

Quelques réflexions sur le complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée et les ultramafites alpinotypes

Autor(en): **Vuagnat, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **48 (1968)**

Heft 1: **Symposium "Zone Ivrea-Verbano"**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37758>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Quelques réflexions sur le complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée et les ultramafites alpinotypes

Par *M. Vuagnat* (Genève)*)

Abstract

Two groups of ultramafic rock can be recognized in the Western Alps.

1. Ultramafics, mostly serpentinites, of the ophiolites sequence. These rocks have been emplaced during the alpine orogenesis in the region of the Pennine Nappes. Some are important massifs of more or less serpentinitised peridotites in the root-zone of the Pennides; others of lesser volume seem to be pieces of similar bodies which have been fragmented. These fragments have been dislocated, sometimes completely serpentinitised and tectonically emplaced in more external and higher parts of the alpine frame. These ultramafics can be considered as alpinotype although they do not show all the features proposed by Thayer for alpine complexes.

2. Ultramafics of pre-Alpine basement series. The Ivrea Zone ultramafics, with the Finero peridotite as the major body, enter into this category. This body has been considered by some to be an intrusion of peridotitic magma into the Ivrea zone during the alpine orogenesis and it would thus be part of the "stem" of the alpine ophiolites. However the great freshness of the olivine crystals, the occurrence of phlogopite in the core, of garnets in the transition terms to basic rocks, the strongly oriented textures and the palaeozoic age given by a K/Ar determination distinguish the Finero peridotite from the ophiolite ultramafics.

If this big body is pre-Alpine several hypotheses can be proposed; it could be part of an ophiolitic complex belonging to an older orogeny and having suffered intense metamorphism or a layered intrusive in an old basement or a fragment of the upper mantle. The lack of statistical geochemical data however precludes the making of a rational choice between these hypotheses although the last one appears slightly more probable. It could be that we have here a piece of upper mantle "pristine" material having escaped the partial fusion linked to the generation of basic magmas, hence its high alkalis content.

Finally, it must be kept in mind that if we admit that the greater part of alpinotype ultramafics are mechanically emplaced fragments of the upper mantle, this does not preclude the possibility that some of them were parts of ultramafic complexes in portions of an old basement, which has been "reworked" by a new orogenesis in a kind of tectonical rejuvenation.

Le terme d'alpin ou d'alpinotype (alpine-type en anglais) est devenu courant pour désigner certaines associations de roches ultramafiques et mafiques se trouvant dans des zones orogéniques. Il semble que l'on doive à BENSON

*) Institut de Minéralogie, 11, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

(1926) la définition de ce vocable dont le sens a été précisé par divers auteurs, en particulier par THAYER. Ce dernier propose six traits principaux caractéristiques des complexes alpinotypes (THAYER, 1967):

1. Association géographique et structurale étroite de roches ultramafiques, gabbroïques, dioritiques et granophyriques.
2. Prédominance d'olivine fortement magnésienne sur le pyroxène dans les parties ultramafiques des complexes.
3. Gîtes de chromite podiformes.
4. Structures et textures caractéristiques des roches fortement métamorphiques, telles que laminations d'écoulement (flow-layering) et structures apparentées.
5. Rapports structuraux compliqués entre roches ultramafiques et roches gabbroïques: alternances de langues des deux types de roches, dikes de gabbro dans la péridotite et vice-versa, sans bords trempés, etc.
6. Présence de roches dioritiques sodiques ou granophyriques à l'intérieur ou à proximité des gabbros, ces roches étant souvent hybrides et accompagnées d'une albitisation intense et du développement de brèches.

Il est intéressant de constater que l'étude des roches vertes de la chaîne alpine proprement dite, c'est-à-dire celle qui s'étend de la Méditerranée à Vienne à laquelle on peut ajouter l'Apennin, n'a que très peu contribué au développement de la notion d'ultramafites alpinotypes. Les exemples de complexes alpinotypes cités par les auteurs sont pris soit dans l'extension des Alpes vers l'E (Balkans, Chypre, etc.), soit dans des zones orogéniques du même âge telles que les chaînes circum-pacifiques (Philippines, Orégon, Californie) ou l'arc des Antilles (Cuba) ou alors dans des zones appartenant à des orogénèses plus anciennes: hercyniennes, calédoniennes ou précambriennes. Il ne faut donc pas trop s'étonner si les ultramafites des Alpes proprement dites ne possèdent pas certaines des caractéristiques proposées par THAYER. Par exemple, on n'observe guère de gîtes de chromite de quelque importance associés aux serpentinites, quant aux roches dioritiques et surtout granophyriques elles paraissent absentes du cortège ophiolitique.

Cette remarque faite, il nous faut maintenant passer rapidement en revue les ultramafites des Alpes proprement dites pour voir si le complexe basique et ultrabasique de la zone d'Ivrée constitue un cas particulier.

Un rapide examen fait tout de suite apparaître qu'il existe deux grands groupes d'ultramafites: le premier est celui des ophiolites au sens habituel du terme et correspond au domaine pennique; le second comprend des ultramafites faisant partie de complexes métamorphiques anté-mésozoïques jouant en quelque sorte le rôle de socles.

Les ultramafites ophiolitiques ont comme trait commun de s'être mises en

place et d'avoir été déformées et souvent métamorphosées pendant l'orogénèse alpine, c'est-à-dire au Tertiaire ou au Secondaire et d'être parfois en contact avec des sédiments ou des roches volcaniques, métamorphiques ou non, d'âge mésozoïque. Remarquons que par mise en place, il ne faut pas nécessairement entendre consolidation d'un magma mais bien prendre aussi en considération une mise en place à l'état solide sous forme d'intrusion tectonique.

A l'intérieur du groupe des ultramafites ophiolitiques, on peut distinguer trois ensembles ayant des caractères particuliers.

a) Les serpentinites des zones du Pennique le plus élevé qui ont une position très externe au sein de ce domaine, parfois même préalpine (zone des écaillés d'Arosa, Montgenèvre, nappe de la Simme, etc.). Ces roches sont souvent étroitement associées à des gabbros, à des basaltes en coussins fréquemment spilitiques, à des radiolarites et à des schistes argileux probablement crétacés. Apparemment, elles paraissent avoir échappé au métamorphisme alpin, mais il est cependant très probable qu'elles ont été légèrement touchées par ce dernier. Ces serpentinites, qui ne contiennent que peu de minéraux primaires, font donc partie de ce qu'on a coutume d'appeler la trilogie de STEINMANN; disons qu'elles ont un caractère apennin. En effet, cette fameuse trilogie est bien représentée surtout dans l'Apennin et en Corse.

b) Les serpentinites qui, dans les zones plus internes du domaine pennique sont associées aux grandes masses de roches vertes plus ou moins métamorphiques: gabbros de type euphotide, prasinites, amphibolites et aux Schistes lustrés. Ces ultramafites ont certainement subi un métamorphisme alpin; en particulier, elles contiennent de l'antigorite contrairement aux serpentinites de caractère apennin. Il est maintenant à peu près certain qu'une grande partie des prasinites dérive de basaltes sous-marins et des roches pyroclastiques qui leur sont associées (DIETRICH, 1967), si bien qu'il n'existe pas de différence fondamentale entre l'ensemble a) et l'ensemble b).

c) Les ultramafites formant quelques grands massifs dans la partie la plus interne du domaine pennique, près de la zone des racines, tels que le massif de Poschiavo-Val Malenco ou celui de Lanzo. Dans de tels massifs les roches ultrabasiques, périclites plus ou moins serpentinisées, prédominent très fortement sur les autres types de roches vertes. Là encore, il paraît difficile d'établir une coupure nette entre les ultramafites de cette catégorie et celles de la catégorie précédente.

Il est difficile d'échapper à l'impression que toutes ces ophiolites du domaine pennique forment une seule famille et que, lorsqu'on traverse ce domaine de son bord externe à son bord interne (région des racines), on observe progressivement les variations suivantes:

a) La proportion des ultramafites au sein des roches vertes augmente nettement comme l'avait bien vu R. STAUB (1922).

b) L'intensité du métamorphisme croît; cette influence du métamorphisme

est cependant plus apparente sur les roches mafiques, ainsi que sur les sédiments associés aux ophiolites, que sur les ultramafites.

c) La taille des „massifs“ ophiolitiques augmente, cela est vrai en particulier des ultramafites; il semble aussi que, dans une certaine mesure, le degré de conservation de textures primaires comme le rubanage s'accroît. On a le sentiment que, au fur et à mesure que l'on va de l'intérieur vers l'extérieur du domaine pennique, les grandes unités ultramafiques ont été de plus en plus fragmentées, disloquées et, probablement, mécaniquement déformées.

L'hypothèse qui paraît la plus plausible est que, au début, les ultramafites des ophiolites faisaient partie de grands complexes du type de ceux que l'on trouve près de la zone des racines et qu'au cours du plissement alpin ces complexes ont été fragmentés, charriés et plus ou moins transformés (en particulier serpentinisés). La genèse de ces ultramafites est donc étroitement liée à la formation de la chaîne alpine c'est pourquoi je pense qu'il faut leur appliquer l'adjectif alpinotype même si, ce faisant, on doit renoncer au caractère d'indispensabilité de certains critères de THAYER, comme la présence de gîtes de chromite podiformes ou l'association à des granophyres. Ce renoncement permet aussi d'appeler alpinotypes les serpentinites de l'Apennin.

Passons maintenant au second groupe d'ultramafites, celles qui font partie de terrains anté-triasiques donc anté-alpins. On peut réunir dans cette catégorie les ultramafites des massifs cristallins externes, celles du cristallin anté-mésozoïque des nappes penniques ou austro-alpines, celles enfin du cristallin des Alpes du Sud, en particulier de la zone d'Ivrée. En ce qui concerne les ultramafites des massifs cristallins externes la situation est assez claire, il s'agit indubitablement de roches qui n'ont rien à faire avec les ophiolites alpines; elles se rattachent probablement à un cycle orogénique antérieur au cycle alpin: cycle hercynien ou même calédonien. Un bon exemple de tels complexes est celui du Lac Robert près de la Croix de Chamrousse dans le massif de Belledonne.

En ce qui concerne les autres ultramafites de socle, la situation est plus compliquée car, dans certains cas au moins, on peut légitimement se demander si elles ne représentent pas les racines de certaines ophiolites, par exemple des dikes ou sills d'un magma ultrabasique qui aurait traversé un soubassement gneissique pour pénétrer ensuite dans les sédiments géosynclinaux ou même s'épancher au fond de la mer mésozoïque. C'est précisément la question principale que l'on est en droit de se poser à propos du complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée.

On a vu ci-dessus qu'il était raisonnable d'admettre que les grands massifs de péridotite plus ou moins serpentinisée du type Val Malenco ou Lanzo font partie des ophiolites alpines, pourquoi ne pas aussi faire figurer parmi ces grands massifs celui de la zone d'Ivrée. Certains (WALTER, 1950) se sont ralliés à cette interprétation. En fait, il semble bien, au fur et à mesure que

se développent nos connaissances sur la zone d'Ivrée, qu'il faille abandonner cette hypothèse pour plusieurs raisons. C'est tout d'abord le fait que la zone d'Ivrée se trouve au S de la ligne tectonique de Tonale et que l'importance de cet accident devient toujours plus évidente. Puis ce sont des déterminations d'âge faites par diverses méthodes qui toutes tendent à montrer qu'au S de cette ligne les effets du métamorphisme régional alpin diminuent très rapidement et que l'on est entré dans un domaine vraiment ancien, peut-être avec certains éléments précambriens (BERTRAND et al., 1965, p. 323). Dans le même ordre d'idée, il faut mentionner l'âge potassium/argon assez élevé, obtenu sur la phlogopite de la péridotite de Finero (KRUMMENACHER, EVERNDEN et VUAGNAT, 1960). Enfin, les caractères géologiques et pétrographiques du complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée paraissent assez différents de ceux des grands massifs ultramafiques ophiolitiques. Nous reviendrons sur ces différences plus loin, mais nous désirons faire remarquer qu'il serait hautement souhaitable que l'on dispose d'études détaillées sur les grands massifs ultramafiques penniques proches de la zone des racines; en ce qui concerne Lanzo le travail de NICOLAS (1966) est un pas important dans ce sens. Il faudrait ensuite procéder à de véritables études comparatives en particulier du point de vue géochimique. Même en l'absence de telles études, il apparaît maintenant bien difficile de considérer le complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée comme le „tronc“ d'une intrusion qui aurait nourri les ophiolites alpines.

Si le complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée ne fait pas partie des ophiolites alpines, comment faut-il alors l'interpréter? Diverses possibilités doivent être considérées. Il pourrait s'agir d'un complexe de type ophiolitique qui appartiendrait à un cycle magmatique lié à une orogénèse antérieure à l'orogénèse alpine. Ce complexe aurait subi un métamorphisme également anté-alpin qui aurait effacé certains des traits caractéristiques des ophiolites. L'absence dans cet ensemble de roches volcaniques basiques pourrait ainsi n'être qu'apparent, ces roches ayant été transformées en roches gabbroïques par un intense métamorphisme. Mais il se peut tout aussi bien que l'on se trouve dans un étage profond d'une vieille chaîne de montagne longtemps soumise à l'érosion, étage dans lequel on ne trouve normalement que des roches intrusives. Rappelons-nous que dans le domaine pennique, lorsqu'on se rapproche de la zone des racines les dérivés de roches volcaniques basiques semblent disparaître progressivement.

Il faut cependant remarquer que le grand massif péridotitique de Finero, dont VOGT (1962) a donné récemment une description pétrographique, possède certains traits qui sont difficilement conciliables avec les caractères des péridotites serpentinisées alpinotypes. C'est en premier lieu le volume important occupé par la péridotite à phlogopite dont la teneur en alcalis est significativement plus élevée que celle des ultramafites ophiolitiques. C'est aussi

les textures fortement rubanées de ces roches. C'est enfin la très grande fraîcheur des minéraux primaires, en particulier de l'olivine. En effet, la serpentinisation est très peu répandue, on ne constate guère ses effets qu'au bord N du massif et près de son extrémité orientale; elle est nettement liée à des zones d'écrasement. Ce caractère de grande fraîcheur se traduit naturellement par une faible teneur en eau. On est en droit de se demander si ces roches ont été conservées dans cet état depuis leur cristallisation à partir d'un magma ou si elles ont passé par un stade de serpentinisation plus ou moins poussé pour être ensuite retransformées en péridotites ou en dunités lors d'une phase de métamorphisme très intense. On sait, à la suite des études de BARBERI et INNOCENTI (1966), que la serpentine peut régénérer de l'olivine. Il est vrai que dans l'article cité, il s'agit du métamorphisme thermique exercé par le granite du Monte Capanne (Elbe) sur des serpentinites ophiolitiques, mais il n'est pas exclu qu'un métamorphisme régional profond ait le même effet.

Si le massif de péridotite de Finero ne représente pas une partie d'un complexe ophiolitique plus ou moins transformé comment faut-il l'interpréter? On peut songer à un complexe stratiforme lité primitivement en forme de laccolite qui aurait fait intrusion dans un socle ancien et qui ensuite aurait été soumis aux vicissitudes d'une orogénèse paléozoïque. Cette hypothèse n'explique cependant pas la relative abondance de la phlogopite. On pourrait aussi voir dans le complexe basique-ultrabasique de la zone d'Ivrée ou, tout au moins dans le massif péridotitique de Finero, un morceau indifférencié de manteau supérieur. MAXWELL, HESS et MOORES (1967) sont amenés à distinguer dans le domaine méditerranéen deux types de massifs ultramafiques: les uns de type ophiolitique associés notamment à des roches volcaniques basiques, les autres considérés comme indifférenciés plus riches en pyroxènes et localement grenatifères. Selon les auteurs cités, les ultramafites du premier groupe pourrait représenter le reste, après refusion partielle et génération de magma basique, d'un matériel du manteau supérieur tandis que celles du second groupe seraient plutôt un échantillon plus ou moins intact de ce même matériel. Ces vues sont évidemment très spéculatives. Le teneur plus élevée en alcalis de la péridotite de Finero pourrait peut-être constituer un argument en faveur de l'hypothèse d'un matériel sub-crustal indifférencié, mais c'est un argument encore bien insuffisant pour trancher un problème d'une telle importance. Reconnaissons que nous sommes encore loin d'avoir les connaissances nécessaires pour répondre à ces questions de genèse. Là encore des études comparatives et statistiques de la composition chimique, éléments majeurs et oligoéléments, des roches ultramafiques de la zone d'Ivrée et d'autres massifs ultramafiques paraissent indispensables.

Avant de terminer il nous faut revenir sur le problème encore si controversé de l'origine des ultramafites alpinotypes. Tout un faisceau d'observations laisse penser que ce problème comporte deux questions principales dont la

première est: Comment les ultramafites alpinotypes sont-elles arrivées à l'endroit où on les trouve actuellement dans le bâti de la chaîne? Pour ce qui est des Alpes proprement dites et de l'Apennin, il ne fait guère de doute qu'une bonne partie des masses de serpentinites se sont mises en place par intrusion tectonique et qu'elles constituent des lambeaux détachés mécaniquement de grands massifs „primaires“. La chose est tout-à-fait claire pour les ultramafites de type apennin; on les voit notamment jalonner des plans de faille ou des surfaces de charriage. Elles ont joué ce rôle en raison sans doute des propriétés particulières des minéraux du groupe des serpentines et une partie au moins de la serpentinitisation s'est produite au cours de ce lent cheminement.

La seconde question est beaucoup plus ardue; c'est celle de la genèse de ces grands massifs „primaires“ que nous venons d'évoquer. Nous avons ailleurs (VUAGNAT, 1963) analysé quelles étaient les réponses faites à cette question par les géologues et les pétrographes: intrusion laccolitique de type classique (hypothèse de STEINMANN), complexe vulcano-plutonique résultant d'une gigantesque coulée sous-marine, produit d'une métasomatose magnésienne intense, lambeau arraché à la partie supérieure, subcrustale, du manteau terrestre. Cette dernière hypothèse paraît avoir fait du chemin au cours des dernières années. Elle s'accorde évidemment très bien avec l'idée que la majorité des ultramafites ophiolitiques ont fait intrusion tectoniquement dans leur „contexte“ actuel. Cependant elle a aussi ses parties faibles; en particulier, à première vue tout au moins, elle semble postuler une sorte de divorce entre les ultramafites d'une part et le reste des ophiolites, notamment les basaltes en coussins, de l'autre. Or ces roches paraissent très étroitement associées, surtout dans les complexes ophiolitiques non-métamorphiques de type apennin. Il apparaît maintenant qu'il est possible de tourner cette difficulté en admettant que le manteau supérieur n'a pas seulement été disloqué au cours de certaines phases de l'orogénèse, mais a aussi subi une refusion partielle dont le résultat a été précisément un magma basique se consolidant soit en profondeur sous forme de gabbro, soit au fond de la mer sous forme de coulées en coussins. C'est en particulier l'hypothèse que j'ai suggérée pour expliquer la genèse du grand massif ophiolitique du Kizil Dagh en Turquie méridionale (VUAGNAT et COGULU, 1967).

L'hypothèse d'une origine sub-crustale étant, dans l'état actuel de nos connaissances, celle qui est probablement la plus plausible pour les ultramafites alpinotypes, il ne faut cependant pas exclure, dans certains cas, des origines différentes. La nature est souvent plus complexe qu'il ne semble et il est fort possible que des ultramafites géographiquement assez étroitement associées puissent avoir des origines ultimes distinctes. Nous savons en effet que dans une chaîne de montagnes du type alpin du matériel sialique en quantités importantes a été incorporé (cœurs des nappes penniques en particulier). On peut dès lors se demander si des massifs ultramafiques anciens faisant

partie de ces socles et appartenant soit à des complexes ophiolitiques d'orogénèses antérieures, soit à des complexes stratiformes, n'ont pas aussi été disloqués lors des mouvements diastrophiques. Des lambeaux de ces massifs auraient pu alors être détachés et, eux aussi, migrer vers des zones supérieures du bâti de la chaîne tout comme les lambeaux de la partie supérieure du manteau. C'est sans doute là une hypothèse qui semble encore bien peu étayée et qui compliquerait certainement les choses, mais il me semble qu'elle doit aussi être examinée d'un œil critique. Elle n'est du reste pas nouvelle, puisque HIESSLEITNER (1952) considérait que toutes les ultramafites des Balkans n'étaient que des morceaux détachés de massifs paléozoïques.

Bibliographie

SMPM = Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen

- BARBERI, F. et INNOCENTI, F. (1966): I fenomeni di metamorfismo termico nelle rocce peridotitico-serpentinose dell'aureola del M. Capanne (Isola d'Elba). *Per. Mineral.* 35, 734—768.
- BENSON, W. N. (1926): The tectonic conditions accompanying the intrusion of basic and ultrabasic igneous rocks. *Nat. Acad. Sci. Mem.* 19, mem. 1, 90 p.
- BERTRAND, J., CHESSEX, R., DELALOYE, M., LAURENT, R. et VUAGNAT, M. (1965): Déterminations d'âge „plomb total“ sur des zircons de la chaîne alpine. 3e sér. SMPM 45, 317—330.
- DIETRICH, V. (1967): Geosynklinaler Vulkanismus in den oberen penninischen Decken Graubündens (Schweiz). *Geol. Rdsch.* 57, 246—263.
- HIESSLEITNER, G. (1952): Serpentin- und Chromerz-Geologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasien. *Jb. Geol. Bundesanst. (Österreich)*, Sonderbd. 1, 683 p.
- KRUMMENACHER, D., EVERNDEN, J. F. et VUAGNAT, M. (1960): Sur l'âge absolu de la péridotite micacée de Finero (zone d'Ivrée). *Arch. Sci., Genève*, 13, 369—373.
- MAXWELL, J. C., HESS, H. H. et MOORES, E. (1967): Peridotites and related ultramafic rocks (Abstract); in Upper Mantle Project, United States Progress Report 1967. *Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council.*, p. 166.
- NICOLAS, A. (1966): Etude pétrochimique des roches vertes et de leurs minéraux entre Dora Maira et Grand Paradis (Alpes piémontaises). Le complexe ophiolites-schistes lustrés entre Dora Maira et Grand Paradis (Alpes piémontaises). *Tectonique et métamorphisme*. 2 vol. Nantes.
- STAUB, R. (1922): Über die Verteilung der Serpentine in den alpinen Ophiolithen. SMPM 2, 78—149.
- THAYER, T. P. (1967): Chemical and structural relations of ultramafic and feldspathic rocks in alpine intrusive complexes; in P. J. WYLLIE (Ed.), *Ultramafic and related rocks*. J. Wiley & Sons, New York, 1967, 464 p.
- VOGT, P. (1962): Geologisch-petrographische Untersuchungen im Peridotitstock von Finero. SMPM 42, 59—125.
- VUAGNAT, M. (1963): Remarques sur la trilogie serpentinites-gabbros-diabases dans le bassin de la Méditerranée occidentale. *Geol. Rdsch.*, 53, 336—358.
- VUAGNAT, M. et COGULU, E. (1967): Quelques réflexions sur le massif basique-ultrabasique du Kizil Dagh, Hatay, Turquie. *CR Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, nlle sér. 2.
- WALTER, P. (1950): Das Ostende des basischen Gesteinszuges Ivrea-Verbanò und die angrenzenden Teile der Tessiner Wurzelzone. SMPM 30, p. 1—144.