Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 33 (1980)

Heft: 1-3

Artikel: Caractéristiques des diverses inclusions associées aux serpentinites de la nappe des Gets (Haute-Savoie, France)

Autor: Bertrand, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739485

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

CARACTÉRISTIQUES DES DIVERSES INCLUSIONS ASSOCIÉES AUX SERPENTINITES DE LA NAPPE DES GETS (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)

PAR

J. BERTRAND [1]

ABSTRACT

The "Nappe des Gets" is the highest of a series of tectonic units, composed mainly of allochthonous flysch of Upper Cretaceous age, which together form the "Nappe supérieure des Préalpes".

The essential characteristics of the Nappe des Gets are: — The association of different kinds of flysch, ranging in age from the Albian to, at least, the Turonian. — The occurrence of olistoliths within some of the flysch. — The anchimetamorphic character of some of the flysch.

The olistoliths are composed mainly of ophiolites and of some granitic rocks. The ophiolitic lenses are interpreted as relics of a highly dismembered ophiolitic complex, probably within the Piemontaise palaeogeographic zone. Serpentinites, gabbros (not very abundant), diabases, ophiolitic breccias, pillow basalts and associated rocks have been recognized.

The serpentinites, usually brecciated and "ophicalcitized", often contain various kinds of inclusions, e.g. blocks of gabbros, diabases, ophiolitic breccias and ophispherites. Some of these inclusions have been altered by metasomatic processes. Such phenomena are best developed in the ophispherites. This alteration, the result of some kind of rodingitization, shows characteristics which are unique to the Col des Gets region: a) The formation and growth of new calc-silicates is not of major importance; many inclusions show a core which is still quite fresh. b) Chloritization is often the only phenomenon producing the characteristic zonation of the ophispherites.

At the Col des Gets area, the ophispherites are usually derived from hypabyssal rocks; an almost complete range from gabbros to fine-grained diabases is present. There are also a few small albitic inclusions. The fresh cores of the basic ophispherites show a sequence of original magmatic parageneses ranging from rare pyroxene-bearing rocks to rocks which contain basaltic hornblende (kaersutite) as the only mafic mineral. The dominant plagioclase is albitic but relics of an even earlier basic plagioclase (up to An_{50}) are found. If present the calcic minerals are: clinozoisite, rarely zoisite, prehnite and pumpellyite; garnet is missing.

Two distinct episodes are proposed for the formation of the calcsilicates and the chloritization of the ophispherites.

The freshness of some minerals of these inclusions, in particular the kaersutite, has made K-Ar dating possible. Results suggest that these rocks probably crystallized during Middle Jurassic times.

[1] Département de Minéralogie, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

INTRODUCTION

La Nappe des Gets constitue un des éléments structuraux de la grande klippe préalpine du Chablais. Plusieurs travaux récents, dont celui de CARON (1972), ont montré qu'elle appartenait à un ensemble complexe, fait d'un mélange de flyschs allochtones d'âges crétacés, d'origine paléogéographique très interne, et désigné sous le terme de « Nappe supérieure » des Préalpes.

Dans cet ensemble, occupant dans une large mesure la grande vasque synclinale de la Nappe de la Brèche, la Nappe des Gets apparaît comme la subdivision la plus élevée et la plus interne. Certaines analogies avec des formations de l'Apennin lui ont été attribuées depuis longtemps avant d'être précisées dans l'étude de ELTER *et al.* (1966).

Les caractéristiques essentielles de cette unité sont:

— *L'association, à des flyschs d'âges albien à turonien au moins, d'olistolites divers et tout particulièrement d'ophiolites, d'origine piémontaise probable.*

— *Les indices d'un très léger métamorphisme (anchimétamorphisme) se remarquant souvent sur les faciès schisteux du flysch.*

LES OLISTOLITES DE ROCHES ÉRUPTIVES

Ceux-ci apparaissent en 22 affleurements reconnus jusqu'à ce jour et dont les dimensions sont comprises entre 50 et 400 m de longueur (BERTRAND, 1970). 17 sont constitués essentiellement de termes d'une séquence ophiolitique dont ils représentent les témoins totalement démembrés. Suivant les associations observées actuellement, il est possible d'envisager quelles ont pu être certaines relations originelles entre ces diverses roches.

Quelques affleurements montrent un granite albitique, souvent arkosique. Ces vestiges de croûte sialique, indubitablement rattachés au cycle hercynien grâce à diverses datations par la méthode du Pb total (BERTRAND *et al.*, 1965; BERTRAND, 1970) ont conservé, très localement, des témoins fort réduits de leur couverture sédimentaire primitive dont certains termes présentent un cachet liasique.

Ces granites et leurs vestiges de couverture sédimentaire ont été incorporés dans un cycle éruptif basique représenté principalement par d'importantes masses de brèches diabasiques hématiques, de caractère spilitique, qui, visiblement, ont pu totalement « enrober » certaines lames de ce socle continental. Un fait est à souligner: l'absence de liaison directe entre les roches granitiques, seules ou présentant l'association décrite ci-dessus, tant avec les vestiges d'épanchements basaltiques sous-marins bien caractérisés (basaltes en coussins, etc.), qu'avec les autres témoins de la

séquence ophiolitique originelle: gabbros, diabases hypabyssales, brèches ophiolitiques et serpentinites souvent observés en association étroite.

L'objet essentiel de ce travail se rapporte précisément à la définition des caractères des diverses roches liées aux serpentinites et dont certaines présentent des phénomènes de transformation particuliers à rattacher aux processus de rodingitisation.

Les affleurements ayant permis cette étude sont, par ordre d'importance décroissante: La Mouille-Ronde, le ruisseau des Bounaz, le Bartoli, le Crêt, la Pierre à Feu, la Charnia, la Mouille-Rousse. Malheureusement, suite à des travaux d'aménagement pour les pistes de ski, l'affleurement de la Mouille-Ronde, l'un des plus étendu et intéressant de par les relations qu'il permettait d'observer, a été totalement recouvert.

L'association avec la serpentinite des divers termes mentionnés peut être plus ou moins étroite et évidente. Il faut en effet faire la distinction entre d'une part zones, écailles plus ou moins importantes, de diabases surtout, plus rarement de gabbros, dont la liaison avec l'ultramafite, bien que certaine, n'apparaît pas toujours de manière évidente, et d'autre part les inclusions, de dimensions beaucoup plus réduites, puisque comprises le plus souvent entre 10 et 30 cm de grand axe, disséminées dans la serpentinite et qui présentent le plus souvent et le mieux les phénomènes de métasomatose que nous allons définir.

Les serpentinites

La serpentinisation est totale, seules quelques rares reliques de clinopyroxène peuvent s'observer très occasionnellement. Toute hypothèse sur la nature de la péridotite originelle est donc hasardeuse. Les minéraux principaux sont: *le chrysotile, la lizardite, la chlorite, l'actinote-trémolite,* dans certaines variétés: *la calcite ;* accessoirement, *le talc, les spinelles, le sphène et le leucoxène.* La serpentinite se présente sous divers faciès: — plus ou moins massive, — brèches de serpentinite à ciment carbonaté, — serpentinites écrasées pouvant passer, suivant la proportion de carbonate associé, à — des ophicalcites parfois bariolées par la présence d'hématite.

Les inclusions dans les serpentinites

Divers critères peuvent être employés pour établir une classification de celles-ci:

1. Un critère de taille.
2. Un critère de nature pétrographique.
3. Un critère de mode d'association avec la serpentinite.
4. Un critère de transformations subies.

En fonction du premier de ces critères, nous avons déjà indiqué que notre intérêt se concentrerait surtout sur les inclusions dont la taille est le plus souvent comprise

entre 10 et 30 cm puisque ce sont elles qui présentent les phénomènes de transformation les plus intéressants.

Selon le deuxième critère, il convient de distinguer, tout d'abord, les roches n'appartenant pas à la séquence ophiolitique, tels les granites qui, par le jeu de divers processus, peuvent apparaître occasionnellement en contact avec la serpentinite, et celles rattachées à une telle séquence. Parmi ces dernières, il faut encore faire la distinction entre inclusions composites, telles brèches ophiolitiques diverses, et inclusions non composites telles gabbros et diabases.

Nous sommes ainsi amené au troisième critère: le mode d'association avec la serpentinite. En effet, si dans le cas des brèches ophiolitiques, une association secondaire apparaît comme certaine, dans le cas des gabbros et des diabases les possibilités sont plus nombreuses puisqu'il peut s'agir aussi bien de témoins de filons, ou horizons différenciés, primairement associés à la péridotite, que d'enclaves dont le mode d'association peut être soit tectonique soit sédimentaire. Les tentatives d'établissement de ces divers modes de relations sont par ailleurs rendues encore plus aléatoires par le facteur temporel qu'il convient de ne pas négliger. En effet, si certaines associations sont à n'en pas douter très précoces, à rattacher à la phase d'expansion océanique, d'autres, par contre, ont certainement été réalisées lors de phases ultérieures. Ce facteur temps intervient très certainement au niveau des divers degrés de transformations présentés par les inclusions.

Suivant certains de ces critères, nous distinguerons ici:

A. Les lentilles, fragments de natures diverses dont certains peuvent correspondre à des vestiges de filons, d'autres à des xénolithes d'origine tectonique ou sédimentaire.

B. Les ophisphérites.

Par ordre d'importance décroissante, les roches constituant ces inclusions sont: — *des diabases*, à hornblende brune et/ou, plus rarement, pyroxène; — *des gabbros* à hornblende brune, d'autres à augite-diallage, ces deux minéraux pouvant apparaître frais (l'amphibole surtout) ou plus ou moins transformés; — *des brèches ophiolitiques* formées souvent au détriment de ces diabases et gabbros.

Dans le premier des deux groupes mentionnés ci-dessus, les vestiges de filons sont très rares. Ils sont toujours formés d'une diabase, soit à hornblende brun-vert, soit à augite, tous deux généralement largement remplacés par actinote-trémolite et chlorite; le plagioclase est toujours totalement chloritisé. On ne relève pas de développement de silicates calciques.

Parmi les lentilles, fragments ne présentant pas les transformations et zonations faisant la caractéristique des ophisphérites dont l'énoncé des particularités sera l'objet principal de ce travail, on relève les variétés de roches suivantes: — *Diabase à hornblende brune et augite* à structure parfois assez grossière pouvant devenir grenue et marquant ainsi un passage aux gabbros. — *Diabase à hornblende brune prédomi-*

nante à structures identiques au type précédent mais montrant parfois une tectonisation intense et très précoce. — *Diabase porphyrique (phénocristaux de plagioclase) à augite et hornblende brun-vert.* — *Diabase augitique, avec hornblende accessoire*, et structure intersertale. Dans chacune des variétés mentionnées jusqu'ici, le plagioclase, plus ou moins saussuritisé, est à dominante albitique. — *Gabbros à hornblende brune largement transformés*, avec plagioclase séricitisé, carbonatisé ou chloritisé et hornblende remplacée par actinote-trémolite. — *Brèche ophiolitique* largement chloritisée mais ayant été, auparavant, plus ou moins envahie par de la clinozoïsite s'observant encore par places; cette brèche a donc subi des phénomènes de métasomatose en tous points comparables à ceux relevés dans certaines ophisphérites. — *Fragments*, de nature primitive énigmatique, constitués d'un feutrage de cristaux d'actinote-trémolite auxquels s'associent de la chlorite et parfois du talc et qui représentent peut-être les vestiges d'anciens horizons de pyroxénites dans la péridotite. — *Gabbro très riche en hornblende brune*, pour ainsi dire frais (s'observe surtout au ruisseau des Bounaz). — *Diabase porphyrique à hornblende brune (phénocristaux de plagioclase surtout)* très peu transformée (s'observe aussi au ruisseau des Bounaz); de nombreuses ophisphérites sont formées par ce type de diabase. Les transformations observées dans certaines de ces inclusions et la fraîcheur remarquable présentée par d'autres soulèvent un problème que nous retrouverons dans le cas des ophisphérites et qui nous conduira à émettre quelques hypothèses.

Les ophisphérites

Rappelons que le terme *ophisphérite* a été proposé pour la première fois (VUAGNAT, 1952) pour désigner, dans le massif du Montgenèvre, ces inclusions particulières de formes plus ou moins sphéroïdales et présentant des phénomènes de zonation concentrique à la suite de processus métasomatiques les ayant affectées. Peu après, VUAGNAT et JAFFE (1954) et JAFFE (1955) décrivent des inclusions de même type dans le secteur du col des Gets. Nous verrons toutefois que des différences appréciables existent entre les ophisphérites de ces deux régions.

Les ophisphérites de la nappe des Gets dérivent de roches de compositions et structures originelles fort variées mais qui peuvent être interprétées, pour la plupart, comme des témoins d'une série évolutive passant, avec divers intermédiaires, de termes à pyroxène à d'autres prédominants, à hornblende brune et, au point de vue structures, allant des gabbros aux diabases.

Il est ainsi possible de reconnaître des ophisphérites dérivant de: — *Gabbros à pyroxène* ou, plus rarement, *à hornblende brune.* — *Diabases à pyroxène* ou, le plus souvent, *à hornblende brune*, à structures hypidiomorphes grenues plus ou moins orientées ou non et de taille de grain variable; des termes de compositions intermédiaires existent. — *Diabases à hornblende brune* à phénocristaux de plagioclase dans une pâte hypidiomorphe grenue à intersertale. — *Diabases intersertale à pyro-*

xène ; ce type est rarement rencontré. — *Diabases intersertales à hornblende brune,* souvent à grain fin. Plusieurs intermédiaires entre ces deux dernières variétés ont été observés. — *Diabases intersertales à hornblende brun-vert.*

A côté de ces roches basiques, largement prédominantes, et tout particulièrement les diabases, et dont certaines se rencontrent aussi dans la première catégorie d'inclusions que nous avons distinguée, il faut encore mentionner les rares ophisphérites dérivant d'*albitites.* Celles-ci témoignent sans doute de l'existence de différenciats leucocrates dans la séquence ophiolitique originelle considérée.

Il est donc déjà possible de relever deux différences essentielles par rapport aux ophisphérites du Montgenèvre:

1. *Les ophisphérites de la Nappe des Gets dérivent de roches profondes ou hypabyssales surtout, mais jamais de basaltes sous-marins contrairement à celles du Montgenèvre qui, très souvent, ont une telle origine* (BERTRAND *et al.*, ce volume).
2. *Ces ophisphérites sont constituées avant tout de roches dans lesquelles la hornblende brune, primaire (voir plus loin), est largement dominante et même fréquemment l'unique composant mélanocrate alors qu'au Montgenèvre le pyroxène l'emporte largement.*

La nature pétrographique originelle des ophisphérites ayant été définie, voyons quelles ont été les transformations qui peuvent les avoir affectées.

L'étude détaillée de nombreux spécimens nous a conduit à admettre que ces transformations s'étaient produites au cours de deux phases principales distinctes.

Durant la première, ces inclusions, n'ayant vraisemblablement pas encore subi la fragmentation intense responsable de leur forme actuelle, peuvent avoir été affectées par les diverses transformations suivantes:

— Concernant le plagioclase: — *séricitisation ; saussuritisation* avec fines cristallisations d'*épidote* et, plus rare, de *pumpellyite ; remplacement* plus ou moins important, puisque pouvant s'étendre jusqu'aux minéraux ferromagnésiens, par de la *clinozoïsite,* plus rarement par de la *zoïsite ; envahissement,* partiel à total, ceci dans le cas des gabbros surtout, par de la *pumpellyite,* occasionnellement associée à de la *prehnite ;* enfin, tout à fait accidentellement, *calcitisation.*

— Concernant pyroxène et hornblende brune: possibilités de *remplacements,* à divers degrés, par des *amphiboles secondaires,* dont de *l'actinote-trémolite,* et de la *chlorite ;* parfois, *épidotisation* et *calcitisation,* le plus souvent de manière très partielle.

Une autre des particularités essentielles des ophisphérites de la Nappe des Gets, tient au fait suivant:

— *Le plus souvent, les transformations mentionnées ci-dessus, excepté une certaine séricitisation et saussuritisation du plagioclase, ne s'observent pas.*

Le plagioclase peut donc subsister dans la partie centrale de ces inclusions, lorsqu'il a échappé à la phase de chloritisation ultérieure, ceci à la différence des ophisphérites du Montgenèvre, en particulier, dans lesquelles le feldspath, voire même les constituants mélanocrates parfois, sont totalement remplacés par du grenat-hydrogrenat le plus souvent ou par quelques autres silicates calciques typiques des rodingites. En effet, dans le cas des ophisphérites qui nous intéressent ici, le seul silicate calcique jouant parfois ce rôle est la clinozoïsite et, dans une moindre mesure, la pumpellyite et la prehnite.

On retiendra donc que la phase de métasomatose calcique est soit *occasionnelle* ou *très réduite*, soit *le plus souvent inexistante*, la partie interne de nombreuses ophisphérites présentant la roche originelle quasiment fraîche mis à part le problème de l'albitisation du plagioclase.

La deuxième phase de transformation consiste en une *métasomatose chloriteuse* importante. Celle-ci, en affectant différentiellement soit les minéraux primaires soit les espèces développées au cours de la première phase et ceci de manière nettement différente entre le *cœur* et le *bord* de l'inclusion, est la principale responsable de la zonation concentrique caractérisant les ophisphérites.

Ce phénomène de métasomatose chloriteuse ayant visiblement sa source à l'extérieur de l'inclusion apparaît cependant, de par ses effets, comme un processus complexe.

Cette complexité résulte des faits suivants:

— Les divers minéraux constitutifs présentent des susceptibilités diverses à la chloritisation; ainsi, le plagioclase et certains de ces minéraux de remplacement sont en général plus facilement chloritisés que pyroxène, hornblende brune ou amphiboles secondaires pour ne parler que des espèces minérales principales.

— La chloritisation est, en principe, plus intense dans la partie la plus externe de l'inclusion qu'en son centre.

La conjonction de ces deux facteurs s'exprime par l'existence de divers types d'ophisphérites dont nous ne mentionnerons ici que quelques types parmi les plus courants, une description exhaustive étant donnée ailleurs (BERTRAND, 1970):

Partie centrale	*Partie périphérique*
Non affectée par la chloritisation	*Plagioclase seul chloritisé*
Non affectée par la chloritisation	*Chloritisation totale*
Plagioclase seul chloritisé	*Chloritisation totale*
Pyroxène et/ou amphibole chloritisés ; plagioclase et/ou ses éventuels minéraux de remplacement subsistent	*Chloritisation totale*

Ce sont là des exemples ne présentant que deux zones distinctes et que nous avons défini comme *ophisphérites normales*, le degré de chloritisation étant plus important dans la partie externe.

Certaines ophisphérites présentent toutefois une zonation plus complexe résultant de nuances plus nombreuses dans la chloritisation des divers minéraux constitutifs et dont il reste encore à en définir les causes.

Parmi ces ophisphérites, et en dehors des cas affectés par une *chloritisation normale* mais présentant plus de deux zones, nous citerons:

— Les ophisphérites caractérisées par une *chloritisation semi-inverse (ophisphérites semi-inverses)*.

  Dans ce cas, la partie totalement chloritisée se situe entre le cœur resté frais ou tel qu'après les transformations du premier stade, et l'enveloppe externe dans laquelle le plagioclase est toujours chloritisé mais où, par contre et pour une raison encore inexpliquée, pyroxène et/ou amphiboles primaire ou secondaires ne sont que partiellement ou pas chloritisés.

— Les ophisphérites affectées par une *chloritisation inverse (ophisphérites inverses)*.

  Ce cas représente une évolution du précédent, la chloritisation totale de la zone intermédiaire s'étendant à la zone centrale qui ainsi « disparaît ». Le bord de l'inclusion apparaît donc comme le moins chloritisé.

  L'évolution du type *semi-inverse* au *type inverse* a été clairement définie par l'observation de plusieurs termes de passage.

Une représentation schématique de ces divers mode de chloritisation est donnée dans la figure 1.

Comme autre trait reflétant de la complexité des processus de la métasomatose chloriteuse, on relèvera encore le développement plus ou moins important des zones chloritisées. Dans certains cas, ce développement peut aller jusqu'à faire « disparaître » totalement le cœur de l'ophisphérite; dans d'autres, au contraire, la zone chloritisée peut être très mince, voire même quasi inexistante (on rejoint alors le cas de certaines inclusions décrites sous A.). Il convient de souligner que ces variations dans l'importance de la zone chloritisée sont indépendantes de la dimension de l'inclusion.

Venant se superposer aux zonations principales évoquées ci-dessus, il faut encore relever, relativement fréquente, l'existence d'une *sous-zonation*. Celle-ci tient uniquement aux raisons suivantes: — *plus ou moins grande abondance*, — *mode de distribution* et *nature des minéraux opaques et semi-opaques* souvent libérés par la hornblende brune surtout et le pyroxène lors de leur chloritisation.

Une telle sous-zonation, encore mieux caractérisée, s'observe d'ailleurs également dans de nombreuses ophisphérites du massif du Montgenèvre.

Il ressort donc que la chloritisation, phénomène ayant visiblement sa source à l'extérieur de l'inclusion, obéit à des lois fort complexes. Cette remarque peut d'ail-

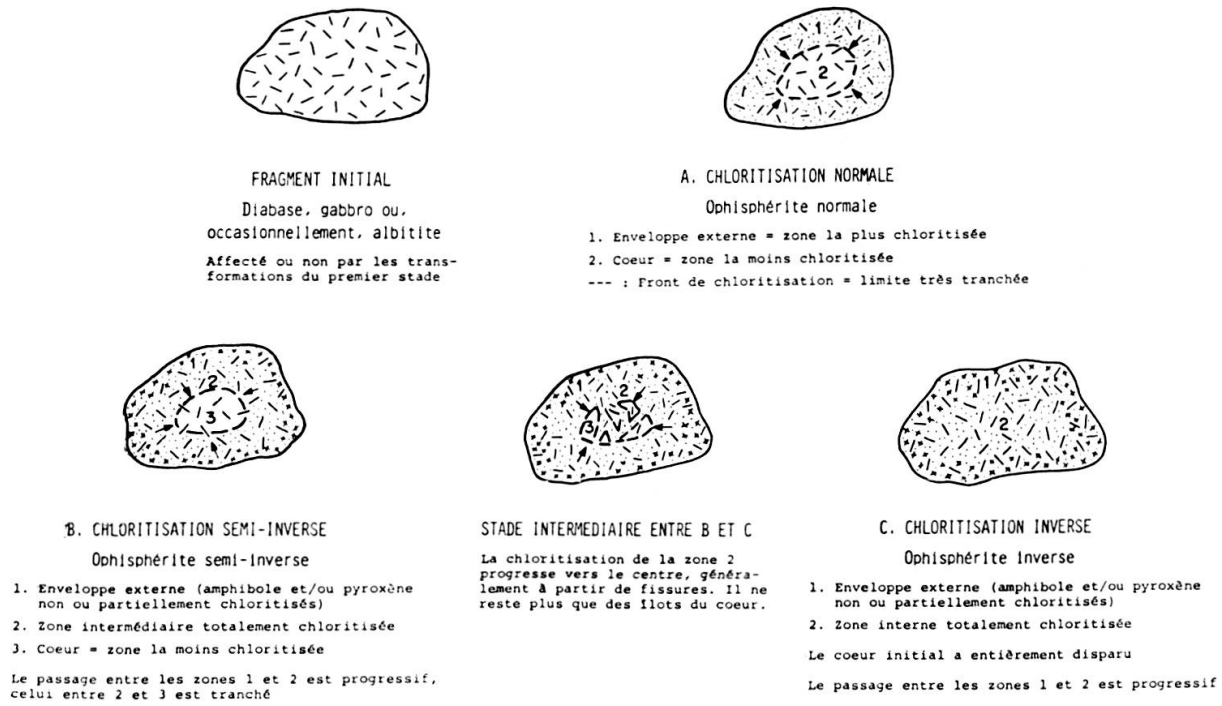


Figure 1

leurs s'étendre aux transformations du premier stade au cours duquel, comme nous l'avons vu, peuvent se développer ou non de nouvelles paragenèses.

Nous émettrons quelques hypothèses à ce sujet dans nos conclusions.

La planche I rassemble quelques illustrations d'inclusions parmi les plus typiques, et tout particulièrement d'ophisphérites.

Données minéralogiques

Nous ne ferons que mentionner les principales espèces minérales participant à la constitution des inclusions décrites. L'étude du chimisme de ces minéraux, en particulier des pyroxènes, amphiboles et plagioclases, sur la base de mesures à la microsonde, fera l'objet d'un autre travail (BERTRAND, en préparation). Quelques particularités essentielles seront toutefois mises en évidence ici.

Pyroxène, *hornblende brune*, *plagioclase* et, accessoirement, *biotite*, *minéraux opaques* (dont *magnétite* et *ilménite*), *sphène* et *apatite* constituent les minéraux primaires.

L'étude du *pyroxène* a révélé deux domaines de composition distincts: celui des diopsides pour les gabbros et celui des salites, ici très voisines des augites, pour les diabases. Une différence notable de teneurs en titane entre ces deux groupes est apparue, celles-ci étant nettement plus faibles dans les diopsides (1,65% - 0,63%) que dans les salites (2,97% - 1,70%). Nous donnons ci-dessous un exemple de formule atomique et de rapports Ca/Mg/Fe pour chacune de ces variétés:

Diopside:

$(Fe^{2+}_{0,170}\ Mg_{0,811})\ (Ca_{0,863}\ Na_{0,053}\ K_{0,002})\ (Al_{0,075}\ Ti_{0,018})\ (Si_{1,959}\ Al_{0,041})\ O_6$;
46,8/44,0/9,20.

Salite:

$(Fe^{2+}_{0,283}\ Mg_{0,699})\ (Ca_{0,830}\ Na_{0,054}\ K_{0,002})\ (Al_{0,018}\ Ti_{0.084})\ (Si_{1,841}\ Al_{0,159})\ O_6$;
45,8/35,6/15,6.

Ces résultats peuvent être comparés avec ceux obtenus par MEVEL et VELDE (1976) sur des reliques de pyroxène provenant des épanchements basaltiques sous-marins de cette même région des Gets.

Les analyses de la *hornblende brune*, tant dans les gabbros que dans les diabases ou termes intermédiaires, ont montré que l'on était, dans le cas des roches les moins transformées, en présence d'une kaersutite tendant souvent vers des variétés édenitiques ou pargasitiques. La présence de kaersutite, en particulier dans les roches de tendance alcaline, est bien connue. Les teneurs en titane, dans la majorité des cas supérieures à 3,50%, sont comprises entre les extrêmes suivants: 5,68% et 2,51%.

Nous donnons ci-dessous la formule atomique d'une kaersutite extraite d'un gabbro parmi les plus frais:

$(Ca_{0,082}\ Na_{0,795}\ K_{0,121})\ (Fe^{2+}_{0,295}\ Mn_{0,300}\ Ca_{1,675})\ (Ti_{0,665}\ Mg_{3,305}\ Fe^{2+}_{1,030})\ (Si_{5,522}\ Al_{2,202}\ Fe^{3+}_{0,211}\ Ti_{0,065})\ O_{22,898}\ (OH)_{1,102}$.

Le caractère primaire de la hornblende brune ne semble pas faire de doute. Elle s'observe en effet dans des roches non déformées ou présentant, dans certains cas, une orientation acquise lors de la cristallisation. Elle n'apparaît nullement liée à des zones de tectonisation précoce pour aboutir à la formation d'amphibolites comme cela est évident dans les Apennins (communication orale de L. Cortesogno). Ses relations avec les pyroxènes parlent aussi en faveur d'une origine primaire.

Le *plagioclase* se caractérise par sa composition variée. Dans les roches les plus fraîches, en particulier dans les gabbros et diabases à hornblende brune, des reliques avec $An_{50\text{-}40}$ peuvent subsister, malgré la séricitisation et la saussuritisation, en association avec des termes nettement plus sodiques et visiblement recristallisés; dans les variétés à pyroxène, la teneur en anorthite apparaît toujours plus faible quel que soit le degré de transformation de la roche. Dans les roches les plus altérées, le plagioclase tend vers une albite, terme qui domine pour l'ensemble des roches considérées.

La *biotite brune*, souvent chloritisée, n'apparaît qu'occasionnellement, surtout dans les roches à kaersutite et les rares inclusions albitiques, et joue un rôle tout à fait accessoire. Lorsque demeurée plus ou moins fraîche jusqu'à la phase de chloritisation principale, elle a la particularité de résister aux effets de cette dernière.

Séricite, *épidotes*, *pumpellyite*, *prehnite*, *calcite*, *actinote-trémolite*, *chlorite*, *ilménite*, *leucoxène* et *sphène* sont les principales espèces minérales développées secondaire-

ment. Pour certaines d'entre elles, il est difficile de rattacher leur formation à une phase unique et bien précise de l'histoire de ces inclusions.

La *séricite*, souvent présente dans le plagioclase, s'est développée avant la phase de chloritisation principale puisque remplacée par la chlorite dans les cas où le plagioclase est chloritisé. On ne peut toutefois pas exclure qu'une partie de la séricite se soit développée plus tardivement dans les feldpaths ayant échappé à cette phase de chloritisation; cette dernière remarque peut d'ailleurs s'appliquer à la clinozoïsite et à la pumpellyite finement cristallisées, de même qu'à l'actinote-trémolite entre autres.

Les *épidotes*, à savoir la *clinozoïste*, la *zoïsite* et la *pistacite*, sont toujours, lors de la phase de chloritisation principale, totalement chloritisées dans l'enveloppe externe des ophisphérites. La *clinozoïsite* est la variété la plus répandue; elle apparaît, soit finement dispersée dans le plagioclase, soit plus ou moins largement cristallisée, en remplacement du feldpath mais aussi, occasionnellement, du pyroxène et de la hornblende brune. Dans le cas des fines cristallisations, il est difficile d'attribuer sa formation, soit au processus de saussuritisation, soit à celui de métasomatose calcique. La *zoïsite* n'a été observée que très rarement; sa cristallisation est à rattacher à la phase de métasomatose calcique. La *pistacite* ne s'observe qu'en développements plus tardifs par rapport aux deux variétés précédentes, mais toutefois précoces puisqu'antérieurs à la phase de chloritisation des ophisphérites.

La *pumpellyite*, variété incolore pauvre en fer, se présente soit finement dispersée dans le plagioclase, soit plus largement cristallisée et souvent associée à la *prehnite* dont la formation est visiblement antérieure à la phase de chloritisation, ceci dans certaines inclusions gabbroïques.

La *calcite* peut être attribuée à plusieurs générations. Ainsi, dans de rares cas, le carbonate paraît nettement très précoce et avoir participé, avec certains des minéraux mentionnés ci-dessus, au phénomène de métasomatose calcique.

L'*actinote-trémolite* est assez répandue. Elle s'observe, soit en fines aiguilles dans le plagioclase, soit, surtout, en tant que produit de remplacement du pyroxène et de la hornblende brune qui peuvent présenter l'une ou l'autre des deux évolutions suivantes:

— pyroxène, hornblende brune → actinote-trémolite → chlorite;

— pyroxène, hornblende brune → chlorite.

Il paraît certain qu'une partie de l'actinote-trémolite se soit formée avant la phase de chloritisation principale.

Nous mentionnerons encore, observés uniquement dans quelques éléments de gabbros d'une brèche ophiolitique incluse dans la serpentinite, quelques amorces de développement d'*amphibole sodique*.

La *chlorite*, comme nous l'avons vu, joue un rôle important dans l'histoire des inclusions décrites. Sa formation est à rattacher à au moins deux épisodes principaux.

On distinguera, en effet, la chlorite en fins développements, dans le plagioclase surtout, sans doute contemporaine des phénomènes de séricitisation et saussuritisation, et la chlorite formée lors de la phase de métasomatose chloriteuse responsable de la zonation des ophisphérites. La première est de caractère plus alumineux que la seconde, fortement magnésienne. D'autres développements de chlorite, de moindre importance, postérieurs à cette phase de métasomatose, ne sont par ailleurs pas à exclure.

A partir des analyses chimiques Od 3a et Oa 1b (tableau 1), correspondant aux zones chloritisées, respectivement d'une ophisphérite diabasique inverse et d'une ophisphérite albitique normale, nous avons calculé les formules atomiques de ces chlorites sur la base de 28 O, en ignorant H_2O^+; nous avons procédé de même, à fin de comparaison, avec la chloritite de l'analyse Chl 1 correspondant à l'ancienne matrice vitreuse d'un pillow lava. Ces formules sont les suivantes:

Chlorite Od 3a:

$(Fe^{2+}_{0.788}\ Mn_{0,027}\ Mg_{4,227})\ (Al_{1,020})\ (Si_{2,857}\ Al_{1,143})\ O_{10}\ (OH)_8$

$Fe^{2+} / Fe^{2+} + Mg = 0,157.$

Il s'agit d'une chlorite non oxydée correspondant, selon les classifications de HEY (1954) et FOSTER (1962), à un *clinochlore*.

Chlorite Oa 1b:

$(Fe^{2+}_{0,396}\ Mn_{0,017}\ Mg_{4,242})\ (Na_{0,276}\ K_{0,027})\ (Al_{0,893}\ Fe^{3+}_{0,160})\ (Si_{3,232}\ Al_{0,768})\ O_{10}\ (OH)_8$

$Fe^{2+} / Fe^{2+} + Mg = 0,085.$

Il s'agit également d'une chlorite non oxydée correspondant, selon les classifications précitées, à une *pennine*.

Chlorite Chl 1:

$(Fe^{2+}_{1,171}\ Mn_{0,028}\ Mg_{2,942})\ (Al_{0,836}\ Fe^{3+}_{0,648})\ (Si_{3,268}\ Al_{0,732})\ O_{10}\ (OH)_8$

$Fe^{2+} / Fe^{2+} + Mg = 0,285.$

Il s'agit donc d'une chlorite oxydée correspondant à une *delessite* selon HEY, et à une *diabantite* selon FOSTER.

Avant d'établir ces formules atomiques, les analyses chimiques considérées ont été recalculées après avoir formé, sur la base des observations microscopiques, du sphène et de l'ilménite pour éliminer le titane; d'autre part, pour l'analyse Od 3a, nous avons constitué une amphibole de type actinote pour éliminer le calcium; pour l'analyse Oa 1b, cet élément a été supposé provenir de calcite, mais par contre aucun indice microscopique ne nous a permis d'attribuer sodium et potassium à des phases bien déterminées; la formule atomique ainsi obtenue étant par ailleurs assez bien équilibrée, nous en avons conclu que ces deux éléments pouvaient participer à la

composition de cette chlorite, ce qui devra être confirmé par une analyse à la microsonde.

De l'*ilménite*, du *leucoxène* et du *sphène* peuvent se former aux dépens de la hornblende brune surtout, mais aussi du plagioclase, suite à la chloritisation de ces deux minéraux. Parfois très abondants, il peuvent aller jusqu'à rendre presque opaques les anciennes plages du minéral chloritisé. Rappelons que suivant les cas, une redistribution plus ou moins importante de ces trois espèces titanifères dans les zones affectées par la chloritisation peut être la cause de l'apparition d'une sous-zonation.

Données chimiques

Nous avons rassemblé dans le tableau 1 quelques analyses chimiques de roches choisies parmi les plus représentatives des ophiolites de la région considérée: il s'agit tout d'abord d'ophisphérites diabasiques, gabbroïque et albitique et enfin de certaines autres ophiolites présentées à fin de diverses comparaisons.

Les trois exemples d'ophisphérites diabasiques se rapportent:

— à un type très fréquemment rencontré (an. Od 1 a et b) qui a souvent la particularité de montrer un centre très peu transformé;
— à une variété également fréquente ayant, dans ce cas, été largement épidotisée (an. Od 2 a et b);
— enfin, à un spécimen affecté par une chloritisation inverse (an. Od 3 a et b).

L'examen des résultats obtenus sur les parties centrales de ces trois échantillons fait bien ressortir leurs caractéristiques essentielles, à savoir: pour l'analyse Od la, les valeurs de CaO et Na_2O, reflet de la persistance d'un plagioclase avec une teneur encore appréciable en anorthite; pour l'analyse Od 2a, la concentration nettement plus forte en CaO et le lessivage important des alcalins exprimant le remplacement du plagioclase par la clinozoïste; pour l'analyse Od 3a, un ensemble de valeurs indiquant clairement la chloritisation quasi totale de cette zone.

Un regard sur les résultats donnés par les zones externes respectives de ces trois ophisphérites met en évidence: la chloritisation partielle dans le cas de l'analyse Od 1b avec la persistance d'une certaine teneur en alcalins, en Na_2O en particulier, à rattacher à la présence de la hornblende brune principalement; la chloritisation nettement plus prononcée dans le cas de l'analyse Od 2b, la hornblende brune s'observant toutefois encore; enfin, le moindre degré le chloritisation, par rapport à sa partie centrale, de la zone externe de l'ophisphérite Od 3 où subsiste de la hornblende brune. On relève par ailleurs, comme particularité de la zone centrale totalement chloritisée de cette dernière ophisphérite, l'absence complète de fer ferrique contrairement aux cas des zones externes totalement chloritisées avec ici, comme exemple, l'analyse Oa 1b du bord de l'ophisphérite albitique (voir, sous données minéralogiques, les formules atomiques de ces chlorites calculées à partir de ces analyses chimiques).

Tableau 1 : Analyses chimiques (méthode analytique : voie humide; résultats en % poids).

a) Quelques types représentatifs d'ophisphérites

	Od 1a	Od 1b	Od 2a	Od 2b	Od 3a	Od 3b	Og 1a	Og 1b	Oa 1a	Oa 1b
SiO_2	47,00	40,10	38,25	36,66	29,66	37,85	46,32	40,80	54,15	33,04
TiO_2	1,79	1,94	2,05	2,45	1,46	1,38	0,38	0,47	0,53	0,41
Al_2O_3	16,73	8,65	19,60	10,85	16,74	12,53	18,89	14,39	17,59	14,41
Fe_2O_3	2,23	2,93	3,79	1,87	---	2,99	1,62	2,10	0,94	2,17
FeO	4,94	6,36	3,11	5,81	9,85	6,87	3,48	6,26	1,07	5,04
MnO	0,21	0,23	0,18	0,17	0,29	0,22	0,21	0,33	0,12	0,21
MgO	9,87	21,83	12,78	26,46	27,03	22,00	12,79	20,98	10,05	29,10
CaO	7,17	6,57	14,76	4,55	2,54	6,47	7,98	6,42	1,94	0,69
Na_2O	4,54	2,17	1,51	1,09	(<0,10)	1,01	2,81	0,59	8,38	1,46
K_2O	0,91	0,40	0,09	0,04	(<0,10)	0,17	1,03	(<0,10)	0,66	0,22
P_2O_5	0,32	0,37	0,31	0,28	0,21	0,21	0,01	0,01	0,22	0,22
H_2O^+	4,31	7,35	3,26	9,41	} 12,02	} 7,99	4,54	7,01	4,47	12,15
H_2O^-	(0,06)	(1,15)	(0,26)	(0,84)			(0,14)	(0,30)	(0,17)	(1,20)
CO_2	---	---	---	---	0,76	0,36	0,19	0,57	---	---
	100,02	98,90	99,69	99,64	100,56	100,05	100,25	99,93	100,12	99,12

b) Quelques ophiolites représentatives

	Gb 1	Db 1	Db 2	Chl 1	Sm 1
SiO_2	42,11	49,60	50,00	33,62	39,13
TiO_2	4,86	3,40	1,73	2,30	0,13
Al_2O_3	15,83	15,69	17,24	15,23	2,21
Fe_2O_3	4,19	2,52	1,18	5,94	5,44
Cr_2O_3	---	---	---	---	0,21
FeO	6,56	6,96	6,06	10,33	3,28
MnO	0,19	0,17	0,10	0,23	0,14
MgO	8,85	7,41	7,53	13,55	34,72
CaO	9,95	3,57	3,54	2,74	0,56
Na_2O	3,85	5,39	6,43	0,74	0,54
K_2O	0,97	0,22	0,10	1,29	0,10
P_2O_5	0,08	0,43	0,15	-	0,01
H_2O^+	1,89	4,36	4,59	14,16	13,53
H_2O^-	---	(0,36)	(0,46)	---	---
CO_2	0,48	---	1,46	---	---
	99,81	99,72	100,11	100,13	100,00

TABLEAU 1

Analyse Od 1: Diabase intersertale à hornblende brune et phénocristaux de plagioclase.

Mode:

a. *Zone centrale:* plagioclase (jusqu'à An_{30-40}) passablement séricitisé avec très fines cristallisations de pumpellyite et de chlorite, hornblende; accessoirement: biotite, chlorite, clinozoïsite (veinules), minéraux opaques, leucoxène, apatite.

b. *Zone externe:* chlorite, hornblende brune; minéraux accessoires semblables à ceux de la zone centrale, sauf la clinozoïsite qui a été chloritisée.

Analyse Od 2: Diabase à hornblende brune à structure orientée hypidiomorphe grenue. Type largement épidotisé.

Mode:

a. *Zone centrale:* clinozoïsite avec chlorite associée, hornblende passablement transformée en actinote-trémolite et chlorite; minéraux accessoires: leucoxène, sphène, apatite, minéraux opaques.

b. *Zone externe:* chlorite, hornblende un peu plus altérée qu'au centre; minéraux accessoires semblables à ceux de la zone centrale.

Analyse Od 3: Diabase intersertale à hornblende brune (ophisphérite « inverse »).

Mode:

a. *Zone centrale:* chlorite; minéraux accessoires: leucoxène, sphène, minéraux opaques, reliques de hornblende accidentelles.

b. *Zone externe:* hornblende brune partiellement remplacée par de l'actinote-trémolite et de la chlorite, chlorite; minéraux accessoires: minéraux opaques, leucoxène, sphène.

Affleurement des ophisphérites Od 1, Od 2 et Od 3: Le Crêt.

Analyse Og 1: Gabbro à augite-diallage.

Mode:

a. *Zone centrale:* plagioclase (jusqu'à An_{30-35}) séricitisé avec rares et fines cristallisations de pumpellyite, augite-diallage partiellement ouralitisé, chlorite; minéraux accessoires: hornblende brune, minéraux opaques.

b. *Zone externe:* chlorite, augite-diallage davantage remplacée par actinote-trémolite et chlorite; minéraux accessoires: hornblende brune largement chloritisée, minéraux opaques.

Affleurement: Le ruisseau des Bounaz.

Analyse Oa 1: Albitite.

Mode:

a. *Zone centrale:* albite; minéraux accessoires: chlorite, minéraux opaques, leucoxène, sphène, clinozoïsite (veinules).

b. *Zone externe:* chlorite; minéraux accessoires semblables à ceux de la zone centrale excepté la clinozoïsite qui a été chloritisée.

Affleurement: Le Crêt.

Analyse Gb 1: Gabbro peu transformé à hornblende brune abondante.

Mode: Plagioclase (An_{35-40}) largement séricitisé, hornblende brune, chlorite; accessoirement: sphène, leucoxène, minéraux opaques, apatite.
Element de brèche ophiolitique.

Affleurement: La Mouille-Ronde.

Analyse Db 1: Diabase intersertale fine.

Mode: Albite, chlorite; accessoirement sphène, leucoxène, minéraux opaques, apatite.
Variété massive plus ou moins étroitement associée à la serpentinite.

Affleurement: La Mouille-Ronde.

Analyse Db 2: Diabase intersertale à intersertale divergente.

Mode: Albite, chlorite; accessoirement: sphène, leucoxène, minéraux opaques, calcite.
Vestige de filon recoupant des basaltes en coussins.

Affleurement: Le Vuargne.

Analyse Chl 1:	Chloritite.
Mode:	Chlorite; accessoirement: sphène, leucoxène, ilménite. Ancienne matrice vitreuse d'un pillow lava.
Affleurement:	Le Vuargne.

Analyse Sm 1:	Serpentinite massive.
Mode:	Chrysotile, lizardite; accessoirement: chlorite, pyroxène, minéraux opaques.
Affleurement:	Le Bartoli.

L'ophisphérite gabbroïque Og 1 a été choisie comme exemple d'un gabbro à augite-diallage encore relativement peu transformé dans la partie centrale de l'inclusion et permettant de ce fait une bonne comparaison avec le gabbro à hornblende brune de l'analyse Gb 1. L'analyse Og 1b du bord de l'inclusion met en évidence le lessivage des alcalins suite à la chloritisation du plagioclase, la teneur en CaO ne diminuant pas de manière très importante du fait de la persistance du pyroxène et de l'amphibole remplaçant ce dernier.

Enfin, les deux analyses Oa 1 a et b se rapportent à une des rares ophisphérites albitiques observées, respectivement au cœur de l'inclusion, dans lequel de l'albite quasiment fraîche prédomine, comme le montre la concentration élevée en Na_2O, et à la zone externe totalement chloritisée.

De l'examen de ces quelques analyses, on relèvera encore, lors du processus d'ophisphéritisation, une certaine mobilité du titane qui, excepté dans le cas de l'ophisphérite albitique, apparaît toujours plus concentré dans la zone la plus chloritisée.

L'analyse Gb 1 du gabbro très riche en hornblende brune primaire et peu transformé, tel qu'on en rencontre sous divers modes de gisement, met en évidence une composition notablement différente de celle du gabbro Og 1, en particulier pour ce qui est des teneurs, élevées, en titane et en fer, la basse concentration en SiO_2 traduisant l'abondance de l'amphibole; ces particularités se rapprochent de celles de certains ferrogabbros.

Les analyses Db 1 et Db 2, bien qu'indiquant des compositions relativement semblables, se rapportent à deux variétés de diabase de mode de gisement différent. La première concerne une roche massive formant une zone relativement importante plus ou moins liée à la serpentinite; la seconde, associée à une zone de basaltes en coussins sans liaison aucune avec les serpentinites, est considérée comme pouvant correspondre à un vestige de filon recoupant ces derniers. Ces deux diabases présentent une tendance spilitique assez nette, surtout celle de l'analyse Db 2; nous envisageons que ce caractère puisse être le reflet de processus différents.

Les deux dernières analyses sont celles d'une chloritite (an Chl 1), ancienne matrice vitreuse d'un coussin, permettant de bien mettre en évidence la différence de composition avec les chlorites formées lors de la phase de métasomatose chlori-

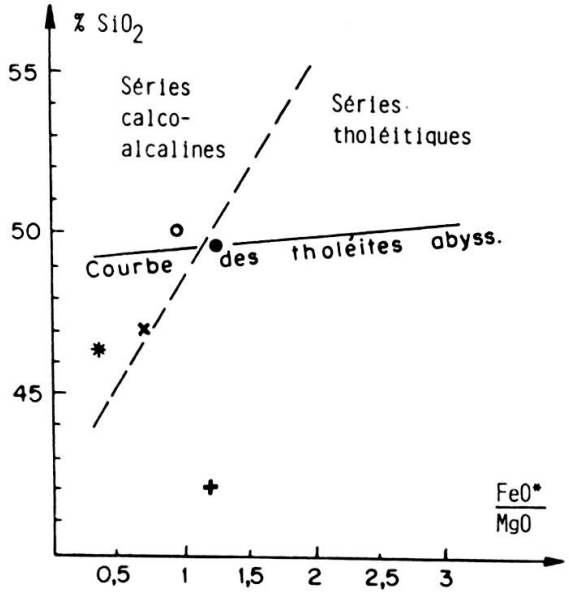


Fig. 2 : Diagramme $SiO_2 / \frac{FeO^*}{MgO}$ de Miyashiro

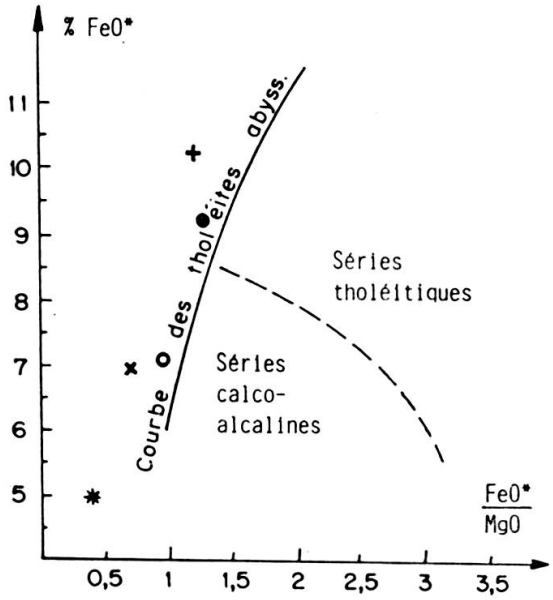


Fig. 3 : Diagramme $FeO^* / \frac{FeO^*}{MgO}$ de Miyashiro

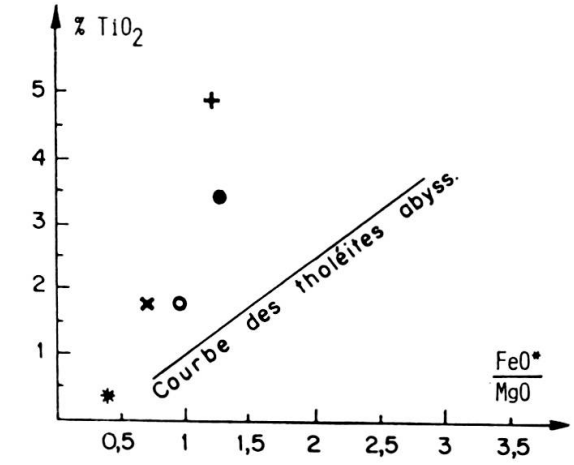


Fig. 4 : Diagramme $TiO_2 / \frac{FeO^*}{MgO}$ de Miyashiro

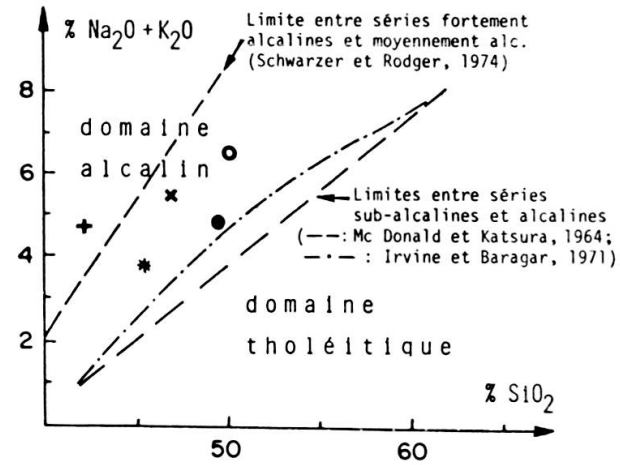


Fig. 5 : Diagramme alcalins / SiO_2 de Mc Donald et Katsura

Légende commune aux Figs. 2, 3, 4 et 5 : × = an. Od 1a ; ✱ = an. Og 1a ; + = an. Gb 1 ;
● = an. Db 1 ; ○ = an. Db 2 (tableau 1)
FeO* : fer total exprimé en FeO

teuse affectant les ophisphérites et enfin celle d'une serpentinite massive (an. Sm 1) typique de la région des Gets.

Nous avons reporté sur 4 diagrammes classiques les valeurs tirées de 5 des analyses présentées, dont 3 (an. Od 1a, Og 1a et Gb 1) ont été obtenues sur des roches parmi les plus fraîches que l'on puisse rencontrer dans le secteur considéré.

Dans le diagramme $SiO_2 \Big/ \frac{FeO^*}{MgO}$ (fig. 2), on relèvera que les points figuratifs sont relativement peu dispersés et alignés à proximité plus ou moins immédiate de la limite entre séries tholéitiques et séries calco-alcalines, avec toutefois une tendance vers ces dernières; seul le point représentatif du gabbro Gb 1 s'écarte de manière significative de cette limite.

Le diagramme $FeO^* \Big/ \frac{FeO^*}{MgO}$ (fig. 3) met en évidence la grande latitude de variation de teneur en FeO* et, au contraire, le domaine relativement étroit dans lequel s'inscrit le rapport $\frac{FeO^*}{MgO}$; cela se traduit par un alignement des points figuratifs parallèlement à la courbe des tholéites abyssales; nous nous garderons de donner une signification définitive à ce fait vu le peu d'analyses prises en considération et la non observation d'une telle tendance sur les autres diagrammes.

La particularité essentielle du diagramme $TiO_2 \Big/ \frac{FeO^*}{MgO}$ (fig. 4) est de souligner les très grandes variations de teneur en titane; ces variations peuvent soit être le reflet de différences primaires, soit traduire les effets de certaines transformations subies par ces roches. La première hypothèse nous semble toutefois la plus probable au vu des différences notables de teneur en titane observées, en particulier dans les pyroxènes et les amphiboles, différences mises en évidence, entre autres, par la plus ou moins grande abondance de minéraux titanifères secondaires libérés lors de la chloritisation de ces deux phases minérales; par ailleurs, le fait que deux roches, l'une très fraîche (an. Od 1a), l'autre très transformée (an. Db 2), présentent des teneurs en TiO_2 très voisines semble aussi parler en faveur de cette hypothèse.

Dans le diagramme $Na_2O + K_2O / SiO_2$ (fig. 5), les 5 points considérés apparaissent tous dans le domaine alcalin et plus précisément, pour 4 d'entre eux, dans le champ des séries moyennement alcalines défini par Schwarzer et Rodger (1974). Ce caractère est sans doute réel pour certaines des ophiolites de la Nappe des Gets, nous pensons en particulier aux variétés riches en kaersutite dans lesquelles surtout peut apparaître, accessoirement, de la biotite; mais d'autre part, il faut aussi tenir compte qu'un caractère tholéitique initial peut avoir été modifié par l'albitisation affectant, à divers degrés, les roches considérées.

Données géochronométriques

L'état de fraîcheur remarquable de la kaersutite en particulier, dans certaines inclusions de gabbro et diabase, a permis la détermination d'âges K-Ar (BERTRAND, 1970; BERTRAND et DELALOYE, 1976). Suite aux développements technologiques et méthodologiques permettant entre autres de vérifier la présence d'excès de ^{40}Ar, certaines de ces mesures ont été reprises récemment.

L'ensemble des résultats obtenus, indiquant l'âge de cristallisation de la roche, peut donc être considéré comme présentant une bonne fiabilité. Ces âges indiquent que ces roches ont très probablement cristallisé lors d'une période comprise entre le Jurassique inférieur et le Jurassique moyen.

Conclusion

L'étude de ces diverses inclusions a donc permis de mettre en évidence certains de leurs caractères très particuliers et de faire ressortir les différences existant avec les inclusions associées à la zone de mélange du col du Chenaillet, au Montgenèvre.

Divers arguments hypothétiques peuvent être avancés pour tenter d'expliquer la rareté de la phase de métasomatose calcique:

— *La nature primitive des roches associées à la péridotite.*
Ce facteur semble devoir être éliminé, tant les termes à hornblende brune que ceux à pyroxène pouvant être non affectés par cette phase de métasomatose ou présenter les mêmes développements de silicates calciques.

— *La composition de la péridotite originelle.* La serpentinisation totale nous empêche d'émettre une hypothèse valable à ce sujet. Cependant, la présence de très rares reliques confirment l'existence de clinopyroxène et, par conséquent, d'une certaine libération de calcium durant la serpentinisation.

— *Le degré de serpentinisation de la péridotite* au moment de la mise en place des roches actuellement observées en inclusions dans la serpentinite.

— *Les conditions physico-chimiques*, et en particulier de pression et température, auxquelles ont été soumises péridotites-serpentinites et roches associées, conditions sans doute fort variables dans les zones tectoniquement actives ayant vu la mise en place de ces roches. Nous sommes enclins à penser que ce facteur a dû être prépondérant. Au vu des paragenèses observées, ces conditions paraissent avoir été, dans bien des cas, proches de celles des faciès schiste-vert et pumpellyite-prehnite.

Par ailleurs, ont été soulignées:

— L'absence d'inclusions de basaltes en coussins.

— La nature très particulière de la majorité des roches observées, de tendance alcaline, et qui, au vu de la composition des reliques de plagioclase originel, se rattachent davantage à des termes dioritiques, et leurs équivalents hypabyssaux, qu'aux gabbros et basaltes.

Ces faits suggèrent que les phénomènes décrits ont pu prendre place dans une zone plus ou moins éloignée d'une ride médio-océanique.

La phase de métasomatose chloriteuse responsable de la zonation des ophisphérites soulève également plusieurs problèmes. En effet, pourquoi certaines des inclusions observées ont-elles totalement échappé aux effets d'un tel phénomène alors que d'autres le subissent avec intensités et modes variables? S'il ne semble pas faire de doute que cette métasomatose soit liée à la présence de solutions enrichies en magnésium circulant dans les serpentinites, de tels processus ont pu se développer tant au cours de la phase d'expansion océanique que lors d'épisodes ultérieurs de l'histoire de ces roches. Là encore, à côté du degré de tectonisation variable des serpentinites facilitant plus ou moins la circulation des solutions minéralisantes et du moment de l'association de l'inclusion avec la roche serpentinisée, des conditions de pression et de température surtout fort variables nous paraissent représenter l'élément principal permettant d'expliquer les différences constatées.

La poursuite de l'étude entreprise sur le chimisme des diverses phases minérales des ophiolites de la nappe des Gets devrait nous permettre de mieux situer le contexte originel de ces roches à la lumière des comparaisons avec les nombreuses données accumulées, au cours de ces dix dernières années, tant sur divers massifs ophiolitiques que sur du matériel océanique.

Remerciements

M. Claude Ginet nous a apporté son aide, pour la programmation des calculs des formules atomiques et pour la réalisation des microphotographies. Nous l'en remercions vivement.

BIBLIOGRAPHIE

Bertrand, J. (1970). Etude pétrographique des ophiolites et des granites du flysch des Gets (Haute-Savoie, France). *Arch. Sci. Genève*, 23, 279-542.

Bertrand, J., R. Chessex, M. Delaloye, R. Laurent et M. Vuagnat (1965). Détermination d'âges « plomb total » sur des zircons de la chaîne alpine (3e série). *BSMP*, 45, 317-326.

Bertrand, J. et M. Delaloye (1976). Datation par la méthode K-Ar de diverses ophiolites du flysch des Gets (Haute-Savoie, France). *Eclogae geol. helv.*, 69/2, 335-341.

Bertrand, J., D. Steen, C. Tinkler and M. Vuagnat (1980). The melange zone of the col du Chenaillet (Montgenèvre ophiolite, Hautes-Alpes, France). Ce volume.

Caron, Ch. (1972). La Nappe supérieure des Préalpes: subdivision et principaux caractères du sommet de l'édifice préalpin. *Eclogae geol. helv.*, 65/1, 57-73.

Dietrich, V., M. Vuagnat and J. Bertrand (1974). Alpine Metamorphism of Mafic Rocks. *BSMP*, 54, 291-332.

Elter, G., P. Elter, M. Sturani et M. Weidmann (1966). Sur la prolongation du domaine ligure de l'Apennin dans le Montferrat et les Alpes et sur l'origine de la Nappe de la Simme s.l. des Préalpes romandes et chablaisiennes. *Arch. Sci. Genève*, 19, 279-377.

Fontignie, D., M. Delaloye et J. Bertrand. Ages radiométriques des éléments ophiolitiques de la nappe des Gets (Haute-Savoie, France). A paraître.

Foster, M. D. (1972). Interpretation of the composition and classification of chlorites. *Geol. Surv. Prof. Pap.* 414-A, 33 p.

Hey, M. H. (1954). A new review of the chlorites. *Mineral. Mag.*, 30, 277-292.

IRVINE, T. N. and W. R. BARAGAR (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. Journ. Earth Sc.*, 8, 523-548.

JAFFE, F. (1955). Les ophiolites et les roches connexes de la région du col des Gets. *BSMP*, 35, 1-150.

LEAKE, B. E. (1978). Nomenclature of amphiboles. *Amer. Mineral.*, 63, 1023-1052.

MCDONALD, G. A. and T. KATSURA (1964). Chemical composition of hawaïan lavas. *Journ. Petrol.*, 1, 172-177.

MEWEL, C. and D. VELDE (1976). Clinopyroxenes in mesozoic pillow lavas from the French Alps: Influence of cooling rate on compositional trends. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 32, 158-164.

MIYASHIRO, A. (1975). Classification, characteristics and origin of ophiolites. *Journ. Geol.*, 83, 249-281.

SCHWARZER, R. R. and J. W. RODGER (1974). A worldwide comparison of alkali olivine basalts and their differentiation trends. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 23, 286-296.

VUAGNAT, M. (1952). Sur une structure nouvelle observée dans les roches vertes du Mont-Genèvre (Hautes-Alpes). *Arch. Sci. Genève*, 5/3, 191-193.

VUAGNAT, M. et F. JAFFE (1954). Sur les ophisphérites de la région des Gets. *Arch. Sc. Genève*, 7/1, 5-14.

PLANCHE I

MICROGRAPHIES OPTIQUES DE QUELQUES INCLUSIONS TYPIQUES

A. Gabbro à kaersutite (LP).
Affleurement: Le ruisseau des Bounaz.

B. Diabase porphyrique à hornblende brune (LP).
Zone centrale d'une ophisphérite: plagioclase (phénocristaux et microlites) chloritisés.
Affleurement: Le Crêt.

C. Ophisphérite semi-inverse (LP).
Diabase à hornblende brune.
1. *Zone centrale :* fraîche.
2. *Zone intermédiaire :* totalement chloritisée.
3. *Zone externe :* hornblende brune non chloritisée.
Affleurement: Le Crêt.

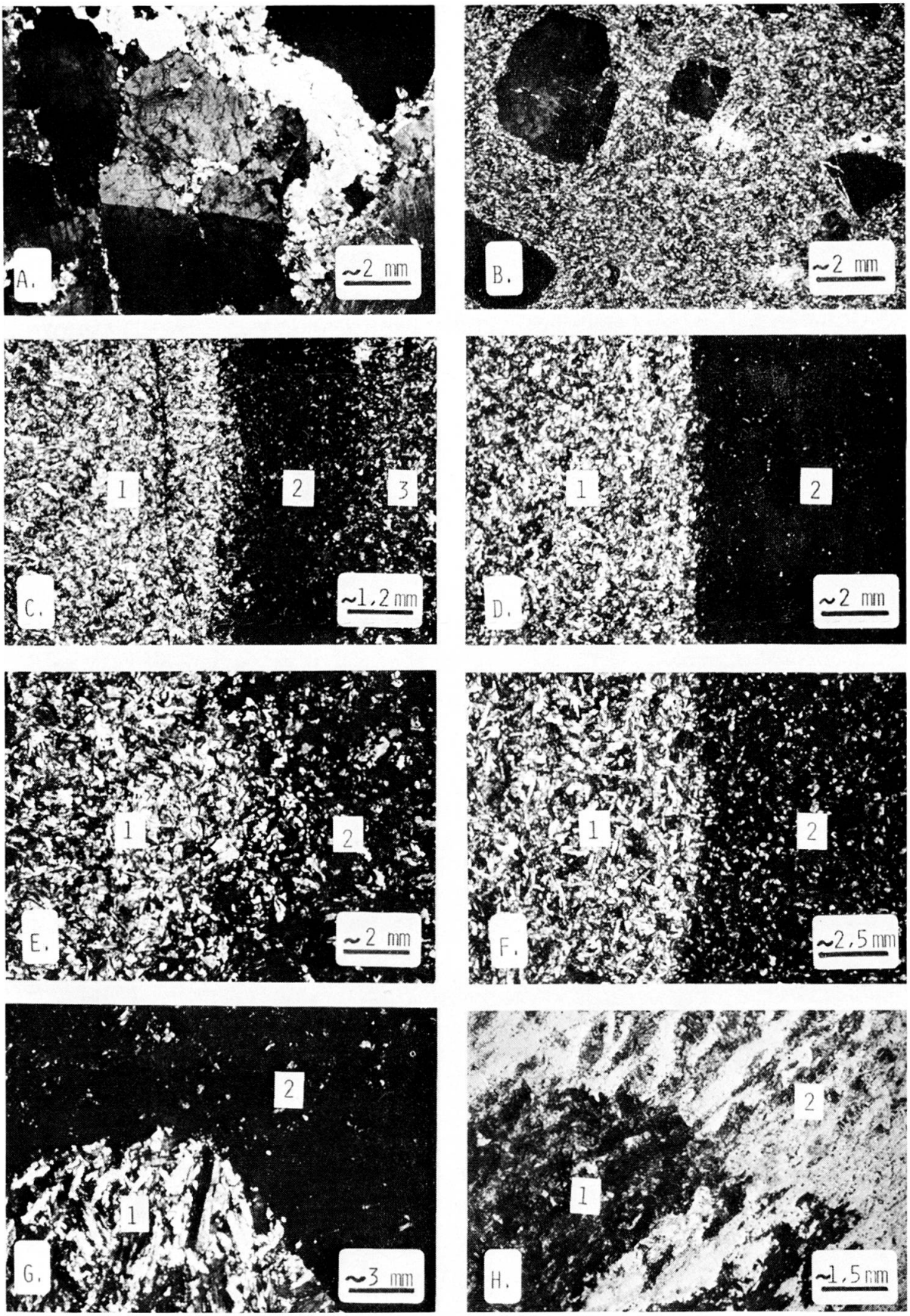
D. Ophisphérite normale (LP).
Diabase à hornblende brune partiellement transformée.
1. *Zone centrale :* plagioclase non chloritisé, hornblende partiellement remplacée par actinote-trémolite et chlorite.
2. *Zone externe :* totalement chloritisée.
Affleurement: Le Crêt.

E. Ophisphérite normale (LP).
Diabase à pyroxène et hornblende.
1. *Zone centrale :* plagioclase et mélanocrates non chloritisés.
2. *Zone externe :* plagioclase seul chloritisé.
Affleurement: Le ruisseau des Bounaz.

F. Ophisphérite normale (LP).
Diabase à pyroxène.
1. *Zone centrale :* non chloritisée.
2. *Zone externe :* plagioclase et pyroxène chloritisés.
Affleurement: Le Crêt.

G. Ophisphérite albitique (LP).
1. *Zone centrale :* albite; accessoirement: biotite et chlorite.
2. *Zone externe :* totalement chloritisée excepté la biotite.
Affleurement: Le Crêt.

H. Ophisphérite normale (LN).
Gabbro à grain fin à structure orientée largement affecté par la métasomatose calcique.
1. *Zone centrale :* clinozoïsite, hornblende brune, leucoxène, chlorite.
2. *Zone externe :* clinozoïsite totalement chloritisée, hornblende brune irrégulièrement chloritisée, leucoxène inégalement distribué.
Affleurement: Le Crêt.


A.
~2 mm
B.
~2 mm
1
2
3
C.
~1,2 mm
1
2
D.
~2 mm
1
2
E.
~2 mm
1
2
F.
~2,5 mm
2
1
G.
~3 mm
2
1
H.
~1,5 mm