

Origine et signification des enclaves microgrenues sombres gabbroïques de la granodiorite des Oulad Ouaslam (Jebilet - Maroc)

عز الدين العمراني ، عز العربي المروح و جميلة حيمر

Iz-Eddine EL AMRANI, Az el Arab EL MOURAOUAH & Jamila HAIMEUR

Mots-clés : Maroc, Jebilet, Oulad Ouaslam, Granodiorite, Enclave microgrenue sombre, mélange acide-basique, hybridation.

ملخص

أصل و مدلول الحبيسات الالافية الداكنة (الغابروية) لكرائوديوريت اولاد واسلام (الجبيلات، المغرب): تم العثور بكرائوديوريت اولاد واسلام على نوع جديد من الحبيسات الالافية الداكنة. تتميز هذه الحبيسات بتوزيع محلي و بشكل فصوي، و بحلقة تفاعلية، وبتركيب بتوغرافي و كيميائي غير متوازن مع الكرائوديوريت المضيف. وقد تبين من خلال هذه الدراسة بأن هذه الحبيسات ذات التركيب الغابروي هي عبارة عن دليل على مرحلة متأخرة و سطحية لخليط بين لافة قاعدية و اخرى حامضية. وهكذا يمكن اعتبار هذه الحبيسات بمثابة قطع، متغيرة جزئيا، للافة قاعدية تم حقنها بكرائوديوريت اولاد واسلام خلال تموضعه النهائي وهو لازال منصهرا.

RESUME

La granodiorite des Oulad Ouaslam contient, parmi ses enclaves microgrenues sombres, une variété qui se caractérise par une distribution très localisée, une couleur noire, une forme lobée, une couronne réactionnelle et une composition pétrographique et chimico-minéralogique en déséquilibre avec celle de la roche encaissante. Ces enclaves gabbroïques sont les témoins d'un stade de mélange acide-basique tardif et assez superficiel durant lequel les processus d'hybridation ont été très limités. Elles représenteraient les portions partiellement assimilées d'un magma basique injecté dans la granodiorite des Oulad Ouaslam encore partiellement fondue, après sa mise en place.

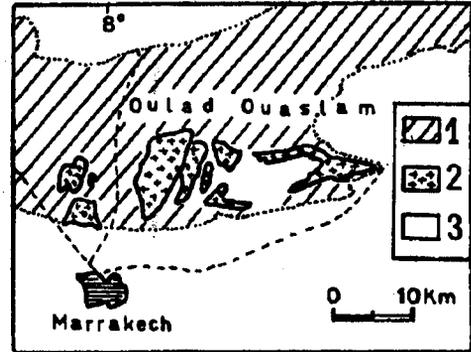
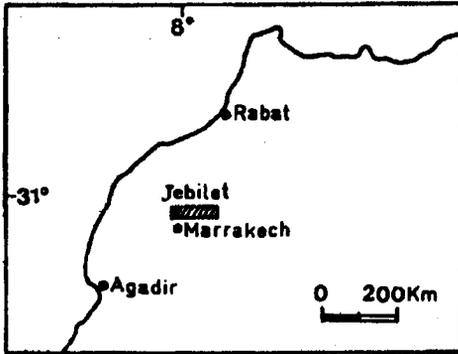
ABSTRACT

Origin and significance of the gabbroic mafic microgranular enclaves of the Oulad Ouaslam granodiorite (Jebilet - Morocco). The Oulad Ouaslam granodiorite contains, among its mafic microgranular enclaves, a variety which is characterised by a very localized distribution, a black colour, a lobed shape, a reactional rim and a petrographic and chemico-mineralogic composition in disequilibrium with those of the host rock. These gabbroic enclaves are the witnesses of a later and superficial stage of acid-basic mingling during which the hybridation processes were very limited. They probably represent partly assimilated blobs of a mafic magma injected into the granodiorite magma after its emplacement.

INTRODUCTION

La genèse des granitoïdes orogéniques implique divers processus de mélange avec transfert de chaleur, d'éléments chimiques et de minéraux, entre un magma mafique d'origine mantellique et un magma felsique d'origine crustale (DIDIER, 1973; DIDIER & *al.*, 1982; SPARKS & MARSHALL, 1986; HUPPERT & SPARKS, 1988; JOHNSTON & WYLLIE, 1988; ZORPI, 1988; ZORPI & *al.*, 1989; BARBARIN, 1990a; DIDIER & BARBARIN, 1991). Ces processus d'hybridation sont susceptibles de se produire à différents niveaux structuraux et à différents stades de cristallisation des plutons. Lorsque le mélange se produit en profondeur et à un stade précoce, les conditions rhéologiques permettent un brassage important des composants mafique et felsique: la roche obtenue est relativement homogène et sa nature hybride est

difficile à démontrer pétrographiquement. En revanche lorsque le mélange se produit plus superficiellement, les conditions rhéologiques trop contrastées permettent seulement une émulsion du magma mafique dans le magma felsique. Dans cette émulsion des boules de magma basique fortement modifié, subsistent sous forme d'enclaves microgrenues sombres (EMS) (DIDIER, 1973 et 1983; VERNON, 1983; CANTAGREL & *al.*, 1984; VERNON & *al.*, 1988 PIN & *al.*, 1990). Ces EMS présentent une identité pétrographique et chimique lorsqu'elles sont produites par un seul processus de mélange. En revanche l'association au sein d'un même massif de plusieurs familles d'EMS s'explique par la répétition des processus d'hybridation (COCIRTA & ORSINI, 1986; DIDIER, 1987; BARBARIN, 1988). La répétition des processus de mélange, qui ne peut être révélée que



1: Socle paléozoïque des Jebilet;

2: Granitoïde des Oulad Ouslam;

3: Alluvions récentes.

Figure 1 : Situation géographique et géologique de la granodiorite des Oued Ouslam.

par une étude exhaustive des enclaves, a été mise en évidence dans plusieurs massifs français et américain (DIDIER, 1964; DIDIER & LAMEYRE, 1969; BARBARIN, 1989). La granodiorite des Oulad Ouslam constitue un autre exemple de ces massifs à plusieurs stades de mélange avec au moins deux variétés d'EMS pétrographiquement et chimiquement différentes (EL AMRANI & EL MOURAOUAH, 1992).

L'objet principal de cette note sera l'étude de la variété d'EMS gabbroïque de la granodiorite des Oulad Ouslam. Un examen détaillé des caractères pétrographique, minéralogique et chimique de ces enclaves sera fait dans le but de préciser le stade et le niveau structural du mélange partiel ayant produit ces EMS et d'évaluer l'importance des processus d'hybridation qui ont eu lieu durant ce mélange. Une hypothèse sur l'origine du magma basique ayant participé à ce mélange sera également proposée dans ce travail.

LA GRANODIORITE DES OULAD OUASLAM

Le pluton des Oulad Ouslam se situe à une dizaine de kilomètres au NE de Marrakech. Il est orienté EW avec environ 30 Km de long sur 3 à 10 Km de large (Fig. 1). Le massif est essentiellement composé d'une granodiorite à biotite et cordiérite datée à 330 Ma (HUVELIN, 1977; MRINI, 1985; CHEMSEDDOUHA, 1986; ROSE, 1987; BENSALAH, 1989). C'est un granite peralumi-neux (A/CNK > 1.2 ; Corindon normatif > 1.01%) qui se rapproche des granites de type S (CHAPPELL & WHITE, 1974; WHITE & *al.*, 1986). Toutefois la présence d'EMS et les données isotopiques indiquent une contribution mantellique (DIDIER, 1973; 1983; MRINI, 1985).

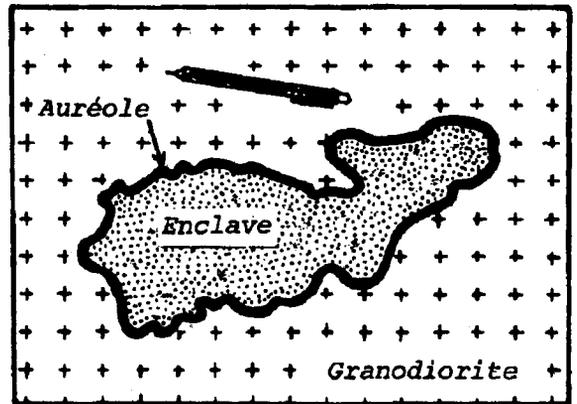


Figure 2 : Schéma d'après photographie montrant la forme lobée des enclaves microgrenues sombres gabbroïques.

Tableau I: Caractères spécifiques des enclaves microgrenues sombres gabbroïques par comparaison aux caractères des enclaves microgrenues sombres dioritiques classiques.

	EMS dioritiques	EMS gabbroïques
Répartition	dans tout le massif	locale, à l'Est du massif
Taille	< 200 cm	< 50 cm
Forme	arrondie à ovoïde	lobée
Contour	régulier	sinueux
Contact	franc parfois diffus	franc et limité par une couronne réactionnelle
Couleur	gris sombre	noire
Surface	unie	avec trous de dissolution d'anciennes "olivines"

Les enclaves de cette granodiorite sont abondantes et de nature très variée (CHEMSEDDOUHA, 1986; ROSE, 1987; BOULETON & *al.*, 1991; EL AMRANI & EL MOURAOUAH, 1992): les

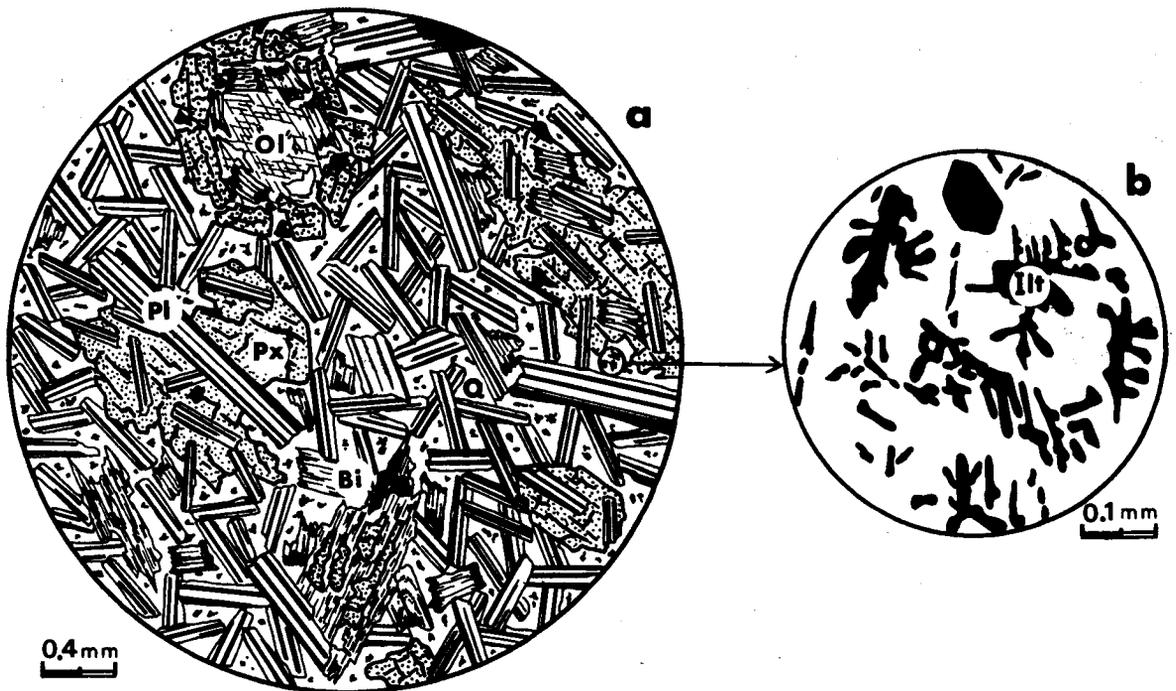


Figure 3 : a- Observation microscopique de l'enclave microgrenue sombre gabbroïque; b- Aspect dendritique des cristaux d'ilmenite. (Pl: plagioclase, Px: pyroxène, Bi: biotite, Q: quartz, Il: ilménite, OL: olivine transformée)

enclaves de roches métamorphiques comprennent des xénolites de cornéennes, des enclaves surmicacées, des enclaves hyperalumineuses et des mégacristaux isolés d'andalousite; les enclaves magmatiques comprennent les enclaves microgrenues claires, peu fréquentes et surtout rencontrées en bordure du massif, et les EMS, parmi lesquelles ont été distinguées des EMS dioritiques classiques et des EMS gabbroïques reconnaissables sur le terrain par leur couleur noire et leur forme lobée (Fig. 2)

LES ENCLAVES MICROGRENUES SOMBRES GABBOÏQUES

Le tableau I donne les principaux caractères morphologiques de ces enclaves par comparaison avec celles des EMS dioritiques classiques. Les EMS gabbroïques ont une texture microdoléritique ophitique localement porphyrique (Fig. 3a). Elles sont composées d'un enchevêtrement de petites lattes de plagioclase dont le cœur atteint la composition d'un labrador (An30 à An75), de cristaux subautomorphes d'une pigeonite intermédiaire à légèrement magnésienne (FeO: 22.2% - MgO: 20.5% - CaO: 2.2%) affectée d'une serpentinisation plus ou moins importante le long

de ses microfractures, de quelques grains de quartz interstitiels, de rares petites paillettes d'une biotite magnésienne (tableau II) et de fantômes d'anciennes olivines complètement pseudomorphosées. Enfin l'ensemble de la roche est parsemé par de nombreuses aiguilles d'apatite et par des cristaux dendritiques d'ilmenite (Fig. 3b). La couronne réactionnelle qui entoure systématiquement ces enclaves est composée à plus de 80% de paillettes imbriquées de biotite entre lesquelles s'intercalent des plagioclases (An20 à An35) et des grains de quartz. Pétrographiquement ces EMS correspondent à des gabbros (Fig. 4). Leur composition chimique est celle des roches basiques (tableaux III).

CONDITIONS DE MÉLANGE

La texture doléritique fine des EMS gabbroïques, avec la présence de très rares phénocristaux, montrent que, au moment du mélange, le magma mafique était constitué par une grande proportion de liquide. Ceci laisse admettre sa température très élevée et son taux de cristallisation très faible. Son comportement rhéologique serait dans ce cas là de type newtonien avec une fraction volumique cristallisée inférieure à 30% (JAEGER, 1961;

Tableau II: Compositions chimiques des biotites des enclaves microgrenues sombres gabbroïques. Les compositions des biotites de la granodiorite et des enclaves microgrenues sombres dioritiques sont données pour comparaison. Aur: auréole; Int: Intérieur de l'enclave; (5): moyenne de 5 analyses ponctuelles.

	Granodiorite	EMS dioritique	EMS gabbroïque	
	(5)	(5)	Aur (5)	Int (5)
SiO ₂	34.20	35.53	34.77	35.99
Al ₂ O ₃	16.13	17.92	15.52	15.04
FeO	23.37	22.10	20.93	13.59
MgO	7.89	5.58	9.51	14.47
CaO	0.04	0.00	0.00	0.03
Na ₂ O	0.07	0.17	0.26	0.18
K ₂ O	9.62	9.52	9.33	9.45
TiO ₂	3.29	4.99	4.70	4.26
MnO	0.27	0.21	0.15	0.07
P. f	3.81	3.91	3.88	3.93
Total	98.69	99.93	99.05	97.01
Fe/Fe+Mg	0.624	0.692	0.552	0.345

PATCHETT, 1980; LONG & WOOD, 1986; EL MOURAOUAH & *al.*, 1987). Le caractère très fluide de ce magma est attesté en outre par la forme lobée des EMS, forme qui ne peut être obtenue qu'au contact d'un "liquide" mafique chaud et d'un composant acide où le taux de cristallisation est suffisamment faible pour que le mélange reste mobile. Cependant la température du magma felsique doit être beaucoup plus faible que celle du magma mafique ce qui expliquerait le refroidissement assez rapides de ce dernier. Ce mode de refroidissement rapide est marqué par le grain très fin des EMS, par la forme aciculaire de leur apatite et par l'aspect dendritique de leur ilménite (WYLLIE & *al.*, 1962; ARGJOLAS, 1978; EL AMRANI & EL MOURAOUAH; 1988).

PROCESSUS D'HYBRIDATION

Les observations pétrographiques fines ont permis de mettre en évidence l'existence à l'intérieur des EMS gabbroïques et à quelques millimètres de leur auréoles réactionnelles de très rares ocellés de quartz et de quelques plagioclases trapus et à coeur zoné (Fig. 5a et b). Ces deux minéraux assez étranger par rapport à la composition de l'enclave correspondraient à des xénocristaux d'origine granitique qui ont été introduits mécaniquement dans l'enclave au moment du mélange. Ce phénomène de transfert de minéraux, très fréquent dans les EMS de plusieurs massifs granitiques (WINKLER & SCHULTES, 1982; DIDIER, 1987; EL MOURAOUAH & *al.*, 1987; BARBARIN, 1989 et 1990b; EL AMRANI & EL MOURAOUAH, 1992) semble être très limité dans le cas de ces enclaves gabbroïques des Oulad Ouasslam. Les transferts d'éléments chimiques entre ces enclaves gabbroïques et leur granodiorite hôte ont été également très limités.

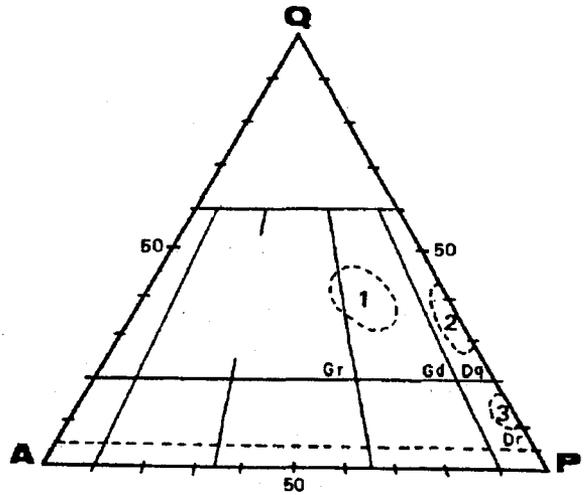


Figure 4 : Diagramme QAP de STRECKEISEN 1973;

- 1: Granodiorite des Oulad Ouslam;
 2: Enclaves microgrenues sombres dioritiques;
 3: Enclaves microgrenues sombres gabbroïques.
 (Gr: granite, Gd: granodiorite, Dq: diorite quartzique, Dr: diorite).

Tableau III: Compositions chimiques des enclaves microgrenues sombres gabbroïques dioritiques, et de la granodiorite.

	Granodiorite	EMS dioritique	EMS gabbroïque
SiO ₂	66.86	63.60	52.96
Al ₂ O ₃	16.00	17.05	18.01
Fe ₂ O ₃	3.71	5.43	9.19
MgO	1.30	2.07	6.04
CaO	1.73	2.45	6.12
Na ₂ O	3.58	4.30	1.86
K ₂ O	3.88	2.49	2.07
TiO ₂	0.53	0.49	1.63
MnO	0.07	0.08	0.17
H ₂ O ⁺	1.25	1.21	1.98
H ₂ O ⁻	0.13	0.07	0.06
Total	99.04	99.24	100.09

Ceci se traduit par l'important contraste géochimique existant entre les deux roches (tableau III). Le gradient chimique qui apparaît entre les biotites de l'enclave, celles de son auréole et celles de la granodiorite (tableau II) montre toutefois que les échanges ont été amorcés mais n'ont pas eu suffisamment de temps pour aller jusqu'à l'équilibre. Ce blocage de la diffusion chimique serait lié d'une part au refroidissement rapide du magma mafique et d'autre part au court intervalle de temps qui a dû séparer le début du mélange et le refroidissement total du système granitique (PATCHETT, 1980; EL MOURAOUAH & *al.*, 1987; BARBARIN, 1989). Dans ces conditions le stade de mélange qui a produit les EMS gabbroïques serait très tardif dans l'histoire de genèse de la granodiorite des Oulad Ouasslam. La forme lobée et le contour sinueux qui

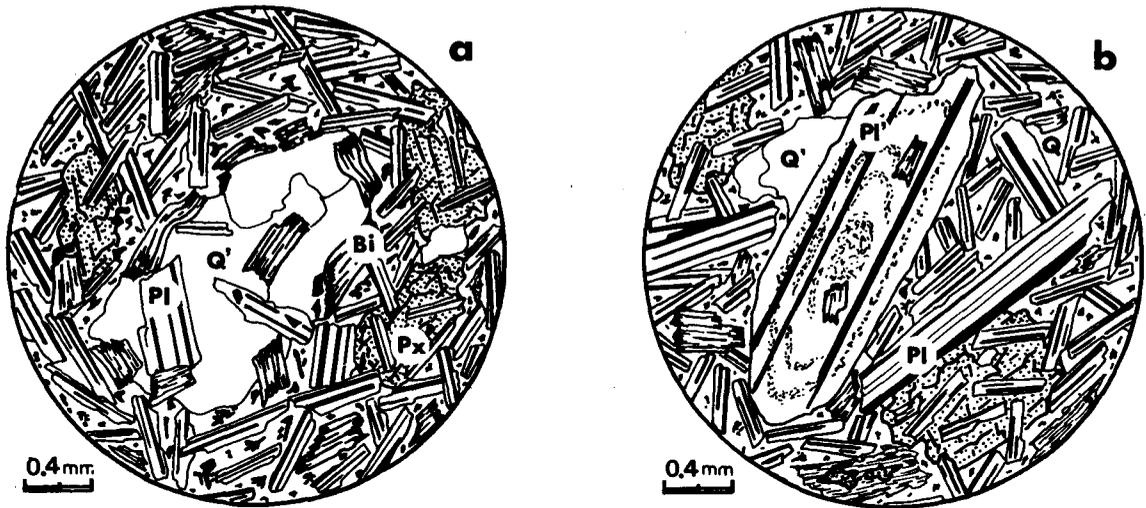


Figure 5 : Observation microscopique de xénocristaux de quartz (Q) : a et de plagioclase; (PL) : b à l'intérieur de l'enclave microgrenue sombre "gabbroïque".

constituent un bon critère de la proximité du lieu de mélange par rapport au lieu d'observation (DIDIER, 1987) précise en plus le caractère assez superficiel de ce stade de mélange.

ORIGINE DU MAGMA MAFIQUE

Le caractère très faiblement contaminé et très peu altéré des EMS gabbroïques a permis de chercher à identifier l'origine de leur magma mafique. L'examen des différentes formations basiques de la région des Jebilet a révélé une grande similitude pétrographique et chimique entre ces EMS et certains filons de dolérites d'extension régionale (HUVELIN, 1977). Un éventuel lien pétrogénétique pourra exister alors entre les enclaves gabbroïques et ces filons de dolérites. Ce lien se trouve renforcé par le caractère syn à tardi-plutonique de ces derniers (HUVELIN, 1977; BASOT & al., 1986). Ainsi les EMS gabbroïques seraient les produits de la dislocation locale du même magma basique que celui des filons de dolérite qui a été mis en place au sein de la granodiorite des Oulad Ouaslam après sa mise en place. La distribution très localisée des EMS gabbroïques est en faveur de cette hypothèse.

CONCLUSIONS

L'observation détaillée des caractères morphologiques, pétrographiques, et chimico-minéralogiques des EMS gabbroïques de la granodiorite des Oulad Ouaslam a permis d'apporter de précieuses informations sur les conditions de genèse et sur

l'origine de ces enclaves. Ces dernières correspondent en fait à des témoins d'un mélange partiel entre un magma mafique très chaud et dont la rhéologie serait de type newtonien ($\phi < 30\%$) et d'un magma felsique relativement moins chaud mais dont le taux de cristallisation reste assez faible. Durant ce mélange les échanges d'éléments chimiques et de minéraux ont été très limités en raison du mode de refroidissement assez rapide du magma mafique et du court intervalle de temps qui a dû séparer le début du mélange et la fin du refroidissement total du système granitique. Dans ces conditions et compte tenu de la forme lobée des EMS, ce stade de mélange serait intervenu tardivement dans l'histoire de genèse du magma granodioritique et à un niveau structural assez superficiel. D'autre part, la similitude des caractères pétrographique et chimique des EMS gabbroïques et des filons de dolérite syn à tardi-plutoniques du massif paléozoïque des Jebilet a permis de supposer leur lien pétrogénétique. Ceci nous a amené à interpréter ces enclaves comme étant des portions de magma hypovolcanique mafique qui a été injecté dans le magma granodioritique déjà mis en place.

Remerciements

Les analyses chimiques en roche totale et celle des minéraux ont été effectuées au Laboratoire de Géologie de Clermont-Ferrand, grâce à l'amabilité de Mr. Ph. VIDAL que nous remercions vivement. Nos remerciements vont également à MM. J. DIDIER et B. BARBARIN pour les conseils et les suggestions dont ils nous ont fait part et aux deux lecteurs anonymes pour leurs remarques constructives.

REFERENCES

- ARGIOLAS, R. (1978): *Morphologie des cristaux d'apatite: influence des conditions expérimentales et implications sur la pétrogenèse*. - Thèse 3ème cycle, Univ. Nice, 112p.
- BARBARIN, B. (1988): *Field evidence for successive mixing and mingling between the Piolard Diorite and the Saint Julien-la-Vêtre Monzogranite (Nord Forez, Massif Central Français)*. - *Canad. J. Earth Sci.* 25: 49-59
- BARBARIN, B. (1989): *Importance des différents processus d'hybridation dans les plutons granitiques du batholite de la Sierra Nevada, Californie*. - Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 69: 303-315.
- BARBARIN, B. (1990a): *Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting*. - *J. Geol.*, 25: 227-238.
- BARBARIN, B. (1990b): *Plagioclase Xenocrysts and mafic magma enclaves in some granitoids of the Sierra Nevada batholite, California*. - *J. Geoph. Res.*, 95: 17.747-17.756.
- BASSOT, J.P., CANTAGREL, J.M., JAMOND, C. & CARVALHO, DE H. (1986): Nouvelles données géochronologiques sur les dolérites et gabbros de l'est Sénégal et de la Guinée Bissau. Reflexions sur l'âge de mise en place et la répartition du magmatisme tholéitique "continental" à l'échelle de l'Afrique de l'ouest. - *Garcia de Orta, Sér. Geol.*, Lisboa, 9: (1-2), 1-14.
- BENSALAH, M.K. (1989): *Etude Pétrographique, Géochimique et Structurale des Massifs granitiques de (Bamega- Tabouchent- Bramram) et Oulad Ouaslam, Jebilet - Maroc*. Thèse 3e cycle, Marrakech, 194p.
- BOULOTON, J., EL AMRANI, Iz., EL MOURAOUAH, Az. & MONTEL, J.M. (1991): Les xénolites hyperalumineux des granites, d'après l'exemple du pluton superficiel des Oulad Ouaslam (Jebilet, Maroc). - *C. R. Acad. Sci.* t. 312, série II, 273-279.
- CANTAGREL, J.M., DIDIER, J. & GOURGAUD, A. (1984): Magma mixing: origine of intermediate rocks and "enclaves" from volcanism to plutonism. - *Physics of Earth and Planetary Interiors*. 35: 63-76.
- CHEMSEDDOUHA, A. (1986): *Cisaillement ductile et granites syntectoniques dans les Jebilet centrales: exemple du pluton hercynien des Oulad Ouaslam (massif des Jebilet, Méséta sud-marocaine)*. - Thèse 3ème Cycle, Rennes, 155p.
- CHAPPELL, B.W. & WHITE, A.J.R. (1974): Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8: 173-174.
- COCIRTA, C. & ORSINI, J.P. (1986): Signification de la diversité de composition des enclaves "microgrenues" sombres en contexte plutonique. L'exemple des plutons calco-alcalins de Bono et Budduso (Sardaigne septentrionale). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 302, 6: 331-336.
- DIDIER, J. (1964): Etude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif central français. - *Ann. Fac. Sci. Univ. Clermont-Ferrand*, 23: 254 p.
- DIDIER, J. (1973): Granites and their enclaves. - *Elsevier*, Amsterdam, 393 p.
- DIDIER, J. (1983): Indications génétiques fournies par la distribution des principaux types d'enclaves dans les granitoïdes. - *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 296: 765-767.
- DIDIER, J. (1987): Contribution of enclaves studies to the understanding of origine and evolution of granitic magmas. - *Geol. Rundschau*, 76: 41-50.
- DIDIER, J. & BARBARIN, B. (1991): Enclaves and granite petrology. - *Elsevier*, Amsterdam, 600 p.
- DIDIER, J. & LAMEYRE, J. (1969): Les granites du Massif central français. Etude comparée des leucogranites et des granodiorites. - *Contrib. Mineral. petrol.*, 24: 219-238.
- DIDIER, J., DUTHOU, J.L., & LAMEYRE, J. (1982): Mantel and crustal granites: genetic classification of orogenic granites and the nature of their enclaves. - *J. Volc. Geotherm. Res.*, 14: 125-132.
- EL AMRANI, Iz. & EL MOURAOUAH, Az. (1988): Intérêt pétrologique de l'étude microscopique des cristaux d'apatite. Application aux granitoïdes de Tabouchent (Jebilet centrales, Maroc). - *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 12: 1-8.
- EL AMRANI, Iz. et EL MOURAOUAH, Az. (1992). - La granodiorite des Oulad Ouaslam (Jebilet, Maroc) et ses deux types d'enclaves microgrenues sombres: un exemple d'association acide-basique résultant de plusieurs stades de mélange de magmas. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 314, Serie II, p1325-1330..
- EL MOURAOUAH, Az., DIDIER, J. & FERNANDEZ, A. (1987): Interactions entre un magma dioritique et un magma granitique palingénétique au Peyron, près de Burzet (Ardèche, Massif Central français). - *C. R. Acad. Sci. Paris*, 305, II, 193-198.
- HUPPERT, H.E. & SPARKS, R.S.J. (1988): The generation of granitic magmas by intrusion of basalt into the crust. - *J. Petrol.* 29: 599-624.
- HUVELIN, P. (1977): Etude géologique et géologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc). - *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, 232 bis: 308p.
- JAEGER, J.C. (1961): The cooling of irregularly shaped igneous bodies. - *Am. J. Sci.* 259: 721-734.
- JOHNSTON, A.D. & WYLLIE P.J. (1988): Interaction of granitic and basic magmas: experimental observations on contamination processes at 10 Kbar with H₂O. - *Contrib. Mineral. Petrol.* 98: 352-362.
- LONG, P.E. & WOOD, B.J. (1986): Structures, textures, and cooling histories of Columbia River basalt flows. - *Geol. Soc. Am. Bull.* 97: 1144-1155.
- MRINI, Z. (1985): *Age et origine des granitoïdes hercyniens du Maroc: apport de la géochronologie et de la géochimie isotopique (Sr, Nd, Pb)*. Thèse Univ. Clermont-Ferrand, 156p.
- PATCHETT, P.J. (1980): Thermal effects of basalt on continental crust and crustal contamination of magmas. - *Nature*, London, 19-40.
- PIN, C., BINON, M., BARBARIN, B. & CLEMENS, J. (1990): Origin of microgranular enclaves in granitoids: Equivocal Sr-Nd evidence from hercynian Rocks in the Massif Central (France). - *J. Geophys. Res.* 95: 17.821-17.828.
- ROSE, F. (1987): *Les types granitiques du Maroc*. - Thèse Univ. Paris VI, 381p.
- SPARKS, R.S.J. & MARSHALL, L. (1986): Thermal and mechanical constraints on mixing between mafic and silicic magmas. - *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 29: 99-124.
- STRECKEISEN, A.L. (1973): Plutonic rocks, classification and nomenclature. - *Geotimes*, 18.10: 26-30.
- VERNON, R.H. (1983): Restite, xenoliths and microgranitoid enclaves in granite. - *J. Proc. Roy. Soc. New South Wales*, 116: 77-103.
- VERNON, R.H., ETHERIDGE, M.A. & WALL, V.J. (1988): Shape and microstructures of microgranitoid enclaves: indicators of magma mingling and flow. - *Lithos*, 22: 1-11.
- WHITE, A.J.R., CLEMENS, J.D., HOLLOWAY, J.R., SILVER, L.T., CHAPPELL, B.W. & WALL, V.J. (1986): S-type granite and their probable absence in southwestern North America. - *Geology*, 14: 115-118.
- WINKLER, H.G.F. & SCHULTES, H. (1982): On the problem of alkali-feldspars phenocrysts in granitic rocks. - *Neu. Jb. Mineral. Abh.* 15: 558-564.
- WYLLIE, P.J., COX, K.G. & BIGGAR, G. (1962): The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks. *J. Petro.* vol. 3, 2: 238-243.
- ZORPI M.J. (1988): *Mélanges magmatiques dans les granitoïdes de Sardaigne septentrionale: implications sur l'hybridation, la zonation et la mise en place des plutons calco-alcalins*, Thèse Doct. Sciences Univ. Aix-Marseille III, 258 p.
- ZORPI M.J., COULON C., ORSINI J.B. & COCIRTA C. (1989): Magma mingling, zoning and emplacement in calc-alkaline granitoid plutons. *Tectonophysics*, 157, 315-329;

Adresses des auteurs

I.E. EL AMRANI

Institut Scientifique
Département de Géologie
B.P. 703 Rabat-Agdal.

A.EL MOURAOUAH

Centre National de Coordination
et de Planification de la Recherche
Scientifique et Technique,
B.P. 1346 -
Rabat.

J. HAIMEUR

Faculté des Sciences de Kénitra
Département de Géologie
Kénitra.