

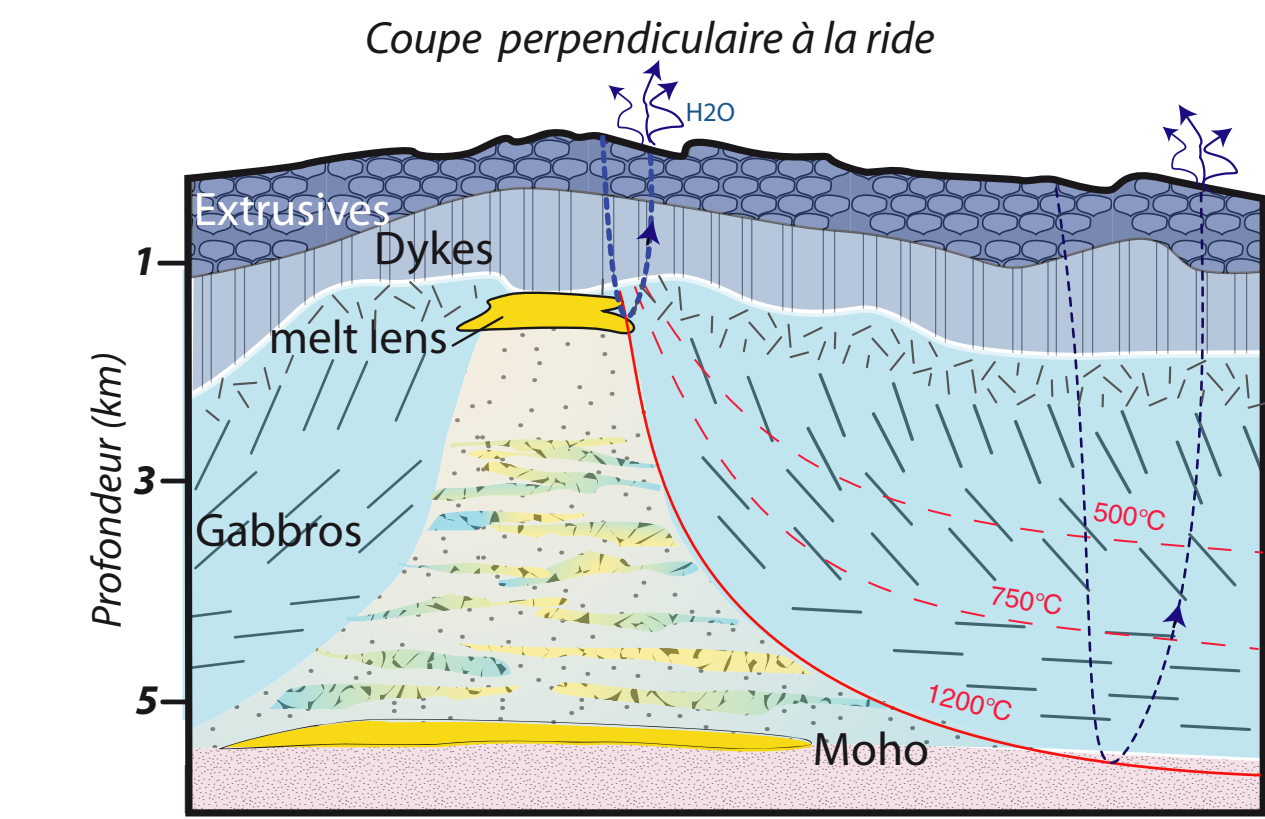
LE METAMORPHISME OCEANIQUE DANS LE COMPLEXE GABBROÏQUE DE L'OPHIOLITE D'OMAN.

NICOLLET Christian, DEBRET Baptiste Laboratoire Magmas et Volcans, Université Blaise Pascal - UMR 6524 - Clermont-Ferrand

FRANCE Lydéric Géosciences Montpellier - UMR 5243 - Montpellier ; maintenant au CRPG - UPR 2300 - Vandoeuvre-lès-Nancy

Le métamorphisme océanique au niveau des dorsales rapides

Au niveau d'une ride rapide, l'apport thermique est permanent, grâce à une production magmatique quasi-continue. Le refroidissement est brutal dans le complexe volcanique et filonien. Il devient de plus en plus lent avec la profondeur et en s'éloignant de la ride ; l'hydratation est importante jusqu'à la zone de racine du complexe filonien et les gabbros isotropes, au sommet du complexe gabbroïque. Cette hydratation devient faible en dessous dans les gabbros foliés et lités, mais persiste jusqu'au manteau où l'on trouve encore des minéraux hydratés.



Les paramètres du métamorphisme dans une ride à croissance rapide.

Les Gabbros Isotropes, sous le Complexe filonien

Vitesse de refroidissement et hydratation sont les deux paramètres majeurs du métamorphisme océanique; ils diminuent tous les deux significativement avec la profondeur. Dans l'ophiolite d'Oman, à la base du complexe filonien et dans les gabbros isotropes, les conditions sont favorables au métamorphisme: les températures maintenues élevées à proximité de la lentille magmatique et une circulation hydrothermale importante provoquent l'amphibolitisation des roches ; la roche peut recrystalliser en continu au cours du refroidissement depuis les hautes températures jusqu'aux conditions du faciès Schistes Verts.



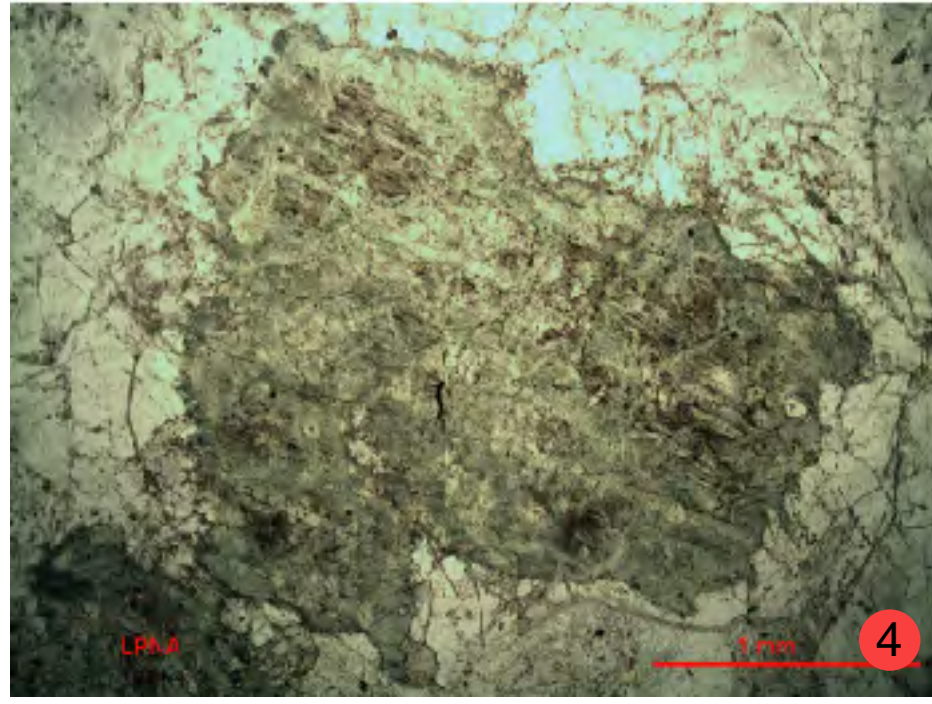
Le clinopyroxène (brun) de ce gabbro isotrope est entouré d'une couronne d'amphibole.



Parfois, le clinopyroxène a disparu et la roche est une amphibolite. La texture ophitique de la roche est préservée.



L'amphibole est optiquement zonée, du brun au vert, enregistrant les conditions du faciès Granulite, puis Amphibolite. L'amphibole brune a parfois une origine tardi magmatique.



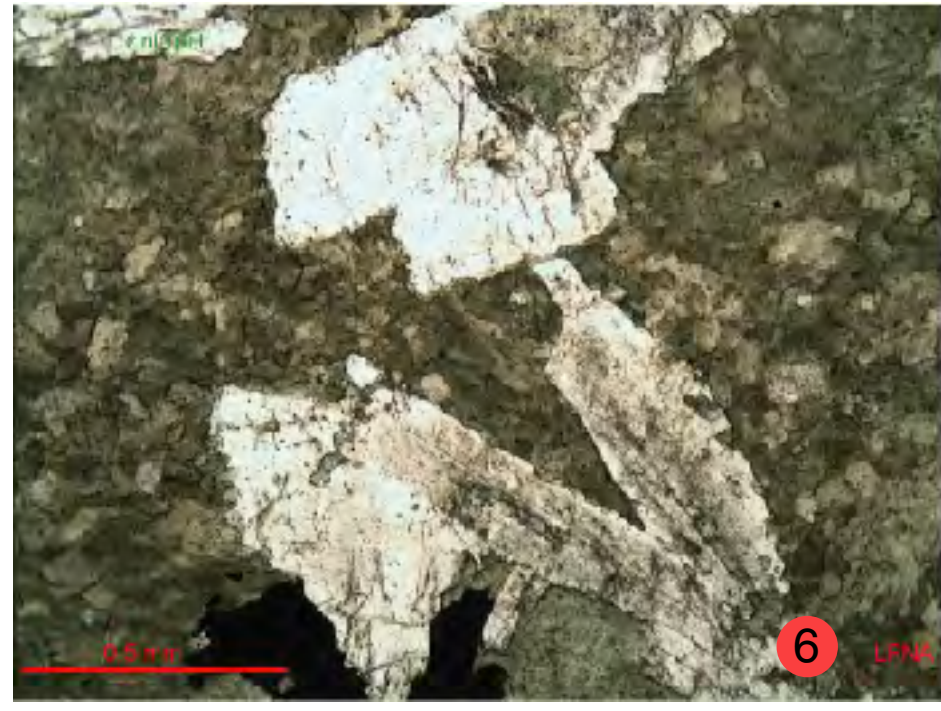
Le minéral ferro-magnésien magmatique peut être remplacé par de l'actinote.

Cette recrystallisation métamorphique enregistre en continu l'évolution thermique du gabbro au cours de son refroidissement depuis les conditions tardi-magmatique jusqu'aux conditions du faciès Schistes Verts.

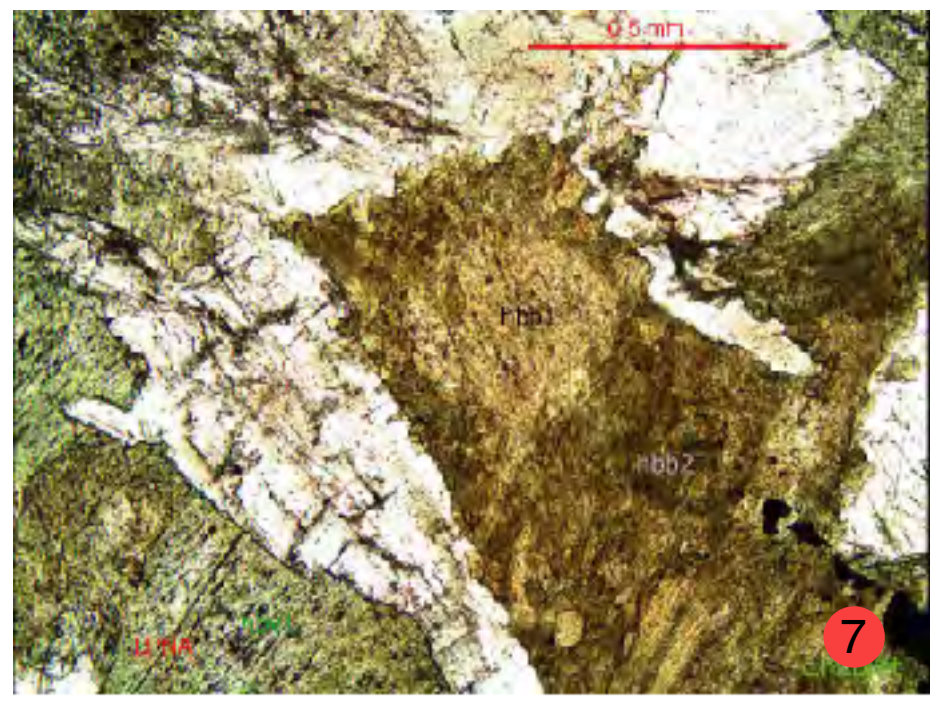
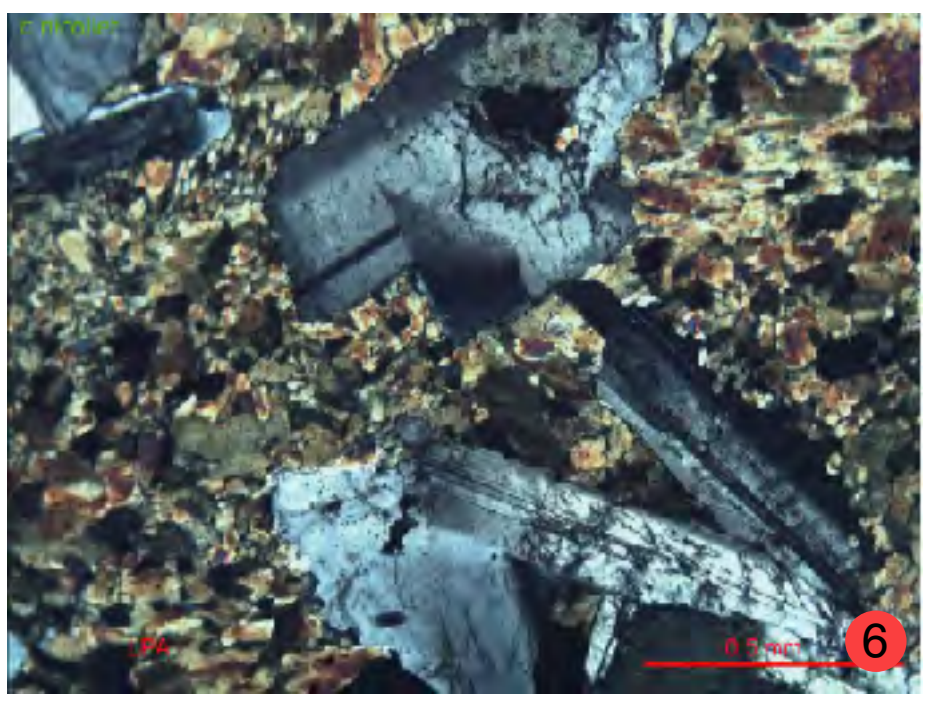
A la base du Complexe filonien

La base du complexe filonien s'enracine dans les gabbros isotropes sous-jacents. Des enclaves des filons sont emballées dans ces gabbros (5). La texture doléritique des filons et des enclaves est remplacée parfois partiellement ou complètement par une texture granoblastique à grain fin constituée de clinopyroxène secondaire et parfois d'orthopyroxène et/ou d'amphibole brune titanière.

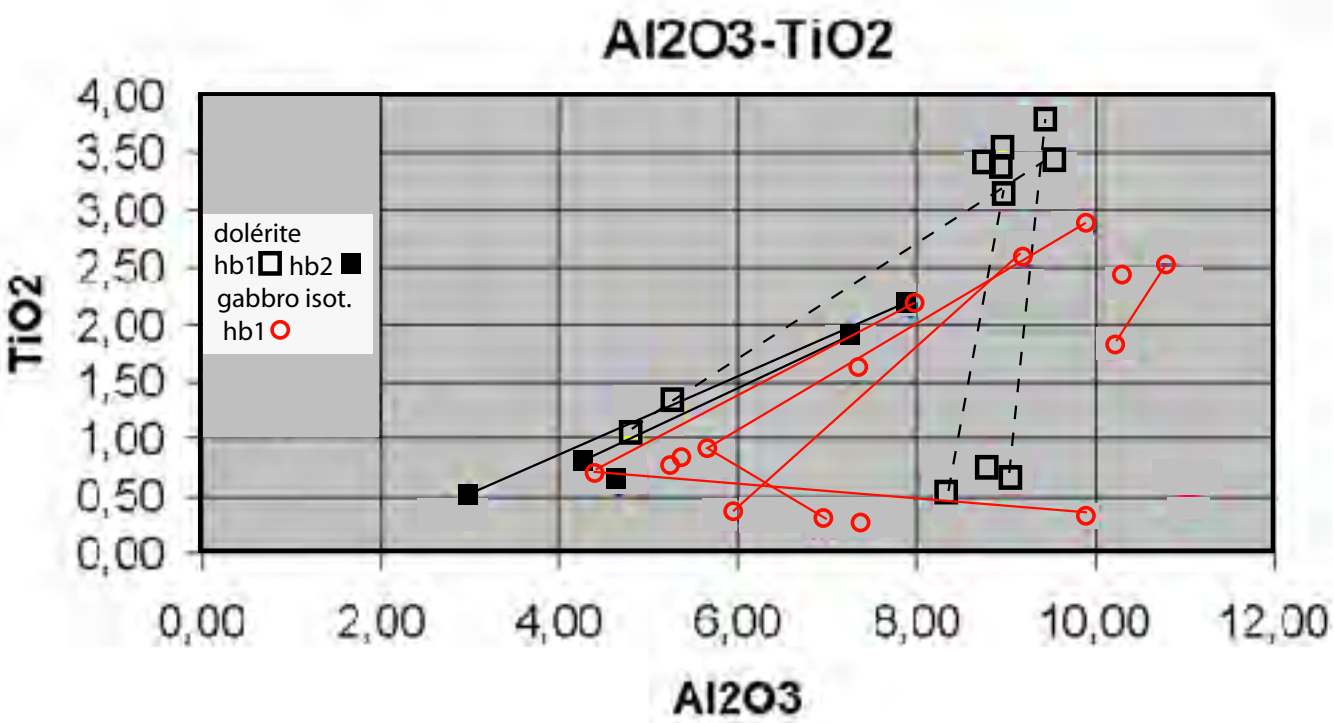
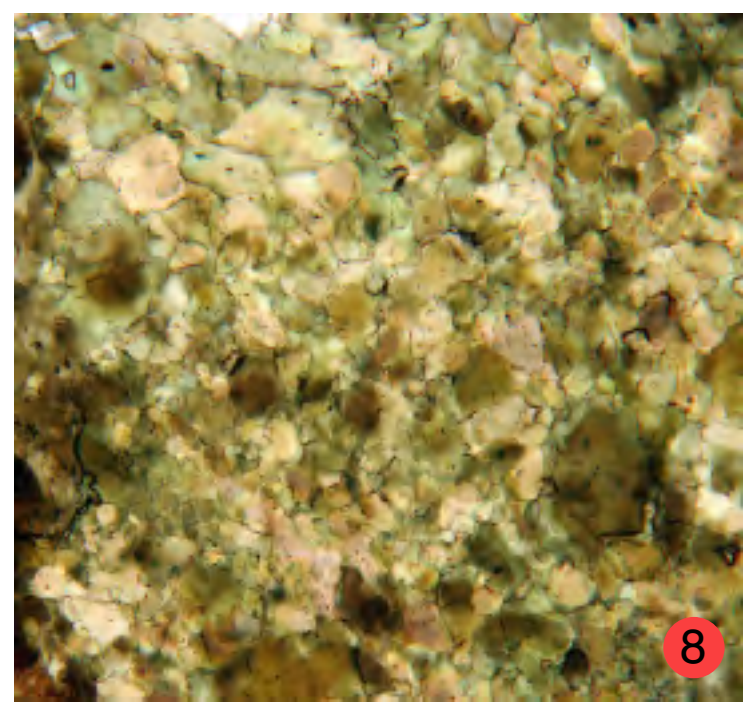
Sur les photos ci-dessous, les amphiboles (hb1) recrystallisent en agrégats équi-granulaires (hb2) en mimant la texture ophitique des minéraux précoces, parfois partiellement préservés...



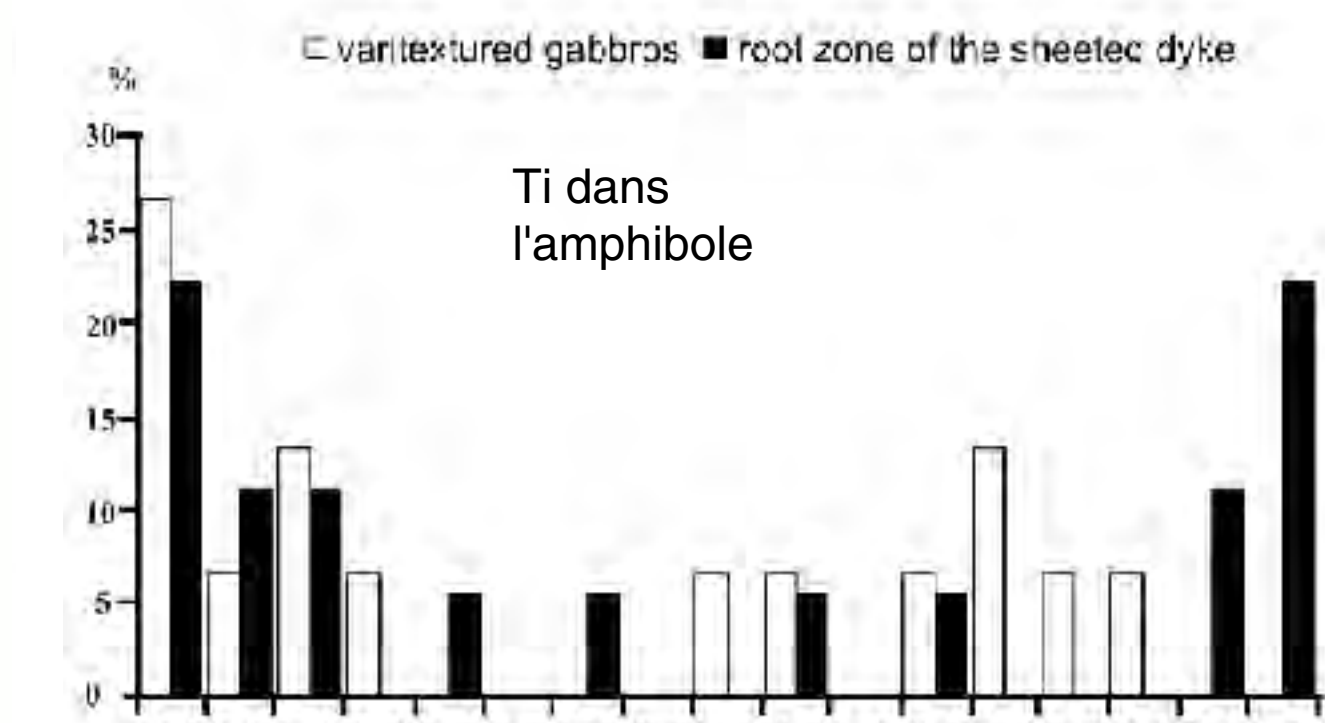
(6): Un agrégat équi-granulaire d'amphiboles (hb2) mime la texture doléritique de la roche ; le plagioclase préserve son habitus magmatique, mais est zoné.



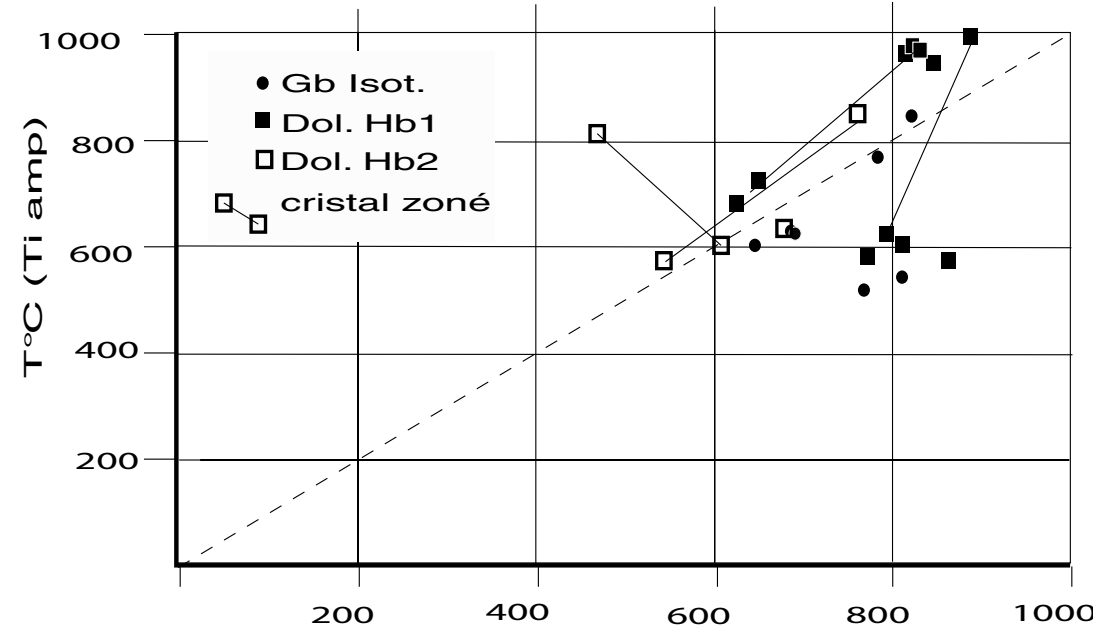
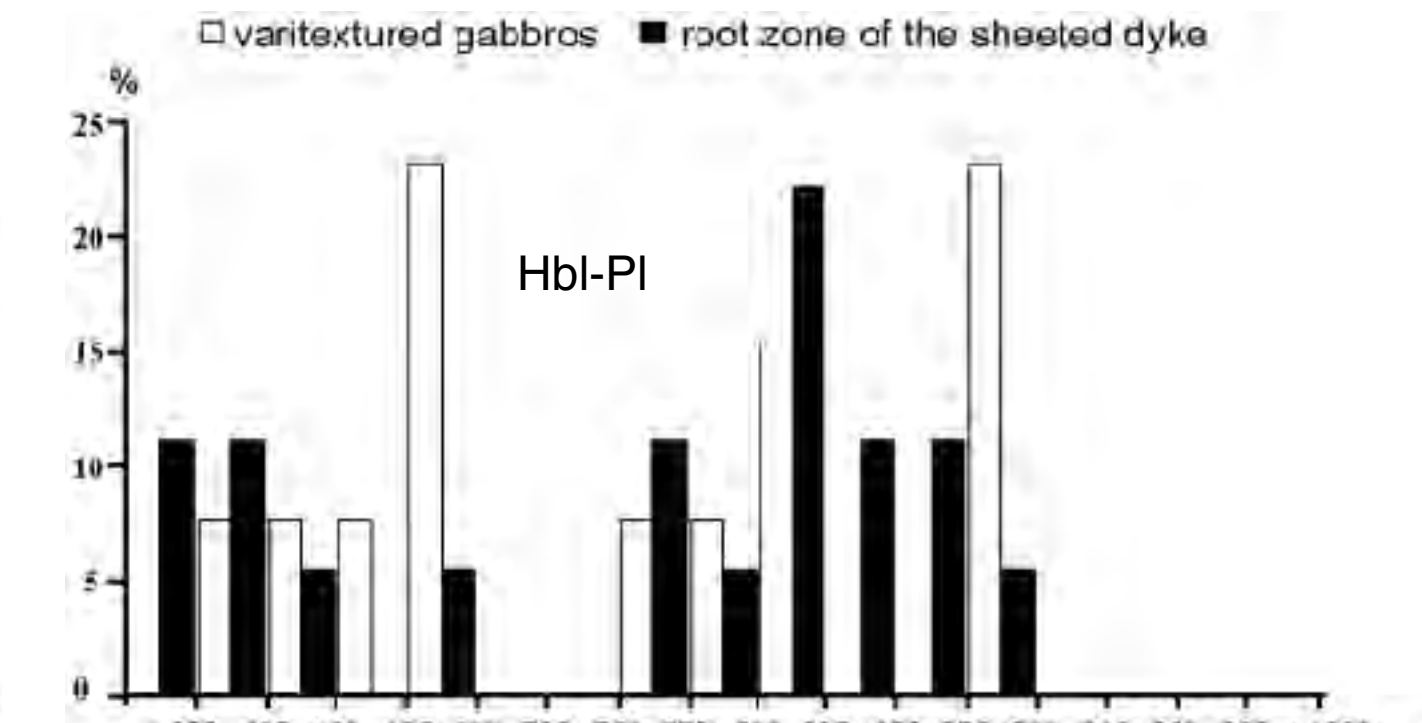
(7): Dans cet agrégat équi-granulaire d'amphiboles (hb2), une amphibole précoce (hb1) est parfois préservée. Hb1 et Hb2 (8) sont souvent zonées, avec un cœur brun et une périphérie verte. Sur la photo (9), l'amphibole hbb2 est plus brune (plus riche en TiO2) que l'amphibole précoce verte hbv1.



Cette variation de couleur est principalement liée à de notables variations des concentrations en TiO2 (éch. photos 2, 3, 6 et 8), laquelle est contrôlée par la température de cristallisation du minéral (Ernst et Liu, 1998, Amer. Mineral., 83, 952-969). Les segments relient les compositions d'un même cristal zoné dont le cœur est systématiquement plus riche en TiO2.

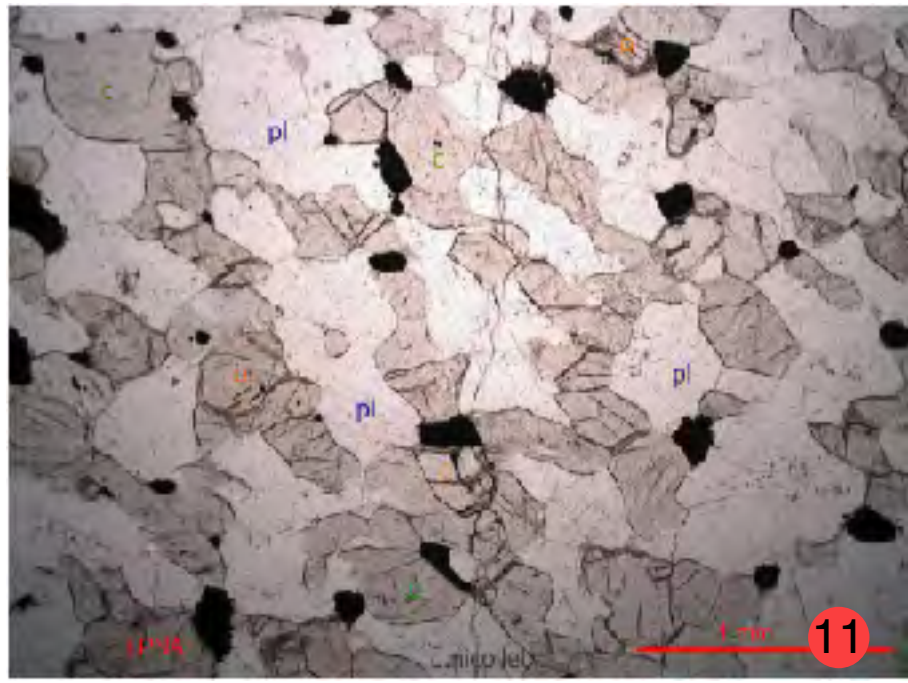


Dans les gabbros isotropes et dans les filons, la variation de teneurs en TiO2 des amphiboles zonées indique une variation de T°C significative au cours du refroidissement des roches. Ces résultats sont relativement en accord avec ceux obtenus avec le thermomètre Hornblende - plagioclase (Holland and Blundy, 1994, Cont. Min. Pet. 116, 443-447) : ceci confirme que le feldspath, bien que préservant son habitus, peut localement se rééquilibrer chimiquement au cours du refroidissement.



Les amphiboles équi-granulaires hb2 indiquent qu'une étape de recuit de la roche a perturbé le refroidissement de celle-ci. La photo (9) ci-dessus constitue un magnifique témoignage de cette étape : les hb2 brunes, de hautes T, cristallisent à partir d'un amphibole hb1 verte, de plus basse T.

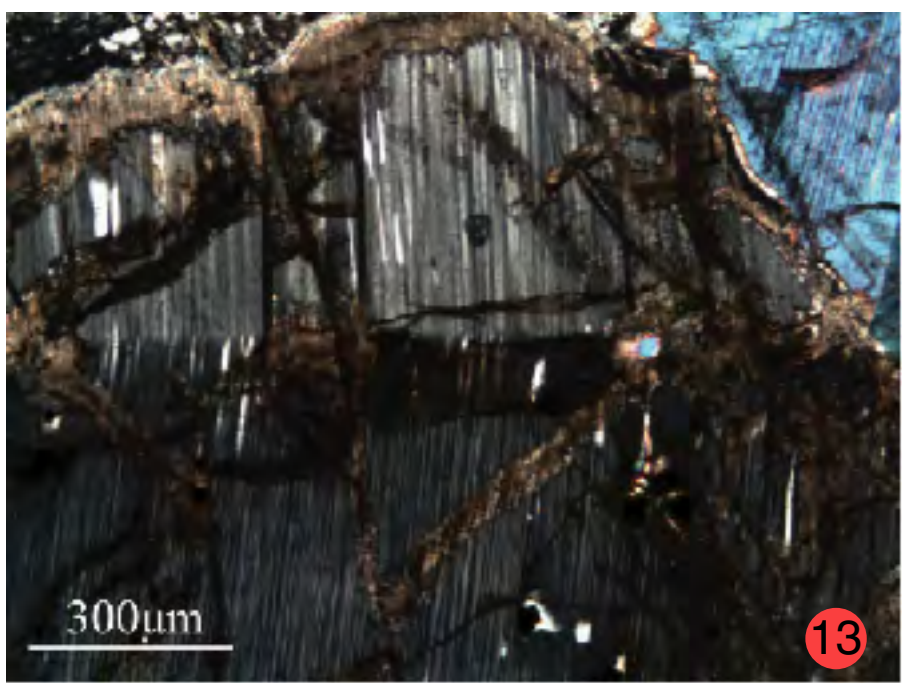
Dans les gabbros lités jusqu'au Moho



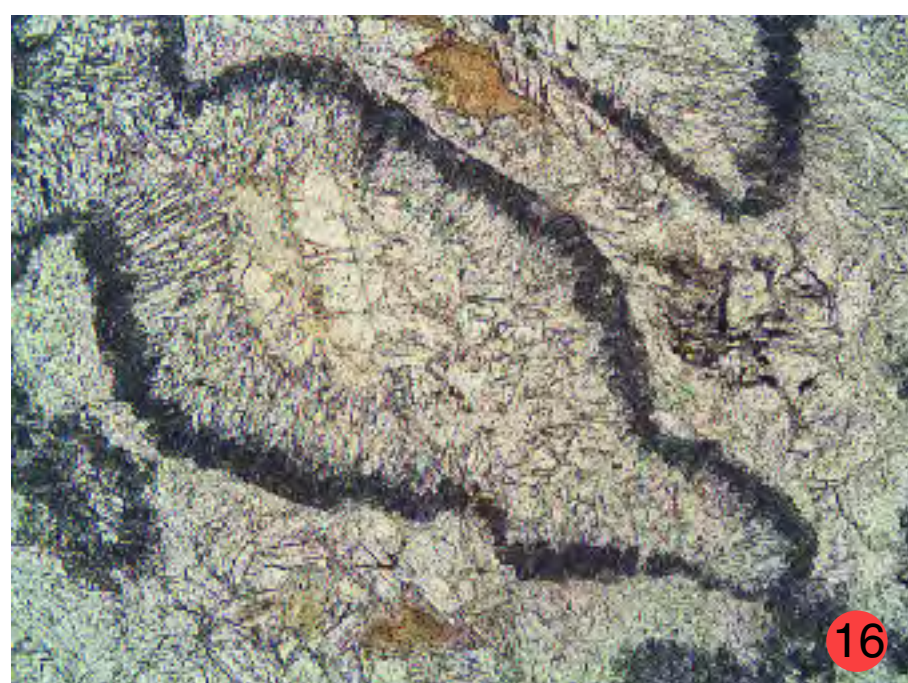
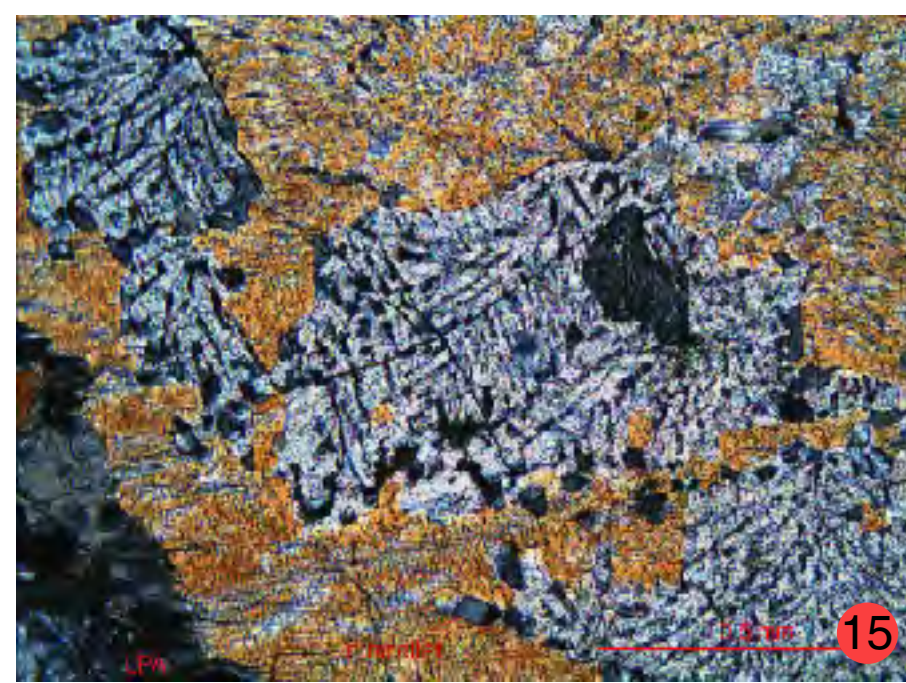
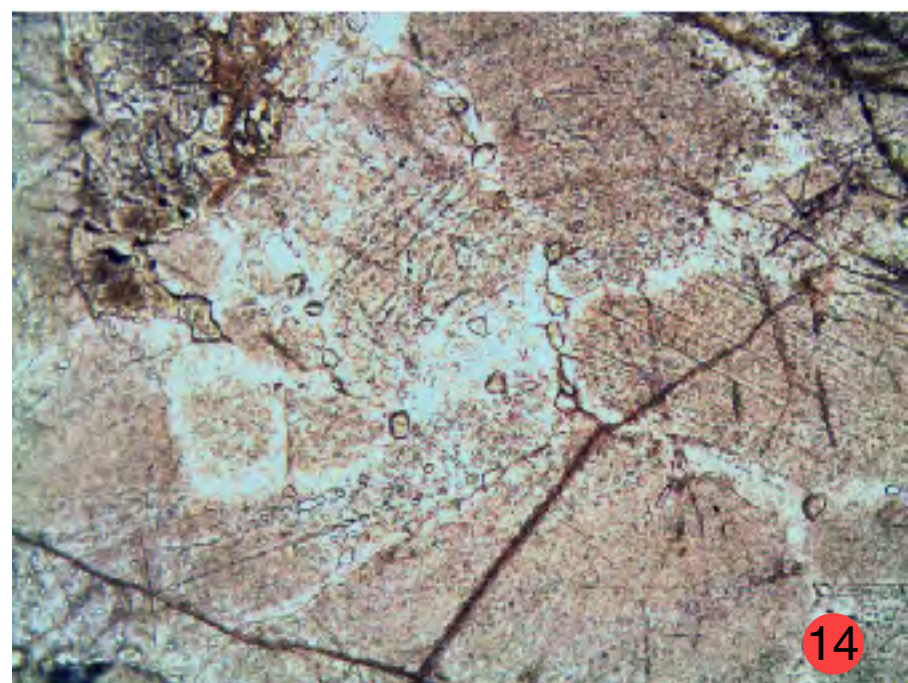
Dans la partie inférieure du complexe gabbroïque, les gabbros foliés et lités montrent des structures linéaires et planaires qui contrastent avec la texture magmatique ophitique des gabbros isotropes. Celles-ci sont acquises par déformation à l'état magmatique. Mais lorsque ces roches ont complètement cristallisé, elles se refroidissent très lentement et se trouvent dans le champ de contraintes (en extension) de la lithosphère océanique en expansion. En conséquence, elles peuvent recrystalliser et acquérir un litage métamorphique (10) et une texture granoblastique (11).



... le manteau est traversée de filons et sills décimétriques de gabbros concordants avec la limite croûte - manteau. Parfois, ces filons sont déformés et montrent une foliation parallèle aux épontes (12).



L'orthopyroxène apparaît autour de l'olivine, en lamelles d'exsolutions dans le clinopyroxène (13) et en inclusions dans le plagioclase (14) ; il forme, avec l'amphibole, des symplectites dans le clinopyroxène (14) : les roches deviennent des granulites à 2 pyroxènes, +/- amphibole, typiques du faciès granulite.

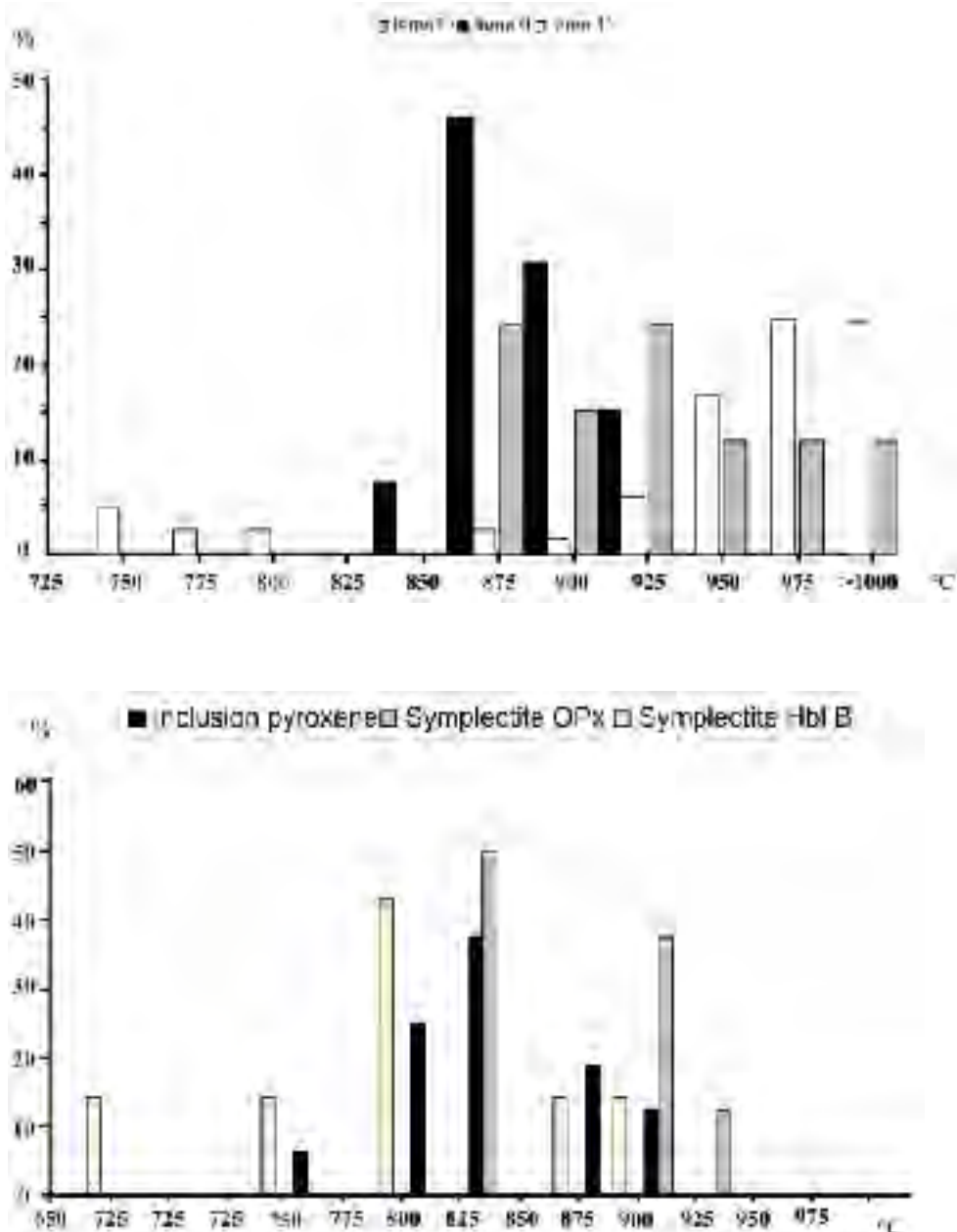


Des granules de spinelle dans l'amphibole zonée entre l'olivine et le plagioclase indiquent l'intervention de la réaction : Olivine + plagioclase + VH2O = amphibole + spinelle (16).



Dans ce filon dans le manteau, l'olivine (brune) est séparée du plagioclase par une couronne (grise) plurimillimétrique qui témoigne de la réaction : Olivine + plagioclase + VH2O = amphibole + chlorite.

Des thermomètres basés sur le couple Opx-Cpx permettent de quantifier les trajets rétrogrades de refroidissement de ces (méta)gabbros.

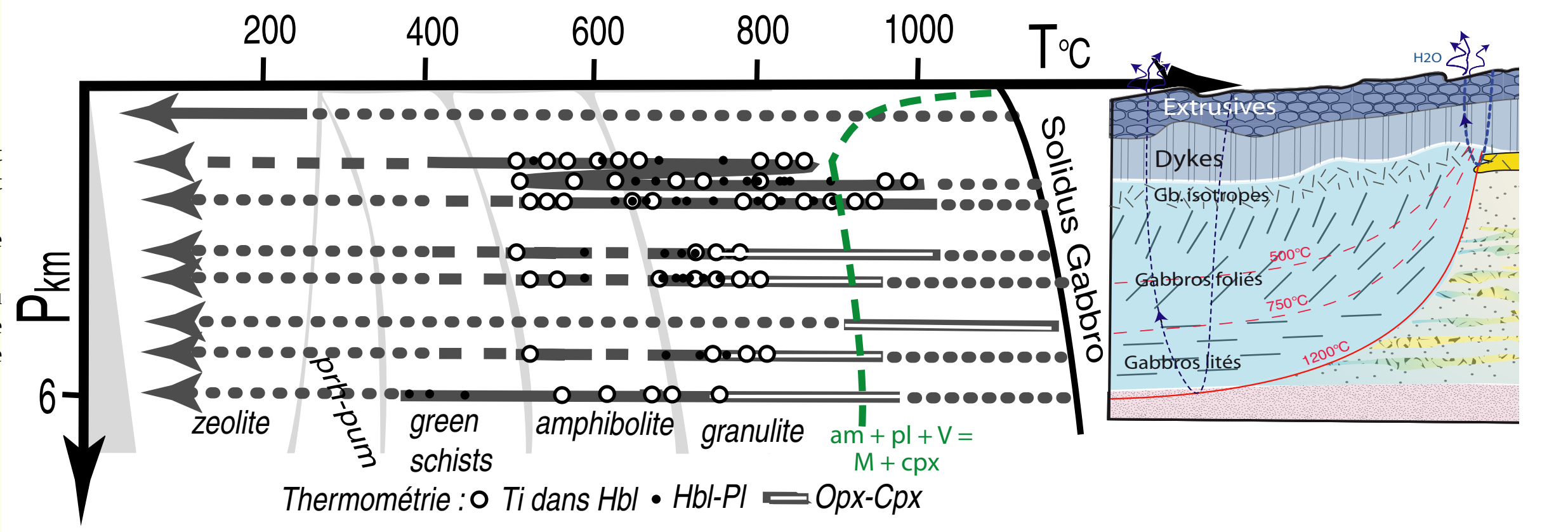


Dans les "gabbros-norites" ou granulites à 2 pxs, les deux pyroxènes enregistrent de façon progressive le refroidissement.

La symplectite de la photo 15 (éch. photo 12), formée de bourgeons d'orthopyroxènes ou d'amphiboles brunes dans des clinopyroxènes, témoigne que la circulation hydrothermale est limitée jusqu'à la base du complexe gabbroïque, mais non totalement absente. Elle se fait ici dans les conditions du faciès granulite-amphibolite et se poursuit dans les conditions du faciès Schistes Verts (17).

Evolution métamorphique rétrograde et trajets PTt dans le complexe gabbroïque de l'ophiolite d'Oman

Les thermomètres basés sur l'amphibole-(plagioclase) et le couple Opx-Cpx permettent de quantifier en continu les trajets rétrogrades de refroidissement des (méta)gabbros à différents niveaux du complexe gabbroïque, depuis la zone de racine des filons jusqu'au Moho. Ce refroidissement n'est pas nécessairement continue : une recrystallisation granoblastique à la base du complexe filonien atteste de variations de T liée aux migrations verticales de la lentille magmatique.



Les textures granoblastiques observées dans les gabbros lités ne sont pas magmatiques, mais résultent plutôt du refroidissement lent qui permet un rééquilibrage textural. Ainsi, il serait irréaliste de penser que les gabbros ont définitivement acquis leur texture et leur minéralogie lors de la cristallisation du magma à l'origine de ces roches. "Cumulates are not simple accumulations of minerals that crystallized as a closed system ; they are the end-result of extensive reequilibration in response to complex reaction-transport processes operating during a prolonged period of slow cooling" (McBirney, 2009, Lithos, 111, 1-5 ).