

Chapitre 2 : la formation d'une chaîne de montagnes

Programme :

Les chaînes de montagnes présentent souvent les traces d'un domaine océanique disparu (ophiolites) et d'anciennes marges continentales passives. La « suture » de matériaux océaniques résulte de l'affrontement de deux lithosphères continentales (collision). Tandis que l'essentiel de la lithosphère continentale continue de subduire, la partie supérieure de la croûte s'épaissit par empilement de nappes dans la zone de contact entre les deux plaques. Les matériaux océaniques et continentaux montrent les traces d'une transformation minéralogique à grande profondeur au cours de la subduction. La différence de densité entre l'asthénosphère et la lithosphère océanique âgée est la principale cause de la subduction. En s'éloignant de la dorsale, la lithosphère océanique se refroidit et s'épaissit. L'augmentation de sa densité au-delà d'un seuil d'équilibre explique son plongement dans l'asthénosphère. En surface, son âge n'excède pas 200 Ma.

Voir le schéma de la formation d'une chaîne de montagnes, page 177 du Belin.

Introduction

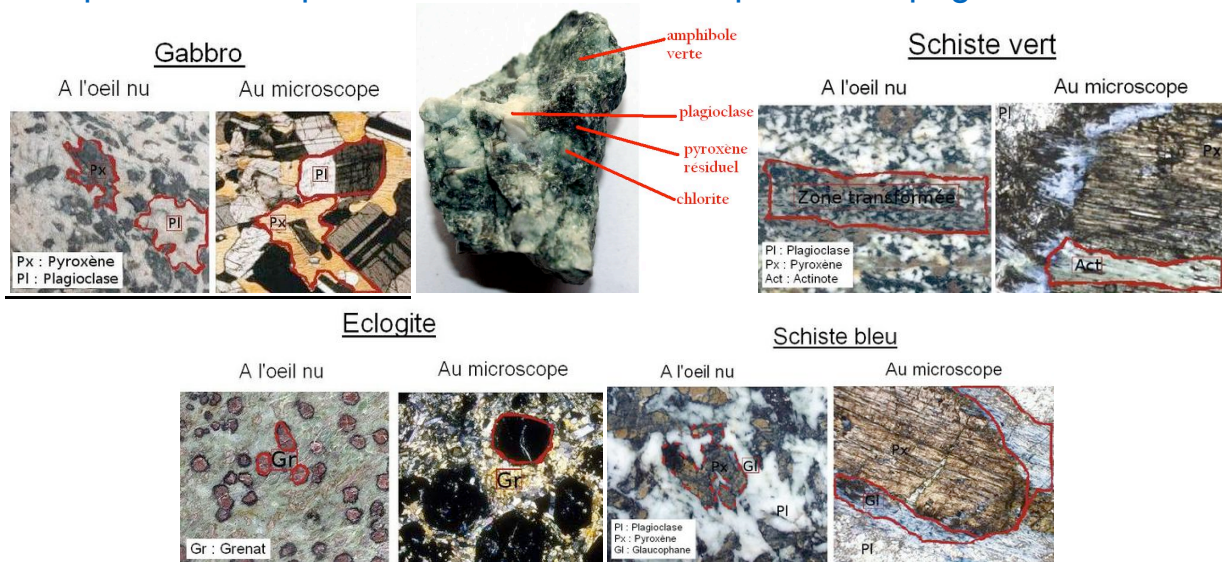
Les chaînes de montagnes se forment par collision de deux domaines continentaux (voir animation) ; avant la collision, l'océan séparant les deux domaines a disparu par subduction. Quelles sont les preuves qui nous permettent d'affirmer qu'une chaîne de montagnes résulte de la collision de deux domaines continentaux ?

- 1- Des indices d'une subduction passée :
- 2- Des indices de la fermeture d'un océan :
- 3- Des indices de marges continentales :
- 4- Des indices d'une collision continentale :
- 5- Le moteur de la subduction

1- Des indices d'une subduction passée :

Activité : voir fiche TP à remplir

http://media-crdp.net/dev/livre_enrichi/chapitre.html?page=tt1st2c2ua



Bilan

- Présence de roches dont les minéraux présentent des transformations liées à la subduction (**pages 168 et 169**); notion de métamorphisme
- Dans un contexte de convergence de plaques lithosphériques, la formation d'une chaîne débute par une **subduction** océanique. (les métagabbros à glaucophane en témoignent ainsi que les éclogites à grenat et jadéite)

Exercice Coésite

Au cœur des chaînes de montagnes on observe des roches appelées ophiolites.

En quoi ces ophiolites renseignent-elles sur la formation des chaînes de montagnes ?

2- Des indices de la fermeture d'un ancien océan

Matériel : gabbros, schistes verts, schistes bleus, péridotite, serpentinite, basalte + basalte en coussin du Chenaillet... une radiolarite ?

Activités :

A partir de l'analyse des documents Page 164-165, montrez que la présence des ophiolites témoigne d'une fermeture d'un océan pris en sandwich entre deux marges continentales.

Sur la carte des Alpes, on peut voir des échantillons de roches ayant appartenu au domaine océanique :

- Sédiments océaniques, des radiolarites (-170Ma) entourant des structures appelées ophiolites ;

Examinons les ophiolites du Chenaillet : que nous apprennent ces roches ?

Dessin en coupe : basaltes en coussins + filons de basaltes + gabbros + péridotites serpentinisées... image d'une croûte océanique !

Reconstitution de l'océan liguro-piémontais vers 145Ma

Bilan :

- Des lambeaux de LO= les ophiolites, vestiges d'un océan disparu, l'océan liguro-piémontais bordant un domaine beaucoup plus vaste appelé **la Téthys**.
- La subduction entraîne la **fermeture de l'océan** puis l'entrée en **collision** des deux lithosphères continentales. La limite entre les deux s'appelle la **suture continentale** qui forme comme un bourrelet, (une sorte de cicatrice : les ophiolites en témoignent)

Exercice : les roches vertes de Chamrousse

Coupe Nord-Ouest sud-est dans les Alpes

Les ophiolites sont la preuve d'un ancien océan et tout océan est bordé de marges continentales ; on doit logiquement en retrouver dans les Alpes.

3- Des indices de marges continentales

Activités : réalisez l'exercice proposé sur les terrains de Grisons dans les Alpes suisses-autrichiennes.

Schéma à dessiner : reconstituez l'histoire de cet affleurement

Etape 1 : roches horizontales, couches continues = dépôt des roches sédimentaires pré-rift

Etape 2 : fracturation, apparition d'une faille = début de formation d'un rift

Etape 3 : basculement des blocs, système en extension = rifting

Etape 4 : Remplissage des trous formés par le basculement des blocs =dépôt des roches sédimentaires syn-rift (syn=pendant)

Etape 5 : Dépôt des roches sédimentaires au-dessus après la formation du rift (ou post-rift)

Bilan :

- On trouve dans les Alpes des zones montrant des domaines faillés mais les failles sont des failles **normales** ; or dans les domaines en compression les failles sont des failles **inverses** alors que les failles normales appartiennent aux marges continentales car ce sont les zones de transition entre domaines continental et domaine océanique ;
- Deux anciennes marges continentales passives peu déformées. Autrefois séparées par un océan, elles se trouvent rapprochées au sein d'un massif montagneux (p 166);

Quels sont les indices d'une collision à l'échelle continentale ?

4- Des indices d'une collision continentale :

a- A l'échelle locale : rappels chapitre 1

Plis : synclinal anticlinal

Faille : inverse allongement vertical + raccourcissement horizontal

(Comparaison avec Failles normales = allongement horizontal + raccourcissement vertical)

Nappes de charriages (cf cirque de Barrosa, fichier sur « innover en svt ») : dessin d'une colonne de roches avec discontinuité.

<u>Etat initial :</u> Longueur : L1	<u>Système en extension :</u> Jeu de failles normales Longueur L2 Résultat : amincissement de la croûte continentale	<u>Système en compression :</u> Jeu de failles inverses Longueur L3 Résultat : épaisissement de la croûte continentale
---	--	--

$$L3 < L1 < L2$$

b- A l'échelle continentale

Activités :

A partir des documents expliquez comment se traduit à l'échelle continentale la collision à l'origine d'une chaîne de montagnes.

Document : Tomographie sismique à travers les Alpes

Les zones bleues correspondent à des zones d'anomalies négatives à savoir des roches plus chaudes que la moyenne ; les zones rouges correspondent à des anomalies positives à savoir des zones plus froides que la moyenne. (Voir page 376 du livre pour réviser le principe)

Bilan :

- Profil ECORS ou tomographie sismique : **deux techniques basées sur la propagation des ondes sismiques montrent des chevauchements de grande ampleur**: la croûte se découpe en panneaux qui se superposent les uns sur les autres créant l'épaisseur de 50kms sous les Alpes.
- Tout se passe comme si la plaque africaine venait chevaucher la plaque européenne qui semble passer en subduction ;
- On en déduit que l'océan liguro-piémontais était lié à la plaque européenne et a disparu sous la plaque africaine.

Comment expliquer que la plaque européenne soit passée en subduction au niveau de sa partie océanique mais pas au niveau de sa partie continentale ?

4- Le moteur de la subduction

Activité :

Réalisez les calculs proposés sur la fiche intitulée « le moteur de la subduction »

Age de la LO (en 10 ⁶ Ma)		2	10	15	25	30	40	60
Distance à l'axe de la dorsale (en km)		160	800	1200	2000	2400	3200	4800
Epaisseur de la LO (en km)	Croute	5	5	5	5	5	5	5
	manteau	8	24	31	41	45	53	66
Masse d'une colonne de LO de surface égale à 1 m ² (en 10 ³ tonnes)		40,4	93,2	116,3	149,3	162,5	188,9	231,8
Masse d'une colonne d'asthénosphère de même surface et de même épaisseur (en 10 ³ tonnes)		41,6	94,2	115,2	147,2	160	185,6	227,2

Bilan :

- Au fur et à mesure que la croûte océanique vieillit et s'éloigne de la dorsale, elle s'épaissit par **ajout d'une semelle** de manteau lithosphérique. En effet, on remarque que l'isotherme 1300°C marquant sa limite inférieure est de plus en plus profond. (**doc 2 page 172**)
- Cet épaississement entraîne l'**augmentation de la densité** et donc de la profondeur de la lithosphère océanique : on parle de **subsidence thermique**. (**doc 3 et 4 page 172**)

- A partir d'un certain âge, la densité de la lithosphère océanique devient supérieure à celle de l'asthénosphère. **L'équilibre isostatique est rompu** et, avec un certain retard, la lithosphère océanique plonge dans l'asthénosphère : c'est le début de la subduction. **(voir doc 5 page 173 et TP5)**
- La lithosphère plongeante **tracte le reste de la plaque lithosphérique**. La subduction a ainsi un rôle de moteur dans la tectonique des plaques.

Conclusion :

Les chaînes de montagne résultent d'une collision entre deux plaques continentales dont les sommets témoignent d'un empilement plurikilométrique de roches.

Les mouvements de convergence peuvent s'arrêter soudainement, et l'altitude diminuera inexorablement : les Alpes deviendront dans 5 à 10 Ma des montagnes comme les Vosges ou le massif central.

Quels sont les processus qui interviennent dans le démantèlement d'une chaîne de montagne ? C'est ce que nous verrons dans le chapitre 4, mais en attendant, voyons comment la croûte continentale s'est formée depuis 4 Ga.