

SUR UNE NOUVELLE OCCURRENCE DE LA  
BABINGTONITE  $\text{Ca Fe}^{++} \text{Fe}^{+++} \text{Si}_5\text{O}_{14} (\text{OH})$   
DANS UN SKARN FERRUGINEUX (\*)

par J. VERKAEREN (\*\*)

RÉSUMÉ

La babingtonite  $\text{Ca Fe}^{++} \text{Fe}^{+++} \text{Si}_5\text{O}_{14} (\text{OH})$  est un minéral très rare dans la nature; on n'en connaît que 7 occurrences (y compris San Leone) dans les skarns ferrugineux.

Deux analyses à la microsonde électronique

— ont confirmé que celles-ci sont toujours remarquablement proches des valeurs qui découlent de la formule théorique;

— ont mis en évidence la distribution inégale du manganèse à l'intérieur d'un même grain.

L'analyse paragenétique semble confirmer que la babingtonite n'est pas en équilibre avec la ferrotremolite  $\text{Ca}_2 \text{Fe}_5^{++} \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$  dans des conditions naturelles. Par contre on observe les associations babingtonite-ilvaïte  $\text{Ca Fe}_3^{++} \text{Fe}^{+++} \text{Si}_2\text{O}_7 \text{O}(\text{OH})$  et ilvaïte-ferrotremolite.

Le phénomène pourrait être en liaison directe avec des fluctuations locales de la fugacité de l'oxygène.

ABSTRACT

Babingtonite  $\text{Ca Fe}^{++} \text{Fe}^{+++} \text{Si}_5\text{O}_{14} (\text{OH})$  is a very rare mineral in nature; only seven occurrences (including San Leone) are known in ferruginous skarns.

Two microprobe analyses are given. They clearly show the constancy of the structural formula and the heterogeneous distribution of manganese within a single grain.

Paragenetic analysis seems to confirm the fact that babingtonite is not in equilibrium with ferrotremolite  $\text{Ca}_2 \text{Fe}_5^{++} \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$  in natural occurring conditions. On the other hand one can observe the associations babingtonite-ilvaïte  $\text{Ca Fe}_3^{++} \text{Fe}^{+++} \text{Si}_2\text{O}_7 \text{O}(\text{OH})$  and ilvaïte-ferrotremolite. These observations may be explained by local fluctuation of the oxygen fugacity.

I. LOCALISATION

La babingtonite apparaît dans certains horizons des skarns à magnétite de San Leone, Sardaigne Sud-Occidentale. Le gisement est localisé à environ 30 km au S.W. de la ville de Cagliari. Les skarns s'y présentent sous forme de lentilles interstratifiées dans un ensemble de cornéennes pélitiques d'âge silurien au contact d'un batholite grano-dioritique hercynien (VERKAEREN, 1973). Le faciès métamorphique est celui des cornéennes à hornblende dans le sens de TURNER (1968). La babingtonite est un minéral extrêmement rare dans la nature. On la retrouve le plus communément associée à des zéolites dans des filons ou des cavités de certaines diabases du Trias (U.S.A.). On n'en connaît que 7 occurrences (y compris San Leone) dans des skarns

(\*) Communication présentée et manuscrit déposé le 5 mars 1974.

(\*\*) Laboratoire de Minéralogie et de Géologie Appliquée, Université de Louvain, 1348 Louvain-la-Neuve.

ferrugineux (BURT, 1971). Il s'agit des skarns d'Arendal (Norvège), de San Leone (Sardaigne), de Yakugi (préfecture de Fukushima, Japon) de Rudui Kaskad (U.R.S.S.), de Odinochnoye (U.R.S.S.), de Zaravsham (U.R.S.S.) et de Alay et Tien-Shan (U.R.S.S.).

## 2. ANALYSES CHIMIQUES ET PROPRIÉTÉS OPTIQUES

Il s'agit d'un pyroxénoïde de structure analogue à celle de la rhodonite (AZAKI, 1972). Sa formule chimique est très proche de celle de l'ilvaïte  $\text{Ca Fe}_2^{++}\text{Fe}^{+++}(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$ , ce qui ne manque pas de poser un problème étant donné la relative abondance de cette dernière dans la nature.

Les analyses chimiques sont toujours remarquablement proches des valeurs qui découlent de la formule théorique. La substitution la plus importante est celle  $\text{Fe}^{++} - \text{Mn}$ ; elle est probablement quasi complète (BURT, 1971) et fournit la variété babingtonite manganésifère (VINOGRADOVA et al., 1967). La structure n'admet en revanche que très peu de Mg ou d'Al.

Les résultats de l'analyse à la microsonde électronique sont repris dans le tableau 1. La microsonde ayant révélé une hétérogénéité dans la distribution du manganèse à l'intérieur des grains, l'analyse 116 A résulte d'un comptage dans une zone à basse teneur en MnO, tandis que l'analyse 116 B résulte d'un comptage dans une zone à haute teneur dans le même grain.

Du point de vue optique, le minéral est extrêmement caractéristique par son pléochroïsme :  $\alpha$  vert foncé,  $\beta$  lilas et  $\gamma$  brun.

TABLEAU 1

*Analyses chimiques de la babingtonite*

	116A	116B
Si O <sub>2</sub>	53.8	53.6
Fe O	21.3	18.9
Mn O	2.0	5.6
Ca O	19.2	19.6
H <sub>2</sub> O*	1.6	1.6
TOTAL	97.9	99.4

Nombre d'ions sur la base de 14,5 oxygènes

Si	5.285	5.223
Fe <sup>++</sup>	1.744	1.535
Mn	0.166	0.461
Ca	2.021	2.057
OH	0.524	0.520

\* Le pourcentage en H<sub>2</sub>O est calculé d'après la teneur théorique.

## 3. SITUATION PARAGÉNÉTIQUE

La babingtonite apparaît sous forme de petites concentrations dans des horizons où prédomine l'hédenbergite. Elle est considérée comme tardive (phase hydrothermale) par rapport à cette dernière (VERKAEREN, 1973).

Elle cristallise en compagnie d'autres minéraux dans les associations suivantes :

- babingtonite — fluorine — calcite — (quartz) (\*)
- quartz — ilvaïte — babingtonite — fluorine — calcite — scheelite
- quartz — ilvaïte — babingtonite — magnétite — andradite — fluorine (\*\*)

Une observation caractéristique est l'absence de l'amphibole ferrotremolite  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{++}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  (ERNST, 1966) dans les associations à babingtonite. (VERKAEREN, 1973). Il est intéressant de constater qu' à San Leone, ainsi que dans d'autres gisements analogues (BURT, 1972; SCHIMAZAKI, 1969), les paires ferrotremolite-ilvaïte et ilvaïte-babingtonite paraissent stables, mais que la paire ferrotremolite-babingtonite n'est jamais observée. D'autre part, il faut noter que dans les skarns de San Leone, la ferrotremolite est un minéral beaucoup plus abondant que la babingtonite.

Les principaux paramètres qui président à ces équilibres sont la P, la T, la  $f\text{O}_2$ , le  $\mu\text{CO}_2$  et le  $\mu\text{H}_2\text{O}$ .

Le travail consacré à la mise en place des skarns de San Leone (VERKAEREN, 1973), a montré que l'on pouvait estimer la pression exercée sur la phase fluide lors du stade hydrothermal à environ 250 bars; le maximum de la température devait se situer aux alentours de 400° C. La présence de la ferrotremolite impose des conditions de  $f\text{O}_2$  très drastiques;  $\log f\text{O}_2$  a dû être de l'ordre de  $10^{-23}$  —  $10^{-25}$ .

BURT (1971-1972) a étudié les relations d'équilibre entre les minéraux des skarns dans le système  $\text{CaO-FeO-SiO}_2\text{-CO}_2\text{-O}_2\text{-H}_2\text{O}$ . Il a établi les diagrammes  $\mu\text{CO}_2\text{-}\mu\text{H}_2\text{O}$ ,  $\mu\text{O}_2\text{-}\mu\text{H}_2\text{O}$  et  $\log f\text{O}_2\text{-T}$ . La complexité de ces diagrammes n'entrant pas dans le cadre de cet article, nous en retirerons simplement les enseignements qui nous intéressent ici. BURT (1972, p. 166-167) :

« In terms of  $\mu\text{H}_2\text{O}$  —  $\mu\text{CO}_2$ , the stability field of babingtonite is much more restricted than that of ilvaïte and in requiring extremely hydrous,  $\text{CO}_2$  — free environments, babingtonite has a stability field similar to that of the zeolites that normally accompany it.

... end-member ferrotremolite, in terms of  $\mu\text{H}_2\text{O-}\mu\text{CO}_2$  has a larger stability field than ilvaïte. Nonetheless its requirement for very reducing conditions and its tendency to concentrate  $\text{Mg}^{++}$  make ferrotremolite rarer in nature than ilvaïte ».

La ferrotremolite et la babingtonite sont donc toutes deux compatibles avec des  $\mu\text{H}_2\text{O}$  élevés. Par contre la ferrotremolite étant incompatible avec des  $f\text{O}_2$  élevées, l'absence de l'association ferrotremolite-babingtonite nous paraît devoir trouver son origine dans des valeurs localement trop élevées de ce paramètre.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent en premier lieu au Prof. P. ZUFFARDI de l'Université de Cagliari, qui nous initia à la géologie de la zone de San Leone.

Nous remercions également le Prof. P. de BÉTHUNE qui nous donna aimablement

(\*) (...) = participation incertaine à l'association considérée.

(\*\*) Cette association n'a été observée qu'une seule fois.

accès à la microsonde de son laboratoire, ainsi que Mr. J. WAUTIER qui exécuta les analyses.

Le Prof. J. MOREAU a bien voulu lire et critiquer le manuscrit.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AZAKI, T., 1972. — The crystal structure of babingtonite. *Amer. Miner.*, **57**, pp. 323.
- BURT, D., 1971. — Some phase equilibria in the system Ca-Fe-Si-C-O. Carnegie Inst. Washington. Yearbook 70, pp. 178-184.
- BURT, D., 1971. — Multisystem analysis of the relative stabilities of babingtonite and ilvaite. *Ann. Rep. Dir. Geoph. Lab.*, 70-71, pp. 189-196.
- BURT, D., 1972. — Geochemistry of Ca-Fe-Si-C-O skarn deposit. Thèse de doctorat, Université de Harvard, U.S.A.
- ERNST, W. G., 1966. — Synthesis and stability relations of ferrotremolite. *Amer. Jour. Sci.*, **264**, pp. 37-65.
- SHIMAZAKI, H., 1969. — Pyrometasomatic copper and iron ore deposits of the Yakugi mine, Fukushima prefecture, Japan. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. 2*, **17**, pp. 317-350.
- TURNER, F. S., 1968. — *Metamorphic Petrology*. Mc Graw-Hill.
- VERKAEREN, J., 1973. — Les skarns à magnétite de San Leone, Sardaigne Sud-occidentale. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Appliquées, Univ. de Louvain, Louvain.
- VINOGRADOVA, R. A. & PLYVSNINA, I. I., 1967. — Composition properties and crystallochemical peculiarities of minerals in the isomorphous series babingtonite-mangan-babingtonite (in Russ.). *Vestnick Mosk. Univ., Ser. 4*, **22**, 54-67.