

## Etude de la typologie des zircons des granitoïdes hercyniens de Zekkara, Tarilest et Béni-Snassène (Meseta orientale, Maroc)

Hassan EL HADI, Aïcha REDDAD,  
Abdelkader CHABANE & Jan HERTOGENE

Mots-clés : Hercynien, granites calco-alcalins, typologie des zircons, Meseta orientale, Maroc.

### ملخص

دراسة لتصنيفية زركونات الكرانيتويدات الهرسينية لكتل زكارا، تاغلاست وبنى يزاسن (المسيد الشرقية-المغرب). تؤكد تصنيفية مجموعات زركونات الكرانيتويدات الهرسينية لكتل زكارا، تاغلاست وبنى يزاسن المعطيات البتروغرافية والجيوكيميائية. إن الديوريتات المزوتية، التوناليتات، الكرانوديوريتات والمكروكرانوديوريتات لهذه الكتل الثلاثة، فهي منحدر من صحارة ساخنة وجافة (مؤشرة «T» مرتفع)، ذو طبيعة كلسية-قلائية وهجينة الأصل (قشرة+رداء). في حين ينتمي كل من مونزوكرانيت بنى يزاسن ولوكوكرانيت تاغلاست إلى لوكوكرانيتات الألوميني الأساسية ذو أصل قاري ومنحدر من صحارة مميهة (تحتوي على الماء) إضافة إلى هذا فإن هذه الدراسة تحدد بدقة الأصل المشترك ما بين مختلف سحنات نفس الكتلة وما بين الكرانوديوريت والعرق الميكروكرانيتي لبنى يزاسن.

### RESUME

La typologie des zircons des granitoïdes hercyniens de Zekkara, Tarilest et Béni-Snassène, confirme les données pétrographiques et géochimiques. Les diorites quartziques, tonalites, granodiorites et microgranodiorites des trois massifs sont issues d'un magma chaud et sec (indice T élevé), de nature calco-alcaline et d'origine hybride (croûte-manteau). Cependant, le monzogranite de Béni-Snassène et le leucogranite de Tarilest appartiennent aux leucogranites alumineux intrusifs d'origine crustale et proviennent d'un magma hydraté. D'autre part, cette étude précise le co-généisme entre les différents faciès d'un même massif et entre la granodiorite et le filon microgranitique de Béni-Snassène.

### ABSTRACT

**Zircons typology of hercynian granitoids of Zekkara, Tarilest and Beni-Snassene (Eastern Meseta, Morocco).** Typological zircon confirm the petrographical and geochemical datas in eastern Meseta granitoids (Zekkara, Tarilest, Beni-Snassene). It indicates that all quartzic diorites, tonalites, granodiorites and microgranodiorites, belong to the hybrid calc-alkaline granites, were produced from hot and drier magma (higt T index). The Beni-Snassene monzogranite and Tarilest leucogranite belong to intrusive aluminous anatectic granites, produced from water rich magma. On the other hand, the study accurate the cogenetism between facies from the same intrusion and between Beni-Snassene granodiorite and microgranite dyke.

### INTRODUCTION

Les granitoïdes hercyniens du Maroc oriental se présentent en de nombreux petits massifs dispersés depuis Taza jusqu'à Oujda, sur une superficie d'environ 200 km<sup>2</sup> (Fig. 1).

Les travaux antérieurs sur ce domaine de la Meseta marocaine (MICHARD, 1976) indiquent une activité magmatique de nature calco-alcaline (KHARBOUCH, 1982; CHEGHAM, 1985; ROSE, 1987; RAFI, 1988; TOUGANT, 1989; REDDAD, 1993; EL HADI & al., 1995 a, b) avec des tendances tonalitiques ou granodioritiques ou encore monzonitique (REDDAD, 1993).

Notons aussi que ces granitoïdes contiennent une quantité plus ou moins importante de xénolites et d'enclaves microgrenues basiques.

L'étude typologique des zircons (PUPIN, 1976), objet de la présente note permet de compléter et

préciser l'étude pétrographique et géochimique aussi bien pour les granitoïdes de la série calco-alcaline que pour les leucogranites qui leur sont associés.

### DONNEES PETROGRAPHIQUES

#### Massif de Zekkara

Le massif de Zekkara affleure sur une superficie d'environ 20 km<sup>2</sup> à une trentaine de km au Sud-Ouest de la ville d'Oujda (Fig. 1). Il est composé d'un éventail de faciès granitiques; diorites quartziques, tonalites et granodiorites, associés à une quantité subordonnée de leucogabbros plus ou moins lités (REDDAD, 1993; EL HADI & al., 1995 a, b) et intrusifs dans un encaissant grésopélitique épimétamorphique d'âge ordovico-silurien (VALAIN, 1979), qui est daté à 287 ± 8Ma avec un rapport isotopique initial<sup>87</sup> Sr/<sup>86</sup> Sr = 0,7087 ± 0,0001 (RAFI, 1988; MRINI & al., 1992).

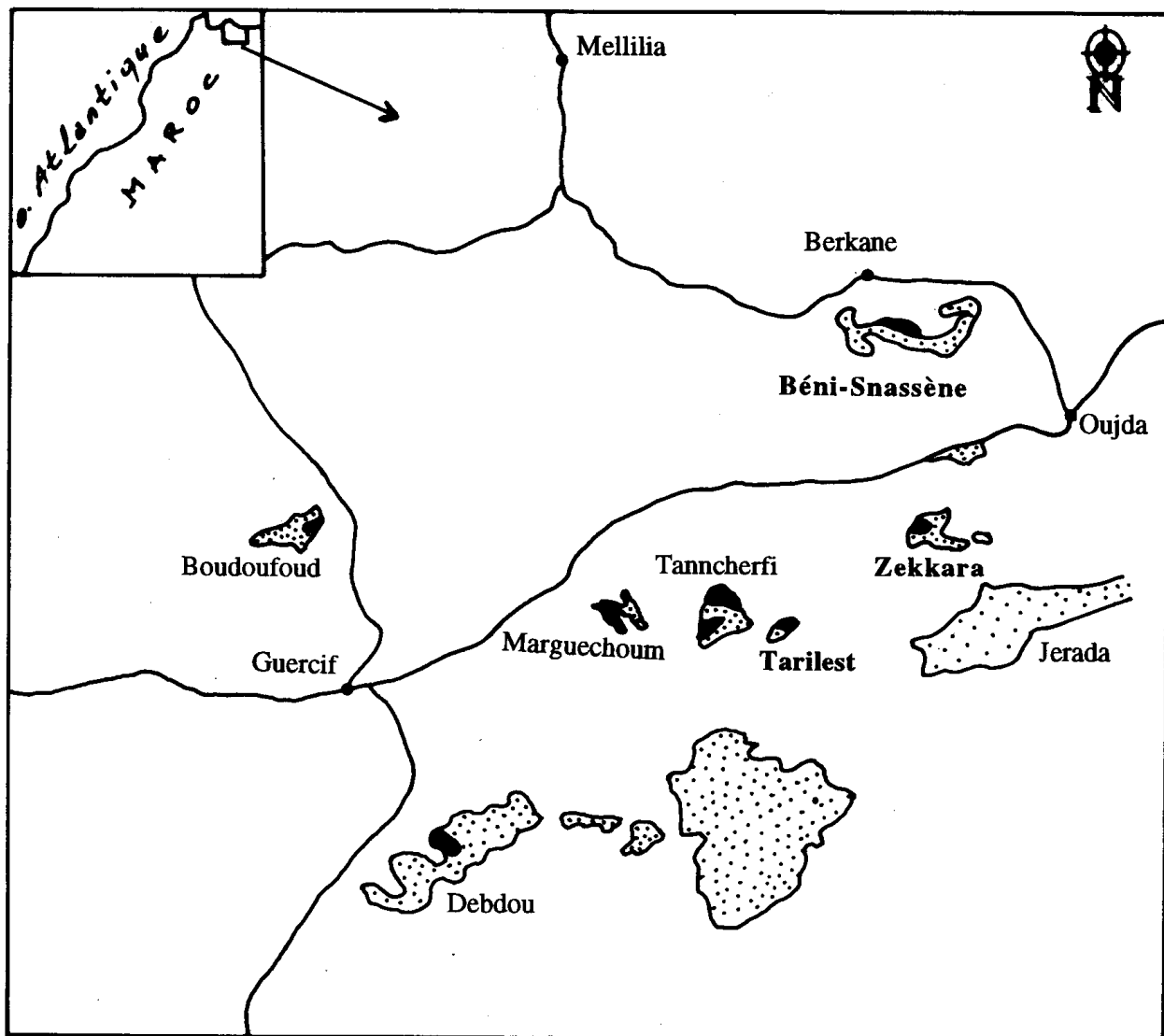


Figure 1 : Carte des boutonnières du Maroc oriental et situation des granitoïdes étudiés (modifiée, HOEPPFNER, 1987).  
 Pointillé : Terrains paléozoïque, Blanc : Terrains post paléozoïque, Noir : Massifs de granitoïdes.

Les granitoïdes sont formés de plagioclase (39 - 63 % du volume total de la roche) et de quartz (10 - 29%). Les teneurs du feldspaths potassique sont toujours inférieures à 21%. Les minéraux mafiques sont la biotite (3 - 14 %) et l'amphibole (8 - 30 %).

#### Massif de Tarilest

Le pluton granitique hercynien de Tarilest est situé à une trentaine de km au Sud du village d'EL Aioun (Fig. 1). Il est daté à  $328 \pm 19$  Ma avec un rapport isotopique initial

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7057 \pm 0,0003$  (RAFI, 1988; MRINI & al., 1992). L'encaissant épimétamorphique du granite est constitué par des formations silto-gréseuses et des niveaux quartziques auxquels peuvent s'ajouter parfois des calcaires.

Le pluton se compose d'une diorite quartzique, parfois à clinopyroxène, occupant la bordure et d'une granodiorite à amphibole formant le coeur du massif.

Le passage entre les deux faciès se fait de manière progressive. Dans sa partie méridionale,affleure une grande

masse homogène de microgranodiorite dont le contact avec les autres faciès est ambigu. Un granite leucocrate intrusif apparaît plus au Nord-Est. Le premier ensemble comprend du plagioclase (35 - 57%), du quartz (11 - 27%) et de l'orthose (5 - 10%). Les minéraux mafiques sont l'amphibole (5 - 18%), la biotite (< 10%) et le clinopyroxène (16%).

Le granite leucocrate est composé de plagioclase (11 - 20%), de quartz (33 - 43%) de l'orthose (30 - 40%). Les minéraux colorés sont essentiellement la biotite et la tourmaline (< 5%).

### Massif de Béni-Snassène

La boutonnière de Béni-Snassène est située à une trentaine de km au Nord-Ouest d'Oujda et à environ 5 km au Sud de Berkane (Fig. 1). Dans sa partie Nord occidentale, affleure un large massif granitique intrusif dans un encaissant formé de schistes et de grès arkosiques, d'âge dévonien inférieur (MARHOUMI, 1984).

Le massif granitique est composé d'une importante masse de granodiorite à biotite datée à  $274 \pm 7$  Ma avec un rapport isotopique initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7084 \pm 0,0001$  (RAFI, 1988; MRINI & *al.*, 1992). Localement, celle-ci est recoupée par un monzogranite à biotite et de nombreux filons aplitiques (TOUGANT, 1989; REDDAD, 1993; EL HADI & *al.*, 1995 a et b). La granodiorite comprend du plagioclase (40 - 50%) du quartz (17 - 30%), de l'orthose (13 - 20%) et la biotite (10 - 15%). La paragenèse minérale du monzogranite comprend : plagioclase (29 - 35%), quartz (30%), orthose (30%) et biotite (4 - 7%).

### DONNEES GEOCHIMIQUES

L'ensemble des roches basiques et acides du massif Zekkara, n'offrent pas une continuité géochimique, depuis les termes moins différenciés vers les termes les plus évolués, suggérant ainsi une appartenance à deux magmas parentaux différents (EL HADI, travaux en cours). Cependant, l'évolution continue et régulière des éléments majeurs et traces de la diorite quartzique à la granodiorite du massif de Tarilest est en faveur d'une différenciation magmatique à partir d'un même magma. Ceci est également attesté par le parallélisme des spectres de terres rares. La granodiorite de Béni-Snassène, qui paraît homogène sur le terrain, montre une évolution chimique discrète révélée par les éléments majeurs et en traces.

La comparaison des trois massifs de granitoïdes (Tab. I), sur la base des éléments majeurs, permet de constater qu'ils sont plus ou moins felsiques, appauvris en titane, phosphore et magnésium et riches en alcalins et plus particulièrement en potassium.

Dans le diagramme multicationiques A-B de DEBON & LE FORT (1988) (Fig. 2), les granitoïdes de Béni-Snassène se situent dans les champs des associations plutoniques peralumineuses ( $A > 0$ ), ceux de Tarilest, sont dans les champs des associations magmatiques métalumineuses ( $A < 0$ ), alors que les faciès du massif de Zekkara montrent une répartition intermédiaire sur les deux champs. Le rapport molaire  $A / \text{CNK}$  ( $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$ ), confirme cette répartition (Tab. I).

## TYPLOGIE DU ZIRCON

### PRINCIPE DE LA METHODE

PUPIN & TURCO (1972 a, b), PUPIN (1976) supposent que les formes cristallines des zircons sont étroitement liée aux conditions du milieu de cristallisation. L'arrangement des faces prismatiques (indice T) et pyramidales (indice A) définit ce qu'on appelle un type ou un sous-type de population (Fig. 3). La distribution typologique obtenue à partir d'une population de zircon d'un seul échantillon permet de caractériser la population étudiée et d'en faire une classification génétique des magmas à l'origine des granites hôtes (PUPIN, 1976 et 1985) à l'aide du point moyen de coordonnées I.A et I.T (Fig. 4 et 5) avec :

$$A = \sum I.A * n_{I.A} \text{ et } T = \sum I.T * n_{I.T}$$

où  $n_{I.A}$  et  $n_{I.T}$  correspondent aux fréquences respectives à chaque valeur de I.A et I.T.

L'indice IA, placé en axe horizontal, dépendant du développement des pyramides, est lié à la balance alcalin-alumine du milieu. Ainsi dans un milieu très alumineux, c'est la pyramide {211} qui se développe. Un milieu alcalin ou hyperalcalin favorise le développement respectif des pyramides {101} ou {301}. Les milieux chauds développent les prismes {100}, alors que les milieux froids développent les prismes {110}.

### APPLICATION

#### Massif de Zekkara

La diorite quartzique, la tonalite et la granodiorite ont des zircons de petite taille, automorphes, limpides avec des lacunes de croissance et des inclusions d'apatite. Les distributions typologiques des zircons montrent deux types de populations :

- Un premier type (diorite quartzique et tonalite) caractérisé par des indices I.A et I.T moyens (428, 589) et (426, 603), centrés autour du noyau de forte fréquence des sous-types S18 et S17 (Fig. 4A, B).

- Un deuxième type (granodiorite) montrant une dominance du type S (88%) par rapport au type P (12%)

Tableau I : Compositions chimiques et normes CIPW des principaux faciès granitiques étudiés.

Z: Zekkara, TG: Tarilest; BS: Beni Snassèn; Dq: Diorite quartzite; To: Tonalite; Gd: granodiorite;  
Mgd: monzogranodiorite; Mg : monzogranite.

	Z24.3	Z18	Z29	TG1.7	TG1.27	TG3.13	BS20.14
	Dq	To	Gd	Dq	To	Mgd	Gd
SiO <sub>2</sub>	59,37	61,37	64,46	61,72	62,70	61,73	67,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,86	16,04	15,57	15,62	15,43	15,51	15,64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	7,60	6,74	6,06	6,95	6,33	6,19	3,62
MgO	3,25	2,94	2,35	2,88	2,81	2,89	2,07
CaO	4,42	4,49	3,62	4,64	4,10	3,80	2,45
Na <sub>2</sub> O	1,83	1,84	1,95	1,72	1,84	2,63	3,69
K <sub>2</sub> O	3,14	3,45	3,57	3,82	3,70	1,74	2,26
MnO	0,12	0,15	0,12	0,65	0,62	0,63	0,08
TiO <sub>2</sub>	0,77	0,72	0,66	0,20	0,12	0,13	0,53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	0,10	0,09	0,11	0,11	0,11	0,19
PF	2,39	2,07	2,26	1,82	2,06	3,80	2,05
Total	99,85	99,90	100,70	100,10	99,84	99,17	100,04
CIPW							
Q	20,35	21,50	26,24	20,67	22,92	25,70	28,06
Or	18,83	20,42	20,95	22,61	21,96	10,39	13,34
Ab	15,73	15,56	16,40	14,54	15,64	22,49	31,20
An	22,26	22,31	17,85	23,05	20,42	19,04	12,15
Mgt	3,73	3,25	2,91	3,35	3,07	3,02	1,74
Ilm	1,56	1,44	1,30	1,30	1,26	1,28	1,06
Cor	1,44	1,15	1,94	0,24	0,96	2,44	2,70
Ap	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hy	13,51	11,89	9,98	12,22	11,43	11,60	7,41
A/CNK		1,08	1,14	1,01	1,07	1,18	1,21

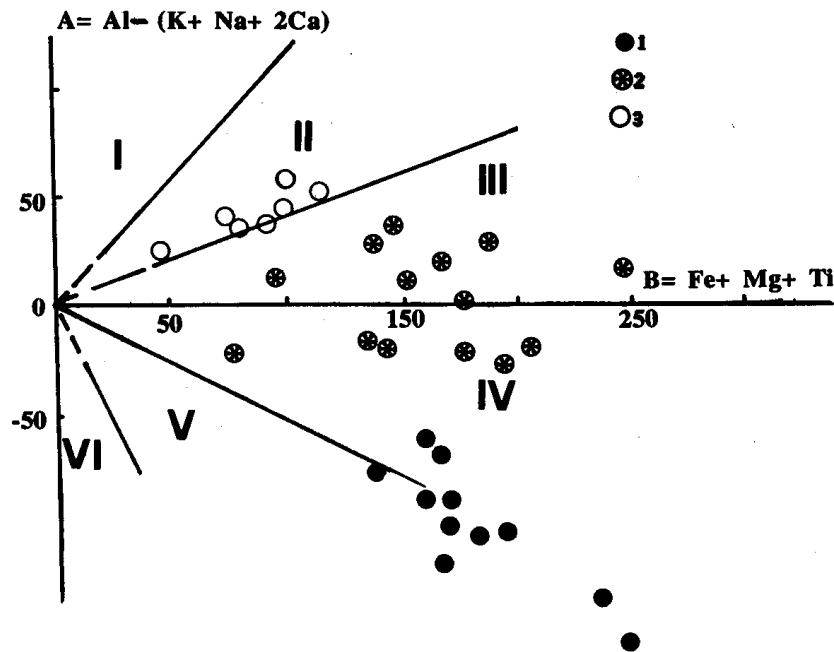


Figure 2 : Diagramme chimico-minéralogique A-B de Debon et le Fort (1988).

1- granitoïdes de Tarilest ; 2- granitoïdes de Zekkara ; 3- granitoïdes de Béni-Snassène.

I, II, III : secteurs de roches peralumineuses, avec I, muscovite > biotite ; II, biotite > muscovite ; III, biotite ± amphibole

IV, V, VI : secteurs de roches métalumineuses, avec IV, biotite + amphibole ± pyroxène ; V, clinopyroxène ± amphibole ± biotite ; VI, roches inhabituelles (e.g. carbonatites)

		P Y R A M I D E S									
		a	b<<a	b<a	b=a	b>a	b>>a	b	c		
P	sp	B	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5	A	C	100	I
R	d	H	L1	L2	L3	L4	L5	G	I	200	N
I	e<<d	Q1	S1	S2	S3	S4	S5	P1	R1	300	D
S	e<d	Q2	S6	S7	S8	S9	S10	P2	R2	400	I
M	e=d	Q3	S11	S12	S13	S14	S15	P3	R3	500	C
E	e>d	Q4	S16	S17	S18	S19	S20	P4	R4	600	E
S	e>>d	Q5	S21	S22	S23	S24	S25	P5	R5	700	T
	e	J	J1	J2	J3	J4	J5	D	F	800	T
		100	200	300	400	500	600	700	800		
		I N D I C E A									

Figure 3 : Principaux types et sous-types de la classification typologique des zircons (PUPIN & TURCO, 1972a et b). (Faces cristallines : a = (211), b = (101), c = (301), d = (110), e = (100), SP = sans prismes).

et se concentre autour d'un noyau de forte fréquence du sous-type S14 et S13 (Fig. 4C, D) avec un point moyen (I.A, I.T) de l'ordre de (506, 516). Dans le diagramme de classification de PUPIN (1980), les points représentatifs des différents granitoïdes, se situent dans le domaine des granites calco-alcalins d'origine mixte croûte-manteau (Fig.5).

#### Massif de Tarilest

Les granitoïdes de Tarilest ont des zircons de petite taille, automorphes, colorés ou incolores, limpides et qui incluent de l'apatite aciculaire. Les données typologiques de zircons montrent trois types de populations :

- Un premier type (diorite quartzique et granodiorite) caractérisé par la présence du type S seul et des indices A et T respectivement (437, 669) et (493, 548) liés au noyau de forte fréquence S19 et S18 (Fig. 4E, F). L'ensemble de ces granitoïdes se situe dans le champ des granites de la série calco-alcaline d'origine mixte croûte-manteau (Fig 5).

- Un deuxième type (granite leucocrate), montre une population de zircon (Fig. 4H) avec la présence du type S seul et des faibles indices A et T (327,404), liés au

noyau de forte fréquence du sous-type S7; témoignant d'une forte pression d'eau dans le milieu de cristallisation (PUPIN & *al.*, 1978) et un caractère alumineux (indice A faible) de ce faciès avec une origine anatectique et une température de cristallisation de l'ordre de 650°C à 700°C (Fig. 5). Cette température est proche de celle proposée par BRUN (1981) pour les leucogranites Sud-armoricains (France) et par BARBARIN (1983) pour ceux de l'Hermitage (France).

- Un troisième type de population de zircon, constitué par la microgranodiorite qui présente le type S seul, lié au noyau de forte fréquence S24 (Fig. 4G). Les indices A et T, plus élevés (471, 664), situent ces faciès dans le domaine des granites de la série calco-alcaline d'origine mixte (Fig. 5).

#### MASSIF DE BÉNI-SNASSÈNE

La granodiorite possède des zircons automorphes, zonés, pauvres en surcroissance mais riches en inclusions d'apatite. Le noyau de forte fréquence concerne le sous-type S9 (Fig. 4I). Les points moyens I.A et I.T (437,427), relativement élevés, positionnent ce faciès parmi les granites de la série calco-alcaline d'origine mixte (Fig. 5).

Le microgranite possède peu de zircons, mais de caractères similaires à ceux de la granodiorite. Le noyau de forte fréquence concerne le type S5 (Fig. 4K). Les types L, G et P existent mais ne dépassent pas chacun 10%. Le point moyen I.A et I.T (568, 310) situe ce faciès dans le champ des granites calco-alcalins d'origine croûte-manteau (Fig. 5). Les indices I.A fort et I.T faible, montrent leur caractère différencié par rapport à la granodiorite dans laquelle il est intrusif.

Le monzogranite tardif présente des zircons trapus, limpides avec parfois des lacunes de croissance. Le noyau de forte fréquence est lié au sous-type S7 (Fig. 4J). Les indices IA et AT, faibles (359, 377), confirment le caractère alumineux de ce faciès et le placent parmi les leucogranites alumineux intrusifs d'origine crustale (Fig. 5).

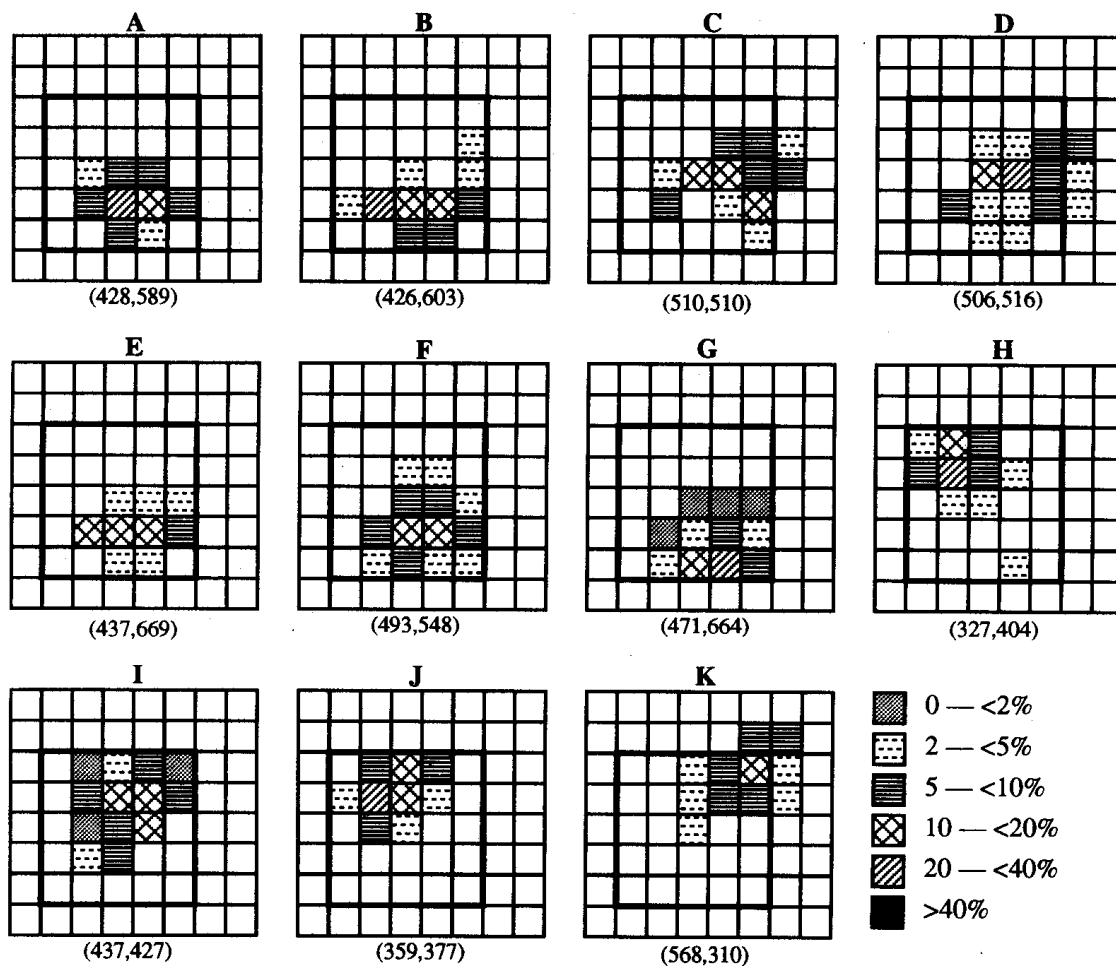


Figure 4 : Distribution typologique des populations de zircons des trois massifs. Faciès de Zekkara : A- Diorite quartzique, B- Tonalites, C et D - Granodiorite. Faciès de Tarilest : E- Diorite quartzique, F- Granodiorites, G- Microgranodiorite, H- Granite leucocrate. Faciès de Béni-Snassène: I- Granodiorites, J- Monzogranite, K- Microgranite. ( ) : points moyens (I.A, I.T).

## DISCUSSION

La typologie des zircons des granitoïdes hercyniens de la Meseta orientale apporte des informations complémentaires en ce qui concerne l'origine et la nature de l'association magmatique à laquelle appartient ces roches. Ainsi, les différentes distributions typologiques obtenues et les indices A et T déterminés mettent en évidence deux principaux types de granitoïdes: Les granitoïdes crustaux et les granitoïdes hybrides ayant chacun des traits caractéristiques.

- Le premier type, à caractère alumineux correspond au leucogranite de Tarilest et au monzogranite intrusif de Béni-Snassène. Leur indice T faible, indique des températures de cristallisation de l'ordre de 650 à 700°C. Leur indice A, également faible, montre le caractère peralumineux et une forte pression d'eau du milieu de cristallisation.

- Le second type, à tendance calco-alkaline, correspond aux diorites quartziques, tonalites et granodiorites de Zekkara, diorites quartziques, granodiorites de Tarilest et à

la granodiorite de Béni-Snassène. Leurs indices I.A et I.T, relativement élevés, évoquent des températures de cristallisation de l'ordre de 750 à 850°C. De telles températures sont compatibles avec un milieu peu hydraté où l'amphibole est stable. Les granites de Tarilest, étant placés en bas du diagramme typologique, sont relativement plus chauds et plus secs que les faciès des autres massifs.

Dans la figure 5, nous constatons qu'au sein de chaque massif étudié, les différents faciès forment des tendances évolutives significatives régies par l'augmentation de l'indice A et la diminution de l'indice T. En outre, leurs distributions typologiques très proches, attestent d'une même lignée issue par différenciation magmatique. Le monzogranite du massif de Béni-Snassène ne montre aucun lien génétique avec la granodiorite qu'il recoupe.

Les résultats obtenus par la typologie des zircons, concordent parfaitement avec l'étude pétrographique et géochimique des granitoïdes hôtes, qui a permis de montrer l'existence de liens génétiques entre les différents

faciès d'une même intrusion (granitoïdes hybrides), et confirmer la nature calco-alkaline de leur série magmatique. D'autres associations calco-alkalines et d'origine hybride ont été identifiées par l'étude des zircons dans le Massif Central marocain (AMENZOU & EL MOURAOUAH, 1995) ainsi que dans la Meseta Occidentale (EL AMRANI, 1994).

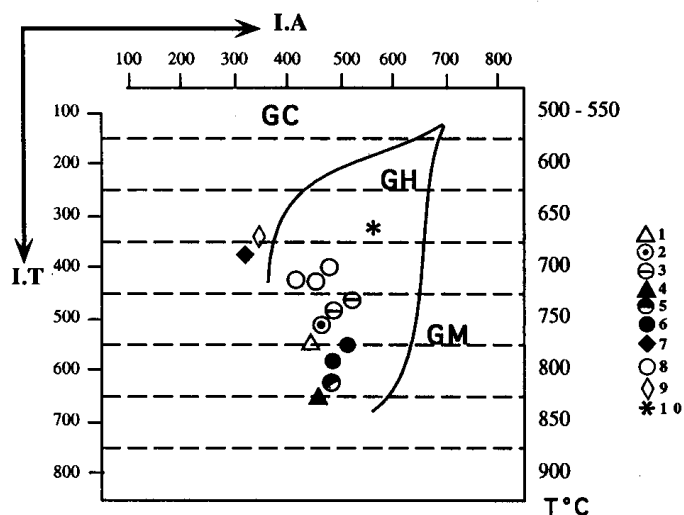


Figure 5 : Position des points moyens des populations de zircons dans le diagramme typologique IA-IT (Pupin, 1980).

Zekkara : 1- Diorite quartzique, 2- Tonalite, 3- Granodiorite.  
 Tarilest : 4- Diorite quartzique, 5- Granodiorite, 6- Microgranodiorite, 7- Granite Leucocrate.  
 Béni-Snassène : 8- Granodiorite, 9- Monzogranite, 10- Microgranite.  
 GC : Granites crustaux; GH : Granites hybrides;  
 GM : Granites mantelliques

### CONCLUSION

Dans la Meseta orientale, on rencontre des granites à biotites au Nord (Béni Snassène) et des granites à amphiboles au Sud (Tarilest et Zekkara). La typologie des zircons vient appuyer cette zonalité magmatique. Les premières données géochimiques et la typologie des zircons montrent que les manifestations magmatiques, générées dans un contexte de post-collision (EL HADI, travaux en cours), pendant l'époque hercynienne, ont des sources différentes. Une évolution spatiale est envisageable; les granites du Sud (Tarilest et Zekkara) issus de magmas relativement chauds et secs ont des sources magmatiques relativement plus profondes par rapport à ceux du Nord issus de magmas humides (Béni-Snassène).

### REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants à MM BERAËOUZ de la Faculté des Sciences de Ben M'Sik de Casablanca, EL AMRANI de l'Institut Scientifique de Rabat et Boushaba de la Faculté des Sciences de Dhar El Mahraz de Fès, pour leurs suggestions et remarques fort intéressantes.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMENZOU, M. & EL MOURAOUAH, A. (1995).- Classification génétique des granitoïdes hercyniens du Massif Central marocain (Zaer, Oulmès, Ment; Meseta nord-occidentale, Maroc), d'après la typologie du zircon. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 320, pp. 469-476.
- BARBARIN, B. (1983).- *Les granites carbonifères du Forez septentrional - Massif central français: typologie et relation entre les différents massifs*. Thèse 3ème Cycle, Clermont-Ferrand, 177p.
- BERRADA, H.Y. (1993).- *Magmatisme séquentiel des massifs de Tanncherfi et de Meguechoum. Terminaison orientale de la chaîne hercynienne du Maroc*. Thèse 3ème Cycle Univ. Cadi Ayyad. Fac. Sci. Semlalia. Marrakech. 144p.
- BONIN, B. (1990).- From orogenic setting: evolution of granitoid suites after a major orogenesis. *Geol. Journal*, vol. 25, pp. 261-270.
- BRUN, J.P. (1981).- *Instabilités gravitaires et déformation de la croûte continentale. Application au développement des dômes et des plutons*. Thèse Rennes. 197p.
- CHEGHAM, A. (1985).- *Etude minéralogique et géologique des filons Pb-Zn-Ag (Fe-Cu-Bz) de Sidi Lahcen (Boutonnière de Mekam, Maroc oriental)*. Thèse 3ème cycle. Univ. Orléans. 227p.
- DEBON, F. & LE FORT, P. (1988).- A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations : principales, méthode, applications. *Bull. Minéral.* 111, pp. 493-510.
- EL AMRANI, I. (1994).- *Genèse et mise en place des granitoïdes peralumineux à biotite et cordiérite des Jebilet Centrales (Maroc)*. Thèse d'Etat, Univ. Med V, 219 p.
- EL HADI, H., CHABANE, A., HERTOGENE, G. & ZOUITA, F. (1995a).- Caractérisations minéralogique et géochimique des granitoïdes hercyniens de la Meseta orientale- Maroc. *In : Réunion Extra. Soc. Géol. France*, Marrakech-Agadir, 25 Avr-4 Mai, p 40.
- EL HADI, H., CHABANE, A. & HERTOGENE, G. (1995 b).- Essai d'interprétation géodynamique des granitoïdes hercyniens de la Meseta orientale- Maroc. *In : Réunion Extra. Soc. Géol. France*, Marrakech-Agadir, 25 Avr-4 Mai, p 39.
- HOEPFFNER, C. (1987).- *La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc*. Thèse ès-Sciences. Univ. Louis Pasteur. Strasbourg, 280p.

- KHARBOUCH, F. (1982).- *Pétrographie et géochimie des laves dinantiennes de la Meseta Nord Occidentale et Orientale (Maroc hercynien)*. Thèse 3e cycle. Strasbourg. 140 p.
- KHARBOUCH, F. (1994).- Les laves dévono-dinantiennes de la Meseta marocaine: Etude pétro-géochimique et implication géodynamique. Thèse ès-Sciences. Univer. Bretagne occidentale. 278p.
- LAGARDE, J. L. (1987).- *Les plutons granitiques hercyniens: marqueurs de la déformation crustale : l'exemple de la meseta marocaine*. Thèse . Univ. Rennes. 371p.
- MARHOUMI, M. R. (1984).- *Étude palynologique des séries dinantiennes de la meseta marocaine. Conséquences stratigraphiques et structurales*. Thèse 3e cycle. Strasbourg, 111p.
- MICHARD, A. (1976).- *Éléments de géologie marocaine. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, Rabat, 252, 408p.
- MRINI, Z. RAFI A., DUTHOU J. L. & VIDAL Ph. (1992).- Chronologie Rb/Sr des granitoïdes hercyniens du Maroc: Conséquences. *Bull. Soc. Géol. France*, t. 163, N° 3 pp. 281-291.
- MRINI, Z., (1993).- *Chronologie (Rb/Sr; U/Pb); traçage isotopique (Sr -Nd-Pb) des sources de roches magmatiques éburnéennes, panafricaines et hercyniennes du Maroc*. Thèse. ès-Sciences, Univ. Marrakech, 198 p.
- PUPIN, J. P. (1976).- *Signification des caractères morphologiques du zircon commun des roches en pétrologie. Base de la méthode typologique. Applications*. Thèse Doct. Es Sc., Univer. Nice, 394 p.
- PUPIN, J. P. (1978).- Les zircons des roches volcaniques acides permienes de l'Esterel: un nouvel argument pour une province magmatique permienne corso-provençale. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 286, Série D, 1978, pp. 173-176.
- PUPIN, J. P. (1980).- Zircon and Granite Petrology. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 73, pp. 207-220.
- PUPIN, J. P. (1981).- À propos des granites potassiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 292, pp. 405-408.
- PUPIN, J. P. (1985).- Magmatic zoning of Hercynian Granitoïds in France based on zircon typology. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mh.*, 65, pp.29-56.
- PUPIN, J. P. (1988).- Granites as indicator in paleogeodynamics. *Rendiconti della Societa Italiana di Mineralogia e Petrologia.*, 43, pp. 237-262.
- PUPIN, J.P. & TURCO, G. (1972 a).- Une typologie originale du zircon accessoire. *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, 95, pp. 349-359.
- PUPIN, J.P & TURCO, G. (1972b).- Le zircon accessoire en géothermométrie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 274, pp. 2221-2124.
- PUPIN, J. P. & TURCO, G. (1974).- contrôle thermique du développement de la muscovite dans les granitoïdes et morphologie du zircon. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 278, pp. 2719-2722.
- PUPIN, J.P. & TURCO, G. (1975).- Typologie du zircon accessoire dans les roches plutoniques dioritiques, granitiques et syénitiques. Facteurs essentiels déterminant les variations typologiques. *Pétrologie*, t (2), pp.139-156.
- PUPIN, J. P., BONIN, B., TESSIER, M. & TURCO, G. (1978).- Rôle de l'eau sur les caractères morphologiques et la cristallisation du zircon dans les granitoïdes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, XX, 5, pp. 721-725.
- RAFI, A. (1988).- *Approche pétrographique, géochimique et géochronologique (Rb/Sr) des granitoïdes du Maroc oriental*. Thèse 3e cycle. Marrakech. 113p.
- REDDAD, A. (1993).- *Etude pétrographique et géochimique des granitoïdes de Zekkara, Tarilest et Béni-Snassène. Maroc oriental*. Thèse 3e cycle. Fac. Sci. Semlalia. 169p.
- ROSE, F. (1987).- *Les types granitiques du Maroc hercynien*. Thèse Doct. Univ. Paris VI, 381p.
- TOUGANT, S. (1989).- *Etude géologique, minéralogique et technologique du kaolin des Béni-Snassène. Maroc oriental*. Mém. Ing. Etat, E.N.I.M, Rabat. 100p.
- VALAIN, F. (1979).- Stratigraphie du paléozoïque dans les monts d'Oujda (Maroc oriental). *Mines Géologie Energie*, 46, pp. 79-81.

#### Adresses des Auteurs :

- H. EL HADI  
Université Hassan II - Mohammedia -  
Faculté des Sciences B.M.S.O - Casablanca - Maroc
- A. REDDAD  
Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences  
Semlalia, Laboratoire de Pétrologie  
Marrakech - Maroc
- A. CHABANE  
Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences  
Département de Géologie, Kénitra - Maroc
- J. HERTOGENE  
Laboratoire de Pétrologie, Louven - Belgique