

Une nouvelle espèce minérale : l'afghanite de Sar-e-Sang, Badakhshan, Afghanistan. Comparaison avec les minéraux du groupe de la cancrinite

PAR P. BARIAND, F. CESBRON,

Laboratoire de Minéralogie-Cristallographie de la Faculté des sciences de Paris, associé au C. N. R. S.

ET R. GIRAUD,

Bureau de Recherches géologiques et minières, Orléans.

Résumé. — L'afghanite, nouvel aluminosilicate de sodium, calcium et potassium, a été découverte dans la mine de lapis-lazuli de Sar-e-Sang, Badakhshan, Afghanistan. Hexagonale avec $a = 12,77$, $c = 21,35$ Å, $V = 3015$ Å³, les groupes de symétrie possible étant $P6_3/mmc$, $P6_3mc$ ou $P6_2c$. $Z = 3$ (Na, Ca, K)₁₂ (Si, Al)₁₆O₃₄ (Cl, SO₄, CO₃)₄.0,6H₂O par maille triple hexagonale.

Les raies principales du diagramme de poudre sont : 3,688 FFF ; 3,298 FFF ; 4,82 FF ; 3,997 F ; 2,685 F ; 2,130 F ; 1,792 F. La dureté est comprise entre 5,5 et 6 et la densité mesurée est égale à 2,55. L'afghanite est uniaxe positif avec $n_e = 1,529$ et $n_o = 1,523$. Le clivage est net suivant (10.0).

Son diagramme de poudre l'apparente aux minéraux du groupe de la cancrinite dont les mailles cristallographiques ont été déterminées : cancrinite $a = 12,60$, $c = 5,13$ groupe de symétrie $P6_3$, $Z = 1$; davyne $a = 12,70$, $c = 5,33$, groupe de symétrie $P6_3/m$ ou $P6_3$, $Z = 1$; microsommite $a = 22,08$, $c = 5,33$ Å, groupe de symétrie $P6_3,22$, $Z = 3$. Leurs diagrammes de poudre ont été indexés.

Abstract. — Afghanite, a new aluminosilicate of sodium, calcium, and potassium, was discovered in a crystal from the lapis-lazuli mine, Sar-e-Sang, Badakhshan province, Afghanistan. X ray diffraction data indicate a hexagonal cell with $a = 12,77$, $c = 21,35$ Å, $V = 3015$ Å³ ; the possible space group are $P6_3/mmc$, $P6_3mc$ or $P6_2c$. The contents of the triply multiple hexagonal cell are : 3 (Na, Ca, K)₁₂ (Si, Al)₁₆O₃₄ (Cl, SO₄, CO₃)₄.0,6H₂O. The d-spacings in Å for the strongest X-ray lines are : 3.688 vvs, 3.298 vvs, 4.82 vs, 3.997 s, 2.685 s, 2.130 s, 1.792 s. The hardness is about 5.5-6 and the measured specific gravity is 2.55. It is uniaxial positive, with $n_e = 1.529$ and $n_o = 1.523$. Perfect (10.0) cleavage.

The X-ray powder diagram is similar to those of the minerals of the cancrinite group : cancrinite $a = 12,60$, $c = 5,13$ space group $P6_3$, $Z = 1$; davyne $a = 12,70$, $c = 5,33$ space group $P6_3/m$ or $P6_3$, $Z = 1$; microsommite $a = 22,08$, $c = 5,33$ Å space group $P6_3,22$, $Z = 3$. The afghanite cell is very close to a quadruple multiple of the cancrinite cell.

INTRODUCTION.

C'est au cours d'une mission effectuée en juillet 1964 par A. F. de Lapparent, P. Bariand et J. Blaise sur le gisement de lapis lazuli de Sar-e-Sang, Hindou-Kouch oriental, province du Badakhshan, Afghanistan, que ce minéral a été découvert par l'un d'entre nous (P. B.).

Il se présente en une masse monominérale, transparente, bleutée, formant le cœur d'un cristal de lazurite (fig. 1) associé à de la sodalite, de la néphéline, de la phlogopite, de la forstérite, de la pyrite, etc. Ces minéraux représentent l'essentiel d'une minéralisation décrite dans une précédente note (J. Blaise et F. Cesbron, 1966) et localisée dans des veines de cipolin encaissées dans des gneiss de cette région essentiellement cristalline de l'Hindou-Kouch.

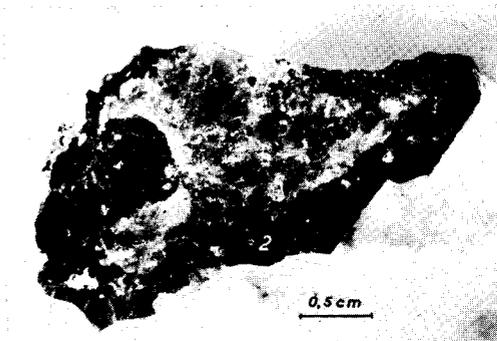


FIG. 1. — Échantillon original de l'afghanite de Sar-e-Sang.
1 : afghanite, 2 : lazurite.

Le nom d'afghanite est proposé pour cette nouvelle espèce minérale en hommage à l'hospitalité afghane et en remerciement au Gouvernement afghan qui nous a permis de nous rendre à Sar-e-Sang. Il a été approuvé par la commission française de nomenclature puis soumis à la Commission internationale des nouveaux noms et des noms de minéraux de l'I. M. A. qui l'a approuvé par 14 oui, 3 non et 1 abstention.

PROPRIÉTÉS CRISTALLOGRAPHIQUES.

L'afghanite est hexagonale. Ses paramètres, mesurés par la méthode du cristal tournant sur un fragment de lamelle de clivage, sont :

$$\begin{array}{ll} a = 12,77 \pm 0,03 \text{ \AA} & V = 3015 \text{ \AA}^3 \\ c = 21,35 \pm 0,04 \text{ \AA} & Z = 3 \end{array}$$

La seule règle d'extinction observée à l'aide d'une chambre de Weissenberg est que les réflexions $h h l$ n'apparaissent que pour $l = 2n$; les groupes de symétrie possibles sont donc $P6_3/mmc$, $P6_3mc$ ou $P\bar{6}2c$, les diagrammes de Laüé montrant une symétrie compatible avec la classe de Laüé $6/mmm$.

Un diagramme de poudre a été effectué par la méthode Seemann-Bohlin par transmission et a été indexé (tableau I).

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET OPTIQUES.

L'afghanite possède un clivage net suivant (10.0) et a une dureté comprise entre 5,5 et 6. La densité, mesurée à l'aide d'une balance de Westphal, est égale à 2,55 pour une densité calculée de 2,65.

L'afghanite est uniaxe positive avec des indices $n_e = 1,529 \pm 0,002$ et $n_o = 1,523 \pm 0,002$ pour la lumière jaune du sodium, d'où une biréfringence faible de l'ordre de 0,006.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.

Ne disposant que d'une faible quantité d'afghanite, l'analyse n'a pu être réalisée que sur 150 mg de produit trié avec soin sous la loupe binoculaire et pratiquement exempt d'inclusions de lazurite et de calcite (analyste : J. Fritsche, B. R. G. M.). Une analyse a également été faite à l'aide de la microsonde électronique.

Dans le tableau II résumant ces résultats ont été ajoutées à titre de comparaison : une analyse de cancrinite typique, une analyse de vishnevite et deux analyses partielles de davyne et de microsommite obtenues à l'aide de la microsonde électronique. Pour ces deux dernières analyses, les mêmes étalons que pour l'afghanite ont été utilisés et les corrections ont été faites en tenant compte de la teneur moyenne en Na connue pour ces deux espèces, l'appareil ne pouvant doser les éléments de numéro atomique inférieur à 12; ces analyses concordent assez bien avec celles, assez nombreuses, effectuées sur ces deux minéraux et rassemblées par C. Doelter (1917). Nous donnons d'ailleurs dans les tableaux III et IV les formules structurales, calculées à partir de ces analyses, sur la base de $12(\text{Si} + \text{Al})$.

TABLEAU I.

Diagramme de poudre de l'afghanite de Sar-e-Sang :

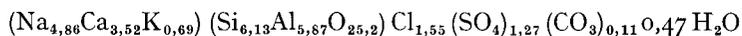
méthode Seemann-Bohlin, monochromateur à double courbure,
chambre de 180 mm de circonférence, radiation $K\alpha$ du cuivre.

$d_{hkl\text{ obs.}}$	I	hkl	$d_{hkl\text{ calc.}}$	$d_{hkl\text{ obs.}}$	I	hkl	$d_{hkl\text{ calc.}}$
11,10	fff	1 0.0	11,06	2,460	mF	1 1.8	2,462
10,70	fff	0 0.2	10,68			4 0.4	2,455
9,90	fff	1 0.1	9,82	2,418	f	1 4.0	2,413
6,00	mF	1 0.3	5,98	2,325	f	1 3.6	2,323
5,36	f	2 0.1	5,35			4 0.5	2,321
4,82	FF	1 0.4	4,81	2,294	fff	2 3.4	2,291
4,18	ff	1 2.0	4,18	2,170	f	5 0.2	2,166
4,105	f	1 2.1	4,102			1 3.7	2,163
		1 1.4	4,095	2,130	F	3 3.0	2,128
3,997	F	1 0.5	3,983	2,094	fff	1 0.10	2,096
3,850	fff	2 0.4	3,840			2 4.0	2,090
3,688	FFF	3 0.0	3,686	2,057	mF	1 2.9	2,063
3,609	ff	1 2.3	3,604			2 4.2	2,051
3,388	fff	1 0.6	3,387	1,950	fff	1 5.2	1,953
3,298	FFF	1 2.4	3,291			2 3.7	1,951
3,202	fff	2 2.0	3,193			2 4.4	1,946
3,125	fff	1 1.6	3,108	1,925	mf	4 0.8	1,920
3,039	mf	1 3.1	3,036	1,881	fff	5 0.6	1,879
		3 0.4	3,033			2 4.5	1,877
2,951	f	1 3.2	2,948	1,864	f	1 5.4	1,862
2,821	f	1 3.3	2,817	1,845	fff	3 0.10	1,848
2,799	ff	3 0.5	2,790	1,812	fff	4 3.1	1,812
2,769	mf	4 0.0	2,765	1,803	fff	2 4.6	1,802
2,744	mf	4 0.1	2,742			1 5.5	1,801
2,685	F	4 0.2	2,677			4 0.9	1,800
2,663	ff	0 0.8	2,669	1,792	F	4 3.2	1,792
		3 1.4	2,659			5 0.7	1,791
2,606	ff	1 0.8	2,594			1 4.8	1,790
2,580	f	4 0.3	2,577	1,771	fff	2 2.10	1,775
2,495	f	1 3.5	2,491			2 5.0	1,771
2,473	fff	2 3.2	2,468				

FFF : très très forte ; FF : très forte ; F : forte ; mF : moyennement forte ; mf : moyennement faible ; f : faible ; ff : très faible ; fff : très très faible.

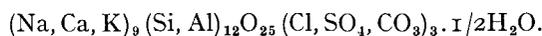
La composition de l'afghanite étant voisine de celles de la cancrinite
(Na, Ca)₇₋₈(Al₆Si₆O₂₄)(CO₃, SO₄, Cl)_{1,5-2} · 1-5H₂O,

sommite (tableaux III et IV), sa formule, par analogie, a d'abord été calculée sur la base de 12 (Si + Al) ce qui donne :



de la vishnevitte

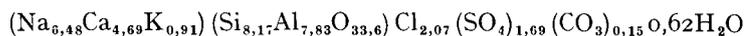
soit



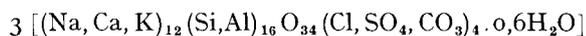
(Na, Ca, K)₆₋₇(Al₆Si₆O₂₄)(SO₄, CO₃, Cl)_{1-1,5} · 1-5H₂O et surtout de celle de la davyne et de la micro-

Cependant cette formule donne 1,28 unité formulaire par maille élémentaire et ne peut donc

être retenue. Le calcul de la formule cristallo-chimique a donc été conduit sur la base de 16 (Si + Al) et peut s'écrire :



soit



par maille multiple hexagonale. Cette formule traduit beaucoup mieux la symétrie hexagonale de ce composé, tous les facteurs étant des multiples de 6.

La complexité de leur composition chimique rend difficile, surtout en l'absence de données précises sur les structures, une comparaison

entre tous ces minéraux. Il est cependant pos-

sible de classer chimiquement ces minéraux en trois groupes principaux, en ne considérant que les anions CO_3^{--} , SO_4^{--} et Cl^- . Nous montrerons dans le paragraphe suivant que l'étude de la

TABLEAU II.
Analyses chimiques de l'afghanite,
comparées à celles des minéraux du groupe de la cancrinite.

	I CANCRINITE	2 VISHNEVITE	3 AFGHANITE	4 DAVYNE	5 MICROSOMMITE
	chimie	chimie	chimie	sonde	sonde
SiO ₂	33,98	35,29	30,8	28,9	31,9
Al ₂ O ₃	29,11	28,79	25	23,8	28,7
CaO.....	4,80	1,49	16,5	17,4	14,4
Na ₂ O.....	18,69	15,65	12,6	n. d.	n. d.
K ₂ O.....	0,64	4,15	2,7	2,8	3,7
SO ₃	1,37	5,76	8,5	8,3	5
Cl.....	0,42	—	4,6	5,5	10,7
CO ₂	7,00	1,01	0,4	n. d.	n. d.
H ₂ O.....	4,57	7,62	0,7	n. d.	n. d.
Fe ₂ O ₃	—	0,19	—	—	—
MgO.....	—	0,10	—	—	—
O = Cl.....	100,58 — 0,10	100,05	101,70 — 1,04		
Total.....	100,48		100,66		

1. Cancrinite, Blue Mountain, Ontario ; Phoenix et Nuffield (1949).
 2. Vishnevite, Ilmen Mountains, Oural ; Zavaritsky (1929).
 3. Afghanite, Sar-e-Sang, Afghanistan. Dans cette analyse le soufre a été mis sous forme de SO₃ mais l'afghanite doit certainement contenir aussi un peu de S²⁻ (la lazurite voisine contient 8,71 % de SO₃ et 1,84 % de S).
 4. Davyne, Vésuve, Italie. MNHN n° 108166.
 5. Microsommite, Vésuve, Italie. MNHN n° 106496.
- n. d. : non dosé.

TABLEAU III.

Analyses chimiques de davyne et nombre d'ions sur la base de 12 (Si + Al).

	1	2	3	4	5	6		
SiO ₂ ...	32,21	32,38	31,94	32,23	33,12	31,40		
Al ₂ O ₃ ..	29,22	28,64	28,18	28,98	28,60	27,80		
CaO...	12,60	10,55	10,23	10,36	9,91	13,82		
Na ₂ O...	10,14	10,74	11,85	11,01	7,22	9,07		
K ₂ O...	6,79	6,44	7,84	7,11	11,91	6,07		
Cl.....	6,71	7,14	7,04	6,95	5,14	5,19		
SO ₃ ...	4,43	4,03	3,69	4,11	2,38	8,78		
CO ₂ ...	—	1,63	1,47	1,26	2,88	—		
	102,10	101,55	102,24	102,01	101,16	102,13		
O = Cl.	— 1,51	— 1,61	— 1,59	— 1,56	— 1,16	— 1,17		
Total..	100,59	99,94	100,65	100,45	100,00	100,96		
Si... 5,800	} 12	5,874	} 12	5,884	} 12	5,946	} 12	5,871
Al... 6,200		6,126		6,116		6,175		6,054
Ca... 2,431	} 7,530	2,051	} 7,318	2,017	} 8,086	2,006	} 7,503	2,769
Na... 3,539		3,777		4,228		3,858		2,513
K... 1,560	} 2,645	1,490	} 3,147	1,841	} 3,075	1,639	} 2,997	1,448
Cl... 2,047		2,195		2,196		2,129		1,564
S... 0,598	} 0,548	0,548	} 0,510	0,510	} 0,557	0,557	} 2,591	2,232
C... —		0,404		0,369		0,311		0,706

1. Davyne, Monte Somma ; A. Scacchi (1876).
- 2, 3, 4. Davyne, Monte Somma ; H. Rauff (1878).
5. Davyne, Monte Somma ; H. Traube (1895).
6. Davyne, Vésuve ; F. Zambonini (1910).

Composition moyenne :

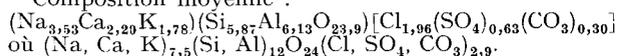


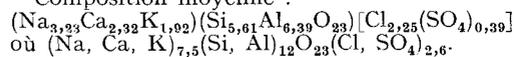
TABLEAU IV.

Analyses chimiques de microsommite et nombre d'ions sur la base de 12 (Si + Al).

	1	2	3	4	5	6		
SiO ₂ ...	33,0	32,12	30,74	31,40	31,70	30,95		
Al ₂ O ₃ ..	29,0	29,07	31,57	30,37	32,07	31,75		
CaO...	11,2	11,19	10,77	10,84	14,72	14,68		
Na ₂ O...	8,7	9,89	8,46	9,75	12,45	7,18		
K ₂ O...	11,5	6,38	8,97	8,36	4,27	11,32		
Cl.....	9,1	8,17	7,65	7,64	6,99	5,30		
SO ₃ ...	1,7	6,04	5,17	4,57	—	—		
	104,2	102,86	103,33	102,93	102,20	101,18		
O = Cl.	— 2,05	— 1,84	— 1,73	— 1,72	— 1,58	— 1,20		
Total..	102,15	101,02	101,60	101,21	100,72	99,98		
Si... 5,893	} 12	5,806	} 12	5,428	} 12	5,473	} 12	5,432
Al... 6,107		6,194		6,572		6,393		6,527
Ca... 2,144	} 7,777	2,167	} 7,103	2,038	} 6,955	2,074	} 7,354	2,760
Na... 3,012		3,405		2,896		3,375		4,166
K... 2,621	} 2,982	1,471	} 3,322	2,021	} 2,974	1,905	} 2,924	2,534
Cl... 2,754		2,503		2,289		2,312		2,045
S... 0,228	} 0,819	0,819	} 0,685	0,685	} 0,612	0,612	} 2,045	—
C... —		—		—		—		—

1. Microsommite, Vésuve ; G. von Rath (1875).
- 2, 3, 4, 5, 6. Microsommite, Vésuve ; A. Scacchi (1875).

Composition moyenne :



maille cristalline permet de différencier facilement les minéraux du troisième groupe auquel doit être rattachée l'afghanite.

- 1^o groupe de la cancrinite : l'anion dominant est le radical CO_3^{--} ;
 2^o groupe de la vishnevitte : l'anion dominant est le radical SO_4^{--} ;
 3^o groupe de la davyne, de la microsommite et de l'afghanite : Cl^- domine largement sur SO_4^{--} , CO_3 étant généralement très peu abondant.

Une classification basée sur les cations semble moins nette ; on peut remarquer cependant que la cancrinite se différencie nettement des minéraux du troisième groupe par une large prédominance du sodium à la fois sur le calcium et le potassium. Quant à l'afghanite, sa teneur en potassium est très faible alors que le rapport K/Ca approche de 1 dans la davyne et la microsommite.

COMPARAISON CRISTALLOGRAPHIQUE AVEC LA DAVYNE ET LA MICROSOMMITE (1).

Si le diagramme de poudre de l'afghanite présente certaines analogies avec celui de la cancrinite, la ressemblance est plus nette avec ceux de la davyne (Monticelli et Covelli, 1825) et de la microsommite (Scacchi, 1872) du



FIG. 2. — Cristaux de microsommite. Éruption du Vésuve de 1906 (les cristaux mesurent environ 4 mm de longueur.)

(1) Nous tenons à remercier très vivement MM. H. Curien et F. Permingeat dont les critiques nous ont été très utiles au cours de cette étude et en particulier lors de la rédaction de cette discussion.

Vésuve (fig. 2). Ces deux minéraux ont souvent été considérés comme des variétés de cancrinite : ils s'en distinguent cependant par une maille plus grande, un signe optique opposé et surtout par une forte prédominance de Cl sur CO_3^{--} et sur SO_4^{--} , conformément à la classification donnée ci-dessus. Signalons à ce propos que certains auteurs (A. D. Edgar, 1964) ne mentionnent pas le chlore dans la formule de la davyne, ce qui n'est absolument pas justifié, les formules structurales calculées à partir des analyses originales montrant dans tous les cas la prédominance de Cl sur S. Par contre, A. Lacroix (1907) estime que ces minéraux sont bien distincts de la cancrinite et écrit : « il est vraisemblable que ces minéraux forment une série continue au point de vue chimique aussi bien qu'optique... à moins qu'il ne s'agisse d'un groupe encore plus complexe comme celui des wernerites par exemple ; il y aurait là matière d'une étude physico-chimique fort intéressante. »

Nous avons donc entrepris une étude radio-cristallographique (méthodes du cristal tournant, de Weissenberg, de Laüe) sur deux des échantillons recueillis par A. Lacroix lors de l'éruption du Vésuve de 1906 et conservés au Muséum national d'histoire naturelle de Paris : il s'agit de la davyne n^o 108166 et de la microsommite n^o 106496. Une davyne (n^o 2213) du Monte Somma appartenant à la collection de notre laboratoire a également été étudiée et s'est révélée être identique à la précédente (1).

Dans le tableau V nous donnons les valeurs des paramètres, les groupes de symétrie les plus probables ainsi que les relations avec la maille de type cancrinite. Nous ne donnerons pas dans cette étude les propriétés optiques de ces minéraux uniaxes positifs : bien que toujours du même ordre de grandeur (entre 1,518 et 1,533) les indices sont sensibles à la composition chimique mais ne nous semblent pas constituer un critère suffisant pour distinguer ces différentes espèces minérales entre elles.

En examinant ce tableau on constate que :

— La maille de la cancrinite est la plus petite de toutes bien que le paramètre a puisse être assez voisin de celui de la davyne ($a = 12,72$ et $c = 5,18$ Å ; Kozu et Takane, 1933). Par contre le paramètre c reste toujours très nettement inférieur. Il en est de même pour la vishnevitte.

(1) Nous ne parlerons pas ici de la cavolinite, espèce mal définie voisine de la davyne ; tous les échantillons étiquetés « cavolinite » que nous avons pu étudier se sont d'ailleurs révélés être de la davyne.

TABLEAU V.

**Mailles cristallines de la cancrinite, de la vishnevitte, de la davyne,
de la microsommite et de l'afghanite.**

CANCRINITE	VISHNEVITE	DAVYNE	MICROSOMMITE	AFGHANITE
$a = 12,60 \text{ \AA}$ $c = 5,13$	$a = 12,68 \text{ \AA}$ $c = 5,18$	$a = 12,70 \pm 0,03 \text{ \AA}$ $c = 5,33 \pm 0,02$	$a = 22,08 \pm 0,04 \text{ \AA}$ $c = 5,33 \pm 0,02$	$a = 12,77 \text{ \AA}$ $c = 21,35$
$P 6_3$		$P 6_3/m$ ou $P 6_3$	$P 6_3 22$	$P 6_3/mmc, P 6_3mc$ ou $P 6_3c$
$Z = 1$ $V = 705 \text{ \AA}^3$	$Z = 1$ $V = 721 \text{ \AA}^3$	$Z = 1$ $V = 744 \text{ \AA}^3$	$Z = 3$ $V = 2 250 \text{ \AA}^3$	$Z = 3$ $V = 3 015 \text{ \AA}^3$

1. Cancrinite de Bancroft, Ontario. LMSP n° 1471.
2. Vishnevitte ; Edgar, 1964.
3. Davyne du Vésuve, Italie. MNHN n° 108166.
4. Microsommite du Vésuve, Italie. MNHN n° 106496.
5. Afghanite de Sar-e-Sang, Afghanistan. LMSP n° 9076.

— La davyne est la plus proche, structurellement, de la cancrinite. L'étude des extinctions systématiques (réflexions $00.l$ présentes pour $l = 2n$) et la symétrie des diagrammes de Laüé indiquent les groupes d'espaces $P 6_3/m$ ou $P 6_3$. Dans certains cas de la maille semble être un peu plus grande : Gossner et Mussgnug (1930) ont mesuré, sur une davyne de composition inconnue du Monte Somma, $a = 12,80$ et $c = 5,35 \text{ \AA}$.

— La microsommite possède une maille de volume triple de celle de la cancrinite. L'étude des extinctions systématiques et des diagrammes

de Laüé indique le groupe $P 6_3 22$ comme seul possible : il s'agit donc bien d'un minéral de structure différente et cette espèce doit être considérée comme valable.

— Enfin l'afghanite présente un paramètre c pratiquement quadruple de celui de la davyne et de la microsommite (fig. 3). Le volume de la maille est un peu plus de quatre fois celui de la maille de type cancrinite.

Les diagrammes de poudre de la cancrinite, de la davyne et de la microsommite ont été obtenus par la méthode Seemann-Bohlin avec un étalon interne de quartz. Les résultats sont donnés dans le tableau VI et les clichés sont reproduits figure 4. On peut remarquer l'augmentation de volume des différentes mailles cristallines, les raies de mêmes indices (en tenant compte de l'orientation et de la valeur différente du paramètre a de la microsommite) étant placées en regard. On peut remarquer aussi figure 4 que les différences de mailles et de groupe n'apparaissent pratiquement pas sur ces clichés alors qu'elles sont très nettes sur les diagrammes obtenus à l'aide d'une chambre de Weissenberg. Quant à l'afghanite, elle se distingue très aisément des trois minéraux précédents par un grand nombre de raies caractéristiques, généralement peu intenses il est vrai, mais parfaitement observables : 10,70 fff, 9,90 fff, 6,00 mF, 5,36 f, 4,105 f, 3,997 F, 3,850 fff, 3,609 ff, 3,388 fff etc.

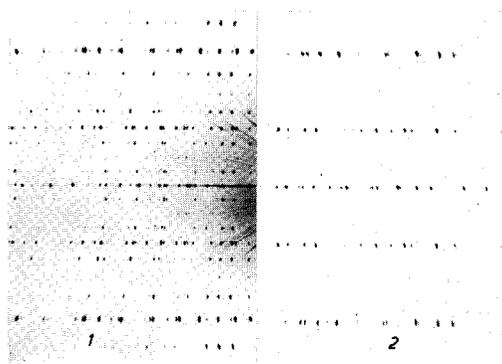


FIG. 3. — Diagrammes de cristal tournant autour du paramètre c . 1 : afghanite, 2 : davyne.

(La partie centrale du cliché montrant l'ombre du puits a été supprimée.)

TABEAU VI.

Diagrammes de poudre de la cancrinite, de la davyne et de la microsommite.

Seemann-Bohlin par transmission, monochromateur à double courbure, chambre de 180 mm de circonférence, radiation K α du cuivre.

CANCRRNITE				DAVYNE				MICROSOMMITE			
$d_{obs.}$	I	hkl	$d_{calc.}$	$d_{obs.}$	I	hkl	$d_{calc.}$	$d_{obs.}$	I	hkl	$d_{calc.}$
11,00	f	1 0 0	10,91	11,04	fff	1 0 0	11,00	11,08	fff	1 1 0	11,04
6,32	F	1 1 0	6,300	6,37	ff	1 1 0	6,350	6,39	ff	3 0 0	6,374
5,47	fff	2 0 0	5,456					5,15	fff	1 0 1	5,134
4,64	FF	1 0 1	4,643	4,80	FFF	1 0 1	4,797	4,81	FFF	1 1 1	4,800
4,13	f	1 2 0	4,124	4,17	ff	1 2 0	4,157	4,18	f	1 4 0	4,173
3,75	fff	2 0 1	3,737					3,690	FFF	3 3 0	3,680
3,645	mF	3 0 0	3,637	3,671	FFF	3 0 0	3,666	3,562	fff	4 0 1	3,559
3,220	FFF	1 2 1	3,214	3,283	FFF	1 2 1	3,278	3,294	FFF	1 4 1	3,286
3,030	f	1 3 0	3,026	3,055	ff	1 3 0	3,050	3,194	fff	6 0 0	3,187
2,974	f	3 0 1	2,967	3,027	f	3 0 1	3,021	3,068	f	2 5 0	3,062
								3,033	f	3 3 1	3,028
2,732	F	4 0 0	2,728	2,756	mF	4 0 0	2,750	2,893	fff	1 5 1	2,887
				2,670	F	0 0 2	2,665	2,765	F	4 4 0	2,760
2,610	mF	1 3 1	2,607	2,652	mF	1 3 1	2,648	2,670	FF	0 0 2	2,665
2,564	F	0 0 2	2,565					2,660	FF	2 5 1	2,655
2,500	f	2 3 0	2,503								
		1 0 2	2,497					2,596	mf	1 1 2	2,591
2,410	mF	4 0 1	2,409	2,454	fff	1 1 2	2,457	2,455	F	3 0 2	2,459
				2,447	mF	4 0 1	2,444				
				2,404	ff	1 4 0	2,400	2,414	f	4 4 1	2,451
2,252	mf	2 3 1	2,250					2,294	fff	3 6 0	2,409
2,180	ff	5 0 0	2,182	2,200	fff	5 0 0	2,200	2,294	fff	1 7 1	2,288
		1 2 2	2,178					2,213	fff	5 5 0	2,208
2,163	mf	1 4 1	2,160								
				2,160	fff	3 0 2	2,156	2,161	ff	3 3 2	2,158
2,102	mf	3 3 0	2,100	2,121	F	3 3 0	2,117	2,128	F	9 0 0	2,125
2,096	mf	3 0 2	2,906								
				2,045	mf	2 2 2	2,041	2,047	mf	6 0 2	2,044
2,010	f	5 0 1	2,008					2,005	f	2 5 2	2,010
1,956	fff	3 1 2	1,957	2,010	mf	3 1 2	2,007			1 9 0	2,005
		5 1 0	1,960							6 5 0	2,005
				1,980	fff	5 1 0	1,975	1,942	fff	2 8 1	1,943
										3 8 0	1,942
1,914	fff	2 4 1	1,913					1,920	mF	4 4 2	1,917
1,870	mf	4 0 2	1,869	1,914	mF	4 0 2	1,914	1,860	f	4 7 1	1,858
				1,852	ff	5 1 1	1,852				
				1,831	fff	6 0 0	1,833	1,836	ff	6 6 0	1,840
										1 7 2	1,836
				1,809	fff	3 4 0	1,808	1,815	fff	1 10 0	1,815
				1,784	mF	1 4 2	1,783	1,786	F	3 6 2	1,787

Matrices de transformation :

Davyne \rightarrow Microsommitte

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Microsommitte \rightarrow Davyne

$$\begin{vmatrix} 1/3 & 1/3 & 0 \\ 1/3 & 2/3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

1. Cancrinite de Bancroft, Ontario, LMSP n° 1471.
2. Davyne du Vésuve, Italie, MNHN, n° 108166.
3. Microsommitte du Vésuve, Italie, MNHN n° 106496.

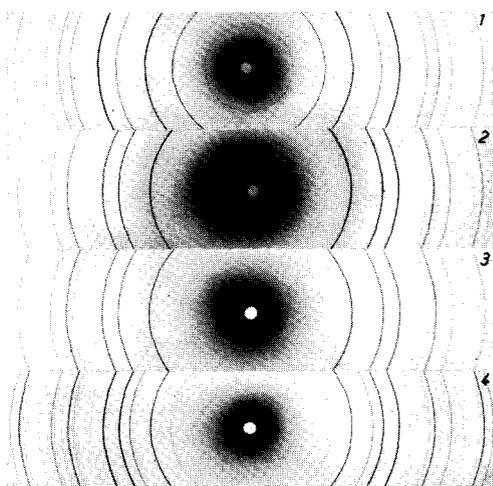


FIG. 4. — Diagrammes de poudre obtenus par la méthode Seemann-Bohlin

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. Cancrinite, Ontario | 3. Microsommitte, Vésuve |
| 2. Davyne, Vésuve | 4. Afghanite, Sar-e-Sang. |

STABILITÉ THERMIQUE DE L'AFGHANITE.

L'afghanite ayant une maille pratiquement quadruple de celle de la cancrinite on pouvait penser que sa structure était instable et passerait facilement à celle de la cancrinite par simple chauffage : en fait, la structure de l'afghanite se maintient parfaitement après un chauffage à 960° C durant 12 h alors que tous les autres minéraux cités dans cette étude sont détruits par le même traitement. Au-delà de cette température, l'afghanite est décomposée et donne une phase cristalline qui n'a pas encore été identifiée. Nous précisons d'ailleurs dans une note

ultérieure les conditions de stabilité de tous ces minéraux.

CONCLUSIONS.

Tout au long de cette étude nous avons montré les différences et les ressemblances de l'afghanite avec les minéraux de la famille de la cancrinite. Si les propriétés physiques et optiques, ainsi que la composition chimique, très complexe et sans doute variable, ne permettent pas de déterminer avec certitude l'afghanite, il est néanmoins bien établi par les caractères cristallographiques et structuraux, ainsi que par la stabilité de la structure, que ce minéral ne peut être rattaché à aucune des espèces actuellement existantes : cancrinite, vishnevite, davyne et microsommitte.

Nous proposons donc de désigner sous le nom d'afghanite tous les minéraux qui, par leurs propriétés physiques et optiques, leur composition chimique, leur symétrie hexagonale et leur paramètre a voisin de 12,8 Å se rattachent à la famille de la cancrinite, mais qui s'en distinguent de façon très nette par leur paramètre c voisin de 21 Å. L'échantillon type (fig. 1) est déposé à la collection du Laboratoire de Minéralogie-Cristallographie de la Faculté des sciences de Paris et est actuellement unique ; il contient encore environ 200 mg de ce minéral.

Nous ne saurions terminer sans témoigner notre gratitude à son Excellence M. le Ministre des Mines et de l'Industrie d'Afghanistan et à son Ministère, tout spécialement à M. Saïd Hachem MIRZAD Président de la Recherche Minière. Sans oublier tous ceux qui de Kaboul à Sar-e-Sang surent nous faire apprécier l'amitié afghane.

Manuscrit reçu le 28 juin 1967.

BIBLIOGRAPHIE

- BLAISE, J. et CESBRON, F. (1966). — *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 89, 333-343.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A., ZUSSMAN, J. (1963). — *Rock forming minerals*, Longmans, Londres.
- EDGAR, A. D. (1964). — *Canad. Mineralogist*, 8, 53-67.
- DOELTER, C. (1917). — *Handbuch der Mineralchemie*, II, 263.
- GOSSNER, B. et MUSSGUG, F. (1930). — *Z. Kristallogr., Dtsch.*, 73, 52-60.
- KOZU, S. et TAKANE, K. (1933). — *Proc. Imp. Jap. Acad.*, 9, 13-16.
- LACROIX, A. (1907). — *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Paris*, 4^e série, t. 9.
- LAPPARENT, A. F. DE, BARIAND, P., BLAISE, J. (1965). — *C. R. Soc. géol. Fr.*, 30.
- MONTICELLI, T. et COVELLI, N. (1825). — *Pro-dromo delle mineralogia vesuviana*, Naples, 405 et 420.
- PHOENIX, R. et NUFFIELD, E. W. (1949). — *Amer. Mineralogist*, 34, 452.
- RATH, G. von (1873). — *Sitz.-Ber. dtsh. Akad. Wissensch.*, 270.
- RAUFF, H. (1878). — *Z. Kristallogr., Dtsch.*, 2, 469-470.
- SCACCHI, A. (1872). — *R. C. Ac. Sci. Napoli*, 213.
- (1875). — *Atti Accad. Napoli*, 6, 20, 201.
- (1876). — *R. C. Ac. Sci. Napoli*, 67.
- STRUNZ, H. (1966). — *Mineralogische Tabellen*, Berlin.
- TRAUBE, H. (1895). — *Neues Jb. Mineral., Dtsch.*, 9, 466.
- ZAMBONINI, F. (1910). — *Mineralogia vesuviana*, Naples, 199.
- ZAVARITSKY, A. N., (1929). — *Mem. Soc. russe Mineral.*, 38, 201.