

# Les gisements métallifères italiens en relation avec les roches mafiques et ultramafiques

Piero ZUFFARDI\*

## RESUME

*Des roches mafiques et ultramafiques, de différents lithotypes et différents âges de mise en place, sont présentes dans le territoire italien; des minéralisations présentant parfois un intérêt industriel sont liées à certaines d'entre elles, d'autres sont pratiquement stériles.*

*En bref, les plus importantes sont les suivantes :*

- a) *les volcanites basiques des plates-formes géorgiennes, liées à de très grands gisements de Pb, Zn, Ag, FeS<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, (Cu,F) de Sardaigne;*
- b) *les complexes dioritiques-kinzigitiques anté-calédoniens de Varallo Sesia (Alpes centre-orientales), avec leurs minéralisations à Ni, Co, Cu, (Zn) de type Sudbury ou bien de type « kieslager »;*
- c) *les ophiolites mésozoïques de l'Italie septentrionale et centrale, avec leurs minéralisations à Cu, FeS<sub>2</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, asbeste, talc, stéatite.*

*L'absence de concentrations à Cr dans les roches de types b et c, et de Ni dans celles de type c, pose des problèmes métallogéniques, spécialement par comparaison avec les complexes analogues de la Méditerranée orientale.*

## ZUSAMMENFASSUNG

*Mafisches und ultramafisches Gestein aus unterschiedlichen Lithotypen, das sich zu verschiedenen Zeitpunkten niedergelassen hat, ist auf italienischem Gebiet vorhanden; Mineralisationen, die zuweilen für die Industrie von Interesse sein könnten, sind mit einigen unter diesen Gesteinsorten verbunden, andere dagegen sind praktisch steril.*

## SAMENVATTING

*Mafische en ultramafische gesteenten van verschillende lithotypes en verschillende vormingstijperken komen voor in het Italiaanse grondgebied; mineralisaties, soms van industrieel belang, zijn met sommige ervan verbonden, andere zijn nagenoeg steriel.*

*De voornaamste gesteenten zijn in het kort :*

- a) *de basische vulkanieten van de Georgische erosievlakten, verbonden met zeer grote vindplaatsen van Pb, Zn, Ag, FeS<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, (Cu,F) in Sardinië;*
- b) *de voor-Caledonische, dioritisch-kinzigitische complexen van Varallo Sesia (centrum-oostelijke Alpen), met zijn mineralisaties met Ni, Co, Cu, (Zn) van het type Sudbury, ofwel van het type « kieslager »;*
- c) *de mesozoïsche ofiolieten uit Noord- en Centraal-Italië, met hun mineralisaties aan Cu, FeS<sub>2</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, asbest, talk, steatiet.*

*Het niet voorkomen van Cr-concentraties in de gesteente-types b en c, en van Ni in die van het type c stelt metallogénische problemen, vooral in vergelijking met de gelijkaardige complexen uit het oosten van het Middellandse Zeegebied.*

## SUMMARY

*Mafic and ultramafic rocks, characterized by different lithotypes and different periods of deposition, occur on Italian territory; mineral occurrences — some of industrial significance — are linked with certain of these rocks, whilst others are virtually sterile.*

\* Professeur à l'Université de Milan, Via Botticelli, 23-20133 Milano - Italia.

Kurzum zählen zu den wichtigsten dieser Gesteinsarten :

- a) die basischen Ergußgesteine der georgischen Plattformen im Zusammenhang mit sehr großen Pb-, Zn-, Ag-, FeS<sub>2</sub>-, BaSO<sub>4</sub>-, Cu-, F-Lagerstätten in Sardinien ;
- b) die vorkaledonischen Diorit-Kinzigit-Komplexe aus Varallo Sesia (Zentral- bzw. Ostalpen) mit ihren Mineralisationen mit Ni, Co, Cu (Zn) vom Typ Sudbury oder auch « Kieslager » ;
- c) die Ophiolithe des Mesozoikums aus Nord- und Zentralitalien mit ihren Cu-, FeS<sub>2</sub>-, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-, Asbest-, Talk-, Speckstein-Mineralisationen.

Das Nichtvorhandensein von Cr-Konzentrationen in den Gesteinen vom Typ b und c und von Ni in denjenigen vom Typ c wirft metallogenetische Probleme auf, insbesondere im Vergleich mit den ähnlichen Komplexen im östlichen Mittelmeer.

Briefly, the most important are :

- a) the basic volcanites of the Georgian platform, which are associated with very large deposits of Pb, Zn, Ag, FeS<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> (Cu, F) in Sardinia ;
- b) the Pre-Caledonian diorite-kinzigite complexes of Varallo Sesia (Eastern Central Alps) with the associated mineral occurrences — Ni, Co, Cu (Zn) of the Sudbury or « kieslager » types ;
- c) the Mesozoic ophiolites of Northern and Central Italy, with their occurrences of Cu, FeS<sub>2</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, asbestos, talc and steatite.

The absence of concentrations of Cr in the rocks of types b and c, and of Ni in those of type c, raises problems in respect of metallogenesis, particularly in comparison with the analogous complexes of the Eastern Mediterranean.

## 1. INTRODUCTION

On connaît, en territoire italien, des roches mafiques et ultramafiques de type et d'âge de mise en place différents. Des minéralisations (parfois d'un remarquable intérêt industriel) sont liées à certaines de ces roches.

En vue d'une description systématique, il convient de les cataloguer selon leur âge de mise en place. Nous soulignons que l'on parle d'âge de mise en place et non pas d'âge de cristallisation, car il y a des preuves qu'une partie des ultramafites se sont consolidées en profondeur et se sont mises en place à l'état solide aux niveaux crustaux où nous les rencontrons.

## 2. LES (ULTRA)MAFITES ET LEURS MINÉRALISATIONS

21. Le premier épisode sûrement datable de mise en place des roches basiques est Cambrien (Géorgien). La localisation est la Sardaigne sud-occidentale (districts du Sulcis et de l'Iglesiente). Il s'agit de lentilles peu épaisses, mais réparties sur une région de plusieurs centaines de km<sup>2</sup>, constituées par de petits laccolites ou filonnets de diabase, et — plus rarement — par des brèches volcaniques.

Toutes ces roches sont mises en place dans le membre carbonaté de la série géorgienne (aussi nommé « calcaire métallifère », en raison de la grande richesse des gisements qu'il renferme).

Selon les études de Violo et al., Coccozza et al., il s'agit d'un volcanisme de plate-forme, qui a amené une quantité limitée de matériaux lithoïdes et, par

contre, a mobilisé une énorme quantité de métaux (Pb, Zn, Cu, F, Ba : plusieurs millions de tonnes).

Ceux-ci se sont consolidés dans des ambiances particulières (petits bassins côtiers à caractère réducteur, « sabkhas ») et ont été soumis successivement à remobilisation avec reconcentration par effets tectoniques, thermo-métamorphiques et enfin supergènes.

La littérature est très abondante sur ce sujet et nous ne croyons pas utile de la reprendre ici (voir Zuffardi, 1970).

22. Un groupe important de mafites / ultramafites a été mis en place avant le développement du métamorphisme calédonien. Il est parfois accompagné par des minéralisations, utiles ou non.

Il n'est pas toujours possible de bien préciser l'âge de mise en place et de cristallisation. On peut dire que :

221. L'âge de mise en place et de cristallisation est *silurien* pour les laccolites diabasiques de la Sardaigne nord-occidentale (la Nurra), qui sont en relation évidente avec des gisements de fer oolitique (Di Colbertaldo et Venerandi, 1962; Gatzweiler, 1968).

Ces gisements se présentent sous forme de lentilles de tonnage variable entre quelques dizaines de milliers de tonnes jusqu'à quelques centaines de milliers, constituées par des oolites à greenalites-thuringite-sidérite-chamosite-hématite-magnétite-ilménite, avec ciment ferrugineux et argileux. Parfois, des sulfures (de Pb, Cu, Fe, Zn) sont présents, en particulier dans la masse ferrugineuse elle-même.

Les amphibolites et prasinites, peu développées, qui se trouvent dans la même zone et aussi dans

d'autres parties de la Sardaigne, se rapportent au même cycle magmatique.

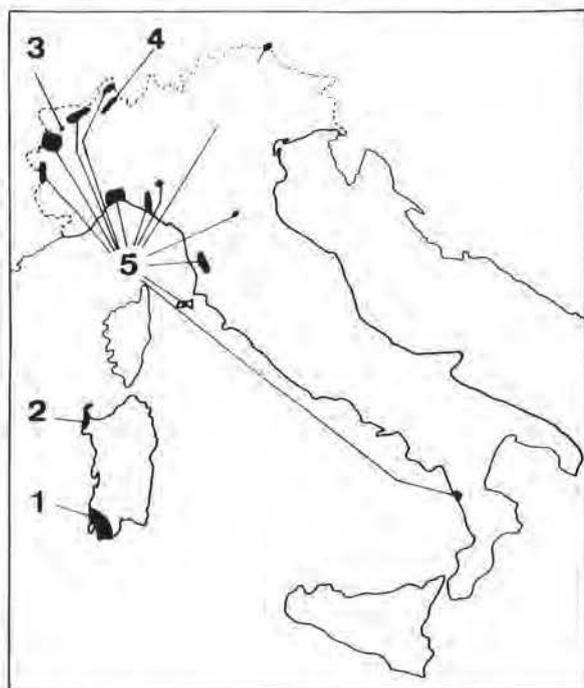


Fig. 1. — Localisation des aires minéralisées.

1. A Pb, Zn, Ag, FeS<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> (Cu, F) en relation avec le volcanisme basique des plates-formes Géorgiennes.
2. A Fe, volcano-sédimentaires, Siluriennes.
3. A sulfures polymétalliques, volcano-sédimentaires, d'âge compris entre Ordovicien sup. et Dévonien inf.
4. A Ni, Co, Cu (Zn) en relation avec le « complexe dioritique-kinzigitique » anté-Calédonien de Varallo Sesia.
5. A Cu, FeS<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, asbeste, talc, stéatite en relation avec les ophiolites mésozoïques.

222. Les roches basiques fortement métamorphosées, emballées dans les schistes graphiteux du Grand Paradis (Alpes occidentales), associées à de petites concentrations stratiformes sulfurées polymétalliques, ont un âge de mise en place et de cristallisation probablement compris entre l'Ordovicien supérieur et le Dévonien inférieur.

223. Le même âge de mise en place mais, au moins pour une partie d'entre elles, un âge de cristallisation plus ancien, est attribué à deux complexes limitrophes et semblables qui se trouvent dans les Alpes centro-orientales. C'est-à-dire, le « complexe dioritique-kinzigitique » de la région de Varallo Sesia et le complexe aussi métamorphique, mais plutôt psammitique, de la région Strona-Ceneri. Le premier est accompagné par plusieurs types de minéralisations; le deuxième est pratiquement stérile.

Sur la base d'études sur les métamorphismes qui affectent les roches, Peyronel-Pagliani et Boriani proposent un âge de mise en place pré-calédonien.

Pour donner quelques détails sur la région Ivrea-Verbano, on peut dire que ce complexe est constitué par une série de paragneiss à haut degré de métamorphisme, renfermant parfois des bancs de marbre et d'amphibolite et de nombreux types de metabasites et métasédiments, à faciès granulitique.

On peut distinguer une masse basique principale allongée nord-sud, passant vers l'ouest à une formation étroite et discontinue d'ultra-basites et vers l'est à une bande également étroite à composition dioritique.

Quelques fragments d'ultramafites sont présents également dans la masse basique principale. Ce complexe est recoupé par une faille à l'ouest et entouré par des kinzigites renfermant des lentilles de granulite ou d'amphibolite.

Les gisements ont été exploités au Moyen-Age, au siècle passé et pendant la dernière guerre, puis abandonnés immédiatement après.

On distingue trois types de gisements, à savoir :

- a) Dans les différenciations ultramafiques (souvent pyroxénites), avec la paragenèse suivante (en ordre de fréquence décroissant) : pyrrhotine, pentlandite, chalcopryrite, accessoires : marcasite, pyrite, bravoïte, sperrylite, ilménite, magnétite, hématite, chromite, blende, mackinawite, graphite.

La forme de la minéralisation consiste en nodules éparpillés, ou bien groupés en flammes ou encore en petites veinules formant un stock-werk. La texture est typique d'une concentration liquide-magmatique, comme celle de Sudbury, à l'échelle près, bien entendu.

Les localités typiques sont Campello Monti, Fobello, Scopello, où l'on produisit, à la fin de 1800, un tout-venant avec presque 1 % de Ni, 1 % de Co, 0,5 % de Cu.

- b) Dans les kinzigites, mais en relation étroite avec des métamafites, la paragenèse est : pyrrhotine, chalcopryrite, pyrite; accessoires : blende, ilménite, magnétite.

La texture est typiquement celle des « kieslager ».

Les localités typiques sont Migiandone, Nibbio, Gurrago, qui ont été exploitées (mais non épuisées) seulement en temps de crise et produisaient un tout-venant avec presque 5 % de Cu.

- c) Dans les mêmes kinzigites, en relation avec des horizons carbonatés, très siliceux, avec l'aspect d'un skarn (probablement produit du métamorphisme d'une mince série à roches carbonatées et à jaspes), on rencontre des anomalies positives à Mn. Leur paragenèse est : rhodonite, braunite, manganite, grenat manganésifère. La localité typique est Ravinella.

L'intérêt pratique de cette dernière minéralisation est nul, mais non pas son intérêt scientifique, car en faisant abstraction du métamorphisme intense qui affecte les roches, on serait en présence de la classique trilogie ophiolitique (Omenetto et Brigo, 1974), constituée par des mafites/ultramafites de consolidation profonde, des jaspes, des roches basiques effusives.

23. Dans la Carnia (Alpes Orientales), une série à diabases spilitiques, diabases à pillow-lavas, kéra-tophyres, quartz-kératophyres et pyroclastites est comprise dans le Carbonifère inférieur et affleure sur une distance est-ouest de 25 km, près du Mont Dimon.

Du point de vue de la lithologie et de l'âge de mise en place, la ressemblance avec la série volcano-sédimentaire viséenne-tournaïenne de la province pyrénéenne sud-ibérique est remarquable; mais dans la série italienne, aucune minéralisation n'est connue.

24. Comme faciès différencié et tout à fait occasionnel des magmatismes granitiques hercynien ou alpin, on connaît de nombreux exemples de roches lamprophyriques et spessartitiques, qui sont généralement stériles.

Dans les batholites hercyniens de Sardaigne, quelques-uns (Bortigiadas, près de Tempio) renferment des dispersions syngénétiques à basse teneur de chalcopryrite et de pyrite liées à des lamprophyres.

25. Le plus grand complexe ophiolitique d'Italie a été mis en place pendant l'intervalle de temps entre le Jurassique et le Crétacé supérieur.

Ces roches sont présentes dans une grande partie de l'arc alpin, à partir des Alpes Maritimes jusqu'à la haute vallée du fleuve Adige; elles sont aussi présentes dans les Apennins de la Ligurie, de l'Emilie occidentale et de la Toscane; elles ne sont pas connues dans la section centrale d'Italie, mais réapparaissent en Calabre et sont reliées à celles de l'île d'Elbe et de la Corse.

Les lithofaciès mettent en évidence l'effet du métamorphisme alpin spécialement le long des Alpes; dans les Apennins, ils apparaissent comme de grands olistolites, emballés dans les « argiles écailleuses ».

La série ophiolitique des Alpes est assez différente de celle de la Ligurie-Toscane; en effet, les deux débutent par un complexe à ultramafites avec structure tectonique et à gabbros cumulitiques, souvent fortement serpentinisés.

Elles sont recouvertes, dans les Alpes, par la « série de calcschistes avec pierres vertes », qui est constituée par des métasédiments pélitiques-carbonatés, prasinites, amphibolites parfois interprétées comme metabasites et métatuffites. Des fragments de croûte sialique sont intercalés entre les deux en certains endroits.

Au contraire, la série mafique/ultramafique de base est recouverte, en Ligurie-Toscane, par des jaspes, des ophicalcites, des diabases parfois avec structure en coussins, et des brèches volcaniques. A leur tour, ces roches sont couvertes par des sédiments carbonatés et — plus haut — pélitiques.

Dans la série Alpine, on trouve des concentrations de magnétite (Vallée d'Aoste) ou bien d'asbeste (Balangero, près de Turin, le plus grand producteur d'asbeste de l'Europe occidentale) dans des serpentinites; des minéralisations du type « kieslager » sont présentes dans la série à calcschistes et roches vertes, généralement en corrélation évidente avec les métavolcanites (Alagna, dans les Alpes orientales, en est le plus bel exemple).

Dans la série Ligurienne-Toscane, les roches du complexe inférieur sont pratiquement stériles.

On rencontre parfois des veines et des veinules de pyrite/chalcopryrite dans les diabases et les gabbros, généralement inexploitable, sauf à l'intervention d'un intense enrichissement supergène, comme il est arrivé à Montecatini (Toscane). Les diabases à structures en coussins renferment des concentrations, quelquefois d'intérêt économique, à Cu, soit sous forme de veines et veinules en stock-werk, soit le long des zones faillées, soit sous forme de concentrations massives à pyrite/chalcopryrite dans les zones *sommiales* des édifices diabasiques: Libiola en Ligurie orientale est l'exemple le plus connu de ce type.

Des concentrations, non négligeables, de manganèse sont présentes dans les jaspes: le gisement de Gambatesa (Ligurie orientale) a produit jusqu'à présent quelques millions de tonnes de concentrés manganésifères.

De toutes petites concentrations de talc et de stéatite sont également présentes (Val Malenco, Alpes centrales).

Le Cr, le Ni et le Pt sont de véritables raretés. On connaît des concentrations négligeables de Cr dans des serpentinites de la Ligurie orientale (Ziona, Canegreca).

En ce qui concerne le nickel, il faut signaler que ses teneurs moyennes, dans les serpentinites, ne sont pas tellement basses (0,17-0,18 %), spécialement si l'on considère la possibilité de le récupérer comme sous-produit d'autres minéraux (asbeste, fer). Le minerai nickelifère des serpentinites est la josephinite, tandis que la pentlandite — qui est le minerai nickelifère des ultramafites — est absente (Zucchetti, 1967).

Avant de conclure ce paragraphe sur les ophiolites mésozoïques, il faut faire encore une remarque: bien qu'elles appartiennent au même cycle magmatique que celles de la Yougoslavie, de la Grèce, de la Turquie, et renferment des lithofaciès tout à fait semblables, la chromite et le nickel — qui sont tellement fréquents et qui constituent des gisements remar-

quables dans les derniers pays cités — sont pratiquement absents dans les ultramafites italiennes. Ce peu enviable privilège pour l'industrie italienne, mérite d'être expliqué : nous y reviendrons plus loin.

### 3. REFLEXIONS ET DEDUCTIONS

La description, bien schématique, des roches mafiques et ultramafiques italiennes et de leurs minéralisations nous amène à faire quelques réflexions.

La plus importante est la distribution non-uniforme du nickel et du chrome dans les mafites / ultramafites de la région méditerranéenne.

A noter que, selon Jankovic (1963, 1974), quelques-unes des ophiolites yougoslaves renfermant des dépôts de chromite seraient paléozoïques, donc en liaison possible avec le complexe anté-calédonien des Alpes centre-orientales, déjà cité.

La corrélation des événements volcaniques basiques dans les Alpes et dans la Méditerranée orientale serait donc très étroite.

Pour ce qui concerne le nickel, il ne semble pas qu'il s'agisse d'une différence entre la distribution primaire, dans les ultramafites et dans les serpentinites connexes, qui est plutôt constante (0,17-0,30 %) mais de l'existence, dans la région balkanique, des latérites nickelifères, formées aux dépens des mafites / ultramafites.

D'autre part, on a de bonnes évidences (Pumo, 1973) que la latéritisation a été précoce : Ante-Tertiaire moyen-inférieur. On ne peut donc exclure la possibilité (ou, au moins, l'espérance) que de telles latérites soient cachées en Italie à la base des formations cénozoïques, recouvrant les ophiolites du Mésozoïque.

La distribution différente de la chromite peut être expliquée sur la base de l'absence (ou, du moins, la rareté) des dunites, des troctolites, des harzburgites dans le complexe de Varallo Sesia et dans les ophiolites mésozoïques italiennes, et — par contre — par la présence de ces trois lithotypes dans les complexes équivalents de la Méditerranée orientale.

Il est bien connu, en effet, que la chromite se concentre dans les différenciations dunitiques-troctolitiques-harzburgitiques des complexes mafiques / ultramafiques.

Or, leur absence est bien explicable dans le complexe de Varallo Sesia, dont la composition moyenne est de moyenne basicité, et — par conséquent — peut donner difficilement, par différenciation, des termes ultramafiques ; du moins, il ne peut donner ceux-ci en abondance.

Cette explication ne tient pas pour les ophiolites mésozoïques des Alpes, car celles-ci renferment bien

des roches ultramafiques (spécialement dans les domaines des Piedmonts) : les dunites — troctolites — harzburgites y sont toutefois très rares et les occasionnelles (et maigres) concentrations de chromite se trouvent dans des lherzolites.

Tout au contraire, les différenciations ultrabasiques sont abondantes dans le domaine de la Méditerranée orientale; en effet Nicolas et Jackson (1973) ont défini deux provinces dans les ophiolites méditerranéennes, à savoir : une province lherzolitique dans les Alpes et une province harzburgitique dans la zone orientale.

La différenciation trop limitée, dans les Alpes, aurait donc empêché la formation de concentrations chromifères; celle-ci aurait été favorisée, au contraire, par la différenciation poussée dans la Méditerranée orientale.

Bien sûr, on pourrait faire aussi une autre hypothèse, c'est-à-dire que le contenu de chrome ait été différent dans la croûte mafique sous-jacente dans les deux régions. Evidemment, pour vérifier laquelle de ces deux hypothèses est la plus probable, il suffirait de contrôler si la distribution globale du chrome (concentration plus dispersion à niveau de clark dans les différents lithotypes) est ou non la même par rapport à la masse globale des ophiolites dans les deux régions.

Il faut encore remarquer qu'il y a probablement une nette différence entre les conditions géo-dynamiques qui ont réglé la mise en place des ophiolites mésozoïques : sans entrer dans des détails (pour lesquels on pourrait consulter la littérature spécialisée), il y a de bonnes raisons pour croire que les Alpes ont constitué une zone de « rifting », tandis que plus au sud-est se sont réalisées des conditions de mer ouverte, avec « spreading » bien développé.

La subduction, elle-même, doit avoir été différente dans les deux régions : très limitée dans les Alpes, et bien développée dans la Méditerranée orientale : l'absence de gisements de cuivre porphyrique dans les Alpes et leur présence dans les Balkans en seraient une conséquence et une preuve.

Ces différences dans les conditions géo-dynamiques, pendant la mise en place des ophiolites, pourraient évidemment être mises en relation avec les différences dans l'évolution de leurs différenciations.

### BIBLIOGRAPHIE

- BEZZI A., PICCARDO G.B. (1971) — « Caratteristiche Chimiche e fisiche di cromiti delle ultra-mafiti cumulitiche del Massiccio del Bracco (Appennino ligure) », *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*, 78.
- BRIGO L. (1975) : — « Moderni criteri di ricerca geo-mineraria nella zona Ivrea-Verbanò » (sous presse)

- BRIGO L., FERRARIO A. (1974) — « Le mineralizzazioni nelle ofioliti della Liguria Orientale » *Rend. Soc. Ital. Min. Petro.*, XXX.
- COCOZZA T., JACOBACCI A., NARDI R., SALVADORI I. (1974) — « Schema stratigrafico-strutturale del Massiccio Sardo-Corso e minerogenesi della Sardegna » *Memorie Soc. Geol. Ital.*, XIII.
- DAL PLAZ G.V. (1971) — « Alcune considerazioni sulla genesi delle ofioliti piemontesi e dei giacimenti ad esse associati » *Boll. Ass. Min. Subalpina*, VIII, 3-4.
- DI COLBERTALDO D., VENERANDI I. (1962) — « Il giacimento ferrifero della Nurra nella Sardegna Nord-Occidentale » *Atti Soc. It. Scienze Nat. Milano*.
- GALLI M., BEZZI A., PICCARDO G.B., CORTESOGNO L., PEDEMONTE G.M. (1972) — « Le ofioliti dell'Appennino Ligure : un frammento di crosta-mantello « oceanici » dell'antica Tethide » *Mem. Soc. Geol. Ital.*, XI.
- GATZWEILER R. (1968) — « Lagerstättenkundlich-Petrographische Untersuchungen der oolithischen Eisenerzlagerstätten der Nurra-Nordwest Sardinien » *Dissertation. Technische Hochschule, Aachen*.
- JANKOVIC S. (Editor) (1974) — « Metallogeny and concepts of the geotectonic development of Yugoslavia » *Fac. of Mining and Geology, Belgrade University*.
- JANKOVIC S. (1963) — « Prospecting for Chromite deposits in Yugoslavia » in : « Methods of prospection for Chromite » *OECD*, 1963.
- NICOLAS A., JACKSON E.D. (1973) : « Répartition en deux provinces des péridotites des chaînes alpines longeant la Méditerranée : implication géotectonique » *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 52.
- OMENETTO P., BRIGO L. (1974) — « Metallogenese nel quadro dell' orogene ercinico delle Alpi (con particolare riguardo al versante italiano) » *Mem. Soc. Geol. Ital.*, XIII.
- PEYRONEL-PAGLIANI G., BORIANI A. (1967) — « Metamorfismo crescente nelle metamorfiti del « Massiccio dei Laghi » nella zona bassa Val d'Ossola-Verbania » *Rendiconti Soc. Min. Ital.* XXIII.
- PUMO F. (1973) — « Données générales sur les gîtes minéraux de l'Albanie et caractères particuliers de ses importants gisements de nickel latéritique » *Chronique des Mines*, 41<sup>e</sup>, 416, sect. II, n° 6.
- ROUTHIER P. (1963) — « Les gisements métallifères », Masson & Cie, Paris.
- VIOLO M., GANDIN A., PADALINO G. (1974) — « Correlation between sedimentation environment and ore-prospecting » *Soc. It. Min. Petr.*, XXX.
- ZUCCHETTI S. (1967) — « Presenza e distribuzione di un ferro-nichel nativo del tipo josephinite nel giacimento asbestifero di Balangera » *Acc. Naz. Lincei*, n° 3-4, Serie VIII, Vol. XLIII.
- ZUFFARDI P. (1970) — « Les gisements de plomb, de zinc et du baryum en Sardaigne : un exemple de permanence, de polygénétisme et de transformisme » *Annales Soc. Géologique de Belgique* 92 (III).

## DISCUSSION

### P. Routhier

C'est la première fois que l'on rassemble les données sur les minéralisations des ophiolites italiennes.

Parmi les nombreuses questions passionnantes soulevées par P. Zuffardi, celle de l'absence de quantités notables de chromite dans la roche considérée mérite un examen attentif.

Il me semble que les métallogénistes doivent encore faire quelque chose : étudier la répartition du chrome dans les ophiolites et les sites minéralogiques de ce métal, sites qui dépendent des conditions thermodynamiques de mise en place.

### P. Zuffardi

La proposition de P. Routhier est vraiment très importante, et peut aboutir à des résultats intéressants, autant du point de vue scientifique que du point de vue pratique industrielle.

Nos études sur les minéralisations des ophiolites ont commencé depuis quelques années et nous en sommes encore au stade de la géologie et de la pétrographie de détail.

La caractérisation géochimique et minéralogique du chrome (et du nickel) est, en ce moment, peu avancée ou bien partielle (voir : Bezzi - Piccardo (1971) et Zucchetti (1967)).

Bien sûr, nous mettrons au programme l'intensification de ce type d'étude, comme il est suggéré par P. Routhier.