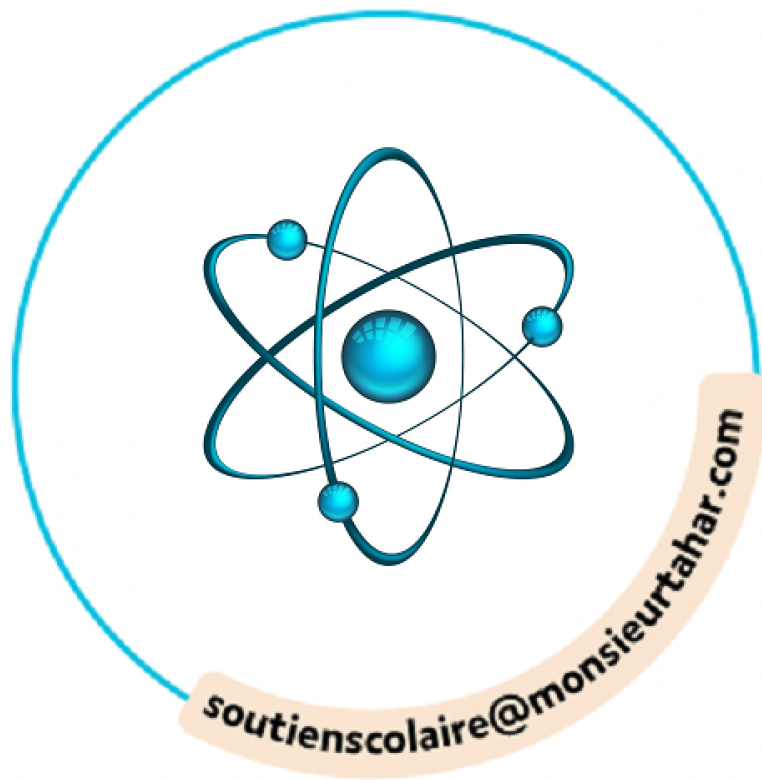


CHAPITRE 8

EXERCICES SERIE 1



Dynamique des zones de divergence



QCU

Pour chaque question, indiquer la proposition exacte.

- 1 La lithosphère océanique comporte uniquement :
 - a. des gabbros d'origine magmatique surmontant des péridotites du manteau.
 - b. une croûte d'origine magmatique composée de basaltes et de gabbros, surmontant des péridotites.
 - c. les roches de la croûte océanique (basaltes et gabbros), surmontées par les péridotites.
 - d. des roches d'origine magmatique (basaltes et gabbros).
- 2 La production de magma à l'axe de la dorsale est provoquée par :
 - a. une remontée rapide de manteau asthénosphérique provoquant la fusion partielle des roches du manteau.
 - b. un enfoncement de l'asthénosphère provoquant la fusion partielle des roches en profondeur.
 - c. un apport d'eau favorisant la fusion partielle des roches du manteau.
 - d. un réchauffement de la croûte océanique provoquant sa fusion partielle.
- 3 Les dorsales rapides produisent plus de croûte océanique que les dorsales lentes car :
 - a. le dôme des dorsales rapides comporte des volcans plus gros que le rift des dorsales lentes.
 - b. la chambre magmatique sous l'axe des dorsales rapides est moins volumineuse que celle des dorsales lentes.
 - c. la distension au niveau de la dorsale rapide est bien plus faible entraînant une accumulation plus grande de gabbros et basaltes.
 - d. la remontée de manteau asthénosphérique sous l'axe de la dorsale rapide est plus importante du fait d'une grande distension.
- 4 La circulation d'eau dans les roches océaniques à l'axe des dorsales provoque :
 - a. une déshydratation des péridotites en serpentinites.
 - b. une hydratation des roches de la lithosphère.
 - c. une fusion des roches à 350 °C.
 - d. une augmentation de densité des roches de la croûte océanique.

5 Définitions inversées

Retrouver le terme scientifique défini dans chacune des propositions suivantes.

- a. Enveloppe externe de la Terre formée des roches de la croûte océanique associée au manteau superficiel froid et rigide constitué de péridotites.
- b. Circulation d'eau dans les roches de la lithosphère océanique qui modifie les minéraux.
- c. Transformation des minéraux qui acquièrent des groupements hydroxyles OH : toute la structure des cristaux en est modifiée.

6 Schéma à légender

- a. Numéroté sur le schéma les étapes permettant la formation de la croûte océanique.
- b. Rédiger une phrase d'explication pour chacune des étapes.

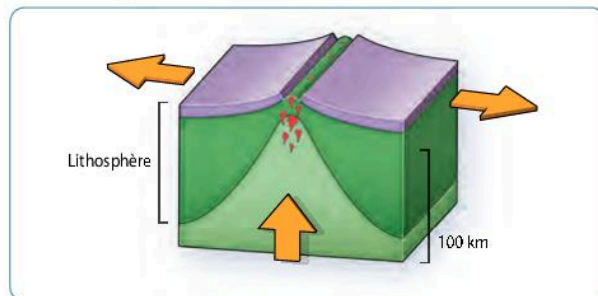


Schéma d'une dorsale

7 Phrases à construire

Écrire une phrase qui contient les mots suivants.

- a. fusion partielle magma manteau
80 à 140 km de profondeur
- b. divergence plaques dorsales frontière
- c. âge épaisseur lithosphère
asthénosphère

8 Vrai / faux

Indiquer si les affirmations suivantes sont exactes en justifiant votre réponse.

- a. Les dorsales sont situées au niveau des zones de divergence des plaques lithosphériques.
- b. La fusion partielle des péridotites a lieu au niveau de la chambre magmatique, sous la dorsale.
- c. Au cours de son éloignement de la dorsale, les minéraux de la croûte océanique se déshydratent.
- d. La remontée de magma est à l'origine de la divergence des plaques lithosphériques.

9 Mais où est le Moho dans l'ophiolite du Chenaillet ?

Pratiquer une démarche scientifique

Proposer une explication scientifique de la localisation du Moho au Chenaillet.

Le Chenaillet est un site géologique très populaire, visité chaque année par de nombreux élèves et étudiants. Situé dans les Alpes, ce massif montre un affleurement de la lithosphère océanique de l'océan alpin. On y observe différentes roches de la lithosphère océanique : basaltes en coussins, gabbros, serpentinites. Les serpentinites sont des roches qui proviennent de la transformation par hydratation de péridotite, roche principale du manteau. La discontinuité de Mohorovicic, familièrement appelé Moho, est la limite entre les roches du manteau supérieur et de la croûte océanique. Une question qui revient souvent parmi les visiteurs est : « Où est donc, dans l'ophiolite du Chenaillet, la discontinuité du Moho ? »

Sources des documents : Bulletin APBG n°3-2017, P135, 137

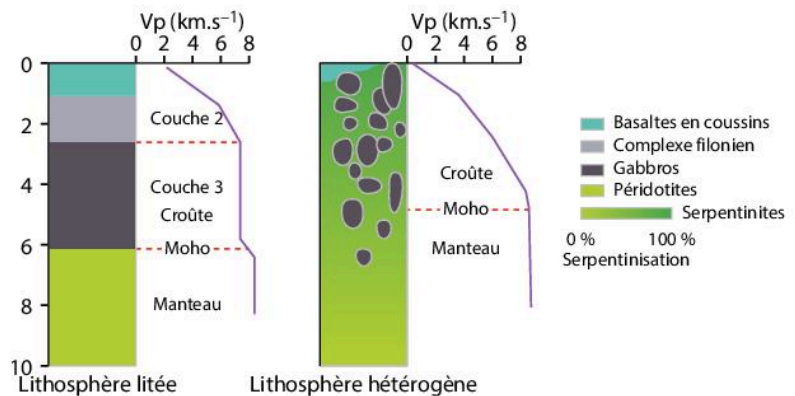
On observe une intrusion de gabbro (Gb) dans les serpentinites (serp), elles-mêmes surmontées par des basaltes en coussins (Bc). On n'observe nulle part au Chenaillet de péridotites « saines », c'est-à-dire, non serpentinisées.



1 L'arête nord-ouest du massif du Chenaillet

Le modèle de lithosphère océanique litée correspond au fonctionnement d'une dorsale rapide.

La vitesse des ondes sismiques V_p (km.s^{-1}) augmente avec la profondeur plus ou moins régulièrement selon les modèles de croûte. Pour les géophysiciens, le Moho est atteint lorsque la vitesse sismique est de 8 km.s^{-1} (vitesse dans les péridotites « saines »).



2 Deux modèles de lithosphère océanique : litée et hétérogène

Méthode

Comprendre ce qu'est le Moho et observer les roches présentes au Chenaillet (Introduction et Doc. 1)

Comprendre le rapport entre la vitesse des ondes sismiques et le Moho (Doc. 2)

Conclure

Solution

Analyse du Doc. 1 : Dans le Chenaillet, on observe des lentilles de gabbros au milieu des serpentinites et des basaltes en coussin. Le modèle de croûte hétérogène correspond à l'ophiolite du Chenaillet.

Analyse du Doc. 2 : Pour les géophysiciens, dans une lithosphère hétérogène, le Moho se situe au niveau où les péridotites ne sont plus serpentinisées. Or, au Chenaillet, on n'observe nulle part de péridotites saines au contact des serpentinites.

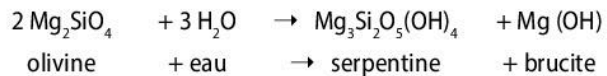
Conclusion : Il n'y a pas de péridotite saine au Chenaillet. On ne peut donc pas localiser le Moho.

10 VERS L'ORAL La serpentinisation des roches du manteau

On sait depuis les premiers dragages sur les dorsales océaniques lentes que les roches qui y affleurent ne sont pas des péridotites, mais des serpentinites, résultant de l'altération des roches mantelliques par l'eau de mer et les fluides hydrothermaux.



1 Échantillon de serpentinite



Les trois principaux minéraux de la famille des serpentines sont l'antigorite, la lizardite et le chrysotile (serpentine blanche).



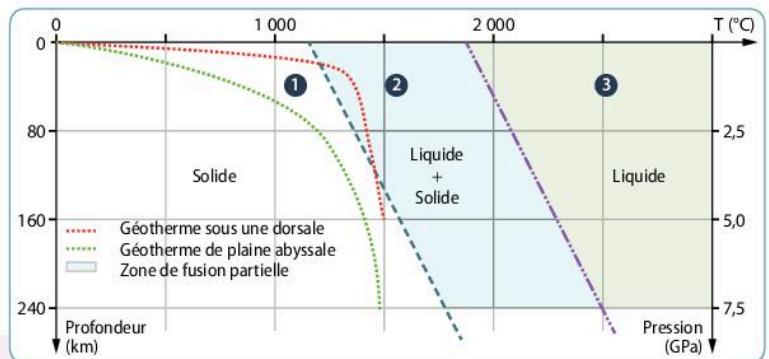
2 Réaction de serpentinisation

Communiquer dans un langage scientifiquement approprié : oral

Proposer oralement une démarche expérimentale permettant de vérifier que la serpentinite est issue de l'hydratation des minéraux de la péridotite. Dans un premier temps, vous présenterez vos idées à votre binôme et, dans un deuxième temps, un oral structuré à un autre groupe.

11 VERS L'ÉCRIT La fusion partielle sous les dorsales

Le magma à l'origine des basaltes et des gabbros de la croûte océanique est formé par la fusion des péridotites de l'asthénosphère. Le diagramme ci-contre présente le comportement d'une péridotite soumise à différentes conditions de pression et température.



Pratiquer un raisonnement scientifique

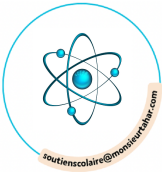
Sélectionner la ou les proposition(s) exacte(s) pour chaque question.

- Au point 1, les péridotites sont à l'état :
 - solide.
 - liquide + solide.
 - liquide.
 - gazeux.
- Indiquez à quelle température une péridotite est totalement liquide à une pression de 5 GPa :
 - 1 000 °C.
 - 1 500 °C.
 - 2 000 °C.
 - 2 500 °C.
- D'après les données du document :
 - la température est constante à l'aplomb de la dorsale, et ce quelle que soit la profondeur.
 - la péridotite n'est jamais en fusion totale à l'aplomb de la dorsale.

- un magma peut se former sous la dorsale à partir de la fusion de la péridotite.
- la péridotite peut rentrer en fusion totale sous la plaine abyssale.

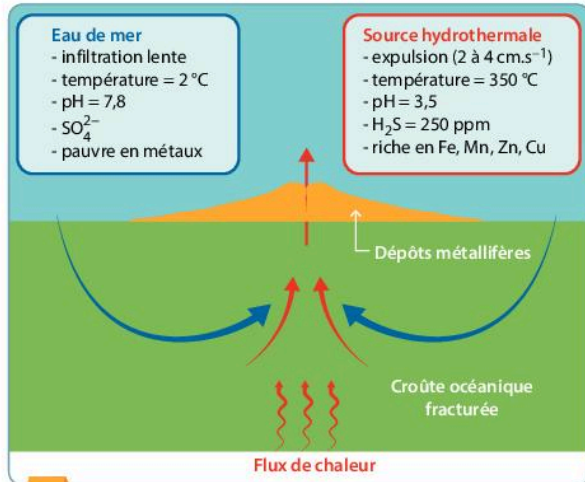
4. Aux points 1, 2 et 3, la texture de la péridotite ressemble à (vert = cristaux, rouge = magma) :

	Point 1	Point 2	Point 3
a.			
b.			
c.			
d.			



12 Une forme de vie originale au fond des océans

En 1977, les plongées de submersibles révèlent pour la première fois des sources hydrothermales, à 2 500 m de profondeur, au niveau de la dorsale Est-Pacifique. Ces sources hébergent une vie foisonnante, totalement inattendue dans les abysses. En 1979, on découvre les fumeurs noirs qui laissent échapper des fluides hydrothermaux à plus de 300 °C : la vie y est également abondante.



2 Circulation de l'eau dans la lithosphère océanique (ppm : partie par million)

Ce ver vit près des fumeurs noirs en colonies pouvant atteindre 100 à 200 individus par mètre carré. Il n'a ni bouche, ni intestin, ni anus. Une partie du corps du ver héberge des bactéries, nommées *Thiothrix*, qui utilisent les molécules de sulfure d'hydrogène (H_2S) pour synthétiser des sucres que le ver peut assimiler.



Source : Ifremer

partie du ver contenant les bactéries *Thiothrix*

1 Le ver *Riftia pachyptila*

Mettre en relation les informations
Communiquer en utilisant des outils et des langages différents

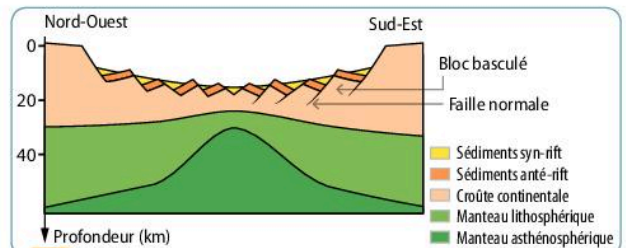
- Réaliser un schéma du ver au niveau de la lithosphère océanique, ainsi que la source hydrothermale.
- Indiquer par des flèches les transferts d' H_2S entre les fumeurs et le ver.

13 La naissance d'un océan, la dépression de l'Afar

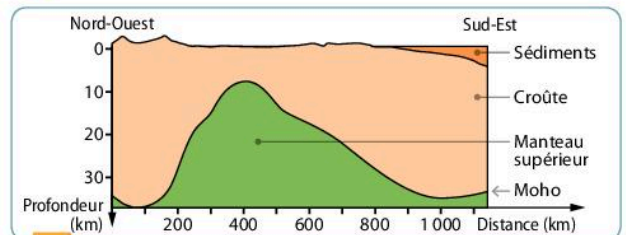
La formation de la vallée du grand rift est la conséquence de la séparation du continent Africain et de la plaque Arabique. La région de l'Afar ayant un climat désertique, les observations satellites sont faciles car il y a peu de végétation et peu d'érosion.



1 Situation géographique de la région de l'Afar



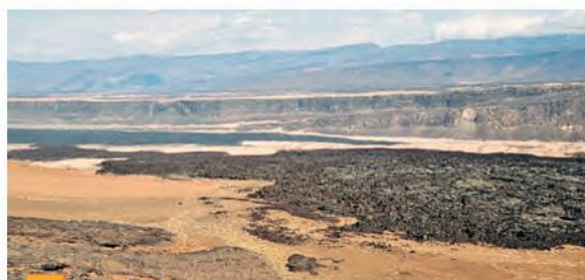
3 Coupe au niveau de la dépression de l'Afar



4 Localisation du Moho au niveau de la dépression de l'Afar

Mettre en relation les informations - Communiquer en utilisant des outils et des langages différents

Présenter dans un tableau les indices morphologiques et géologiques qui prouvent que l'ouverture d'un océan est en train de débuter dans la dépression de l'Afar.



2 Coulées basaltiques d'Ardoukoba (volcan actif de Djibouti)



Un surprenant dégagement de méthane en Turquie

Ce dégagement de méthane se situe sur le site de la Chimère en Turquie. Des gaz sortent d'une fissure traversant la roche vert sombre et parcourue de nombreux filons carbonatés : la serpentinite semble s'enflammer. On cherche à comprendre l'origine du méthane qui s'enflamme ici.

1 Les nombreuses sources naturelles de méthane sur Terre

Du méthane est produit quand la matière carbonée (végétaux et algues) subit une fermentation bactérienne, ou bien quand la matière carbonée enfouie dans les sédiments subit une transformation produisant des hydrocarbures (kérogène, pétrole, charbon).

Mais on observe également des dégagements de méthane au niveau des sources hydrothermales près des dorsales ou au niveau des zones de subduction (quand la lithosphère océanique s'enfonce dans l'asthénosphère).

2 Localisation et contexte géologique du site de la Chimère



Les ophiolites sont une portion de lithosphère océanique qui a été transportée sur la croûte continentale (charriage) et ne contiennent pas de matière organique. Les carbonates sont des roches dont l'altération déplace les équilibres du CO_2 .

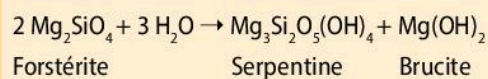
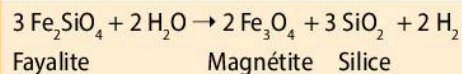


3 Composition des gaz s'échappant du site de la Chimère

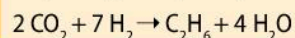
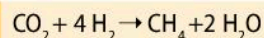
Méthane CH ₄	Dihydrogène H ₂	Diazote N ₂	Dioxyde de carbone CO ₂	Autres hydrocarbures, par exemple C ₂ H ₆
87 %	10 %	2 %	0,5 %	0,5 %

4 Des réactions chimiques entre les minéraux et l'eau

Dans la péridotite du manteau, il existe deux sortes d'olivines : la forstérite (90%) et la fayalite (10%). L'hydratation des péridotites produit des modifications chimiques au sein des minéraux selon les réactions suivantes :



En présence de CO₂, une deuxième série de réactions a lieu :



Consigne

Pratiquer une démarche scientifique

Proposer une explication de l'origine possible de cette source de méthane en Turquie.