

MARC VUAGNAT

## QUELQUES RÉFLEXIONS SUR LES OPHISPHÉRITES ET LES RODINGITES

A première vue, les grandes masses de serpentinite paraissent homogènes et monotones. Cependant, un examen plus attentif ne tarde pas à révéler des hétérogénéités, des variations de composition, de structure et de texture. Les plus frappantes de ces hétérogénéités sont des sortes d'inclusions de couleur et d'allure nettement différentes de celles de la roche encaissante. Parmi ces inclusions, certaines ont une nature bien reconnaissable; il s'agit de roches très différentes des ultrabasites, de xénolites au sens large du terme. Suivant l'idée que l'on se fait de la genèse des serpentinites, on peut y voir soit des lentilles tectoniques arrachées aux roches encaissantes ou sous-jacentes, soit des enclaves magmatiques (enclaves énallogènes de LACROIX), soit même des reliques épargnées par une métasomatose magnésienne générale qui expliquerait la formation des serpentinites.

D'autres inclusions sont plus énigmatiques, la nature de la roche primaire n'étant pas immédiatement évidente; c'est dans cette catégorie que l'on rencontre les rodingites et les ophisphérites. Le but de ce court article est d'examiner certains problèmes posés par ces roches curieuses et encore mal connues.

Les rodingites ont été signalées en diverses régions du globe; ce nom a été donné par MARSHALL en 1911 à des masses claires en forme de dikes dans les serpentinites de Dun Mountain (Nlle-Zélande), dans le bassin de la rivière Roding (MARSHALL, 1911). Ces roches ont été redécrites en 1927 d'une manière assez détaillée (GRANGE, 1927); il est intéressant de noter qu'elles avaient été vues bien avant, en 1864, par HOCHSTETTER qui les avaient considérées comme étant de la « saussurite ».

En se basant sur les descriptions de divers auteurs et sur mes propres observations dans les Alpes et ailleurs, on peut dire que les rodingites sont caractérisées par les principaux traits suivants:

1. Les rodingites, à ma connaissance, se trouvent toujours dans des ultramafites très serpentinisées et présentant, en général, les traces de fortes déformations mécaniques. En outre, elles paraissent plus fréquentes dans les parties bordières des massifs de serpentinite que dans les parties centrales. En particulier, je n'en a jamais observé au coeur de péridotites non altérées.

2. La forme des masses de rodingite est très variable, certaines constituent des lentilles elliptiques ou arrondies; plus souvent, on observe des inclusions allongées, évoquant des dikes déformés, boudinés, puis tronçonnés. En effet, ces inclusions forment de vagues alignements qui peuvent se suivre lorsque les affleurements sont bons.

3. La composition des roches décrites sous le nom de rodingites est très variable. Il s'agit là d'un terme commode permettant de grouper sous un même vocable des assemblages minéralogiques assez divers. En général, ce nom s'applique à des masses plus claires et plus dures que l'ultramafite encaissante.

4. Parmi les minéraux typiques des rodingites, on relève une série de silicates de chaux secondaires: grossulaire, hydrogrenats, vésuvianite, zoïsite, prehnite, wollastonite (GRESENS, 1965), diopside. Ce dernier constituant est peut-être d'origine primaire, tel est sans doute le cas des restes de diallage ou d'augite que l'on rencontre fréquemment. Divers phyllosilicates (chlorite, minéraux des serpentines) accompagnent souvent les minéraux calciques, ainsi que des minéraux accessoires.

5. En bordure des lentilles rodingitiques, on observe fréquemment une marge plus foncée de quelques mm à un dm d'épaisseur. Cette marge, plus tendre que la rodingite proprement dite est caractérisée par une composition chloriteuse particulière. Il s'agit généralement d'une chlorite alumineuse et non d'une chlorite uniquement magnésienne appartenant au groupe des minéraux des serpentines (lizardite, chrysotile, etc.). Cette chlorite est accompagnée par divers minéraux accessoires, en particulier par des oxydes de fer. Il est intéressant de relever qu'une zone assez semblable entoure certaines des inclusions xénolitiques dont il a été question au début de cet article.

6. Dans beaucoup de cas, on peut reconnaître une structure gabbroïque. Nous verrons que, dans les ophisphérites, encore d'autres types de structures sont conservés.

Après cette revue, trop brève, des principaux caractères des rodingites, nous pouvons nous poser les trois questions suivantes. Quelles étaient originellement les roches qui ont ensuite donné naissance aux rodingites? Quelles transformations ont-elles subies? A quel moment de l'histoire géologique de l'ultramafite encaissante ces phénomènes se sont-ils produits?

Il semble hors de doute que de nombreuses rodingites représentent d'anciens dikes de diabase recoupant l'ultramafite. Les arguments en faveur de cette hypothèse sont sûrs: forme allongée des inclusions, alignement de ces dernières, passage à des dikes encore bien reconnaissables, structures reliques conservées au coeur de certaines rodingites, présence parfois de « chilled edges » en bordure des inclusions rodingitiques (COGULU et VUAGNAT, 1965). D'autres rodingites proviennent de gabbros, certaines peut-être d'anorthosites. Il est difficile de dire si ces gabbros formaient des filons recoupant la péridotite ou, au contraire, des passées concordantes dans une ultramafite stratifiée; l'étude de la serpentinite encaissante peut, dans certains cas, résoudre le problème; les deux hypothèses paraissent plausibles. Certains auteurs (GRANGE, 1927) pensent que des pyroxénites seraient à l'origine de rodingites à grain fin; là encore on peut se demander si ces pyroxénites formaient des filons ou des lits dans l'ultramafite.

Il n'est pas impossible que d'autres roches soient à l'origine de rodingites particulières, peut-être que certaines inclusions xénolitiques peuvent être suffisamment métasomatisées pour prendre l'allure de rodingites. Enfin, on a émis l'hypothèse qu'il fallait renoncer à rechercher une roche primaire. Dans cette vue, les rodingites seraient soit des remplissages de fissures par des solutions, soit des concentrations métamorphiques contemporaines de la transformation des péridotites en serpentinites. Elles n'occuperaient donc pas la place d'une roche particulière (gabbro, diabase, etc.). Cette dernière hypothèse est certainement inadéquate dans la majorité des cas pour les raisons invoquées ci-dessus (structures reliques, etc.).

Que les rodingites typiques aient subi une métasomatose assez poussée, cela semble indubitable. Les masses blanches, compactes, riches en hydrogrenat, vésuvianite, etc., sont caractérisées par une très haute teneur en chaux et par une quantité très faible ou même nulle d'alcalis. On peut admettre que ces derniers éléments qui n'étaient pas primitivement très abondants ont diffusé dans l'ensemble de la roche

encaissante, peut-être les retrouve-t-on dans certaines concentrations albitiques signalées parfois dans les massifs de serpentinite, peut-être même ont-ils quitté l'ultramafite pour pénétrer dans les formations qui sont au contact avec cette dernière. L'origine du calcium pose un problème plus précis. Cet élément provient-il de l'extérieur, a-t-il été introduit dans la rodingite ou se trouvait-il déjà en quantité suffisante dans la roche qui lui a donné naissance? Autrement dit, quelle a été l'échelle des phénomènes métasomatiques: une simple redistribution des éléments à l'intérieur d'un filon de diabase ou d'une bande de gabbro, ou bien, une migration beaucoup plus importante à travers l'ultramafite?

A première vue, il semble que l'on soit contraint d'admettre qu'une partie du calcium est venue de l'extérieur et les auteurs invoquent pour expliquer son origine la libération de calcium qui a lieu lors de la serpentinisation des pyroxènes. Le calcium aurait ainsi migré en direction des roches-mères des rodingites où il se serait concentré. Malheureusement, on est fort dépourvu de données quantitatives et on peut se demander si, dans certains cas tout au moins, cet élément ne s'est pas concentré uniquement par migration et redistribution à l'intérieur de la roche originelle. Nous avons vu que beaucoup de rodingites possédaient des marges chloriteuses quasi dépourvues de minéraux calciques, le calcium de ces marges aurait donc pu se rassembler à l'intérieur des dikes. On peut penser aussi à des migrations longitudinales, certains tronçons du filon ayant été chloritisés et ayant « cédé » leur calcium aux tronçons rodingitisés. Il s'agit là purement d'hypothèses de travail qui devraient être vérifiées par des études quantitatives, à vrai dire assez délicates à réaliser. Cette question de l'origine du calcium est peut-être le problème principal posé par l'étude des rodingites.

Qu'il y ait eu métasomatose localisée ou migration d'éléments à plus grande échelle, il importe de savoir quand ces phénomènes se sont produits. Nous avons fait remarquer plus haut que les rodingites semblaient ne pas exister dans les péridotites relativement fraîches, mais se rencontraient plutôt dans les serpentinites, surtout dans celles ayant subi de fortes déformations tectoniques. Si l'on admet que la serpentinisation, au moins en bonne part, n'est pas un phénomène primaire, il semble normal de considérer que les deux processus: serpentinisation et rodingitisation sont des phénomènes plus ou moins

liés. Si on est d'avis que le calcium en excédent dans les rodingites provient des pyroxènes de l'ultramafite encaissante, on peut dire que la serpentinitisation est la cause de la rodingitisation. Si le calcium n'a pas une origine extérieure, la liaison est évidemment moins étroite, il est alors probable que serpentinitisation et rodingitisation ont des causes communes. Toutes deux représentent des adaptations à des conditions mécaniques, physiques et chimiques particulières, que l'on peut résumer ainsi : création d'un réseau de fissures par suite de la déformation tectonique de la roche ultrabasique, « circulation » dans ces fissures de solutions aqueuses, conditions de pression souvent assez forte mais de température modérée, milieu anormalement pauvre en silice et riche en magnésium.

Les conditions mentionnées à l'alinéa précédent me paraissent avoir été réalisées pendant la lente ascension des masses ultramafiques lors du diastrophisme qui a donné naissance aux chaînes de montagnes. Il n'y a guère de doute pour ceux qui ont étudié les serpentinites alpines que ces roches ne sont pas en place dans leur « contexte » actuel ; elles ne se trouvent en général plus là, où le magma qui leur a donné naissance s'est consolidé. Que l'on parle d'intrusion « à froid », d'intrusion tectonique, de percée de style diapirique, le fait fondamental est que les ultramafites ont été fractionnées et que les fragments ont migré, à l'état solide, lors des plissements et des charriages alpins. Bien plus, leur nature particulièrement plastique lorsque la serpentinitisation était suffisamment avancée leur a permis, en jouant le rôle de lubrifiant, de favoriser ces mouvements.

Si nous reconstituons l'histoire des rodingites dont l'origine est la mieux connue, celles qui dérivent de dikes diabasiques, nous aurions les étapes suivantes. Intrusion du dike, soit dans la péridotite fraîche, soit dans la péridotite déjà en voie de serpentinitisation. Je mentionne cette seconde éventualité car il semble que les filons diabasiques frais eux aussi ne se rencontrent guère au centre des grandes masses d'ultramafite, on peut se demander si leur intrusion n'est pas de beaucoup postérieure à la formation de la péridotite et contemporaine des premiers mouvements tectoniques qui ont disloqué cette dernière.

Dans la suite les dikes commencent à être déformés, boudinés, ils prennent des allures irrégulières, puis se tronçonnent donnant naissance à des chapelets de lentilles plus ou moins alignées. Dans les cas extrêmes, ces lentilles plus dures que la roche encaissante, séparées

de cette dernière par une marge chloriteuse, se mettent à glisser indépendamment; elles peuvent prendre une forme arrondie et ce serait là l'origine possible de certaines ophisphérites (voir ci-dessous). Je pense que les transformations métasomatiques qui affectent les rodingites doivent être contemporaines de ces avatars mécaniques.

Les ophisphérites sont beaucoup moins fréquentes que les rodingites. Je les ai observées pour la première fois, en 1946 dans le massif du Montgenèvre (VUAGNAT, 1953), puis en 1948 dans la région de Morzine (Haute-Savoie) (VUAGNAT et JAFFE, 1954). Jusqu'à maintenant, les deux seules régions où elles aient été trouvées en grand nombre restent le col du Chenaillet (massif du Montgenèvre, Hautes-Alpes, France) et plusieurs gisements dans les environs du col des Gets et de Morzine (Haute-Savoie), dont le plus important est celui du Crêt. M. GALLI (1964) en a signalé dans l'Apennin ligure près de Sestri-Levante (Pavareto, Libbiola); notons que les hydrothermalites décrites par Pellizzer (1961) dans l'Apennin émilien au S de Bologne ont plusieurs points communs avec les ophisphérites. Très récemment BAS-SAGER (1966) a trouvé des ophisphérites dans les ultramafites du sud-ouest de la Turquie. J'ai moi-même recherché les ophisphérites dans d'autres régions des Alpes; le résultat de cette quête n'a pas été très fructueux; toutefois, en Basse Engadine et dans l'Oberhalbstein (Grisons), on rencontre quelques spécimens isolés, de grande taille, étroitement associés à des rodingites.

A la suite d'une révision du gisement d'ophisphérites du col du Chenaillet, il est maintenant possible de dégager certains grands traits caractéristiques de ces roches peu fréquentes.

1. Plus encore que les rodingites, les ophisphérites ne se rencontrent que dans les ultramafites entièrement serpentinisées et fortement malmenées par les efforts tectoniques.

2. Leur matrice est constituée soit par une sorte de pâte serpentineuse meuble, soit, mais plus rarement, par un ciment induré qui se révèle être une brèche fine ou une microbrèche serpentineuse avec parfois des plages de calcite.

3. Les ophisphérites ont généralement une forme arrondie, parfois même presque sphérique. Leur taille varie, en gros, entre 5 et 30 cm; les exemplaires plus gros étant rares.

4. Les ophisphérites possèdent une texture concentrique. Le plus souvent, on peut distinguer un cœur relativement clair et une enve-

loppe relativement foncée. Parfois, le ciment de brèche serpentineuse adhère encore à l'enveloppe sombre constituant ainsi une troisième zone. Dans certains cas, soit le coeur, soit l'enveloppe présentent à leur tour des zones concentriques de couleurs légèrement différentes. Enfin, on rencontre aussi des ophisphérites où le coeur a disparu aux dépens de l'enveloppe sombre qui constitue alors l'ensemble de la roche.

5. Les transformations métasomatiques subies par les ophisphérites ne sont pas toujours identiques. Tandis que dans la région des Gets, on trouve des spécimens où les feldspaths sont encore conservés (albite) et qui paraissent représenter la roche originelle intacte, il n'en est pas de même au Montgenèvre où les coeurs à feldspaths frais sont d'une rareté extrême. Dans ce dernier gisement, la règle est que les coeurs ont été atteints par la métasomatose. Les pyroxènes sont souvent encore intacts, mais les plagioclases ont été transformés, principalement en hydrogrenat de la variété hibschite. Ces coeurs peuvent accuser une forte teneur en chaux.

6. Les enveloppes foncées ont une composition assez constante. Elles sont constituées presque entièrement de chlorite et de granules d'oxydes de fer, en particulier de magnétite. Parfois, on observe des sortes de vermicules de pyrite. Tandis que la composition chimique du centre est caractérisée, dans les ophisphérites du Montgenèvre, par l'absence d'alcalis mais par une teneur notable ou forte en chaux, celle de l'enveloppe est très différente. Certes, il n'y a aussi plus d'alcalis mais la chaux à son tour a disparu, en revanche, l'alumine et les éléments ferromagnésiens sont abondants. Il sied de relever ici que la composition chimique de cette enveloppe, tout en étant ultrabasique n'est pas celle d'une serpentinite. Si on compare des analyses de l'enveloppe des ophisphérites et de leur matrice microbréchique, on constate que les premières montrent entre 10 et 15% d'alumine tandis que les secondes ne contiennent cet élément qu'en proportion négligeable; la matrice est en effet formée de minéraux du groupe des serpentines.

La majorité des ophisphérites présentent des structures reliques encore bien reconnaissables et qu'on peut grouper ainsi:

a. Structures intersertales divergentes, arborescentes, sphérolitiques fibroradiées, variolitiques.

b. Structures intersertales grossières, subophitiques, etc.

c. Structures grenues.

d. On peut ajouter un quatrième groupe aux trois précédents dans lequel on mettra quelques ophisphérites aberrantes présentant des structures variées mais difficilement identifiables.

7. Les transformations métasomatiques caractéristiques des ophisphérites se sont effectuées sans être accompagnées d'aucune déformation; ainsi, dans les ophisphérites à structure arborescente, les fines gerbes propres à cette structure sont conservées non seulement dans le centre où souvent le pyroxène primaire subsiste, mais aussi dans l'enveloppe où tous les minéraux ont été presque entièrement remplacés par de la chlorite. Les contours des minéraux primaires sont encore visibles parce qu'ils sont soulignés par de fins granules d'oxyde de fer et parfois aussi par le fait que feldspaths et augites ont été remplacés par des variétés de chlorite dont les propriétés optiques sont légèrement différentes. Les ophisphérites présentent donc un intéressant exemple de pseudomorphose.

Comme dans le cas des rodingites, on peut se poser diverses questions à propos des ophisphérites.

La première de ces questions sera à nouveau celle de l'origine de ces roches curieuses. La réponse est plus facile à donner que pour les rodingites; en effet, les structures reliques des trois premiers groupes énumérés ci-dessus trahissent sans ambiguïté leur origine. Les ophisphérites à structures intersertales divergentes, arborescentes, etc. (premier groupe) dérivent de diabases en coussins; celles du second groupe (structures intersertales grossières) proviennent de diabases en dikes; les ophisphérites du troisième groupe avec leur structure grenue représentent d'anciens gabbros. Ce n'est que pour les rares roches aberrantes du quatrième groupe que l'origine pose un problème difficile à résoudre. Il est possible que certaines d'entre elles dérivent de pyroxénites (o. néphritiques) tandis que d'autres proviennent peut-être d'anorthosites en passées dans les gabbros. Il est à noter que toutes ces roches primaires (à l'exception des pyroxénites) se trouvent en place dans le massif du Montgenèvre, de part et d'autre de la zone serpentineuse du Chenaillet. Quels étaient leurs rapports avec l'ultramafite? Sans vouloir exclure la possibilité de dikes diabasiques coupant la serpentinite (nous avons vu, aux Grisons par exemple, que la fragmentation de tels dikes pouvait donner naissance à des ophisphérites), il semble cependant qu'il s'agissait de roches extérieures à l'ultramafite avec lesquelles cette dernière est venue en contact, probablement à

la suite de mouvements tectoniques. Il n'est en effet guère concevable que les coussins de diabase dont dérivent la majorité des ophisphérites du Montgenèvre aient été primitivement dans la péridotite.

On peut donc considérer, dans ce cas, que les ophisphérites constituent des morceaux arrachés aux roches encaissantes par l'ultramafite lors de son intrusion à froid, ou, ce qui est peut-être plus près de la réalité, que la serpentinite a été injectée tectoniquement, sous forme de bouillie, dans les roches encaissantes à partir d'un plan de chevauchement séparant deux écaillés. La nature microbréchique du ciment et le fait que les ophisphérites, bien que situées dans une zone d'apparence broyée, ne présentent pas traces de déformation sont des arguments qui militent en faveur de cette dernière vue.

Que peut-on dire maintenant des transformations métasomatiques qui ont affecté les ophisphérites? Elles sont évidemment postérieures au moment où serpentinite et fragments de roches primaires sont entrés en contact. Elles se sont produites pendant et après l'« ingestion » de ces fragments. Les conditions qui prévalaient alors sont difficiles à préciser. Etant donné que les basaltes en coussins représentent des roches superficielles, il est probable que la température et la pression lithostatique n'ont jamais été très élevées et devaient probablement correspondre aux conditions auxquelles a été soumis l'ensemble du massif du Montgenèvre, c.à-d. l'épizone tout-à-fait supérieure avec développement de faciès à la limite entre le faciès à zéolites et le faciès schiste vert. En revanche, il est bien possible que les pressions locales aient été passablement plus élevées par suite d'effets de stress dus à la position tectonique des zones à ophisphérites. Enfin, il semble indubitable qu'une phase liquide circulant dans les innombrables fractures de la serpentinite bréchifiée a joué un rôle important.

Le problème posé par le fait que des ophisphérites voisines dans l'espace et d'origine fort semblable présentent parfois des minéraux secondaires différents, de même que celui du développement inégal de l'enveloppe chloritisée, n'ont pas encore été résolus. D'autre part le bilan des échanges métasomatiques (départ d'alcalis, de silice, apport éventuel de calcium dans le noyau, etc.) est encore à établir.

Arrivé au terme de cet article, il est temps de se demander quels liens de parenté existent entre les rodingites et les ophisphérites. Les traits communs sont multiples: localisation dans les serpentinites plus ou moins tectonisées, présence dans un même étage tectono-métamor-

phique (épizone supérieure et au-dessus), forte teneur en chaux des parties internes, chloritisation des marges, similitude d'une partie au moins des roches originelles (gabbros, diabases). Les caractères différents ont déjà été soulignés: forme arrondie et taille relativement petite des ophisphérites, matrice microbréchique de ces dernières. Il semble aussi que, pour la majorité des rodingites, les roches primaires se trouvaient à l'intérieur des masses ultramafiques (dikes de diabase, lits de gabbro, etc.) tandis que, pour ce qui est des ophisphérites, la plus grande part d'entre elles dérivent, sans doute, des roches encaissantes de la serpentinite. On peut aussi relever que le rapport en volume inclusions/serpentinite est beaucoup plus élevé dans le cas des ophisphérites que dans celui des rodingites; autrement dit, tandis que celles-ci forment des accidents isolés dans l'ultramafites, celles-là constituent une population beaucoup plus dense, parfois elles sont aussi abondantes que les éléments d'un conglomérat.

Si on prend comme critère déterminant pour la nomenclature les conditions de métamorphisme, alors les ophisphérites peuvent être considérées comme un cas particulier des rodingites. Si, en revanche, on tient compte de l'ensemble de l'histoire de ces roches, il paraît plus sage, pour l'instant, de conserver les deux noms tout en admettant qu'il s'agit probablement de deux manifestations un peu différentes de causes très semblables. Rodingites et ophisphérites font alors partie de la famille plus vaste des inclusions dans les serpentinites.

J'aimerais, en dernier lieu, faire part de quelques réflexions sur le métamorphisme subi par ces inclusions dans les ultrabasites. En effet, les transformations qui les ont affectées peuvent être compliquées par diverses circonstances.

1. Suivant la profondeur à laquelle a commencé leur évolution au sein de la serpentinite, la pression et la température ont dû être assez variables. Il n'est pas impossible que la valeur de ces deux facteurs ait été plus élevée dans le cas des rodingites que dans celui des ophisphérites, puisque les rodingites semblent, en bonne part, provenir des roches profondes ou semi-profondes faisant partie intégrante du massif ultramafique tandis que les ophisphérites dérivent en majeure partie de roches plus superficielles. Ainsi pourraient s'expliquer certaines différences de composition sans relation avec la nature de la roche originelle.

2. Le temps pendant lequel l'inclusion s'est trouvée dans les conditions permettant le métasomatisme a certainement joué un rôle. En général, ce temps n'a pas été suffisamment long pour que s'établisse un équilibre minéralogique. Ainsi pourrait s'expliquer la plus ou moins grande épaisseur des enveloppes chloriteuses. Toutefois, il est possible que, pour ce dernier phénomène, il faille invoquer la circulation irrégulière de solutions aqueuses.

3. Certaines inclusions arrachées aux roches encaissantes profondes, ou au soubassement des péridotites pouvaient être des roches déjà métamorphiques au moment de leur « ingestion ». La métasomatose qu'elles ont ensuite subie au sein des serpentinites avait donc le caractère d'un second métamorphisme souvent rétromorphique.

4. Enfin, il est très vraisemblable que dans certaines parties des chaînes alpinotypes, les rodingites ou les ophisphérites ont pu, après leur formation, être soumises à un métamorphisme régional ultérieur provenant d'une augmentation de la surcharge à la suite, par exemple, d'empilements de nappes. L'ensemble constitué des serpentinites et des inclusions a pu alors « descendre » dans l'épizone inférieure ou dans la mésozone. Les transformations dues à ce métamorphisme régional se superposent alors à celles qui sont caractéristiques de la genèse des ophisphérites et des rodingites. Telle serait peut-être l'histoire de certaines inclusions claires que l'on trouve dans les serpentinites métamorphiques de la zone pennique, dans les environs de Zermatt, par exemple.

Ces quelques réflexions démontrent avec quelle prudence il faut aborder l'étude des inclusions dans les serpentinites; il faut toujours se souvenir que leur histoire a pu être fort complexe et que l'on se trouve parfois en présence de roches polymétamorphiques.

Une partie de ces recherches a été effectuée avec l'aide du Fonds national suisse de la Recherche scientifique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BASSAGER J. P. (1966) - *Contribution à l'étude géologique de la région au sud du massif de Menderes entre Fethiye et Sandras Dag* (Prov. de Mugla, Turquie). Thèse d'Université, Grenoble.
- COGULU E. et VUAGNAT M. (1965) - *Sur l'existence de rodingites dans les serpentinites des environs de Mihaliççik* (Vilayet d'Eskişehir, Turquie). Bull. suisse Miner. Pétrogr. 45, 17-20.

- GALLI M. (1964) - *Studi petrografici sulla formazione ofiolitica dell'Appennino Ligure*. Nota VI. Le ofisferiti della Riviera di Levante. *Period. Miner.* 33, 149-162.
- GRANGE L. I. (1927) - *On the « rodingite » of Nelson*. *Trans. New Zealand Inst.* 58, 160-166.
- GRESENS R. L. (1965) - *Wollastonite in rodingites from Cape San Martin, Monterey County, California*. *Geol. Soc. Amer. Program 1965 Meeting*, 65-66 (Abstract).
- JAFFE F. C. (1955) - *Les ophiolites et les roches connexes de la région du Col des Gets*. *Bull. suisse Minér. Pétrogr.* 35, 1-150.
- MARSHALL P. (1911) in BELL J. M. et al. - *Geology of the Dun Mountain Subdivision*. *New Zeal. Geol. Survey. Bull.* 12, 1-71.
- PELLIZZER R. (1961) - *Le ofioliti nell'Appennino Emiliano*. *Atti Accad. Sc. Ist. Bologna. Cl. Sc. fis. Mem.* 8, ser. I, 1-183.
- VUAGNAT M. (1953) - *Sur un phénomène de métasomatisme dans les roches vertes du Montgenèvre (Hautes-Alpes)*. *Bull. Soc. franç. Minér. Crist.* 76, 483-50.
- VUAGNAT M. (1965) - *Remarques sur une inclusion rodingitique de l'Alpe Champatsch (Basse-Engadine)*. *Ecol. geol. Helv.* 58, 443-448.
- VUAGNAT M. et JAFFE F. C. (1954) - *Sur les ophisphérites de la région des Gets*. *Arch. Sc. Genève*, 7, 5-14.
- VUAGNAT M. et PUSZTASZERI L. (1964) - *Ophisphérites et rodingites dans diverses serpentinites des Alpes*. *Bull. suisse Minér. Pétrogr.* 44, 12-15.