



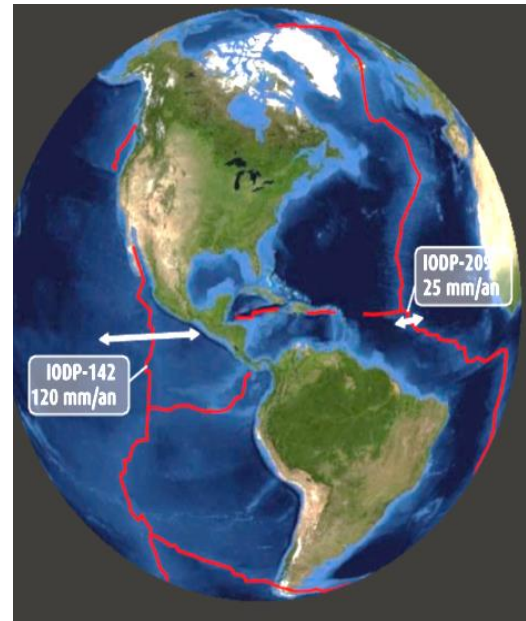
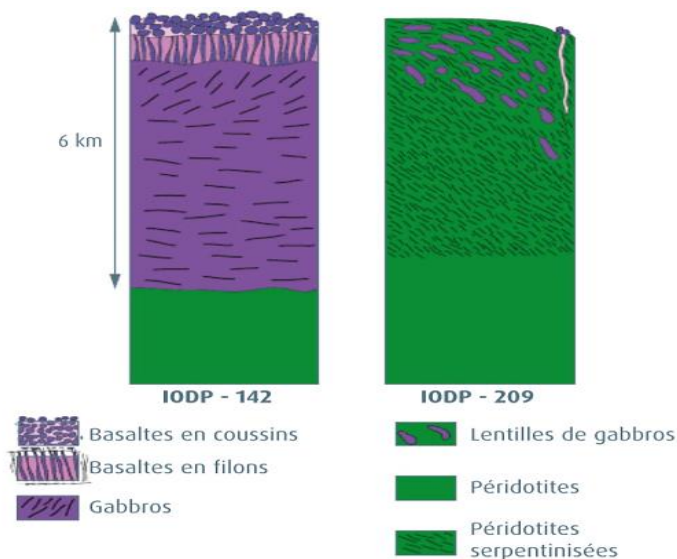
TP- La dynamique des zones de divergence

Des campagnes océanographiques étudient le fond des océans. Elles ont montré que la lithosphère océanique présente des compositions variables en fonction des régions étudiées. On sait que ces lithosphères sont mises en place au niveau des dorsales.

Problème : Comment se met en place la lithosphère océanique et quelle est son évolution ?

Activités et déroulement des activités

Activité 1 : Mise en évidence de deux types de dorsales



Document 2 : Reconstitution de la succession

verticale des roches au niveau de la dorsale Atlantique et de la dorsale est-Pacifique.

La localisation des forages est indiquée sur le doc. 1. Les striations représentées dans les gabbros et les péridotites soulignent l'organisation des minéraux de la roche.

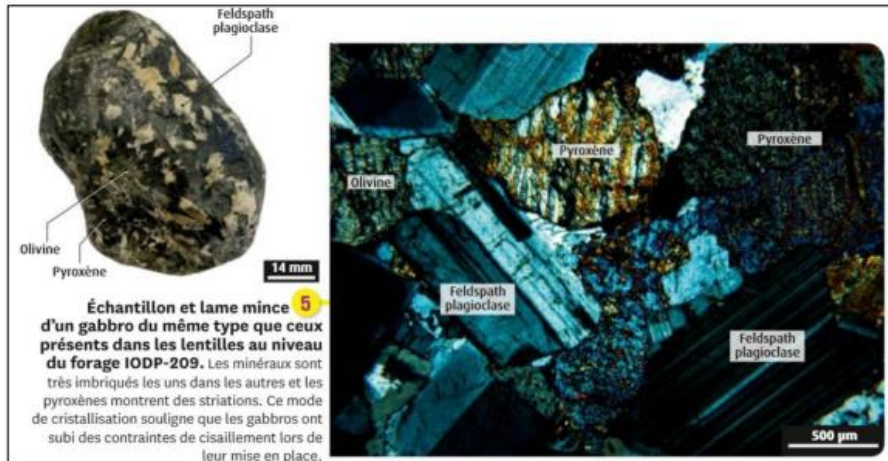
Document 1 : Vitesse de divergence des plaques lithosphériques au niveau de la dorsale Atlantique et de la dorsale est-Pacifique.

La dorsale Atlantique est qualifiée de lente, la dorsale est-Pacifique est qualifiée de rapide. IOP-142 et 209 sont des sites de forages des expéditions de l'integrated ocean drilling program.

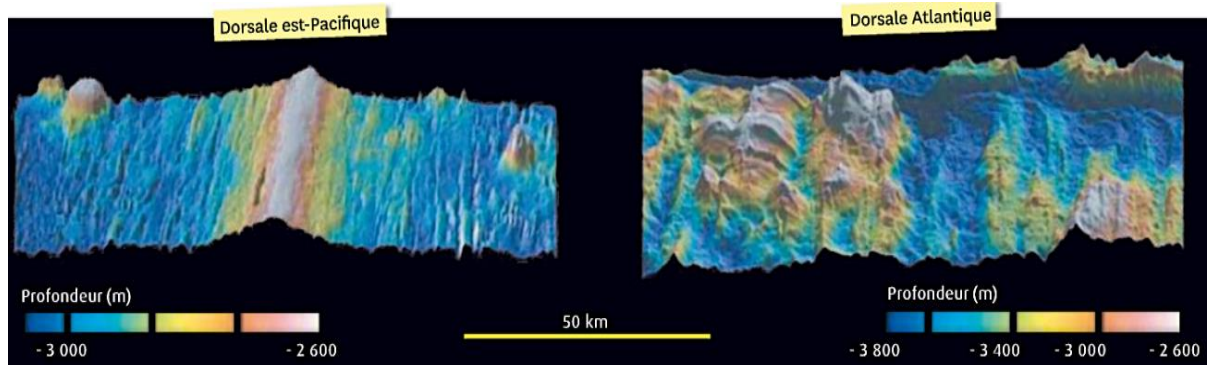
Echantillons de péridotites et de gabbro à observer au microscope virtuel

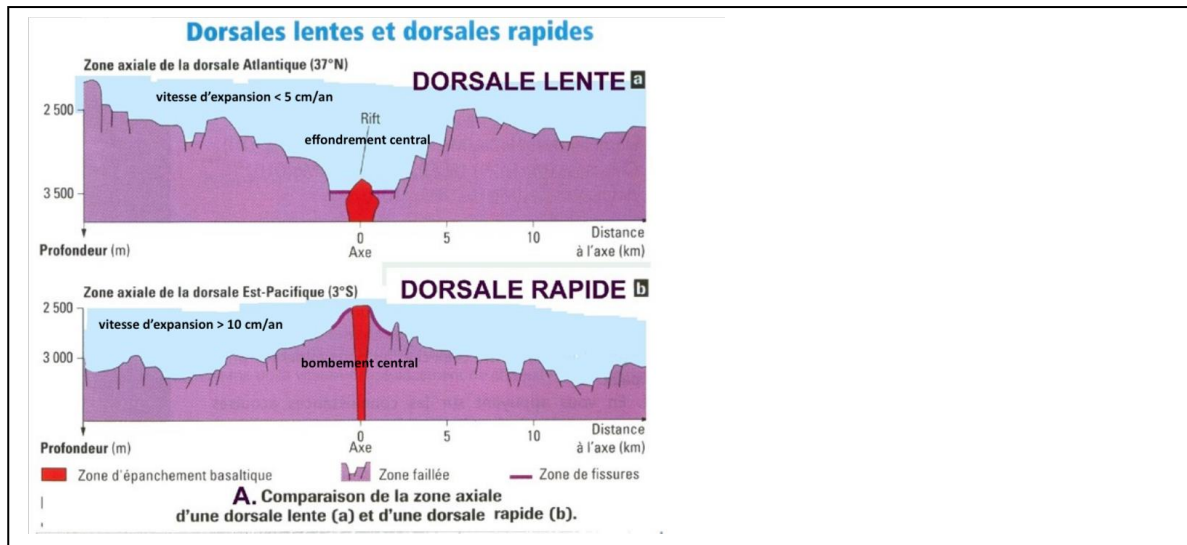
<http://lithotheque.online.fr/Micropol/index.html>

<https://staticap.univ-lyon1.fr/microscopevirtuel/microscope.html>



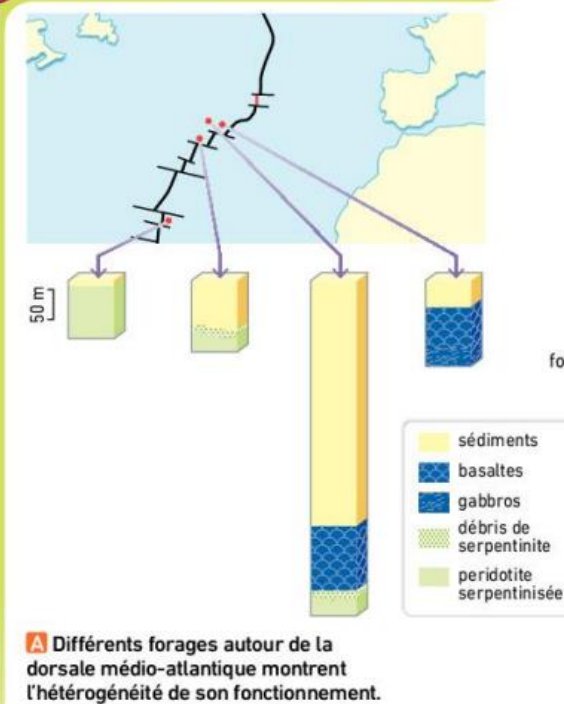
Document 3 ci-dessous : comparaison de la bathymétrie du plancher océanique de la dorsale Atlantique et de la dorsale est-Pacifique. On observe un bombement axial de la dorsale à expansion rapide et un large et profond rift axial au cœur de la dorsale à expansion lente



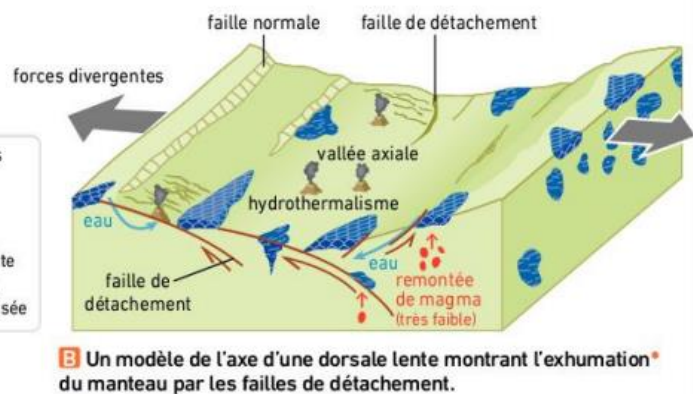


Doc4 :

3 Une lithosphère avec ou sans croûte



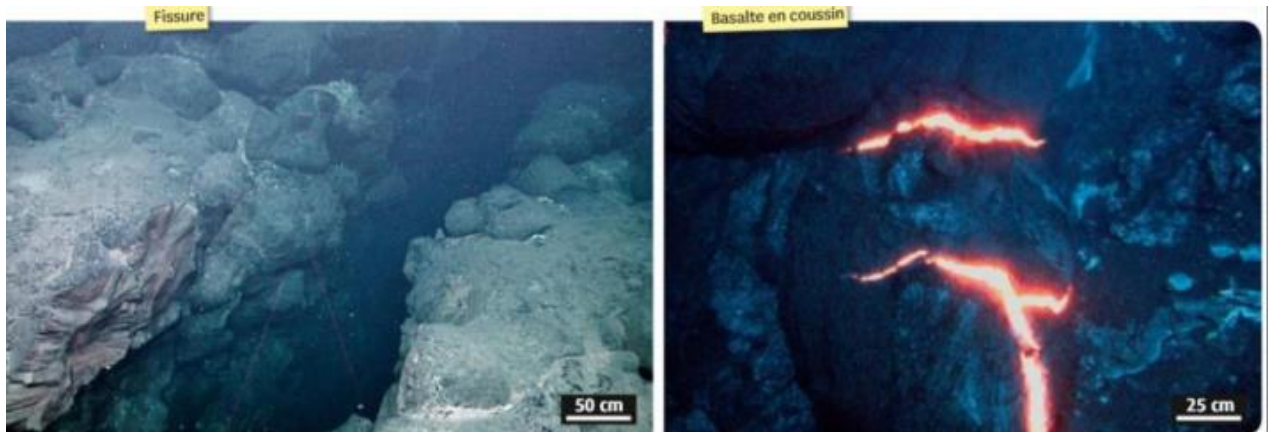
Par endroits, la croûte océanique d'une dorsale lente ressemble à celle produite par une dorsale rapide. C'est le cas par exemple au niveau de la faille Vema (voir p. 142). Mais des études récentes ont mis en évidence que certaines portions des dorsales lentes (environ 50 %) n'émettaient quasiment pas de magma. Le manteau affleure alors directement, basalte et gabbro ne formant que des lentilles dispersées parmi les péridotites*.



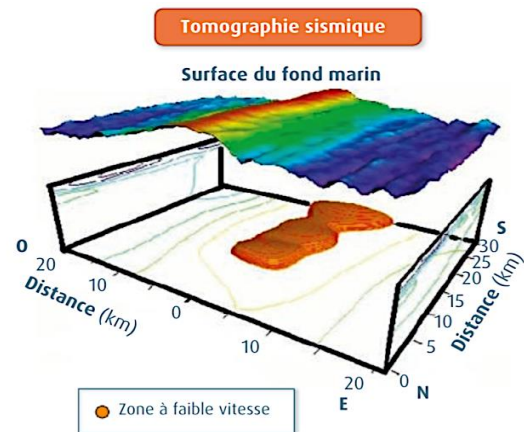
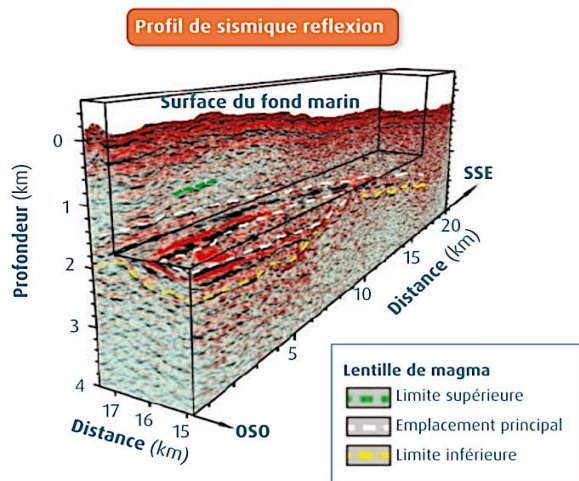
- A partir des documents 1 à 4, construire un texte permet de comparer les deux types de dorsales : vitesse de divergence des plaques, morphologie de la dorsale, succession des roches observées, caractéristiques particulières des roches observées.

Activité 2 : le fonctionnement des dorsales.

- A l'aide des documents suivants, construire un texte explicatif qui présente les arguments que du magma est produit à l'aplomb de la dorsale.

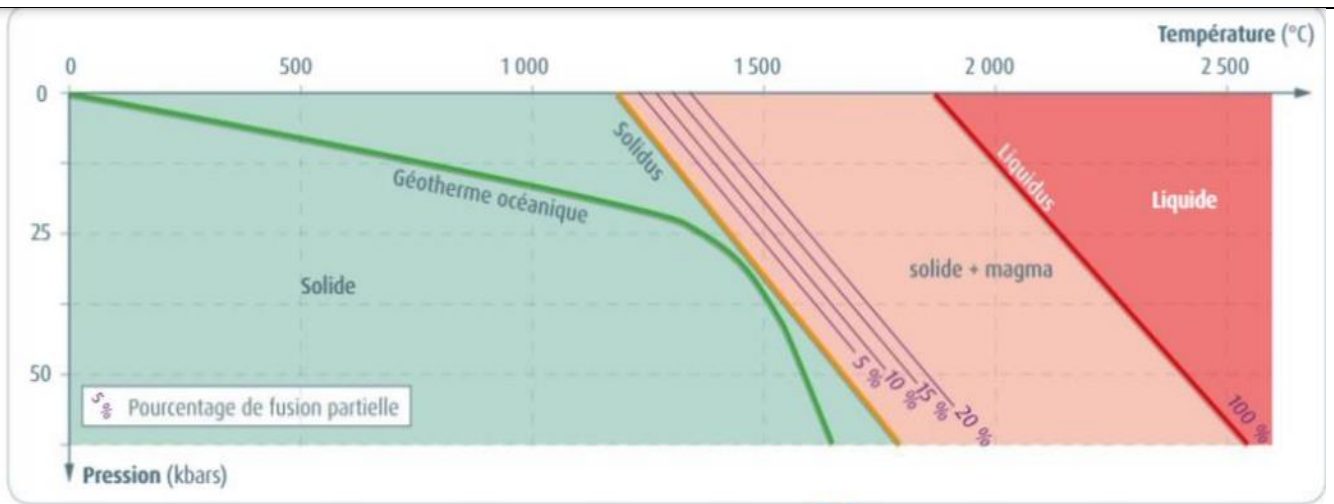


1 Fissure et magma basaltique observés au niveau d'une dorsale rapide. L'expansion océanique fracture la lithosphère. De larges fissures apparaissent et se comblent grâce à la montée d'un magma basaltique. La lave, produite en profondeur à des températures supérieures à 1200 °C, se refroidit brutalement en arrivant au contact de l'eau de mer et prend la forme de coussins de lave (pillow-lavas). Il y a ainsi accretion (c'est-à-dire croissance d'une structure par apport de matière) de croûte océanique.



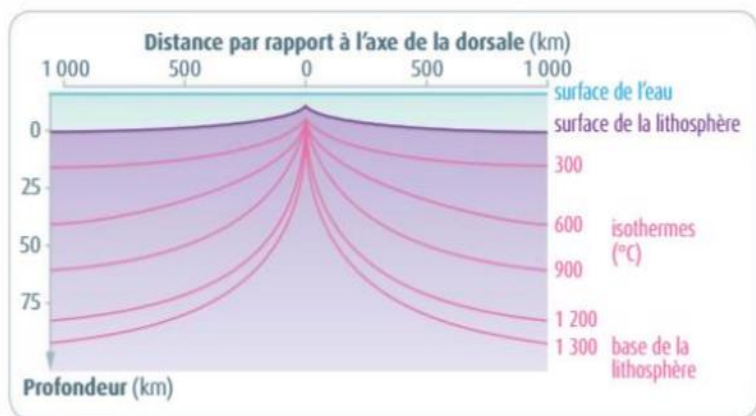
Document 1 et 2: Profil sismique et tomographique au niveau de la dorsale est-Pacifique.

A gauche, les réflecteurs sismiques (discontinuité séparant deux matériaux aux propriétés différentes) soulignés en couleur sur le profil sismique montrent les bordures de la chambre magmatique : ces dernières sont faites de minéraux déjà cristallisés et qui réfléchissent les ondes. A droite, la tomographie sismique souligne l'existence, sous le bombement de l'axe de la dorsale, d'une zone (en orange) où les ondes sont ralenties, ce qui témoigne de la présence de magma. (D'après Belin 1^{ère} spécialité, 2019).



3 Diagramme de phase d'une péridotite sèche.

Lorsque les conditions de pression et/ou de température changent, une péridotite peut commencer à fondre. On parle de fusion partielle. Sur le diagramme, le solidus sépare un domaine où la péridotite est solide de celui où coexistent liquide et solide suite à la fusion partielle. Lorsqu'une roche franchit son solidus les minéraux les plus fusibles fondent, formant un magma, les autres restent à l'état solide. Lorsque la roche franchit son liquidus, elle est totalement fondue. Le géotherme océanique correspond à l'évolution de la température en fonction de la profondeur dans la lithosphère océanique.

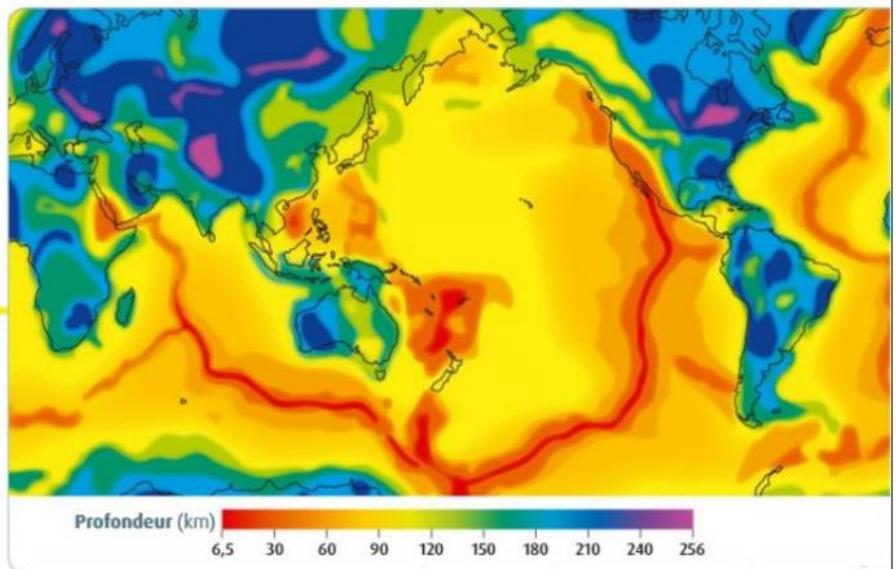


4 Répartition des isothermes dans la lithosphère océanique au niveau d'une dorsale rapide.

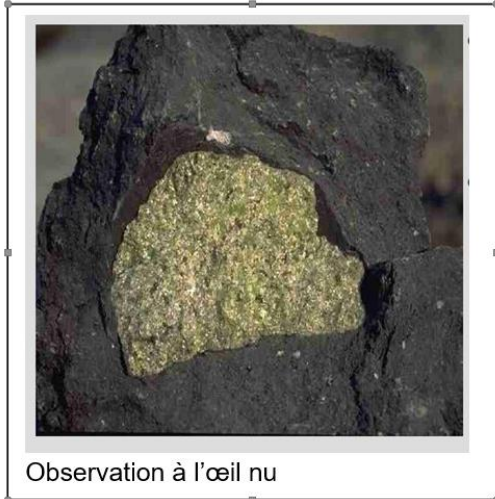
Un isotherme est une ligne ou une surface qui relie tous les points du globe qui sont à la même température. La base de la lithosphère correspond à l'isotherme 1300 °C. À 20 km de profondeur, la pression est d'environ 6 kbars.

5 La profondeur de la limite lithosphère-asthénosphère.

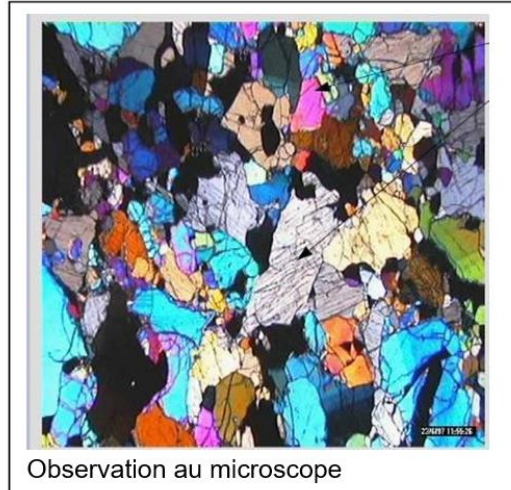
La lithosphère est une couche rigide d'épaisseur variable qui repose sur l'asthénosphère. Elle exerce une pression qui croît avec son épaisseur.



- **Observer** une péridotite et en dégager les minéraux caractéristiques



Observation à l'œil nu



Observation au microscope

<http://lithotheque.online.fr/Micropol/endogen/corteges/peridotite/index.html>

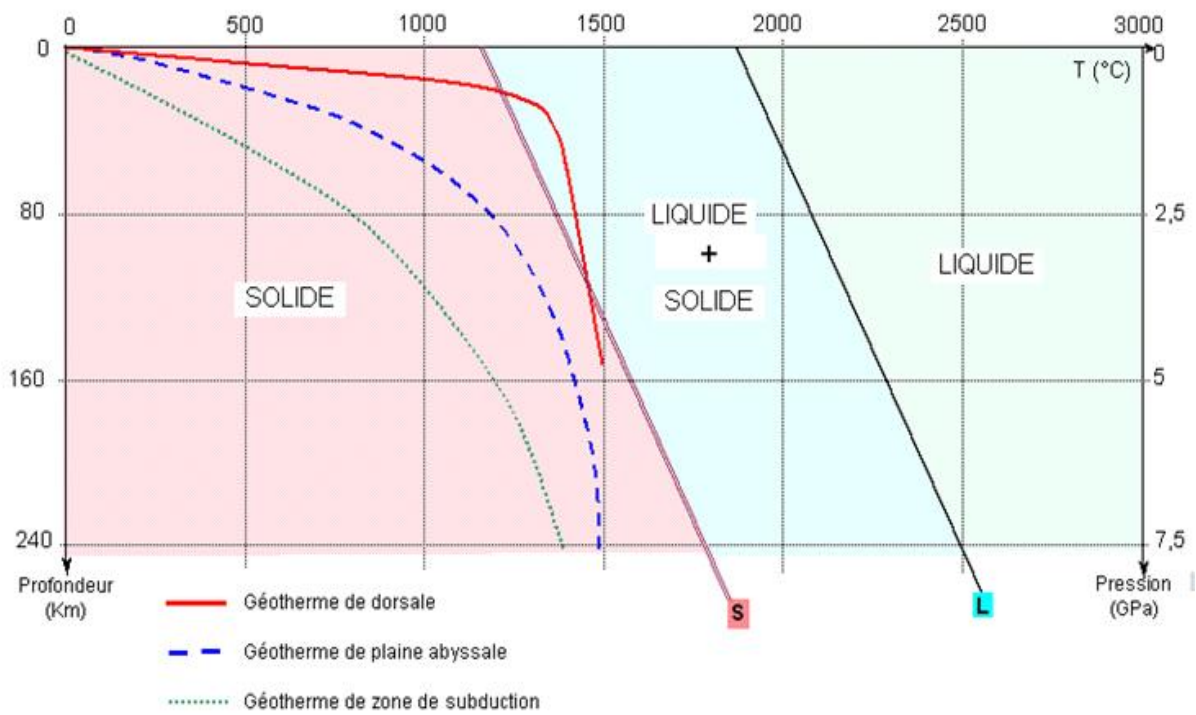
Pourquoi y a-t-il un magma sous dorsale alors qu'ailleurs tout est solide ?

Rappel :

<https://youtu.be/4EaMckQj95U>

1. Dans le cas d'une roche, quels sont les trois états possibles ?
2. Quelle est l'unité utilisée ici pour la pression ? Comment est-elle notée ?
3. Quelle valeur attribue-t-on à giga ?
4. Quand une roche est en partie liquide et en partie solide, comment qualifie-t-on ce "phénomène" ?
5. Qu'appelle-t-on le "solidus" ?
6. De quelles façons une roche à l'état solide peut-elle passer le solidus ?

- 1°) Que représente la droite « liquidus » ?
- 2°) -----« solidus » ?
- 3°) Dans quel domaine d'état physique se situe une péridotite placée à 1200°C et à une pression de 2,5 GPa ?
- (Placer un point P1 correspondant sur le graphique).
- 4°) Même question pour P2 1600°C et 7,5GPa ?
- Vers 240 km de profondeur, quelle est la température sous l'axe d'une dorsale ? Etat physique ?
- Même question pour une péridotite située à 80 km de profondeur :
- Que se passe-t-il si une péridotite située à 240 km de profondeur remonte à - 80 km ?
- 5°) Que représente la courbe en pointillé ?
- 6°) A 160 km de profondeur, à quelles pression et température se trouve une péridotite ? Préciser l'état physique de la roche.
- 7°) D'après ce diagramme, une péridotite dans les conditions réelles, peut-elle entrer en fusion ? Argumenter.
- 8°) Compléter la légende
- 9°) Vers 240 km de profondeur, quelle est la température sous l'axe d'une dorsale ? Etat physique ?
- 10°) Même question pour une péridotite située à 80 km de profondeur :
- 11°) Que se passe-t-il si une péridotite située à 240 km de profondeur remonte à - 80 km ?



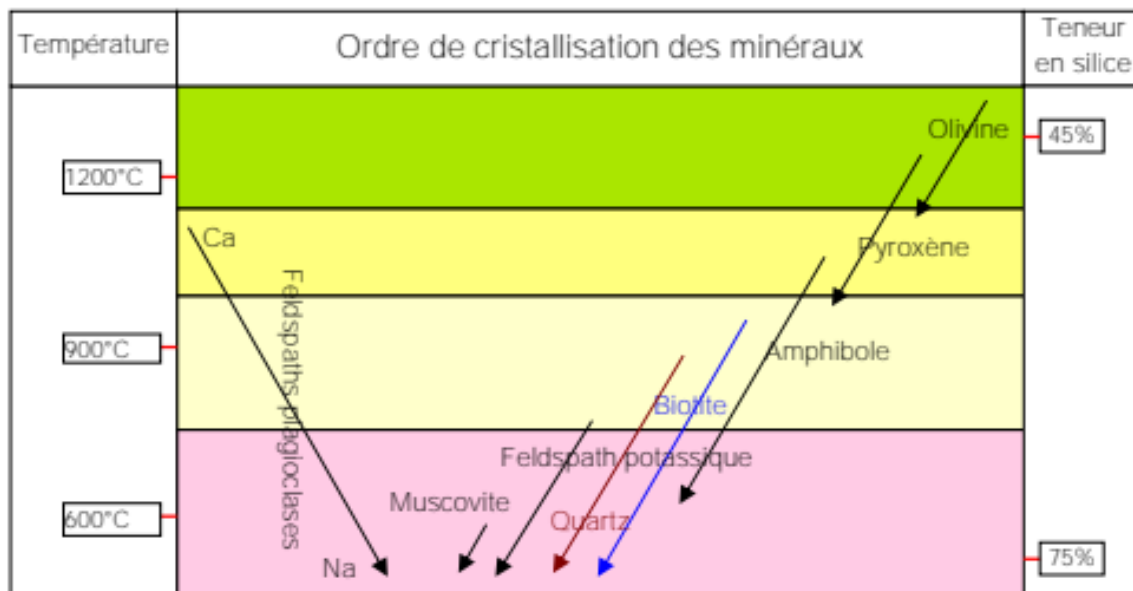
- A l'aide du logiciel <http://philippe.cosentino.free.fr/productions/enclumes/>, choisir la péridotite sèche et régler les paramètres de pression et de température à l'aide des informations fournies dans les documents ci-avant afin de montrer/ confirmer ce qui se passe lorsque la péridotite sèche située en profondeur remonte au niveau d'une dorsale

<https://www.viasvt.vivelessvt.com/dorsale-magma/dorsale-magma.html>

PARTIE 2

Comment la péridotite peut-elle former du basalte et du gabbro ?

La cristallisation fractionnée : série réactionnelle de Bowen



Que montre ce document ?

Utilisation d'un modèle simple pour comprendre la fusion partielle et la cristallisation fractionnée.

Des bonbons de deux couleurs différentes représentent deux éléments chimiques entrant dans la composition des minéraux. Une couleur représente l'élément Mg, l'autre couleur l'élément Al, il faut 8 Mg et 8 Al.

Les minéraux sont représentés de la façon suivante : olivine = 2 Mg, pyroxène = 1 Mg + 2 Al, plagioclase = 2 Al.

- la construction de la péridotite source

Construire la péridotite source de façon à utiliser les 16 éléments et noter :

* le nombre d'olivines obtenues :

—
* le nombre de pyroxènes obtenus :

- la fusion partielle de la péridotite obtenue

Faire fondre 75% des pyroxènes sans faire fondre d'olivine et noter la composition du magma produit :

* le nombre de Mg présents dans le magma :

—
* le nombre de Al présents dans le magma :

- la cristallisation fractionnée du magma

Le minéral qui cristallise en premier est _____, combien peut-on en produire ?

Le minéral qui cristallise ensuite est _____, combien peut-on en produire ?

Quel minéral peut-on produire avec les éléments qui restent dans le magma ?
combien ?

Complète le bilan :

Le magma par refroidissement donnera les roches de la croûte océanique :

-par refroidissement lent, les gabbros se forment

-par refroidissement rapide, les basaltes de forment

C'est

BILAN:

- ▶ Au niveau des dorsales, par suite du mouvement de DIVERGENCE, la lithosphère est L'asthénosphère quasiment à l'affleurement. La remontée de l'asthénosphère entraîne une brutale de la pression ce qui amène les péridotites à franchir le
- ▶ Elles fondent donc (15 % environ). Le magma par refroidissement donnera les roches de la croûte océanique :
- ▶ par refroidissement lent, les gabbros se forment
- ▶ par refroidissement rapide, les basaltes de forment
- ▶ C'est

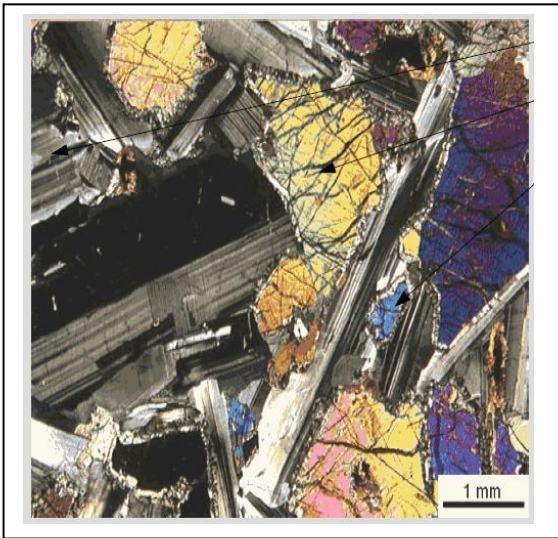
Activités et déroulement des activités

Activité 3 : Maturation de la lithosphère au cours du temps.

1. Transformation des roches

<https://www.youtube.com/watch?v=mXFIL1oD9fE&feature=youtu.be>

- **A partir de l'étude des documents page 200 et 201**, indiquer quelles sont les conséquences de l'hydratation de la lithosphère.
- En utilisant le microscope polarisant, **observer un gabbro** <https://vimeo.com/66712454> et identifier les minéraux caractéristiques



<http://lithotheque.online.fr/Micropol/index.html>

Chercher le métagabbro dans les roches métamorphiques

- **Identifier** les minéraux présents dans le métagabbro à hornblende.

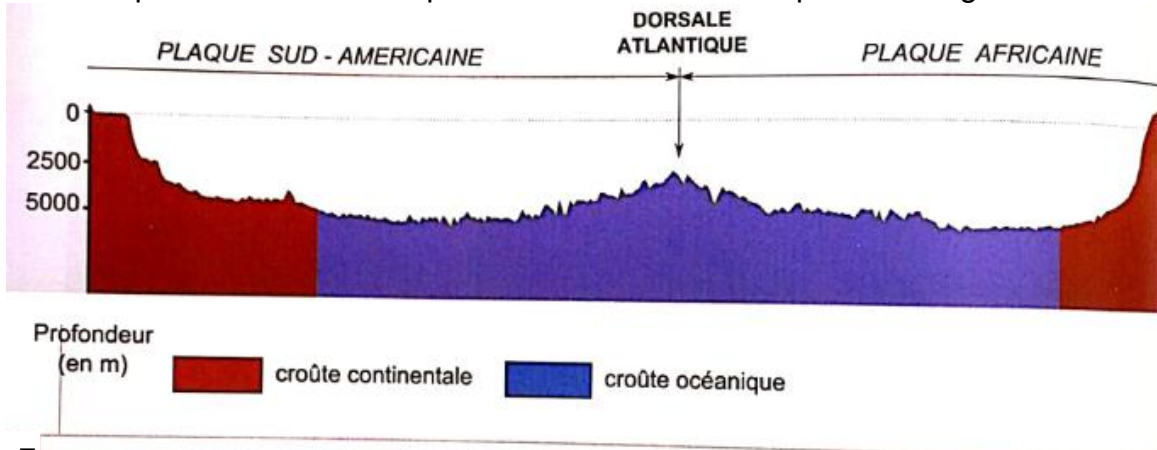


METAGABRRO
(à hornblende, chlorite et actinote) = Schiste vert

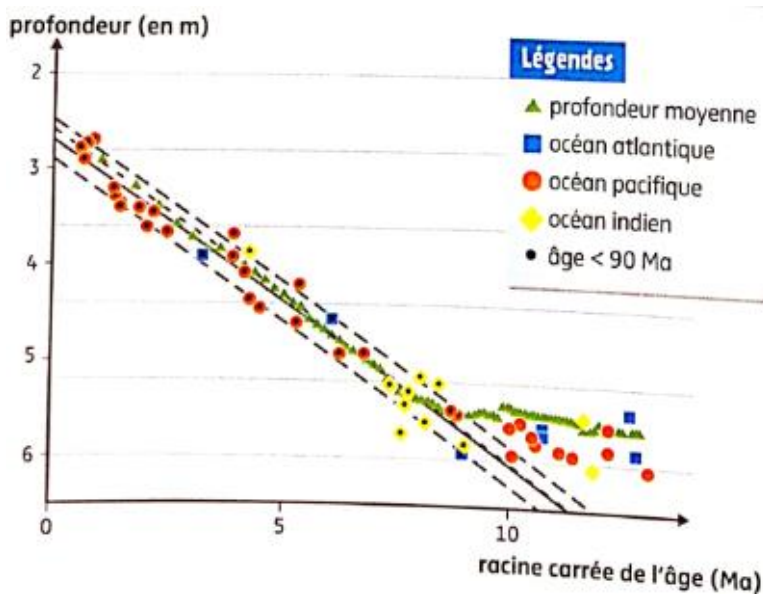
- En observant la position des minéraux les uns par rapport aux autres, et à l'aide du **document 2 p 201**, préciser quelle est la transformation chimique qui a lieu dans ces roches sous l'influence de l'hydrothermalisme.

2. Evolution de la lithosphère océanique.

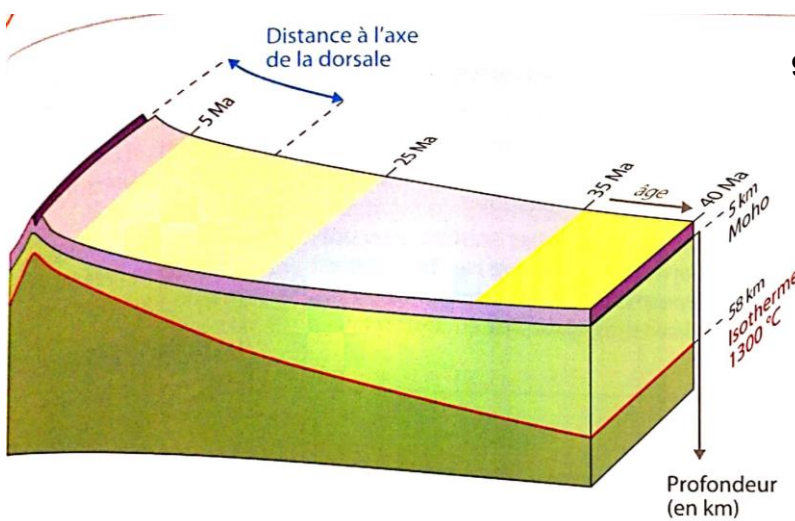
- A partir de l'exploitation des documents 7 à 9, **préciser** comment évolue la profondeur et l'épaisseur de la lithosphère au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de la dorsale.



7 Coupe topographique des fonds océaniques de l'océan Atlantique de part et d'autre de sa dorsale (Tectoglob). Dans cette portion de l'océan Atlantique, l'âge du plancher océanique varie de 0 à 100 millions d'années.



8 Profondeur du plancher océanique en fonction de son âge. Les données sont issues de divers océans, aux dorsales lentes ou rapides.



9 c Schéma d'évolution de la profondeur et de l'épaisseur de la lithosphère océanique en fonction de son âge. Dans ce schéma, on admet que l'épaisseur de la lithosphère évolue suivant la loi : $EL = 9,2 \sqrt{t}$, t : âge en millions d'années.

A l'aide des documents 10 et 11 ci-dessous, **représenter/compléter** une coupe de la Lithosphère Océanique (LO), allant de l'axe de la dorsale à une zone âgée de 100 Ma. A plusieurs endroits bien choisis, indiquer :

- la **densité** de la LO globale, celle de l'asthénosphère
- l'**épaisseur** de la LO globale (avec épaisseur du manteau et épaisseur de la croûte océanique)

- la nature des **roches**

- la **densité** de ces roches

➤ Quelles modifications physiques la lithosphère océanique subit-elle au cours du temps ?

distance à l'axe de la dorsale en km	âge en million d'années	épaisseur du manteau lithosphérique en km	épaisseur de la croûte océanique en km	densité de la lithosphère	densité de l'asthénosphère
0	actuel	0	7	2,89	3,25
160	2	7,4	7	3,099	3,25
800	10	24	7	3,21	3,25
1 200	15	30,8	7	3,227	3,25
2 000	25	41,5	7	3,243	3,25
2 400	30	46	7	3,248	3,25
3 200	40	54,1	7	3,255	3,25
4 800	60	67,6	7	3,263	3,25
6 400	80	79	7	3,268	3,25
8 000	100	89	7	3,272	3,25

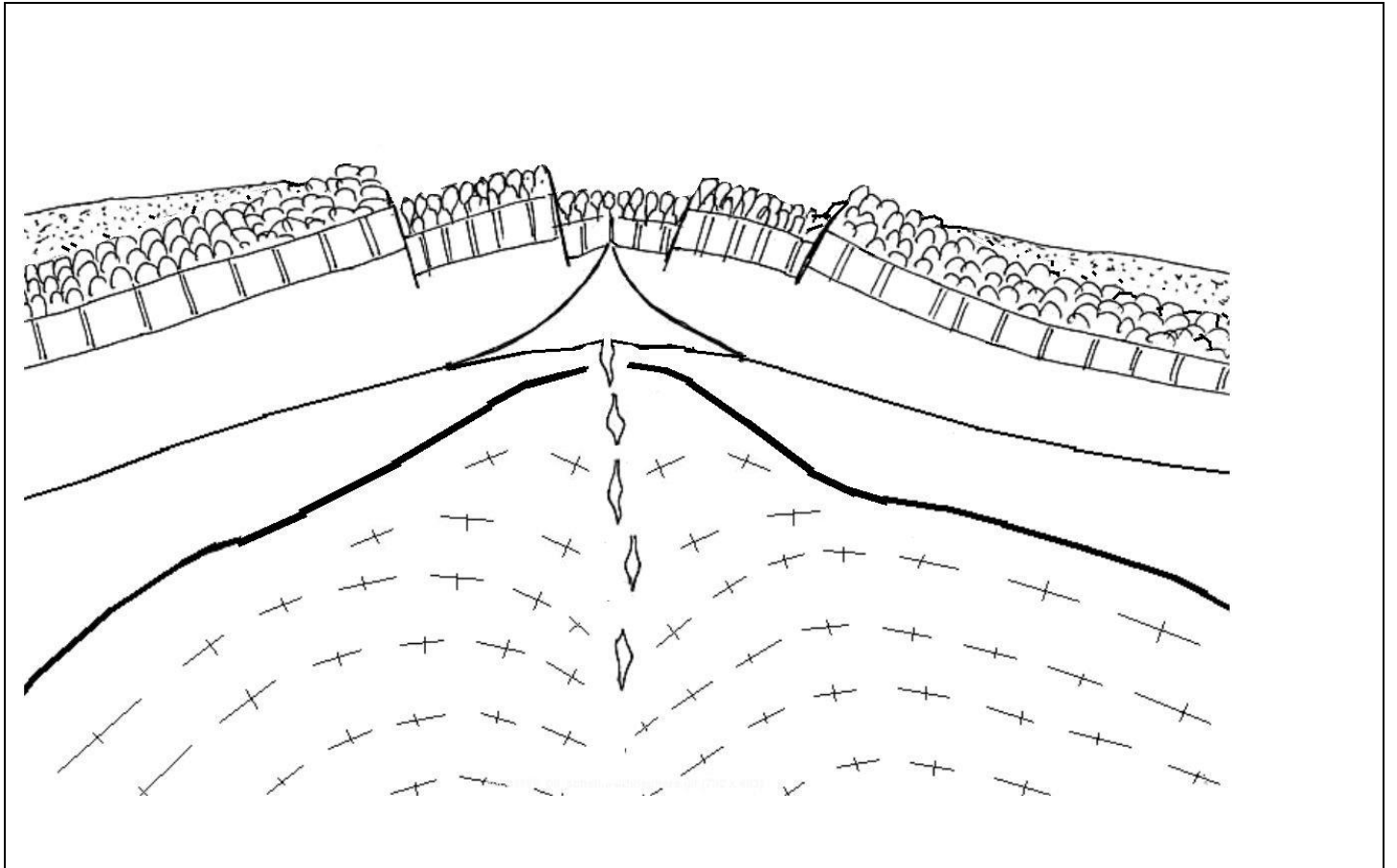
Document 10. Modifications de quelques paramètres de la lithosphère océanique en fonction de son âge.

Document 11. Résultats des mesures de densité des roches de la lithosphère océanique .

Échantillons	Gabbros			Péridotite	Péridotite serpentinisée	serpentine
	1	50	100			
Distance au centre de la dorsale (lm)	1	50	100	1	50	100
Masse (en g)	76	120.80	87.60	80.75	105	56
Volume après immersion	275	290	280	275	285	270
Calcul de la densité						

BILAN:

- ▶ Les roches de la LO se transforment quand on s'éloigne de l'axe de la dorsale : la zone d'..... océanique. Comme l'isotherme 1300°C s'....., la lithosphère océanique s'.....
- ▶ En superficie, dans la croûte, la densité des roches (d=.....) alors que dans la lithosphère globale elle (d=.....) car il y a apport de matériel mantellique nouveau.
- ▶ La s'enfonce alors dans l'..... de densité plus faible (d=.....). En découlera donc le phénomène de



1) mouvement de divergence des plaques lithosphériques (la limite de plaque se situe au niveau de la dorsale)

6) ACCRÉTION océanique (formation de lithosphère océanique par magmatisme)

