

La briartite, $\text{Cu}_2(\text{Fe}, \text{Zn})\text{GeS}_4$, une nouvelle espèce minérale ⁽¹⁾

PAR J. FRANCOTTE, J. MOREAU, R. OTTENBURGS,
Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Louvain, Belgique,

ET C. LEVY,
Laboratoire de Minéralogie du B. R. G. M., Paris.

Résumé. — Un nouveau sulfure de germanium, cuivre et fer, a été découvert dans le minerai de la Mine Prince Léopold à Kipushi (Katanga). Sa composition chimique, obtenue à la microsonde électronique (3 analyses) correspond étroitement à la formule $\text{Cu}_2(\text{Fe}, \text{Zn})\text{GeS}_4$ et en fait l'équivalent germanifère de la stannite. Son diagramme de poudre, très voisin de celui de la chalcopryrite, a pu être indicé dans le système quadratique, avec comme paramètres : $a = 5,32$ et $c = 10,51$ Å.

Sa couleur en sections polies est grise, nettement différente de celles de la germanite et de la renierite. Les courbes de dispersion des pouvoirs réflecteurs ont été établies. Le nom de « briartite » est proposé en l'honneur de Gaston Briart.

I. — HISTORIQUE ET ÉTYMOLOGIE.

Ce minéral a été découvert pour la première fois par l'un de nous (J. Francotte) en 1960 au cours de ses études métallogéniques du gisement « Prince Léopold » à Kipushi (Katanga) et a été signalé dans un rapport non publié (J. Francotte, 1962).

Le nouveau nom de briartite est proposé en l'honneur de Gaston Briart, qui se consacra essentiellement à la reconnaissance et la mise en valeur du gisement complexe de Kipushi (cuivre, zinc, plomb, germanium, etc...).

II. — CARACTÈRES OPTIQUES ET PHYSIQUES

La briartite n'a été observée qu'au microscope, sur sections polies de minerai. Elle se

polit bien, et sa dureté au polissage est la même que celle de la chalcopryrite avec laquelle elle ne marque aucune différence de relief.

Elle se présente en plages dont la plus grande dimension varie de quelques microns à 1 ou 2 mm, la plus fréquente étant de 0,1 à 0,3 mm. Gris à gris-bleu en lumière naturelle, d'un pouvoir réflecteur modéré, elle présente des effets d'anisotropie faibles et qui apparaissent plus nettement à l'immersion; on peut observer dans ce cas, sur les plages les plus grandes, un changement de teintes allant du rougeâtre au verdâtre. Elle est fréquemment mâclée polysynthétiquement, comme la stannite, en bandes parallèles dans deux directions perpendiculaires (fig. 3). Ces bandes, dont la largeur ne dépasse pas 5 microns, n'apparaissent qu'à l'immersion, entre nicols croisés.

Nous avons mesuré les pouvoirs réflecteurs de la briartite dans différentes longueurs d'onde, en jalonnant tous les 200 Å la partie visible du spectre comprise entre 4 200 et 6 400 Å. Nous avons utilisé un appareillage à photomultipli-

(1) Le nom de briartite a été approuvé par 14 voix contre 0 par la Commission Internationale de Nomenclature. Il suffit, en raison de la rareté du minéral, pour définir tous les termes de la série actuellement connus, quelle que soit la proportion relative de Fe et Zn (voir § IV).

cateur, dont le principe est le même que celui mis au point par J. Prouvost (1960).

Les résultats sont présentés dans le tableau I et exprimés par la courbe I de la figure 1.

la biréflexion sont inférieures à celles de la biréflexion réelle (en raison de la convergence du faisceau incident, certains rayons s'éloignent assez fortement de la normale à la surface de

TABLEAU I.

Pouvoirs réflecteurs de la briartite de Kipushi (1) comparés à ceux d'une germanite de Tsumeb (2) et d'une renierite de Kipushi (3).

	4 200	4 400	4 600	4 800	5 000	5 200	5 400	5 600	5 800	6 000	6 200	6 400
Briartite (1).....	24,2	25,2	25,8	26,2	27,0	27,3	27,6	27,4	27,4	26,5	26,0	26,0
Germanite (2).....	21,6	21,1	20,8	20,0	19,6	19,7	20,1	20,2	20,8	21,8	22,2	22,8
Renierite (3).....	16,3	16,3	17,2	18,5	19,3	20,9	22,9	25,1	27,0	28,6	30,8	32,1

Bien que les mesures aient été effectuées en lumière polarisée, nous ne présentons qu'une seule courbe, car les valeurs obtenues pour la biréflexion étaient trop faibles pour avoir

l'échantillon), mais il est certain que celle-ci est aussi très faible.

III. — CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES.

Un diagramme Debye-Scherrer a pu être effectué en prélevant, sous le microscope, une plaque pure de briartite. Les résultats en ont été confirmés par des diffractogrammes effectués sur des associations de briartite avec de la chalcopryrite ou du quartz.

Nous présentons dans le tableau II (col. I) les valeurs obtenues par le dépouillement du diagramme Debye-Scherrer. Nous y avons joint, à titre de comparaison, celles obtenues pour la germanite, la renierite, la chalcopryrite qui leur sont très proches et la stannite. Le diagramme a pu être indicé dans le système quadratique et les paramètres calculés pour la maille sont : $a = 5,32 \text{ \AA} \pm 0,01$ et $c = 10,51 \text{ \AA} \pm 0,01$ (ou à un multiple près) voisins de ceux de la chalcopryrite ($a = 5,28 \text{ \AA}$ et $c = 10,41 \text{ \AA}$). Ils pourraient être, en doublant la valeur de a , très proches de ceux de la renierite dont Le Bihan a établi les paramètres ($a = 10,60 \text{ \AA}$ et $c = 10,53 \text{ \AA}$).

La briartite se rattache donc, du point de vue structural, au groupe des sulfures à liaison tétraédrique : blende, chalcopryrite, stannite, renierite, etc.

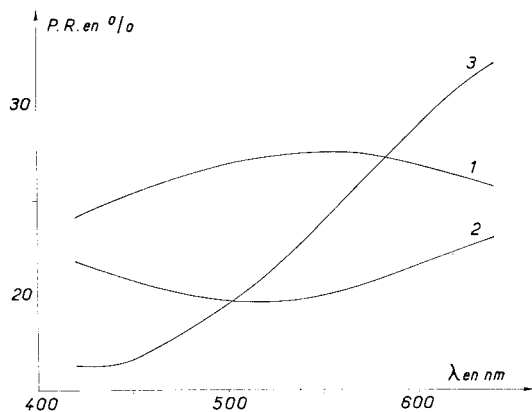


FIG. 1. — Pouvoirs réflecteurs de la briartite de Kipushi (courbe 1) en fonction de la longueur d'onde. Pour comparaison, la courbe 2 correspond à une germanite de Tsumeb et la courbe 3 à une renierite de Kipushi.

une signification (limite de la précision expérimentale). Il est vrai que la dimension des plages nous ayant obligés à utiliser un fort grossissement ($\times 45$), les valeurs mesurées pour

TABLEAU II.

Diagramme de poudre de la briartite de Kipushi.

ERIAARTITE (1)			GERMANITE (2)		RENIERITE (3)		CHALCOPYRITE (4)		STANNITE (5)	
<i>hkl</i>	I	<i>d</i> Å	I	<i>d</i> Å	I	<i>d</i> Å	I	<i>d</i> Å	I	<i>d</i> Å
			ff	7,5	ff	7,6				
			ff	5,3	ff	6,2			f	5,4
			f	4,3	ff	5,3			ff	4,8
			m	3,3	f	4,3			ff	3,8
			ff	3,1	f	3,3				
112	FF	3,06	FF	3,04	FF	3,06	FF	3,03	FF	3,12
			f	2,93	ff	2,84				
200	f	2,67	ff	2,82	f	2,66	ff	2,63	m	2,71
004	ff	2,63	m	2,64	ff	2,64				
					ff	2,50				
					ff	2,46				
			ff	2,25	ff	2,26				2,43
220	m	1,888	ff	1,907	ff	2,08				2,20
024	m	1,871	F	1,869	m	1,878	F	1,856	F	1,917
			ff	1,808	F	1,866				
			ff	1,763	ff	1,818				
			ff	1,714	ff	1,719				
			ff	1,664						
			ff	1,627	m	1,600	m	1,591	F	{ 1,634
132	m	1,608	F	1,594	m	1,593	f	1,575		
116	m	1,591			ff	1,564			f	1,564
224	f	1,533	ff	1,526	ff	1,530				
			ff	1,443	ff	1,444				
400	f	1,333	f	1,323	f	1,328	ff	1,320		1,359
008	ff	1,315			ff	1,319				
332	f	1,223			f	1,218				
136	f	1,216	m	1,214	f	1,214	ff	1,205		1,245
			ff	1,184	ff	1,186				
244	f	1,088	m	1,080	m	1,083	ff	1,076		
228	f	1,082			f	1,079				{ 1,107
512	ff	1,028			f	1,021				
336	ff	1,023	f	1,017	f	1,019				

(1) Éch. U 309 (Kipushi) méthode Debye-Scherrer, chambre de 114 mm, radiation FeK α filtrée.

(2) Germanite de Tsumeb, mêmes conditions opératoires.

(3) Renierite, éch. K 2216 (Kipushi) méthode diffractométrique, radiation CuK α .

(4) Chalcopryrite du Niari, méthode Debye-Scherrer, chambre 240 mm, radiation CuK α .

(5) Stannite d'Oruro (Bolivie), mêmes conditions opératoires.

FF : très forte ; F : forte ; m : moyenne ; f : faible ; ff : très faible.

IV. — CARACTÈRES CHIMIQUES.

La composition chimique n'a pu être connue que grâce à la microsonde électronique, étant donné les dimensions des plages observées. Nous présentons dans le tableau III les analyses de 3 plages de briartite (colonnes 1, 2 et 3) et celle du même minéral observé dans le minéral de Tsumeb par P. Picot (1) (colonne 4). Nous y avons joint, à titre de comparaison, l'analyse d'une germanite de Tsumeb et d'une renierite de Kipushi.

TABLEAU III.

Analyses à la microsonde électronique.

	1	2	3	4	5	6
Cu...	32,8	32,0	33,1	32,9	45,1	41,0
Fe...	9,2	5,1	9,5	2,6	7,4	14,9
Zn...	7,1	10,8	6,9	12,2	1,3	2,7
Ge...	16,9	14,6	16,0	13,7	9,7	8,0
Ga...	traces	1,0	—	2,2	—	—
Sn...	—	—	0,5	—	—	—
As...	traces	—	traces	—	2,6	0,7
S...	34,2	34,8	32,4	36,1	33,4	32,4
Total.	100,2	98,3	98,4	99,7	99,5	99,7

- 1, 2, 3, briartite de Kipushi. On a observé en plus des traces de Mn dans (1) et de Co dans (3).
 5, briartite de Tsumeb.
 4, germanite de Tsumeb.
 6, renierite de Kipushi.

Nous présentons dans le tableau IV les résultats obtenus en calculant les pourcentages précédents en nombre d'atomes, sur la base de 8 atomes par unité formulaire.

La première observation qui se dégage du tableau III est la forte teneur en germanium du minéral, teneur plus forte que toutes celles connues jusqu'à présent. Cette dernière est, en effet, plus d'une fois et demie supérieure à celle de la germanite et deux fois supérieure à celle de la renierite. Les faibles variations qu'on observe par rapport à la teneur maximale (16,9 % éch. n° 1) sont attribuables à la présence d'un peu de gallium se substituant au germanium dans le réseau.

Il est intéressant de noter à ce sujet la présence dans l'échantillon n° 3 d'une faible quantité d'étain remplaçant aussi vraisemblablement le germanium, comme dans la série argyrodite-canfieldite.

La teneur en cuivre (33 % environ) est très inférieure à celles de la germanite (45 %) et de la renierite (41 %).

La teneur en fer varie en sens inverse de celle du zinc. La somme des atomes (Fe + Zn) est constante, ce qui montre bien que ces éléments se substituent l'un à l'autre. Le minéral de Tsumeb se distingue de celui de Kipushi par sa très faible teneur en fer compensée par une plus forte teneur en zinc.

Le nombre d'atomes (somme 8) des différents éléments déduits de la composition chimique de la briartite est donné dans le tableau IV. Les

TABLEAU IV.

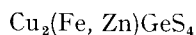
Composition chimique (nombre d'atomes).

Le nombre d'atomes est calculé sur la base de huit atomes par unité formulaire.
 1-2-3 : briartite de Kipushi ; 4 : briartite de Tsumeb.

	1	2	3	4
Cu.....	1,98	1,95	2,04	1,97
Ge.....	0,89	0,78	0,88	0,72
Ga.....	—	0,04	—	0,11
	} 0,89	} 0,82	} 0,88	} 0,83
Fe.....	0,63	0,35	0,64	0,19
Zn.....	0,41	0,63	0,40	0,72
	} 1,04	} 0,98	} 1,04	} 0,91
S.....	4,09	4,25	4,04	4,29

(1) Collection personnelle de P. Picot (échantillon n° 361), que nous remercions de nous avoir obligeamment communiqué ses résultats.

résultats correspondent étroitement à la formule :



ce qui en ferait l'équivalent germanifère de la stannite $\text{Cu}_2(\text{Fe, Zn})\text{SnS}_4$. Mais on pourrait également considérer, compte tenu de l'analogie des diagrammes de poudre de la briartite et de la chalcopryrite, que le fer et le zinc se substituent au germanium dans le réseau ; la formule deviendrait alors $\text{Cu}(\text{Fe, Zn, Ge})\text{S}_2$.

V. — RAPPORTS AVEC LES AUTRES MINÉRAUX.

Les espèces les plus proches, chimiquement et structuralement, de ce nouveau minéral sont la germanite et la renierite : similitude des diagrammes de poudre (cf. parag. 3 ci-dessus) et analogie des formules chimiques (cf. parag. 4, ci-dessus).

Mais les compositions quantitatives sont nettement différentes.

L'un de nous avait déjà signalé (C. Lévy et J. Prouvost, 1957) qu'il manquait du germanium à la renierite pour pouvoir lui attribuer une formule équivalente à celle de la stannite.

Leurs propriétés optiques, sont, par ailleurs, absolument différentes.

Le tableau I et la figure I mettent bien en évidence les différences des pouvoirs réflecteurs de la briartite, de la germanite et de la renierite dans les différentes longueurs d'onde. Mais déjà à la simple observation visuelle sur sections polies, la briartite se distingue aisément, en particulier par sa couleur, de la plupart des minéraux avec lesquels on la trouve associée (cf. parag. 6 ci-dessous), comme le montre la liste suivante :

briartite : gris à gris-bleu, pouvoir réflecteur modéré,
 chalcopryrite : jaune,
 germanite : pourpre violacé,
 renierite : orangé,
 tennantite : gris avec un ton vert très net, beaucoup plus « lumineux ».
 blende : gris franc et beaucoup plus « sombre ».

La briartite ne peut se confondre qu'avec la gallite dont la différence des pouvoirs réflecteurs moyens (22 % au lieu de 26 %) n'apparaît pas en raison de l'influence des minéraux environnants.

VI. — CONDITIONS DE GISEMENT.

La briartite a été rencontrée en inclusions dans la chalcopryrite, la tennantite, la renierite et la blende.

a) dans la chalcopryrite, elle présente une texture réticulée spectaculaire comme le montre la figure 2. La chalcopryrite renferme aussi de petites plages de tennantite, bornite, blende brun clair, mispickel, pyrite, chalcocite et excep-

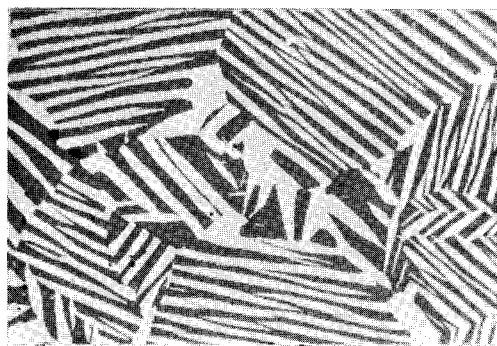


FIG. 2. — Briartite (grise) et chalcopryrite (blanche), en structure réticulée. Lumière naturelle $\times 275$.

tionnellement de renierite associée à du quartz. Parfois la briartite est remplacée par un minéral bronzé, lui aussi germanifère et ne ressemblant à aucun minéral connu.

b) Elle se développe dans la tennantite massive sous forme de grains irréguliers présentant une auréole plus sombre que la partie centrale.

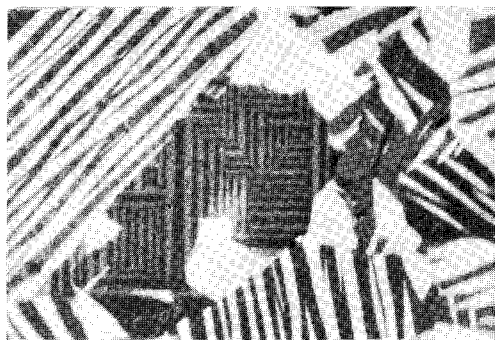


FIG. 3. — Briartite (grise) et chalcopryrite (blanche). Lumière polarisée. $\times 425$. Entre les « grilles » de la structure réticulée (cf. fig. 2), un grain de briartite, où les macles sont particulièrement visibles, a pu se développer. A noter que ces macles sont également visibles (cannelures) dans les fibres de la structure réticulée.

L'examen à la microsonde a montré que cette dernière était moins riche en zinc que l'aurole. On trouve dans des lamelles de chalcopryrite associées du zinc (0,2 %), du germanium (0,5 %) et du gallium (1 %).

c) Elle est associée dans de la renierite, à de la blende verte ou incolore, de la gallite en fines lamelles dans la blende, de la tennantite, de la bornite, de la chalcopryrite, du mispickel, de la galène et de la pyrite (fig. 4).

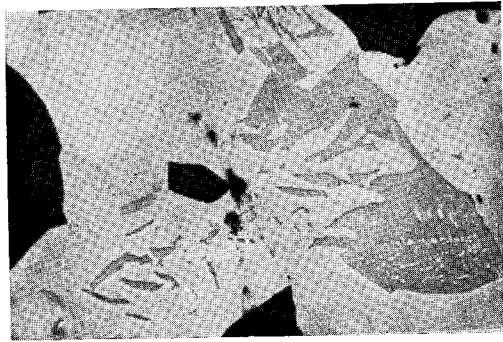


FIG. 4. — Briartite (gris foncé) dans la renierite (gris clair, variant légèrement en raison du pléochroïsme du minéral). Lumière naturelle. $\times 330$.

d) On la trouve aussi dans la blende, sous forme d'une très fine dissémination de grains arrondis (fig. 5).

C'est dans le filon de blende avec pyrite, situé au mur du gisement que la briartite est la plus répandue : on l'a trouvée surtout aux niveaux 517-534-550. Ses associations avec les minéraux cuprifères (zone sud du gisement) sont beaucoup plus rares ; on l'a trouvée dans quelques échantillons de renierite (niv. 506 et 517), de chalcopryrite (niv. 450), et de tennantite (niv. 517).



FIG. 5. — Inclusions de briartite (gris-clair) dans la blende (gris foncé). Lumière naturelle. $\times 250$. La densité des inclusions est, en général, moins importante que sur la photo.

VII. — CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS TYPES.

Les échantillons types sont conservés au laboratoire de Minéralogie et de Géologie appliquée de l'université de Louvain. Un fragment d'un échantillon type contenant de la renierite se trouve dans la collection de minéralogie de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris.

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier l'Union Minière du Haut Katanga pour les facilités apportées au cours de cette étude, M. Guillemain, chef du département Minéralogie-Pétrographie-Métallogénie-Géochimie du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, nos collègues, MM. Capitant, Caye, Phan, Picot, pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans ce travail et M. Permingeat dont les conseils critiques nous ont été particulièrement précieux.

BIBLIOGRAPHIE

- FRANCOTTE, J. (1962). — Note n° 28, Lab. Minér. Géol. appl., Univ. Louvain.
 LÉVY, C. et PROUVOST, J. (1957). — *Bull. Soc. franç. Minér. Crist.*, 80, 59.
 PROUVOST, J. (1960). — *Bull. Soc. franç. Minér. Crist.*, 83, 265.