

## L'ÉTAÏN DANS LES SILICATES CALCIQUES A SANTO ADRIAO (NORD DU PORTUGAL)<sup>1</sup>

par

Pierre FLAMENT<sup>2</sup>

(3 figures et 1 tableau)

**RESUME.**- L'étude de la minéralisation à scheelite de Santo Adriaio (nord-est du Portugal) a permis la mise en évidence d'étain dans des roches calcosilicatées. Il s'agit de métasédiments de la Formation de Bateiras (Bernardo de Sousa, 1981), comprise dans la partie supérieure du Complexe des Schistes et Grauwagues et affleurant dans l'auréole de contact au nord du granite de Tabuaço.

L'étain peut être présent sous forme de cassitérite dans des cornéennes à sulfures, mais il est surtout inclus dans le réseau de silicates calciques. C'est ainsi qu'on trouve de l'étain dans l'épidote et le grenat (un hydrogrossulaire fluoré), mais aussi, bien qu'en quantités plus faibles dans la vésuvianite et dans le sphène.

De plus, tous ces minéraux contiennent des teneurs inhabituelles en fluor.

**ABSTRACT.**- The study of a scheelite-bearing mineralization in Santo Adriaio (North East Portugal) showed up the presence of tin in calc-silicated rocks. These latter are part of the metasediments of the Bateiras Formation (B. de Sousa, 1981) pertaining to the upper sequences of the Schist and Greywacke Complex. They outcrop in a contact metamorphic aureole to the north of the Tabuaço granite.

Tin may be present as cassiterite in the sulfide-bearing contact metamorphic rocks. It may however be trapped in the network of calc-silicates. Indeed, we found tin in epidote, garnet (a fluorated hydrogrossular), but also, however in lower quantities, in vesuvianite and sphene.

All these minerals proved to be abnormally high in fluor.

### INTRODUCTION

La minéralisation à scheelite de Santo Adriaio se situe au nord-est du Portugal, dans les collines de la région du Douro, à une vingtaine de kilomètres au sud-sud est de Vila Real (fig. 1).

Ce gîte de scheelite, qui a fait l'objet de prospections de la société Riofinex, est compris dans la zone Centro-Iberique du Massif Hespérique, celui-ci constituant le fragment le plus continu du socle hercynien en Europe.

Il s'agit d'une minéralisation stratiforme de tungstène formée par des métasédiments calcosilicatés contenant de la scheelite. Ces roches sont comprises dans la partie supérieure d'une séquence sédimentaire pré-ordovicienne, le Complexe des Schistes et Grauwagues (ou Schistes de Beira) (fig. 1), et plus particulièrement dans la

Formation de Bateiras (Bernardo de Sousa, 1981). Cette formation est caractérisée par la présence de bancs carbonatés et de schistes noirs graphiteux.

Lors du tectogène hercynien, cette série a été plissée de façon isoclinale et a subi un métamorphisme régional léger («schistes à sérécite») dont les isogrades n'ont pas atteint le faciès des schistes verts à biotite.

D'autre part, le gîte de scheelite est localisé dans l'auréole de contact d'un granite (fig. 2). Le métamorphisme thermique lié à la mise en place de ce batholite a provoqué dans l'encaissant la cristallisation de biotites post-cinématiques, donnant aux roches l'aspect de schistes tachetés.

1. Communication présentée le 2 décembre 1986. Manuscrit reçu le 30 mai 1987, revu le 15 février 1988.

2. Boursier IRSIA. Laboratoires de Géologie Appliquée, Université de Liège (Belgique).

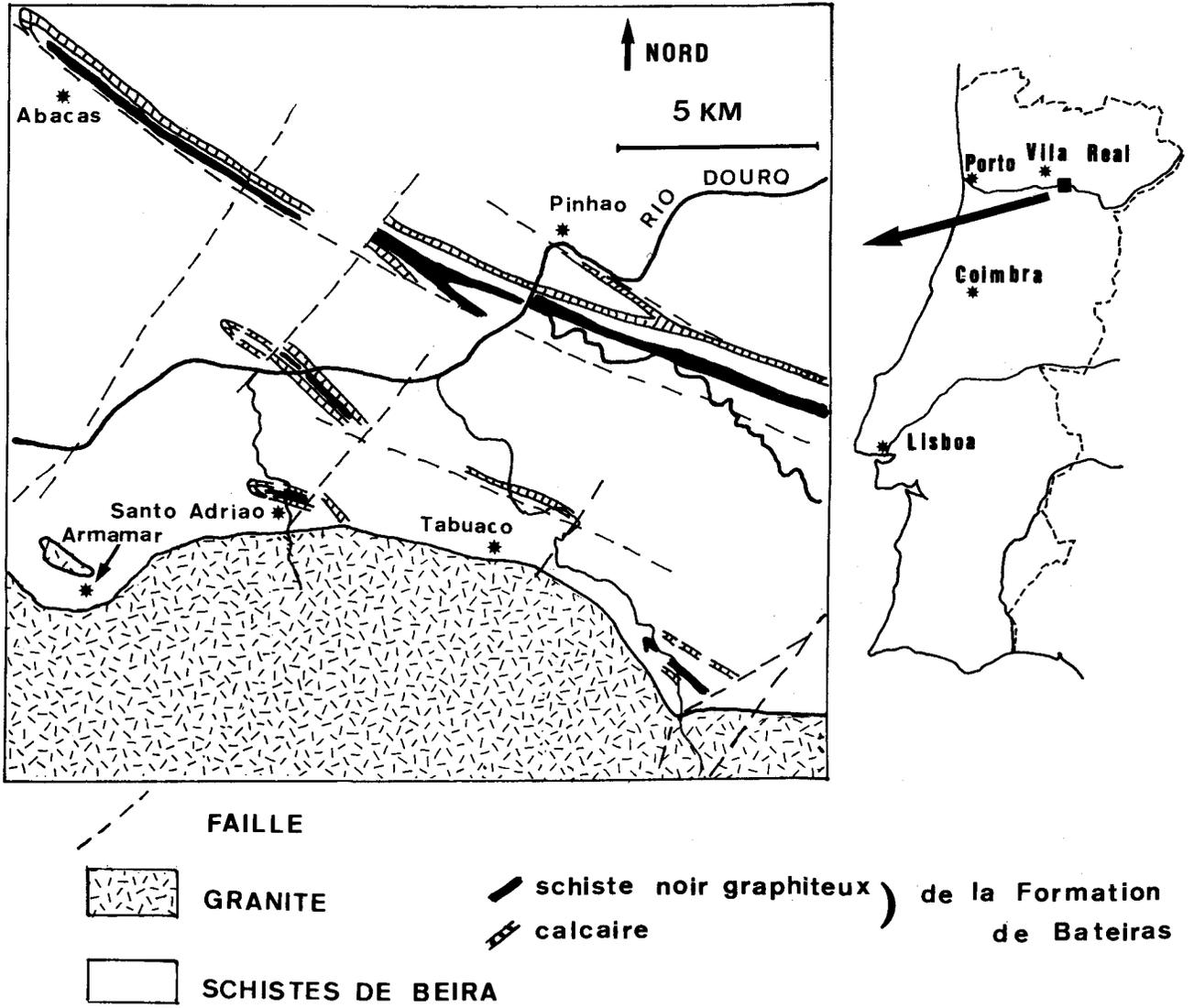


Figure 1.- Carte géologique de la région de Santo Adriaio (d'après M. Bernardo de Sousa, 1981).

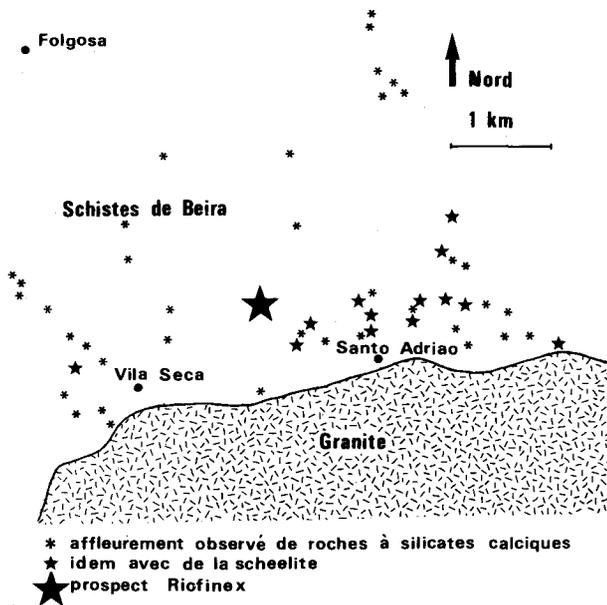


Figure 2.- Localisation des indices à scheelites des environs de Santo Adriaio, mis en évidence par prospection à la lampe U.V. le long des chemins.

L'intrusion de ce granite s'est accompagnée de déformations syngranitiques et d'une certaine digestion de l'encaissant.

Il s'agit d'un granite alcalin à albite et à deux micas qui fait partie de la série des «Older Hercynian Granites» (Oen Ing Soen, 1970). Ce pluton a subi des altérations hydrothermales : la muscovite y est secondaire et a remplacé en partie la biotite. De plus, un faciès de bordure contient des sulfures (principalement de la pyrite) et de la tourmaline.

### LES ROCHES CALCOSILICATEES

Les roches calcosilicatées observées dans les environs de Santo Adriaio ont pu être classées sur base de leur minéralogie et de leur faciès en 3 grands types :

- le skarn à scheelite
- les cornéennes à arsénopyrite
- les petits bancs à silicates calciques.

Le skarn à scheelite et les cornéennes à arsénopyrite, en bancs métriques, sont interstratifiés dans des schistes souvent tourmalinisés à leurs abords. Cet ensemble forme le gîte de tungstène de Santo Adriaio (fig. 3).

Le skarn, dont les bancs atteignent plusieurs mètres d'épaisseur par endroits et sont continus (plus d'un kilomètre), souligne à Santo Adriaio la charnière d'un pli, de structure complexe (F. Ramos & Viega, 1980).

Les cornéennes à arsénopyrite ont toujours été observées à proximité immédiate des bancs de skarn à scheelite.

Le skarn est formé, outre de scheelite, d'hydrogrossulaire, de vésuvianite, de salite, d'une épidote du terme clinozoïte, de fluorite, de sphène et de quartz. Comme on le verra plus loin, la plupart des silicates calciques contiennent du fluor et de l'étain.

Les bancs de skarn font place localement à des lentilles de quartz blanc cristallin, stérile, de

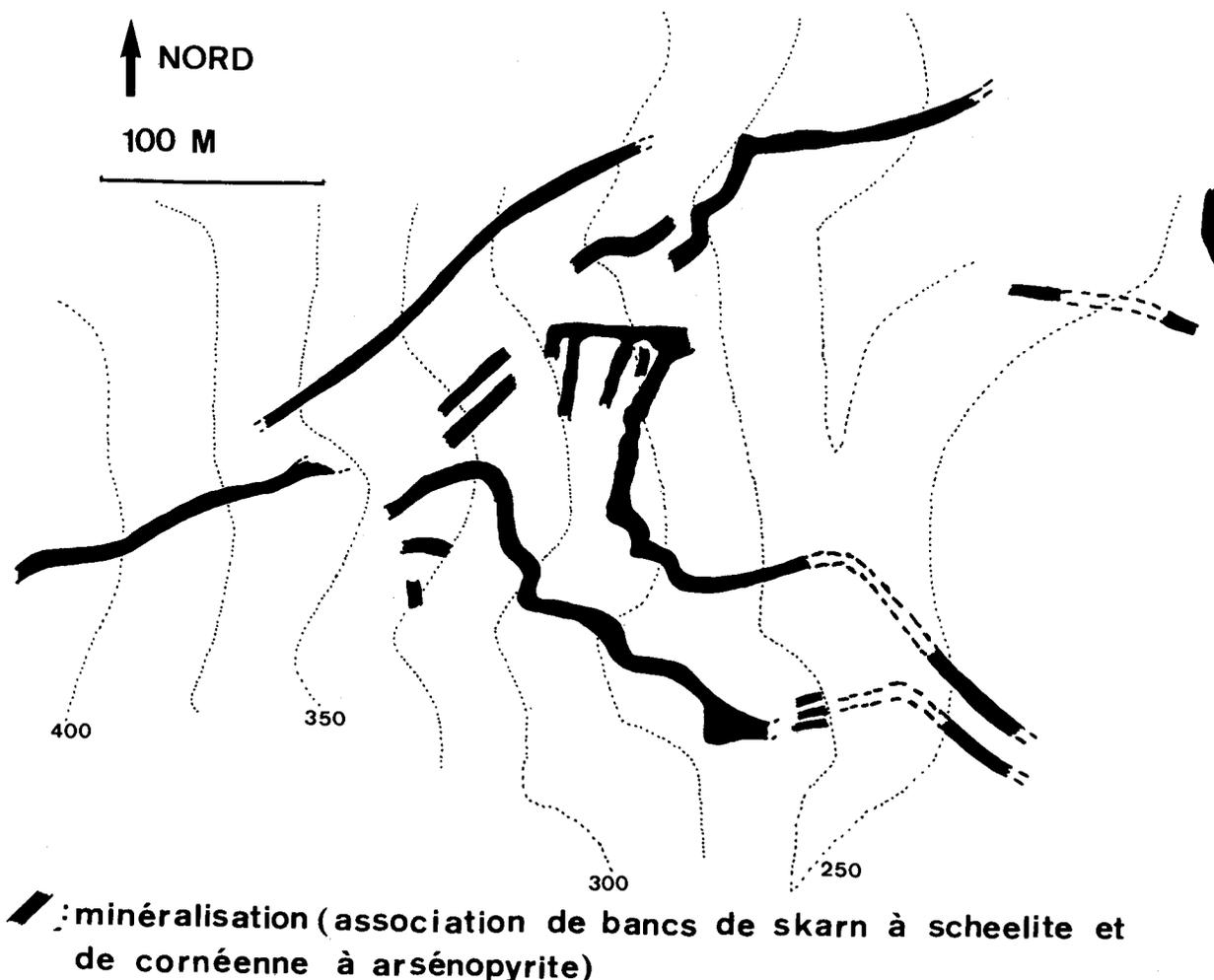


Figure 3.- Carte géologique simplifiée du gîte de scheelite de Santo Adriaio.

puissance parfois métrique et ils sont recoupés par des filons à albite et micas blancs.

Par ailleurs, ces bancs de skarn ont manifestement subi par endroits un métasomatisme aluminosiliceux et potassique qui s'est terminé par des veines de quartz géodique et peut être mis en relation avec des filons riches en orthose, tout proches.

Les cornéennes à arsénopyrite sont formées de quartz, de salite et de sphène, mais contiennent de nombreux minéraux métalliques, principalement l'arsénopyrite et la pyrrhotine et parfois la chalcopryrite, la molybdénite, la pyrite et même la cassitérite.

On peut observer dans la région d'autres bancs à silicates calciques de puissance souvent décimétrique et parfois faiblement minéralisés en scheelite. Le contact granitique indique bien que la présence de scheelite est liée à l'intrusion du pluton dans les Schistes de Beira.

La formation des roches calco-magnésiennes intercalées dans la séquence schisteuse résulte du métamorphisme de calcaires et dolomies plus ou moins impurs et est liée à une activité

hydrothermale associée au plutonisme magmatique. Le granite serait à l'origine de fluides ayant eu une action métasomatique sur ces bancs calcosilicatés (Ferreira Pinto, 1984).

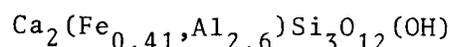
Les silicates calciques de Santo Adriaio ont déjà fait l'objet d'études chimiques, radiocristallographiques et génétiques (Ferreira Pinto, 1983a, b, c), celles-ci sont ici complétées par des analyses ponctuelles à la microsonde électronique. Les résultats de ces analyses ont permis de calculer les formules moyennes de ces minéraux, reprises dans le tableau 1.

Ces analyses ont fait apparaître des teneurs importantes en fluor dans pratiquement tous les silicates calciques ainsi que des anomalies non négligeables en étain dans certains de ceux-ci. On trouve surtout l'étain dans l'épidote. D'autre part, le sphène en contient assez peu, bien qu'un isomorphe stannifère de celui-ci, la malayaite ( $\text{CaSnSiO}_5$ ), qui n'a pas été mis en évidence à Santo Adriaio, existe dans d'autres skarns (Burt, 1978). Le grenat, qui lui est un porteur assez courant de l'étain dans les roches calcosilicatées (Deer *et al.*, 1962; Burt, 1978) en contient, mais moins que l'épidote. Il s'agit d'un hydrogrossulaire

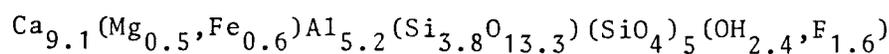
Tableau 1.- Formules des silicates calciques analysés à la microsonde électronique.

SKARN

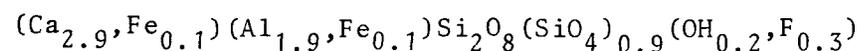
épidote (s.l.)



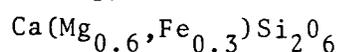
vésuvianite



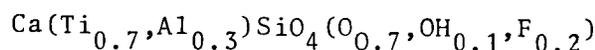
grenat



clinopyroxène



sphène

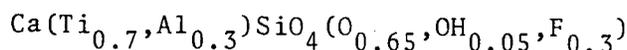


CORNEENNE A ARSENOPIRYTE

clinopyroxène

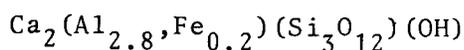


sphène

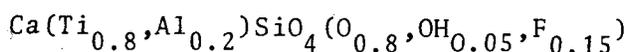


PETITS BANCs A SILICATES CALCIQUES

épidote (s.l.)



sphène



% max en poids

F	SnO <sub>2</sub>	Sn
0.14	0.11	0.087
2.42	0.13	0.102
2.03	0.27	0.213
2.66		
3.23		
0.28	0.52	0.410
1.44	0.10	0.079

qui contient, outre un peu d'étain, du fluor. On signale que la présence de fluor dans un hydrogrenat avait déjà été mise en évidence dans une hydro-andradite du Land's End (SW England) (Van Marke de Lummen, 1986).

Le plus intéressant est donc de constater que la vésuvianite et la clinozoisite contiennent de l'étain, ce qui n'est pas très courant. Comme l'épidote peut être fort abondante (plus de 50 % en volume de certains échantillons), ce stock métal est quantitativement important, bien que sans intérêt économique.

On peut d'ailleurs imaginer que la présence simultanée de Sn et F dans ces minéraux est due à une origine commune de ces deux éléments. On rappellera à ce propos l'existence de complexes fluorés responsables du transport de l'étain aux basses températures (Weisbrod, 1986).

## CONCLUSION

On constatera que l'étude des espèces de silicates calciques présentes dans les roches calcosilicatées de la zone de contact du granite de Tabuaço apporte des renseignements utiles à la prospection de l'étain.

L'analyse à la microsonde de ces silicates calciques a montré qu'ils contiennent de l'étain. Ce métal ne sera cependant pas un valorisant du gîte de scheelite de Santo Adriaio, car dispersé dans les réseaux de minéraux silicatés, il ne sera pas récupérable, contrairement au cas où le métal est individualisé sous forme de cassitérite.

D'éventuelles campagnes de prospection géochimique devront être menées en tenant compte de ce phénomène et en veillant à caractériser les phases porteuses de l'étain dans les indices mis en évidence par géochimie en roche.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERNARDO DE SOUSA, M., 1981.- Complexo xisto-grauvaquico do Douro : A formação de Bateiras-facies-ocorencia e significado litostratigrafico. *Cuadernos Geologica Iberica*, 7 : 645-651.
- BURT, D.M., 1978.- Tin Silicate-Borate-Oxide Equilibria in Skarns and Greisens. The System CaO-SnO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>-F<sub>2</sub>O-1. *Economic Geology*, 73 : 269-282.
- DEER, HOWIE & ZUSSMAN, 1962.- Rocks forming minerals. Longmans.
- FARINHA RAMOS, J.M. & VIEGAS, L.F.S., 1980.- Algumas notas sobre a prospecção de mineralizações scheelíticas no Norte de Portugal. *Comm. Serv. Geol. Portugal*, 66 : 151-165.
- FERREIRA PINTO, A.F., 1983a.- Estudo dos minerais de epidoto de rochas calcosilicatadas portuguesas. *Memorias e Noticias. Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univers. Coimbra*, 95.
- FERREIRAS PINTO, A.F., 1983b.- Idocrases de rochas calcosilicatadas portuguesas. Características ópticas e químicas. *Memorias e Noticias. Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univers. Coimbra*, 96 : 21-38.
- FERREIRA PINTO, A.F., 1983c.- Estudo químico e genético de clinopyroxenas de rochas calcosilicatadas portuguesas. *Memorias e Noticias. Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univers. Coimbra*, 95.
- FERREIRA PINTO, A.M., 1984.- Rochas calco-silicatadas do Complexo Xisto-Grauvaquico : mineralogia, geoquímica, evolução genética. *Commun. Serv. Geol. Portugal*, 70 (1) : 55-62.
- OENING SOEN, 1970.- Granite intrusion, folding and metamorphism in central northern Portugal. *Boletim Geologico y Minero, LXXXI-II-III* : 271-298.
- VAN MARKE DE LUMMEN, 1986.- Fluor-bearing hydro-andradite from an altered basalt in the Land's End area, SW England. *Bull. Mineral.*, 109 613-616.
- WEISBROD, A., 1986.- Caractères généraux des phases fluides dans les indices et gisements de tungstène et d'étain. *Résumés de communication. Colloque sur les gisements de tungstène*. Toulouse 86.