

1ère Partie : L'histoire des Alpes

La collision de deux plaques entraîne la déformation des roches impliquées et la formation de chaînes de montagnes. Les Alpes constituent une chaîne de montagne arquée avec reliefs élevés sur plus de 1800 km. Les structures observables dans les Alpes, les roches, les formations géologiques et leurs dispositions témoignent de l'histoire géologique de cette chaîne de montagne. Quels sont les marqueurs géologiques de la chaîne alpine permettant de montrer qu'elle résulte d'une collision de deux lithosphères continentales autrefois séparées par un océan ?

Nous nous intéresserons dans une première partie aux traces d'un ancien océan alpin puis nous étudierons les indices de la subduction et de la collision que l'on trouve dans les Alpes.

I - Les marqueurs géologiques témoins de l'océan alpin

1 - Les blocs basculés

Lors de l'ouverture d'un océan, la fracturation de la lithosphère continentale est à l'origine des blocs basculés séparés par failles listriques qui sont les témoins d'une zone de distension. Ces blocs (ex : massif de Taillefer et de la Mure à Bourg d'Oisans) sont des anciennes marges passives et caractérisent la formation d'un rift au sein d'une croûte continentale c'est-à-dire les témoins du socle lors de l'ouverture d'un futur océan alpin. L'âge de cette ouverture, séparant le continent Africain du continent Européen, datée à partir des sédiments pré-, syn- et post-rift, va du Trias au Jurassique moyen.

2 - Les ophiolites

Les ophiolites sont un ensemble de roches appartenant à une portion de lithosphère océanique, charriée sur un continent lors d'un phénomène de convergence de deux plaques lithosphériques par obduction. Elles sont constituées de basaltes en coussins, de gabbros et de péridotites altérées (serpentine). Ces roches, témoins d'un ancien plancher océanique, se sont mises en place lors de l'expansion océanique de l'océan alpin du Jurassique moyen au Crétacé.

3 - Les roches sédimentaires

Des importantes strates sédimentaires sont observables dans les Alpes (calcaires et marnes à Ammonites, Radiolarites). Ces sédiments se sont déposés sur le plancher océanique lors de l'expansion océanique entre -220Ma et -160 Ma.

Schéma 1 : a. Formation du rift **b.** Ouverture du rift et formation du plancher océanique **c.** Extension océanique et sédimentation.

L'océan a ensuite cessé de s'étendre et a commencé à disparaître par subduction, quels sont les indices de cette convergence ?

II - La convergence

1 – La subduction alpine

les présences, dans le massif de Belledune de schistes verts à Hornblende, dans les massif du Queyras de schistes bleus à glaucophane et, au mont Viso, des Eclogites à grenat associées aux ophiolites sont les marqueurs (métagabbros) d'un métamorphisme que l'on rencontre dans les zones de subduction. Ces transformations à l'état solide affectent la lithosphère océanique subduite : la glaucophane et le grenat sont deux minéraux caractéristiques de ces conditions de pression et de température pour des pressions de plus en plus élevées et donc un enfoncement de la croûte océanique : la glaucophane apparaîtra en

premier, puis la jadéite et enfin le grenat. Ce sont des témoins minéralogiques de la subduction de la plaque Européenne sous la plaque Africaine au Crétacé avec la disparition de l'océan alpin.

Schéma 2 simplifié de la subduction alpine.

2 - La collision des deux lithosphères continentales

La présence de nappes de charriages, de failles inverses et de plis est caractéristique des zones de convergences lors de la collision de deux lithosphères continentales avec un épaissement important responsable d'un relief considérable. Il est visible sur les profils sismiques avec une racine crustale profonde (50 km).

Schéma 3 simplifié des Alpes : *ce schéma comporte les marqueurs de l'ouverture océanique (blocs basculés, ophiolites peu métamorphisées, métagabbros HP-BT) ainsi que les marqueurs de collision (chevauchements, racine crustale, plis et failles).*

Conclusion

De très nombreux marqueurs témoignent de l'histoire des Alpes. Elle a commencé au Trias avec la formation d'un océan qui a disparu au Crétacé lors d'une subduction de la plaque océanique alpine sous la plaque africaine. Les deux lithosphères continentales européenne et africaine sont alors rentrées en collision il y a 50 Ma.

2nd Partie : Une croûte continentale de plus de 30km d'épaisseur

Les continents sont constitués d'une lithosphère continentale qui repose en équilibre sur l'asthénosphère. La croûte continentale représente la partie supérieure de la lithosphère continentale et on a longtemps pensé qu'elle ne pouvait pas avoir une épaisseur supérieure à 30 km.

Quels sont les arguments qui ont permis de remettre en cause cette affirmation ?

A partir de l'étude des documents proposés nous présenterons deux arguments.

I – Premier argument : un Moho à 60 km de profondeur sous les Alpes

Le document 1 présente une carte des profondeurs actuelles du Moho dans la partie Est de la France. Il nous indique que le Moho constitue une discontinuité qui limite la croûte du manteau.

Nous remarquons que dans la zone centrale des Alpes le Moho peut atteindre, par endroits, 50 à 60 km de profondeur.

Ceci constitue donc un argument nous permettant de dire que la croûte continentale est plus épaisse que 30 km, en particulier dans les massifs montagneux.

Demandons-nous si nous pouvons trouver des indices minéralogiques qui confirment ce fait.

II – Deuxième argument : un minéral formé à plus de 120 km de profondeur dans une roche de la croûte continentale

Le document 2 fournit une observation microscopique d'une quartzite, ancienne roche sédimentaire de la croûte continentale. On y trouve du quartz, du grenat et de la coésite. Le quartz entoure la coésite, et l'ensemble quartz-coésite est entouré de grenat.

Le document 3 indique les domaines de stabilité du quartz et de la coésite. On observe, au niveau du géotherme continental, que le quartz est la forme présente dans les 120 premiers kilomètres de profondeur et que la coésite est la forme stable pour des profondeurs plus grandes.

La présence de coésite dans une ancienne roche sédimentaire de la croûte continentale montre que cette croûte a été portée pendant un certains temps à des profondeurs de plus de 120 km. On peut imaginer qu'un bloc a été entraîné par une subduction continentale à ces profondeurs. A cette période, on peut alors imaginer que la croûte avait plus de 120 km d'épaisseur.

Ceci constitue donc un argument supplémentaire nous permettant de dire que la croûte continentale peut-être plus épaisse que 30 km.

Bilan

L'affirmation que la croûte continentale ne pouvait pas avoir une épaisseur supérieure à 30 km ne tient pas au regard des observations faites dans les Alpes. L'épaisseur actuelle de la croûte peut atteindre 50 à 60 km dans les Alpes, et dans le passé, elle a pu atteindre plus de 120 km. Ces données sont en accord avec nos connaissances sur le fait qu'un relief positif, telle une chaîne de montagnes, possède, en profondeur une importante racine crustale.