



## La convergence lithosphérique et ses effets - sujet type II b -

(résolution d'un problème scientifique à partir de l'exploitation de documents en relation avec les connaissances)

■ On veut confronter des objets géologiques identifiés dans les régions du Chenaillet et du Queyras (Alpes françaises) à un modèle de l'histoire des Alpes. On dispose pour cela de données pétrographiques (document 1), d'une grille pétrogénétique (document 2) et des premières étapes d'un modèle actuel de l'histoire géologique des Alpes (document 3).

☞ à partir de la mise en relation des informations tirées de l'analyse des documents 1 et 2, **montrer** que les roches R1 et R2 témoignent de certaines étapes du modèle actuel de l'histoire des Alpes présentées dans le document 3. Les roches R0, R1 et R2 devront être positionnées sur les schémas des documents 2 et 3.

### Remarque préalable : le sens du sujet de type IIb

Ce type de sujet ne doit en aucun cas être confondu avec un sujet de type I : il ne faut donc pas évoquer l'histoire des Alpes en prenant appui sur les schémas du doc. 3 et quand l'occasion se présente évoquer le cas des roches R0, R1 et R2. Au contraire tout doit partir de l'analyse des doc. 1 et 2. De cette analyse on alors dégage des conclusions qui permettent de localiser les échantillons présentés sur les schémas. C'est cela que le sujet demande explicitement. Par ailleurs, l'histoire de salpes (= commentaire des schémas du doc. 3) est hors sujet. Seuls les événements relatés par les roches R0, R1 et R2 doivent être mentionnés.

### Proposition de corrigé

**Introduction** [rappel : l'introduction pose la ou les problématiques et présente le développement de l'exposé qui solutionnera cette problématique]

Actuellement des métagabbros ophiolitiques R1 et R2 sont observables en altitude dans des lieux différents des Alpes. Ils proviennent d'un échantillon originel, un gabbro R0. La nature de ces roches (gabbros) indique une origine océanique (croûte océanique). Dès lors se posent les questions suivantes : quelles informations ces roches nous apportent-elles sur l'histoire des Alpes ; peut-on retrouver grâce à ces échantillons les conditions physico-chimiques à l'origine de leur transformation ? Comment peut-on expliquer la contradiction (apparente) entre leur origine (croûte océanique) et leur position actuelle dans les Alpes (roches d'altitude) ?

L'étude des roches R0 à partir des reliques minéralogiques permettra d'évoquer l'ancien rift alpin ; les roches R1 seront mises en relation avec un vieillissement crustal et enfin les roches R2 nous permettront d'évoquer la subduction océanique.

#### I. Les roches R0, témoins d'un ancien rift de l'océan Alpin.

- ◆ Les roches R0, R1 et R2 possèdent toutes des plagioclases et des pyroxènes (doc. 1). De plus ces échantillons sont des roches grenues : même taille des cristaux. L'absence d'olivine, d'une part et l'absence de microlithes ou de verre d'autre part exclut les péridotites ou le basalte comme matériel originel de ces roches. Ceci est confirmé par le nom donné aux échantillons : métagabbros. ==> Ces roches R0, R1 et R2 appartiennent donc à la partie profonde de la croûte océanique (car les gabbros sont formés dans les parties basses de la chambre magmatique).
- ◆ La roche R0 (gabbro originel) contenait donc des plagioclases et des pyroxènes, et doit être placée dans le domaine A de la grille pétrogénétique (doc. 2) ce domaine correspond à des températures élevées et des pressions basses. Ce sont effectivement les conditions qui règnent aux abords d'une chambre magmatique. L'échantillon témoigne donc d'un rift (Alpin) et cet échantillon peut être placé sur le schéma 140 Ma du doc. 3. Ce schéma montre l'ouverture **océanique** et la présence d'une lithosphère océanique se formant à partir du rift. C'est au niveau du **rift** que cet échantillon doit être placé, dans la partie basse de la croûte océanique.

#### II. Les roches R1, témoins d'un lithosphère océanique vieillissante

- ◆ Les roches R1 possèdent encore Pyroxènes et Plagioclases : ce sont donc d'anciens gabbros tels que R0. Par contre on observe l'existence de 2 minéraux nouveaux : amphibole et chlorite. Les minéraux pyroxènes, amphibole, plagioclase étant inclus dans la chlorite, d'après le principe d'inclusion, ces minéraux sont plus anciens que la chlorite et cette dernière semble donc être le dernier minéral formé (doc. 1). Cette transformation à l'état solide justifie le terme de métagabbro attribué à R1.
- ◆ Les équations 1 et 2 (doc. 2) rendent compte de la présence de ces nouveaux minéraux. Ces transformations nécessitent un apport important d'eau, donc une **hydratation**. Cette eau ne peut venir que de l'océan Alpin ancien.
- ◆ Les minéraux présents dans R1 permettent de localiser cet échantillon dans le domaine C de la grille pétrogénétique. Cette association correspond au faciès des **schistes verts**. Les conditions P et T par rapport à R0 se sont modifiées : pour une pression qui reste du même ordre (pression faible donc échantillon peu profond), la température s'est considérablement refroidie
- ◆ ==> on peut donc dégager que la croûte océanique s'est hydratée (au contact de l'océan), s'est refroidie : c'est donc une croûte océanique vieillissante. De quelle lithosphère s'agit-il ? De la lithosphère de la plaque africaine ou celle de la plaque européenne ? Nous savons que l'échantillon R1 n'a jamais connu de conditions P,T traduisant un enfouissement : si cela avait été le cas, il renfermerait des minéraux reliques témoignant de ces conditions telles que la glaucophane ou la jadéite, voire le grenat : cela n'est pas le cas. Or les schémas du doc. 3 montrent que la croûte de la partie européenne est **subduite**. En aucun cas R1 ne peut donc appartenir à cette lithosphère océanique. Nous savons par ailleurs que la lithosphère océanique « Africaine » a été **obductée**, charriée sur le continent européen et dans ces conditions n'a pu connaître de fortes pressions. On peut s'étonner de l'absence de lithosphère océanique obduite sur le schéma 80 Ma et on peut donc douter de sa justesse scientifique. Pour résoudre la question du positionnement, il reste donc à placer l'échantillon sur le schéma 140 Ma, côté Africain, le plus éloigné possible du rift.

### III. Les roches R2, témoins d'une ancienne subduction océanique

- ◆ Les roches R2 possèdent toujours Pyroxènes et Plagioclases (cf. II : donc anciens gabbros tels que R0). La chlorite et l'amphibole verte n'existe plus mais sont présentes, la **glaucophane** (amphibole bleue), postérieure au pyroxène (car ce dernier est inclus dans la glaucophane) et la **jadéite** (=pyroxène vert). Le grenat est absent (doc. 1).
- ◆ Cette association minérale fait placer R2 dans le domaine E de la grille pétrogénétique (doc. 2), c'est-à-dire le faciès des **schistes bleus**. Par contre l'absence de grenat empêche l'appartenance au domaine F des éclogites. On en déduit, par lecture des conditions P,T sur la grille pétrogénétique une augmentation considérable de la Pression (P) sans changement notable de la température qui reste froide. ==> il s'agit donc du passage en profondeur d'un matériel froid. C'est la lithosphère océanique de la plaque européenne du schéma 80 Ma du document 3. Qui peut rendre compte de ce phénomène : c'est une **subduction**.
- ◆ Les équations 3 et 4 du document 2 rendent compte des transformations minérales observées par l'étude des échantillons. Ces équations traduisent une immense déshydratation des roches. On sait par ailleurs que cette eau libérée a un rôle de fondant des péridotites qui génèrent alors un magma à l'origine du volcanisme de subduction ==> ce rappel des acquis de terminale permet donc de localiser l'échantillon aux alentours de la verticale passant par le volcanisme de subduction (dessin 80 Ma du doc. 3c).

#### Conclusion

Certains sommets alpins sont donc des témoins d'une ouverture océanique (R1, Chenaillet) ou d'une subduction océanique (R2, Queyras). Du point de vue des mouvements convectifs, cela correspond au passage d'une divergence à une convergence. Mais comment expliquer la présence en altitude de roches d'origine profonde ? C'est par dénudation, sous l'effet de l'érosion, que tout cela est rendu possible. Mais c'est un autre sujet, car le document 3 ne présente pas les schémas correspondant à cette partie de l'histoire Alpine...

#### Éléments du Barème :

##### A. Roche R0 / 3 pts

A1 : gabbro originel constitué de pyroxène et plagioclase : 1pt

A2 : Domaine A de la grille pétrogénétique : T élevée et Basse Pression. : 1pt

A3 : Position de R0 : Rift médio Océan Alpin : 1pt

##### B. Roches R1 et R2 (et R0) / 2 pts

B1 : roches grenues avec absence d'olivine et absence de verre ou de microlithes : 1pt

B2 : conclusion : ces roches appartiennent à la partie basale de la croûte océanique : 1pt

##### C. Analyse des informations relatives à R1 / 6,5 pts

C1 : présence d'amphibole et de chlorites ; les équations 1 et 2 (doc. 2) rendent compte des transformations minérales ; apport d'eau (hydratation des minéraux) et origine de l'eau : 2 pts

C2 : domaine C de grille pétrogénétique (doc. 2) - faciès schistes verts—conditions T et P faibles—conséquences : 1,5 pt

C3 : R1 correspond à expansion océanique, croûte vieillissante, se retrouve sur Chenaillet par obduction—démonstration de la lithosphère océanique africaine impliquée et bonne position de R1 : 3 pts

##### D. Analyse des informations relatives à R2 / 7 pts

D1 : présence de glaucophane—jadéite et absence de grenat ; analyse géométrique des minéraux au sein de la lame mince : 1pt

D2 : équation explicite 3 et 4 pour expliquer les nouveaux minéraux—déshydratation : 1,5 pt

D3 : domaine E de grille pétrogénétique (doc. 2) - faciès schistes bleus—conditions T faible et P forte et P faibles—conséquences : 1,5 pt

D4 : Forte pression et faible température ==> matériel froid qui plonge / libération d'eau, fusion partielle du manteau (doc. 3 schéma 80 Ma) ==> R1 est à la verticale de ces phénomènes, bonne position de R1 : 3 pts

##### E. Enchaînement logique des idées, organisation de la composition / 1,5 pts (un plan n'était pas attendu)

2 / 2

contT383

#### Document 3 : premières étapes d'un modèle géologique des Alpes

