

## TP 6 : Formation de la lithosphère océanique :

### I/ La formation d'un magma basaltique à partir de péridotites :

La croûte océanique est composée de basalte et de gabbro, le manteau sous-jacent de péridotite. Des études géochimiques ont permis d'établir que la péridotite est à l'origine du magma qui, en refroidissant, forme le basalte.

#### a) l'origine de la fusion des péridotites :

La péridotite est généralement à l'état solide à l'intérieur de la Terre, compte tenu des conditions de pression et de température qui y règnent. On peut changer l'état physique d'une roche en modifiant ces deux paramètres : la pression et la température.

Cette expérience a été réalisée en laboratoire grâce à des cellules à enclume de diamant et des lasers qui peuvent recréer les variations de ces conditions.



La courbe du solidus indique le passage de l'état solide à un état de mélange. Lorsque le mélange atteint une proportion de 100 % de liquide pour 0 % de solide restant, on atteint la courbe du liquidus. Le géotherme décrit l'évolution de la température en fonction de la profondeur, à la verticale d'un point donné. On observe le géotherme à deux endroits du globe :

- à l'aplomb des plaines abyssales ;

- à l'aplomb du rift.

Lorsque la pente du géotherme est très forte, cela traduit une importante variation de pression accompagnant une faible variation de température.

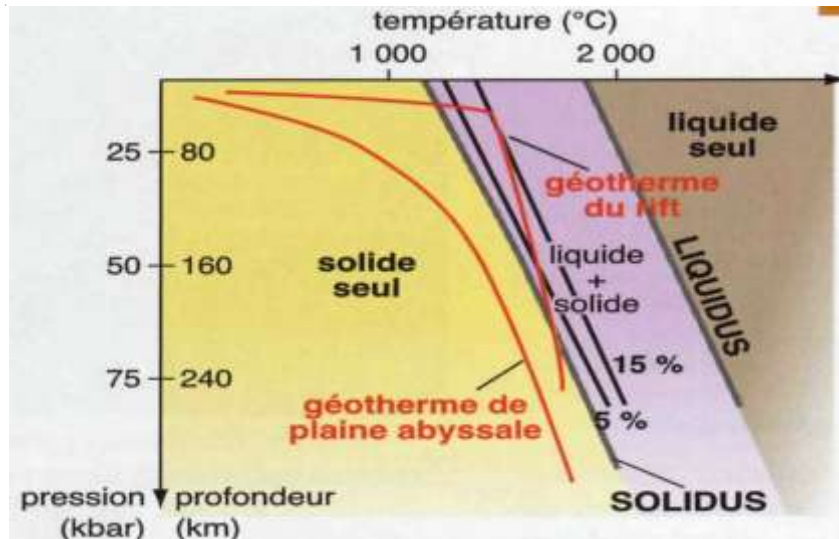


Diagramme permettant d'envisager l'état de la péridotite dans deux zones océaniques, la plaine abyssale et le rift.

#### b) l'origine du magma basaltique d'une zone divergente :

Lors de la fusion d'un corps pur, constitué d'un seul élément, le liquide formé a la même composition que le corps initial. La fusion d'un mélange induit la formation de différents magmas. La fusion peut être obtenue soit par variation de pression voir première expérience, soit par variation de température (faire seconde expérience).

Des expériences ont été réalisées de fusion partielle d'une péridotite à des taux variables, de 5 à 30%. Les mesures ont été réalisées ensuite sur la composition chimique, exprimées en pourcentage massique dans les différents cas de fusion partielle.

Composition chimique	Basalte de la dorsale	Péridotite (état initial)	Péridotite (en fusion partielle)				
			5 %	15 %	20 %	25 %	30 %
O	44,5	67,47	44,31	44,41	44,91	45,32	45,36
Si	22,4	20,1	21,9	22,4	22,7	23,4	23,6
Al	7,6	1,7	8,4	7	6,8	6,3	5,6
Fe	7,7	6	9,7	8,5	6,2	5,8	6,2
Mg	7,2	2,4	6,2	7,2	9,2	11,3	11,5
Ca	8,6	2,1	6,6	8,9	9,4	7,2	7
Na	1,6	0,15	1,9	1,1	0,81	0,6	0,66
K	0,4	0,08	0,99	0,49	0,08	0,08	0,08

Rappel : la péridotite est une roche constituée d'olivine, de pyroxène (minéraux ferromagnésiens) et de plagioclase (minéraux aluminocalciques). Lors de la fusion de la péridotite, le plagioclase fond le premier, puis le pyroxène, enfin l'olivine.

### Guide pour la première partie du compte-rendu :

- Posez le problème
- Décrire par des schémas le protocole et donner les résultats de chaque expérience (b).

- Préciser le mécanisme à l'origine de la fusion partielle des péridotites et le lieu où il se déroule.
- Expliquer comment on aboutit à la formation d'un magma basaltique de composition différente de la péridotite initiale (pour 15% de fusion partielle).

## II/ La lithosphère océanique une structure en couches superposés :

### a) La mise en place de basalte et des gabbros :

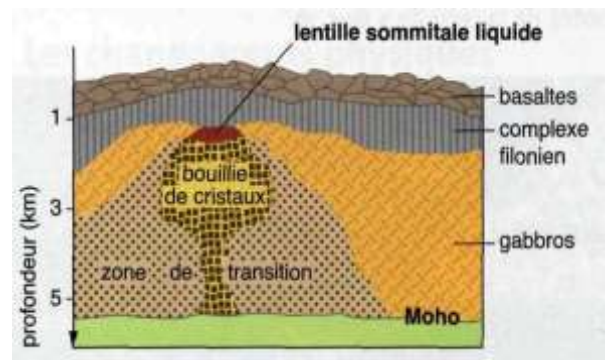
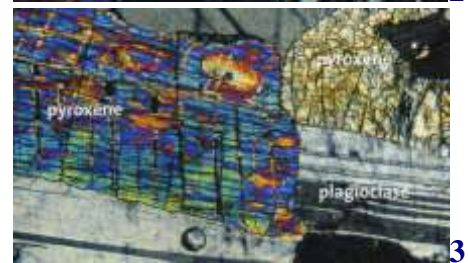
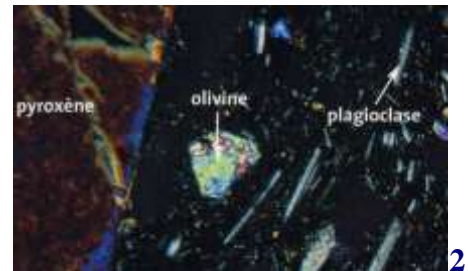
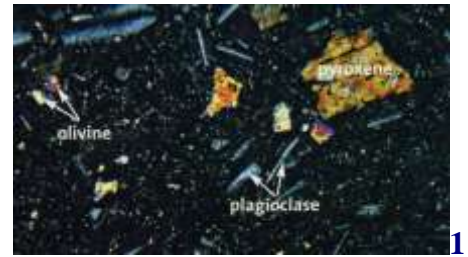
Les observations en submersible ont montré que les basaltes surmontent les gabbros et que le fond océanique est tapissé de basaltes en coussins (ou pillow-lavas). Les laves basaltiques s'écoulent à une température de 1 200 °C environ et se solidifient brutalement au contact de l'eau de mer dont la température est de 1 à 2 °C. À partir d'un pillow-lava, on réalise deux types de lames minces :

- les unes sont extraites de la partie superficielle de la roche, là où le refroidissement a été rapide (1)
- les autres sont extraites de la partie profonde de la roche, là où le refroidissement a été moins rapide (2)

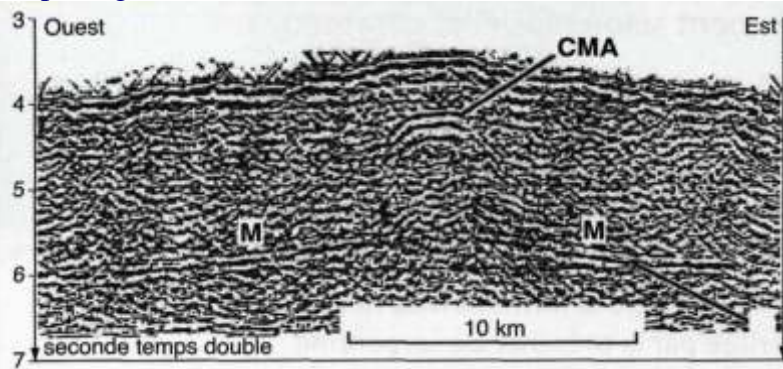
On peut comparer ensuite ces lames minces à celle du gabbro (3), sachant que les analyses ont révélé que les basaltes et les gabbros ont des compositions chimiques très proches.

### b) Le fonctionnement de la chambre magmatique :

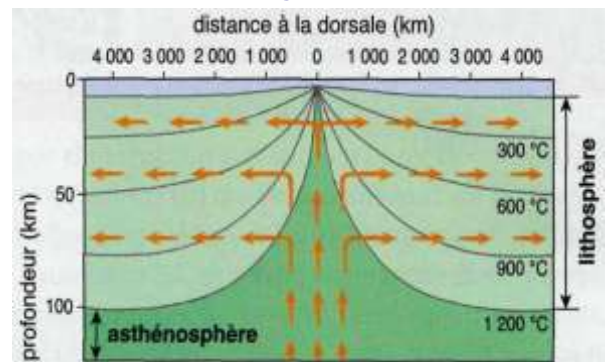
Dès 1970, on postula la présence de réservoirs de magma entre le toit de la dorsale et le manteau. Dans ces zones, nommées *chambres magmatiques*, le magma refroidirait. À partir de 1980, les données de la sismique (4) et leur interprétation (5) ont permis de confirmer l'existence de ces chambres magmatiques et d'en préciser plusieurs paramètres : la taille, l'état physique de leurs composants, la morphologie et leurs mouvements.



Profil sismique au niveau de la dorsale est-pacifique (a) et son interprétation (b) (M = Moho, CMA = chambre magmatique axiale.)



4



Modèle de distribution des isothermes pour deux lithosphères océaniques de 100 Km d'épaisseur qui s'éloignent de 10 cm par an. Les mouvements horizontaux et verticaux des matériaux sont indiqués par des flèches.

La remontée de péridotite à l'aplomb de la dorsale, qui subit une fusion partielle par décompression adiabatique, se traduit par une remontée de l'asthénosphère (6)

Les physiciens montrent que le facteur température intervient sur le comportement d'une roche restant dans le même état physique. Ainsi, la péridotite est :

- visqueuse pour des températures supérieures à 1 200 °C et a un comportement plastique, ou ductile ;
- solide pour des températures inférieures à 1 200 °C et a un comportement rigide, ou cassant.

## Guide pour la deuxième partie du compte rendu :

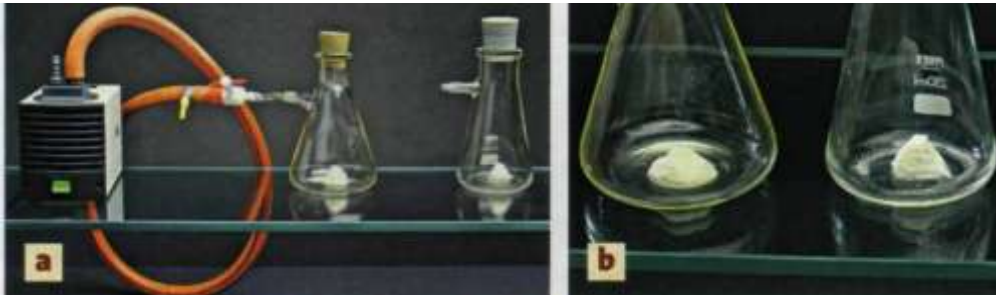
- expliquer rapidement la formation du basalte et du gabbro

- 
- indiquer le fonctionnement de la chambre magmatique qui permet de comprendre l'organisation en couches superposées de la croûte océanique.
  - Comment définissez vous la limite inférieure de la lithosphère océanique ?
  - Concluez en expliquant le passage de l'état de magma basaltique à celui de lithosphère océanique

### EXPERIENCE 1 :

Réalisation de la décompression adiabatique : grâce à une pompe à vide, la pression diminue dans un flacon contenant un bloc congelé de fromage blanc ou petit suisse.

Dans l'expérience témoin, la pression régnant dans le flacon reste inchangée.



Dispositif expérimental de décompression adiabatique :  
(a) état initial, (b) résultats.

---

### EXPERIENCE 2 :

#### *MATÉRIEL À DISPOSITION*

*Un tube à essai, trois couches :*

- *Blanc translucide (eau + aga)*
- *Bleu (eau + bleu de méthylène + sel)*
- *Rouge (huile coloré en rouge)*

#### *Protocole expérimental :*

- *Dans un tube à essai, disposer les liquides.*
- *Laisser le mélange se répartir selon la densité. Boucher le tube.*
- *Mettre le tube vertical une heure au congélateur.*

#### **Vous devez :**

- **Placer ce tube à essai à l'horizontale, dans la main fermée, durant une minute.**
- **Observer le tube**
- **Puis, recommencer pendant cinq minutes.**
- **Observer et noter la fusion successive des différents produits.**