

# Associations réactionnelles à amphibole, disthène et grenat dans la métanorite du Bois de Verdus (Aveyron).

par CHRISTIAN NICOLLET,

C.U.R. de Tuléar, B.P. 92, Tuléar 601 Madagascar  
et Laboratoire de Pétrologie des Zones Profondes, U.S.T.L.,  
Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex, France.

**Résumé.** — Dans le complexe leptyno amphibolique du Lézou (Aveyron), un ensemble de roches basiques orthodérivées (gabbros, troctolites, norite) est métamorphisé dans les conditions du faciès granulite, donnant des écloğites à omphacite, grenat, amphibole et disthène et des corinites complexes. La norite du Bois de Verdus montre l'assemblage coronitique amphibole + disthène + grenat qui s'est formé vraisemblablement en deux temps : (1) amphibole + disthène s'accompagnant d'une diminution du pourcentage en anorthite du plagioclase (avec  $PT = PH_2O$  ?) ; ainsi les amphibolites à disthène ne sont pas nécessairement le résultat d'un métamorphisme rétrograde affectant les écloğites à disthène ; (2) la formation de grenat s'accompagne vraisemblablement d'une diminution de la pression d'eau. Ce stade à amphibole + plagioclase + grenat + disthène pourrait représenter un stade intermédiaire entre les amphibolites à disthène et les écloğites à disthène et amphibole.

**Mots clés :** Aveyron, complexe cumulatif, norite, réactions coronitiques, amphibolites à disthène, écloğitisation.

*Reactionnal assemblages with amphibole, kyanite and garnet in the metanorite of the Bois de Verdus (Aveyron).*

**Abstract.** — In Lézou (Aveyron), the leptyno-amphibolitic complex contains basic rocks (gabbros, troctolites, norite) which are transformed into eclogites (omphacite + garnet + amphibole + kyanite) and into various coronitic rocks. The norite of Bois de Verdus displays the following coronitic assemblage : amphibole + kyanite + garnet, probably formed in two successive steps : (1) amphibole + kyanite associated with decrease in the anorthite content of plagioclase (with  $PH_2O = PT$  ?) ; (2) appearance of garnet accompanied with a decrease of  $PH_2O$ . It seems that kyanite bearing amphibolites do not result necessarily from retrograde metamorphism of kyanite bearing eclogites. Finally, step 2 (amphibole + plagioclase + garnet + kyanite) may represent an intermediate stage between kyanite bearing amphibolites and kyanite bearing eclogites.

**Key words :** Aveyron, cumulate complex, norite, coronitic reactions, kyanite amphibolite, eclogitisation.

## INTRODUCTION

On a parfois considéré les orthoamphibolites à disthène comme étant le résultat du métamorphisme rétrograde de metabasites de haut degré : granulites à grenat et écloğites (par ex : Tilley, 1937). Dans les écloğites, divers mécanismes ont été proposés pour expliquer la formation du disthène (par ex : Miller, 1970, Holland, 1979, etc.) mais aucun n'envisage clairement l'existence d'un stade amphibolite à disthène au cours de l'écloğitisation. La présence d'assemblages à amphibole, plagioclase, disthène et grenat dans la métanorite du Bois de Verdus peut apporter des renseignements sur cette éventualité pétrogénétique ainsi que sur les conditions de formation du disthène dans les metabasites de haut degré.

## CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA METANORITE DU BOIS DE VERDUS

La métanorite du Bois de Verdus (environs de Pentézac, Aveyron) affleure dans la partie ouest du groupe leptyno-amphibolique du dôme du Lézou. Ce groupe est constitué d'un ensemble de roches basiques essentiellement orthodérivées, d'orthoaleptynites, de gneiss pélitiques et de quartzites (Nicollet, 1978). La région de Pentézac et Dournets constitue un important massif de métagabbros de plusieurs kilomètres carrés. Ces roches présentent une texture ophitique relictuelle à clinopyroxène pseudomorphosé par de la hornblende verte. Elles passent localement à des écloğites par l'intermédiaire de faciès coronitiques à grenat. (Piboule et Coffrant, 1970). Des

métatroctolites coronitiques forment des septas décamétriques dans le massif gabbroïque. Des écolites sont également associées aux métatroctolites. La paragenèse de l'écolite de Dournets en septa dans une métatroctolite est : omphacite + grenat + magnésio-hornblende + disthène + minéraux opaques. La norite de Pentézac, ainsi qu'une écolite et une grenatite se trouvent en septa dans une troctolite. Les métagabbros et les roches associées sont des cumulats à olivine, plagioclase et clinopyroxène. Dans un tel contexte, la métanorite, dont l'origine orthodérivée est proposée dès 1917 par Lacroix est un cumulat à orthopyroxène + plagioclase ± clinopyroxène.

### COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DE LA NORITE

La norite du Bois de Verdus est essentiellement constituée de gros cristaux (2 à 3 cm) de bronzite schillérisée (Tableau) à exsolutions lamellaires de hornblende et/ou clinopyroxène. Cet orthopyroxène n'est pas zoné ; il forme fréquemment des agrégats polycristallins en mosaïque (texture de recuit) dans lesquels les microcristaux ont la

même composition. On rencontre quelques clinopyroxènes qui n'ont pas été analysés. Le plagioclase nuageux, faiblement zoné est du labrador (Tableau) avec une bordure plus sodique. Il peut recristalliser en un mortier régulier de plagioclase secondaire plus acide dont la limite des cristaux peut être le lieu de la nucléation d'inclusions limpides d'un silicate d'alumine optiquement indéterminable (Figure 1).

Les contacts entre le plagioclase et l'orthopyroxène sont réactionnels et caractérisés par le développement de couronnes de deux types :

#### a) couronne à amphibole et silicate d'alumine :

L'amphibole est une magnésio-hornblende dans la classification de Leake (1978) (Tableau). Elle forme une ceinture de cristaux verts disposés radialement autour de l'orthopyroxène. On observe des vermicules d'un minéral limpide pouvant être du quartz (Figure 1). Le contact amphibole-pyroxène, très irrégulier est dentelé et ne représente certainement pas la limite originelle des grains pyroxène-plagioclase. (Figures 1 et 2) suggérant que l'amphibole se développe partiellement au détriment du pyroxène (Grieve et Git-

	Opx	PL	AMPH	GR COR	GR
N	3	1	1	5	1
SiO <sub>2</sub>	52,96(0,68)	52,47	49,47	39,85(0,46)	38,98
TiO <sub>2</sub>	0,03(0,04)	-	0,5	0,01(0,01)	0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,19(0,59)	29,77	8,47	22,72(0,15)	22,54
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,23(0,08)	-	-	-	-
FeO t	14,24(0,35)	1,23	6,06	19,47(0,83)	23,65
MnO	0,30(0,11)	0,02	0,04	0,96(0,1)	1,43
MgO	27,44(0,53)	0,01	17,94	11,5 (0,27)	9,01
CaO	0,36(0,28)	12,14	10,96	4,82(0,37)	4,74
Na <sub>2</sub> O	-	5,17	1,12	0,01(0,01)	-
K <sub>2</sub> O	-	0,17	0,05	-	-
Totaux	98,75	100,98	94,61	99,34	100,53
Nombre d'oxygènes	6	32	23	24	24
Si	1,922	9,5	7,139	6,003	5,939
Al 4	0,078	-	0,861	-	0,061
Al 6	0,059	6,35	0,581	4,036	3,988
Ti	0,001	-	0,054	0,001	0,015
Cr	0,007	-	-	-	-
Fe	0,432	0,19	0,731	2,453	3,014
Mn	0,009	-	0,005	0,123	0,185
Mg	1,484	-	3,859	2,582	2,046
Ca	0,014	2,35	1,695	0,778	0,774
Na	-	1,81	0,238	0,003	-
K	-	0,04	0,009	-	-
		HoTe % Ab : 43,1		Py : 42,65(0,91)	33,6
		An : 56		Alm : 42,47(1,41)	50,6
		Or : 0,9		Sp : 2,02(0,21)	3
				Gr : 12,8 (0,89)	12,8

TABLEAU. — Compositions chimiques des minéraux - Les analyses à la microsonde ont été réalisées au B.R.G.M. Orléans. n : nombre d'échantillons ; ( ) : écart type ; les 5 analyses de grenats coronitiques (Gr cor) sont faites sur une traversée de la couronne ; la dernière analyse (Gr) est celle d'un grenat isolé dans le plagioclase ; Fe total sous forme FeO.

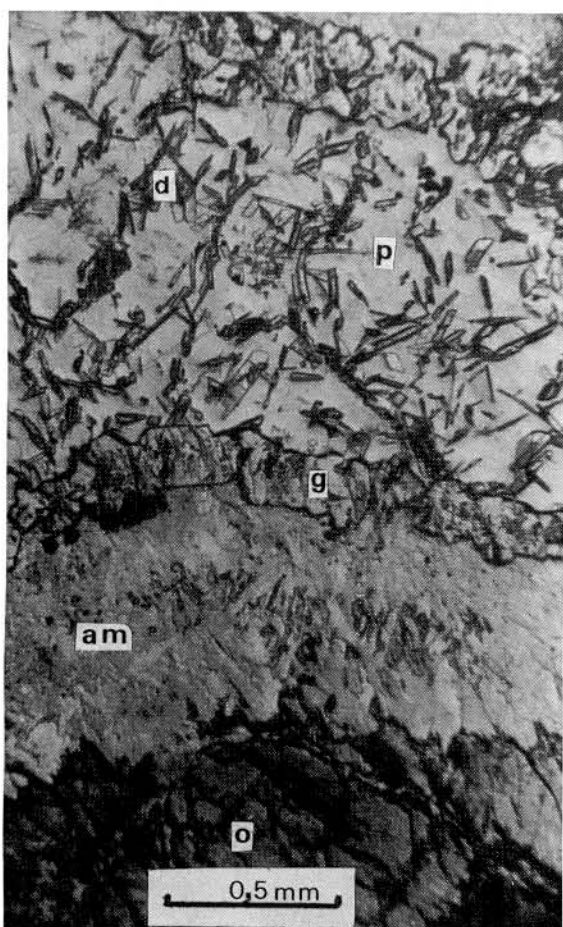


FIG. 1. — Auréole coronitique à amphibole (am), grenat (g), et disthène (d) entre l'orthopyroxène (o) et le plagioclase (p). Le disthène se situe aux joints des grains des néoplagioclases. Remarquer les gouttelettes limpides dans l'amphibole. (L.N.)

tins, 1975). La présence d'aiguilles entremêlées d'amphibole et de silicate d'alumine dans le plagioclase suggère que l'amphibole croît également au détriment du plagioclase. Il se forme alors des petits niveaux d'amphibolites dans lesquels on peut reconnaître optiquement que le silicate d'alumine est du disthène (Figure 3). On note que lorsque le clinopyroxène primaire est en contact avec le plagioclase, il se développe au joint des minéraux une auréole amphibolique dépourvue de disthène (Figure 4).

#### b) couronne à amphibole, grenat, silicate d'alumine:

L'assemblage coronitique précédent est sporadiquement frangé d'une couronne de grenats (Figure 1). L'amphibole peut se situer de part et d'autre de cette couronne. Le grenat est automorphe aussi bien du côté du plagioclase que du côté de l'amphibole. C'est un almandin-pyrope dont la teneur en grossulaire ne dépasse pas 14% (Tableau). Il n'est pas zoné et contient en inclusions des aiguilles d'amphibole. Ces inclusions sont légèrement plus riches en alumine et ont une

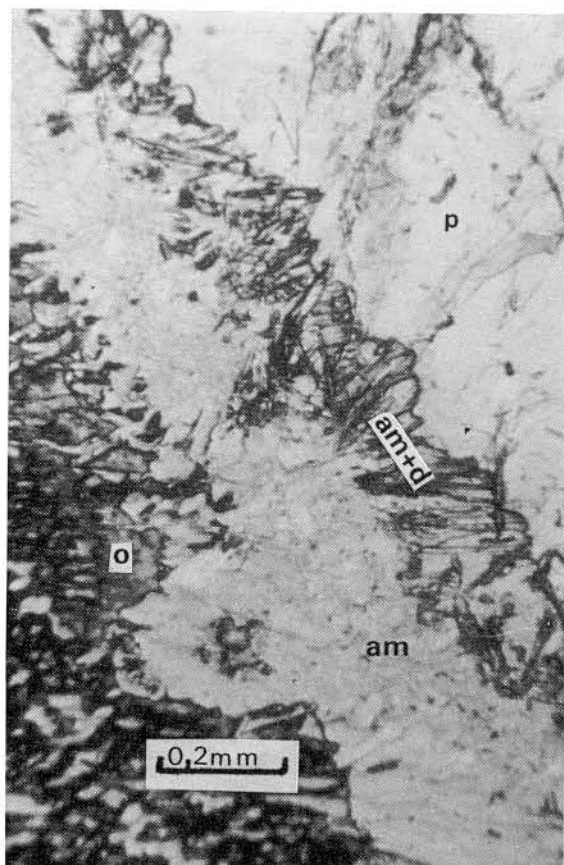


FIG. 2. — Auréole coronitique à amphibole et disthène. Les aiguilles de disthène se localisent ici au joint amphibole-plagioclase (L.N.).

teneur en silice un peu plus faible que les amphiboles de la couronne intérieure. Le grenat coronitique n'a jamais été rencontré à proximité du clinopyroxène. La rareté de ce minéral primaire ne permet pas de conclure que la couronne de grenat ne peut pas se développer à son contact. Quelques gros cristaux de grenat d'un centimètre sont isolés dans le plagioclase. Ils ne sont pas zonés et leur rapport almandin-pyrope est légèrement supérieur à celui du grenat coronitique (Tableau).

## DISCUSSION

Foslie (1945) observe l'association hornblende + disthène dans une métanorite et la considère comme le produit de la réaction : enstatite + anorthite +  $H_2O \rightarrow$  hornblende + disthène. Dans la métanorite du Bois de Verdus, la réaction peut s'écrire : bronzite + labrador (Pl I) +  $H_2O \rightarrow$  magnésio-hornblende + plagioclase II (Pl II) + disthène où PIII a un pourcentage en anorthite inférieur à celui du labrador. Cette réaction se forme dans le faciès amphibolite, en présence d'eau comme pourrait en témoigner le large développement de la couronne d'amphibole (jusqu'à 2 cm) : ce large développement peut s'expliquer partiellement par la migration des deux limites

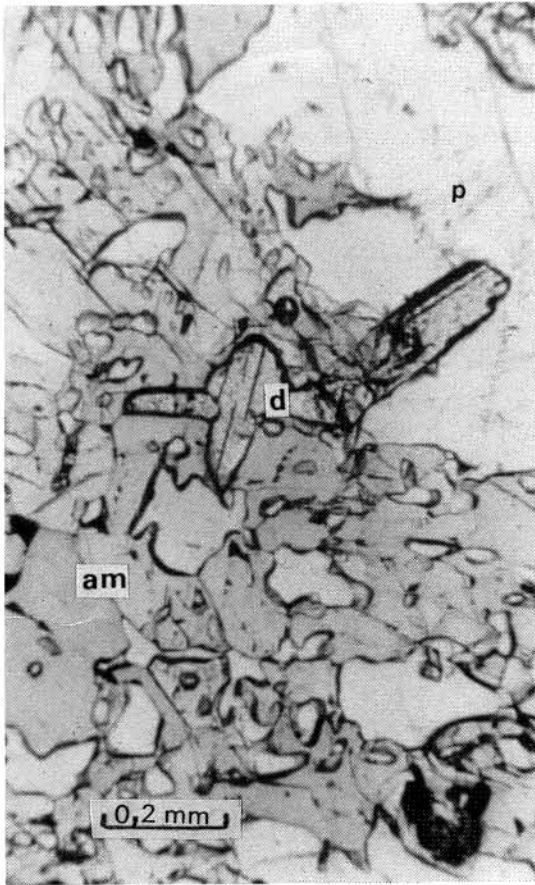


FIG. 3. — Développement accentué de la couronne  $am + di$  dans le plagioclase formant une amphibolite à disthène (L.N.).

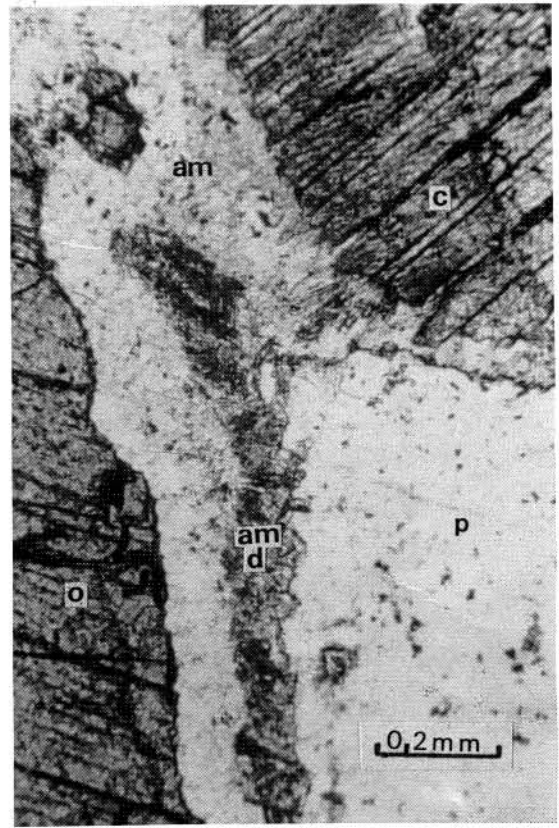


FIG. 4. — Auréole amphibolique entre le plagioclase et les pyroxènes :  $am + di$  au contact orthopyroxène-plagioclase ;  $am$  seule au contact clinopyroxène (c) - plagioclase (L.N.).

des grains, pyroxène-amphibole, amphibole-plagioclase qui favorise le processus de dissolution des phases réactantes (Yund et Mc Callister, 1970; Smidoda *et al.*, 1978) ; cependant, ce mécanisme paraît insuffisant pour expliquer les textures observées et devrait s'accompagner d'une importante diffusion intergranulaire favorisée par la présence d'eau.

Dans le diagramme ACF de la figure 5A, nous avons représenté les lignes jointives probables de l'association magmatique initiale de la norite et celles qui découleraient d'un rééquilibrage dans les conditions du faciès amphibolite. Les lignes Opx-An et Hb-di s'intersectent conformément à la réaction de Foslie. Au contraire, les lignes Cpx-An et Hb-di ne se coupent pas, ce qui expliquerait l'absence de disthène dans la couronne amphibolique autour du clinopyroxène. Le diagramme met en évidence des paragenèses d'amphibolites à disthène : hornblende + disthène + plagioclase  $\pm$  quartz et éventuellement hornblende + disthène + orthopyroxène  $\pm$  quartz si l'orthopyroxène et le disthène ne réagissent pas. La formation du grenat ne semble pas postérieure au développement de la couronne amphibolique comme le suggère Engels et Vogel, (1966) mais liée à une diminution locale de la teneur en eau. L'eau

n'étant plus un constituant en excès mais un constituant indépendant, le système sera représenté par un tétraèdre ACF-H<sub>2</sub>O et la figure 5B est la projection de ce tétraèdre sur le triangle ACF. Pour des compositions chimiques adéquates, on aura des amphibolites à disthène et grenat. Au cours de l'éclogitisation, ces amphibolites vont se transformer en éclogites à disthène et à amphibole. La figure 5C représente la paragenèse de l'éclogite de Dournets qui pourrait avoir suivi une telle évolution.

## CONCLUSION

L'existence d'un assemblage amphibole + plagioclase + disthène au cours du métamorphisme de la norite de Pentézac montre que les amphibolites à disthène ne sont pas nécessairement le résultat d'un métamorphisme rétrograde affectant des granulites à grenat et des éclogites. L'addition de grenat donne un assemblage qui peut représenter un stade intermédiaire entre les amphibolites à disthène et les éclogites à disthène. La présence d'amphibole comme phase stable ou relictuelle dans de nombreuses éclogites à disthène (par ex : Brière, 1920 ; Mottana *et al.*, (1968) ; Bryhni *et al.*, 1969 ; Matthes *et al.*, 1970 ;

Holland, 1979 ; etc.) suggère que les amphibolites à disthène (et grenat) peuvent représenter un stade précoce vers l'éclogitisation.

Reçu le 15 février 1982  
 Accepté le 17 septembre 1982

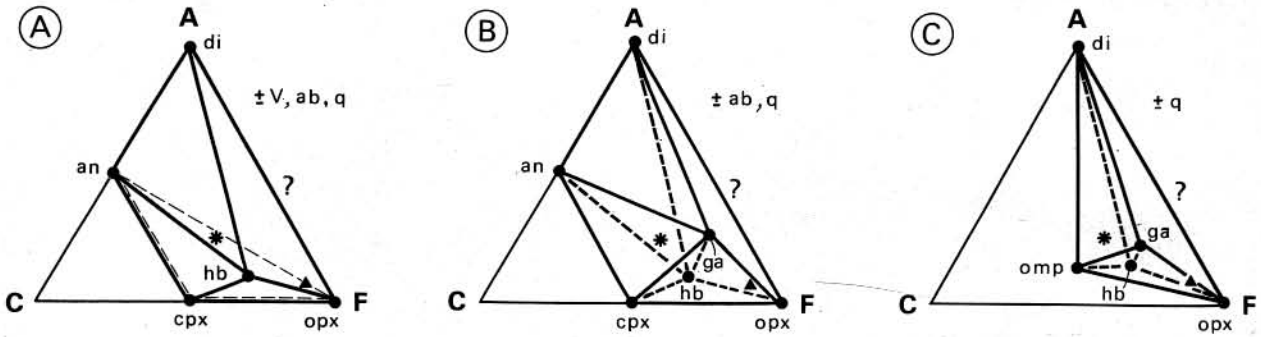


FIG. 5. — Evolution métamorphique possible de la norite de Pentézac et de l'éclogite de Dournets. A : diagramme ACF (avec H<sub>2</sub>O saturé) représentant la paragenèse magmatique initiale (pointillés) et les paragenèses dans le faciès amphibolite (traits pleins) ; ▲ : norite de Pentézac ; \* : éclogite de Dournets en septa dans une métatroctolite (données non publiées) ; an = anorthite ; di = disthène ; opx = orthopyroxène ; cpx = clinopyroxène ; V = vapeur ; q = quartz ; ab = albite ; hb = composition chimique de la hornblende coronitique de la norite. La ligne jointive opx-di est hypothétique car il est vraisemblable que ces deux minéraux réagissent (Hensen et Essene, 1971).

B : projection du tétraèdre ACF - H<sub>2</sub>O sur sa base dans les conditions transitionnelles entre le faciès amphibolite et le faciès granulite de haute pression. Traits pleins : lignes jointives sur la base ; traits tiretets : lignes jointives projetées sur la base ; ▲ projection du point représentatif de la composition chimique de la norite de Pentézac qui se situe dans le volume di-opx-ga-hb (?) ; \*idem pour l'éclogite de Dournets qui se situe dans le volume di-an-ga-hb ; ga = grenat coronitique de la norite.

C : projection du tétraèdre ACF - H<sub>2</sub>O représentant la paragenèse de l'éclogite de Dournets ; omp, hb, ga = points représentatifs des compositions chimiques de l'omphacite, magnésio-hornblende et grenat de l'éclogite.

## REFERENCES

- BRIERE, Y. (1920). — Les éclogites françaises - leur composition minéralogique et chimique - leur origine. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.* 43, 77-222.
- BRYHNI, I. BOLLINGBERG, H.J. and GRAFF, P.R. (1969). — Eclogites in quartzo-feldspathic gneisses of Nordjord, West Norway. *Nor. Geol. Tidsk.*, 49, 193-225.
- ENGELS, J.P. and VOGEL, D.E. (1966). — Garnet reactions-rims between plagioclase and hypersthene in a metanorite from Cabo Ortegal (NW Spain). *N. Jb. Miner. Mh.*, 1, 13-19.
- FOSLIE, S. (1945). — Hastingsites and amphiboles from the epidote-amphibolite facies. *Norsk. Geol. Tidsk.*, 25, 74.
- GRIEVE, R.A.F. and GITTINS, J. (1975). — Composition and formation of coronas in the Hadlington gabbro, Ontario, Canada. *Can. J. Earth Sci.*, 12, 289-299.
- HENSEN, B.J. and ESSENE, E.J. (1971). — Stability of pyrope - quartz in the system MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>. *Contrib. Mineral. Petrol.* 30, 72-83.
- HOLLAND, T.J.B. (1979). — High water activities in the generation of high pressure eclogites of the Tauern window, Austria. *J. of Geol.*, 87, 1-27.
- LACROIX, A. (1917). — Sur la transformation de quelques roches éruptives basiques en amphibolites. *C.R. Acad. Sci.* 164, 969.
- LEAKE, B.E. (1978). — Nomenclature of amphiboles. *Bull. Minéral.* 101, 453-467.
- MATTHES, S., RICHTER, P. and SCHMIDT, K. (1970). — Die eclogitvorkommen des kristallinen Grundgebirges in NE Bayern. III. *N. Jb. Miner. Abh.*, 113, 113-137.
- MILLER, C. (1970). — Petrology of some eclogites and metagabbros of the Oetzal Alps, Tirol, Austria. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 28, 42-56.
- MOTTANA, A., CHURCH, W.R. and EDGAR, A.D. (1968). — Chemistry, mineralogy and petrology of an eclogite from the type locality (Saualpe), Austria. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 18, 338-346.
- NICOLLET, C. (1978). — Pétrologie et tectonique des terrains cristallins antépermiens du versant sud du dôme du Lézvezou (Rouergue, Massif Central). *Bull. B.R.G.M.*, 3, 225-263.

- PIBOULE, M. et COFFRANT, D. (1970). — Mégagabbros coronitiques dans le Rouergue et le Limousin (Massif Central français) : un stade banal de l'éclogitisation. *C.R. Acad. Paris*, 270, 22-24.
- SMIDODA, K., GOTTSCHALK, W. and GLEITER, H. (1978). — Diffusion in migrating interfaces. *Acta Metall.*, 26, 1833-1836.
- TILLEY, C.E. (1937). — The paragenesis of kyanite-amphibolites. *Mineralog. Mag.*, 24, 555-568.
- YUND, R.A. and Mc CALLISTER, R.H. (1970). — Kinetics and mechanism of exsolution. *Chem. Geol.*, 6, 5-30.
-