

# Intérêt pétrologique de l'étude microscopique des cristaux d'Apatites. Application aux granitoïdes de Tabouchennt (Jebilet centrales, Maroc)

Iz-Eddine EL AMRANI EL HASSANI

& Az El Arab EL MOURAOUAH

عز الدين العمراني الحسني وعز العرب المروح

**Mots-clés :** apatite, granitoïdes, enclaves, Maroc, Jebilet, Tabouchennt.

## ملخص

الأهمية البترولوجية للدراسة المجهرية لبلورات الآباتيت. تطبيق على جرانيت كتلة تابوشنت (الجبيلات الوسطى - المغرب). الخصائص المجهرية لبلورات الآباتيت، خاصة منها الشكل والعدد ونوع البلور «المضيف»، تختلف كثيرا من صخرة لافية لأخرى. هذه الاختلافات لها علاقة وثيقة بالظروف الفيزيائية الكيماوية لتبلور هذه الآباتيت. الدراسة الكيفية والكمية للآباتيت الموجودة بجرانيت تابوشنت وحبساته القاعدية مكنتنا من تمييز عدة وحدات جرانيتية وعدة أنواع بتروغرافية من الحبسات كما مكنتنا هذه الدراسة أيضا من فهم ظروف التكوين والتطور البترولوجي النسبي لمختلف هذه الوحدات البتروغرافية.

## RESUME

Les caractères microscopiques des cristaux d'apatite, notamment la forme, l'abondance et la nature du minéral hôte, sont très variables. Ces variations sont étroitement liées aux conditions physico-chimiques de cristallisation.

L'étude des apatites des granitoïdes et de leurs enclaves basiques du massif de Tabouchennt nous a conduit à distinguer différents sous-faciès et diverses variétés pétrographiques d'enclaves et de granites. Elle nous a permis par ailleurs de comprendre les conditions de genèse et l'évolution pétrologique relative de ces différentes unités pétrographiques.

## SUMMARY

**Petrologic interest of the microscopic study of apatite crystals. Application on Tabouchennt granitoids (Central Jebilet-Morocco).** The microscopic features of apatite crystals, particularly the form, the abundance and the host mineral, are very variable from a magmatic rock to another. This variations are closely dependent of the physico-chemical conditions of apatite's cristallisation. The study of the apatites of Tabouchennt granitoïds and their basic enclaves led us to distinguish different sub-faciès and petrographic varieties of enclaves. On the other hand, the study allowed to understand the conditions of genesis and the relative petrologic evolution of the different petrographic units.

## INTRODUCTION

L'apatite est un minéral accessoire commun à toutes les roches magmatiques. Dans les granitoïdes, les cristaux d'apatite présentent différentes formes ; les apatites des enclaves basiques sont généralement aciculaires, très fines et parfois tubulaires (DIDIER, 1964) ; celles des granites sont souvent en prismes trapus.

A côté de cette variation de forme, qui est d'ailleurs la plus frappante, deux autres variations peuvent être remarquées :

- l'abondance de l'apatite dans la roche : d'une manière générale les roches basiques apparaissent plus riches en apatite que les roches acides ;
- la nature du minéral hôte de l'apatite : dans

certaines roches les apatites se trouvent principalement en inclusion dans les biotites, dans d'autres, elles se rencontrent plutôt dans les feldspaths ou le quartz.

## TRAVAUX ANTERIEURS SUR LES APATITES

Dans le but de connaître les principaux facteurs physiques et chimiques qui conditionnent la cristallisation de l'apatite nous présentons, ci-dessous, une synthèse succincte des travaux pétrographiques et expérimentaux qui ont été réalisés sur cette phase minérale.

Les travaux de WILLIE & *al.* (1962) sur l'habitue des apatites d'origine synthétique et des roches ignées ont montré que la forme aciculaire, parfois tubulaire et creuse des apatites est principalement liée à une cristallisation rapide en milieu trempé. Cependant les conditions de pression et de sursaturation en phosphore jouent un rôle moins important. L'absence quasi totale d'apatite aciculaire dans les roches métamorphiques a conduit ces mêmes auteurs à proposer cette forme comme critère en faveur d'une origine magmatique

ARGIOLAS (1978) pense que la forme des cristaux d'apatite dépend de la sursaturation du milieu, elle même sous la dépendance des conditions de température et de pression. Ses expériences sur la chlorapatite ont montré qu'une baisse de la température à pression constante ou une diminution de pression à température constante entraîne le passage de la forme trapue à la forme aciculaire.

Selon RYERSON et HESS (1980) *in* DIDIER & BARBARIN (1988), pour une même concentration en phosphore, la sursaturation en apatite et donc sa cristallisation intervient précocement dans les milieux riches en silice alors qu'elle est tardive dans les milieux plus pauvres.

Plus récemment DIDIER et BARBARIN (1988) ont signalé la coexistence des deux types d'apatites aciculaires et trapues, dans certaines enclaves magmatiques sombres. Les apatites trapues proviendraient, selon ces auteurs, des granites encaissants par mélange mécanique.

## BUT DE L'ETUDE ET METHODE D'APPROCHE

Dans le présent travail nous chercherons à exploiter les variations de caractères microscopiques des cristaux d'apatite dans le but de déceler d'éventuelles variations pétrographi-

ques très peu marquées et qui permettent d'affiner le découpage de faciès granitiques et de variétés d'enclaves basiques et d'approcher les conditions physico-chimiques de genèse de ces différentes unités pétrographiques et de mettre en évidence les liens génétiques éventuels entre elles.

La méthode d'approche consiste à analyser statistiquement les caractères microscopiques des populations d'apatite, caractère que nous définissons comme suit :

### — La forme :

La forme d'un cristal d'apatite sera exprimée mathématiquement par le rapport R égal à la longueur (L) sur la largeur (l) du minéral ( $R = L/l$ ).

Les limites et la nomenclature adaptées pour les différentes formes d'apatite sont les suivantes :

Rapport R : L/l	1 à 4	5 à 9	10 à 19	> 20
Forme	Trapue	Courte	Allongée	Aciculaire

Pour chaque échantillon des mesures de longueur et de largeur d'au moins 50 apatites ont été effectuées. L'allongement ( $R = L/l$ ) a été calculé pour chaque apatite. Les résultats de ces calculs ont été exprimés en pourcentage relatif aux différentes classes de forme définies ci-dessus.

### — L'abondance :

Elle exprime le nombre d'individus compté par unité de surface qui sera choisie ici égale à la surface de la lame mince, soit en moyenne  $3 \times 2.5$  cm. Là aussi quatre classes sont distinguées selon le nombre des cristaux d'apatite dans la roche.

Fréquence Nb. de crist./Lame	0 à 9	10 à 49	50 à 99	> 100
Abondance	très rare	rare	abondant	très abondant

### — Le minéral hôte :

Pour chaque cristal d'apatite rencontré et mesuré la nature de son minéral hôte est déterminée. Le pourcentage des apatites dans les différentes phases minérales (qui sont généralement : la biotite, le plagioclase, le feldspath potassique et le quartz) est ensuite calculé.

Dans le but de faciliter la comparaison des données relatives aux différentes populations d'apatite nous avons adapté une représentation graphique simple qui regroupe l'ensemble des résultats et qui permet de prendre en considération tous les paramètres à analyser. Nous exposons ci-dessous cette représentation à travers un exemple théorique.

L'enclave basique :

- Forme : trapue (5%), courte (15%), allongée (30%), aciculaire (50%).
- Abondance : le nombre d'apatite par lame 120 donc très abondant.
- Minéral hôte : Biotite (5%), Plagioclase (35%), Feldspath-K (45%), Quartz (15%).

La roche granitique :

- Forme : trapue (70%), courte (25%), allongée (5%), aciculaire (0%).
- Abondance : le nombre d'apatite par lame 19 donc rare.
- Minéral hôte : Biotite (72%), Plagioclase (13%), Feldspath-K (10%), Quartz (5%).

La représentation graphique proposée (fig. 1) correspond à un double diagramme donnant l'abondance des cristaux d'apatite en fonction de leur forme, sur la partie gauche, et de leurs minéraux hôtes, sur la partie droite.

Sur un même diagramme nous pouvons placer les données relatives aux apatites d'un couple de roches telles qu'une enclave et son encaissant granitique.

A travers cet exemple théorique se dégagent les faits suivants :

1 - Les apatites sont nettement plus nombreuses dans l'enclave que dans le granite.

2 - Ces apatites sont essentiellement de forme trapue dans le granite tandis qu'elles sont aciculaires à allongées dans l'enclave.

3 - Dans le granite la presque totalité des apatites est en inclusion dans les biotites. Par contre dans l'enclave les apatites sont piégées par les plagioclases et les feldspaths potassiques.

## APPLICATION AU MASSIF DE TABOUCHENNT

### SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Le massif de Tabouchennt se situe à environ 13 km au NNW de Marrakech (fig. 2). Il fait partie des quatre massifs, Tabouchennt-Bamega-Bramram-Oulad Ouasslam, constituant les granitoïdes hercyniens des Jebilet centrales.

Ce massif a fait l'objet de plusieurs travaux : HUVELIN (1977), MRINI (1985), SEQUAQUE (1985), CHEMSSEDOUHA (1986) et ROSE (1987).

Le massif de Tabouchennt s'étend sur 5 km selon la direction N-S et sur 3 km selon l'axe E-W. Il affleure en stock circonscrit à contact magmatique net avec son encaissant schisteux d'âge viséen. Le cœur du stock forme une dépression couverte d'une arène granitique. Vers les bordures le granite forme, par contre, avec sa cornéenne de contact de petits reliefs dégageant de très beaux affleurements.

Mis à part les faciès leucogranitiques qui se présentent en lames ou en filons au sein du massif, la presque totalité de ce dernier est composée d'une roche d'aspect frais et de teinte grisâtre. Des variations portant sur la taille de grain, la présence ou l'absence des phénocristaux de feldspaths potassiques et sur l'abondance des biotites s'observent d'un endroit à l'autre du massif. Les enclaves se rencontrent surtout vers les bordures du massif. Elles sont principalement de nature magmatique basique. Leur taille varie de quelques centimètres à quelques mètres.

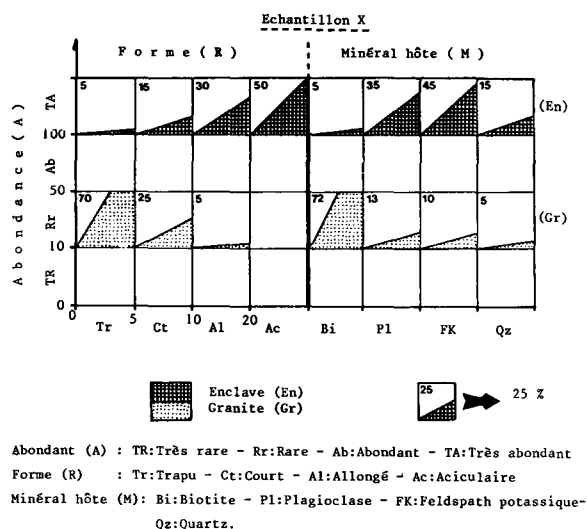


Figure 1 : Diagramme A f(F,M) donnant les caractères des deux populations d'apatite de l'exemple théorique cité dans le texte.

## CHOIX DES ECHANTILLONS ET ETUDE PETROGRAPHIQUE

Quatre stations d'échantillonnage ont été choisies sur le massif de Tabouchennt. Ce choix a été guidé par la présence d'enclaves.

Au niveau de chaque station nous avons prélevé un couple d'échantillons correspondant à l'enclave et à sa roche granitique encaissante. Le résultat de l'étude pétrographique de ces quatre couples est consigné sur le tableau I.

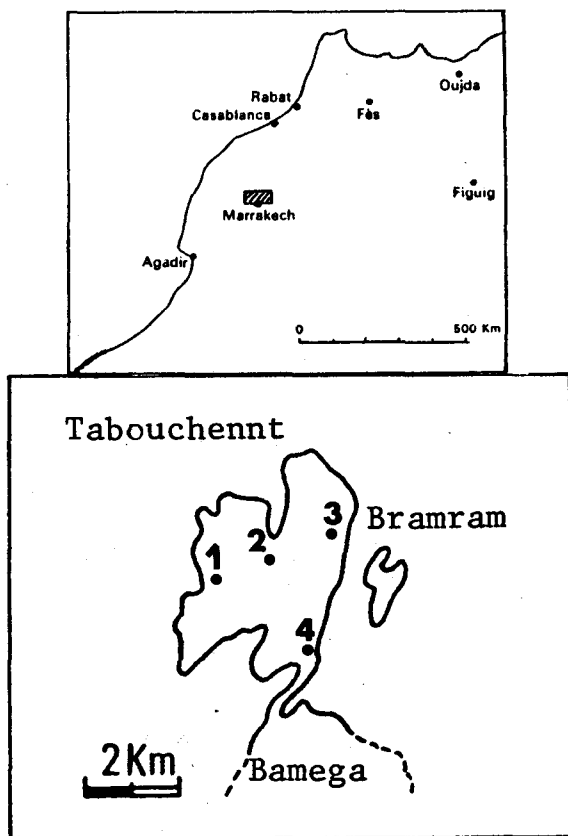


Figure 2 : Situation géographique du massif de Tabouchennt avec les lieux de prélèvement des échantillons étudiés (n°1,2,3, et 4).

## RESULTATS DE L'ETUDE DES APATITES

### Granitoïdes-Enclaves

De l'observation globale des diagrammes de la figure se dégagent les faits suivants :

- les apatites granitiques sont peu abondantes et de forme trapue à courte. Celles des enclaves sont abondantes et de forme courte à allongée ;

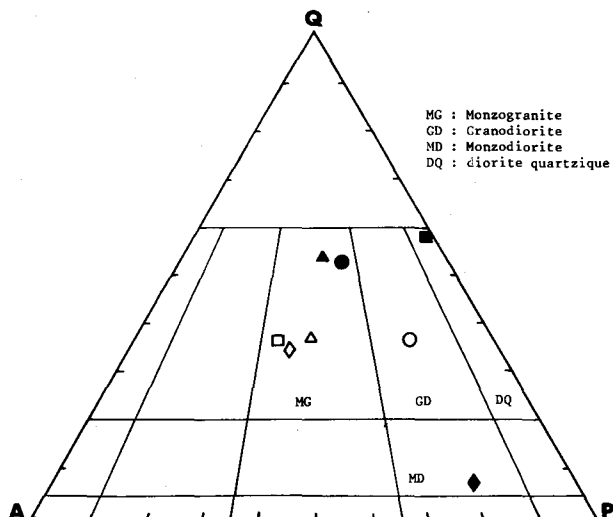


Figure 3 : Position des granitoïdes et des enclaves de Tabouchennt sur le diagramme de STRECKEISEN (1973).

- dans les roches granitiques les apatites se trouvent en inclusion dans toutes les phases minérales et notamment dans les biotites.

### Les granitoïdes

La classification de STRECKEISEN a permis de distinguer, parmi les granitoïdes étudiés, deux faciès (tab. I et fig. 3 et 4) : une granodiorite (Gr 1) et un monzogranite (Gr2-Gr-3 et Gr4).

En se basant sur les caractères des apatites nous pouvons subdiviser le faciès monzogranitique en trois sous-faciès :

- 1<sup>er</sup> sous-faciès (Gr2) à apatites rares, de forme trapue (59%) et incluses dans les plagioclases (35%) ;
- 2<sup>ème</sup> sous-faciès (Gr3) à apatites rares, de forme trapue (100%) et incluses dans la biotite (69%).
- 3<sup>ème</sup> sous-faciès (Gr4) à apatites rares, de forme trapue (74%) et incluses dans l'orthose (42%) ;

Le faciès granodioritique (Gr1) se distingue par des apatites rares, de forme trapue (74%) et incluses dans le quartz.

### Les enclaves

La nature pétrographique des enclaves étudiées est très variée : micromonzodiorite (En4), microdiorite-quartzique (En2) et micromonzogranite (En1 et En3). Par les caractères de leur apatites chacune des enclaves étudiées cons-

Tableau I : Récapitulation des caractères pétrographiques des quatre granitoïdes et des quatre enclaves étudiés de Tabouchennet.

Echantillons	Taille de l'enclave contact Enclave-Granite	Texture $\phi_m$ : diamètre moyen du grain.	Paragenèses minérales (x%): pourcentage volumique	Ordre de cristal- lisation.	Nomenclature: classif. de STRECKEISEN.
Enclave En 1 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taille : 3 X 5 cm.</li> <li>Forme : ovoïde</li> <li>Contour: régulier</li> </ul>	microgrenue isogranu- laire. $\phi_m$ : 0,35 à 0,75 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite ± chloritisée (18%)- Plagioclase séricitisé. An7 à 25(23%)-Orthose perthitique (14%)- Quartz interstitiel (42%).</li> <li>Apatite, zircon, rutile, séricite opaques. (l'ensemble de ces m<sup>x</sup> accessoire = 3%).</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Micromonzogranite
Granodiorite Gr 1 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contact magmatique net avec le granite.</li> </ul>	Grenue ± porphyrique $\phi_m$ : 2 à 3 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite peu chloritisée (14%)- Plagioclase zoné An15 à An30 (41%)-Orthose perthitique (11%) - Quartz xénomorphe (30%).</li> <li>Rutile, zircon-apatite, opaques, séricite - Muscovite II' - (=4%).</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Granodiorite
Enclave En 2 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taille : 6 X 5 cm</li> <li>Forme : arrondie</li> <li>Contour : irrégulier</li> <li>Contact : magmatique plastique.</li> </ul>	microgrenue à micro- doléritique. $\phi_m$ = 0,3 à 0,5 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite fraîche (25%)- Plagioclase zoné An10 à An15 (30%)- Quartz en plages continues (45%).</li> <li>Apatite - zircon - opaques.</li> </ul>	B1 - P1 - Qz	Microdiorite
Monzogranite Gr 2 :		Grenue porphyrique $\phi_m$ = 2 à 3 cm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite fraîche (10%)- Plagioclase zoné et à coeur séricitisé An10 à An13 (22%)- Orthose perthitique + microcline rare (33%)- Quartz en plages composites (34%)- Cordiérite transformée en chlorite et séricite.</li> <li>Zircon - Apatite - Rutile - Opaques - Séricite - Chlorite.</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Monzogranite
Enclave En 3 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taille : 7 X 3 m</li> <li>Forme : ovoïde</li> <li>Contour : régulier</li> </ul>	microgrenue ± porphy- rique. $\phi_m$ = 0,2 à 0,3 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite en petites paillettes riche en rutile (27%)- Plagioclase zoné et à coeur séricitisé- An15 à An20 (20%)- Orthose perthitique + rares microcline (15%)- Quartz en plages continues (37%).</li> <li>Zircon - Apatite - Opaques.</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Micromonzogranite
Monzogranite Gr 3 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contact : magmatique net.</li> </ul>	Grenue porphyrique $\phi_m$ : 3 à 4 mm. les Ph <sup>x</sup> = 2 à 3 cm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite fraîche isolée ou groupée en nids (6%)- Plagioclase zoné et peu séricitisé - An5 à An15 (28%)- Orthose perthitique et maclé (31%)- Quartz en plage xénomorphe (34%)- Cordiérite complètement transformée en chlorite et séricite.</li> <li>Zircon - Apatite - Opaque - Chlorite - Séricite,...</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Monzogranite
Enclave En 4 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taille : 10 X 7 m.</li> <li>Forme : globuleuse</li> <li>Contour : régulier</li> </ul>	microgrenue $\phi_m$ = 0,15 à 0,10 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite en petites paillettes déchiquetées (13%)- Plagioclase en petites lattes maclée peu séricitisées An5 - An15 (62%)- Feldspath-k-Orthose perthitique - rares microcline (15%)- Quartz en cristaux interstitiels(6%).</li> <li>Muscovite secondaire, apatite, opaques, zircons.</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Micromonzodiorite
Monzogranite Gr 4 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contact : magmatique net.</li> </ul>	Grenue fine. $\phi_m$ = 0,7 à 1 mm. Ph <sup>x</sup> = 1 à 2 cm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotite légèrement chloritisée ou muscovitisée (10%)-Plagioclase zoné et à coeur séricitisé An7-An20 (24%)- Feldspath-K, Orthose perthitique-rares microcline (34%)-Quartz interstitiel (31%).</li> <li>Zircon-Opaques-Chlorite-Séricite-Apatite.</li> </ul>	B1 - P1 - Fk - Qz	Monzogranite

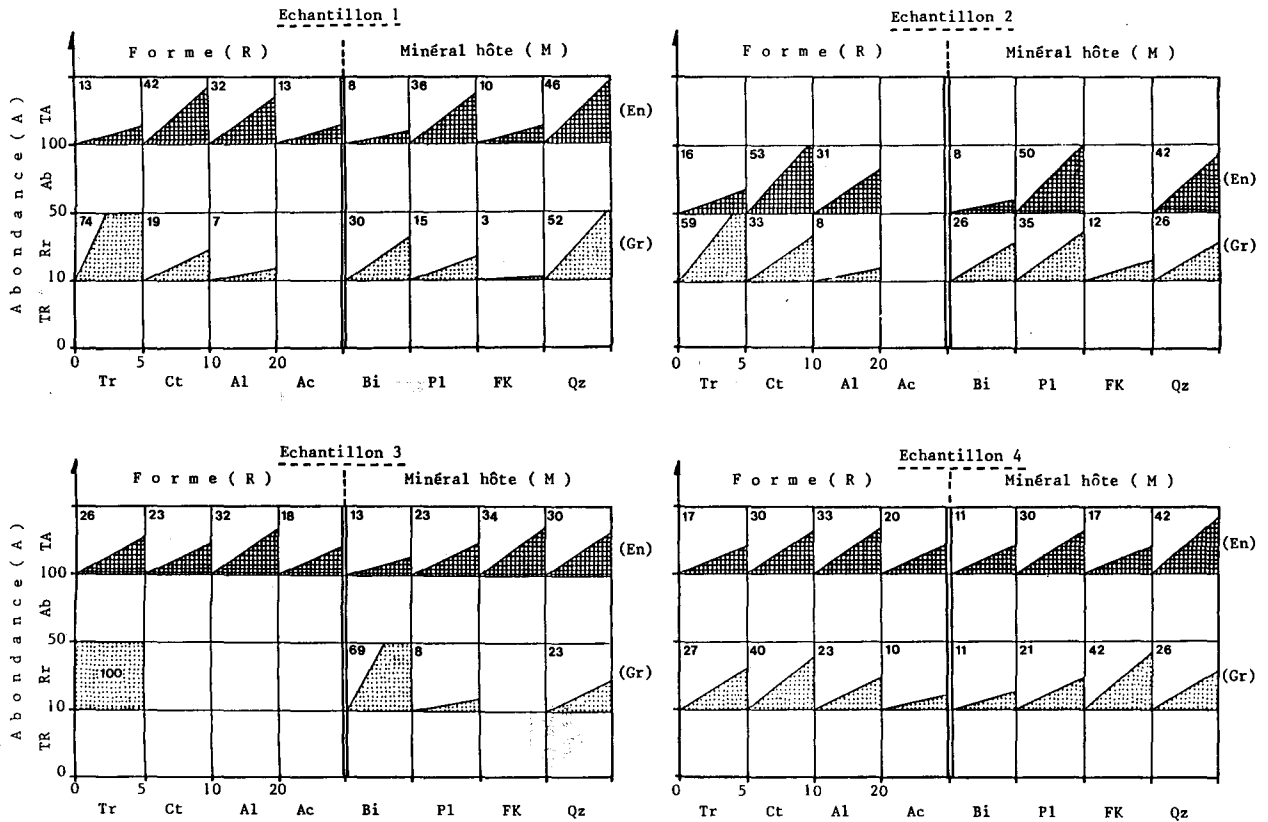


Figure 4 : Diagrammes A f(F,M) donnant les caractères des populations d'apatite des échantillons de granites et d'enclaves du massif de Tabouchentt.

titue un groupe pétrographique à part. Quatre groupes sont ainsi distingués :

- 1<sup>er</sup> groupe (En1) à apatites très abondantes, de forme courte (42%) et en majorité en inclusion dans le quartz (46%) ;
- 2<sup>ème</sup> groupe (En2) à apatites abondantes, de forme courte (53%) et incluses dans le plagioclase (50%) ;
- 3<sup>ème</sup> groupe (En3) à apatites très abondantes, de forme allongée (32%) et en inclusion dans l'orthose (34%) ;
- 4<sup>ème</sup> groupe (En4) à apatites très abondantes, de forme allongée (33%) et en inclusion dans le quartz (42%).

## DISCUSSION

L'examen du diagramme de la figure 5 permet de discuter les résultats relatifs aux granitoïdes et à leurs enclaves.

## Les granitoïdes

Sur la partie gauche du diagramme l'échantillon Gr4 se distingue des autres par des apatites plus allongées. Sur le terrain, cet échantillon a été prélevé à quelques mètres du contact avec l'encaissant. L'échantillon Gr4 représente ainsi un faciès de bordure à grain fin (voir tableau I). La forme plus allongée des cristaux d'apatite vient confirmer les conditions de refroidissement relativement plus rapide de ce faciès.

Sur l'autre partie du diagramme chacune des quatre populations d'apatite apparaît se concentrer préférentiellement sur un minéral différent, ce qui se traduit par un étalement des points, de la droite vers la gauche, dans l'ordre ; Gr1 - Gr4 - Gr2 - Gr3.

La pénécemporanéité de cristallisation d'une inclusion et de son minéral hôte étant très largement admise. Considérant l'ordre de cris-

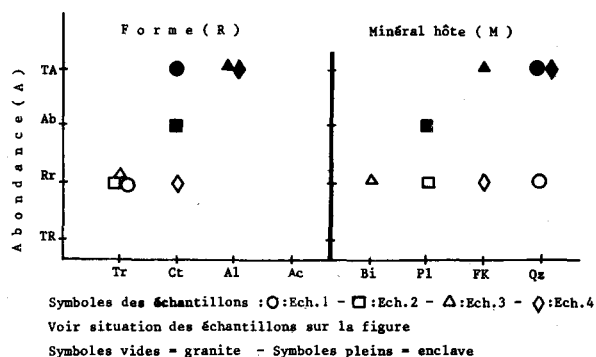


Figure 5 : Diagramme A f(F,M) représentant les populations d'apatites de Tabouchennt par leur classes dominantes.

tallisation établi pour les granitoïdes de Tabouchennt (tab. I) et les taux de concentration des cristaux d'apatite dans les différentes phases minérales (fig. 5), les travaux de RYERSON et HESS (1980) *in* DIDIER & BARBARIN (1988), établissant la relation entre le stade de cristallisation de l'apatite et la saturation du milieu en silice, indiquent que les quatre faciès granitiques de Tabouchennt seraient cristallisés sous des conditions de saturation en  $\text{SiO}_2$  croissante dans l'ordre suivant : Gr1 - Gr4 - Gr2 - Gr3.

Une telle évolution fait penser à une différenciation magmatique. Les observations pétrographiques confortent cette tendance qui se marque par une baisse de la concentration en biotite et par une réduction de la teneur en anorthite des plagioclases.

### Les enclaves

Sur le même diagramme (fig. 5) l'examen des enclaves montre qu'elles sont caractérisées par des apatites allongées à courtes. Ces enclaves seraient cristallisées à la suite d'un refroidissement plus rapide que la majorité des faciès granitiques.

Le tableau I montre que les enclaves En3 et En4 se caractérisent par une grande taille et un grain très fin. Par contre les enclaves En1 et En2 présentent une taille plus petite et un grain plus grossier. Ces caractères pétrographiques sont en relation avec le mode de gisement des

deux couples d'enclaves. En effet les enclaves de grande taille seraient formées à un niveau relativement plus bas de la chambre magmatique par rapport aux enclaves de petite taille. Ces deux couples d'enclaves représentent ainsi deux générations bien distinctes par leurs caractères pétrographiques. Leur coexistence au sein d'un même gisement pourrait s'expliquer par une rehomogénéisation de la chambre magmatique.

L'examen des minéraux hôtes des apatites montre que les enclaves En1 et En4 auraient cristallisé en milieu relativement plus pauvre en  $\text{SiO}_2$  que celui des enclaves En3 et En2. Ceci paraît contradictoire avec les données pétrographiques et serait dû à des modifications du chimisme initial des enclaves sous l'effet d'interaction entre le magma granitique et les enclaves de différentes tailles entrainées par ce dernier.

Ainsi les résultats de RYERSON et HESS (*op. cit.*) ne s'appliquent pas aux enclaves basiques contenues dans les granitoïdes.

Toutefois, pour ces enclaves comme pour les granitoïdes, une concordance apparaît entre les informations apportées par l'étude des apatites, les observations pétrographiques de terrain et l'analyse microscopique.

## CONCLUSIONS GENERALES

L'étude de la forme et de l'abondance des cristaux d'apatite permet d'apporter un complément d'information, très précieux, à l'étude pétrographique des différents faciès granitiques et de leurs enclaves basiques.

La forme, l'abondance et la répartition des apatites dans les différents minéraux hôtes permettent de nous renseigner, par exemple, sur le mode de refroidissement et sur le chimisme du milieu de cristallisation des différents termes pétrographiques.

De telles considérations pétrologiques aident à mieux cerner l'évolution spatio-temporelle d'un massif granitique et à orienter efficacement son étude géochimique.

## REFERENCES

- ARGIOLAS R. (1978) - *Morphologie des cristaux d'apatite : influence des conditions expérimentales et implications sur la pétrogenèse*. Thèse 3ème cycle, Nice, 112p.
- CHEMSSEDDOUHA A. (1986) . - *Cisaillement ductile et granites syntectoniques dans les Jébillet centrales : l'exemple du pluton hercynien des Oulad-Ouaslami (massif des Jébillet, méséta sud-marocaine)*. Thèse 3ème cycle, Rennes, 155p.
- DIDIER J. (1964). - Etude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif Central Français. *Ann. Fac. Sci., Univ. Clermont-Ferrand*, 23, 244p.
- DIDIER J. et BARBARIN B. (1988). - Morphologie de l'apatite dans les roches felsiques et mafiques associées dans les plutons granitiques. *12ème R.S.T.*, Lille, p.47.
- HUVELIN P. (1977). - *Etude géologique et géochimique du massif hercynien des Jébillet (Maroc)*. Thèse, Nancy, 1975 in *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, 1977, 232 bis, 308p.
- MRINI Z. (1985). - *Age et origine des granitoïdes hercyniens du Maroc : apport de la géochronologie et de la géochimie isotopique (Sr, Nd, Pb)*. Thèse d'Université, Clermont-Ferrand, 156 p.
- ROSE F. (1987). - *Les types granitiques du Maroc*. Thèse d'Université, Paris VI, 381p.
- SAQUAQUE A. (1985). - *Déformation et mise en place d'un pluton granitique syncinématique : l'exemple du granite hercynien du Bramram-Tabouchennit-Bamega (Jébillet centrales, Maroc)*. Thèse 3ème cycle, Marrakech, 144p.
- STRECKEISEN A.L. (1973). - Plutonic rocks, classification and nomenclature. *Geotimes*, 18, 10, 26-30.
- WILLIE P.J., COX K.G. and BIGGAR G. (1962). - The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks. *Jour. of petrology*, vol.3, part. 2, 238-243.

**Adresses des auteurs :**

Iz-Eddine EL AMRANI EL HASSANI :

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

Az El Arab EL MOURAOUAH :

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