

## Observation d'une zone de subduction

**On cherche à relever les indices géologiques en surface et en profondeur afin de comprendre l'origine des manifestations géologiques intenses ; séismes et volcanisme explosif.**

### Ressource 1 : réaliser une coupe au niveau d'une zone de subduction.

1. Ouvrir le logiciel [Tectoglob 3D](#) (rechercher Tectoglob 3D sur internet)
2. Afficher les séismes, les volcans et les limites de plaques. Tectoniques.
3. Réaliser la coupe au niveau d'une limite dans la région du Pérou. **ATTENTION !** votre coupe doit être perpendiculaire à la limite, de façon à observer ce qui se passe en dessous de la fosse océanique. Vous pouvez afficher votre coupe en 3D (dans Option – coupe 3D)
4. Afficher les données de tomographie sismique (GAP-P4)
5. Communiquer vos observations et interpréter.

**Aide pour comprendre la coupe :** Les séismes sont nombreux et certains foyers ont une profondeur de 600 km. Les fractures à l'origine des ondes ont lieu dans les roches rigides de la lithosphère. Les sismologues Wadati et Benioff montrent qu'au voisinage des fosses océaniques, la distribution spatiale des foyers des séismes en fonction de leur profondeur s'établit selon un plan incliné : le plan de Wadati-Benioff.

### Questions guide pour interpréter la coupe :

Décrire la répartition des séismes, relier cette répartition avec les observation thermique (tomographie sismique)

Rappels : anomalies positives = accélération des ondes = matériaux plus froid (= plus dense) – et inversement.

Montrer que ces observations peuvent s'expliquer par la plongée d'une lithosphère océanique sous une autre plaque lithosphérique.



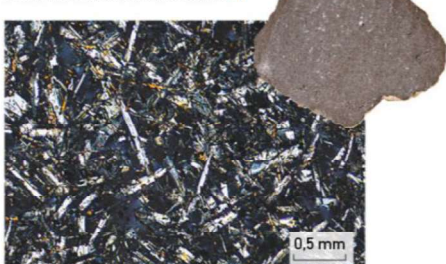
### Ressource 2 : Roches magmatiques d'une zone de subduction

Les roches magmatiques des zones de subduction présentent une grande diversité. Néanmoins elles ont toutes en commun de contenir des minéraux hydroxylés, c'est-à-dire incorporant le radical OH dans leurs formules chimiques. Ce groupement OH résulte de la dissociation de molécules d'eau présentes dans le magma à l'origine de ces roches.

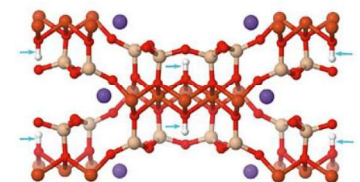
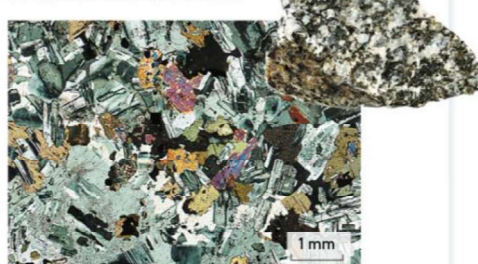
La composition chimique des magmas joue un rôle majeur dans leur capacité à se déformer (viscosité). Par exemple, les magmas basaltiques observés au niveau des dorsales, sont pauvres en silice et sont donc très fluides. Ainsi, ils s'écoulent et se dégazent facilement, contrairement au magma visqueux des zones de subduction.

Photos de deux roches trouvées en zone de subduction ; l'andésite et la diorite.

**A** Andésite  
Échantillon et observation en LPA\*



**B** Diorite (granitoïde)  
Échantillon et observation en LPA\*



**C** Modèle moléculaire d'une amphibole, de formule chimique  $\text{NaCa}_2(\text{Mg,Fe,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ .

Nature du magma	Teneur en silice ( $\text{SiO}_2$ )	Viscosité* ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ )
basaltique	45 à 53 %	$10^4$
andésitique	54 à 66 %	$10^8$
rhyolitique	67 à 77 %	$10^{12}$

**D** Teneur en silice et viscosité de trois magmas.

## L'origine du magma dans les zones de subduction.

Les scientifiques ont montré que c'est la péridotite de la plaque tectonique du manteau qui fond partiellement en présence d'eau, et qui est donc à l'origine du magma.

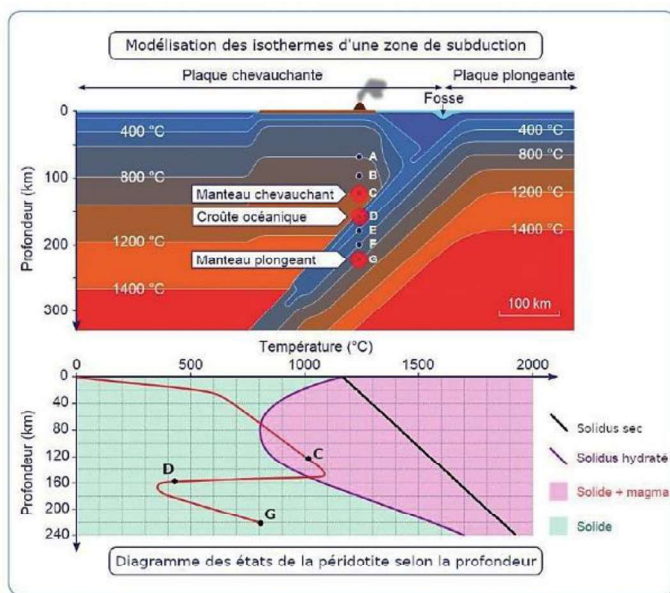
**Utiliser les ressources ci-dessous afin de trouver un faisceau de preuves de la théorie avancée par les scientifiques et expliquer l'origine du magma dans les zones de subduction.**

### Ressource 1 : La péridotite fond partiellement en présence d'eau

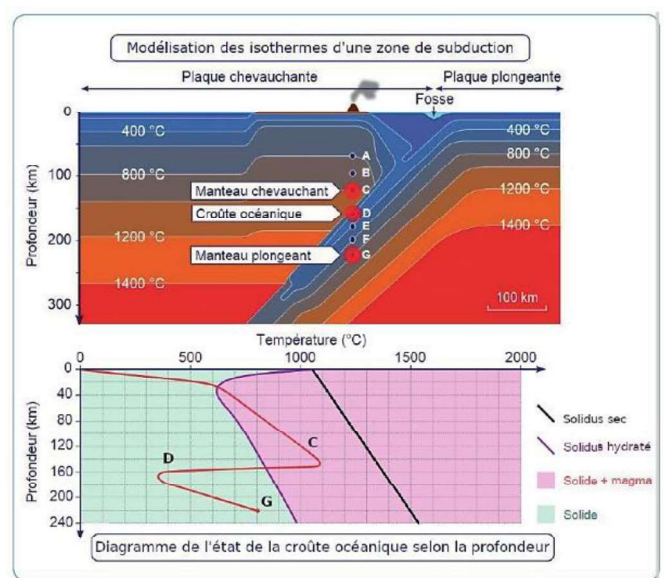
Montrer que la péridotite anhydre (sèche) ne fond pas, contrairement à la péridotite hydratée.

Matériel	Protocole à suivre – recherches à mener
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sucre perlé</li> <li>- Petit flacon d'eau + pipette</li> <li>- Réchaud</li> <li>- 2 lames</li> <li>- Pince en bois</li> <li>- Un feutre</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Allumer la plaque chauffante et la régler sur 300°C</li> <li>2. Prélever deux pépites de sucre de taille similaire Noter les lames : « hydraté », « non hydraté »</li> <li>3. Lorsque la plaque a atteint 300°C, prendre une goutte d'eau avec la petite pipette et humidifier légèrement la pépite de lame notée « hydraté »</li> <li>4. Placer immédiatement les deux lames sur la plaque à l'aide des pinces</li> <li>5. Observer</li> <li>6. Une fois l'expérience terminée, retirer les 2 lames afin qu'elles refroidissent</li> </ol> <p><b>Communiquer votre observation et interpréter.</b></p>

**Document : magmatisme en zone de subduction et condition de fusion partielle de la péridotite et du basalte.**



a. Géotherme de zone de subduction et conditions de fusion de la péridotite

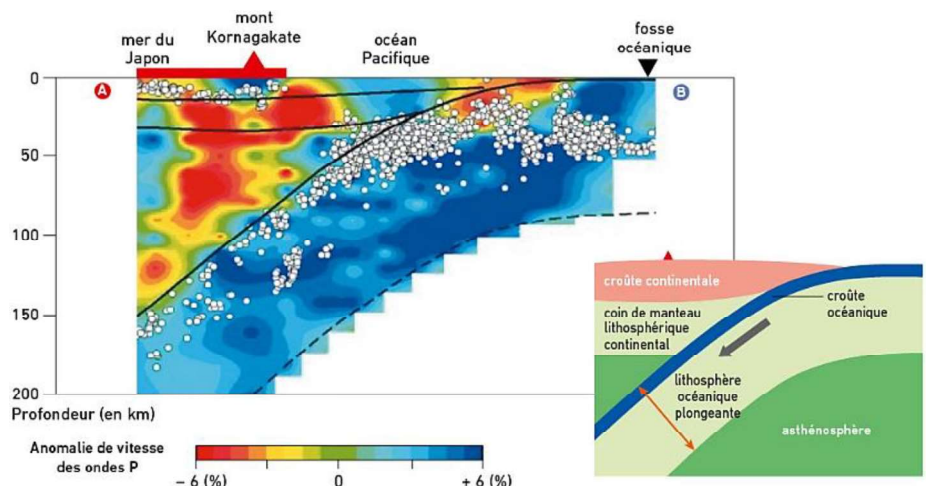


b. Géotherme de zone de subduction et conditions de fusion du basalte (croûte océanique)

Ici, on donne le solidus sec et le solidus hydraté (quand présence d'eau dans la roche) de la roche.

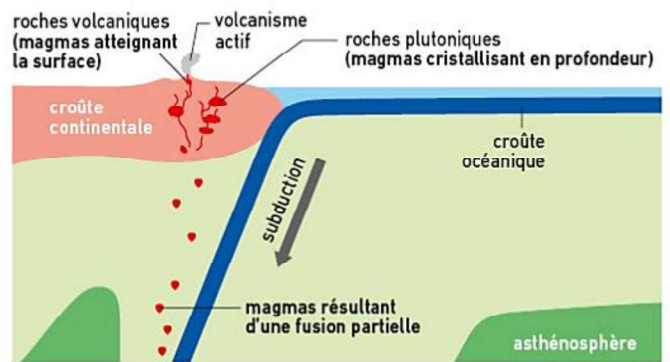
### Ressource 2 : localisation du magma au niveau des zones de subduction

Le document ci-dessous est une tomographie sismique réalisée à travers la zone de subduction située au nord du Japon. La diminution de vitesse des ondes sismiques marque la présence de matériaux anormalement chauds.



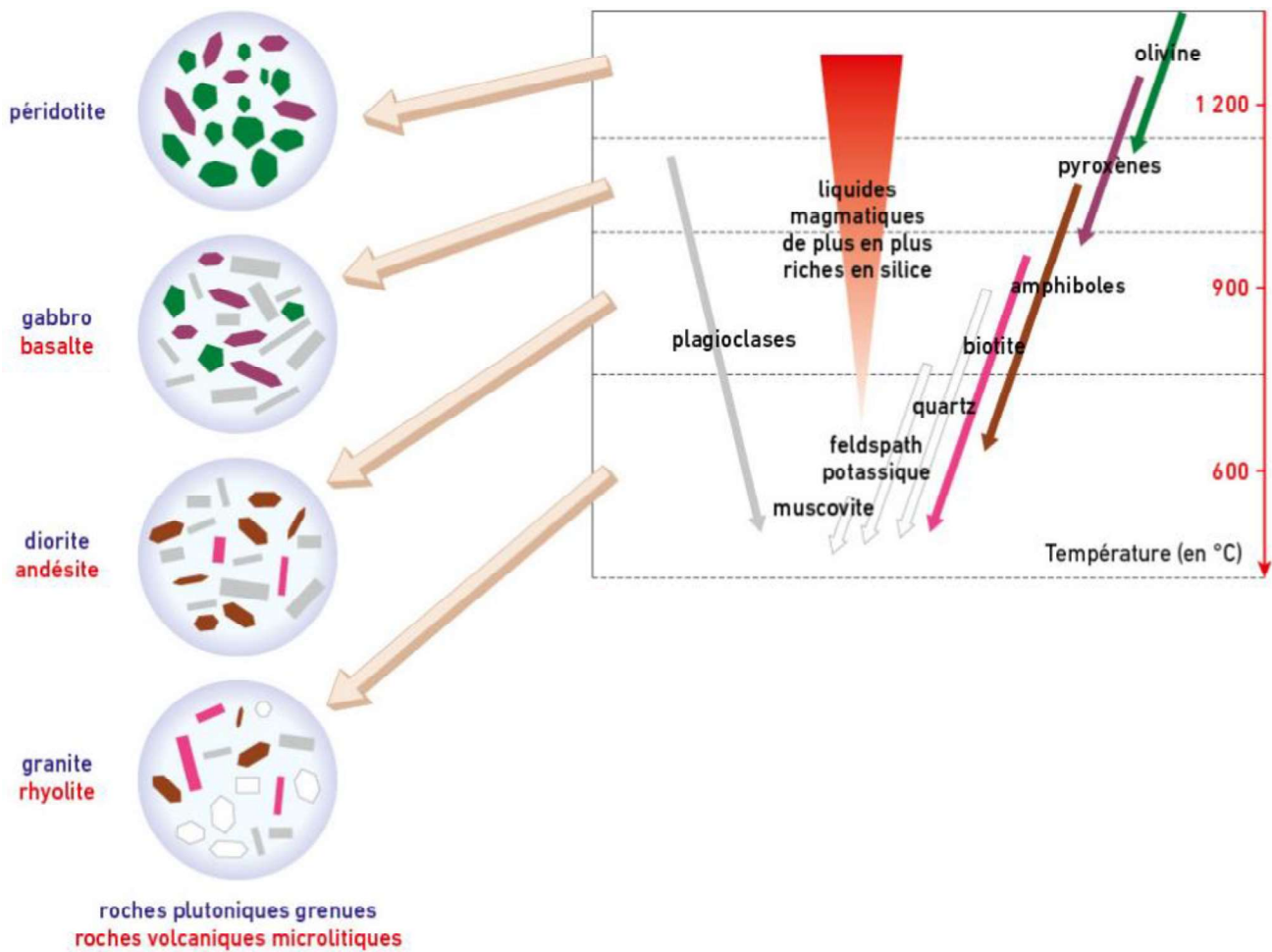
**Ressource 3 : origine de la diversité des roches observées dans les zones de subduction.**

Les magmas résultant d'une fusion partielle du manteau sont pauvres en silice ; leur composition initiale est proche du magma basaltique. Ce magma très fluide et moins dense que la roche environnante remonte vers la surface et stagne dans des chambres magmatiques au sein de la croûte de la plaque chevauchante. Les magmas peuvent rester piégés et cristalliser ou atteindre la surface.



Dans les chambres magmatiques, le magma refroidit et commence à cristalliser ; Les minéraux les plus pauvres en silice cristallisent en premier (olivine, pyroxène, plagioclase), on parle de cristallisation fractionnée. Ainsi la roche formée est pauvre en silice mais le magma résiduel s'est enrichi en silice, il est différent du magma d'origine, on parle de différenciation magmatique.

Ces deux phénomènes expliquent la grande diversité des roches en surface et la présence de magmas visqueux qui arrivent en surface.



## D'où vient l'eau qui hydrate la péridotite ?

On cherche à comprendre quelle est l'origine de l'eau présente dans la péridotite du coin du manteau et qui permet sa fusion partielle.

### Document 1 : Des modifications des minéraux au cours de la subduction.

Lors de la subduction, les roches de la lithosphère plongeante subissent une augmentation de la pression et une légère augmentation de la température. Ces changements de conditions entraînent un métamorphisme des roches de la lithosphère.

On observe dans d'anciennes zones de subduction des roches formées en profondeur qui sont remontées par des processus tectoniques (collision) et par l'érosion.

Ci-dessous, l'exemple de métagabbros récupérés dans d'anciennes zones de subduction (Bretagne et Alpes)

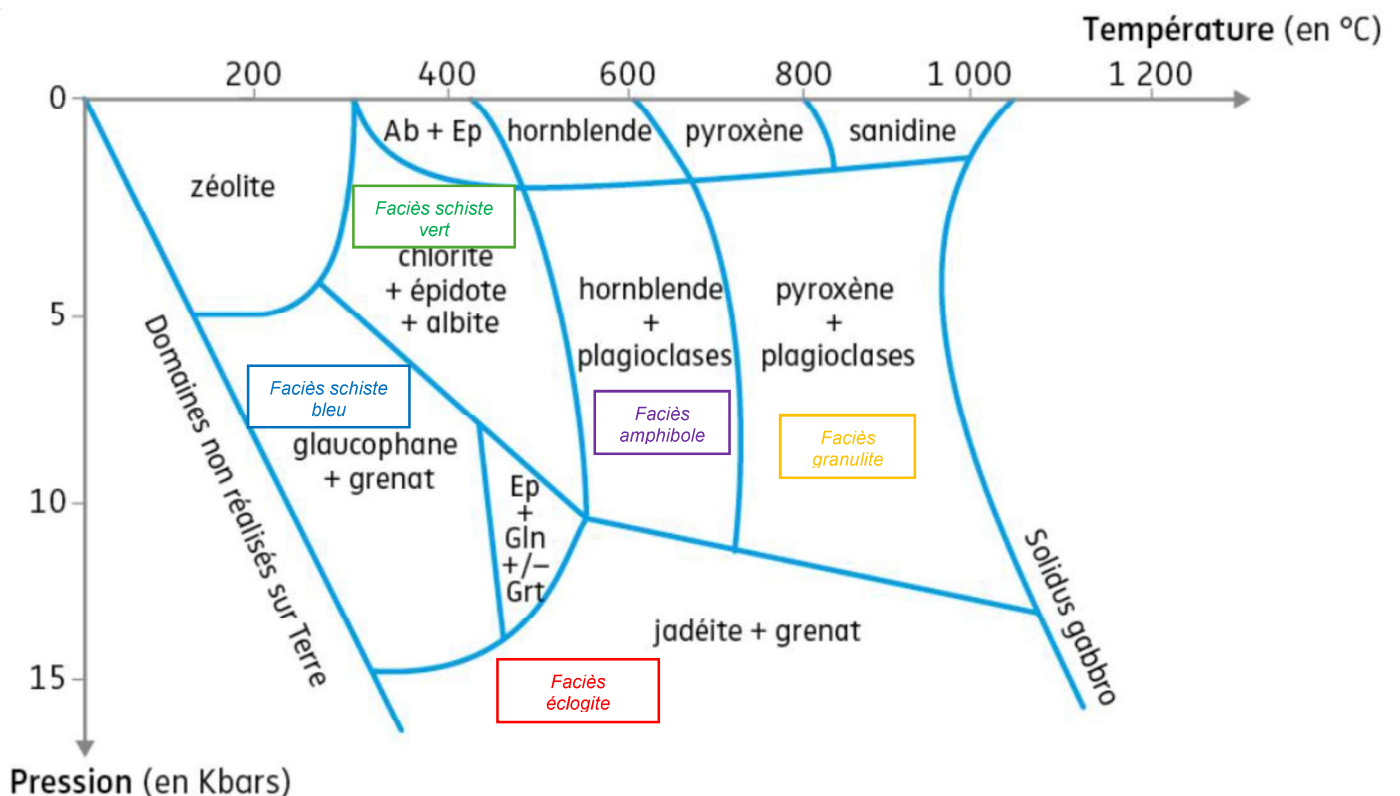
	1 Métagabbro à hornblende et chlorite	2 Métagabbro à glaucophane	3 Métagabbro à grenat et jadéite
Lame mince en lumière polarisée non analysée			
Minéraux présents	pyroxènes sombres feldspaths clairs hornblende verte	pyroxènes sombres feldspaths clairs glaucophane bleu en auréole	grenats rose pâle jadéite verte

### 2 Les minéraux dans les métagabbros

Remarque : Pyroxènes sombres = épidote et actinote

Feldspaths clairs = plagioclase (exemple : albite)

**Question 1 :** Dans le document ci-dessous qui représente les associations de minéraux présentes dans les différents domaines de pression et température (domaines déterminés en laboratoire), placer les roches 1 – 2 et 3 :

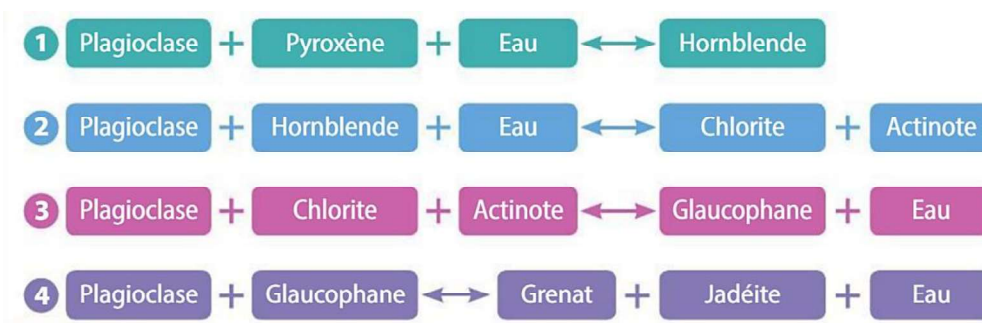


Domaine de stabilité de différentes associations minéralogiques et nom des faciès associés.

**Question 2 :** Sur ce même document, tracer le trajet que subissent les métagabbros au cours de la subduction (les différents faciès rencontrés) et donner les réactions métamorphiques qui se produisent au cours de ce trajet. Montrer que ce trajet est accompagné d'une déshydratation de la lithosphère océanique plongeante.

**Ressource complémentaire :**

Quelques réactions métamorphiques.



**Question BILAN :** Proposer un scénario qui explique l'origine de l'eau qui entraîne la fusion partielle du coin du manteau de la plaque lithosphérique chevauchante.  
(utiliser l'ensemble des questions précédentes)

**Schéma bilan Evolution de la lithosphère océanique, subduction et origine du volcanisme**

