

# Thème 1-B A la recherche du passé géologique de notre planète

Classe : Terminales SPE SVT  
Durée envisagée : 2 semaines  
Nombre de TP : 2

**En rouge** : Bilans à faire noter aux élèves

**En bleu** : Activités pratiques

**En vert** : Problématique et hypothèses



## Chapitre 2 - Les traces du passé mouvementé de la Terre

### Introduction :

La Terre est une planète présentant une **géodynamique interne** très importante, matérialisée par les **séismes** et le **volcanisme**. Ces événements sont associés aux mouvements des plaques tectoniques (**tectonique des plaques**), soit divergents soit convergents.

L'étude des chaînes de montagnes montre qu'elles comprennent toutes des témoins de la présence d'un **ancien océan** qui a disparu par **subduction**. Une fois la chaîne de montagnes érodée, il se forme un **rift (fossé d'effondrement)** qui permet la formation d'un nouvel océan. Ainsi, la formation d'une chaîne de montagnes constitue un **cycle** : le **cycle de Wilson** (cycle orogénique).

**Problématique** : **Comment reconstituer le cycle de mouvements tectoniques à l'origine de la formation d'une chaîne de montagnes ?**

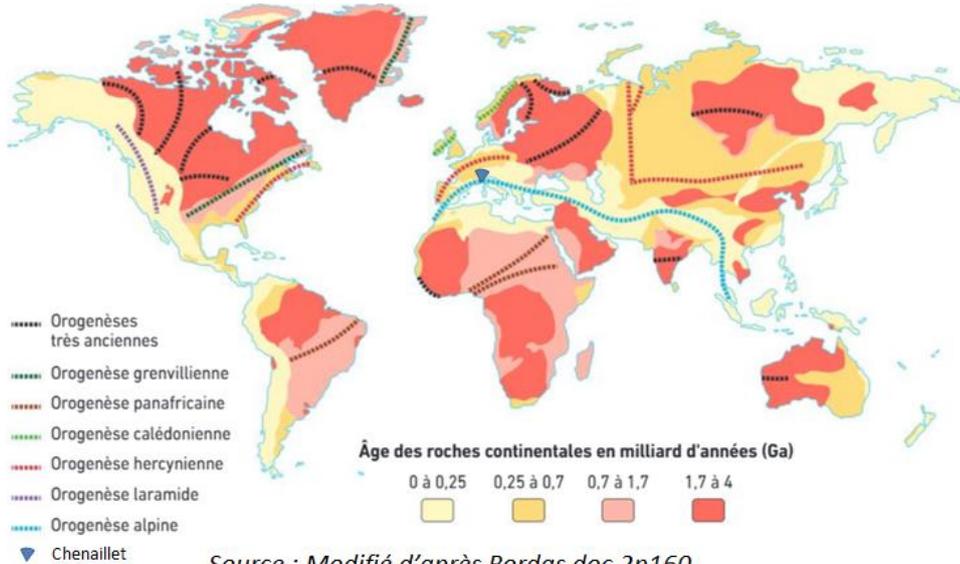
# I. Les témoins d'un ancien océan dans les chaînes de montagnes

## TP2 - Les ophiolites

### 1- Les types de chaînes de montagnes

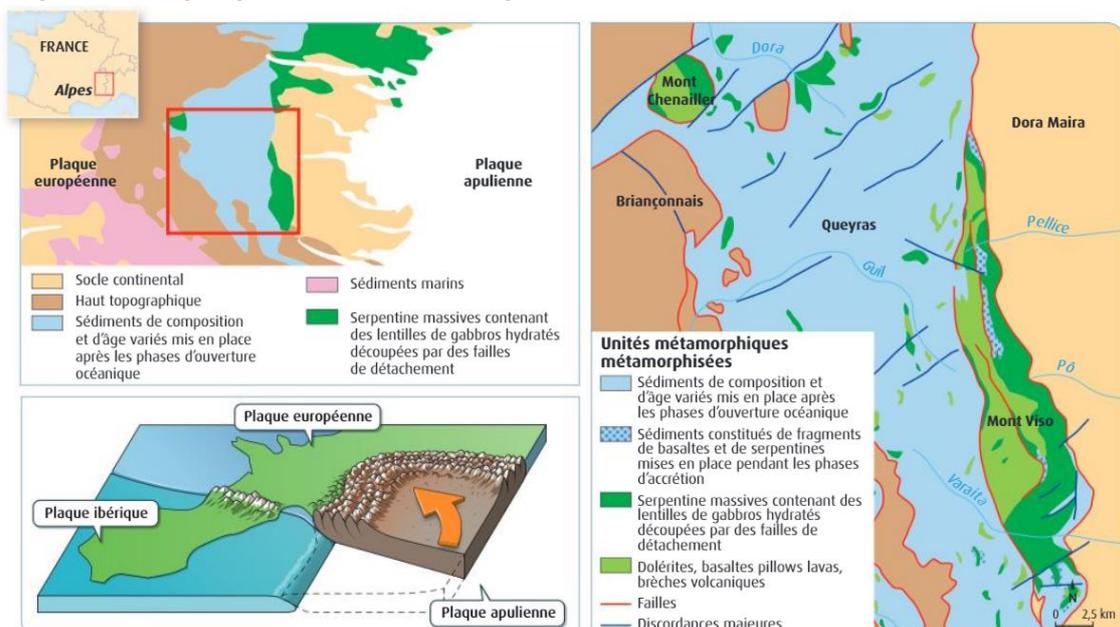
Les chaînes de montagnes sont réparties sur Terre selon des alignements très vastes : les ceintures orogéniques. Elles sont constituées de roches de nature et d'âge variés. Les chaînes de montagnes récentes comme les Alpes ou les Pyrénées (orogénèse alpine : 35 Ma) comportent un relief prononcé et de nombreux sédiments qui conservent les traces de la collision (failles inverses, plis, chevauchements ...).

Les chaînes de montagnes anciennes comme le Massif Central, le Massif Armoricain (orogénèse hercynienne = Varisque) présentent un relief plus faible et des roches de forte profondeur (granites).



### 2- Les sutures orogéniques

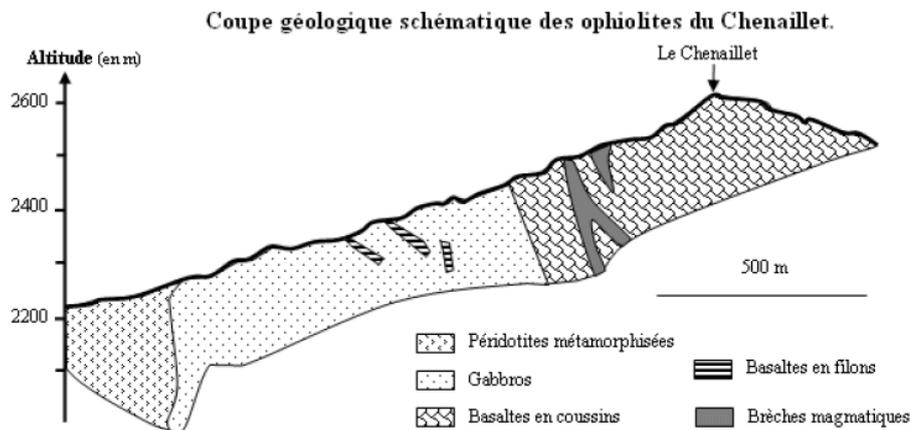
Les chaînes de montagnes présentent les traces d'un domaine océanique disparu. Il s'agit de roches et sédiments océaniques. Ces roches sont généralement présentes au cœur de la chaîne et marquent la zone de suture orogénique : c'est la zone qui sépare les 2 plaques continentales qui se sont affrontées.



### 3- Les ophiolites : d'anciennes lithosphères océaniques

Dans les Alpes, on identifie de nombreux affleurements de roches océaniques : ce sont les ophiolites. Elles sont constituées de 3 types de roches :

- Des péridotites sombres appelées serpentinites : ce sont des péridotites métamorphisées dont les olivines et le pyroxène ont été transformés en serpentine (minéral noir présentant une texture en « peau de serpent »).
- Des gabbros (souvent métagabbros)
- Des basaltes massifs ou en pillow-lava (en coussin)



Les basaltes supérieurs sont âgés de 100 millions d'années. Les plus vieux sédiments océaniques (non figurés sur la coupe) qui surmontent les basaltes ont 65 millions d'années  
D'après "Comprendre et enseigner la planète terre", Caron et al, Ophrys

L'observation de cette structure ophiolitique est donc la preuve de l'existence d'un plancher océanique ancien qui s'est retrouvé sur la plaque continentale par un mécanisme d'obduction (chevauchement d'un lambeau de LO sur la LC).

*Remarque 1 : On peut dater l'océan alpin (océan liguro-piémontais) par la méthode Sm/Nd (adaptée aux gabbros) mais aussi grâce aux fossiles marins. Il aurait commencé sa formation vers 150 Ma env. et aurait disparu par subduction il y a 50 Ma. Ceci est cohérent avec l'orogénèse alpine datée à 35 Ma environ.*

*Remarque 2 : La présence des ophiolites sur la plaque continentale par obduction est possible par le pincement de la lithosphère océanique et le chevauchement des terrains sur la plaque continentale. Dans les Alpes, le chevauchement a été facilité par des couches sédimentaires de type gypse et cargneule du Trias (couche à savon).*

*Remarque 3 : les ophiolites sont associées à des sédiments océaniques qui confirment la présence d'un ancien océan. Dans le massif du Chenaillet, il s'agit par exemple*

- Des radiolarites, roches sédimentaires siliceuses contenant des radiolaires, organismes caractéristiques des fonds océanique profonds (4000 mètres).
- Des calcaires à Calpionelles (fossiles marins)

## II. Les traces de la subduction

### 1- La subduction et le métamorphisme

La subduction correspond à la plongée d'une lithosphère océanique froide sous une autre plaque lithosphérique (océanique ou continentale). La plongée de la lithosphère est permise par son augmentation de densité liée principalement à son âge (refroidissement mais aussi métamorphisme des gabbros).

La subduction correspond à l'enfoncement d'une plaque lithosphérique en profondeur : la pression augmente fortement. Néanmoins, la plaque lithosphérique est froide et la conduction réchauffe peu la plaque (cf 1ere SPE) : la température reste faible. Le métamorphisme des zones de subduction est donc de type HP-BT (Haute Pression, Basse température).

### 2- Les transformations des métagabbros

#### a- Le faciès amphibolite (Métagabbros à Hornblende)

Le gabbro formé au niveau de la dorsale s'en éloigne et subit alors une hydratation (métamorphisme hydrothermal) permettant la formation de minéraux caractéristiques : la hornblende (Hb, amphibole verte) = Métagabbro à faciès amphibolite.

#### b- Le faciès des schistes verts (Métagabbros à Actinote et Chlorite)

Avec la subduction, la pression commence à augmenter. Ce contexte de métamorphisme de Basse Pression - Basse Température (BP/BT) permet la formation de nouveaux minéraux hydratés comme la chlorite et l'actinote. C'est le faciès schiste vert.

#### c- Le faciès des schistes bleus (Métagabbros à Glaucophane)

Lors de la subduction, l'augmentation de la pression et de la température font apparaître des minéraux tels que le glaucophane. Les métagabbros à glaucophane (Glc, amphibole bleue) seront classés dans les faciès schiste bleu. La présence de glaucophane est associée à un contexte de Haute Pression - Basse Température (HP-BT).

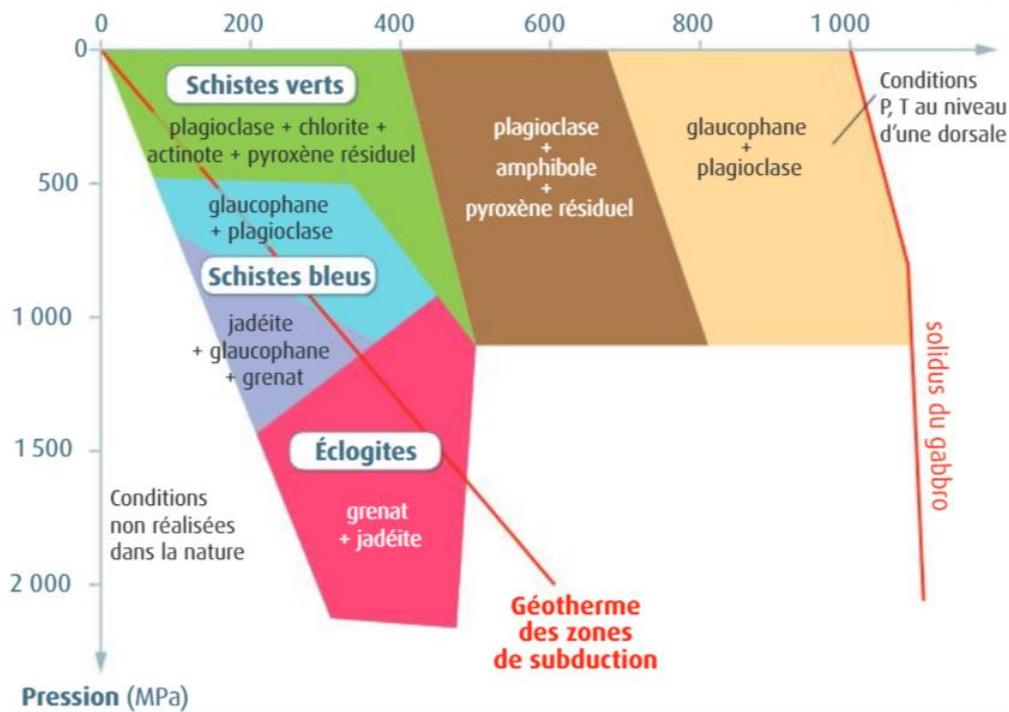
#### d- Le faciès des éclogites

Si l'enfoncement continue, on passe alors à un faciès éclogite caractérisé par la présence de grenat et de jadéite (faisant partie des pyroxènes). Ce faciès est uniquement rencontré dans les zones de subduction (métamorphisme THP-BT).

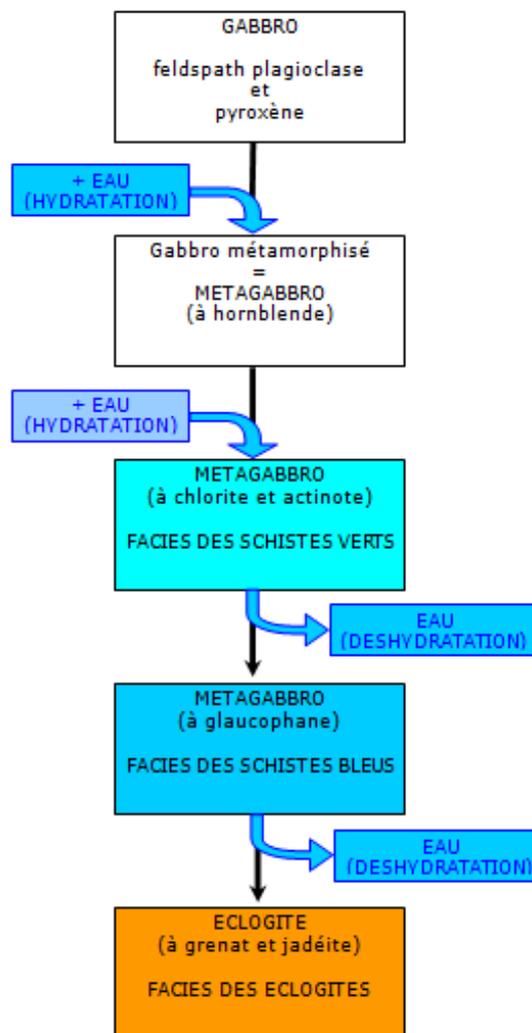
Dans les Alpes, on trouve sur le terrain la succession de ces différents faciès en allant d'Ouest en Est. Ceci confirme la présence d'une ancienne zone de subduction dont la plongée s'est faite vers l'est. Ainsi, on peut identifier que la plaque européenne (Alpine) plongeait sous la plaque africaine (Adriatique).

### 3- Les métagabbros dans les chaînes de montagnes

Dans les Alpes, on a pu constater que les métagabbros ont une localisation précise : les schistes verts sont présents à l'ouest (zone dauphinoise) puis les schistes bleus sont présents au centre (vallée du Guil/Queyras) et les éclogites sont présents plus vers l'est, au cœur de la chaîne (Mont Viso). Ceci permet d'identifier que la subduction de l'Océan Alpin s'est faite vers l'est.



**Diagramme Pression température montrant les faciès métamorphiques de la subduction**  
 Source : doc 3 p168



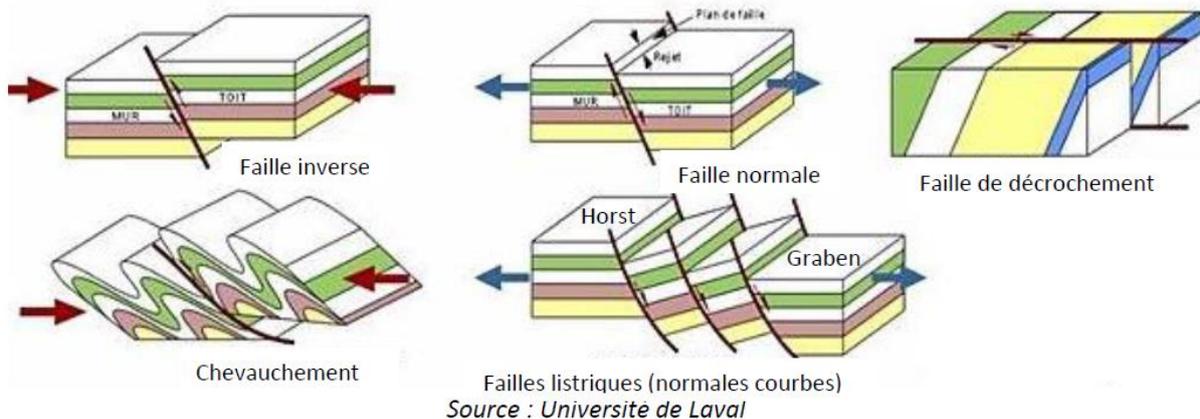
**Organigramme montrant les transformations métamorphiques des mégagabbros**

### III. Les rifts et les marges passives

#### TP3 - Les rifts et les marges passives

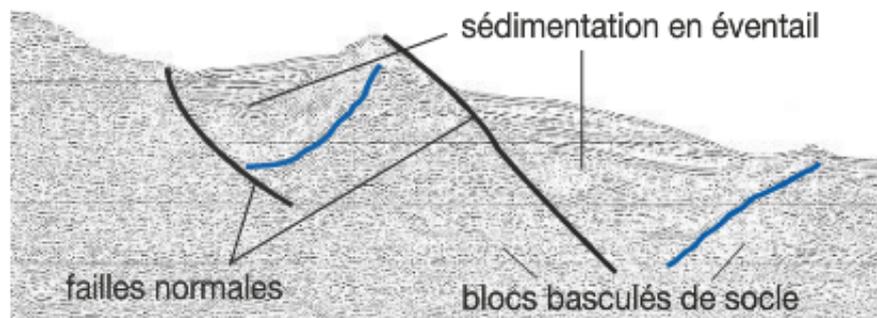
##### 1- Les traces d'une ancienne marge passive

La sismique réflexion permet d'identifier les structures présentes au niveau des jonctions entre les océans et les continents. Les bordures des océans sont appelées par les marges passives, zones sismiquement peu actives comportant de nombreuses failles normales courbes (failles listriques) formant des blocs basculés.

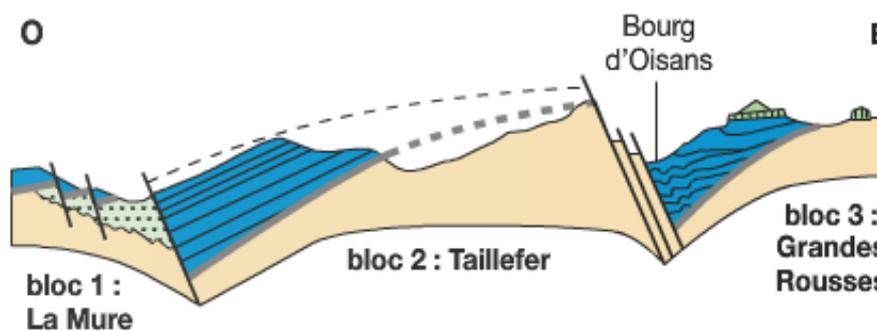


Dans les Alpes, de nombreux blocs basculés anciens sont identifiables. Ce sont notamment tous les massifs cristallins externes (Taillefer, Belledone, Grande Rousse ...). Ces massifs sont composés majoritairement de granites (ancienne CC qui a été mobilisée).

- Les traces d'une ancienne marge passive, témoignage de l'ouverture d'un océan



#### Marge passive actuelle



#### Ancienne marge passive dans les Alpes

## 2- Des blocs basculés au sein des rifts continentaux

Actuellement, on retrouve aussi des blocs basculés dans les fossés d'effondrement continentaux appelés rifts. Ces fossés d'effondrement sont situés au niveau de zones où le manteau asthénosphérique (et lithosphérique) remonte. Cette remontée de manteau implique une distension de la croûte continentale qui se fracture et forme des blocs qui s'effondrent. Puis ce rift continental permet la formation de lithosphère océanique et contribue à la naissance d'un océan.

## 3- Le passage d'un rift continental à un rift océanique

Sur Terre, on peut identifier différents types de rifts. Certains, comme au niveau de la zone des Afars (Afrique, Somalie) présentent une très forte remontée du manteau. Lorsque le manteau est assez proche de la surface, il peut commencer à fondre (fusion partielle de la péridotite, cf 1ere SPE).

Ceci induit la formation de magma de type basaltique qui permet de former des basaltes (en surface) et des gabbros (en profondeur) : c'est l'accrétion océanique. Ainsi, le rift continental commence à former des roches océaniques en son centre : il se forme une dorsale et un océan (rift océanique).

## 4- Les cycles orogéniques ou cycle de Wilson

L'étude de l'ensemble de ces phénomènes montre que la formation d'une chaîne de montagnes est un événement cyclique, en lien avec la tectonique des plaques :

- Formation d'un rift continental par distension de la croûte continentale (remontée du manteau)
- Formation d'un rift océanique et d'un océan, en régime de divergence
- Entrée en subduction de l'océan et entrée en régime de convergence
- Collision des 2 plaques continentales et obduction de fragments de lithosphère océanique (formation d'ophiolites)
- Erosion et formation d'une plaine fracturée (*pénéplaine*)
- *Formation d'un nouveau rift continental ...*

Ces phénomènes cycliques correspondent à un cycle orogénique ou cycle de Wilson. A l'échelle du globe, il y a donc des alternances de formation de chaînes de montagnes et de supercontinents (ex : la Pangée) puis leur éclatement par un phénomène de rifting et d'océanisation.

Exercices possibles :

- [Bac S 2015 Polynésie](#)
- [Bac S 2019 Polynésie](#)

**CONCLUSION :**  
**L'histoire d'une chaîne de montagnes (cycle orogénique / Cycle de Wilson)**

Coupes schématiques	Evènements géologiques majeurs
	<p>Il y a 245 Ma (Trias), tous les continents sont réunis en un seul supercontinent, la <b>Pangée</b>.            A cette époque, il y a dépôt de sédiments ante-rifts triasiques (Trias).</p>
	<p>A -180 Ma, la remontée de l'asthénosphère cause un début d'extension. Apparaissent alors des <b>failles normales</b> (listriques) et des <b>blocs basculés</b>.  <b>→ RIFTING</b>            Naissance de l'océan alpin dans lequel se déposent des sédiments syn-rifts du Jurassique inférieur et moyen.</p>
	<p>A -140 Ma, l'océanisation est complète car il apparaît de la croûte océanique.  <b>→ OCEANISATION</b>            Se déposent alors les sédiments postrift datant du Jurassique supérieur et du Crétacé</p>
	<p>A -80 Ma, l'Afrique, repoussée vers l'Europe de par la naissance de l'océan Atlantique, cause la compression.            Ceci est à l'origine de la subduction de la croûte océanique du côté de la plaque africaine.  <b>→ SUBDUCTION</b></p>
	<p>Depuis -30 Ma, la subduction a fait place à une collision. De cette collision il y a différents marqueurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le relief et la racine crustale</li> <li>• des plis, des failles et des nappes de charriage</li> <li>• différentes ophiolites (fragments de croûte océanique)</li> <li>• des blocs basculés</li> <li>• des sédiments de type marin</li> </ul> <p><b>→ COLLISION (et OBDUCTION)</b></p>