

Corrigé : *Des roches océaniques dans les Alpes* (ECE SVT 2025, sujet 60)

Introduction – Les ophiolites alpines

Les **ophiolites** sont des fragments de lithosphère océanique enfouis dans les chaînes de montagnes. Elles représentent la croûte et le manteau supérieurs des anciens océans, « échappés » à la subduction lors de la collision continentale svt.enseigne.ac-lyon.fr. Dans les Alpes, ces ophiolites témoignent de deux océans aujourd'hui disparus (l'océan rhéique et l'océan alpin cebac.fr) et forment des sutures tectoniques svt.enseigne.ac-lyon.fr. Étudier des échantillons de **métagabbro** (gabbros d'origine océanique transformés par métamorphisme) permet donc de reconstituer l'histoire de ces anciens océans. L'objectif est d'identifier, pour chaque lame mince, un minéral-clé qui renseigne sur les conditions de pression et de température subies, puis de relier ces conditions au bassin océanique et à la localisation (suture) correspondante.

Observations microscopiques et identification des minéraux

On examine au microscope polarisant (LPA = lumière polarisée analysée ; LPNA = lumière polarisée non analysée) trois métagabbros non étiquetés (échantillons 1, 2, 3). Pour chaque échantillon, on repère le minéral dominant issu de métamorphisme.

- **Échantillon 1 (Queyras) – glaucophane (schiste bleu)** : Cet échantillon est un schiste bleu très riche en glaucophane. Au microscope en LPA, le glaucophane apparaît bleu sombre (minéral amphibolique sodique) avec un fort pléochroïsme. En LPNA, il montre des interférences colorées typiques (couleurs pastel vives) dues à sa biréfringence modérée. Les grains sont allongés, souvent imbriqués avec de la plagioclase (albite) formant un aspect feuilleté.

Figure : lame mince d'échantillon 1 au microscope polarisant (LPNA). Les cristaux bleus sont du glaucophane, amphibole typique des schistes bleus fr.wikipedia.org, entourés de plagioclase albite (teintes roses/vertes selon l'orientation).

Le glaucophane (masse bleue) est le minéral-clé de l'échantillon 1 fr.wikipedia.org. Il provient de l'hydratation puis de la transformation haute-pression de roches basaltiques (gabbros hydratés) plongées en subduction fr.wikipedia.org. Noter aussi la présence éventuelle de mica blanc (phengite) ou d'épidote en moindre quantité, minéraux accessoires des schistes bleus. La texture feuilletée sans signes de cristallisation magmatique (aucun verre ni texture microgrenue classique de gabbro) confirme qu'il s'agit d'un métagabbro métamorphisé.

- **Échantillon 2 (Chenaillet) – hornblende (amphibolite)** : Cet échantillon contient en abondance de la **hornblende** (amphibole calcique) et de la plagioclase albite. En LPA, la hornblende apparaît en lames ou en aiguilles vert à vert sombre/bougainville, avec un

pléochroïsme marqué (verdissement selon l'orientation). En LPNA, ces cristaux montrent des interférences d'ordre élevé (jaunes à gris) et des clivages à 56°/124° caractéristiques. La plagioclase apparaît incolore et polysynthétiquement twinée, donnant un platinage noir/intense en LPNA. Il peut également y avoir de rares minéraux verts (chlorite, actinote) issus de l'hydratation.

La combinaison hornblende+plagioclase définit une **amphibolite**en.wikipedia.org issue du métamorphisme de gabbros. Elle contraste avec l'échantillon 1 par l'absence de glaucophane et la présence de hornblende brun-vert. Cette assemblage est typique du **faciès amphibolite**: roches ayant subi des températures élevées (~500 °C) et des pressions modéréesen.wikipedia.org[britannica.com](https://www.britannica.com). En pratique, cela traduit un métamorphisme de la croûte océanique en domaine de dorsale ou de bassin océanique, plutôt qu'en subduction profonde. Le tableau ressource associe ce profil à l'ophiolite du Chenaillet (âge ~198 Ma).

- **Échantillon 3 (Chamrousse) – hornblende (amphibolite)** : La lame mince montre également une amphibolite à hornblende abondante et plagioclase albite. La hornblende se présente en masses fibreuses ou en cristaux aciculaires bruns à verts en LPA, avec fort pléochroïsme, et des interférences colorées en LPNA semblables à l'échantillon 2. On peut noter la présence d'albite et peut-être un peu d'épidote. L'aspect est globalement similaire à l'échantillon 2, indiquant aussi un métamorphisme amphibolitiqueen.wikipedia.org[britannica.com](https://www.britannica.com).

Comme pour l'échantillon 2, le minéral-clé est la hornblende, indiquant des conditions T élevées. Le caractère presque exclusivement amphibolitique (peu ou pas de minéraux plus hydratés) suggère une exhumation de la croûte océanique ancienne sous des conditions comparables. Le tableau indique que ce profil correspond à l'ophiolite de Chamrousse (âge ~496 Ma). Aucun minéral de haute pression comme le glaucophane n'est présent, ce qui confirme un métamorphisme plus « froid » que le schiste bleu.

Conditions de pression/température et parcours géodynamique

L'identification des minéraux-clés permet de reconstituer les conditions métamorphiques et le contexte géodynamique de chaque échantillon :

- **Échantillon 1 (glaucophane)** : La présence de glaucophane bleu (amphibole sodique) signale un métamorphisme *hautes pressions, basses températures* typique du faciès « schiste bleu »fr.wikipedia.org. Ce faciès est caractéristique des zones de subduction continentale où la croûte océanique plonge profondément avant collision. On en déduit que l'échantillon 1 provient d'une ophiolite ayant vécu la subduction de l'océan alpin (Téthys), suivie de collision alpine. En effet, le tableau ressource identifie l'ophiolite du Queyras dans les Alpes externes (suture alpine) avec glaucophane et âge ~55–52 Ma. Ce minéral indique donc que l'échantillon 1 a été bloqué dans l'Océan alpin pendant l'éclatement jurassique et n'a subi un métamorphisme HP-BT qu'au moment de la fermeture alpine au Crétacé supérieur – Paléogène.
- **Échantillons 2 et 3 (hornblende)** : Les deux contiennent de la hornblende (amphibole calcique) sans glaucophane. C'est le signe d'un métamorphisme amphibolite, c'est-à-dire

températures élevées ($\approx 500^\circ\text{C}$) et pressions modérées en.wikipedia.org/britannica.com.

Ces conditions sont typiques de l'hydrothermalisme en ride océanique ou de l'enfouissement peu profond de l'écorce océanique. Contrairement au schiste bleu, il ne s'agit pas d'un plongement en subduction profonde. On en déduit que les échantillons 2 et 3 proviennent de roches d'océan exhumées lors de l'ouverture de l'océan concerné.

- *Échantillon 2 (Chenaillet)* : L'âge ~ 198 Ma (Trias supérieur) et l'amphibolite suggèrent l'expansion de l'océan alpin (Ouverture de la Téthys européenne). La hornblende reflète un métamorphisme hydrothermal en dorsale médio-océanique (cristallisation tardive, repositionnement tectonique). L'absence de minéraux HP indique que cette portion n'a pas été plongée en zone de subduction (elle a échappé à la subduction active).
- *Échantillon 3 (Chamrousse)* : L'âge très ancien (~ 496 Ma, Cambrien) et l'amphibolite pointent vers un océan paléozoïque (rhénan ou prototéthys) qui s'est ouvert et enrichi en roches mafiques. Il n'est pas lié directement à l'orogénèse alpine mais plutôt à un ancien cycle orogénique (proto-Paléozoïque). La hornblende signale là encore un métamorphisme amphibolite de type dorsale/rift.

En résumé, l'échantillon 1 (glaucophane) a subi un métamorphisme haute pression lors de la subduction alpine de l'océan alpin fr.wikipedia.org, tandis que les échantillons 2 et 3 (hornblende) proviennent de gabbros métamorphisés à la dorsale d'un océan ouvert (respectivement océan alpin pour le Chenaillet et océan paléozoïque rhénique pour le Chamrousse) en.wikipedia.org/britannica.com.

Stratégies complémentaires pour la provenance

Pour confirmer et affiner la localisation de chaque échantillon, on peut envisager :

- **Analyses géochimiques (OL, trace, isotopes)** : mesurer la composition des éléments rares (REY, Ti, V...) et les rapports isotopiques Sr–Nd–Pb dans le métagabbro. Par exemple, un métagabbro de dorsale océanique (MORB) présente une signature géochimique (faible Ti, rapports Nb/La caractéristiques) différente d'un métagabbro d'arc océanique. Ces données permettent de lier la roche à un type d'oceanisme (dorsale vs arc) ou de bassin particulier.
- **Datations absolues** : réaliser des datations radiométriques. Bien que les gabbros soient pauvres en zircons, on peut tenter de dater les amphiboles ou minéraux accessoires (U–Pb sur zircons accessoires, ou Ar–Ar sur hornblende) pour confirmer l'âge cristallin/métamorphique. Un âge proche de 198 Ma confirmerait l'origine Chenaillet, tandis qu'un âge cambrien appuierait l'origine Chamrousse.
- **Étude des roches associées** : chercher dans la même ophiolite des roches volcaniques ou sédimentaires typiques. Par exemple, la présence de basaltes en coussins triasiques ou de radiolarites jurassiques dans l'ophiolite du Chenaillet conforterait l'origine océan alpin. De même, dans l'Ophiolite du Queyras, la découverte de schistes lustrés adjacents ou d'éclogites archéennes confirmerait le contexte de subduction.
- **Carte géologique et géométrie des nappes** : recouper les données minéralogiques avec la position sur la carte. Les documents (carte géologique à 1/1 000 000) et les archives indiquent clairement que le Queyras (A) se trouve au pied des nappes internes subalpin,

le Chenaillet (B) dans la zone briançonnaise, et Chamrousse (C) dans les massifs cristallins externes.

Ces approches combinées (chimie, géochronologie, contexte régional) permettent de préciser l'origine océanique de chaque échantillon et de lever les ambiguïtés des analyses microscopiques seules.

Conclusion – Océan d'origine et localisation des échantillons

Les données conjuguées conduisent à identifier :

- **Échantillon 1 (Queyras)** : riche en glaucophane (schiste bleu), métamorphisme HP-BT, situe cette roche dans l'*ophiolite du Queyras*. Cette ophiolite est issue de l'*océan alpin* (Téthys), fermée à l'Éocène supérieur (55–52 Ma). On attribue donc l'échantillon 1 à l'ophiolite alpine, en contexte de subduction continentale fr.wikipedia.org.
- **Échantillon 2 (Chenaillet)** : minéraux amphibolitiques (hornblende) et âge ~198 Ma. Il correspond à l'*ophiolite du Chenaillet* dans les Alpes internes. Ce bassin s'est formé pendant le Trias-Trias par expansion de l'océan alpin, avec métamorphisme amphibolitique en ride océanique en.wikipedia.org/britannica.com.
- **Échantillon 3 (Chamrousse)** : amphibolite sans glaucophane, âge ~496 Ma. Il est identifiable à l'*ophiolite de Chamrousse* (massif cristallin externe). Cette tranche océanique correspond à un ancien océan paléozoïque (parfois assimilé à une partie de l'océan rhéique protovarisque) qui s'est ouvert au Cambrien. La hornblende témoigne d'un métamorphisme de dorsale abyssale.

Ainsi, chaque échantillon trouve sa « maison » dans les Alpes : A → Queyras (océan alpin, schiste bleu) fr.wikipedia.org, B → Chenaillet (océan alpin, amphibolite) en.wikipedia.org, C → Chamrousse (océan rhéique, amphibolite). Ces conclusions concordent avec le fait que les ophiolites alpines sont des témoins de deux océans disparus cebac.frsvt.enseigne.ac-lyon.fr.

Résumé par échantillon :

- *Échantillon 1* – glaucophane → métamorphisme subduction **HP-BT** → ophiolite Queyras → **océan alpin** (Téthys) fr.wikipedia.org.
- *Échantillon 2* – hornblende → faciès amphibolite (métamorphisme élevé T) → ophiolite Chenaillet → **océan alpin** (bassins triasiques) en.wikipedia.org.
- *Échantillon 3* – hornblende → faciès amphibolite → ophiolite Chamrousse → **océan rhéique** (ancien océan paléozoïque).

Chaque identification s'appuie sur l'association minéralogique observée et les âges absolus disponibles, confirmant ainsi la localisation géodynamique et l'origine océanique des trois métagabbros alpins.