

2ème PARTIE - Exercice 2 - Pratique d'une démarche scientifique ancrée dans des connaissances (Enseignement Obligatoire).

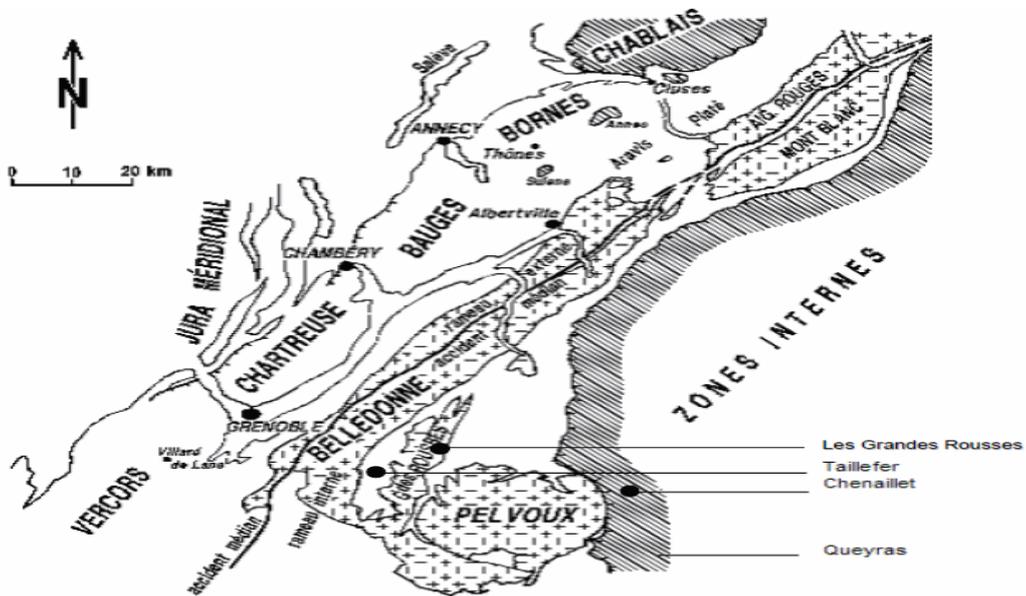
LE DOMAINE CONTINENTAL ET SA DYNAMIQUE

À la recherche de l'océan alpin

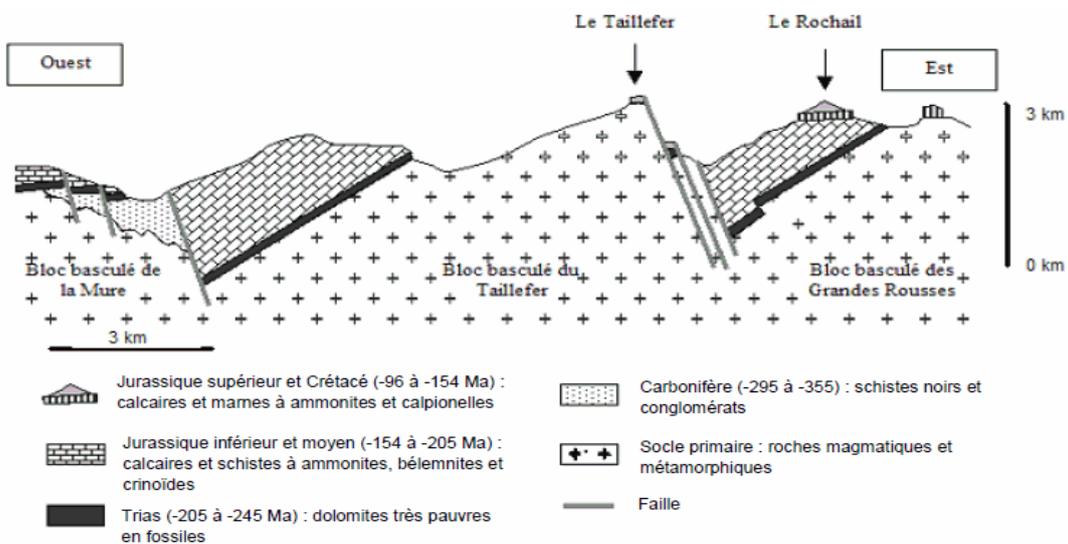
Au cours d'un stage de géologie dans les Alpes, des étudiants cherchent des indices de l'existence d'un ancien océan alpin qui aurait disparu.

À partir des documents proposés et des connaissances, présenter des indices témoignant de l'ouverture d'un océan alpin puis de sa fermeture.

Document de référence : localisation des différents sites visités lors du stage.

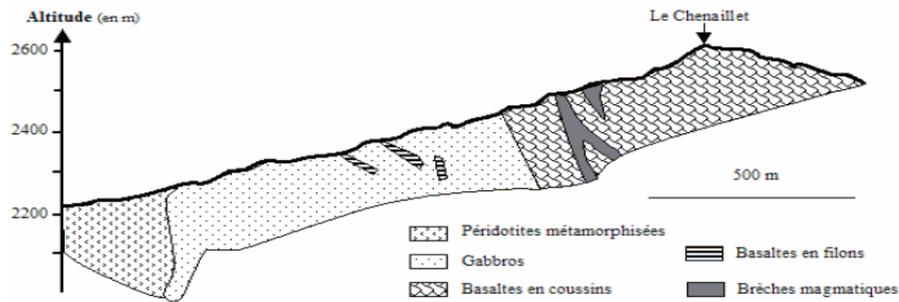


Document 1 : Schéma représentant une coupe des blocs basculés* au niveau des massifs de la Mure, du Taillefer et du Rochoail. *Les blocs basculés sont les vestiges d'une marge continentale passive.

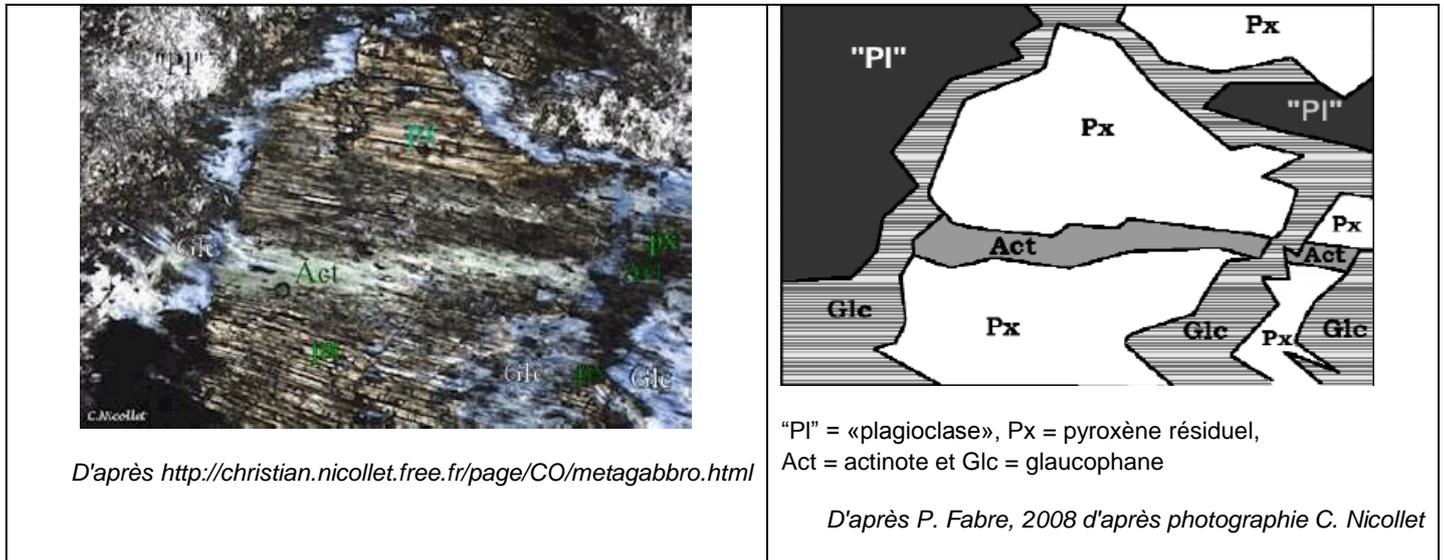


Ammonites et Bélemnites : mollusques marins pélagiques (nageant en pleine mer).
 Crinoïdes : organismes benthiques (fixés sur les fonds marins).
 Calpionelles : organismes unicellulaires marins pélagiques.

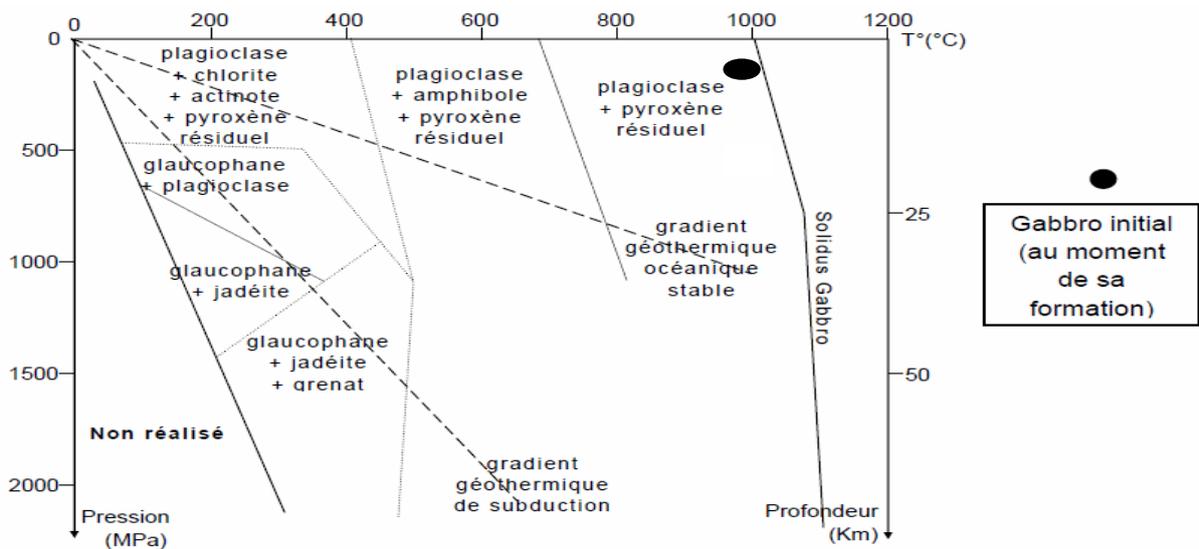
Document 2 : Coupe géologique schématique des ophiolites du Chenaillet



Document 3 : lame mince de métagabbro à glaucophane trouvé dans la vallée du Guil dans le Queyras



Document 4 : Les domaines de stabilité des minéraux en fonction de la température et de la pression



Quelques réactions du métamorphisme :

- Plagioclase + Pyroxène + eau \longrightarrow Amphibole
- Plagioclase + Amphibole + eau \longrightarrow Chlorite + Actinote
- Plagioclase + Actinote + Chlorite \longrightarrow Glaucophane + eau
- Plagioclase + Glaucophane \longrightarrow Grenat + Jadéite + eau

Dans les Alpes, des étudiants cherchent des indices témoignant de l'ouverture d'un océan puis de sa fermeture. Pour cela, différents sites sont visités: le massif du Taillefer et des Grandes Rousses ainsi que de la Mure puis un peu plus au sud le massif du Chenaillet et enfin la vallée du Guil dans le Queyras.
Ces étudiants doivent montrer que le 1^{er} site et le 2^{ème} site montrent des indices de la naissance d'un océan et que le 3^{ème} site montre des indices de sa disparition.

• **Des indices de la naissance d'un océan**

Doc.1: Il s'agit d'un schéma représentant une coupe de blocs basculés au niveau du 1^{er} site visité. Cet ensemble s'étend, d'après l'échelle, sur environ une quinzaine de kilomètres.

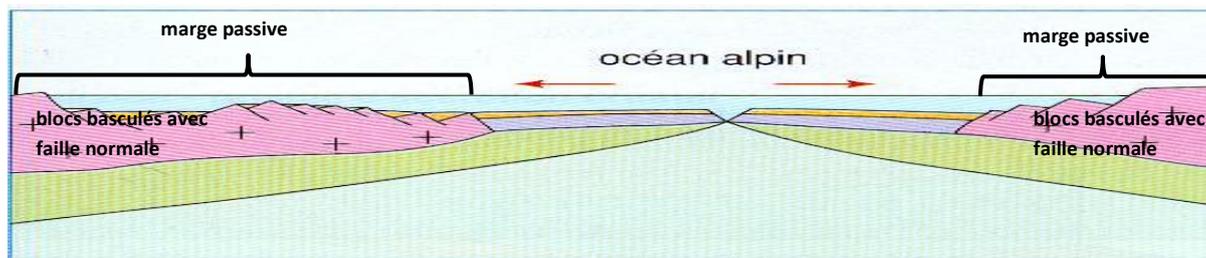
Ces blocs, composés d'un socle primaire, sont séparés par des failles normales.

⇒ Cela permet de déduire qu'ils se sont fracturés dans un contexte d'extension. D'autre part, il est précisé que ces blocs constituent les vestiges d'une ancienne marge continentale passive.

⇒ Or, les étudiants savent que les marges continentales passives bordent les océans.

D'autre part, le socle primaire est recouvert par des sédiments contenant des fossiles marins comme des ammonites et des Bélemnites ou encore des crinoïdes.

⇒ La présence de ces fossiles témoigne que les marges passives se trouvaient dans un bassin sédimentaire marin.



Doc.2: Il s'agit d'une coupe réalisée d'après une observation du massif du Chenaillet dont le sommet culmine à 2600 m. Ce massif s'étend sur environ 2 km d'après l'échelle. L'ensemble des roches observé est appelé ophiolite.

Les étudiants ont échantillonné successivement:

- à 2200 m, des péridotites métamorphisées. Or, les étudiants savent que ces roches, composées de pyroxène et d'olivine, sont caractéristiques du manteau.
 - puis entre 2200 et 2400 m, ils ont échantillonné des gabbros. Or, les étudiants savent que cette roche magmatique plutonique composée de feldspath plagioclase et de pyroxène est caractéristique de la croûte océanique. Au sein de ces gabbros, ils repèrent également des basaltes en filon.
 - enfin, de 2400 à 2600 m, ils échantillonnent des basaltes en coussins. Or, les étudiants savent que les basaltes sont des roches magmatiques volcaniques. La forme particulière de cet ensemble en coussin montre que la lave a subi un refroidissement très rapide sous l'eau (voir <https://lc.cx/JApH>). Ces basaltes sont caractéristiques aussi de la croûte océanique.
- ⇒ Les étudiants peuvent en déduire que le massif du Chenaillet est composé d'une succession de roches, péridotites, gabbros puis basalte caractéristiques de la lithosphère océanique. Ils ont donc trouvé ici un indice de la présence d'un océan, aujourd'hui disparu. Cet ensemble est appelé ophiolites, vestige d'une lithosphère océanique.

Ils vont maintenant à la recherche d'indices de la disparition de cet océan.

Doc.3 et 4:

Dans le document 3, il s'agit d'une lame mince d'un métagabbro récolté sur le 3^{ème} site, dans la vallée du Guil.

Après observation de la lame mince, les étudiants peuvent observer que ce métagabbro est composé de feldspath plagioclase, de pyroxène.

⇒ Or, ils savent que ces deux minéraux sont caractéristiques du gabbro. Lors de la cristallisation en profondeur du magma, ces deux minéraux sont formés.

D'après le diagramme pression-température du document 4, le gabbro initial se forme dans des conditions de température de l'ordre de 1000°C et à une dizaine de kilomètre de profondeur (soit à une pression de moins de 250MPa).

Mais ils observent également des minéraux qui ne sont pas présents dans un gabbro initial: l'actinote et la glaucophane. Ils observent également que l'actinote recoupe le pyroxène et que la glaucophane s'est formée autour (en "auréole") du pyroxène.

⇒ Les étudiants en déduisent que ces deux minéraux se sont formés après le pyroxène et le plagioclase.

D'après le diagramme pression-température, l'actinote est un minéral qui est stable dans un domaine de température relativement faible de l'ordre de 400 à 200°C et compatible avec la présence de plagioclase et de

pyroxène.

D'autre part, ils notent que l'actinote se forme par transformation métamorphique à partir de plagioclase, d'amphibole et d'eau.

- ⇒ Les étudiants émettent alors l'hypothèse que le gabbro initial a été porté à de plus faible température permettant l'apparition de l'actinote et par hydratation de la croûte océanique. Ils émettent l'hypothèse que les transformations minéralogiques ont permis dans un premier temps l'apparition d'amphibole à partir de plagioclase, de pyroxène et d'eau sous l'effet d'une diminution de température puis l'apparition d'actinote.

Par contre, l'association plagioclase et glaucophane est stable dans un domaine de température de l'ordre de 200 à 400°C mais dans un domaine de pression supérieur à 500MPa, soit une profondeur de l'ordre de 25 km.

- ⇒ Les étudiants en déduisent que le métagabbro à glaucophane a été porté à une profondeur de 25 km.

D'autre part, ils notent que la glaucophane se forme par réaction métamorphique à partir de plagioclase, d'actinote et de chlorite. Cette réaction libère de l'eau.

- ⇒ Les étudiants en déduisent que la lithosphère océanique a été entraînée en profondeur par subduction. La croûte océanique et donc les gabbros qui la composent, a été soumise à de plus fortes pressions qui ont provoqué des transformations minéralogiques avec déshydratation.

(voir <https://lc.cx/JAxQ>)

Synthèse:

En regroupant l'ensemble des indices récoltés sur le terrain, les étudiants ont pu déterminer qu'il a existé un océan alpin: la présence d'ancienne marge passive (doc.1) qui prouve l'ouverture d'un océan, la présence d'ophiolite (doc.2) qui confirme la présence d'une ancienne lithosphère océanique. La présence de minéraux comme l'actinote dans le métagabbro à glaucophane (doc.3 et 4) atteste d'une première transformation métamorphique des roches de la lithosphère océanique pendant l'expansion océanique. On en déduit que la lithosphère océanique s'est refroidi et s'est hydratée au fur et à mesure de son éloignement de l'axe de la dorsale. Il s'agit d'un argument supplémentaire montrant qu'il y a eu expansion océanique.

Enfin, la présence de glaucophane dans des métagabbros (doc.3 et 4) montre que la lithosphère océanique a disparu par subduction.

Les étudiants, au cours de leur stage dans les Alpes, ont donc récolté différents indices témoignant de l'ouverture d'un océan alpin puis de sa fermeture.

