

LE CORTÈGE OPHIOLITIQUE DE L'EUBÉE MOYENNE (GRÈCE) : POSITION ET RELATIONS AVEC LES SÉRIES MÉSOZOIQUES

C. GUERNET

Laboratoire associé au CNRS n° 145 « Géologie de la Méditerranée » et Laboratoire de Géologie I, Paris-VI, 75-Paris-5°.

J.-F. PARROT

R.C.P. 214 « Roches vertes mésogéennes » et Laboratoire de Géologie de l'ORSTOM, 70 route d'Aulnay, 93-Bondy.

RÉSUMÉ

En Eubée moyenne (Grèce), des péridotites plus ou moins serpentinisées, d'une épaisseur d'environ 500 m, représentant vraisemblablement les termes inférieurs d'une « série ophiolitique » largement arasée avant le Cénomaniens, reposent sur des radiolarites auxquelles sont associés des niveaux spilitiques. Dans cette région, les calcaires du Malm supérieur passent progressivement aux radiolarites qui les surmontent, tandis que le Cénomaniens calcaire est transgressif, soit sur les calcaires jurassiques, soit sur la cuirasse ferrallitique des péridotites. Deux interprétations différentes des faits observés sont envisagées, l'une est une interprétation volcanique de la mise en place des ophiolites, l'autre une interprétation de type subcrustal ; dans cette dernière hypothèse, un contact anormal majeur serait ici bien localisé dans le temps (au Crétacé inférieur ou plus sûrement au Tithonique) et dans l'espace (entre les péridotites et les radiolarites sous-jacentes).

ABSTRACT

In Central Euboea (Greece), serpentined peridotites, of about 500 meters thick, probably representing the inferior levels of an ophiolitic suite widely worn away before Cenomanian, are laying on radiolarites and spilitic rocks associated within. In this area, the limestones of upper Malm pass progressively to the radiolarites rising above them, whereas the calcareous Cenomanian is transgressive, either on

the jurassic limestones, or on the ferrallitic crust of the peridotites. We face two different interpretations : whether a volcanic interpretation of the emplacement of ophiolites, or a subcrustal interpretation ; according to the second hypothesis, a major thrust is here situated in proper time (during the inner Cretaceous or more certainly during the Tithonic) and place (between the peridotites and the underlying radiolarites).

ZUSAMMENFASSUNG

In Mittel-Euböa (Griechenland) stellen die Peridotite, die mehr oder weniger serpentiniert und von einer Dicke von ungefähr 500 m sind, wahrscheinlich die unteren Schichten einer « Ophioliteserie » dar, die vor dem Cenoman weitgehend erodiert war. Diese Peridotite liegen auf Radiolariten, die mit spilitischen Schichten verbunden sind. In dieser Gegend gehen die Kalksteine aus dem oberen Malm in zunehmendem Masse in Radiolarite über, die sie überragen, während der Cenomankalkstein transgressiv ist, sei es auf den Jurakalksteinen, sei es auf den ferrallitischen Krusten der Peridotiten. Man hat zwei verschiedene Auslegungen nach den beobachteten Tatsachen in Betracht gezogen, die eine spricht für eine vulkanische Herkunft der Ablagerung der Ophioliten, die andere für eine Herkunft subkrustalen Typus. In dieser letzten Hypothese wäre ein bedeutender anormaler Kontakt zeitlich (in der unteren Kreide oder sicherer im Tithon) und räumlich gut lokalisiert (zwischen den Peridotiten und den darunterliegenden Radiolariten).

РЕЗЮМЕ

« Офиолитовая свита » средней Эвбеи (Греция) :
положение и связи с мезозойскими сериями.

В средней Эвбеи (Греция), более или менее серпентинизированные перидотиты, мощностью около 500 м, вероятно представляющие собой нижние члены « офиолитовой свиты » широко выравненной до сеноманского периода, залегают на радиоларитах к которым приобщены спилитовые уровни. В этой области, известняки верхнего Мальма постепенно переходят в радиолариты, которые возвышаются над ними,

тогда как сеноманский известняк является трансгрессивным, будь то на юрских известняках, или на фертраллитной кирассе перидотитов. Рассматриваются два различных истолкования обнаруженных фактов: первое опирается на вулканическое происхождение размещения офиолитов, второе — на явления подкоркового типа; при последней гипотезе, предполагается основной аномальный контакт, в данном случае хорошо ограниченный во времени (нижний Меловой, или вероятнее Титонический) и в пространстве (между перидотитами и низележащими радиоларитами).

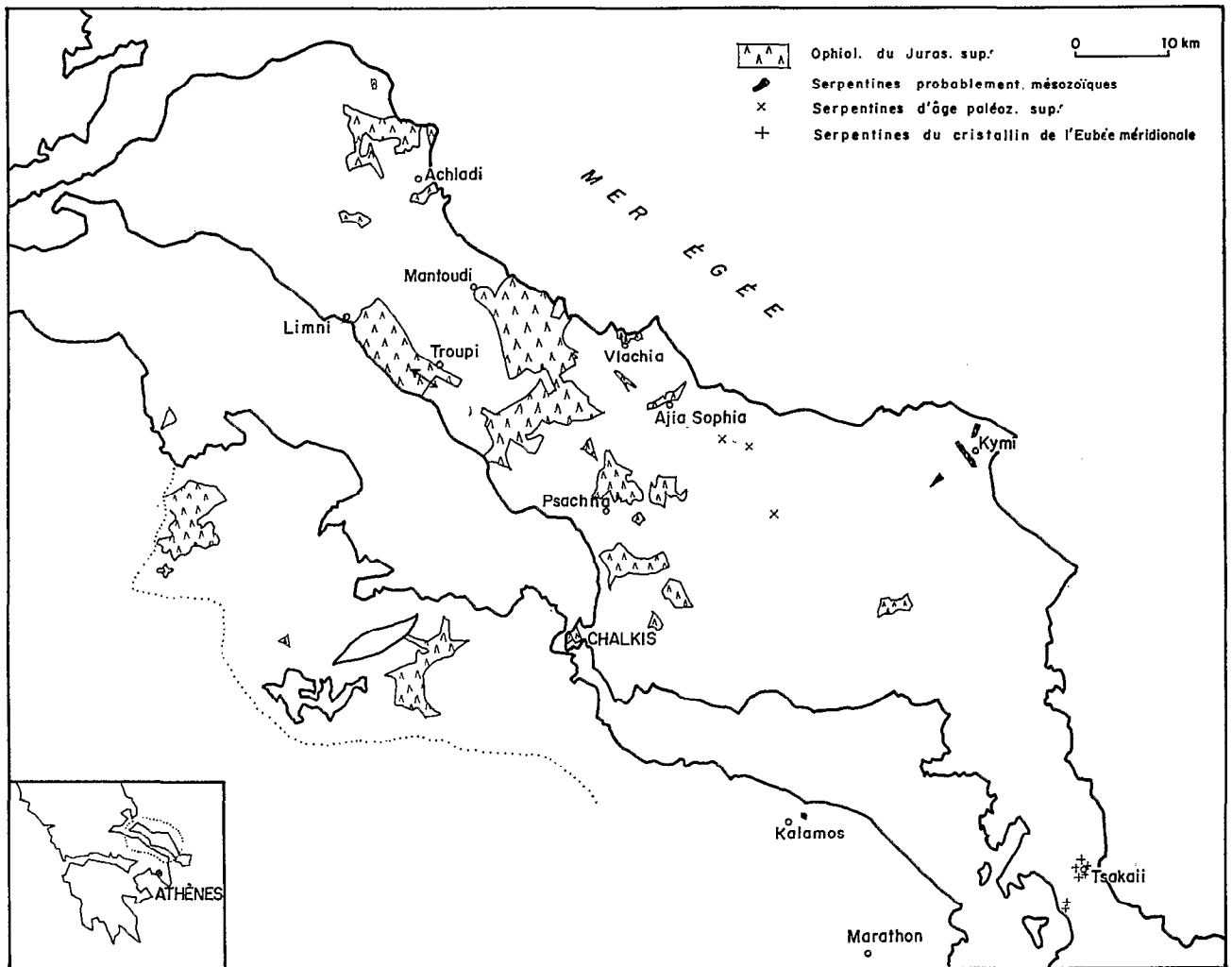


FIG. 1

INTRODUCTION

Nous entendons par « cortège ophiolitique » (1), non seulement la trilogie ou la « série ophiolitique » que forment, de bas en haut, les péridotites, gabbros, spilites ou diabases (STEINMANN, 1927 ; VUAGNAT, 1964), mais aussi les radiolarites et manifestations volcaniques associées qui se placent, avec les termes de la trilogie, dans un ensemble que l'on retrouve généralement dans toutes les chaînes alpines.

Sans préjuger de la nature exacte des relations qu'elle présente avec la trilogie, nous constatons que la série à radiolarites et manifestations volcaniques associées affleure, en Eubée, sous des péridotites plus ou moins serpentinisées, uniques témoins de la série ophiolitique dont les termes supérieurs ont été arasés avant la transgression cénomaniennne ; son épaisseur est de l'ordre d'une centaine de mètres ; principalement constituée de radiolarites et de pélites à Radiolaires, elle renferme, surtout à sa base, des roches volcaniques de type spilitique (2) ; ces roches sont assez fréquentes au pied de la chaîne de Pyxaria (notamment au lieu dit Virini ; cf. AUBOUIN et GUERNET, 1963) et au cap Ajos Vassilios.

La carte de la figure 1 montre l'extension des ophiolites mésozoïques de l'Eubée qui apparaissent au sein de la série sédimentaire secondaire ; elle situe également des affleurements de serpentines plus anciennes, associées à des amphibolites ; ces affleurements, compris dans des schistes cristallins, sont situés en Eubée du Sud.

RELATIONS ENTRE LE « CORTÈGE OPHIOLITIQUE » ET LES SÉRIES CALCAIRES MÉSOZOÏQUES

Relations entre les radiolarites et les calcaires jurassiques sous-jacents

Les calcaires immédiatement sous-jacents à la série radiolaritique contiennent : *Cladocoropsis mirabilis*, *Kurnubia palestiniensis*, *Urgonnia sp.*, *Kilialina sp.*, *Pfenderina sp.*, *Clypeina jurassica*, etc. ; leur âge est

(1) L'expression est de AUBOUIN (1959), mais, à la suite notamment de CELET (1962), nous lui donnons un sens plus large que celui de son auteur.

(2) Des radiolarites associées aux spilites du sommet des ophiolites et peut-être à des coulées de spilites individualisées existent dans le Vourinos (BRUNN, 1956), en Othrys (AUBOUIN, 1959), en Locride (VELET, 1962) et, d'une façon générale, à l'Est de la Grèce orientale (TATARIS, 1967).

kimméridgien ou tithonique inférieur (BASSOULET et GUERNET, 1970) ; ils correspondent au sommet d'une série carbonatée de plus de 1 000 m d'épaisseur débutant au Trias.

Les relations des calcaires jurassiques et de la série radiolaritique sont de trois types :

a) *au sommet de la masse carbonatée jurassique, les calcaires alternent avec des pélites à Radiolaires sur quelques mètres d'épaisseur* (cf. fig. 3) ; ce passage, parfaitement progressif, d'une formation à l'autre, est bien visible au sud de la baie d'Achladéri, près d'Ajia Anna (photographie n° 1).

b) *des calcaires en plaquettes assurent la transition entre les calcaires à Cladocoropsis et les pélites à Radiolaires* (cf. fig. 4). Dans les calcaires en plaquettes, de teinte grise, où se développent des lits millimétriques ou centimétriques jaunâtres et riches en silice, abondent de petits corpuscules silicifiés qui sont, *pro parte*, des tests de Radiolaires plus ou moins recristallisés. Ces couches de passage aux radiolarites sont visibles entre le Pyxaria et le Grispaki, à 840 m d'altitude, sur le sentier de Vlachia à Pagondas.

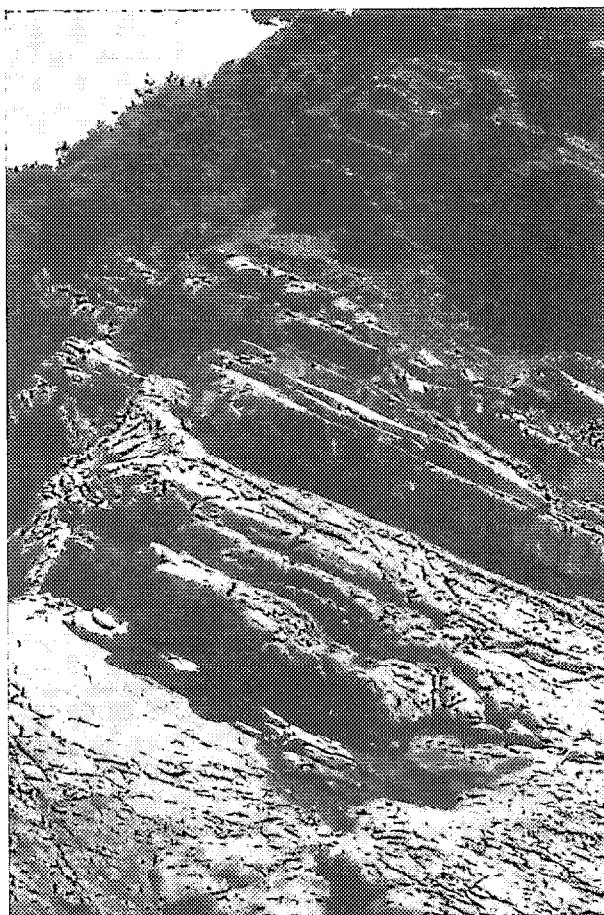
Ces deux premiers types de passage montrent clairement que les radiolarites se sont déposées normalement sur les calcaires du Jurassique supérieur.

c) *un encroûtement de type « hard-ground » ou une brèche s'interpose entre les calcaires et les radiolarites* (cf. fig. 5). Ce type de contact est classique en Grèce où DERCOURT (1962) le décrit pour la première fois en Argolide. En Eubée, il est visible à Virini, près de Pagondas (AUBOUIN et GUERNET *op. cit.*), à l'Est de la baie de Vlachia, au Kandili (au-dessus de Troupi) et au cap Ajos Vassilios (près d'Ajia Anna) où le contact est particulièrement bien dégagé par la mer. Notons aussi qu'entre Pagondas et Markatès, coupées par le sentier muletier, ce sont les spilites qui recouvrent directement les calcaires jurassiques.

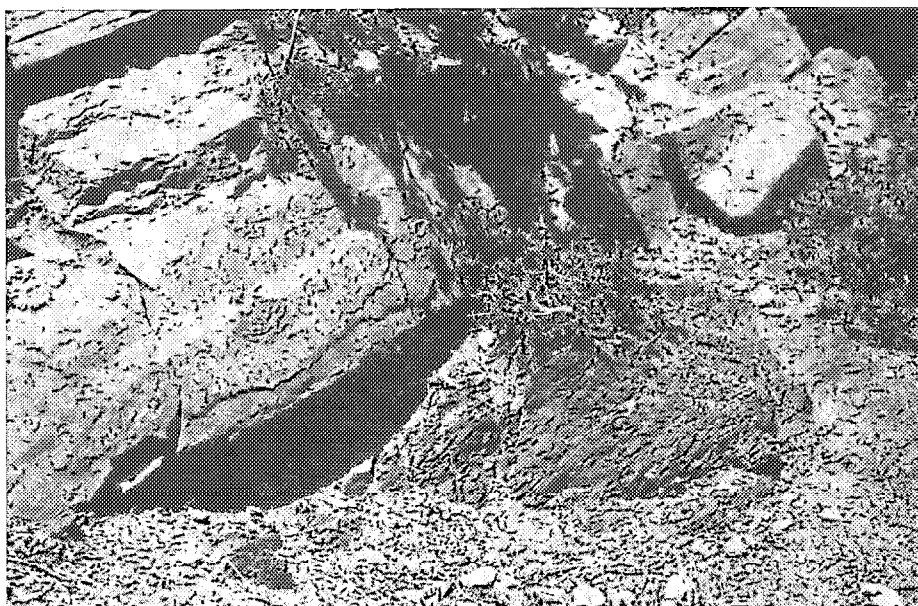
Par endroit, par exemple au cap Ajos Vassilios, apparaissent au sein des radiolarites, de petits plis couchés de flèche métrique. De tels replis ne semblent pas exceptionnels dans la série des radiolarites ; ils témoignent d'une dysharmonie générale entre le « cortège ophiolitique » et les calcaires jurassiques.

Relation entre les péridotites et les calcaires créacés sous-jacents

En Eubée, les termes supérieurs de la série ophiolitique sont érodés. Seules, affleurent des péridotites



Photographie n° 1. — Passage progressif des calcaires jurassiques aux radiolarites, près d'Achladeri.



Photographie n° 2. — Transgression des calcaires cénomaniens sur la cuirasse ferrallitique des péridotites, près de Néa Artaki.

plus ou moins serpentinisées ; elles sont surmontées par une cuirasse ferrallitique typique, semblable à celles qui se développent actuellement dans les zones intertropicales, sur les roches basiques. Au-dessus de la cuirasse latéritique, le Cénomaniens transgressif, rubéfié à sa base, est caractérisé notamment par *Chrysalidina gradata* d'Orb. et *Prealveolina cretacea* d'Arch. La mise en place des ophiolites est donc antécénomaniennne.

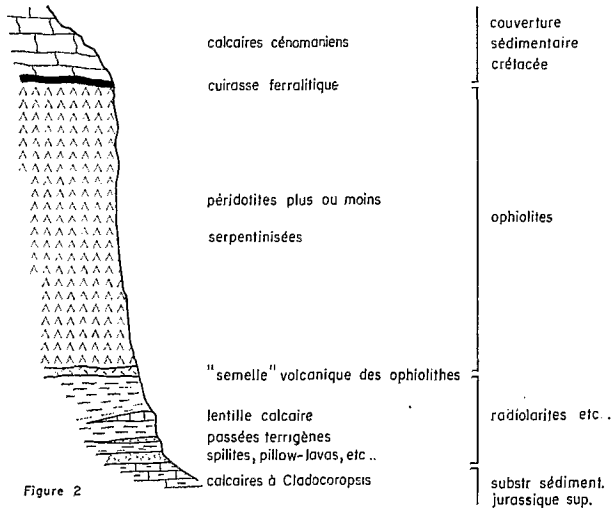


FIG. 2

Par contre, dans la région située entre Virini et le massif du Mavrovouni de Kymi, les calcaires crétaçés recouvrent directement les calcaires jurassiques qui ailleurs forment le substratum des radiolarites. Le contact, normal, est alors souligné par des poches de bauxite très ferrifères. Ceci traduit soit l'érosion complète du « cortège ophiolitique » dans cette région, soit le fait qu'il n'y ait jamais été, et permet de plus d'affirmer que s'il y a eu mouvement des péridotites soit par rapport aux radiolarites, soit par rapport aux calcaires jurassiques, celui-ci n'a pu se produire qu'avant le Cénomaniens.

DESCRIPTION DE LA SÉRIE RADIOLARITIQUE ET DES PÉRIDOTITES SUS-JACENTES

La série radiolaritique

Le passage des calcaires jurassiques à cette série est, nous l'avons vu, brutal ou progressif, dans certains cas, dysharmonique.

Les pélites à Radiolaires et les radiolarites constituent la formation la plus épaisse de la série (100 m ou plus). Il s'y intercale, outre des coulées de spilites et mandeslsteins surtout situés à la base (Mont Kandili par exemple), des lentilles de calcaires, parfois oolithiques, souvent granoclassés, biodétritiques à leur base avec des éléments de calcaire à Cladocoropsis (3), et des passées détritiques, gréseuses ou bréchiqes, assez fréquentes dans la partie nord-est interne de l'Eubée, plus précisément entre Pili et Virini et au Nord d'Ajia Anna (au cap Ajios Vlasios (4)).

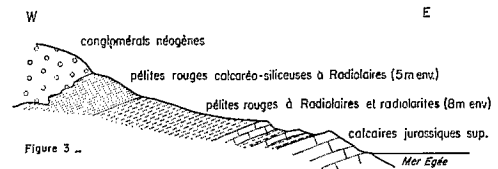


Figure 3 ..

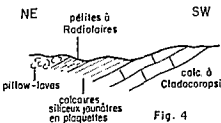


Fig. 4

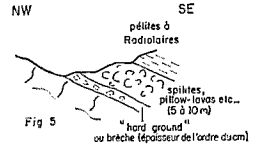


Fig 5

FIG. 3, 4, 5

Il existe enfin, au sommet des radiolarites *sensu lato*, une série volcanique d'une trentaine de mètres d'épaisseur, servant par endroit de « semelle » aux péridotites, et constituée probablement par plusieurs coulées successives d'une roche grisâtre, renfermant soit de fins microlites de plagioclases et de petits cristaux de pyroxène monoclinique, soit des cristaux de clinopyroxène nageant dans un verre brunâtre à structure fluidale ; le premier type contient de plus de nombreux filonnets d'analcime. Les analyses chimiques confirment d'ailleurs le caractère sous-saturé des roches étudiées (5). Associées à cette

(3) Des observations comparables ont été faites par KOU-MANDAKIS (1968) en Locride.

(4) En dehors de l'Eubée, de tels apports détritiques dans la série radiolaritique, sont connus en Locride (CELET, 1962) et en Argolide (DERCOURT, 1962).

(5) PARROT et GUERNET, note en préparation.

formation volcanique, plus spécialement à son sommet, on observe souvent des niveaux d'amphibolites formées essentiellement de hornblende et accessoirement de quartz et d'andésine fréquemment séricitisée. Cet ensemble rappelle, selon l'un d'entre nous (J.-F. P.) quoique présentant un moindre développement, les formations qui plongent sous le complexe ophiolitique du Vourinos, et qui ont été récemment décrites par ZIMMERMAN (1968) et MOORES (1969).

Cette « semelle volcanique » ne s'interpose pas partout entre les péridotites et les radiolarites. Là où elle manque, le contact est au moins dans certains cas tectonique. Ainsi, les péridotites, alors broyées sur quelques mètres d'épaisseur à leur base, reposent parfois directement sur les radiolarites (par exemple, à la crête de Portés).

Les péridotites

Malgré l'érosion antécénomaniennne, elles affleurent sur des épaisseurs encore supérieures à 600 m ; ce sont essentiellement des harzburgites à cristaux xénomorphes jointifs ; elles sont parfois très peu serpentinisées ; à leur base, on observe toujours un à deux mètres de serpentinite feuilletée.

CONCLUSION

Signification bathymétrique des radiolarites

Les « radiolarites anciennes sont beaucoup plus riches en SiO₂, en fer et manganèse que les vases à Radiolaires actuelles » (CAROZZI, 1953) ; ce ne sont donc pas des formations identiques et leurs conditions de genèse sont sans doute différentes.

Les spilites de l'Eubée associées aux radiolarites sont riches en vésicules de dimension millimétrique et en vésicules de forme très irrégulière ; or, d'après MOORE (1965) et JONES (1966), la taille des vésicules de pillow-lavas basaltiques compris entre quelques dizaines de mètres et 2 000 m de profondeur, diminue quand la profondeur augmente ; plus précisément, JONES distingue des vésicules de forme régulière dont la taille maximum est atteinte aux environs de -300 à -200 m de profondeur, et des vésicules de forme irrégulière dont le nombre et les dimensions augmentent de -300 m à la surface. Malgré la différence de composition chimique entre spilites et basaltes, les conditions de mise en place sont sans doute comparable, et les spilites de l'Eubée se sont certainement

épanchées à seulement quelques centaines de mètres de profondeur.

Les premiers niveaux de radiolarites et de pélites à Radiolaires alternent avec des bancs de calcaires néritiques à Cladocoropsis, près d'Achladéri ; ils se sont donc déposés à quelques dizaines de mètres de profondeur, tout au plus.

Du Paléozoïque à nos jours, l'Eubée et la zone pélagonienne en général appartiennent à des régions marines peu profondes le plus souvent néritiques, ou sont émergés ; il est donc peu probable, *a priori*, que pendant le laps de temps relativement court qui correspond au dépôt des radiolarites, la profondeur soit devenue supérieure à quelques centaines de mètres.

Ainsi, la prolifération des radiolaires et l'arrêt de la sédimentation calcaire ne correspondent pas à un approfondissement considérable de la mer, tel que les conditions de sédimentation deviennent abyssales. Ils sont essentiellement liés à des éruptions volcaniques sous-marines. ROUTHIER en Corse (1946), TROMP en Turquie (1948), et KÜNDIG (1956) dans les chaînes alpines en général, arrivent aux mêmes conclusions.

Relations ophiolites — radiolarites

En Eubée, les contacts normaux radiolarites sur calcaires jurassiques d'une part, calcaires cénomaniens sur péridotites d'autre part, sont parfaitement clairs. Le seul endroit où l'on puisse supposer qu'il y ait un contact anormal majeur est le contact péridotites sur radiolarites et coulées volcaniques associées. Un tel chevauchement, s'il existe, ne peut être que Jurassique supérieur ou Crétacé inférieur. C'est précisément là que DERCOURT (1971) situe à titre d'hypothèse la mise en place de type subcrustal du manteau (les ophiolites) sur la croûte océanique et sa couverture sédimentaire (les radiolarites).

Toutefois, de l'avis de l'un d'entre nous (C.G.), un certain nombre d'observations s'oppose à une telle hypothèse, principalement le fait que le contact ophiolites - radiolarites n'a pas les caractères d'un contact anormal majeur ; si, localement, la base des ophiolites est tectonique sur quelques mètres et si l'on observe parfois de petits plis couchés dans les radiolarites, celle-ci, pourtant coincées entre les péridotites et la puissante série des calcaires jurassiques, paraissent généralement très tranquilles. Les faits observés peuvent s'interpréter dans le cadre d'une hypothèse volcanique (telle l'hypothèse pluto-volcanique de BRUNN, 1940 ; CULIS, 1930, DUBERTRET,

1937 et ROUTHIER, 1946). Les coulées associées aux radiolarites seraient alors des venues prémonitoires.

Par contre, selon J.-F. P., si l'on ne peut effectivement pas mettre en doute le lien entre les venues volcaniques associées aux radiolarites et la mise en place de la « série ophiolitique », il existe un contact anormal majeur (la présence de serpentinite feuilletée et de brèches à la base des péridotites, de replis au sein de la série radiolaritique en est le témoin) que n'exclue par ailleurs aucune des principales hypothèses génétiques. Ainsi, dans l'hypothèse plutovolcanique, la série radiolaritique et les coulées volcaniques qu'elle renferme interprétées comme des « venues prémonitoires » (6), devraient présenter, par suite de l'arrivée

d'un « magma ophiolitique » se différenciant après son épanchement, des modifications que nous n'observons pas ; les niveaux volcaniques supérieurs des radiolarites, servant parfois de « semelle » aux péridotites, ne peuvent, en aucun cas, être assimilés à l'hypothétique « chilled margin » de la masse ophiolitique. Quant à l'hypothèse dite subcrustale qui fait provenir les péridotites d'un écaillage du manteau, elle nécessite, *a fortiori*, un contact anormal (7).

dans les horizons supérieurs d'un magma doléritogabbroïque lui-même issu du manteau par une première différenciation en profondeur, la présence de péridotites sur les coulées volcaniques ne s'explique là encore que par un contact anormal majeur.

(7) Au dos d'une écaille péridotique ascensionnelle, un magma de composition gabbroïque serait à l'origine des gabbros rubanés et des venues diabasiques qui se forment au cours du « sea floor spreading ». Par suite de l'activité volcanique qui caractérise ce phénomène, les dépôts à Radiolaires peuvent se développer dans l'ensemble du bassin ; quant aux coulées volcaniques associées aux radiolarites elles peuvent s'épancher soit à partir de la ride médio-océanique et être ainsi directement liées au phénomène, soit parvenir de cheminées adventives plus ou moins éloignées de la ride et être liées aux phases profondes de différenciation.

Manuscrit reçu au SCD le 24 mai 1972

BIBLIOGRAPHIE

- AUBOUIN (J.), 1959. — Contribution à l'étude géologique de la Grèce Septentrionale. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, 10, 483 p., Athènes.
- AUBOUIN (J.) et GUERNET (Cl.), 1963. — Sur la stratigraphie et la tectonique de l'Eubée moyenne (Grèce). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5, 5, pp. 821-827, Paris.
- BASSOULLET (J.P.) et GUERNET (Cl.), 1970. — Le Trias et le Jurassique de la région des lacs de Thèbes (Béotie et Locride, Grèce). *Revue de Micropaléont.*, 12, pp. 209-217, Paris.
- BRUNN (J.H.), 1940. — Conditions de gisement des roches vertes de Macédoine occidentale. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 210 pp. 109-111 et pp. 735-736.
- BRUNN (J.H.), 1956. — Contribution à l'étude géologique du Pinde septentrional et d'une partie de la Macédoine occidentale. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, 8, 258 p., Athènes.
- CAROZZI (A.), 1953. — Petrographie des roches sédimentaires. *Libr. de l'Université*, 250 p., Lausanne.
- CELET (P.), 1962. — Contribution à l'étude géologique du Parnasse-Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce occidentale. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, 13, 446 p., Athènes.
- CULIS (G.), 1930. — Discussion on « Copper Mining in Cyprus ». *Bull. of the Inst. of Mining & Metallurgy*, 307, pp. 21-24, Londres.
- DERCOURT (J.), 1962. — Esquisse tectonique du Péloponnèse septentrional (Grèce) *Ann. Soc. Géol. Nord*, 84, pp. 183-189, Lille.
- DERCOURT (J.), 1971. — L'expansion océanique actuelle et fossile, ses implications géotectoniques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, pp. 261-317, Paris.
- DUBERTRET (L.), 1937. — Géologie des roches vertes du Nord-Ouest de la Syrie et du Hatay (Turquie). *Mus. Hist. Nat., Notes et mém. Moyen-Orient*, 6, 5, pp. 5-224, Paris.
- GUERNET (Cl.), 1965. — Contribution à l'étude des « roches vertes » ; la base du complexe ophiolitique en Eubée. *C.R. somm. soc. Géol. Fr.*, 10, pp. 334-335, Paris.
- GUERNET (Cl.), 1971. — Etudes géologiques en Eubée et dans les régions voisines (Grèce). In 8°, 395 p., Faculté des Sciences, Paris.
- KOUMANDAKIS (J.E.), 1968. — Contribution à l'étude géologique de la province de Thèbes. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, 21, pp. 35-106, Athènes.
- KÜNDIG (E.), 1956. — The position in time and space of the ophiolites with relation to orogenic metamorphism. *Géol. en Mijnb.*, pp. 106-114.
- MOORE (J.G.), 1965. — Petrology of Deep Sea basalt near Hawai. *American Journ. Sci.*, 263, pp. 40-52, New-Haven.
- MOORES (E.M.), 1969. — Petrology and structure of the Vourinos ophiolitic complex of Northern Greece. *Geol. Soc. America, Spec. paper*, 118, 74 p.

- PARROT (J.F.), 1967). — Le cortège ophiolitique du Pinde septentrional (Grèce). In 8°, 114 p., ORSTOM, Paris, *multigr.*
- PARROT (J.F.), 1969. — Etude d'une coupe de référence dans le cortège ophiolitique du Pinde septentrional (Grèce) : la vallée de l'Aspropotamos. *Cah. ORSTOM, sér. Géol., I, 2*, pp. 35-55.
- ROUTHIER (P.), 1946. — Sur l'origine des roches vertes. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, pp. 101-103 et p. 125, Paris.
- STEINMANN (G.), 1927. — Die ophiolitischen Zonen in den mediterranen Keltengebirgen. 14 Congr. Géol. Int. Madrid, 2, pp. 637-668.
- TATARIS (A.), 1967. — Observations on the structure of Skaragna - Aegaleo Moutain - Piraeus - Athenes Area (Attica). *Bull. Géol. Soc. Gr.*, 7, 1, pp. 52-88. Athènes.
- TROMP (S.W.), 1948. — Shallow water origin of radiolarites in southern-Turky. *The Journal of Geology*, 56, 5, p. 492.
- VUAGNAT (M.), 1964. — Remarques sur la trilogie serpentinite - gabbros - diabases dans le bassin de la Méditerranée occidentale. *Geol. Rundsch.*, 53, pp. 336-358.
- ZIMMERMAN (J. Jr.), 1968. — Structure and petrology of rocks underlying the Vourinos ophiolitic complex, Northern Greece. Thèse Université de Princeton, 99 p. *multigr.*

OBSERVATIONS FAITES LORS DE LA PRÉSENTATION ORALE DE LA NOTE PRÉCÉDENTE
DEVANT LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

OBSERVATIONS DE LAMEYRE

J. DERCOURT a insisté sur la présence des amphibolites dans la semelle des ophiolites. Je pense, moi aussi, que la présence de ces amphibolites est tout à fait déterminante. Encore faut-il être certain qu'il s'agit là de fragments de socle et non de matériaux autochtones transformés sur place en amphibolites. Un examen du plancher sédimentaire devrait suffire à lever ce doute.

(PARROT répond que l'origine locale de ces amphibolites est à exclure).

Dans ces conditions, la présence des amphibolites suffit à établir que les ophiolites n'ont pas cristallisé à l'endroit où elles se trouvent en ce moment, mais ailleurs. Ce qui implique un déplacement, en bloc, à l'état solide.

Je risque un parallèle avec le gisement des ultrabasites qui jalonnent les grands accidents continentaux. Les masses ultrabasiques possèdent des structures autonomes (LALLEMANT) et sont accompagnées de granulites (KORNPROBST). Ces deux éléments établissent, l'un comme l'autre, et sans aucune équivoque, l'allochtonie des ultrabasites éjectées, à l'état solide, avec leurs épontes, ou des éléments entraînés au passages, depuis la base de l'écorce jusqu'à un niveau supérieur de celle-ci.

Les ophiolites se situent évidemment dans un environnement tout autre. Elles sont isotropes dans leur masse et le critère de Lallemant n'est pas applicable. Mais il reste la présence de ces amphibolites qui, jointe à la schistosité du plancher ophiolitique, suffit me semble-t-il à établir leur allochtonie.

RÉPONSE DE GUERNET

C'est parce que mon ami J.F. PARROT et moi-même sommes en désaccord sur l'interprétation des faits, que nous avons séparé autant que possible l'exposé de ceux-ci de l'exposé de celle-là.

En ce qui concerne les faits eux-mêmes, je précise que :

— les amphibolites apparaissent au sein ou au sommet de la semelle volcanique et que leur litage correspond à celui des basanites ;

— les amphibolites ne correspondent certainement pas à des « fragments de socle », notamment pour la raison exposée ci-dessus, et parce que, dans cette hypothèse, des fragments

du socle autres que les amphibolites doivent aussi apparaître à la base des ophiolites de l'Eubée.

Je rappelle en outre que toute théorie génétique des ophiolites doit expliquer, entre autres :

— l'association constante dans les chaînes alpines s.l., des ophiolites et des radiolarites dont, en Eubée, nous venons de montrer le caractère néritique ;

— l'absence de discordance *angulaire visible à l'affleurement* entre les calcaires du Crétacé supérieur et ceux du Jurassique supérieur lorsque ceux-là sont transgressifs sur ceux-ci (aussi bien en Locride qu'en Eubée, cf. CELET 1962, GUERNET 1971, etc.), absence qui ne permet pas de supposer que la mise en place des ophiolites corresponde à la mise en jeu de contraintes tectoniques considérables.

OBSERVATIONS DE J. AUBOUIN. — A propos du problème des ophiolites dans les Dinarides.

Dans la note ci-dessus MM. GUERNET et PARROT évoquent deux conclusions possibles quant à la signification du contact de base des massifs de serpentines au-dessus d'une formation de radiolarites intercalées de diabases, elle-même surmontant des calcaires datés du Jurassique supérieur par des faunes parmi lesquelles *Cladocoropsis mirabilis* FELIX, toujours abondant, caractérise le Kimméridgien.

Pour l'un des auteurs (C. GUERNET), l'ensemble des contacts montre une succession normale sur le plan stratigraphique et magmatique, avec d'éventuelles disharmonies au niveau des changements lithologiques les plus marqués (à la base des serpentines par exemple). Pour l'autre (J.-F. PARROT), le contact de base des massifs de serpentine est tectonique.

Cette double conclusion reflète les discussions actuelles sur la situation des ophiolites.

On connaît en effet l'hypothèse pluto-volcanique de la genèse des ophiolites et de leur association avec les formations de radiolarites ; on connaît également l'hypothèse plus récente selon laquelle les massifs ophiolitiques représenteraient des fragments de la croûte océanique entraînés dans la tectonique de la chaîne où on les rencontre. Si le problème se pose en Eubée, il dépasse évidemment de beaucoup le cadre de cette grande

île et l'on m'excusera d'en étendre l'examen à l'échelle des Dinarides.

Un fait certain rapporté par MM. GUERNET et PARROT est le passage normal des terrains sédimentaires triasiques et jurassiques à la formation des radiolarites, ailleurs à la formation Diabases-Radiolarites ; celles-ci sont à leur place stratigraphique normale - Jurassique supérieur - Crétacé inférieur - dans le contexte paléogéographique qu'elles caractérisent ; de très nombreuses coupes en témoignent dans toutes les Dinarides. *Le problème tectonique est entre la formation des radiolarites (ou Diabases-Radiolarites) et les massifs de serpentines.*

Or, c'est un fait qu'à la base des massifs de serpentines - ou plutôt des massifs de roches grenues, les serpentines étant à la base - existent des indices d'écrasement importants ; le plus général est la présence d'amphibolites. Si, le plus souvent, les choses en restent là, il peut y avoir sous les serpentines une véritable semelle métamorphique : J.H. BRUNN avait signalé une lame de « micachistes » à la base des ophiolites du Pinde septentrional ; cette semelle métamorphique peut être épaisse et complexe - il y a de véritables gneiss - comme en Crète ainsi que l'a décrite récemment M. BONNEAU. Du glaucophane y a été rencontré : J.H. BRUNN en signalait à la base du massif de Vourinos ; J.C. VICENTE vient d'en décrire dans la semelle métamorphique - amphibolites, micaschistes, quartzites à grenats, gneiss albitiques - des ophiolites de Gavdos au Sud de la Crète.

Jusqu'à maintenant, ce contact tectonisé a été interprété comme une importante disharmonie liée à la tectonique tertiaire, les ophiolites appartenant à la nappe subpélagonienne pouvant être charriées directement sur les unités sous-jacentes comme c'est le cas en Albanie et en Grèce du Nord : l'image était celle d'un bélier ophiolitique, solidaire à l'arrière du socle pélagonien et largement allochtone à l'avant sur les unités plus basses structurellement. Etant donné l'échelle du phénomène - celui des Dinarides - on comprendrait qu'il y ait place, à la base des massifs ophiolitiques, pour un contact tectonique important.

On peut évidemment penser que ce contact est plus important encore et qu'il marque l'allochtonie des massifs de serpentines. C'est l'idée soulevée par E.M. MOORES à propos des ophiolites du Vourinos et qui rencontre actuellement une grande faveur : les massifs de serpentines - qui pourraient ainsi représenter des lambeaux de croûte océanique - seraient en place tectoniquement sur le Jurassique à l'arrière - c'est la position de l'Eubée dont il est question ici - ou sur des termes plus récents allant jusqu'au Tertiaire à l'avant, ce serait le cas au front de charriage de la zone subpélagonienne en Albanie et Grèce du Nord.

Cependant, les Dinarides yougoslaves permettent de poser le problème dans un contexte plus précis. Les ophiolites y reposent presque toujours sur une semelle triasique et jurassique en-dessous de laquelle existe un socle paléozoïque lequel vient souvent à la base du charriage de la zone ophiolitique : *c'est la zone serbe dans son entier qui est charriée et non les ophiolites pour leur propre compte.* Or, les massifs de serpentines de Yougoslavie présentent également des niveaux d'amphibolites à leur base, sans cependant qu'on y ait signalé jusqu'à maintenant une semelle métamorphique plus complexe.

Les massifs de serpentines de Yougoslavie ont donc les mêmes caractères que ceux d'Albanie et de Grèce à ceci près qu'ils reposent toujours sur la formation Diabases-Radiolarites d'âge Jurassique supérieur comme l'ont montré notamment, J.P. RAMPNOUX, J.P. CADET, J. CHARVET. Or, leur couverture sédimentaire peut débiter par des formations flyschoides d'âge Tithonique-Néocomien comme l'a signalé R. BLANCHET. Il s'ensuit que *si les massifs de serpentines sont en position tectonique sur la formation Diabases-Radiolarites, cette situation remonte à la limite Jurassique-Crétacé : l'éventuelle allochtonie des massifs de serpentines dans leur contexte est problème de « paléotectonique ».*

Or, d'importants événements se placent à la limite Jurassique-Crétacé : émergence des zones internes génératrice d'un flysch qui débute à la limite Tithonique-Berriasien : métamorphisme de celles-ci ; granitisation locale mais nette. Enfin, dans la zone serbe elle-même, a été décrite une « paléonappe » du Pester en position « paléoallochtone » sur le cortège ophiolitique, qu'il s'agisse de la formation Diabases-Radiolarites ou des massifs de serpentines - cette nappe du Pester surmonte le massif du Zlatibor - : ces structures caractérisent les « Paléodinarides » définies par J.P. RAMPNOUX (1970). Si donc les massifs de serpentines étaient « paléoallochtones », ils rentreraient dans un cadre géologique déjà bien défini.

Cela dit, il ne faut pas se dissimuler les difficultés de cette situation. D'une part, les massifs de serpentines se rencontrent sur toute la largeur de la zone de Golija et de la zone du Vardar au-delà de laquelle vient la chaîne du Balkan. Or, le socle paléozoïque est connu jusque dans la zone du Vardar ; il s'ensuit que la cicatrice d'où pourrait être originaire cette lame de « croûte océanique » serait la limite de la zone du Vardar et du massif serbo-macédonien, ce qui représente une portée de plus de 100 km. Or, rien « de solide » ne viendrait au-dessus de cette paléonappe des serpentines, sinon la paléonappe du Pester, nappe de couverture dont la mise en place est probablement liée à la gravité.

Bref, le contact de base des serpentines qui fait l'objet de la controverse entre MM. GUERNET et PARROT est d'une signification capitale quant à l'interprétation du cortège ophiolitique. Si on le considère comme un contact majeur - qui pourrait être celui d'un lambeau de croûte océanique - il faut l'envisager non dans le cadre de la tectonique des Dinarides, mais de la paléotectonique de celles-ci. Sinon, il faut admettre qu'il s'agit d'une disharmonie à très grande échelle ce qui, dans ce cas, ne met pas en cause l'hypothèse pluto-volcanique de la genèse du complexe ophiolitique - ou les hypothèses apparentées - ; la notion de croûte océanique se trouve alors écartée puisque, sous les formations du cortège ophiolitique, existent une semelle sédimentaire souvent néritique et des terrains primaires indiscutables.

Cette controverse est évidemment d'une extrême importance. Toute conclusion serait prématurée : de nombreuses études sont maintenant nécessaires à la base des massifs de serpentines sans s'arrêter ou condamner a priori tel ou tel schéma.