

**Minéraux secondaires phosphatés ferriques
(strunzite, beraunite, strengite, phosphosidérite, cacoxénite)
de Blaton, Hainaut,**

par R. VAN TASSEL.

SUMMARY. — *Strunzite and beraunite occur as radiating rosettes, strengite, phosphosiderite and cacoxenite as minute radiating globules on Viséan-Namurian shales and phtanites. Strunzite is grayish yellow and of the manganese free variety. It has $\alpha \sim 1,645$, $\gamma \sim 1,72$, an extinction angle $\sim 10^\circ$, sp. w. between 2,4 and 2,7 and $c_0 = 7,30 \text{ \AA}$ according to X-ray diffraction photograph. Analysis gave 43,8 Fe₂O₃, 2,0 FeO, 27,6 P₂O₅, 0,9 SO₃, 26,3 % H₂O, leading to the formula 2 FePO₄ · Fe(OH)₃ · 6H₂O. X-ray powder data are given for strunzite and beraunite.*

La traversée du mont des Groseilliers, à Blaton, par le canal Nimy-Péronnes a déjà permis d'observer, dans les schistes parfois à nodules d'apatite et les phtanites des couches de passage du Viséen au Namurien et du Namurien, quelques minéraux secondaires phosphatés : crandallite [7], destinezite [7], allophane-évansite [8], minyulite [10]. Il y a lieu d'y ajouter maintenant les phosphates ferriques : strengite, phosphosidérite, cacoxénite, beraunite et strunzite. Les deux derniers minéraux sont nouveaux pour la Belgique, les autres étant déjà repérés à Richelle [9]. Le dernier se révèle particulièrement intéressant, car cette espèce, qui ne fut décrite qu'en 1957 [4], n'a été reconnue, jusqu'à présent, qu'aux Etats-Unis d'Amérique (dans les Etats de New-Hampshire, de Maine et d'Idaho) [4], en Allemagne [4], en Tchécoslovaquie [1], au Portugal [2] et en Autriche [5]. Dans le gisement de Bohême la substance était déjà connue depuis 1928, mais avait été assimilée à la cacoxénite [1].

A Blaton, la strengite, associée à la phosphosidérite et à la cacoxénite, a été trouvée dans le talus nord du canal, à 235 m à l'Est du pont de la route de Péruwelz à Blaton, et dans le talus sud à 600 m. Dans ce dernier gîte se présentent également la beraunite et la strunzite, tandis que le dernier minéral a encore été rencontré à 700 m (1).

(1) Ces diverses occurrences ont été repérées à l'occasion d'un levé stratigraphique détaillé fait par le Prof^r K. FIEGE, Kiel.

STRENGITE ET PHOSPHOSIDÉRITE.

La strengite se présente souvent bien individualisée sous forme de petits globules fibroradiés blancs ou incolores, de 40 à 80 μ (fig. 5). La phosphosidérite, par contre, se trouve toujours en association intime avec la strengite globulaire. L'identification est basée sur la présence de fer et de phosphate et sur les radiogrammes de poudres (réflexions les plus intenses pour la strengite : 5,5 Å, 4,4, 3,10 et pour la phosphosidérite : 2,77 Å).

L'association strengite-phosphosidérite imprègne parfois les schistes argileux noirs, à 235 m dans le talus nord, sous forme de minces filonnets blancs, au point de rendre localement la roche, qui contient 4 % P_2O_5 , relativement compacte (fig. 1). La minyulite se rencontre aussi à cet endroit [10].

CACOXÉNITE.

La cacoxénite se présente en petites boules fibroradiées jaune miel à brun, de 40 μ , isolées ou agglomérées. Elle se rencontre parfois dans de petites cavités ou le long des plans de stratification ou de clivage et peut donner lieu à des plages brunes de faible étendue, visibles macroscopiquement. Associée à la strengite et la phosphosidérite elle peut imprégner du schiste noir ou y tapisser de petites fentes (fig. 2). Dans ce dernier cas, elle s'individualise en petites fibres de 40 μ de long, parfois réunies en faisceaux. L'identification est basée sur les radiogrammes de poudres, caractérisées par les réflexions intenses : 23,0 Å, 11,8 et 4,88.

STRUNZITE.

Ce minéral se présente en touffes et en rosettes délicatement fibroradiées, de 0,1 à 2,5 mm de diamètre, à éclat mat ou soyeux, soit en abondance sur les plans de stratification et dans les diaclases des schistes et phtanites du talus sud, à 600 m à l'Est du pont, soit en faible quantité sur une roche vacuolaire à 700 m. Une idée de cette occurrence est donnée par les figures 7 et 8. Le minéral s'individualise parfois en petits bâtonnets de 40 à 80 μ de diamètre et de 100 à 300 μ de long (fig. 6). La couleur est jaune grisâtre. Les cristaux, soit en bâtonnets, soit en aiguilles, sont extrêmement fragiles et il est malaisé d'en prélever sans les détériorer.

Les caractères optiques, physiques et cristallographiques militent en faveur de l'assimilation à la strunzite. L'analyse chimique ne corrobore que partiellement cette assimilation, mais en raison de la rareté des analyses chimiques actuellement disponibles pour les strunzites, il ne semble pas y avoir lieu de faire une distinction au niveau de l'espèce.

L'allongement des fibres est positif, mais l'extinction est oblique avec un angle d'environ 10° . La biréfringence est forte. La précision des indices de réfraction est difficile en raison du caractère fibreux. Toutefois, il a été établi avec certitude $\alpha < 1,66$ et $\gamma > 1,70$, et avec quelque doute $\alpha = 1,645$ et $\gamma = 1,72$. D'après les données actuellement connues pour les différentes strunzites, la relation entre les indices de réfraction et la composition chimique est encore mal précisée.

Le poids spécifique est compris entre 2,4 et 2,7.

Les bâtonnets présentent des faces de prisme miroitant sous le binoculaire dans un faisceau de lumière intense, mais ils ne permettent toutefois pas des mesures au goniomètre optique. Le microscope révèle, dans ces cristaux, une macle dont le plan de jonction est parallèle à l'allongement.

L'examen roentgénographique a été fait, d'une part, au moyen de la méthode des poudres, fournissant un radiogramme (fig. 9) comparable ⁽¹⁾ à celui de la strunzite de Hagendorf, de Morasice, de Seixeira, de Mangualde et d'Ebenlecker (tabl. 1), et, d'autre part, au moyen d'un cristal en bâtonnet de 80μ de diamètre et 300μ de longueur avec oscillation autour de la direction d'allongement, relevant une constante réticulaire de $7,30 \text{ \AA}$, comparable à $c_0 = 7,34 \text{ \AA}$ de la strunzite de Hagendorf [4].

Chimiquement, le minéral de Blaton diffère des strunzites de Hagendorf, de New-Hampshire, de Maine, de Tchécoslovaquie, du Portugal et de l'Autriche, par l'absence de manganèse. Elle correspondrait, ainsi, peu à la description originale [4], où la strunzite fut annoncée comme nouveau phosphate manganoferrifère, mais il faut toutefois souligner que la teneur en manganèse est assez variable dans les strunzites décrites et, en plus, qu'une strunzite exempte de manganèse est connue de la Rasmussen Valley, Montpelier, Idaho [4].

(1) Suite à ma demande, adressée en mars 1965 au Prof^r H. STRUNZ, de Berlin, le Dr Ch. TENNYSON, Privatdozent, a bien voulu faire des recherches parmi les radiogrammes de référence de l'Institut für Mineralogie de l'Université de Berlin. Aucun radiogramme correspondant mieux que la strunzite au minéral de Blaton n'a pu être trouvé.

TABLEAU I.

Radiogrammes de poudres de différentes strunzites.

Hagendorf, Bavière		Morasice, Bohême		Seixeira, Portugal		Mangualde, Portugal		Ebenlecker, Koralpe, Autriche		Blaton	
[4]		[1]		[2]		[2]		[5]		(1)	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
—	—	—	—	10,1Å	2	—	—	—	—	10,2Å	1
9,02Å	10	9,00Å	10	9,25	10	9,25Å	10	8,9Å	10	8,84	10
8,63	3	8,63	3	6,70	1	—	—	—	—	8,30	2
—	—	—	—	5,90	1	—	—	—	—	—	—
5,32	8	5,32	9	5,30	9	5,32	9	5,26	8	5,31	3
5,17	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5,17	1
5,06	1	5,06	1	—	—	—	—	—	—	—	—
4,92	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4,93	½
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,84	1
4,70	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4,65	½
4,50	5	4,50	4	4,55	1	4,55	2	4,45	2	4,45	4
4,35	6	4,35	5	4,30	3	4,30	3	4,33	3d	4,36	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,23	1
4,27	6	4,27	6	—	—	—	—	—	—	4,16	4
4,09	1	4,08	1	—	—	4,08	1	4,06	1	—	—
4,02	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4,03	½
3,91	2	3,90	1	3,95	1	—	—	—	—	3,97	½
3,56	3	3,56	3	3,58	2	3,57	1	3,56	1	3,51	1
3,45	2	3,45	1	—	—	—	—	—	—	—	—
3,42	1	3,43	1	—	—	—	—	—	—	—	—
3,35	4	3,345	2	—	—	—	—	—	—	3,38	3
3,29	6	3,267	7	3,30	5d	3,26	5d	3,30	3d	3,25	2
3,23	6	3,204	7	—	—	—	—	3,22	4	3,20	4
3,22	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3,17	3
3,16	2	3,166	½	—	—	—	—	—	—	—	—
3,08	3	3,086	4	3,10	2	3,09	2	3,06	1	3,10	1
3,00	1	3,001	1	—	—	3,00	2	—	—	3,01	½
2,90	2	2,895	3	2,90	3	2,90	3	2,86	2	2,93	1
2,84	1	2,843	½	—	—	—	—	—	—	2,81	½
2,77	3	2,764	3	2,77	3	2,77	2	2,76	2	—	—

(1) Diffractométrie et mesures des intensités au moyen du diffractomètre enregistreur Philips (rayonnement filtré de Fe) jusqu'à $2\theta_{Fe}=38^\circ$. Ensuite mesures sur radiogrammes sur film obtenus par FeK_α dans une caméra de 5,7 cm de diamètre et estimation visuelle des intensités.

TABLEAU I.

Radiogrammes de poudres de différentes strunzites (suite).

Hagendorf, Bavière	Morasice, Bohême	Seixeira, Portugal	Mangualde, Portugal	Ebenlecker, Koralpe, Autriche	Blaton
[4]	[1]	[2]	[2]	[5]	(1)
2,60 2	2,594 3	2,60 3	2,61 2	— —	2,64 1
2,59 2	2,537 2	2,54 1	2,55 1	— —	— —
2,46 4	2,463 4	2,47 2	2,47 2	— —	2,475 2
— —	2,307 3	2,32 2	2,32 2	— —	2,300 1
— —	2,248 2	2,26 1	2,26 1	— —	— —
— —	— —	— —	2,20 1	— —	— —
— —	2,163 2d	2,15 1	2,15 1	— —	2,140 $\frac{1}{2}$
— —	— —	2,05 1	2,06 1	— —	2,076 1
— —	1,909 5	1,91 2	1,92 2	— —	1,937 1
— —	1,829 2	1,83 2	1,83 2	— —	1,823 $\frac{1}{2}$
— —	— —	1,715 1	1,715 1	— —	1,737 $\frac{1}{2}$
— —	— —	1,685 1	1,685 1	— —	1,692 $\frac{1}{2}$
— —	1,621 6	1,630 2d	1,630 2d	— —	1,625 2
— —	1,583 2	1,585 1	1,585 1	— —	— —
— —	1,509 3	1,515 1	1,515 1	— —	1,539 $\frac{1}{2}$
— —	1,460 4	1,470 1	1,470 1	— —	— —
— —	— —	— —	— —	— —	1,290 1

L'analyse chimique a été faite, d'une part, sur une prise de 2 g (analyse A) de matière soigneusement prélevée sur des fragments de roche, et, d'autre part, sur une prise de 0,2 g (analyse B) obtenue par décantation des fibres du minéral, en utilisant uniquement la fraction fine. Malgré les précautions, il n'a pas été possible d'éliminer les impuretés dues à la roche, qui demeurent importantes en dépit de l'aspect assez pur de l'échantillon préparé. Ces opérations préliminaires ont mis en évidence que le minéral est insoluble dans l'eau, en raison du résultat négatif de la réaction au ferrocyanure.

Il ressort de ces analyses du tableau II que le minéral de Blaton correspond, en éliminant FeO et SO₃, à 3 Fe₂O₃ . 2 P₂O₅ . 15 H₂O, d'où la formule 2 FePO₄ . Fe(OH)₃ . 6 H₂O. Une telle composition se rapproche de celles de la cacoxénite et de la tinticite [6], mais

TABLEAU II. — Composition chimique de strunzites.

	Blaton (1)					Hagendorf [4]	Seixeira [2]	
	A	B	A B calculé sur Moyenne soluble		Rapp. mol.	%	%	
	%	%	%	%	%			
H ₂ O	20,4	24,0	25,8	26,8	26,3	1,47	22,5	27,1
Fe ₂ O ₃	34,7	39,1	44,0	43,6	43,8	0,27	36,0	28,9
FeO	1,4	1,9	1,8	2,1	2,0	0,03	—	—
MnO	néant	néant	—	—	—	—	9,1	15,1
P ₂ O ₅	21,8	24,6	27,6	27,5	27,6	0,194	33,0	27,9
SO ₃	0,7	n.d.	0,9	—	0,9	0,011		
Résidu (2)	21,4	10,4						
Somme	100,4	100,0	100,1	100,0	100,6		100,6	99,0

(1) Mode opératoire : H₂O d'après PENFIELD-HARTWIG-BENDIG; FeO par attaque H₂SO₄ 4 n à chaud dans un courant de CO₂ (un dosage parallèle dans les conditions identiques permet de retrouver tout FeO dans le sel de Mohr); MnO par colorimétrie; Fe₂O₃ total par titrimétrie au permanganate; P₂O₅ et SO₃ par gravimétrie, respectivement, de phosphomolybdate et de BaSO₄.

(2) Ce résidu dans HCl 4 n à chaud ne subit guère de perte au cours d'une calcination et est essentiellement composé de quartz d'après son radiogramme.

les propriétés optiques (indices de réfraction, biréfringence), ainsi que les caractéristiques des radiogrammes s'opposent à une assimilation à un de ces deux minéraux, ainsi d'ailleurs qu'aux autres phosphates ferriques : strengite, phosphosidérite, beraunite, dufrénite, laubmannite [3].

La strunzite de Hagendorf [4] signale une perte de 22,5 % à environ 110° correspondant à la totalité de l'eau et celle de Seixeira [2], 12,6 % à 100° correspondant à 46,6 % de l'eau totale. Comme les indices de réfraction de la strunzite de Hagendorf ne changent guère jusqu'à 72° [4], il y a lieu d'admettre que la déshydratation s'y opère entre 72 et environ 110°. Le minéral de Blaton se comporte différemment et la perte de poids en fonction de la température s'établit comme il est indiqué au tableau III.

TABLEAU III. — **Caractéristiques thermiques de la strunzite de Blaton.**

Température	Perte en % de l'eau totale	Couleur de la substance
°C		
20	—	jaune grisâtre
50	—	jaune grisâtre
70	7,5	jaune grisâtre
90	8,2	jaune grisâtre
110	18,5	jaune grisâtre
130	43,2	jaune orangé foncé
150	48,2	jaune orangé foncé
170	51,5	jaune orangé foncé
190	54,0	jaune orangé foncé
230	—	orange brun
400	88,0	orange brun
900	100,0	orange brun

Par rapport aux strunzites de Hagendorf et de Seixeira le minéral de Blaton résiste plus à la chaleur; toutefois une modification importante avec destruction de l'édifice cristallin, accompagnée d'un virement net de la couleur, s'opère entre 110 et 130° C. Au-dessous de 110° les radiogrammes de poudres accusent de faibles modifications entraînant une variation dans les intensités relatives des réflexions et surtout un élargissement progressif de la forte réflexion à 8,84 Å.

Une analogie entre la composition de la strunzite manganésifère de Hagendorf, de celle de Seixeira et du minéral de Blaton ne se dégage pas facilement. Les analyses disponibles sont encore trop rares et même discordantes (celle de Blaton est la première pour une strunzite non manganésifère) pour justifier, pour l'instant, la distinction spécifique entre le minéral belge et la strunzite.

La strunzite de Hagendorf, de New-Hampshire, de Maine, du Portugal et de l'Autriche est le produit d'altération de pegmatites triphylinifères, tandis que celle de Bohême est associée à un minerai de manganèse d'âge algonkien. La strunzite exempte de manganèse d'Idaho est observée dans des couches phosphatées d'âge permien et rejoint ainsi le plus le minéral de Blaton, quant à son mode d'occurrence.

BERAUNITE.

La beraunite est beaucoup plus rare à Blaton. Elle se présente, à 600 m à l'Est du pont, soit sous forme de petites boules noires de $80\ \mu$ (fig 4), soit sous forme de cristaux lamellaires ou aciculaires vert foncé, d'un éclat très brillant, réunis en rosettes de 0,1 à 0,5 mm (fig 3). Les rosettes sont parfois intimement associées à la strunzite et forment alors de petits îlots foncés dans une plage claire de strunzite. Les fibres montrent un allongement positif, une extinction droite, un pléochroïsme prononcé (α vert foncé, γ vert clair) et des indices de réfraction supérieurs à 1,690. Le poids spécifique est légèrement inférieur à 2,9. L'identification s'appuie essentiellement sur le radiogramme de poudre ($\text{FeK}\alpha$, diamètre de la caméra 5,7 cm, 2 h d'exposition) consigné au tableau IV.

TABLEAU IV. — Radiogrammes de beraunite.

Blaton	Middleton [3]	Blaton	Middleton [3]	Blaton	Middleton [3]
10,3Å TF	10,3Å 10	—	3,28 1	2,23 tf	2,22 1
9,6 tf	9,6 1	3,19 m	3,18 3	—	2,10 2
7,18 mF	7,20 3	3,08 F	3,06 8	2,06 f	2,06 1
4,78 m	4,80 4	2,73 f	2,72 3	2,00 tf	1,99 2
4,44 f	4,39 2	2,56 f	2,56 3	1,91 f	1,92 4
3,72 f	3,73 2	2,41 tf	2,41 1	1,61 f	1,61 3
3,43 m	3,41 5	2,31 f	2,31 2	1,53 tf	1,53 1

L'examen des échantillons minéralogiques de Blaton suggère la succession suivante dans la formation des minéraux phosphatés ferrifères : d'abord strengite avec phosphosidérite, puis strunzite avec beraunite, et ensuite cacoxénite et, éventuellement, une fine pellicule, d'aspect vernissé, de phosphate amorphe. On aurait ainsi progressivement un dépôt allant de phosphates neutres (strengite, phosphosidérite), à des phosphates basiques (strunzite, beraunite, cacoxénite), ce qui paraît contraire au processus relevé pour la série strengite, cacoxénite, phosphate amorphe de Richelle [9].

Les minéraux phosphatés ferrifères secondaires de Blaton trouvent vraisemblablement leur origine dans la mise en mouvement, par les eaux infiltrantes, du phosphate et du fer parfois contenus dans les roches de Blaton sous forme d'apatite et de pyrite.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

1. CECH, F. et SLANSKY, E., 1959, Strunzit als Verwitterungsprodukt aus der Mn-Lagerstätte von Morasice bei Chvaletice in Ostböhmen. (*Neues Jahrb. Miner., Monatsh., Abt. A.*, pp. 200-203.)
2. CORREIA NEVES, J. M., 1960, Pegmatitos com berillo, columbite-tantalite e fosfatos da Bendara (Sabugal, Guarda). (*Mem. Notic. Publ. Lab. Miner. Geol. Univ. Coimbra*, 50, 172 p.)
3. FRONDEL, C., 1949, The dufrenite problem. (*Amer. Miner.*, 34, pp. 513-540.)
4. — 1957, Strunzit, ein neues Eisen-Mangan-Phosphat. (*Neues Jahrb. Miner., Monatsh., Abt. A.*, pp. 222-226.)
5. KAHLER, E., 1962, Sekundäre Phosphate von der Koralpe, Steiermark. (*Ibid.*, Abh., 98, pp. 1-13.)
6. STRINGHAM, B., 1946, Tinticite, a new mineral from Utah. (*Amer. Miner.*, 31, 31, pp. 395-400.)
7. VAN TASSEL, R., 1956, Découverte de crandallite en Belgique. (*Bull. Inst. roy. Sc. nat. de Belgique*, 32, n° 33, 10 p.)
8. — 1959, Allophane-évansite de Blaton. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, 68, pp. 47-49.)
9. — 1959, Strengite, phosphosidérite, cacoxénite et apatite fibroradiée de Richelle. (*Ibid.*, 68, pp. 360-370.)
10. — 1960, La minyulite de Blaton, Hainaut. (*Bull. Inst. roy. Sc. nat. de Belgique*, 36, n° 50, 4 p.)

PLANCHE I

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE I.

Minéraux phosphatés ferrifères de Blaton, Hainaut.

- FIG. 1. — Imprégnation de schiste par strengite-phosphosidérite et cacoxénite (lame mince).
- FIG. 2. — Fente dans schiste tapissée de cristaux de cacoxénite (lame mince).
- FIG. 3. — Rosettes foncées de beraunite et rares rosettes claires de strunzite.
- FIG. 4. — Rares globules noirâtres de beraunite.
- FIG. 5. — Globules blancs de strengite. Dans l'angle inférieur à droite : rosettes de strunzite.
- FIG. 6. — Bâtonnets et rares rosettes de strunzite.
- FIG. 7. — Rosettes isolées de strunzite, délicatement fibroradiées.
- FIG. 8. — Rosettes jointives de strunzite, délicatement fibroradiées.
- FIG. 9. — Radiogramme de poudre de la strunzite ($\text{FeK}\alpha$, diamètre de la caméra : 5,7 cm).
-

