

# LES FELDSPATHS LOURDS ACCOMPAGNANT LES MINÉRALISATIONS POLYMÉTALLIQUES MÉTAMORPHISÉES DU SUD-EST DE TAHER. MASSIF DE PETITE KABYLIE, JIJEL, ALGÉRIE.

Abdelhafid AFALFIZ\* et Omar KOLLI\*

## RÉSUMÉ

Des compositions minéralogiques riches en baryum, structurées en lits centimétriques massifs sont signalées dans les métacarbonates du socle métamorphique des zones internes de la Petite Kabylie (Jijel, Algérie). Ces occurrences se sont développées en association avec des carbonates (Ca, Mg, Fe), de l'actinote/trémolite et plus rarement du grenat (60% almandin). Les associations minérales de (Ba,K), comprenant essentiellement le celsian mais aussi l'hyalophane et le Ba-phlogopite, sont interstratifiées avec des lits à sulfures et parfois à magnétite/pyrrhotite. Elles sont aussi présentes en de rares disséminations au sein de minces niveaux décimétriques, siliceux ou carbonatés riches en barytine

La composition des feldspaths de (Ba,K), qui comprennent celsian, hyalophane et feldspath potassique, varie de 1.3 à 98.4% de  $BaAl_2Si_2O_8$  (base molaire) avec, cependant, deux discontinuités à 8–14 et à 40–92%. Des restes probables de cymrite ou de néoformation associées, contiennent entre 1.3 et 3% de  $KAlSi_3O_8$  en solution solide. Les reliquats de celsian possèdent une teneur semblable, entre 1.2 et 2.8% de  $(KAlSi_3O_8)$ .

Les feldspaths riches en (Ba) auraient été déposés soit comme phase hydrothermale (carbonatation, albitisation et silicification) survenue sur un substrat basique (plagioclases et ferromagnésiens), soit en remplacement d'un gel barito-silicaté au cours d'un événement d'origine métamorphique. L'étude paragénétique des faciès métamorphiques proches des horizons minéralisés indique des conditions d'apparition de la biotite ( $T^\circ$  : 400-450°C et  $P$  : 2 – 2.5 kbars). Ces conditions se rapprochent assez bien du champ de stabilité du celsian qui serait dérivé par transformation du silicate hydraté le plus proche qu'est la cymrite et ce, selon la réaction : cymrite = celsian +  $H_2O$ . La non présence de la cymrite dans l'assemblage minéral étudié, témoigne du dépassement des conditions d'équilibre de la même réaction ( $T^\circ$  : 350°-375°C et  $P$  : 1.5 kbars).

**Mots-clés** - (Ba, K)-feldspaths - Celsian - Hyalophane - Cymrite - Minerai métamorphisé - Gisement polymétallique - Activité hydrothermale - métamorphisme - Jijel - Algérie.

---

\* Département de Géologie, FSTGAT – USTHB, BP.32, El-Alia - 16119, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.  
E-Mail : aalfaliz@hotmail.com.

- *Manuscrit déposé le 03 Octobre 2010, accepté après révision le 09 Décembre 2010.*

## THE HEAVY (BA, K) FELDSPARS ASSOCIATED WITH METAMORPHOSED POLYMETALLIC ORE DEPOSIT IN THE SOUTH-EASTERN TAHER AREA LITTLE KABYLIA MASSIF, JIJEL, ALGERIA

### ABSTRACT

(Ba,K)-feldspars occur with Ba-biotite as thin layers of massive fine-grained celsian interbedded with magnetite, (Fe,Mg) carbonates, amphiboles, and barite, or disseminated in the thin-bedded sulfides-bearing siliceous and carbonate beds ranging in thickness from 0.15 to 0.40 m in the two metamorphosed polymetallic deposits in SE Jijel region of NW Algeria. The (Ba,K)-feldspars, which include celsian, hyalophane, Ba-biotite, plagioclase and K-feldspar, vary from 1.3 to 98.1 mole %  $BaAl_2Si_2O_8$ , but exhibit two discontinuities, at 8–14 and 40–93 mol.%. The probable associated cymrite shows 1.3–3 mol.%  $KAlSi_3O_8$  in solid solution. Relict celsian has a similar K content, 1.2–2.8 mol.%  $KAlSi_3O_8$ . The Ba-rich feldspars may have been deposited as an authigenic hydrated phase, transformed during a later diagenetic and metamorphic event.

Cymrite and celsian were probably formed under low-grade dynamothermal metamorphism that affected ante-Hercynian sedex polymetallic deposits of Jijel. Meanwhile, the paragenetic study of the metamorphic facies, just behind the mineralized horizons, indicates biotite apparition conditions ( $T^\circ$ : 400-450°C and  $P$ : 2 - 2.5 kbars). Also, in addition to this last result, the absence of cymrite which has a stability field characterized by a low- $P$  (<1.5 kbars) – low- $T$  (<370°C), confirm that the  $P/T$  of Ba-feldspars assemblage had largely exceeded 400°C taking into consideration the total transformation of cymrite in celsian as following reaction :  $cymrite \leftrightarrow celsian + H_2O$ .

**Keywords** - (Ba,K)-feldspars - Celsian - Hyalophane - Cymrite - Metamorphic ore - Polymetallic ore deposit - Hydrothermal activity - Metamorphism - Jijel - Algeria.

### INTRODUCTION

Les gisements polymétalliques métamorphosés du domaine interne de Petite Kabylie (NE algérien), sont portés par des métacarbonates de l'unité moyenne du socle cristallophyllien de Petite Kabylie, affleurant au SE de Jijel (fig.1).

Deux districts miniers sont définis (fig.2):

- au nord : un premier district s'étalant entre le secteur d'Azaraz et celui de Boumlih encore plus au nord (fig.2 : indices 1,2,3);
- au sud : un deuxième district qui s'étale depuis l'oued Tiri, jusqu'à l'oued El-Kouba en

passant par le secteur d'Achab (fig.2 : indices 4,5,6).

L'association minérale riche en Baryum (Ba, K)-feldspaths étudiée, a été découverte et mise en évidence aussi bien au nord qu'au sud. Elle se présente sous forme de minces lits au sein d'horizons d'amphibolite, ou bien en intercalation avec des marbres, schistes à grenat et calc-schiste ou encore en gros cristaux disséminés dans des lits carbonatés à magnétite. Ces feldspaths lourds sont aussi présents en niveaux décimétriques constituant par endroit de véritables celsianites. Cette accumulation particulière se localise essentiellement à la base des corps minéralisés du type sedex exhalatif

LES FELDSPATHS LOURDS ACCOMPAGNANT LES MINÉRALISATIONS POLYMÉTALLIQUES MÉTAMORPHISÉES DU SUD-EST DE TAHER. MASSIF DE PETITE KABYLIE, JIJEL , ALGÉRIE

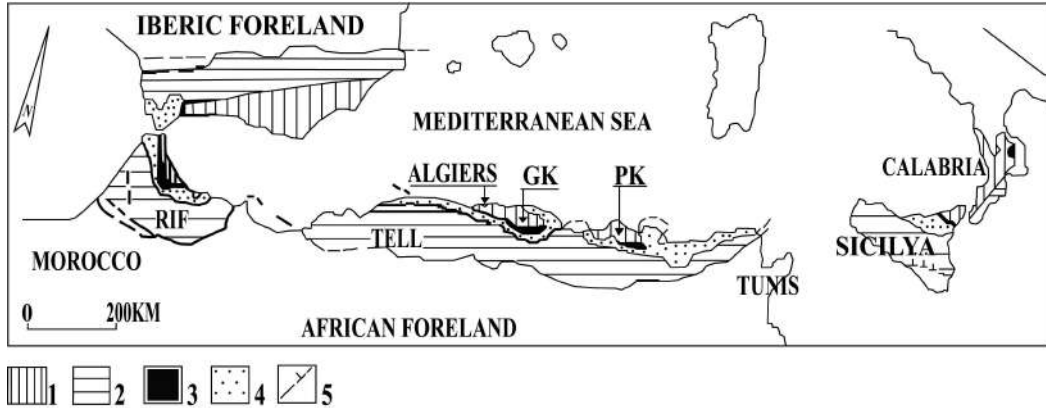


Fig.1 - Place du massif métamorphique de Petite Kabylie dans la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (Durand Delga, 1969)

**Place of the metamorphic Petite Kabylie block in the Alpine Chain of the Western Mediterranean area (Durand Delga, 1969)**

1- zones internes (*internal zones*); 2- zones externes bétiques, Maghrébides, appenniniques et siculo-calabraises (*Betic, Maghrébides, appenninic and sicilian external zones*); 3-chaîne carbonatée mésozoïque (*mesozoic carbonate chain*); 4- flyschs et leur substratum (*flyschs and their substratum*); 5- accidents au front des différentes nappes alpines (*faults at the front of the different alpine thrust plane*).

hydrothermal de la région sud-est de Jijel (Afaliz, 1990).

L'objectif de la présente étude est de montrer les caractères minéralogiques, texturales et géochimiques des associations silicatées riches en baryum et ce, dans le but de contribuer à établir leur genèse probable en tenant compte des aspects métallogéniques des minéralisations à Fe, Pb, Zn, Ba de la zone d'Azaraz – Boumlih-Achab.

## I. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

### a. les feldspaths lourds

Celsian ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ), hyallophane (K,Ba)  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  et cymrite sont des phases minérales typiquement associées à des roches sédimentaires silico-carbonatées à intercalation de roches magmatiques hydrothermalisées (Bjorlykke et Griffin, 1973; Jakobsen, 1990) et de

gisement à Pb, Zn, Fe, Ba de nature stratiforme synsédimentaire (Sandrea et Froehlich, 1973; Pouit et Bois, 1986; Chabu et Boulègue, 1992; Devaraju et al., 1999). Aussi, bon nombre de feldspaths à baryum sont étroitement associés aux phénomènes hydrothermaux exhalatifs, générateurs de gisements polymétalliques synsédimentaires qui sont, dans la majorité des cas, déformés et métamorphisés.

En général, l'hyallophane de structure triclinique, apparaît au sein de la solution solide du type binaire entre le pôle potassique ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) et le pôle Celsian ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) avec couramment, des discontinuités géochimiques au sein de la série.

La présence de formes hydratées de silicates à baryum, connue sous le nom de cymrite ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), est interprétée par un bon nombre d'auteurs comme étant un témoin d'une phase de basse température qui serait

assez stable sous conditions de métamorphisme régional de bas degré ou alors de dépôt hydrothermal synsédimentaire (Straus et *al.*, 1975; Fortey et Beddoe Stephens, 1982; Jakobsen, 1990). La phase anhydre, représentée surtout par le celsian de structure monoclinique, dériverait de la déshydratation de la cymrite au cours d'une évolution prograde selon la réaction : cymrite ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) = Celsian ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) +  $n\text{H}_2\text{O}$ .

### **b. Cadre géologique des districts minéralisés du sud-est de Taher**

Les corps polymétalliques à minéraux silicatés de Baryum (Boumlih, Azaraz, Tiri, Achab), sont situés dans la partie occidentale du massif cristallophyllien de Petite Kabylie (fig.2). Aussi bien les corps minéralisés que leur formation (encaissant immédiat), ont été affectés par deux principales phases de déformations anciennes et une troisième nettement plus récente. Par ailleurs, deux métamorphismes sont définis dans le massif de Petite Kabylie dont le plus évident serait d'âge hercynien (Bouillin, 1978 et Peucat et *al.*, 1996).

L'analyse pétrologique des parties profondes du socle kabyle, tirée des travaux de Y. Mahdjoub (1991) sur le massif de Petite Kabylie, montre en effet, la présence de deux paragenèses distinctes: une première (M1) de basse pression (4 à 6 kb) et de haute température (700-725°C) et une deuxième phase (M2) plus récente, de haute pression (9-12 kb) et de moyenne à haute température (550-630°C).

Une première déformation (D1) de cinématique E-W, synchrone du métamorphisme (M1) auquel une mise en place de granites, datés à (280-270 Ma) se trouve associée. Une deuxième déformation (D2), superposée à (D1), synchrone du métamorphisme (M2) et s'exprimant essentiellement par des chevauchements à vergence NW. Cet événement serait d'âge crétacé-éocène.

Les phases finales de structuration des massifs kabyles se retracent à travers des déformations ductiles de basse température : des mouvements tangentiels vers l'est d'âge éocène-oligocène qui accommode une déformation transcurrente dextre compatible avec une contrainte NW. Au Miocène inférieur, cette contrainte se réoriente vers une direction sub-méridienne (NNW à NS), occasionnant des déplacements vers le sud. Enfin, à partir du Burdigalien, un magmatisme (post-nappes), à caractère calcalcalin, prend place et à partir duquel va se développer un fort hydrothermalisme minéralisateur (Aïssa, 1996; Marignac, 1985; Benali, 2007; Graïne, 1997).

Les traces d'une histoire plus ancienne (antéhercynienne) au sein des massifs kabyles ont été également retrouvées : il s'agit de la datation (U-Pb sur zircon) réalisée sur des granites orthogneisifiés (Drareni 1988, 1989 *in* : Mahdjoub, 1991), donnant l'âge d'une granitisation à  $455 \pm 4$  Ma.

### **c. Géologie des corps minéralisés**

Les corps minéralisés pris en considération dans cette étude, sont portés par l'unité mica-schisteuse à marbre qui affleure dans la région du sud-est de Jijel. Les différentes roches composant cette assise sont principalement de bas en haut (fig.3, partie centrale):

- des graphito-schistes riches en pyrite/pyrrhotite;
- des marbres à magnétite à interlits d'amphibolites à pyrrhotite/magnétite;
- des calcschistes à sulfures/barytine;
- des micaschistes à grenat à interlits de quartzite;
- des cipolins riches en pyrite à interlits de calcschistes à actinote.

LES FELDSPATHS LOURDS ACCOMPAGNANT LES MINÉRALISATIONS POLYMÉTALLIQUES MÉTAMORPHISÉES DU SUD-EST DE TAHER. MASSIF DE PETITE KABYLIE, JIJEL, ALGÉRIE

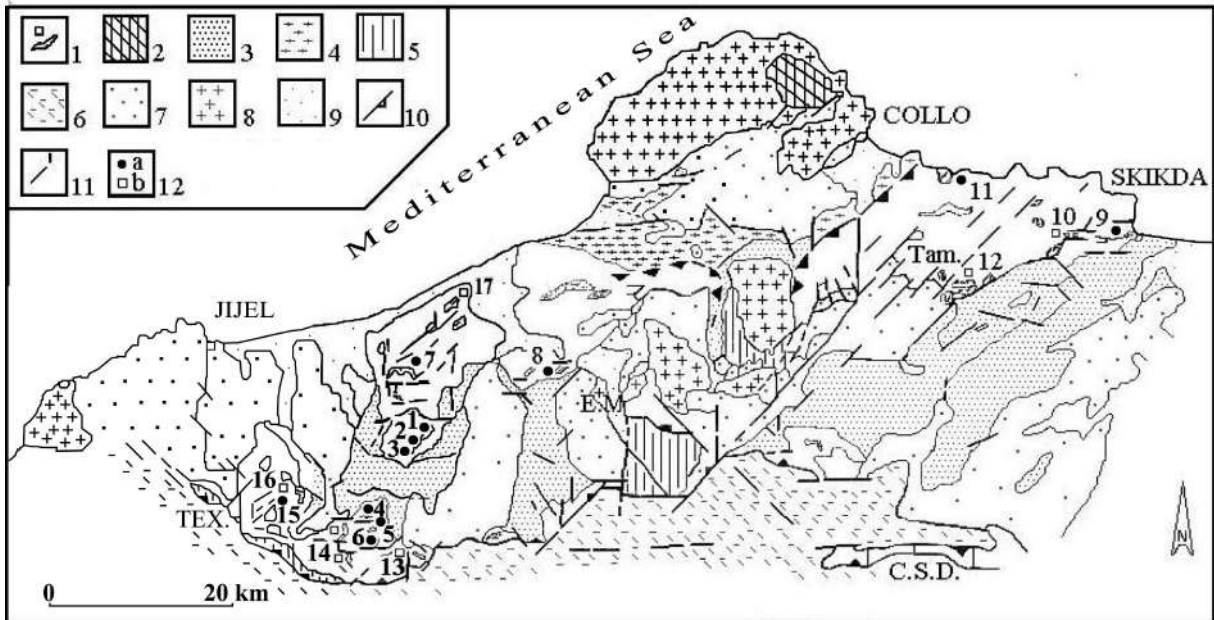


Fig.2 - Carte géologique du massif de Petite Kabylie (d'après Durand Delga, 1955; Bouillin, 1977; Mahdjoub, 1991; modifiée) et localisation des indices minéralisés étudiés

**Geological sketch of the Little Kabylia block (according to Durand Delga, 1955; Bouillin, 1977; Mahdjoub, 1991; modified) and location of the studied rich polymetallic outcrops.**

1 et 2 - sous bassement gneissique (*gneissic basement*); 3 - complexe schisteux et formations paléozoïques (*schistose complex and presumed Palaeozoic formations*); 4 - l'unité tectonique métapélitique à disthène (*kyanite metapelite thrust plane*); 5 - formations mésozoïques engagées sous le massif de Petite Kabylie (*Mesozoic formation under the Little Kabylia Block*); 6 - nappes de flyschs cénozoïques (*Cainozoic sedimentary flysch sheets*); 7 - formations oligo-miocènes (*Oligo-Miocene formations*); 8 - roches magmatiques tertiaires (*Tertiary magmatic rocks*); 9 - formations plio-quadernaires (*Plio-Quaternary formations*); 10 - accidents plats de nappes cristallines (*overthrust faults*); 11 - accidents tectoniques (*faults*); 12 - formation des alternances avec les principaux points minéralisés (*formation of alternations with mineralized outcrops*) (• a<sub>1-9, 11</sub> - indices richement minéralisés; □ b<sub>10, 12-17</sub> - indices à minéralisation disséminée (a<sub>1-9, 11</sub> - *rich polymetallic lenses*; b<sub>10, 12-17</sub> - *disseminated mineralisations*)).

Cette assise se trouve insérée au sein de la formation de base de l'ensemble schisteux du complexe métamorphique du socle de Petite Kabylie (fig. 3). Cette position de la formation minéralisée au sein de l'encaissant métamorphique a été déjà montrée, dans un travail précédent (Aalfiz et al., 1998, fig.3), à travers une coupe géologique, levée depuis l'affleurement minéralisé le plus au nord (Boumlih) jusqu'à celui d'El kouba, le plus au sud.

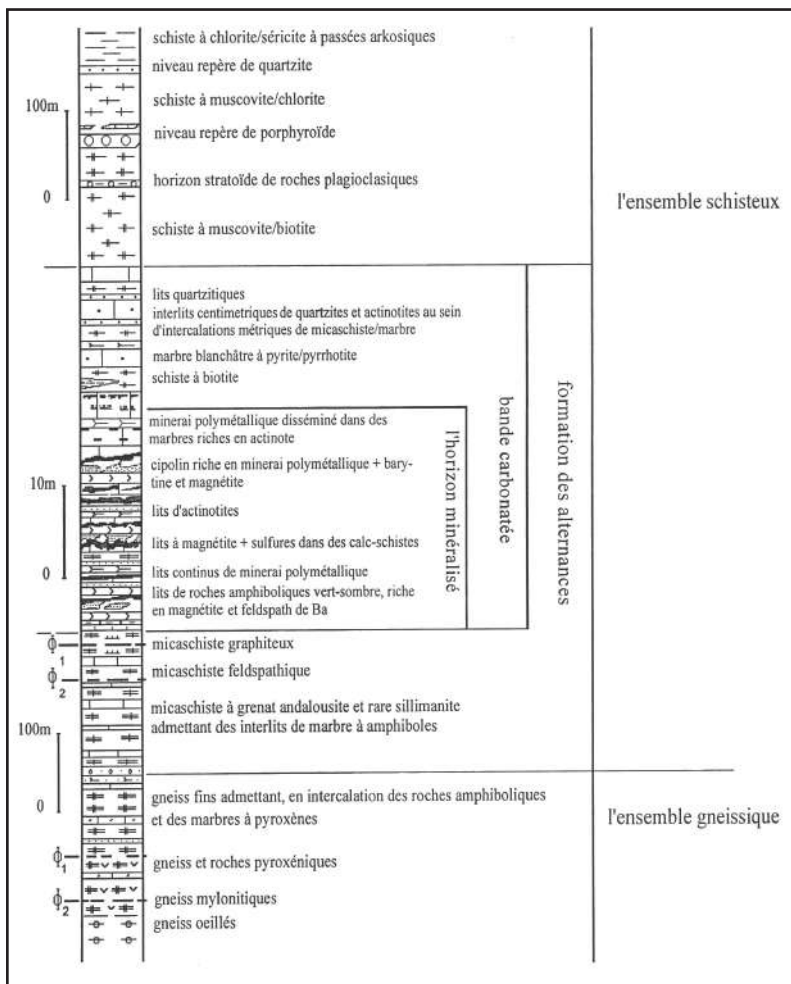
Les principaux caractères des corps minéralisés montrent des effets quasi-similaires en ter-

me de déformation – recristallisation métamorphique que ceux observés et relevés sur l'encaissant des minéralisations. Ces principaux caractères sont les suivants :

- Les corps minéralisés sont distribués spatialement suivant une aire allongée selon une direction subméridienne avec, à sa partie nord, un décalage vers l'est (fig.2) qui semble correspondre à l'effet du fonctionnement à l'Eocène supérieur du décrochement dextre E-W, bien connu dans le Tell algérien (Belhaï et al., 1990).

- Les corps minéralisés structurés en lentilles d'une dizaine de mètres d'épaisseur, s'amincissent à l'est comme à l'ouest et ce, depuis l'axe subméridien (Boumlih - Azaraz - Tiri - Achab : fig.2 – indices 1,2,3,4,5,6).
- L'amincissement vers l'est et vers l'ouest s'exprime par la diminution de l'épaisseur des corps minéralisés pour ne laisser place qu'à de simples disséminations de sulfures de fer ou d'hématite ou alors, des nodules centimétriques à décimétriques, entièrement isolés dans les lits métacarbonatés. Ces nodules de forme elliptique, très riches en pyrite / pyrrhotite seraient un des témoins les plus distaux de la minéralisation par rapport à la zone axiale sub-méridienne (Boumlih - Azaraz - Achab).

- La formation de métacarbonates et roches associées qui constituent l'encaissant des corps minéralisés montre dans le détail une lithologie très variée. En effet, cet encaissant qui débute par une base graphito-schisteuse riche en sulfure de fer, se poursuit immédiatement par des marbres à interlits de roches amphiboliques qui servent de support à l'association minérale prédominante (celsian/magnétite/pyrrhotite). Ces marbres évoluent rapidement vers des lits à calcschiste qui sont plutôt porteur de minéralisation sulfurée (sphalérite /galène).
- Des schistes à amphibole/grenat riche en celsian s'y intercalent également. Ces niveaux évoluent couramment vers de minces horizons fortement siliceux à celsian blindé de quartz et

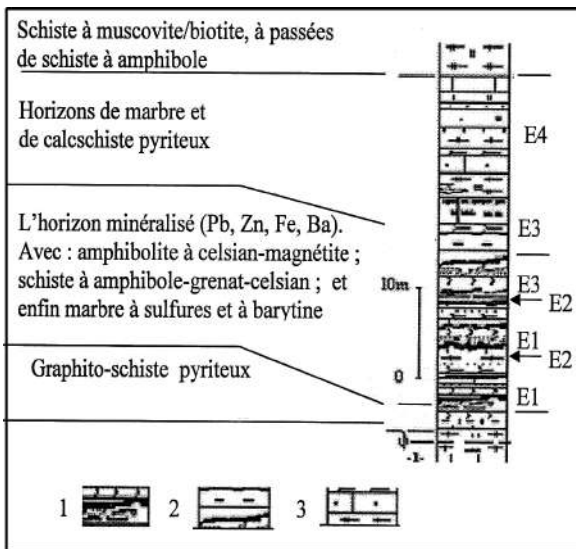


**Fig.3-** Ordre de superposition des grands ensembles métamorphiques et position de la formation porteuse des minéralisations dans le complexe métamorphique du sud-est de Taher (partie occidentale de Petite Kabylie). Φ : mylonite; Φ 1-2 : contact cataclastique.

**Superposition order of the great metamorphic units and position of the formation bearing the mineralizations in the metamorphic complex of the South-E ast of Taher (Western part of little Kabylia). Φ : schear zone; Φ 1-2 : cataclastic contact.**

sulfures massifs (sphalérite/galène/freibergite). Cette structuration peut se répéter plusieurs fois pour enfin évoluer vers le sommet du corps minéralisé à des intercalations de cipolin à hématite et de calcschiste à sulfures et sulfates, ou prédominant pyrite, pyrrhotite, galène, blende et barytine).

- Tenant compte des données géochimiques issues de l'analyse des principaux faciès présents dans l'enveloppe des corps minéralisés (Aalfiz, 1990), cette formation de métacarbonates serait l'équivalent d'un dépôt de bassin tectoniquement instable pour avoir pu passer aussi rapidement d'un milieu de départ sous des conditions réductrices de confinement (schiste graphiteux pyriteux) vers un milieu ouvert à dépôt de plateforme carbonatée et hydrothermalisme associé.



**Fig. 4** - Détails de l'évolution de l'horizon minéralisé depuis les paragenèses oxydes-silicates à la base (E1) puis les sulfures avec de rares sulfates (E2) et enfin des métacarbonates - sulfates au sommet (E3) pour se terminer avec des métacarbonates pyriteux (E4).

**Detailed ore body section evolution from oxydes-silicates on the basis (E1), then sulphides with rare sulfates (E2), carbonates-sulfates on the top (E3) and finally, pyritous carbonates.**

- L'étude chimique des roches amphiboliques associées montre qu'il s'agirait de faciès d'origine magmatique de nature basique, accompagné par moments de niveaux d'origine mixte (volcano-sédimentaire) (Aalfiz, 1990 et 2004).

- Les lits siliceux à celsian silicifié, adjacents au faciès schisteux à grenat-biotite-amphibole-celsian, témoignent clairement du fort hydrothermalisme (silicification) qui aurait pris place juste après le dépôt de l'association (Fe-Mg) carbonates-magnétite-celsian-amphibole-pyrrhotite.

- L'évolution des corps minéralisés depuis la base et jusqu'au sommet dans une enveloppe de roches à lithologie très variée, nous renseigne clairement sur un type d'accumulation de bassin très instable tectoniquement qui s'apparente à des dépôts mixtes, dominés largement par des décharges hydrothermales.

- Les dépôts minéralisés du sud-est de Taher, dont une étude antérieure a permis de les ranger parmi le type hydrothermal exhalatif synsédimentaire (Aalfiz, 1990 et 1991), constituent sur l'ensemble de l'Afrique du Nord, un cas unique de minéralisation à feldspaths lourds de nature polymétallique, déformée et métamorphisée.

Ainsi, un volcanisme dont la mise en place serait contemporaine de l'ouverture du bassin est tout à fait vraisemblable. La lithologie très variée de la formation encaissante : indice de tectonique synsédimentaire très active, la carbonatation des roches amphiboliques et la silicification des feldspaths à baryum, paraissent indiquer que des apports d'origine endogène ont été acheminés vers le fond du bassin par le biais de remontées, source de décharges hydrothermales à travers les accidents synsédimentaires qui, par moments, auraient permis l'arrivée même de roches magmatiques basiques dont, en partie, les interlits d'amphibolites à magnétite en seraient les témoins.

## II. MÉTHODE D'ÉTUDE

Les échantillons pris en compte dans cette étude, proviennent des différents horizons stratiformes silico-carbonatés minéralisés, atteignant les principaux faciès depuis la base et jusqu'au sommet des corps minéralisés (fig. 4). Les différentes roches porteuses des phases minérales silicatées riches en baryum ont été étudiées à la loupe binoculaire, au microscope (M.P.), au microscope électronique à balayage (MEB) et à la diffraction aux rayons-X (XRD). Les analyses de phases à la sonde électronique ont été obtenues à l'aide de la sonde camebax SX-50 instrument (Clermont Ferrand et Nancy, France), sous les conditions d'analyses suivantes : 15 kv de tension; 15nA d'intensité; 10s de temps de comptage.

## III. LES PHASES MINÉRALES SILICATÉES RICHES EN BARYUM : (LES FELDSPATHS LOURDS)

### a. Pétrographie des roches porteuses

Les observations microscopiques, faites sur les échantillons riches en feldspaths de baryum, montrent la présence de ces derniers sous la texture massive, nodulaire ou alors disséminée au sein des principales associations suivantes :

- hornblende / dolomite / calcite / Ba-feldspath/ pyrrhotite / magnétite;
- actinote / trémolite / calcite / Ba-feldspath / pyrrhotite;
- actinote/trémolite /Ba-feldspath/ phlogopite/ grenat / quartz;
- quartz / Ba-feldspath / biotite-muscovite;
- amphibole / calcite / Ba-feldspath / quartz / apatite / sulfures (Pb,Zn);
- calcite / dolomite / Ba-feldspath / magnétite.

Les feldspaths lourds étudiés, se présentent en porphyroblastes uniformes d'une centaine de microns d'épaisseur et montrant quelque fois des macles polysynthétiques. Exceptionnellement, ces feldspaths peuvent se montrer aussi, en veines sécantes, très courtes, n'excédant pas le centimétrique d'extension.

Sous la texture massive, ces feldspaths lourds constituent par endroit de véritables celsianites qui s'organisent en lits centimétriques à décimétriques, en alternance avec de minces filets millimétriques d'actinote /calcite.

Sous la texture œillée, le Ba-feldspath se présente en nodule jusqu' à 2mm de diamètre dans des lits à Fe-Mg carbonates riche en magnétite, conférant à ce dernier faciès, une véritable texture œillée.

Sous la texture disséminée, les occurrences barifères sont généralement de taille réduite n'excédant pas la cinquantaine de microns. Elles se présentent en grains dispersés, parfois sous forme sigmoïdale et moulés par de l'actinote/trémolite. Elles constituent, avec la dolomite, l'amphibole et plus rarement le phlogopite, les principaux minéraux de faciès vert sombre à texture granoblastique.

En général, les occurrences barifères sont riches en inclusions solides dont principalement de la dolomite, du rutile, de l'ilménite, de l'actinote, de l'allanite, de l'apatite, de la calcite et de la monazite.

D'autres, structurées en veines, sont au contraire, homogènes et sans ou avec peu d'inclusions. La présence de ces dernières nous semble indiquer l'existence, fort probable, de plusieurs stades de mobilité du baryum au cours des événements tectoniques qui se sont succédés lors de la structuration des corps minéralisés du sud-est de Taher.



### b. La diffraction aux rayons-X

Dans le but de caractériser les phases minérales riches en Baryum par la méthode de diffraction aux rayons-X, nous avons d'abord procédé à la sélection des échantillons riches en ces phases pour ensuite les traiter, en les séparant des autres phases non barifères. L'analyse des fractions à la diffraction aux rayons-X a permis d'obtenir les résultats suivants :

Le traitement des données obtenues par diffraction par le biais d'un logiciel intégrant les fiches ASTM (Laboratoire de l'Ecole des Mines de St-Etienne), a donné les paramètres suivants:

$a = 8.643 (6) \text{ \AA}$ ;  $b = 13.055 (9) \text{ \AA}$ ;  $c = 7.211 (5) \text{ \AA}$ ;

$\beta = 115^{\circ}00'$ ;  $V = 737.472 (654) \text{ \AA}^3$ .

Ces paramètres cristallographiques sont ceux de la structure monoclinique du celsian.

### c. La minéralogie et chimie des feldspaths lourds

Du fait de la rareté dans le monde de ce type d'espèces minérales, peu de compositions chimiques ont été reportées dans la littérature. Dans cette étude, nous exposons sous forme de tableau (tabl. I et II) les données analytiques issues de l'étude à la sonde électronique des

**Fig.5** - Diagramme ternaire Cn (celsian) -Or (orthose) -Ab (albite) : composition des feldspaths à (Ba, k,  $\pm$  (Na,Ca))

**Composition of the (Ba,K)-feldspars: (a) in the samples studied and (b) from the literature, in terms of albite (Ab), orthoclase (Or) and celsian (Cn).**

**a)** Forme carrée (Hyalo-Or) et triangle plein (Cn-plagio) : Cette étude (*in the studied samples (full triangle and square shape)*)

**b)** Forme étoilée : données de la littérature (Devaraju et al., 1999; Jakobsen, 1990; Chabu et Boulègue, 1992; Coats et al., 1980 et 1984; M. Candelas Moro et al., 2001) (*From literature (studed shape), in terms of albite (Ab), Orthoclase (Or) and Celsian (Cn).*)

Ba-feldspaths des échantillons sélectionnés du sud – est de Taher. D'autres données tirées de la littérature sont aussi reportées sur la figure (4 et 5).

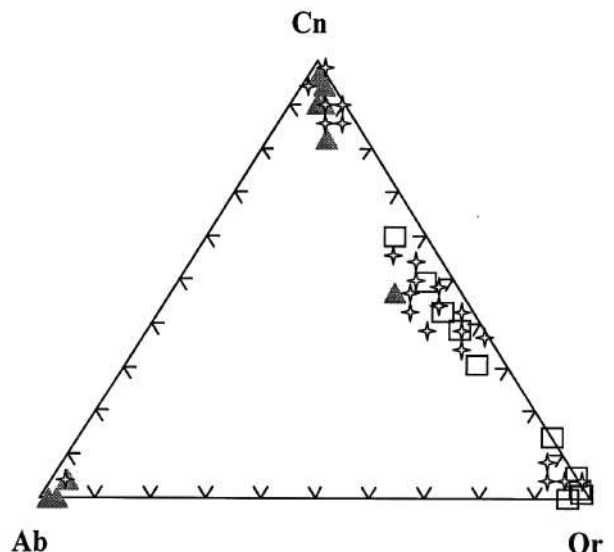
Dans un diagramme Cn-Or-Ab (fig.4), nous pouvons distinguer trois types de Ba-feldspaths :

- une première extrêmement riche en Ba correspondant au celsian (tabl. I et fig. 5) avec une composition de  $Cn_{98-94} Or_{1-4} Ab_{1-1,5}$ ;

- une deuxième espèce relativement riche en Ba et en K, Na ( $\pm$ Ca), (tabl. II) avec une composition moyenne correspondante à  $Cn_{93-80} Or_{4-14} Ab_{1,5-4,5} An_{0,1-0,3}$ ;

- une troisième espèce à teneur variable, restant moyennement riche en Ba et auquel le potassium se trouve associé (tabl. II), correspond globalement à la composition de l'hyalophane  $Cn_{14-50} Or_{40-86} Ab_{0,1-11}$ .

Les compositions chimiques obtenues aussi bien sur le celsian que sur l'hyalophane issues de l'analyse des échantillons du sud-est de Taher, correspondent parfaitement aux données reportées dans la littérature à savoir Deer et al. (1992) (fig. 5 et 6).



L'intégration de l'élément Ba dans les feldspaths, aboutissant à l'apparition de la composition très variable de l'hyalophane, se situe globalement dans une fourchette qui va de 05 à 30% moles en pôle celsian (Cn). Cette intégration est expliquée généralement par une substitution pri-

maire couplée entre Ba, Al et K, Si (Gay et Roy, 1968): Ba (Al)  $\leftrightarrow$  K (Si). L'intégration du Ba dans le cas du celsian est plutôt expliquée par la substitution couplée : Ba(Al)  $\leftrightarrow$  Ca(Si) dans des conditions de température nettement plus élevée.

**Tableau I** - Compositions des phases de celsian avec celles des plagioclases associés dans la minéralisation métamorphisée, Jijel, massif de Petite Kabylie

**Composition of celsian and associated plagioclases in metamorphosed polymetallic Deposit, Jijel, Little Kabylia Block**

N°Ech	Az1	Az2	Az3	Ab15	S2 44-Azs	Azs1	Azs2	Azs3	ad1-Azs4
Nbr, d'Anal.	n=2	n=2	n=3	n=4					
SiO <sub>2</sub> (%poids)	33,02	33,1	32,79	31,88	36,89	43,9	74,1	69	58,54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,65	26,79	26,93	26,89	25,15	35,3	18,95	21,1	26,32
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0	0,07	0,22				0,03
FeO	0,1	0	0	0,02	0,08	1,4			0,01
MnO	0	0	0	0	0,03				0
MgO	0	0	0	0	0,01				0,04
CaO	0,01	0,05	0,03	0,01	0,04	7,85	0,01	0,01	7,29
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0	0,02	0	0				0
NiO	0,03	0,03	0	0,07	0				0
Na <sub>2</sub> O	0,12	0,11	0,1	0,08	0,37	0,3	5,8	9,1	6,49
K <sub>2</sub> O	0,6	0,55	0,41	0,12	1,87	3,46	0,55	0,5	0,22
BaO	39,45	39,59	40,31	41,27	35,18	7,78	0,1	0,1	0,1
TOTAL	100,02	100,23	100,59	100,41	99,86	100	99,51	99,81	99,04
Formule Structurale (à base de 8 Oxygènes)									
Si apfu	2,04	2,04	2,03	2	2,2	2,12	3,16	2,99	2,63
Al	1,94	1,95	1,96	1,98	1,77	2,02	0,95	1,08	1,39
Fe	2,03	0	0	0	0	0,06	0	0	0
Ca	0	0	0	0	0	0,41	0	0	0,35
Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,48	0,77	0,57
K	0,05	0,04	0,03	0,01	0,14	0,21	0,03	0,03	0,01
Ba	0,96	0,96	0,98	1,01	0,82	0,15	0	0	0
Total	5,01	5,01	5,01	5,01	4,98	4,99	4,62	4,87	4,96
%An	0,07	0,32	0,19	0,06	0,26	51,1	0,09	0,06	37,71
%Ab	1,41	1,29	1,17	0,94	4,25	3,53	93,74	96,25	60,75
%Or	4,65	4,26	3,16	0,93	14,1	26,8	5,85	3,48	1,35
%Cn	93,88	94,13	95,47	98,07	81,39	18,5	0,33	0,21	0,19

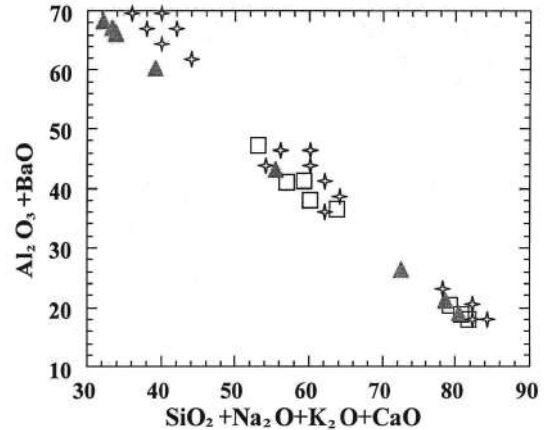
Analyses obtenues à la sonde électronique. Le fer total est exprimé en FeO. La formule structurale est exprimée en (atomes per formula unit).

LES FELDSPATHS LOURDS ACCOMPAGNANT LES MINÉRALISATIONS POLYMÉTALLIQUES MÉTAMORPHISÉES DU SUD-EST DE TAHER. MASSIF DE PETITE KABYLIE, JIJEL , ALGÉRIE

**Fig. 6 - Diagramme binaire**  
(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+BaO) – (SiO<sub>2</sub>+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O+CaO)

**BaO +Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> versus SiO<sub>2</sub> +K<sub>2</sub>O +Na<sub>2</sub>O + CaO (wt%) for celsian (Cn) and hyalophane (Hy):(a) from the (Ba,K)-feldspars studied and (b) from the literature.**

- a) Forme carrée (Hyalophane-Or) et triangle plein (Cn-Plagio) : Cette étude (**Full triangle and square shape**).
- b) Forme étoilée : données de la littérature (Devavajuru et al.,1999; Jakobsen, 1990; Chabu et Bou-lègue, 1992; Coats et al., 1980, 1984); M. C. Moro et al., 2001) (**Studed shape**).



**Tableau II -Compositions des phases de l'hyalophane avec celles des phases de feldspaths potassiques, minéralisation métamorphisée, Jijel, massif de Petite Kabylie**

**Composition of Hyalophane and K-Feldspar, metamorphosed mineralization Little Kabylia block.**

N°Ech.	hyalo-Azh1	Azh2	Azh3	Ams1	Ams2	Azfk1	Azfk2	Azfk3
SiO <sub>2</sub> (%poids)	45,98	50,22	53,53	44,39	46,38	64,1	64.71	65,1
TiO <sub>2</sub>	0	0	0			0,02	0.01	0
FeO	0,12	0,36	0,51	2,1	1,76	0,2	0.15	0
MnO	0	0	0			0,01	0.01	0,07
MgO	0,02	0,01	0			0,1	0.1	0
CaO	0,02	0	0	0,01	0,01	0,01	0.01	0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07	0	0					0
NiO	0	0,18	0,09					0
Na <sub>2</sub> O	1,1	1,01	1,37	0	0,01	0,09	0.08	0,4
K <sub>2</sub> O	6,03	8,09	9,01	12,5	13,82	15	16.01	16,31
BaO	24,33	19,73	15,48	6,6	2,47	1,3	0.71	0,12
TOTAL	100,51	101,21	100,91	99,9	100,01	100	99,91	99,88
Formule Structurale (à base de 8 Oxygènes)								
Si apfu	2,5	2,64	2,72	2,2	2,22	2,97	3	3,02
Al	1,46	1,32	1,25	2	2,01	1,04	0,99	0,98
Fe	0,01	0,02	0,02	0,09	0,07	0,01	0,01	0
Ca	0	0	0	0	0	0	0	0
Na	0,12	0,1	0,13	0	0	0,01	0,01	0,04
K	0,42	0,54	0,58	0,79	0,84	0,89	0,95	0,96
Ba	0,52	0,4	0,31	0,13	0,05	0,02	0,01	0
TOTAL	5,03	5,02	5,01	5,2	5,2	4,94	4,97	4,99
%An	0,13	0	0,01	0,06	0,03	0,05	0,05	0
%Ab	11,03	9,79	13,12	0,01	0,05	0,88	0,74	3,55
%Or	39,67	51,58	56,86	85,98	94,72	96,5	97,87	96,23
%Cn	49,16	38,63	30,01	13,95	5,2	2,57	1,33	0,22

Analyses obtenues à la sonde électronique. Le fer total est exprimé en FeO. La formule structurale est exprimée en (apfu).

**d. Aspects paragénetiques de l'assemblage minéral à feldspaths lourds**

L'étude de l'évolution paragénetique de l'encaissant amphibolique, roche principalement porteuse des feldspaths lourds dans le gisement polymétallique du sud-est de Taher, permet d'établir les observations suivantes :

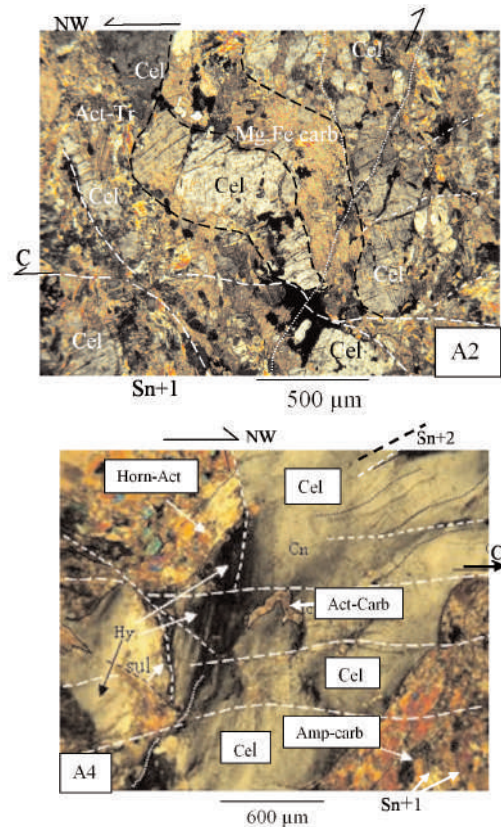
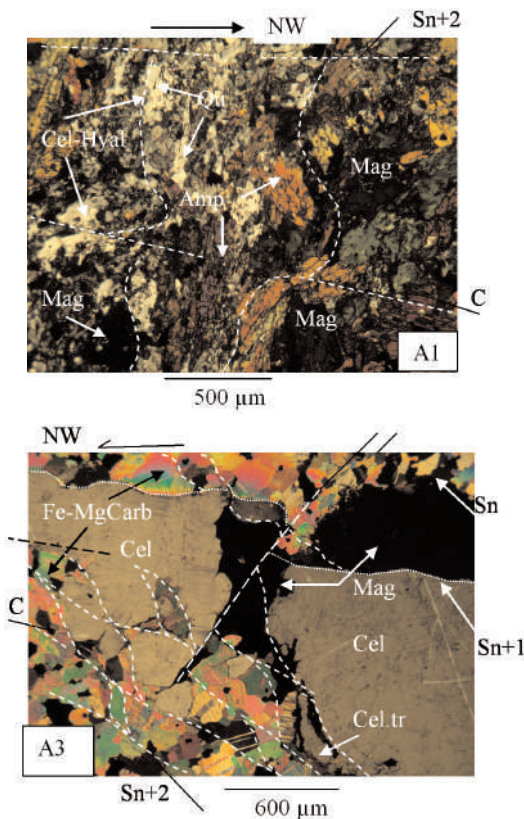
\* aussi bien le feldspath lourd ( type-celsian ) que l'hyalophane, sont clairement déformés et affectés par les deux surfaces (S1, S2) présentes dans l'assise des métacarbonates du socle de Petite Kabylie. Ils sont toujours moulés par de l'actinote/trémolite/biotite1 barifère et par de la biotite plus jeune (biot2) à laquelle s'associe du quartz;

\* les feldspaths lourds, structurés en lits au même titre que les autres minéraux de gangue qui les accompagnent, sont microplissés et parfois ployés en microlithons entre les bandes à biotite2 et quartz 2 qui matérialisent la deuxième schistosité (S2);

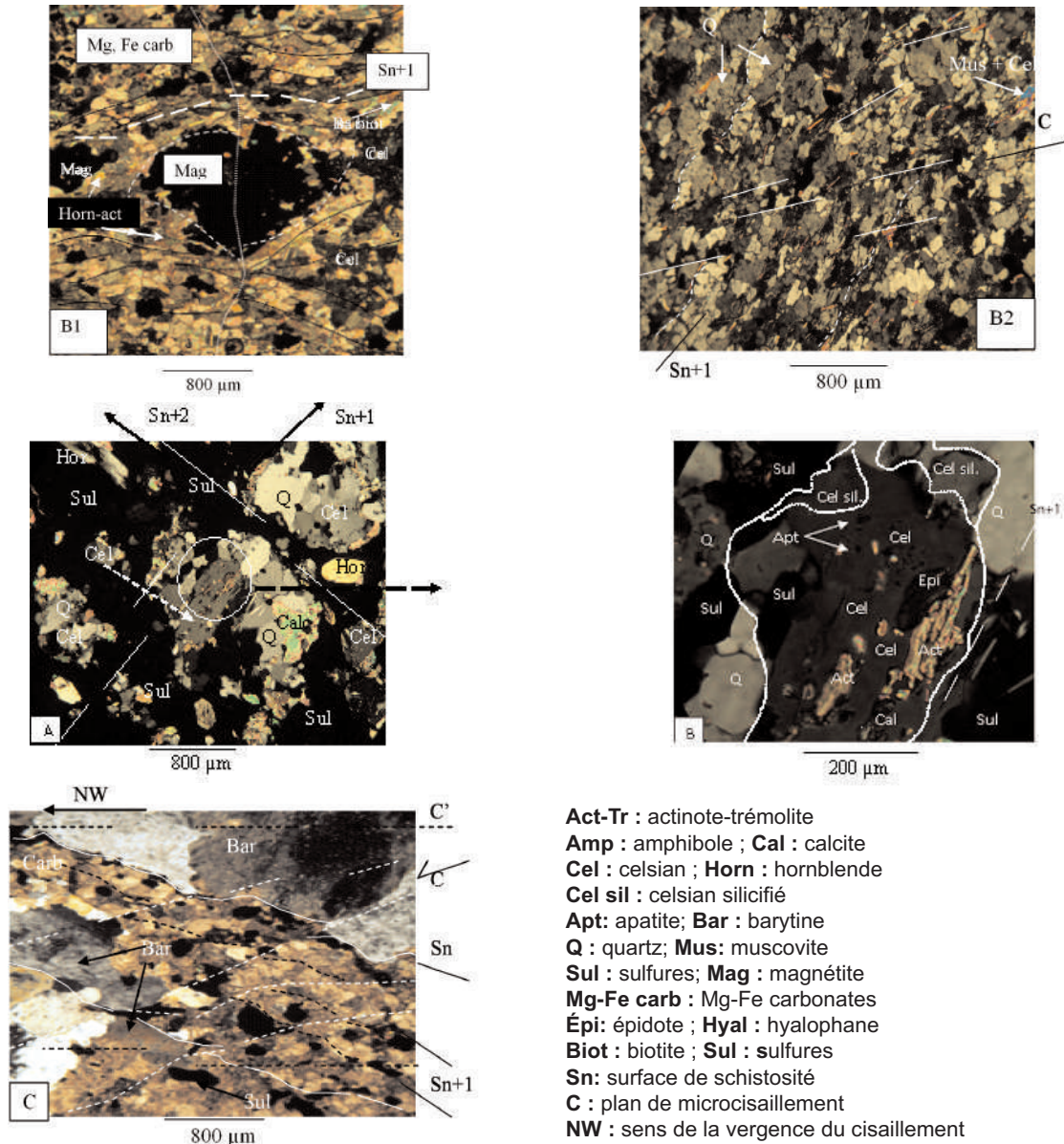
\* le feldspath (type-hyalophane) apparaît seulement en bordure du celsian présent dans des faciès ayant été affectés par un apport hydrothermal en silice et en potassium. Il montre un enrichissement progressif en potassium au détriment du Ba et ce, en direction de la bordure et vers le contact feldspath lourd/biotite1 (biot1);

\* Le celsian, moulé par l'actinote/trémolite, ne présente aucun zonage. Dans cette association qui se complète par des (Fe-Mg) carbonates, l'hyalophane est totalement absent;

\* La biotite1 (biot1), surtout, celle en inclusion dans les feldspaths lourds et dans la magnétite, est non seulement fortement barifère (jusqu'à 8% en BaO) mais aussi magnésienne (jusqu'à 12% en MgO). Au contraire, La biotite 2 (biot2) est généralement peu ou pas riche en (Ba) et très peu magnésienne.



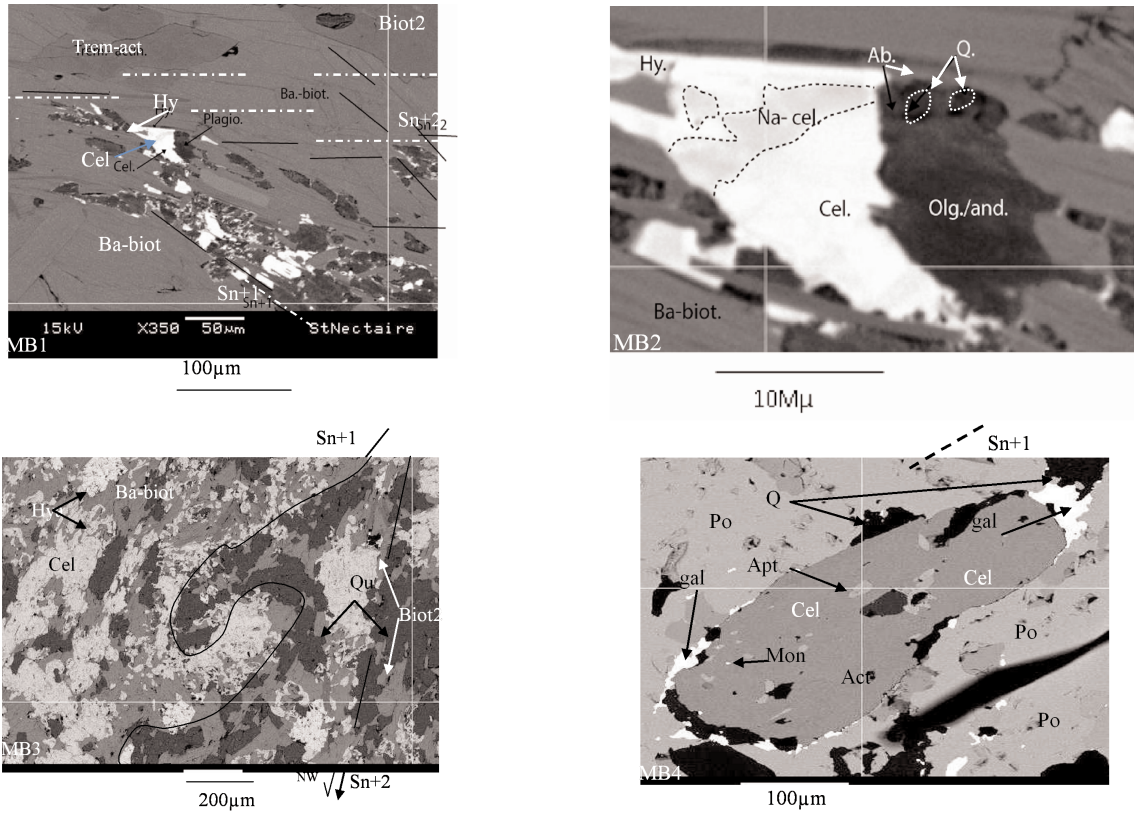
LES FELDSPATHS LOURDS ACCOMPAGNANT LES MINÉRALISATIONS POLYMÉTALLIQUES MÉTAMORPHISÉES DU SUD-EST DE TAHER. MASSIF DE PETITE KABYLIE, JIJEL, ALGÉRIE



**Fig. 7 -** Caractères pétrographiques (vues microscopiques – L.P.) des différents faciès porteurs des feldspaths lourds associés à la minéralisations polymétallique du sud-est de Taher

**Petrographic characters of different facies bearing the heavy feldspars associated with the polymetallic mineralization of the South-East of Taher**

**A1** : amphibolite (celsian+ magnétite+pyrrhotite (**amphibolite (celsian+ magnetite+pyrrhotite)**); **A2** : celsianite (celsian+actinote+calcite) (**celsianite (celsian+actinote+calcite)**); **A3** : texture oeilée, (porphyroblastes de celsian + magnétite au sein des Mg-Fe (carbonates) (**augen gneiss texture (porphyroblast of celsian + magnetite in Mg – Fe (carbonates)**)); **A4** : celsian rimé par de l'hyalophane (**celsian rhymed by hyalophane**); **B1** : magnétite et celsian montrant des bordures en hyalophane, l'ensemble moulé par du Ba-phlogopite et trémolite/actinote (**magnetite and celsian shows hyalophanic borders, the whole is moulded by Ba-phlogopite and tremolite/actinolite**); **B2** : faciès siliceux à muscovite et celsian silicifié (**siliceous facies with muscovite and silicified celsian**); **A, B** : celsian silicifié en bordure (**silicified celsian at borders**); **C** : faciès de métacarbonates à interlits de (barytine + sulfures) avec absence totale de feldspaths lourds (**facies of meta-carbonates at interbeds of barite with total absence of heavy feldspars**).



**Fig. 8** - Caractères minéralogiques des faciès porteurs des feldspaths lourds (images au microscope électronique à balayage).

***Mineralogic characters of the facies bearing the heavy feldspars (picture taken with scanning electronic microscope).***

**MB1** : assemblage, celsian-hyalophane- albite- K-feldspath (Cel, Hy, Plagio), étiré et moulé par de la Ba-biotite (***assembly celsian-hyalophane-albite – K- feldspar, stretched and moulded by Ba-biotite***); **MB2** : détail du zoning depuis le celsian (blanc) à l’hyalophane (blanc gris) à la biotite (en gris) et enfin au feldspaths (sombre- Ab, olg/and) (***detail of zoning from the celsian (white) to hyalophane (white grey) to Ba-biotite (grey) and finally to feldspar (dark)***); **MB3** : microplissements des lits à celsian (blanc) et des lits à Ba-biotite (gris) et quartz ((Qu) sombre) (***microfold of celsian beds (white) and beds of Ba-biotite (grey) and quartz (dark)***); **MB4** : porphyroblaste de celsian (Ce) entouré de quartz, pyrrhotite et galène (Q, Po, gal) et montrant des inclusions de diverses natures (actinote(Act), calcite, épidote, ilménite, apatite (Apt), sphène, monazite (Mon)) (***porphyroblast of celsian shows inclusion of various natures (actinolite, calcite, epidote, ilmenite, apatite, sphene, monazite)***).

Cet ensemble d'observations minéralogiques se rapportant à ces assemblages riches en feldspaths lourds, clairement métamorphisés ainsi que la pétrographie des roches porteuses dans l'horizon minéralisé, permet de proposer à titre d'hypothèse une succession paragénétique anté-métamorphique qui leur aurait été à l'origine :

- En premier lieu, un dépôt silicaté relativement basique est drainé par un fluide assez riche en CO<sub>2</sub>, en Fe et en Ba. En s'hydratant, une première altération hydrothermale (AT1) permettrait la formation de certaines associations, englobant :

\* composé hydraté (Si,Al,Ba) + (Fe,Mg) carbonates + amphiboles + magnétite ± épidote ± sphène ± pyrrhotite;

\* composé hydraté (Si,Al,Ba) + (Fe,Mg) carbonates + magnétite.

- En second lieu, ce fluide, en évoluant, s'enrichit de plus en plus en silice, en potassium, en soufre et en sodium. Une deuxième altération (AT2) se met alors en place et permettrait la formation des paragenèses suivantes :

\* composé hydraté (Si,Al,Ba, K ± Na) + (Ba-chlorite ± Ba-séricite) + quartz + magnétite + pyrrhotite + sphène ± actinote ± hydroandradite/hydroalmandine;

\* composé relictuel, fortement hydraté (Si, Al, Ba, K, Na) + Ba-séricite + calcédoine + quartz + sulfures (Fe, Pb,Zn) ± barytine ± hématite

#### IV. GENÈSE

Les relations pétrographiques encaissant/ minéral, combinées avec les données géochimiques, témoignent en toute évidence de l'existence d'une forte relation entre l'encaissant amphibolique immédiat et les feldspaths lourds. Cet encaissant, principalement à hornblende actino-

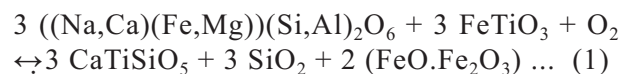
litique et celsian, accuse un grand déficit en silice et en soufre et montre par contre, une particulière richesse en carbonates ferro-magnésiens (Ca, Fe, Mg carbonates) et en magnétite à laquelle s'associe un peu de pyrrhotite. Dispersée au sein de la roche amphibolique ou en inclusions solide dans le celsian, s'y ajoute un ensemble de minéraux reliques d'ancienne paragenèse à épidote, sphène, plagioclase basique, actinote, apatite et monazite. Cette association reflète clairement un produit d'altération développé sur un substrat ou protolite de nature silicaté, clairement basique. En effet, l'altération de plagioclases en épidote contemporaine d'un apport hydrothermal important en Ba, permet le déroulement de la substitution du Ca par le Ba au sein d'une pseudo-structure de feldspath qui s'hydrate et perd son (Ca, Na).

La pseudo-structure, une fois saturée en Ba, et avec un minimum d'évolution prograde en pression/température du milieu, cette dernière aurait cristallisé en Ba-feldspath hydratée sous la forme éventuelle de la cymrite. L'évolution prograde, encore plus sévère, des conditions (P et T°) aurait conduit à la transformation de cette forme hydratée de feldspaths lourds en une autre phase plus stable qui est le celsian.

Les processus d'altération d'avant métamorphisme peuvent être résumés selon les réactions suivantes :

À partir d'un substrat magmatique sans doute de nature basique, ce dernier va subir des transformations successives en passant par:

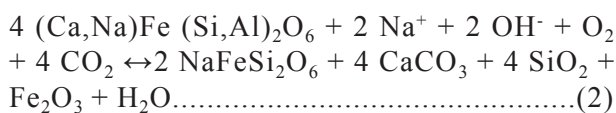
- la formation de minéraux calciques au cours d'un stade magmatique tardif;



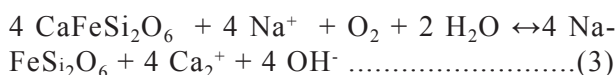
Augite                    eagyrique                    ilménite  
sphène    magnétite.

- le remplacement des minéraux calciques néoformés par d'autres plus sodiques au cours d'une phase fluide riche en Na qui va occasionner la mise en circulation du Ca qui plus tard, en précipitant, va permettre le dépôt d'une paragenèse secondaire composée de: ferro-actinolite, (calcite-sidérite)ss, (hydroandradite ou andradite) et titanite.

Cette étape pourrait être schématisée suivant la réaction :



ou bien:



Dans certains échantillons, il s'y ajoute du quartz et de la magnétite. Trois différentes associations peuvent être distinguées :

\* (calcite-sidérite) + titanite + magnétite + quartz;

\* titanite + hydroandradite + magnétite + quartz;

\* ferro-actinolite+feldspaths+Fe,Mg-carbonates.

- Enfin, l'évolution du système hydrothermal qui s'enrichit en silice, en soufre et en (Pb-Zn), va provoquer en partie la déstabilisation des dépôts hydrothermaux précoces (essentiellement silicatés). En effet, pour achever son évolution, le système se trouvant à température plus basse, va permettre la précipitation des sulfures de (Fe, Zn, Pb) et de sulfates de Baryum dans un environnement à fraction sédimentaire dominante (fig. 7.A, B, C, B2) et (fig. 8. MB3, MB4).

## V. CONCLUSION

L'existence de feldspaths lourds dans le massif de petite Kabylie a été déjà signalée depuis 1990 (Aalfiz, 1990). Aussi, à partir de 1995, quelques données sont rapportées sur le Baryum dans les feldspaths dont les teneurs avoisinent le 1% dans les méta-granites et métarhyolites de L'Edough (Aïssa, 1996) ou de Grande Kabylie (Kolli, 1997). À présent, cette étude nous permet de confirmer pour la première fois en Algérie, la présence de ces feldspaths du type celsian/hyalophane en quantité importante au point de constituer par endroit des lits décimétriques de roches celsianitiques. Ces Ba-feldspaths sont indissociables de l'assemblage polymétallique composant le minerai métamorphisé des districts aux occurrences plombo-zincifères du sud – est de Jijel.

Ces minéralisations, localisées dans les métacarbonates du socle de Petite Kabylie, sont le produit du fonctionnement d'un hydrothermalisme qui aurait accompagné une activité volcanique sous-marine s'exprimant à travers des fractures aux jeux synsédimentaires typiques des bassins tectoniquement instables (Aalfiz, 1990). L'étude pétrographique, minéralogique et microstructurale de sections verticales le long de la bande minéralisée, montre que les assemblages à feldspaths lourds sont l'expression même d'un produit hydrothermal issu d'une forte altération d'un protolite magmatique vraisemblablement basique. Les phases minérales reliques à savoir l'épidote, le sphène, l'ilménite, l'actinote, la dolomite et le plagioclase albitisé, préservées en inclusions dans les feldspaths lourds, nous incitent à croire, facilement, non seulement de la basicité du protolite mais aussi de son extrême degré d'altération subi, que l'on pourrait mettre en rapport avec une importante hydratation selon un mode de mise en place en domaine aquatique. La circulation de fluide chaud, riche en CO<sub>2</sub>, Ba, et Fe au sein du protolite en voie d'hydratation



permet le dépôt d'un composé hydraté (Al, Si, Ba) $\cdot$ nH<sub>2</sub>O auquel s'associe la magnétite. Ce dépôt matérialise l'intégration du Ba dans un composé alumino-silicaté devenu instable à la suite d'une mise en mobilité extrême du Fe, du Mg, Na et surtout du Ca<sup>2+</sup> contenu dans les plagioclases déstabilisés, favorisant ainsi la substitution primaire couplée : Na (or K) + Si  $\leftrightarrow$  Ca (or Ba) + Al (Viswanathan et Brandt, 1978).

Plus tard, le fluide évolue et commence à s'enrichir en K, Na, permettant le dépôt du composé (Al, Si, Ba, K $\pm$ Na) qui s'effectue toujours en bordure du premier dépôt à baryum seul. À la suite de cette deuxième phase d'altération potassique, le fluide évolue encore pour devenir hautement siliceux et riche en soufre et en Pb/Zn. La circulation de ce dernier fluide serait à l'origine de la silicification des feldspaths lourds. Au cours de ce stade plus tardif et de basse température, le baryum remobilisé, est déposé plus loin, sous forme de barytine dans des conditions relativement oxydantes et plus froides. Les lits de barytine d'épaisseur centimétrique apparaissent donc en dernier et se positionnent couramment au sommet silico-carbonaté de la bande minéralisée. Ce dernier dépôt à sulfates avec peu de sulfures, caractérise clairement le stade ultime de l'évolution de tout un système hydrothermal qui aurait pris naissance certainement à partir d'un environnement silicaté de nature basique.

En effet, le pseudo-zoning en élément (Ba et K) semble indiquer un appauvrissement relatif de la source en Ba de l'environnement silicaté au profit d'un enrichissement en K  $\pm$  Na. La Ba-biotite, moulant le couple celsian/hyalophane, représenterait la phase ultime de l'évolution de la paragenèse silicatée qui commence par laisser place, d'abord, à la paragenèse silico-carbonatée à sulfures pour ensuite progresser vers une paragenèse essentiellement carbonato-sulfatée. La

barytine symboliserait alors l'arrêt du processus d'intégration du Ba dans des phases silicatées par une baisse importante en température de tout le système hydrothermal. En cette phase tardive, seul un fluide encore essentiellement riche en Ba et en S est encore en circulation dans le bassin à fraction sédimentaire largement dominante. En effet, le faciès schisto-calcaire, l'unique encaissant des lits de barytine, est totalement exempt de toute trace de roches amphiboliques.

Après la mise en place du dépôt hydrothermal minéralisé, des phases de déformations et de recristallisations métamorphiques se sont succédées lors du déroulement ultérieur d'événements tectono-métamorphiques. Ces processus, conditionnés par des évolutions progrades en P/T, ont permis la cristallisation des feldspaths (celsian/hyalophane) par déshydratation des composés (Al, Si, Ba, K) $\cdot$ nH<sub>2</sub>O du type cymrite et l'apparition des Ba-biotites magnésiennes, du quartz, des amphiboles et un peu de grenat riche en manganèse. La non présence de la phase cymrite en équilibre avec le celsian, nous montre en toute évidence que la fourchette de température (350-400°C) propre à la réaction celsian  $\leftrightarrow$  cymrite + H<sub>2</sub>O, se trouve largement dépassée.

L'apparition de la biotite et du grenat ainsi que le début de transformation des amphiboles calciques en cummingtonite, permet d'approcher une fourchette de température qui se situerait vers les 480-550°C. La pression correspondante à ce niveau thermique serait de moyenne à basse pression. L'absence de silicates d'alumine du type silimanite dans l'encaissant des minéralisations semble indiquer effectivement une pression qui n'excéderait pas l'intervalle des 4-5 kbars.

La présence de ces occurrences de feldspaths lourds dans les districts minéralisés du sud-est de Taher, permet d'attribuer une identité fort

spécifique à la minéralisation polymétallique qui affleure dans la région. Cette identité peut être utilisée comme un bon marqueur et un guide capital pour la recherche de ce type de minéralisation dans le socle de l'ensemble des zones internes du pourtour méditerranéen.

**Remerciements :** Les auteurs expriment leur gratitude à Dr B. Guy, Dr B. Devouard (Clermont ferrand), D<sup>r</sup> C. Marincea (Roumanie), Dr B. Essaid Ex. Directeur du Département de Géologie, SPIN, St. Etienne ainsi qu'aux autres membres du Laboratoire de Géochimie pour leur aide dans les études analytiques et leurs discussions.

### BIBLIOGRAPHIE

- AFALFIZ, A. 1990.** Etude comparative paragenétique et géochimique des indices minéralisés à Fe, Pb, Zn, Cu, Ba de la partie occidentale du massif de Petite Kabylie, Algérie. *Thèse de Magister, USTHB, Alger*: 202p.
- AFALFIZ, A. 1991.** Lithotectonic unit of correlation in the internal zones of Maghrebides; the example of Taher unit (Ouled Asker), Western Little Kabylia, Algeria. *Mineralia Slovaca*, 23 (1991), pp. 377-379; newsletter n°3, project IGCP n°276.
- AFALFIZ, A. 2004.** Petrographic features of amphibolite rocks associated with a polymetallic mineralisation in the metacarbonates of petite kabylie metamorphic massif (Jijel, Algeria). *Congrès international de géologie, Italie- Florence*.
- AFALFIZ, A., GUY, B. ET SEMROUD, B. 1998.** Etude métallogénique des indices minéralisés à Fe, Pb, Zn, Cu, Ba, Ag dans les métacarbonates du socle métamorphique de la région de Taher; Petite Kabylie, Algérie. *Mém. Serv. Géol. Alg.*, n°9, pp. 57-76. 5figs., 3tabl., Alger.
- AÏSSA, D.E. 1996.** Etude géologique, géochimique et métallogénique du massif de L'Edough (Annaba, NE Algérie). *Thèse de Doctorat d'Etat, USTHB, Alger*. 500p., 4pl. h.t.
- APPEL, P. U. 1974.** On a metamorphosed iron formation in the Early Precambrian of south-West Greenland. *Mineral. Deposit.*, vol. 9, issue, pp. 75-82.
- AYE, F. ET STRAUSS, G.K. 1975.** Identification de cymrite (Ba, Al, Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>OH) dans la province sud-ibérique : minéraux associés (La Zarra, Huelva, Espagne). *In* : HSU, L.-C. : cymrite : new occurrence and stability. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, volume 118, number 3, pp. 314-320.
- BELHAÏ, D., MERLE, O. ET SAADALLAH, A. 1990.** Transpression dextre à l'Eocène supérieur dans la chaîne des Maghrébides (Massif du Chénoua, Algérie). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 310, série II, pp. 795-800.
- BENALI, H. 2007.** Les minéralisations associées aux roches magmatiques tertiaires du Nord de l'Algérie: typologie, pétrologie, cadre géodynamique, et implications métallogéniques. *Thèse de Doctorat d'Etat, USTHB, Alger*, 173p.
- BJORLYKKE, K.O. AND GRIFFIN, W.L. 1973.** Barium feldspar in Orodovician sediments, Oslo region, Norway. *J. Sed. Petr.*, 43, pp. 461-465.
- BOUILLIN, J. P. 1977.** Géologie alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia, Algérie. *Th. de doc. d'Etat, Univ. de Paris VI, France*, 511p.
- BOUILLIN, J. P. 1978.** Géologie alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia, Algérie. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de ParisVI. Mémoire, Soc. Géo. France*, 135, 84p.
- BOUTALEB, A., AFALFIZ, A., AÏSSA, D.E., KOLLI, O., MARIIGNAC, CH. ET TOUAHRI, B. 2000.** Métallogénie et évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Algérie. *Bull. Serv. Géol. Alg.*, vol.11, n°1, pp. 3-27.
- CHABU, M. AND BOULÈGUE, J. 1992.** Barian feldspars and muscovite from the Kipushi Zn-Pb-Cu deposit, Shaba, Zaire. *Can. Mineral.*, 30, pp. 1143-1152.
- COATS, J. S., SMITH, C. G., FORTEY, N. J., GALLAGHER, M. J., MAY, F. AND MCCOURT, W. J. 1980.** Strata-bound barian-zinc mineralization in Dalradian schist near Aberfeldy, Scotland. *Inst. Min. Metall., Trans.*, 89, pp. 110-122
- COATS, J.S., FORTEY, N.J., GALLACHER, M. J. AND GROUT, A. 1984.** Stratiform barium enrichment in the Dalradian of Scotland. *Econ. Geol.*, 79, pp. 1585-1595.

LES FELDSPATHS LOURDS ACCOMPAGNANT LES MINÉRALISATIONS POLYMÉTALLIQUES MÉTAMORPHISÉES DU  
SUD-EST DE TAHER. MASSIF DE PETITE KABYLIE, JIJEL , ALGÉRIE

- DEER, W. A., HOWIE, R. A. AND ZUSSMAN, J. 1992.** An introduction to the rock forming minerals. 2<sup>nd</sup> ed. *Burnt Mill : Longman*, 696 p.
- DEVARAJU, T.C., RAIKH, M.M. AND SPIERING, B. 1999.** Mineralogy of the Archean barite deposit of Ghattihosahalli, Karnataka, India. *Can. Mineral*, 37, pp. 603–617.
- DURAND-DELGA, M. 1955.** Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique *Thèse, Paris; Bull. Serv. Cart. Géol., Algérie*, (2), 24, 533p.
- DURAND DELGA, M. 1969.** Mise au point sur la Structure du NE de la Berbérie. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, n.s, n°39, pp. 89-131, 9figs., Alger.
- FORTEY, N.J. AND BEDDOE-STEPHENS, B. 1982.** Barium silicates in stratabound Ba-Zn mineralization in the Scottish Dalradian. *Mineral. Mag.*, 46, pp. 63-72.
- GAY, P. AND ROY, N. N. 1968.** The mineralogy of the potassium-barium feldspar series III : subsolidus relationships. *Mineral. Mag.*, 36, pp. 914-932.
- GRAÏNE, K. 1997.** Etude des dépôts pyriteux et des minéralisations Zn, Pb, (Cu) du massif volcano-plutonique miocène de Oued Amizour. Typologie des minéralisations (Béjaia, Algérie). *Mém. Magister, USTHB, Alger*, 227 p.
- JAKOBSEN, H.U. 1990.** A hydrated barium silicate in unmetamorphosed sedimentary rocks of Central North Greenland. *In* : MORO, M.-C., CEMBRANOS, M.-L. AND FERNANDEZ, A. 2001. Celsian (Ba, K) feldspar and cymrite from Sedex barite deposits of Zamora, Spain. *Canadian Mineralogist*, 39 (4), pp. 1039-1051.
- KOLLI, O. 1997.** Géologie et gîtologie des minéralisations à Ba, Pb, Zn - (Cu, Fe) du socle cristallin de Grande Kabylie. Evolution métallogénique au cours du cycle alpin. *Thèse de Doctorat d'Etat, IST-USTHB, Alger*. 300p.
- LARGE, D.E. 1980.** Geological parameters associated with sediment-hosted, submarine exhalative Pb-Zn deposits: An empirical model for mineral exploration. *Geologisches Jahrbuch*, v. D40, pp. 59–129
- MAHJOUR, Y. 1991.** Cinématique des déformations et évolution P,T anté-alpine et alpine en petite Kabylie (Algérie N.E.). Un modèle d'évolution du domaine tellien interne. *Th. ès Sci., Univ. USTHB, Alger*, 193 p.
- MARIGNAC, C. 1985.** Les minéralisations filoniennes d'Ain Barbar (Algérie). Un exemple d'hydrothermalisme lié à l'activité géothermique alpine en Afrique du Nord. *Thèse d'Etat INPL., Nancy*, 1163 p.
- MORO, M. C., CEMBRANOS, M. L. AND FERNANDEZ, A. 2001.** Celsian, (Ba,K)-feldspar and cymrite from sedex barite deposits of Zamora, Spain. *Canadian Mineralogist*, 39 (4), pp. 1039–1051
- PEUCAT, J.J., MADJOUR, Y. AND DRARENI, A. 1996.** U-Pb and Rb-Sr geochronological evidence for late Hercynian tectonic and Alpine overthrusting in Kabylia metamorphic basement massifs (northeastern Algeria). *Tectonophysics*, 258, pp. 195-213.
- POUIT, G. 1984.** Les gisements à sulfures massifs exhalatifs sédimentaires. Une mise au point sur leur classification et la méthodologie de leur recherche. *Chron. Rech. Min.*, n° 476, pp. 31-43.
- POUIT, G. AND BOIS, J.-P. 1986.** Arrens Zn (Pb), Ba Devonian deposit, Pyrenees, France: an exhalative-sedimentary-type deposit similar to Meggen. *Mineralium Deposita*, 21, pp. 181-189
- SANDREA, A. ET FROEHLICH, F. 1973.** Présence de cymrite dans les minéralisations dévoniennes stratiformes à blende-galène-barytine d'Arrens (Haute Pyrenées). *In* : HSU, L.C. 1994 : Cymrite new occurrence and stability. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, vol. 118, n° 3, pp. 314-320.
- STALDER, M. AND ROZENDAAL, A. 2005.** calderite-rich garnet and franklinite-rich spinel in amphibolite-facies hydrothermal sediments, Gamsberg zn–pb deposit, Namaqua province, South Africa. *Canadian Mineralogist*, vol. 43, pp. 585-599.
- VISWANATHAN, K. AND BRANDT, K. 1978.** Geordnete und entmischte Barium-Feldspäte aus Otjosondou/Südwestafrika (Namibia). Fortschritte der Mineralogie, 56, Beiheft I. 140. *In* : VISWANATHAN, K. AND HARNETT, O. 1989. Solid solution and unmixing in the feldspar system, albite (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)-celsian (BaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>). *European Journal of Mineral.*, v. 1, n°02, pp. 239-248.