer la fonte des différents corps au cours du temps.
- On attend donc que les différents éléments ne fondent pas à la même vitesse.

Question n°3 : Réalise l'expérience puis sous la forme de votre choix, présente les résultats pour qu'ils apportent les informations nécessaires à la résolution du problème.

On voit que chaque corps gras ne fond pas à la même T° car ils ont des propriétés différentes. La phase liquide a une composition différente de la phase solide initiale. Lorsqu'il y a fusion totale, la phase liquide a la même composition que la phase solide initiale, ce qui n'est pas le cas ici. Le beurre a presque totalement fondu, il a donc une température de fusion plus basse que celle de la margarine ou du chocolat.

On peut penser que c'est le même principe avec les minéraux de la péridotite (le beurre et le chocolat représentant des minéraux différents de la péridotite), ils n'ont pas la même T° de fusion donc le magma issu des péridotites aura une composition chimique et donc minéralogique différente de la péridotite initiale en fonction de la T° et donc du taux de fusion.



Question n°4 : A partir des documents 1 à 3, **identifie** le taux et les conditions de fusion expliquant la différence de chimie du magma par rapport aux péridotites.

En laboratoire, il est possible de porter à des températures croissantes une péridotite finement broyée de sorte qu'elle entame sa fusion partielle (fusion incomplète). Pour différents taux de fusion, on récupère le liquide produit et on le laisse se solidifier : on analyse alors la composition chimique du matériau obtenu et on peut la comparer à celle de la péridotite et d'un basalte océanique

Élément chimique	Péridotite	Matériau obtenu par fusion partielle au taux de			Composition d'un basalte océanique
		5%	15%	20%	
O	47,5	44,3	44,4	44,9	44,5
Si	20,1	21,9	22,4	22,7	22,4
Al	1,7	8,4	7,0	6,8	7,6
Fe	2,1	9,7	8,5	6,2	8,6
Mg	22,4	6,2	7,2	9,2	7,2
Ca	5,9	6,6	8,9	9,4	7,7
Na	0,2	1,9	1,1	0,8	1,6
K	0,1	1,0	0,5	0,1	0,4

Document n°2 : Fusion partielle de la péridotite et composition chimique de divers matériaux (en % massique)

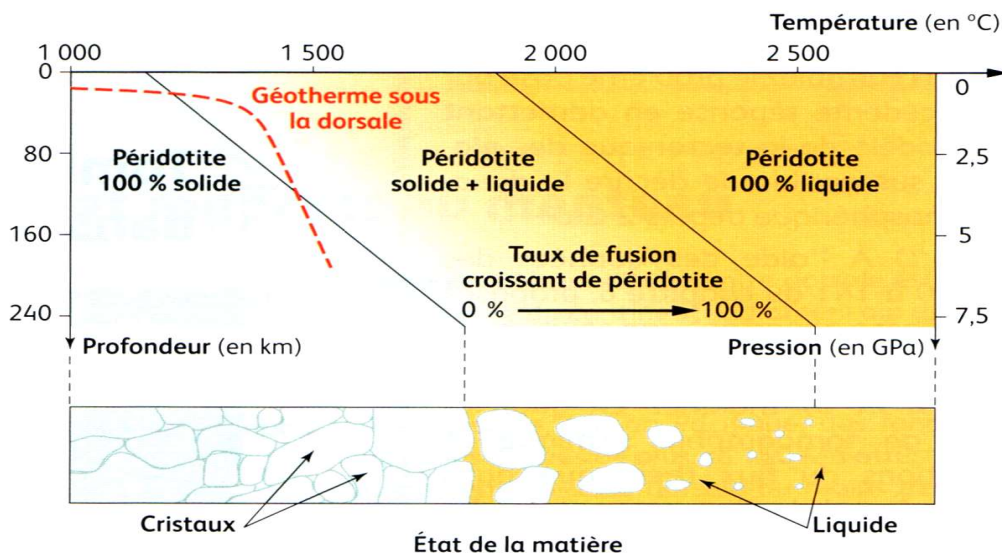
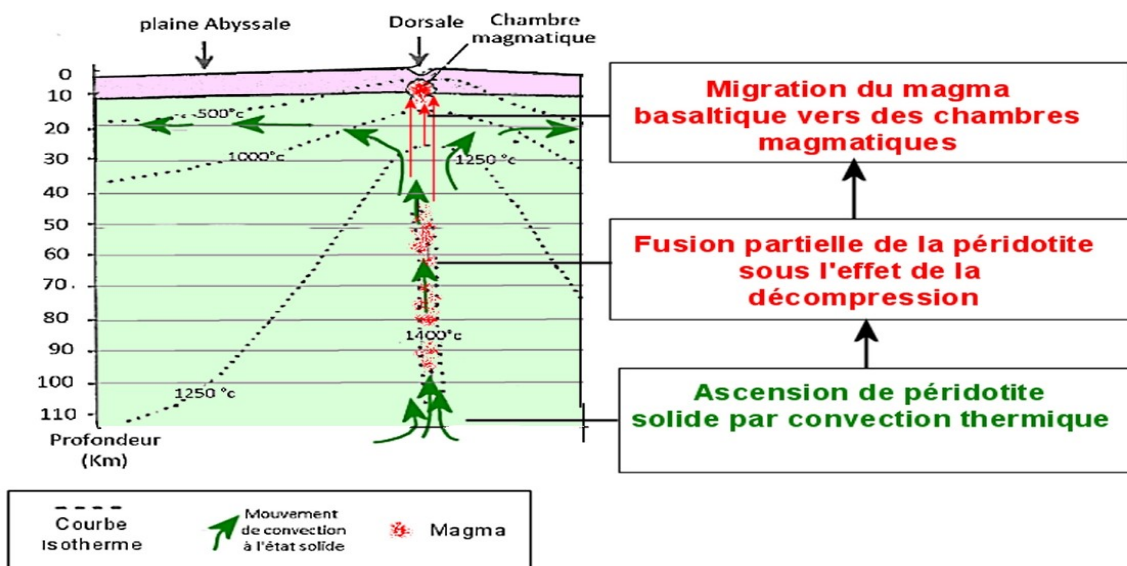
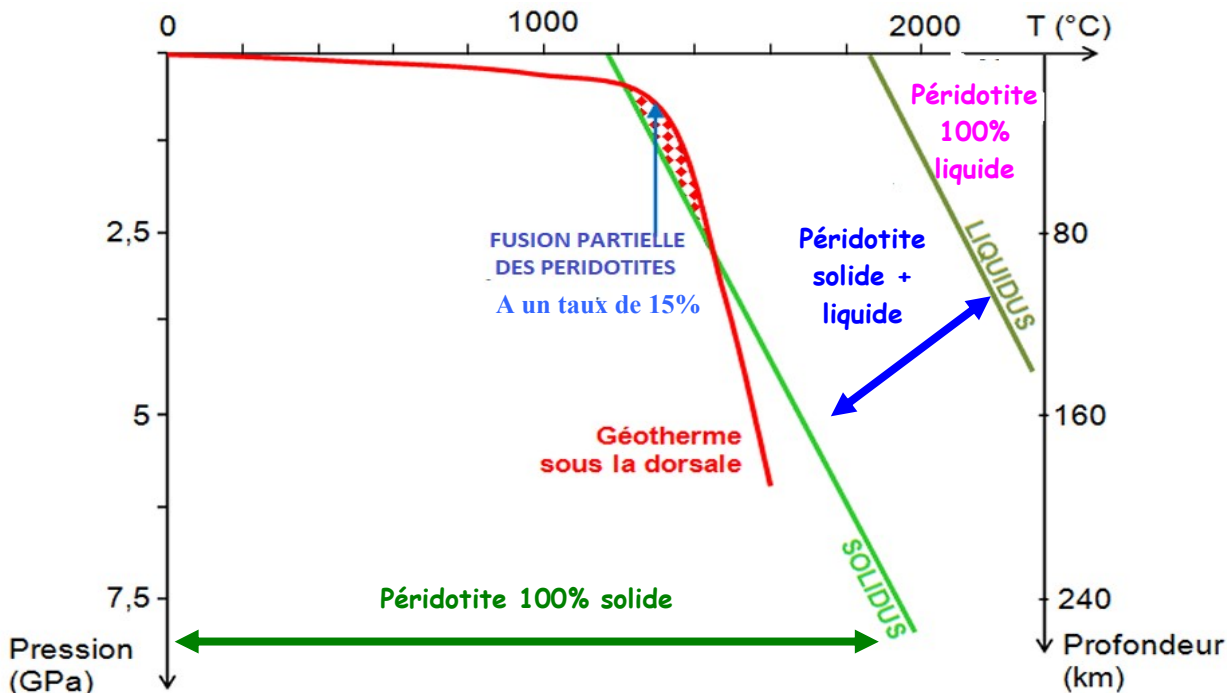
On peut constater (doc n°2) que la composition chimique la plus proche est celle qui correspond à un taux de fusion partielle de 15%, la péridotite a donc dur fondre dans cette proportion (enrichissement en Si, Al, Fe et appauvrissement en O, Mg par rapport à la péridotite).

On peut expliquer cette fusion, par le fait qu'un niveau des dorsales il y a un flux géothermique anormalement très élevé ; comme le montre le doc n°3, il est de 5000 alors qu'en moyenne il est de 60mW.m⁻².

Ce flux géothermique anormalement élevé doit être du à une remontée de l'asthénosphère (et donc de l'isotherme 1300°C, remontée avec perte de pression sans déperdition de chaleur), comme on peut l'observer dans le doc n°4.

Dans ces conditions, le géotherme des dorsales (doc n°5) recoupe le solidus des péridotites entre 20 à 100km de prof sous la CO au niveau d'une dorsale (doc n°6) ce qui conduit à leur fusion partielle (avec un taux de 15%), formant un magma de composition basaltique et laissant une péridotite appauvrie. Le magma et la péridotite n'ont pas la même composition chimique car la fusion n'a pas été de 100% (le géotherme ne recoupe pas le liquidus) Voir document complété.

Solidus et liquidus de la péridotite



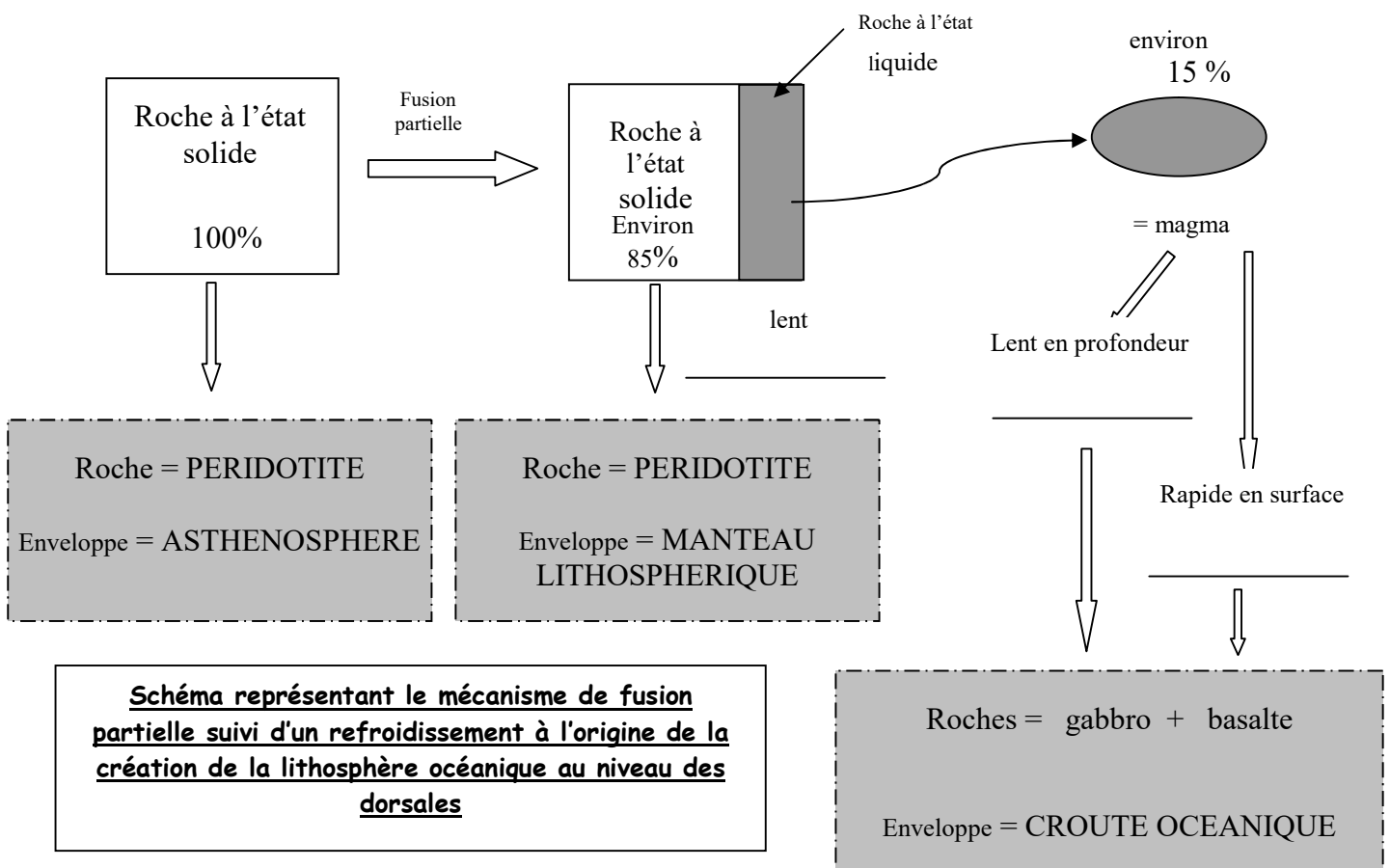
Une autre représentation

Question n°5 : A l'aide du doc n°7 et 8 explique l'origine :

- des différences de texture entre le basalte et le gabbro de la croûte océanique
- de la composition minéralogique identique entre ces 2 roches.

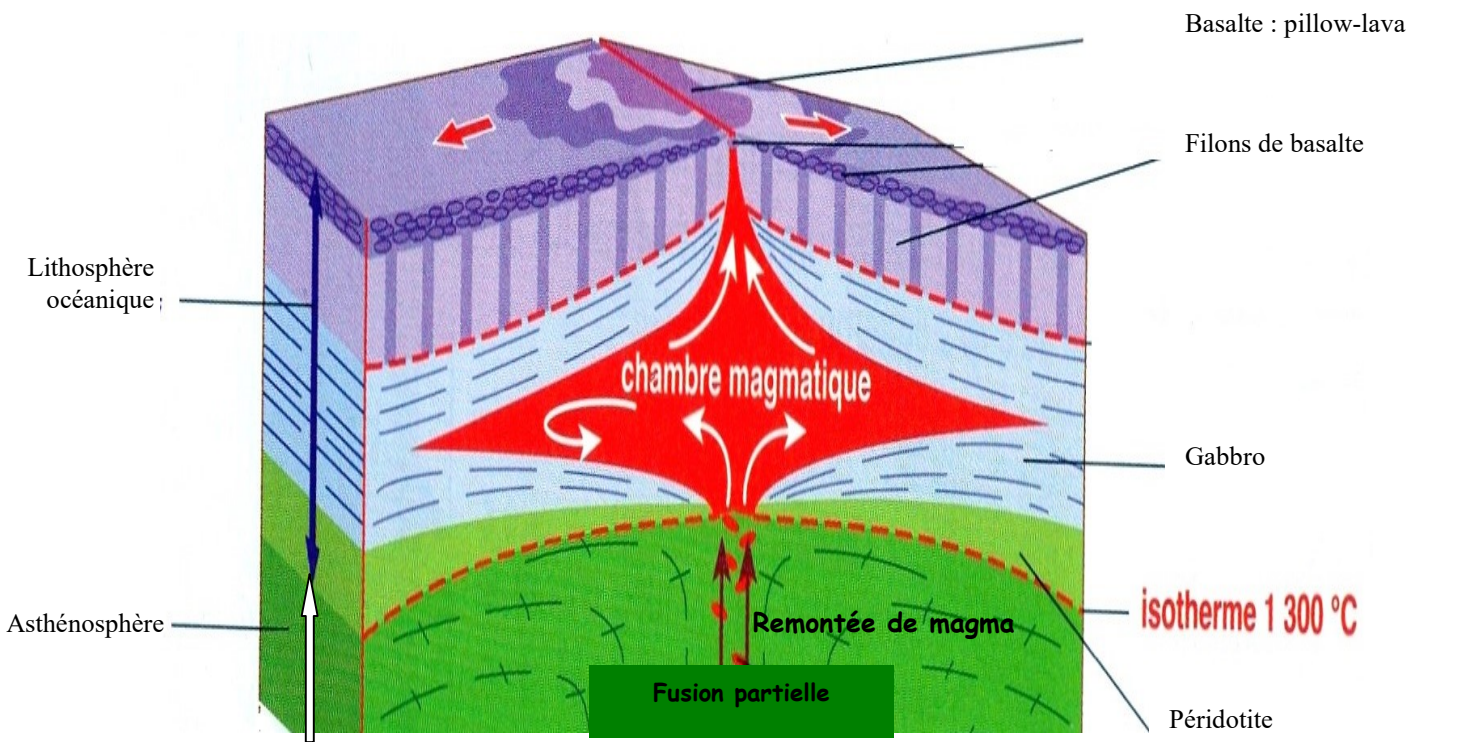
On constate que la vanilline qui a refroidi sur la glace et donc rapidement n'a pas le temps de cristalliser et il se forme surtout du verre et quelques petits cristaux (structure microlitique) alors que celle qui refroidit à température ambiante (qui a le temps de refroidir), possède de grands cristaux elle a donc totalement cristallisé, structure grenue.

Un même magma peut donc donner 2 roches de structure différentes, en fonction de la vitesse de refroidissement, qui dépend de la température de refroidissement et donc de la profondeur. Cela est vérifié avec le document 8 car le gabbro qui a une structure grenue est présent en profondeur sous le basalte (structure microlitique) qui est en surface.



Enveloppes terrestres

Roches



L'accrétion océanique

D'après Bordas SVT, 2011

La fusion des péridotites du manteau est toujours progressive et elle n'est jamais totale. Le liquide de fusion apparaît d'abord sous forme d'un film entre les grains, puis de gouttelettes qui, moins denses, migrent et se rassemblent pour constituer des « poches » de magma. Le produit de la fusion partielle génère un liquide magmatique dont la composition est différente de celle de la roche source : en effet, certains éléments chimiques de cette roche passent préférentiellement dans le liquide de fusion alors que d'autres, dits réfractaires, restent dans la partie non fondue.

la composition du liquide de fusion partielle est différente de la composition des péridotites où il prend naissance

extraction du liquide de fusion partielle

basalte

gabbro

péridotite finale

la composition des péridotites se modifie par perte des éléments qui migrent dans le liquide

début de la fusion partielle

péridotite initiale

