

# Les relations métamorphisme-déformation au voisinage des granitoïdes hercyniens du Maroc central

عبد الله بوشحابة و إيف كيو

Abdellah BOUSHABA et Yves CAILLEUX

**Mots-clés** : Maroc central, Métamorphisme syncinématique et post-tectonique, Andalousites, Chloritoïdes, Granitoïdes hercyniens, Calco-alcalin, Leucogranites,

ملخص

تفاعلات التحول والتشوه قرب الاغابيل الهرسينية بالمغرب. مكنت دراسة تفاعلات التحول-التشوه بمحاذاة الاغابيل الهرسينية بالمغرب الاوسط من التعريف بمرحلتين:  
-الاولى، تصاحبها عن قرب، بلوتونات من نوع كلس-قلائية إلى جانب حلقة تحويلية مزامنة للحركة الطبينائية  
-الثانية، أقل نموذجية، تخص إما دورة كاملة ذات سحنات كلس قلائية ولوكوجرانيتية (مثال المنت) بها تحول تماس بعد تكتوني، أو سحنات لوكوجرانيتية منفردة متغايرة الامعار. وهي كثيرا ما تقطع الهالة التحويلية الاولى ولا تعطي إلا تحولا تماسيا أقل درجة من السابق

## RESUME

L'étude de l'interaction métamorphisme-déformation au voisinage des granitoïdes hercyniens du Maroc central, nous permet de distinguer deux épisodes:

- le premier, s'accompagne à proximité immédiat des plutons de nature calco-alcaline, d'un métamorphisme régional;
- le second est plus atypique, il s'agit soit d'un cycle complet avec faciès calco-alcalins et leucogranitiques (cas du Ment) avec un métamorphisme de contact post-tectonique; soit uniquement de faciès leucogranitiques dont l'âge de mise en place est variable, ils oblitèrent souvent le premier auréole syncinématique et ne donnent qu'un métamorphisme de grade plus bas.

## ABSTRACT

**Metamorphism and deformation interactions around Hercynian granitoids of central Morocco.**- The metamorphic and deformation interaction studies allowed us to dissociate two episodes at the vicinity of Hercynian granitoids in central Morocco:

- First one is located in close contact with calc-alkaline plutons, and associated with a synkinematic contact metamorphism which relays the regional metamorphism;
- Second one, more atypical, could be either an entire cycle with a calc-alkaline and leucogranite facies (Ment) which is associated with a post tectonic contact metamorphism, or a leucogranitic facies that was taking place at different times. The last facies is often obliterating the first synkinematic corona and causing a lower metamorphic grade.

## INTRODUCTION

La note présente une synthèse à l'échelle du Maroc central des phénomènes développés autour des trois plutons granitiques du Ment, des Zaër et d'Oulmès. Elle envisage les interférences existant entre la mise en place des différents faciès granitiques, les déformations régionale et locale et le métamorphisme péribatholitique.

Dans tous les cas elle permet de mettre en évidence l'oblitération d'auréoles thermiques centrées autour de premières venues par des injections plus tardives.

L'étude des granitoïdes du Maroc central a été focalisée sur l'aspect pétro-géochimique des plutons eux-mêmes n'évoquant que rapidement leurs relations avec l'encaissant. Parmi les trois principaux massifs, la seule véritable étude du métamorphisme et les relations avec la déformation ne porte que sur l'auréole du batholite. Ainsi aucun article ne regroupait, pour pouvoir comparer, les relations

métamorphisme-déformation au voisinage des granitoïdes hercyniens du Maroc central. Nous voulons ici ouvrir cette voie.

## LE GRANITE DES ZAËR

### GENERALITES

Des trois massifs, celui des Zaër est le plus étendu. Il présente la forme d'une ellipse très allongée, et recoupe les terrains d'âge ordovico-dévonien de l'anticlinorium de Khouribga-Oulmès sur son flanc NW. Son étude, menée par MAHMOOD (1985) et GIULIANI (1982), a permis de regrouper ses différents faciès en deux types (Fig. 1):

- l'un à biotite, granodioritique.
- l'autre à deux micas, leucogranitique. L'âge de sa mise en place a été estimé à 298 +/- 3 Ma par GIULIANI & SONNET (1982), avec une légère antériorité du faciès granodioritique. Ensuite, MRINI (1985) a nettement distingué la granodiorite datée de

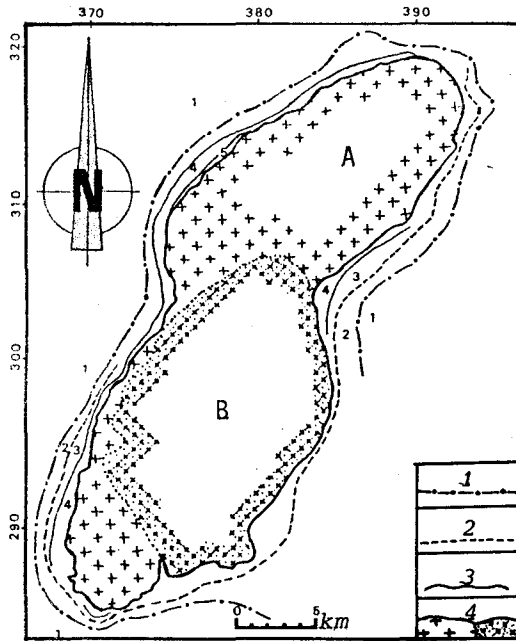


Figure 1 : Le granite des Zaër et la zonation de son auréole de contact (d'après MAHMOOD, 1985). A: Granodiorite. B: Leucogranite. 1: Non transformé; 2: muscovite+biotite; 3: andalousite; 4: cordiérite; 5: sillimanite ou orthose.

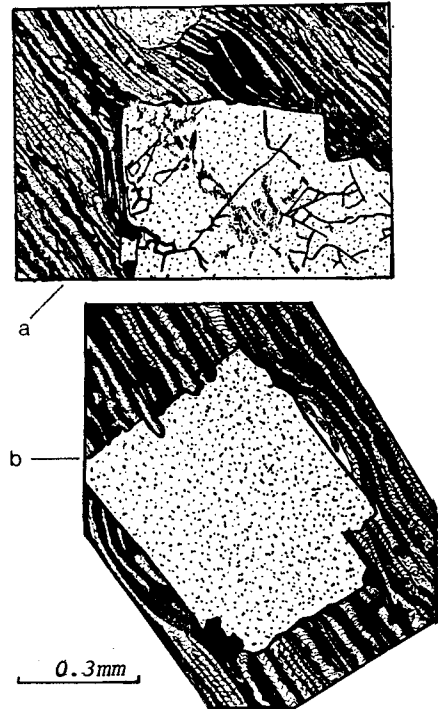


Figure 2 : Auréole des Zaër (zone Nord-Est). Andalousite 2 et S2. 2a-Dans un premier temps l'andalousite joue le rôle d'un objet anté-tectonique vis à vis de S2 (trait plein), crénulation de la S1 (trait mince). 2b-L'andalousite continue ensuite à croître après l'impression de la S2 et oblitère la déflexion de celle-ci.



Figure 3 : Cornéenne de l'auréole des Zaër (zone Nord). Au contact entre l'andalousite (A) et la cordiérite (C) se développe un liseré réactionnel de fibres chloriteuses (f.ch.) sur fond de quartz (Q) encombré d'opaques ferrugineux (Opq).

303 +/- 13 Ma du leucogranite daté de 279 +/- 11 Ma. Régionalement, la déformation hercynienne majeure namuro-westphalienne D1 (MICHARD, 1976) est placée sous le contrôle d'une échine thermique centrée sur le granite et atteint le stade de la schistosité de flux (S1) développée dans le domaine épizonal (PIQUE, 1975; CAILLEUX, 1981; PIQUE & al., 1991). Localement, le granite est entouré d'une zone où un second épisode de déformation D2 reprend le premier débit en le crénelant (clivage S2).

#### LES RELATIONS METAMORPHISME-DEFORMATION AUTOUR DU FACIES A BIOTTE

Celle-ci seront établies à partir d'observations microscopiques. Les plaques minces proviennent de prélèvements faits sur les bords nord et sud, de la partie NE du massif.

#### En bordure nord du massif

La coupe le long de la R.P. 22 intéresse des faciès azoïques pélitiques et gréseux compris entre le Dévonien moyen carbonaté de Koudiat Chérif et les quartzites de l'Ordovicien supérieur qui jouxtent le granite. L'aspect général est celui d'un monoclin

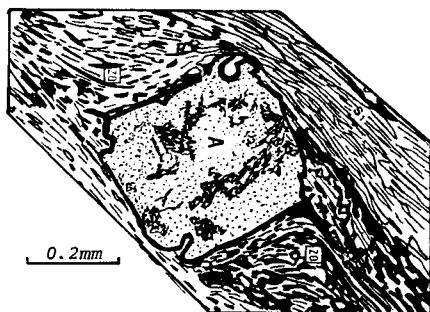


Figure 4 : Auréole des Zaër (zone Sud). Andalousite 1 et S1. 4a- L'andalousite (A) est allongée parallèlement au glissement (GL) dans la schistosité (S1). Le cristal se boudine et les necks s'altèrent en produits chloriteux (CH). 4b- Le phénoblaste d'andalousite est orienté perpendiculairement à la direction du glissement. Le cristal subit une rotation, et déforme sa zone d'ombre (ZO) et les plans de clivage (S1).

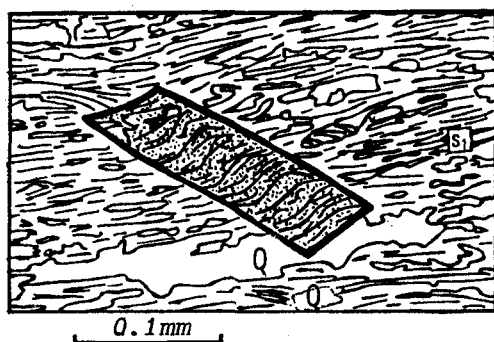


Figure 5 :Auréole des Zaër (zone sud). Chloritoïde développé à proximité du faciès leucogranitique. S1 : schistosité ; Q : quartz.

à pendage nord, où le débit planaire principal est la schistosité de flux, lustrée, parallèle ou très peu oblique à la stratification. Les structures fondamentales observables sont des replis

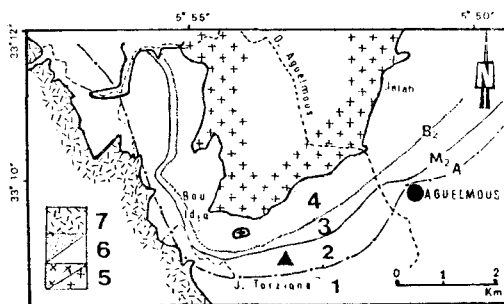


Figure 6 : Granite du Ment (zone sud). Zonation métamorphique: 1- Quartz recristallisé ; 2- Andalousite ; 3- Muscovite + Andalousite ; 4- Muscovite + Biotite + Andalousite. Terrains: 5- Granite; 6- Encaissant sédimentaire; 7- Volcanisme quaternaire.

mineurs métriques, anisopaques, subisoclinaux à surface axiale fortement pentée. Les quelques axes visibles plongent ici vers le NE, mais des coupes parallèles montrent que les plis sont en fait à axes courbes.

- Au pied sud de Koudiat Chérif, la schistosité principale est une trame micacée essentiellement chloriteuse dont les plans enveloppent individuellement chaque grain de quartz détritique, en début de déformation ou déjà bien étiré. L'examen microscopique révèle en outre la présence d'agrégats de petites biotites brunes, légèrement pléochroïques, de basse température et qui scellent la schistosité.

- En s'approchant du granite, la roche est plus riche en matériel pélitique et le tissu schisteux, très dense, est disposé parallèlement aux bancs gréseux. Une schistosité plus récente de type "strain slip", de plan axial des microplis, reprend ce premier début. Le métamorphisme de contact se traduit par deux générations d'andalousite correspondant à deux venues magmatiques distincts. Il ne reste que des plages micacées correspondant à la déstabilisation de porphyroblastes d'andalousite. L'état extrême d'altération empêche de voir les relations avec la schistosité (S1), mais la déformation des amas par le clivage (S2), indique leur antériorité par rapport à l'épisode D2. La seconde génération est marquée par des andalousites fraîches dont la croissance est synchrone de la phase D2 et qui ont poursuivi leur développement après la fin de celle-ci (Fig. 2).

L'influence thermique du pluton granodioritique s'exprime en outre par le drainage du fer disséminé dans la roche et sa concentration en tâches circulaires à sub-circulaires présentant vis à vis de la phase D2.

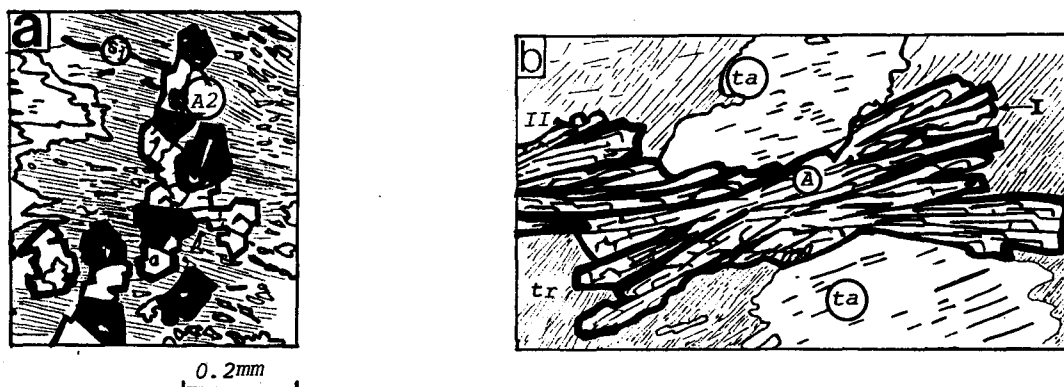


Figure 7 : Auréole du Ment (zone sud). Andalousite post-tectonique (A). Habitus en rosette: 7a - Empilement de sections transversales maclées. L'alternance des zones grisées et claires rend compte du nombre de branches de la rosette. 7b- Section longitudinale de deux rosettes accolées (I et II); (tr)= trame ferrugineuse, (ta)= tâches d'éclaircissement.

les mêmes relations que les andalousites 2. Ces facules ferrugineuses à travers lesquelles transparait la trame schisteuse, ne sont pas des minéraux (s.s.). On doit distinguer ces tâches non pléochroïques, des rassemblements de cristaux de biotite post S2. Les lames taillées à 500 m au Nord du granite permettent de faire, sur un fond dense de séricite-muscovite les mêmes observations que ci-dessus. Il s'y ajoute une légère évolution minéralogique des tâches et la croissance de biotite dont les cristaux scellent la schistosité S1 mais sont statistiquement orientés par la S2 crénelante. Les derniers prélèvements ont été la S2 crénelante. Les derniers prélèvements ont été faits au voisinage immédiat du batholite. La roche plus gréseuse que les précédentes est cornéifiée et les clivages ont disparu. On note l'existence d'andalousites très fraîches, à peine auréolées d'une frange d'altération chloriteuse (Fig. 3), des cordiérites altérées en amas micacés de grande taille à contours amiboïdaux, des biotites parfois à cheval sur les deux minéraux précédents et des muscovites poeciloblastiques se développant sur les cordiérites.

#### En bordure sud du massif

Les nombreux échantillons prélevés entre la R.P. 22 et le granite permettent de construire une coupe synthétique qui corrobore et complète les observations précédentes. Ce transect a en effet l'avantage de montrer dans certaines lames, des andalousites de première génération qui ne sont pas totalement déstabilisées et dont les relations avec la première schistosité sont encore visibles. Ces andalousites, de grande taille, présentes à 1,25 km du pluton se sont développées peu après le début de l'acquisition de la S1; en effet, une schistosité interne fossilisant le premier stade du clivage schisteux à

plans espacés a été observée. L'aplatissement s'est ensuite poursuivi et ces blastes ont alors joué le rôle d'objets anté-tectoniques (rotation, étirement, zones abritées ; Fig. 4).

#### LES RELATIONS METAMORPHISME-DEFORMATION DANS LE SECTEUR DU LEUCOGRANITE

Le caractère tardif du faciès à deux micas se traduit par son intrusion dans l'auréole métamorphique du granite à biotite, amenant la disparition de certaines zones sans en créer de nouvelles, d'importance cartographique (Fig.2). C'est ainsi que la zone à cordiérite et une grande partie de la zone à andalousite d'âge westphalien sont oblitérées par l'avancée leucogranitique permienne vers le SE. Le leucogranite est néanmoins générateur d'un métamorphisme discret: le faible apport de température occasionne l'apparition dans les schistes de l'encaissant de chloritoïde nettement sécant sur la trame orientée (Fig. 5). Le reste de la paragenèse métamorphique reste inchangé.

Il existe donc deux épisodes de métamorphisme de contact autour du complexe granitique des Zaër, le premier lié à la granodiorite, le second au granite à deux micas (leucogranite).

#### LE GRANITE DU MENT

##### GENERALITES

A l'exception du petit pointement d'El Aouam, ce massif situé à une quarantaine de kilomètres au NW de Khénifra est le plus oriental du Maroc Central. Sa superficie est d'environ 100 km<sup>2</sup>, il est de ce fait le second en importance. Le granite du Ment est entouré sur trois de ses côtés par des terrains viséens et namuriens. Les terrains ordoviciens ne se trouvent

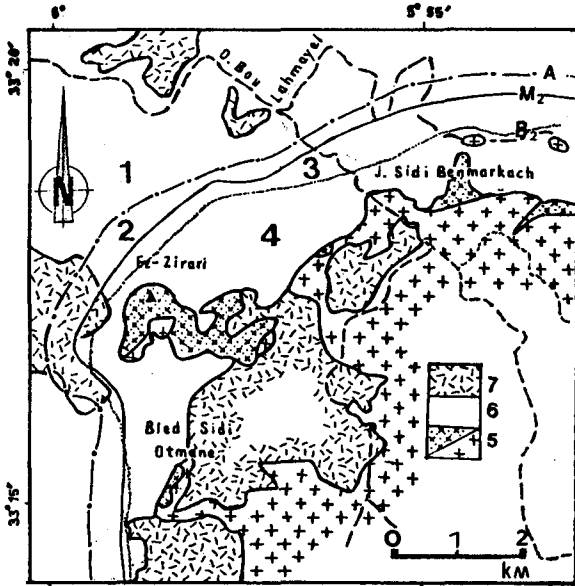


Figure 8 : Granite du Ment (zone nord): même légende que Fig. 6.

que sur la bordure CHOUBERT & al.(1965), TISSERANT (1977), MRINI (1985) et MRINI & al.(1992). Son étude pétrographique globale a été faite successivement par TERMIER (1936), VOGEL & al. (1976), BOUSHABA (1984) et MAHMOOD (1985). Les données géochronologiques sont dues à ce massif d'âge permien, est complexe par le nombre de faciès que nous nous sommes efforcé de regrouper en deux associations :

- la première, calco-alkaline largement représentée: granite porphyrique à biotite ferrifère et granite non porphyrique à sidérophyllite;
- la seconde, leucogranitique, plus restreinte: leucogranite fin à deux micas, leucogranite grossier à sidérophyllite et à topaze et leucogranite fin à zinnwaldite et à topaze;

L'ensemble développe une auréole de contact qui, pour avoir été délimitée, n'a pas été détaillée. La structuration régionale est d'âge intra-westphalien et ne devrait en aucun cas être sous la dépendance d'un granite permien. C'est ce que l'on observe en fait partout dans le Ment.

#### LE METAMORPHISME DE CONTACT

C'est sur les structures issues de la phase majeure hercynienne (namuro-westphalienne) que va s'imprimer le métamorphisme de contact d'âge permien. Il sera étudié dans deux secteurs de l'encaissant viséo-namurien.

##### Le secteur sud.

L'examen des lames de diverses coupes révèle les transformations suivantes à gradient thermique croissant:

- La migration du fer dans les plans de la matrice schisteuse, dont la concentration aboutit à la formation d'un premier type de tâche, de densité et d'opacité variables ;
- L'apparition de l'andalousite, statique, totalement sécante sur la schistosité S1, qu'elle oblitère. Son caractère atectonique se traduit de plus par son aspect en rosette (Fig. 7) ;
- La modification de la minéralogie de la trame de S1, par la cristallisation de phengites puis de petites muscovites. La disposition de ces phyllites est le plus souvent dans la trame schisteuse (minéraux mimétiques) mais s'en écarte parfois et les petits micas scellent alors la schistosité. Le développement de ces minéraux associé à la migration du fer et à la recrystallisation du fond quartzeux conduisent à un éclaircissement généralisé de la roche en section mince qui peut ainsi présenter des aspects de foliation débutante, même si la schistosité initiale était de type différent. Ce débit primaire se déduit de l'observation de certains îlots non touchés par la croissance micacée épigénétique (ce sont des "restites" S1), très

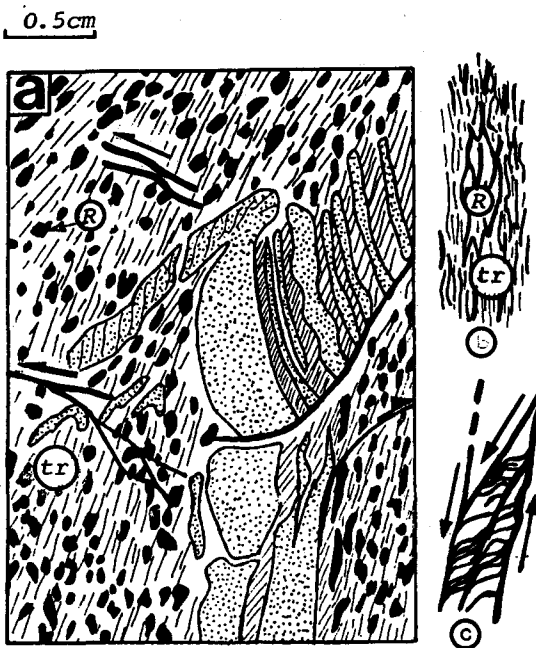


Figure 9 : Auréole du Ment (zone nord). a et b: microstructure synschisteuse épigénisée ultérieurement par les phyllites du métamorphisme de contact (traits fins, tr). Il subsiste des îlots chloriteux initiaux non transformés (taches noires, R). 9c- cisaillements S2 affectant (tr).

souvent chloriteux, et qui apparaissent sous forme de tâches plus sombres sur le fond éclairci.

- La genèse d'une seconde venue de minéraux phylliteux, nettement différente de la précédente. Les micas blancs, les chlorites et les biotites de deuxième génération sont en effet de très grande taille, englobent les cristaux préexistants et ont souvent des contours lobés. Ces minéraux qui apparaissent dans toute la lame mince sont cependant plus particulièrement concentrés dans les passées pélitiques. Leur occurrence correspond sur la Fig.6 au domaine compris entre le batholite et l'isograde M2. A cette phase de croissance s'associe le développement d'un quartz à caractère poeciloblastique ; la déstabilisation des premières andalousites post-tectoniques et un début de biotitisation des chlorites de "restites". La fin de cet épisode de néogénèse, appréhendé tout à fait au contact du granite, se traduit par la cristallisation de cordiérite, des phénomènes de chloritisation et par l'apparition d'une seconde andalousite post-tectonique. Son habitus est en gros grains arrondis ou en poeciloblastes. Le stade ultime est la venue de la tourmaline d'origine purement métasomatique, sous contrôle des fluides de percolation issus du granite

Tectoniquement, une S2 s'imprime entre les deux épisodes de néogénèse des phyllites : la trame à minéraux fins et mimétiques est affectée par des ondulations ou des crénelations que viennent cacher les poeciloblastes.

### Le secteur nord (Fig. 8)

L'étude de cette seconde zone a été entreprise pour déterminer si la venue de leucogranites, postérieure à la mise en place de la masse granodioritique, à une répercussion sur la géométrie ou la minéralogie de l'auréole principale. On retrouve dans celle-ci les phénomènes déjà décrits de transformation des textures issues du plissement par des épigénisations micacées fines (Fig. 9) puis poecilitiques (isograde M2). On note cependant quelques variations: d'une part l'andalousite post-tectonique va paraître plus tôt, synchrone des poeciloblastes, avec habitus en rosette; d'autre part une remobilisation de la tourmaline sédimentaire présente dans les niveaux grésopélitiques du Namurien (BOUSHABA, 1984; BOUSHABA & *al.*, 1989) va se manifester tout au long des phénomènes thermiques.

Comme dans le cas du granite des Zaër, il ne se développe pas d'auréole propre aux leucogranites : aucun autre minéral que ceux du Sud du Ment n'apparaît et la forme de l'auréole principale n'est pas affectée par l'apophyse d'Ez-Zirari. La seule modification semble être une simple altération des andalousites. La déstabilisation est, elle aussi, observée au Sud, où un granite à grain fin, non porphyrique, à sidérophylite et andalousite intrude le granite principal.

## LE GRANITE D'OULMES

### GENERALITES

Ce petit massif de 10 x 8 km, allongé en direction NE-SW, intrusif dans les grès et pélites du Cambro-Ordovicien au Nord de l'anticlinorium de Khouribga-Oulmès est le plus connu des trois sur le plan tectono-métamorphique. La mise en place du massif a été l'objet d'analyses fines (DAHMANI, 1985; AIT OMAR, 1986; DIOT & *al.*, 1987; BOUTALEB, 1988; DIOT, 1989 et LAGARDE & *al.*, 1990) succédant à la monographie de TERMIER & *al.* (1950); d'où il ressort un caractère syntectonique net sous contrôle d'un cisaillement ductile. La nature syncinématique est confirmée par les datations absolues tant dans le massif lui-même que dans son encaissant (MRINI, 1985; HUON, 1985).

Nous n'avons pas jugé utile de reprendre la minéralogie de l'auréole. Nous préférons plutôt susciter une réflexion sur les problèmes posés par la morphologie de cette auréole.

### LA MORPHOLOGIE DE L'AUREOLE

Le tracé des isogrades est, selon AIT OMAR (1986), régulier et aboutit à une représentation cartographique "en cocarde" (Fig. 10 - 1). Ce n'est pas le cas sur les cartes de TERMIER & *al.* (1950) ou de DAHMANI (1985). Dans ces deux documents, qui ne diffèrent que dans le positionnement des limites des zones métamorphiques, on remarque principalement une disparition vers le Sud du massif de la zone à andalousite, remplacée par une zone à biotite (Fig. 10 - b et c). L'explication d'un contrôle lithologique du phénomène, n'est pas recevable : les terrains étant les mêmes dans l'une et l'autre zone. C'est donc du côté du granite qu'il faut chercher la solution.

Dans l'hypothèse simplificatrice de la montée d'un seul batholite granitique, il est difficile d'envisager une mise en place en deux temps, chacun avec une auréole légèrement différente (la première à andalousite, la seconde à biotite et poinçonnant la première). BOUSHABA & CAILLEUX (1988) ont proposé un mécanisme à deux batholites, l'un issu de l'autre, et deux auréoles excentrées (résultat confirmé par BENNANI, 1988 et BOUTALEB, 1988).

Par ailleurs, à partir d'observations pétrographiques, nous distinguons deux faciès granitiques à l'intérieur de ce qui a été nommé "granite principal". L'un au Nord, porphyrique, est à caractère plus basique que celui du Sud, à grain grossier. Cette différence s'exprime en outre dans les types de minéralisations associées à chacun des deux plutons (celui du Nord à Sn et celui du Sud à W). Le modèle d'Oulmès serait alors le suivant: le granite du Sud à tendance leucogranitique, est légèrement plus tardif mais toujours syntectonique, et s'installerait sur

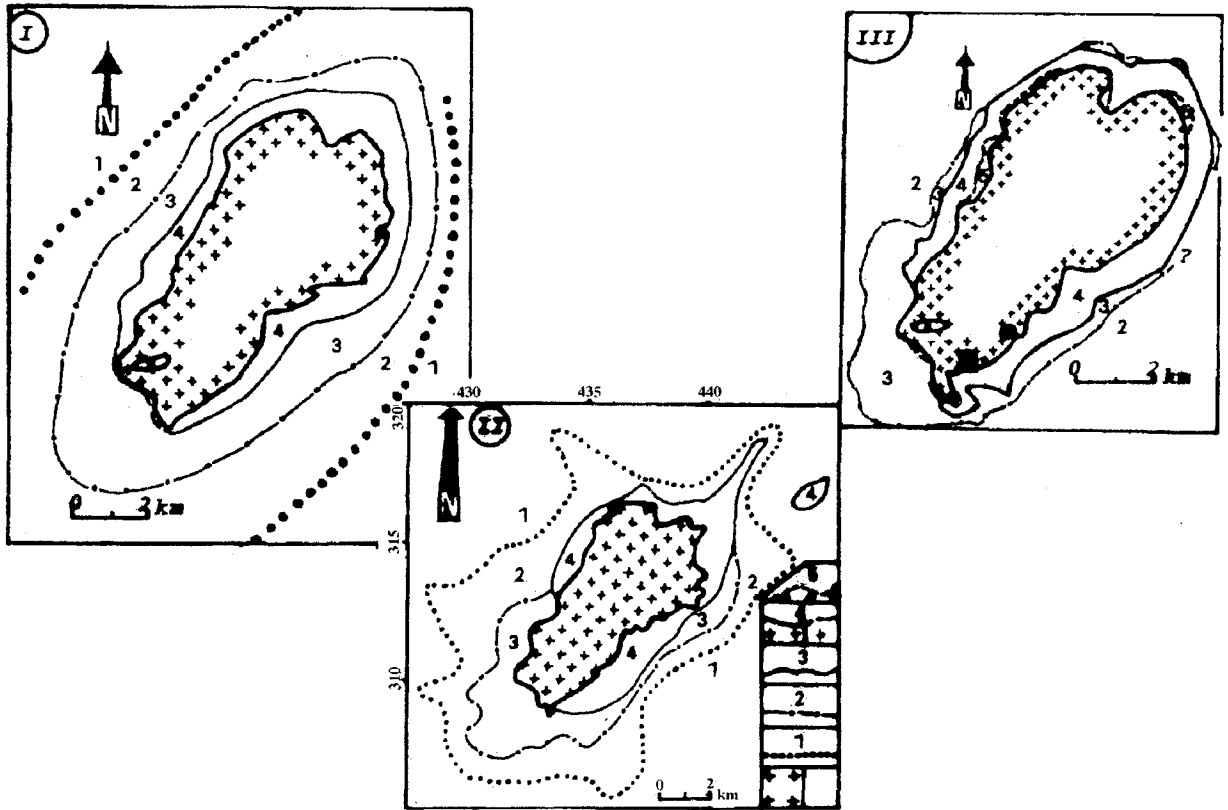


Figure 10 : Le granite d'Oulmès. Trois représentations de son auréole d'après I: AIT OMAR (1986); II: TERMIER *et al.* (1950); III: DAHMANI (1985). Légende commune A: Granite indifférencié; B: Encaissant sédimentaire; 1: Chlorite; 2: Micas verts + Micas blancs; 3: Biotite; 4: Andalousite; 5: Cornéennes et micaschistes (+/- straurofide, grenat, sillimanite).

l'auréole du granite nord. Il développerait ainsi à son pourtour une zone à biotite brune où subsistent quelques andalousites relictuelles. En fait, la répartition spatiale des deux types de granites est sans doute moins tranchée et l'interpénétration de faciès leucogranitiques dans la zone nord pourrait bien être responsable de la disparition de portions de la ceinture de cornéennes et de micaschistes relevée sur la carte de DAHMANI (1985).

### CONCLUSION

Nos considérations concernant les relations entre structure et métamorphisme montrent que les trois principaux complexes granitiques du Maroc central et leur auréoles apparaissent trop simplifiés sur les cartes géologiques. Les structures de l'encaissant montrent qu'il s'agit au moins pour Zaër et Oulmès d'un épisode de mise en place syntectonique d'âge carbonifère supérieur (DIOT, 1989; BOUCHEZ &

DIOT, 1990). Cet épisode s'accompagne, à proximité immédiate d'un pluton de nature calco-alcaline, d'un métamorphisme de contact syncinématique qui relaie le métamorphisme régional exprimé à l'intérieur d'une plus vaste anomalie thermique lié aux premières manifestations des granitoïdes. Une schistosité secondaire contemporaine du métamorphisme de contact marque la poussée du pluton. Le second épisode est plus atypique. Il peut s'agir de la mise en place d'un faciès leucogranitique dont l'âge d'installation est variable: sub-contemporain de la première venue à Oulmès, il est différé jusqu'au Permien dans le massif des Zaër. Il peut aussi s'agir comme dans l'exemple du Ment d'un second cycle granitique complet, avec granodiorite. Excentré par rapport à la masse granodioritique, les leucogranites s'installent sur la première auréole et dans tous les cas ne donne qu'un métamorphisme de contact de grade plus bas.

## REFERENCES

- AIT OMAR S. (1986).- *Modalités de mise en place d'un pluton granitique et ses relations avec la déformation régionale: L'exemple du granite hercynien d'Oulmès (Maroc central)*. Thèse Univ. Rennes, 224p.
- BENNANI M. (1988).- *Reconstitution des paléocirculations hydrothermales de la partie sud (Tarmilat-Zguit) du district Stanno-Wolframifère de Walmès (Maroc central). Conséquences métallogéniques*. Thèse I.N.P.L. Nancy, 250p.
- BOUCHEZ J.L. et DIOT H. (1990).- Nested granite in question: contrasted emplacement kinematics of independent magmas in the Zaër pluton, Morocco. *Geology*, v.18, p: 966-969.
- BOUSHABA A. (1984).- *Contribution à la connaissance géologique du complexe granitique du Ment et de son encaissant (Maroc Central). Etude pétrologique, géochimique et structurale*. Thèse de 3ème cycle. Rabat, 186p.
- BOUSHABA A. et CAILLEUX Y. (1988).- Les relations métamorphismes-déformation au voisinage des granitoïdes hercyniens du Maroc central. *Comm. Orale, journées géologiques et minières marocaines*, Rabat.
- BOUSHABA A., CAILLEUX Y. et EL WARTITI M. (1989).- Note brève sur le problème posé par les galets de tourmalinite du bassin autunien de Khénifra. *Colloque de géologie Franco-Marocaine*. Strasbourg, p.51.
- BOUTALEB M. (1988).- *Reconstitution de l'évolution tectono-métamorphique, magmatique et hydrothermale du district stano-wolframifère de Oulmès (Maroc central : Implications métallogéniques)*. Thèse ès-Sciences I.N.P.L., Nancy.
- CAILLEUX Y. (1981).- Une carte du métamorphisme hercynien dans l'Ouest du Maroc Central : structures thermiques syntectoniques du socle et phénomènes de retard à la cristallisation des illites. *Sci.Géol.Bull.*, 34, 2, p.88-95.
- CHOUÛBERT G., DIOURI M. et FAURE MURET A. (1965).- Mesures géochronologiques récentes par la méthode de  $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$  du Maroc. *Notes Serv.Géol.Maroc*, Rabat, 24, n° 183, p.53-62.
- DAHMANI A. (1985).- *Le métamorphisme dans l'auréole du granite d'Oulmès (Maroc Central)*. Thèse 3ème cycle, Univ. Mohammed V, Rabat, 87p.
- DIOT H. (1989).- *Mise en place des granitoïdes hercyniens de la Meseta marocaine. Etude structurale des massifs de Sebti de Brikiine (Rehanna), de Zaer et d'Oulmès (Massif Central), et d'Aouli Bou-Mia (Haute Moulouya). Implications géodynamiques*. Thèse ès-Sciences Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 182p.
- DIOT H., BOUCHEZ J.L., BOUTALEB M. et MACAUDIERE J. (1987).- Le granite d'Oulmès (Maroc Central): structure de l'état magmatique à l'état solide et modèle de mise en place. *Bull.Soc.Géol.Fr.*, Paris III, 1, p.157-168.
- GIULIANI G. (1982).- *Contribution à la géologie du massif granitique des zaër (Maroc Central). Etude des minéralisations à W, Sn, Mo associés*. Thèse de 3ème cycle, I.N.P.L., Nancy, 315p.
- GIULIANI G. et SONET J. (1982).- Contribution à l'étude géochronologique du massif granitique hercynien des zaër (massif central marocain). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 294D, p.139-143.
- HUON S. (1985).- *Clivage ardoisier et réhomogénéisation isotopique K-Ar dans les schistes paléozoïques du Maroc. Etude microstructurale et isotopique. Conséquences régionales*. Thèse Univ. Strasbourg, 124p.
- LAGARDE J.L., AIT OMAR S. et RODDAZ B. (1990).- Structural characteristics of granitic plutons emplaced during weak regional deformation: examples from Late Carboniferous plutons, Morocco. *J. Str. Geol.*, vol 12, 7, pp:805-821.
- MICHARD A. (1976).- Elément de géologie marocaine. *Notes et Mém.Ser.Géol. Maroc*, Rabat, 252, 408p.
- MAHMOOD A. (1985).- Emplacement of the zoned Zaër pluton, Morocco. *Géol.Soc.Am.Bull.*, v.96, p.931-939.
- MORIN Ph. (1956).- Quelques problèmes relatifs aux roches granitiques et à leur minéralisation dans le Maroc central. *Notes et Mém. Serv. Géol. du Maroc*, t.4 n°85, pp.163-182.
- MRINI Z. (1985).- *Age et origine des granitoïdes hercyniens du Maroc : apports de la géochronologie et de la géochimie isotopique (Sr, Nd, Pb)*. Thèse Univ. Clermont-Ferrand, 156p.
- MRINI Z., RAFI A., DUTHOU J-L. et VIDAL Ph. (1992).- Chronologie Rb-Sr des granitoïdes hercyniens du Maroc: conséquences. *Bull. Soc. géol. France*, t. 163, n°3, pp. 281-291.
- PIQUE A. (1975).- Répartition des zones d'anchimétamorphisme dans les terrains dinantiens du NW du plateau Central (Meseta Marocaine). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), XII, p.416-420, Paris.
- PIQUE A., CORNEE J.J., MULLER J. et ROUSSEL J. (1991).- The Moroccan Hercynides in the West African Orogens and Circum-Atlantic Correlations. Eds: R.D. DALLMEYER et J.P. LECORCHE. *Springer-Verlag*, p.931-939.
- TERMIER H. (1936).- Etude géologique sur le Maroc Central et le Moyen Atlas septentrional. *Notes et Mém.Serv.Mines et carte géol.Maroc*, Rabat, n°33, t.1, 743p.
- TERMIER H., OWODENKO B. et AGARD J. (1950).- Les gites d'étain et de tungstène de la région d'Oulmès (Maroc). *Etudes géologiques, pétrographiques et métallogéniques*. *Notes et Mém.Géol.*, Maroc, 82, 328p.
- TISSERANT D. (1977).- *Les isotopes du strontium et l'histoire hercynienne du Maroc. Etude de quelques massifs atlasiques et mesetiens*. Thèse de 3ème cycle, Univ.Strasbourg I, 103p.
- VOGEL T.A., WILLIAMS E.R., PRESTON J.K. et WALKER B.H. (1976).- Origin of the Late Paleozoic plutonic massifs in Morocco. *Geol. Soc. Amer. Bull.* U.S.A., Vol.87, 11p. et 1 tabl.

## Adresses des auteurs

- Abdellah BOUSHABA  
Institut Scientifique  
Dépt. de Géologie  
B.P. 703, Rabat-Agdal
- Yves CAILLEUX  
Institut de Géologie  
1, rue Blessig 67084  
Strasbourg Cedex