

Découverte de wolframoixiolite dans les microgranites à albite-topaze d'Aleméda (Hoggar central, Algérie) : implications métallogéniques

Youcef CHALAL* et Christian MARIGNAC **

*Université des Sciences et Technologie Houari Boumediène - Institut des Sciences de la Terre.
Laboratoire de Géologie Minière, BP 32, El Alia 16111 Bab Ezzouar - Algérie

**Laboratoire de Géologie. Ecole des Mines Parc de Saurupt 54042 Nancy Cedex

Résumé : Le gisement stanno-wolframifère d'Aleméda, situé à 30 km au SE de Tamanrasset, est lié au magmatisme panafricain. Un magmatisme peralumineux spécialisé en Li-F et métaux rares s'y exprime sous forme de dikes de microgranite à albite-topaze, qui semblent postérieurs aux filons de quartz à épontes de greisens qui portent la minéralisation. Ces microgranites appartiennent à la classe des granites tantalifères pauvres en phosphore de Raimbault *et al.*, (1991). Ils manifestent donc l'existence d'un potentiel en tantale dans le Hoggar central. Ce potentiel est matérialisé dans les microgranites d'Aleméda par la présence de wolframoixiolite tantalifère, sous forme de microlites dans la matrice et d'agrégats aciculaires dans des *lithophysés* albitiques tardi-magmatiques.

Mots clés : Hoggar central - Granites peralumineux - Magmatisme à albite-topaze - Tantale - Wolframoixiolite.

Presence of wolframoixiolite in the albite-topaz microgranites of Alemeda (central Hoggar, Algeria) : metallogenic consequences

Abstract : The Alemeda tin-tungsten deposit is located in the central Hoggar, 30 km SE from Tamanrasset. Mineralization is related to late Panafrican granite magmatism. Dikes of peraluminous albite-topaz microgranites are late in the deposit; they crosscut the mineralized quart-greisen veins. These microgranites are of the P-poor Ta-rich granite class according to Raimbault *and al.*, (1991). Consequently, they are evidence for the possible existence of Ta deposits in the central Hoggar. In the Alemeda microgranites, Ta is mineralogically expressed as Ta-wolframoixiolite, either as microlites in the fine-grained matrix, or as acicular aggregates in late-magmatic albitic *lithophysés*.

Key words : Central Hoggar - Peraluminous Li-F granites - Albite-topaz magmatism - Tantalum-Wolframoixiolite.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, il a été démontré que les granites albitiques riches en lithium et fluor, dont l'association privilégiée avec les minéralisations stanno-wolframifères était connue depuis longtemps (e.g., Tischendorf, 1977), méritaient également le nom de granites à tantale, du fait de la concentration extrême que peut atteindre cet élément, certains de ces granites étant d'ailleurs des gisements (sub-) économiques de tantale (Raimbault *et al.*, 1991; Pollard, 1995). Dans le Hoggar, de nombreuses occurrences de granites albitiques à Li-F sont bien connues, dans les régions de Tamanrasset (Bouabssa, 1987; Kesraoui 1990) et de Laouni (Chalal, 1989), notamment; la présence de tantale n'y est jusqu'à présent que peu documentée. La découverte de wolframioixiolite riche en tantale dans certains faciès du gisement d'Aléméda (région de Tamanrasset), dont la description fait l'objet de ce travail, permet de poser la question des perspectives en tantale de cette région du Hoggar.

CADRE GEOLOGIQUE

Le gisement stanno-wolframifère d'Aléméda (Barça et Chikhouné, 1992; Chair et Messadi, 1993) appartient au district Sn-W de la région de Tamanrasset; il est situé à une trentaine de km au SE de cette ville.

Dans un encaissant de *granito-gneiss* et de granite porphyroïde à biotite s'individualise une série d'intrusions appartenant au cortège panafricain (540-535 Ma, Cheilletz *et al.*, 1992) et comprenant trois faciès (fig. 1) :

- des leucogranites à grain fin, en corps plus ou moins filoniens allongés WNW-ESE, parallèlement à la feuille d'Aléméda, qui constitue le trait structural majeur du secteur; ce sont les faciès relativement les plus anciens, découpés par un faisceau de failles NE-SW qui hébergent les minéralisations (voir plus loin) et recoupés par les faciès suivants:

- des dikes NE-SW de microgranite porphyrique;

- deux dikes NE-SW de microgranite à albite-topaze (c'est ce dernier faciès qui héberge la wolframioixiolite). Ces dikes, qui sont parallèles aux filons minéralisés, semblent sceller la faille d'Aléméda. Ils sont à leur tour recoupés par un dike rhyolitique, de direction NW-SE.

La minéralisation, essentiellement stannifère dans la partie septentrionale du gisement (la mieux connue) est localisée dans des filons de quartz à épontes de greisens; la cassitérite, noire, à inclusions de wolframite est ferrière (Hb25 à Hb36).

LES MICROGRANITES A ALBITE-TOPAZE

Description sommaire

Il s'agit de roches porphyriques, à phénocristaux millimétriques dans une matrice à grain très fin. Les phénocristaux sont :

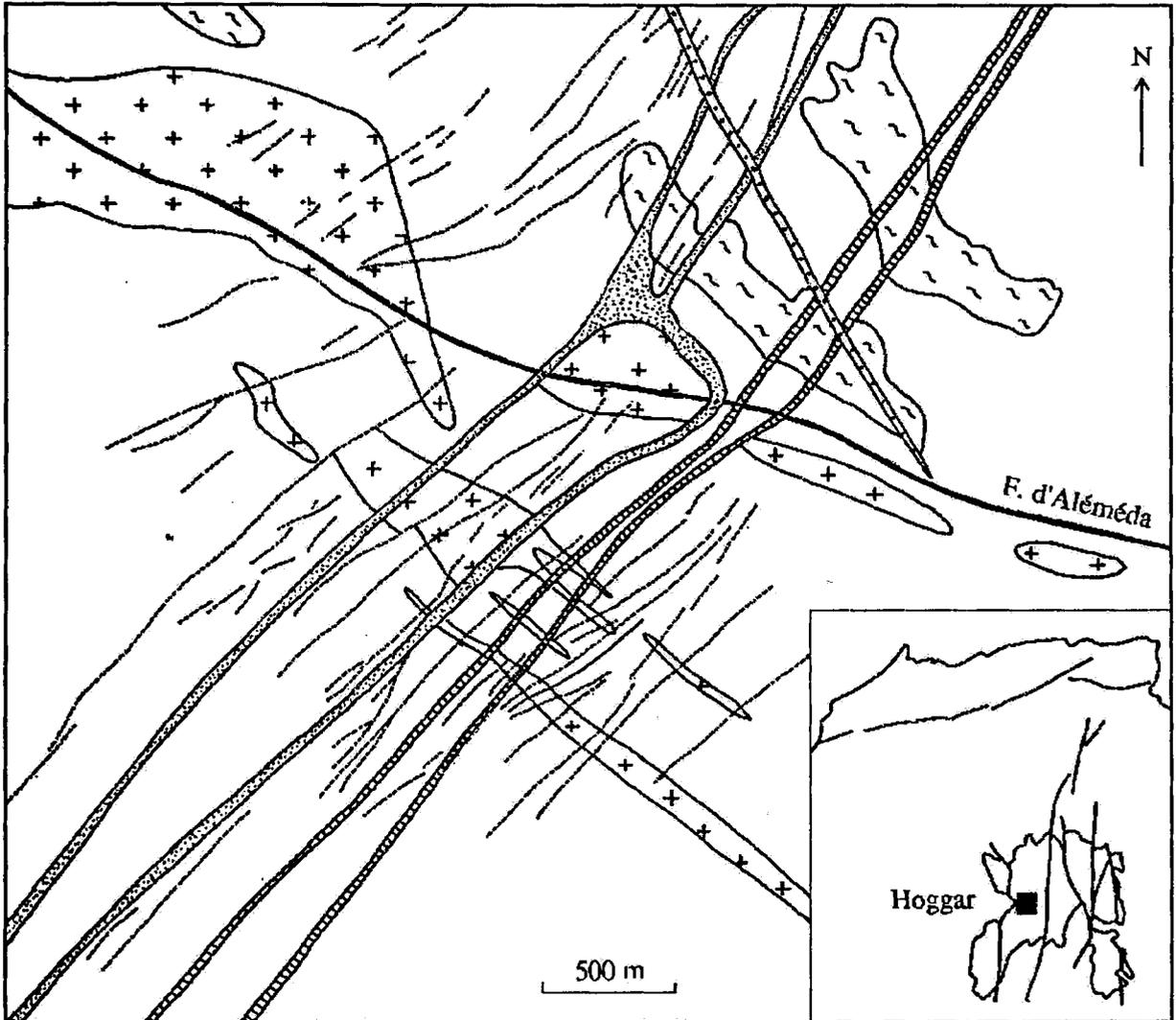
- le quartz, de morphologie *corrodée* typique;

- l'albite, qui contient en abondance de petits prismes de topaze (20 μm) et des globules de fluorite, lesquels semblent se développer à partir de la topaze;

- la topaze rare, qui contient de petits cristaux de zircons riches en U (détermination MEB, par EDS), ce qui les oppose à ceux de la matrice, qui en semblent dépourvus;

- un mica lithinifère, qui contient des cristaux de monazite thorifère et de zircon uranifère (détermination MEB, par EDS); les analyses à la microsonde électronique (tableau I) montrent qu'il s'agit d'un mica ferrière très riche en fluor, donc en lithium (Monier, 1987), qui se projette au voisinage du pôle zinnwaldite dans le triangle Li-Al-R²⁺ de Monier 1987) (fig. 2); des micas analogues ont été observés par Kesraoui

DÉCOUVERTE DE WOLFRAMOIXIOLITE DANS LES MICROGRANITES À ALBITE-TOPAZE D'ALÉMÉDA



- | | | | |
|---|-------------------------------|---|------------------------------|
|  | Gneiss et "granito-gneiss" |  | Microgranite à albite-topaze |
|  | Granite porphyroïde à biotite |  | Rhyolite/aplite |
|  | Leucogranite à grain fin |  | Greisen minéralisé (Sn, W) |
|  | Microgranite porphyrique | | |

Fig. 1 - Carte géologique du gisement d'Aléméda, d'après les levés de l'EREM (1976) et de Bouabssa 1987 et des observations personnelles
(Les terrains de recouvrement quaternaires ont été omis dans un souci de simplification)
Geological map of Aleméda ore deposit after EREM (1976), Bouabssa (1987) and personal observations

Tabl. 1 - Analyse à la microsonde électronique (SX50, UHP-Nancy 1) des micas lithinifères d'Aleméda et de Tin-Amzi (HA B1, Kesraoui, 1995, *communication personnelle*). La formule structurale est calculée sur la base 20 O et 2(OH,F)

* La teneur en Li_2O est estimée à partir de la teneur en fluor en utilisant la régression de Monier (1987) pour les biotites.

** La teneur en eau est calculée d'après l'estimation de (OH) dans la formule structurale

Microprobe analyses (SX, UHP - Nancy) of lithian mica of Aleméda and Tin-Amzi (HAB 1, Kesraoui, 1995 personal communication). Structural formulae calculated on 20 O and (OH, F)

	Aleméda		HA B1
	4	5	19
SiO ₂	39,34	40,45	41,91
TiO ₂	0,36	0,34	0,17
Al ₂ O ₃	20,29	20,00	22,02
FeO	20,02	19,21	17,28
MnO	0,79	0,66	0,95
MgO	0,48	0,49	0,04
CaO	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,20	0,17	0,19
K ₂ O	9,36	9,71	9,82
Li ₂ O*	3,28	3,53	2,30
F	6,42	6,79	4,74
H ₂ O**	0,94	0,80	1,82
O = F	2,70	2,86	2,00
Total	98,77	99,29	99,25
Si	2,96	3,01	3,09
Al ₄	1,04	0,99	0,91
Ti	0,02	0,02	0,01
Al ₆	0,77	0,77	1,00
Fe	1,26	1,20	1,06
Mn	0,05	0,04	0,06
Mg	0,05	0,05	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00
Na	0,03	0,02	0,03
K	0,90	0,92	0,92
Li	0,99	1,06	0,68
F	1,53	1,60	1,10

(1995, *communication personnelle*) dans des microgranites à albite-topaze de la région de Tin-Amzi (tabl. I et fig. 2).

La matrice est essentiellement quartzreuse, avec du feldspath potassique interstitiel, dépourvu de sodium, de l'albite, de la zinnwaldite et de la fluorite; celle-ci se présente soit en cristaux automorphes, soit en plages microfissurales, qui se prolongent parfois dans les phénocristaux.

De cette description rapide ressortent notamment les points suivants : la topaze est l'une des phases les plus précoces, tandis que l'autre porteur de fluor, la fluorite, semble au contraire se développer au stade post-magmatique; l'absence de microlites de topaze dans le mica, leur présence dans l'albite, suggère la succession : mica lithinifère → topaze → albite; le feldspath potassique semble quant à lui nettement tardif dans la séquence de cristallisation.

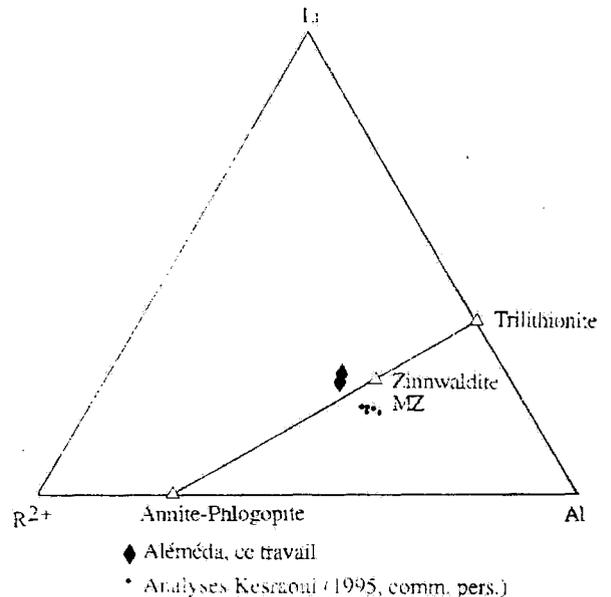


Fig. 2 - Projection des analyses de micas lithinifères d'Aleméda (ce travail) et de Tin-Amzi (HAB 1, Kesraoui, 1995, comm. pers.) dans le diagramme de Monier (1987)

Plotted analyses of lithian micas of Aleméda (this works) and Tin-Amzi (HAB 1, Kesraoui, 1995, personal comm.) in triangular diagram of Monier (1987)

DÉCOUVERTE DE WOLFRAMOINOLITE DANS LES MICROGRANITES À ALBITE-TOPAZE D'ALEMÉDA

Tableau II. Analyses représentatives des principaux faciès magmatiques panafricains d'Aleméda (analyses CRPG-CNRS, Nancy)**Representatives analyses of main magmatic panafrican facies of Aleméda**

	CA3	A16	CA5bis	CA12	CA13
SiO ₂	74.74	74.84	74.55	75.62	72.87
TiO ₂	0.00	tr	tr	0.20	0.15
Al ₂ O ₃	14.81	14.38	13.11	12.53	13.91
Fe ₂ O ₃	1.03	1.01	0.56	1.67	1.53
MnO	0.06	0.02	tr	tr	tr
MgO	0.00	tr	0.04	0.55	0.27
CaO	0.22	0.64	1.45	0.56	0.68
Na ₂ O	3.75	3.94	1.60	4.62	3.65
K ₂ O	3.95	3.99	6.80	2.75	5.49
P ₂ O ₅	0.08	0.03	0.94	0.08	0.07
F*	1.41	1.44	1.48	n.d.	n.d.
P.F.	-	-	-	1.13	1.01
Total	100.05	100.29	99.63	99.71	99.63
Li* ppm	513	247	142	n.d.	n.d.
Rb	842	511	656	132	164
Ba	89	125	506	853	1102
Sr	75	113	210	218	385
Be	4.9	1.7	3.4	1.8	3.2
Sn*	97	70	28	n.d.	n.d.
W*	57	28.4	10.2	n.d.	n.d.
Sc	4	2.5	3.7	2.4	2.4
Y	163.03*	89.16*	217.58*	<5	6
Zr	33	28	76	89	82
Nb	25	31	16	<5	<5
Th	17	18.7*	41	21	8
U*	n.d.	7.58	n.d.	n.d.	n.d.
Zn	66	33	37	48	82
Ga	35	31	19	9	18
V	<5	<5	<5	21	14
Cu	182	55	77	16	18
Co	<5	<5	<5	<5	<5
Ni	<5	<5	<5	9	5
Cr	<5	<5	<5	5	5
Terres Rares					
La	38.45	24.31	39.01	n.d.	n.d.
Ce	87.33	72.66	103.46	n.d.	n.d.
Nd	59.16	36.09	55.26	n.d.	n.d.
Sm	27.37	17.69	21.34	n.d.	n.d.
Eu	0.35	0.07	1.03	n.d.	n.d.
Gd	26.32	13.96	20.97	n.d.	n.d.
Dy	47.02	27.14	28.47	n.d.	n.d.
Er	21.99	15.67	13.73	n.d.	n.d.
Yb	30.49	22.20	15.49	n.d.	n.d.
Lu	3.65	5.18	1.94	n.d.	n.d.

* Analyses séparées par voie humide

tr Traces

n.d. Non dosé.

Géochimie

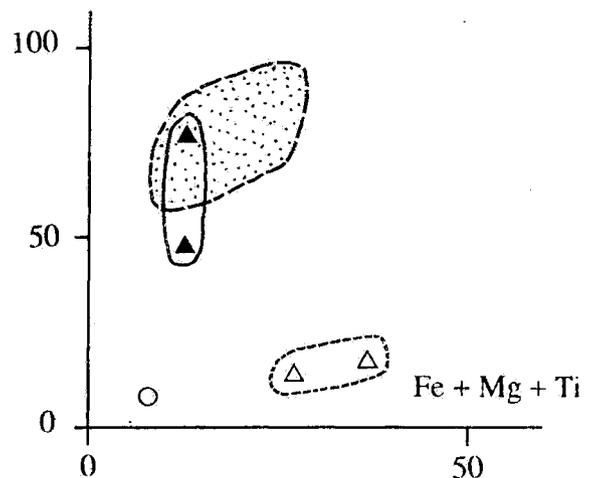
Deux échantillons de microgranite à albite-topaze (CA3 et A16), ainsi qu'un échantillon de microgranite (CA5bis) et deux échantillons de leucogranite (CA12 et CA13), pour comparaison, ont été analysés au CRPG-CNRS (Nancy), par ICP-MS pour les éléments majeurs, les traces conventionnelles et les terres rares, et par voie

humide pour Li, F, U, Sn, W. Le tantale n'a malheureusement pas pu être dosé.

Les résultats sont présentés dans le Tableau II. Ils montrent la spécificité des microgranites à albite-topaze: ceux-ci sont en effet :

- très alumineux; leur représentation dans le diagramme de Debon et Le Fort (1988), montre sans ambiguïté qu'ils appartiennent à la classe des

Al - (K + Na + 2Ca)



- ▲ Granites à albite-topaze
 - Microgranite
 - △ Leucogranites encaissants
 - ▨ Leucogranites à Li-F de l'Erzgebirge (Cuney et al., 1994)
- } Cette étude

Fig. 3 - Projection des analyses des microgranites à albite-topaze (A16, CA3), du microgranite porphyrique (CA5bis) et des leucogranites à grain fin (CA12, CA13) dans le diagramme de Debon et Le Fort (1988). Le domaine des granites à Li-F de l'Erzgebirge (Cuney et al., 1995) est donné pour comparaison

Ploted analyses of albite-topaz microgranites (A 16, CA 3), porphyric microgranite (Ca 5 Bis) and leucogranite finegrained (CA 12, CA 13) in diagram of Debon and Le Fort (1988)

leucogranites peralumineux (fig. 3), ce qui les oppose non seulement au microgranite porphyrique, qui est seulement méta-alumineux, mais aussi aux leucogranites à grain fin;

- riches en fluor, lithium, rubidium, gallium et métaux rares (Nb, Sn, W, U, Th, avec un rapport U/Th de 0.4); en revanche, ils sont pauvres en béryllium;

- pauvres en fer et, surtout, en magnésium, ce qui les oppose aux leucogranites à grain fin (mais les rapproche du microgranite porphyrique);

- pauvres en Zr.

Leur spectre de terres rares est très caractéristique (fig. 4) : c'est un spectre plat, fortement enrichi par rapport aux chondrites, avec une très forte anomalie négative en europium.

La wolframoixiolite

La wolframoixiolite se présente sous deux aspects dans les microgranites à albite-topaze :

- dans les fentes millimétriques précoces, à allure de lithophyse, affectant la matrice, à remplissage purement albitique, elle y forme des agrégats d'aiguilles (30-40 μm), incluses dans l'albite; elle a été identifiée à partir de la détermination de sa composition à la microsonde électronique;

- dans la matrice, où elle forme de rares petites aiguilles (20 μm), dispersées dans le quartz ou le feldspath potassique, ou incluse dans la fluorite; elle y a été déterminée au MEB (par EDS), grâce à sa signature (W-Ta-Nb-Fe-Mn \pm Ti, Sn, U, Sc), identique à celle des wolframoixiolites précédentes.

L'analyse du minéral aciculaire de *lithophyses* à la microsonde électronique montre une composition riche en tungstène et niobium, avec une forte teneur en tantale et des quantités mineures, mais significatives, de titane et d'étain (tableau III); le rapport Fe/Fe+Mn est voisin de 0,66. Ces compositions sont bien celles de la wolframoixiolite au sens de Cerny et Ercit (1985) et la formule structurale a donc été calculée sur la base de 8 oxygènes, conformément à la formule proposée par ces auteurs : $(\text{Nb}, \text{W}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ta}, \text{Zr}, \text{U}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Ti})_4\text{O}_8$.

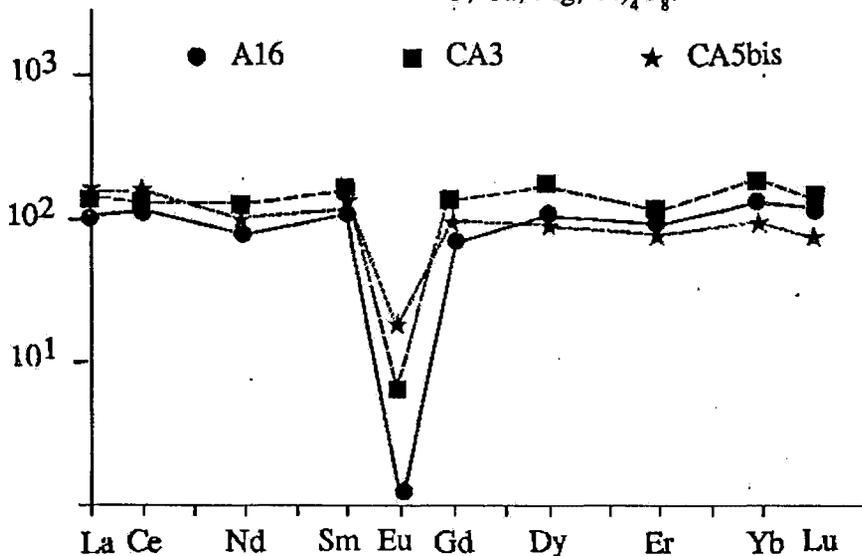


Fig. 4 - Diagramme des Terres rares (normalisées à la chondrite C1) pour les microgranites à albite-topaze (A16, CA3) et le microgranite porphyrique (CA5bis)

Rare earth element normalized patterns of albite-topaz microgranite and porphyric microgranite

DÉCOUVERTE DE WOLFRAMOIXIOLITE DANS LES MICROGRANITES À ALBITE-TOPAZE D'ALEMÉDA

Tableau III. Analyses à la microsonde électronique (SX50, UHP-Nancy 1) des wolframoixiolites d'Aleméda (1, 2, 3) et analyse moyenne de la wolframoixiolite d'Echassières (4, Aïssa *et al.*, 1987). La formule structurale est calculée sur la base de 8 (O) (Cerny et Ercit, 1985)

Microprobe analyses of Aleméda's wolframoxiolite (1,2,3) and average of Echassières (4, Aïssa and al, 1987). Structural formulae calculated on basis of 8 O (Cerny and Ercit, 1985)

	1	2	3	4
WO ₃	35,69	30,42	22,55	34,69
Ta ₂ O ₅	7,14	10,40	11,20	2,63
Nb ₂ O ₅	29,65	34,39	39,72	36,84
TiO ₂	0,38	0,52	0,53	2,55
SnO ₂	0,94	0,93	0,75	0,84
FeO	14,06	14,31	13,72	13,70
MnO	7,34	7,49	6,73	6,93
CaO	0,09	0,00	0,00	0,00
Total	95,29	98,46	95,20	98,17
W	0,87	0,71	0,53	0,78
Ta	0,18	0,25	0,27	0,06
Nb	1,25	1,39	1,62	1,44
Ti	0,03	0,03	0,04	0,16
Sn	0,04	0,03	0,03	0,04
Fe	1,10	1,07	1,04	1,00
Mn	0,58	0,57	0,51	0,52
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00
Cations	4,05	4,06	4,04	4,00

La composition des wolframoixiolites d'Aleméda est remarquablement voisine de celle d'un minéral dendritique non déterminé décrit par D.E.Aïssa *et al.*, (1987) au voisinage de la coupole du granite à albite-topaze de Beauvoir (tableau III, analyse 4). Le contexte est celui du remaniement d'une minéralisation ancienne à ferbélite par les fluides magmatiques issus de ce granite : le minéral dendritique précède la croissance d'une columbite tungstifère dans des cavités de dissolution de la ferbélite antécédente. D.E.Aïssa *et al.*, (1987) observent que ce minéral dendritique (qui est donc une wolframoixiolite) a une composition intermédiaire

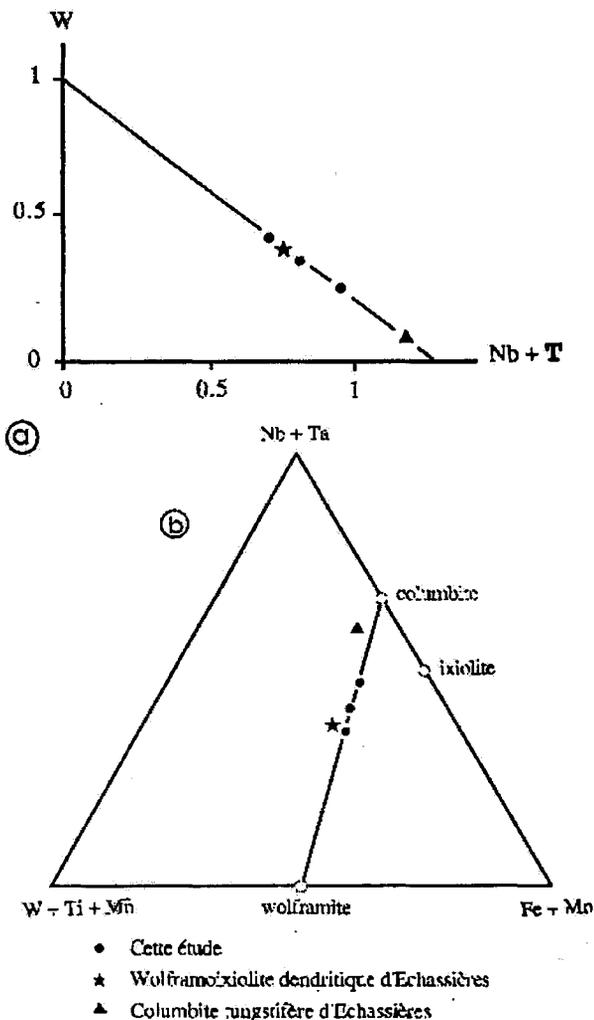


Fig. 5 - Diagrammes cristallochimiques pour les wolframoixiolites d'Aleméda (ce travail) et d'Echassières (Aïssa *et al.*, 1987)

Cristallochemical diagram for the Aleméda's wolframoxiolite (The present work) and of Echassières (Aïssa and al., 1987)

a : diagramme $W = f(Nb+Ta)$ (Diagramm $W = f(Nb - Ta)$)
 b : triangle (Nb+Ta)-(W+Ti+Sn)-(Fe+Mn) de P. Cerny et T. S. Ercit (1985) (Triangular diagram (Nb+Ta)-(W+Ti+Sn)-(Fe+Mn) of P. Cerny and T. S. Ercit (1985))

entre la ferbélite et la columbite tungstifère : de façon remarquable, c'est également le cas des wolframoixiolites d'Aleméda (fig. 5 a). Comme le montre la figure 5 b, les wolframoixiolites se présentent effectivement comme une solution solide entre les pôles wolframite (Fe, Mn)WO₄ et columbo-

tantalite (Fe,Mn)(Nb, Ta)₂O₆ ; la solution solide entre la wolframite et le composé isostructural Fe(Nb, Ta)O₄ (*ixiolite* monoclinique : Roth et Waring, 1964) n'est pas réalisée pour des raisons qui tiennent évidemment à l'état d'oxydation du système.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Par leurs caractéristiques minéralogiques et chimiques, les microgranites à albite-topaze d'Aleméda appartiennent clairement à la famille des granites peralumineux évolués dits *granites à métaux rares* (Pollard, 1995); plus précisément :

- ils sont très voisins des granites à Li-F de l'Erzgebirge (fig. 5 a), associés à la minéralisation stannifère classique de cette région;

- ils appartiennent à la sous-classe des granites tantalifères pauvres en phosphore de Raimbault *et al.*, (1991), comme le montre notamment leur spectre de terres rares.

Quoiqu'ils soient moins évolués que les granites à tantale de la sous-classe à amblygonite de Raimbault *et al.*, (1991), les granites de cette sous-classe pauvre en phosphore peuvent eux aussi contenir des minéralisations disséminées (sub)économiques de tantale, comme c'est le cas du granite de Yichun, en Chine (Yin *et al.*, 1995).

Au demeurant, il est clair que les microgranites à albite-topaze d'Aleméda expriment, en fin de cristallisation, un potentiel en métaux rares, incluant le tantale, sous la forme des wolframoixiolites; celles-ci :

- apparaissent au liquidus en fin de course de cristallisation, comme le suggère leur absence dans les phénocristaux et leur restriction à la matrice, où elles se comportent en revanche comme des microlites;

- et surtout cristallisent dans les *lithophyses* albitiques, que l'on peut sans doute considérer comme des manifestations tardi- ou post-magmatiques : soit qu'il s'agisse au contraire d'une manifestation *hydrothermale* précoce. Du point de vue des métaux rares, *ces lithophyses* apparaissent donc comme le *chaînon manquant* entre l'expression purement magmatique de ces métaux (les microlites de wolframoixiolite) et leur extraction et leur transport hors du magma par les fluides magmatiques, comme c'est le cas, autour du granite de Beauvoir, des wolframoixiolites décrites par D. E. Aïssa *et al.*, (1987).

On peut donc conclure de cette étude qu'il existe un réel potentiel pour des minéralisations disséminées en tantale au Hoggar central. Une réévaluation des coupes déjà connues dans cette perspective serait sans doute utile. On peut aussi espérer des découvertes en prospection, notamment en sub-surface : par exemple, dans le contexte des intrusions filoniennes d'Aleméda, qui pourraient traduire l'existence, en profondeur, de corps magmatiques plus conséquents.

Remerciements : L'auteur tient à remercier les géologues de l'ORGM de la base d'Aleméda pour l'aide qu'ils lui ont apportée lors de la mission de terrain effectuée en 1992.

BIBLIOGRAPHIES

- D.E. AÏSSA M., MARIGNAC CH., WEISBROD A. 1987. Le stockwerk à ferbélite d'Echassières : évolution spatiale et temporelle; cristallogénie des ferbélites. *In* : Cuney M., Autran A. eds), Echassières, le forage scientifique. Une clé pour la compréhension des mécanismes magmatiques et hydrothermaux associés aux granites à métaux rares, *Mémoire GPF 1, BRGM*, 311-333.
- BARÇA N., CHIKHOUNE N. 1992. Gîtologie du gisement stanno-wolframifère d'Aleméda (Hoggar central). *Mémoire d'Ingéniorat, IST/USTHB*.
- BOUABSA L. 1987. Intrusions granitiques à albite-topaze : minéralisations stanno-wolframifères et altérations hydrothermales associées. L'exemple du Hoggar central. *Thèse Doct. 3ème cycle, Université Nancy 1*, 193 pp.

DÉCOUVERTE DE WOLFRAMOIXIOLITE DANS LES MICROGRANITES À ALBITE-TOPAZE D'ALEMÉDA

- CHAIR M., MESSADI M. 1993.** Caractérisation pétrographique, géochimique et géologique du gisement stannowolframifère d'Aleméda (Hoggar central). *Mémoire d'Ingéniorat, IST/USTHB*.
- CHALAL Y. 1989.** Contribution à l'étude de la greisenisation et des minéralisations stannowolframifères associées aux granites de Tamazor et de Sédis (région de Laouini (Hoggar central)). Caractérisation pétrologique, géochimique et implications métallogéniques. *Thèse de Magister, IST / USTHB*, 241 pp.
- CHELLETZ A., BERTRAND J.M., CHAROY B., MOULAHOU M., BOUABSA L., FARRAR E., ZIMMERMANN J.L., DAUTEL D., ARCHIBALD D.A., BOULLIER A.M. 1992.** Géochimie et géochronologie Rb-Sr, K-Ar et $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ des complexes granitiques pan-africains de la région de Tamarrasset (Algérie) : relations avec les minéralisations Sn-W associées et l'évolution tectonique du Hoggar central. *Bull. Soc. Géol. France*, 163, 733-750.
- CERNY P., ERCIT T.S. 1985.** Some recent advances in the mineralogy and geochemistry of Nb and Ta in rare-element granitic pegmatite. *Bull. Mineral.*, 108, 499-532.
- CUNEY M., STUSSI J.M., MARIGNAC C. 1994.** A geochemical comparison between west-and central-european granites: implications for the origin of rare metal mineralization. In : Seltnann R., Kämpf H., Möller P. (eds), Metallogeny of collisional orogens, *Czech Geological Survey, Prague*, 96-102.
- DEBON F., LE FORT P. 1988.** A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: principle, pethode, applications. *Bull. Mineral.*, 111, 493-510.
- KESRAOUI M. 1990.** Greisenisation et minéralisations W-Sn à Tin-Amzi (Hoggar central). Typomorphisme des minéraux et aspects géochimiques. *Thèse de Magister, IST / USTHB*, 180 pp.
- MONIER G. 1987.** Cristallochimie des micas des leucogranites. Nouvelles données expérimentales et applications pétrologiques. Géologie et Géochimie de l'Uranium, Nancy, *Mémoire* 14, 347 pp.
- POLLARD P.J. 1995.** Geology of rare metal deposits : an introduction and overview. *Econ. Geol.*, 90, 489-494.
- RAIMBAULT L., CHAROY B., CUNEY M., POLLARD P.J. 1991.** Comparative geochemistry of Ta-bearing granites. In : Page 1, M., Leroy J. (eds), Source, transport and deposition of metals, *A.A. Balkema, Rotterdam*, 793-796.
- ROTH R.S., WARING J.L. 1964.** Ixiolite and other polymorphic types of FeNbO_4 . *American Mineralogist*; 49, 242-246.
- TISCHENDORF G. 1977.** Geochemical and petrographic characteristics of silicic magmatic rocks associated with rare element mineralization. In : Stemprok M., Burnol L., Tischendorf G. (eds), *MAWAM, Geological Survey, Prague*, 2 : 41-96.
- YIN L., POLLARD P.J., SHOUXI H., TAYLOR R.G. (1995).** Geological and geochemical characteristics of the Yichun Ta-Nb-Li deposit, Jiangxi Province, south China. *Econ. Geol.*, 90, 577-585.