

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 74 (1994)

**Heft:** 2

**Artikel:** Nouveau gisement (Triembach-Le Val, Vosges, France) : nouvelles propriétés optiques et diagramme de poudre de la richelsdorfite,  $\text{Ca}_2\text{Cu}_5\text{Sb}[\text{Cl}(\text{OH})_6(\text{AsO}_4)_4]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  = New occurrence (Triembach-Le Val, Vosges, France) : revision of optical constants and X-ray ...

**Autor:** Sarp, Halil / Dominik, Bogna / Chiappero, Pierre-Jacques

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-56348>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## SHORT COMMUNICATION

**Nouveau gisement (Triembach-Le Val, Vosges, France):  
nouvelles propriétés optiques et diagramme de poudre  
de la richelsdorffite,  $\text{Ca}_2\text{Cu}_5\text{Sb}[\text{Cl}(\text{OH})_6(\text{AsO}_4)_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$**

**New occurrence (Triembach-Le Val, Vosges, France):  
revision of optical constants and X-ray powder diagram  
of richelsdorffite,  $\text{Ca}_2\text{Cu}_5\text{Sb}[\text{Cl}(\text{OH})_6(\text{AsO}_4)_4] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$**

par Halil Sarp<sup>1</sup>, Bogna Dominik<sup>1</sup> et Pierre-Jacques Chiappero<sup>2</sup>

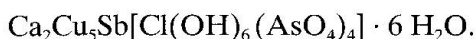
## Abstract

Richelsdorffite from Triembach occurs with barytine, erythrine, strashimirite, tyrolite, chalcophyllite, cornwallite and tennantite-tetrahedrite. The crystals, turquoise blue in colour, are tabular on {001}. The forms present are {001}, {010}, {hk0} and {h0l}. A chemical analysis was carried out by means of electronprobe: CaO 8.36; CuO 30.41; Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12.13; As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 35.23; Cl 2.44; O≡Cl 0.55 and H<sub>2</sub>O by difference 11.98. The mineral is monoclinic with  $a = 14.078(9)$ ,  $b = 14.207(8)$ ,  $c = 13.49(2)$  Å,  $\beta = 101.06^\circ(8)$ , space group  $C_{2m}$ ,  $V = 2647(3)$  Å<sup>3</sup> and  $Z = 4$ . The calculated density is 3.33 g/cm<sup>3</sup>. The strongest lines in the X-ray diffraction pattern are: 13.2(100)(001); 6.260(30)(021); 4.413(25)(003)( $\bar{3}11$ ); 3.132(90)( $\bar{2}41$ )( $\bar{3}32$ )(042); 2.841(30)(402); 2.776(35)(150); 2.706(25)(510)(151); 1.775(35)(642)(080). Optically it is biaxial(–) with  $2 V_{\text{meas.}} = 10\text{--}15^\circ$ ,  $2 V_{\text{calc.}} = 21.6^\circ$ ,  $\alpha = 1.640(2)$ ,  $\beta = 1.692(2)$ ,  $\gamma = 1.694(2)$  at 590 nm. Dispersion  $r > v$  average. Optical orientation is:  $a = \beta$ ,  $b = \gamma$ ,  $c \wedge \alpha$  (cannot be measured).

*Keywords:* optical constant, X-ray powder data, richelsdorffite, Vosges, France.

## Introduction

La richelsdorffite a été rencontrée originellement dans le Richelsdorfer Gebirge, Hessen, Allemagne, par HENTSCHEL (1979). Sa description (SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER, 1983) a nécessité, à cause du manque de matière, une étude en parallèle de la structure cristalline (SÜSSE et TILLMANN, 1987) qui a abouti la formule chimique:



Récemment, un groupe de minéralogistes amateurs vosgiens (F. Moreau, L. Thomas, H. Forner) nous a confié, pour identification, des échantillons qui proviennent des halles de la mine Triembach-Le Val, Vosges, France. Le diagramme de poudre que nous avons effectué nous faisait penser qu'il pouvait s'agir de la richelsdor-

fite. Mais la comparaison que nous avons faite avec le diagramme de poudre de la richelsdorffite type (SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER, 1983) – le fichier JCPDS 35-585, montre qu'il manque beaucoup de raies de diffraction par rapport à notre diagramme de poudre. De ce fait, nous avons effectué une étude complète optique, chimique et radiocristallographique de notre minéral. Nous n'avons pas pu obtenir un fragment de l'échantillon holotype, de la part des auteurs concernés, car la quantité de matière était trop faible.

Cependant l'étude présentée dans ce document-ci montre que les données optiques de la richelsdorffite originale ne sont pas correctes.

En revanche nous avons étudié un cotype de ce minéral; il est apparu que ce dernier possède les mêmes données optiques que celles de notre échantillon.

<sup>1</sup> Département de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle, CP 6434, CH-1211 Genève 6, Suisse.

<sup>2</sup> 27, rue du Pressoir Neuf, F-45000 Orléans, France.

Tab. 1 Comparaison des propriétés optiques de la richelsdorfite

	Triembach (A)	Richelsdorf (B)
$\alpha$	1,640(2)	1,698(3)
$\beta$	1,692(2)	1,765(3)
$\gamma$	1,694(2)	1,799(4)
biaxie	(-)	(-)
$2 V_{mes}$	10–15°	69(2)°
$2 V_{calc}$	21,6°	68,7°

(A) cette étude

(B) SÜSSE ET SCHNORRER-KÖHLER (1983)

Le diagramme de poudre de la richelsdorfite cotype que nous avons effectué et celui de notre minéral sont identiques; ils possèdent plus de raies de diffractions par rapport au diagramme de poudre de richelsdorfite originale étudiée par SÜSSE ET SCHNORRER-KÖHLER (1983). Chimiquement et cristallographiquement, la richelsdorfite originale et notre minéral sont identiques. La richelsdorfite de Triembach est associée avec barytine, erytrine, strashimirite, tyrolite, chalcophyllite, cornwallite et tennantite-tetrahedrite.

### Propriétés physiques et optiques

La richelsdorfite se présente sous deux habitus, l'un en sphérolites de 0,4 mm de diamètre, constitués de cristaux accolés; l'autre en cristaux idiomorphes aplatis suivant  $c$  (Fig. 1), formant des amas foliés (Fig. 2). Sur ces cristaux idiomorphes, les formes observées sont  $\{001\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{hk0\}$  et  $\{h0l\}$  (Fig. 3). Ils ont une longueur de 0,2 mm et une épaisseur 0,01 mm. Le clivage  $\{001\}$  est parfait. La couleur est bleu turquoise; l'éclat est vitreux. Elle possède une certaine élasticité et sa dureté est de l'ordre de 2. Elle est optiquement biaxe (-) avec  $2 V_{mes.} = 10-15^\circ$ ,  $2 V_{calc.} = 21,6^\circ$  et  $\alpha = 1,640(2)$ ,  $\beta = 1,692(2)$ ,  $\gamma = 1,694(2)$  à 590 nm (Tab. 1). La dispersion est moyenne avec  $r > v$ . L'orientation optique est:  $a = \beta$ ,  $b = \gamma$ ,  $c \wedge \alpha$  n'a pas pu être mesuré a cause de la minceur des cristaux. Le pléochroïsme est fort avec  $\alpha =$  incolore,  $\gamma = \beta =$  bleu ciel. La densité mesurée avec les liqueurs denses est  $3,3 \text{ g/cm}^3$ . Le minéral est soluble dans HCl. Le tableau 1 compare ces données optiques avec celles de la richelsdorfite originale décrite par SÜSSE ET SCHNORRER-KÖHLER (1983).

### Composition chimique

La composition chimique a été analysée à l'aide de la microsonde électronique Cameca SX 50. Les

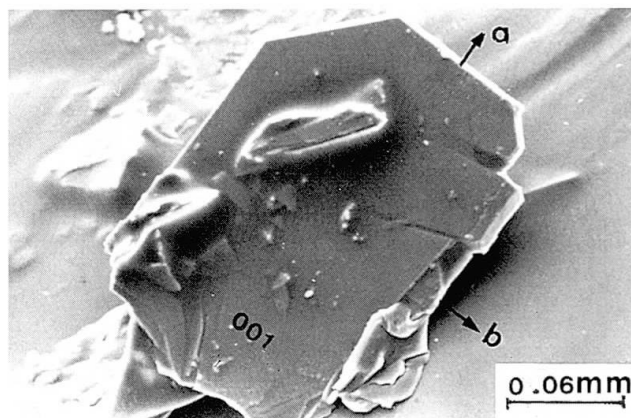


Fig. 1 Morphologie d'un cristal de richelsdorfite aplati suivant  $c$ . (Photographies prises par le D<sup>r</sup> J. Wuest avec le microscope électronique du Muséum d'Histoire naturelle de Genève.)

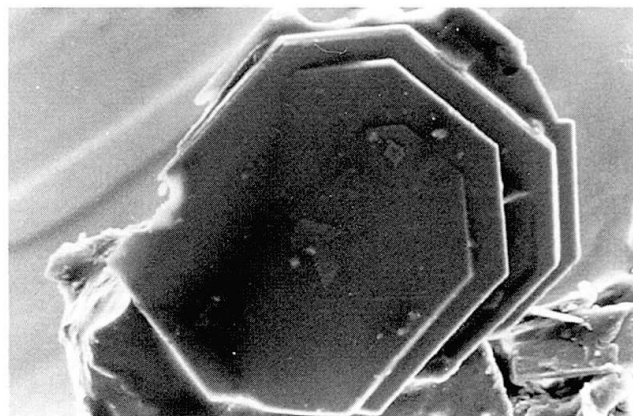


Fig. 2 Cristaux de richelsdorfite formant des amas foliés.

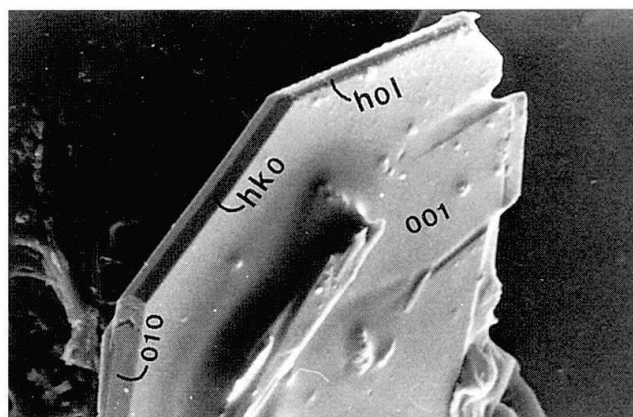


Fig. 3 Détail de la figure 1: les autres formes observées sont  $\{010\}$  (à gauche),  $\{hk0\}$  (en diagonale) et  $\{h0l\}$  (en haut).

investigations qualitatives ont révélé la présence de Ca, Cu, Sb, As et Cl.

Les conditions expérimentales pour l'analyse quantitative étaient: tension accélératrice 15 kV, courant incident 4 nA, diamètre du faisceau  $\approx$

Tab. 2 Composition chimique de la richelsdorfite de Triembach (cette étude) comparée à celle de la richelsdorfite type (\* par différence).

	Triembach (SARP et CHIAPPERO)			Richelsdorf (4)	Composition théorique (5)
	(1)	(2)	(3)		
CaO	8,36	8,12– 8,64	0,21	8,97	8,44
Cl	2,44	2,28– 2,64	0,14	1,83	2,67
CuO	30,41	29,32–31,21	0,62	28,71	29,92
ZnO	–	–	–	0,23	–
FeO	–	–	–	0,01	–
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12,13	11,38–12,66	0,40	11,88	12,17
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	35,23	34,05–35,87	0,59	31,18	34,59
O≡Cl	–0,55				
Σ	88,02				
H <sub>2</sub> O	11,98*			15,63*	12,20

- (1) Moyenne (dix analyses ponctuelles)  
 (2) % extrêmes  
 (3) Déviation standard  
 (4) SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER (1983)  
 (5) Ca<sub>2</sub>Cu<sub>5</sub>Sb(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>Cl(OH)<sub>6</sub> · 6 H<sub>2</sub>O

10 μm. Les standards utilisés sont (élément-raie mesurée-standard): CaK<sub>α</sub> andradite; ClK<sub>α</sub> vanadinite; CuK<sub>α</sub> cuivre métal; SbL<sub>α</sub> stibine; AsL<sub>α</sub> AsGa.

Le minéral est stable dans les conditions choisies. La série des dix analyses ponctuelles et la moyenne pondérale sont données dans le tableau 2. Vu la faible quantité du minéral à disposition, l'eau a été calculée par différence. La formule empirique calculée sur la base de 29 atomes (O + Cl) est: Ca<sub>1,98</sub>Cu<sub>5,09</sub>Sb<sub>0,98</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4,7</sub>Cl<sub>0,92</sub>(OH)<sub>5,91</sub> · 5,89 H<sub>2</sub>O ou idéalement Ca<sub>2</sub>Cu<sub>5</sub>Sb[Cl(OH)<sub>6</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>] · 6 H<sub>2</sub>O.

### Données radiocristallographiques

Le diagramme de poudre a été effectué sur caméra de Gandolfi (114,6 mm de diamètre, CuK<sub>α</sub> radiation). Celui-ci a été comparé avec le diagramme de poudre de la richelsdorfite cotype. Cette comparaison montre clairement que les deux diagrammes sont identiques. L'étude de monocristal a été effectuée au moyen d'une caméra de précession. Ainsi nous avons obtenu une maille monoclinique et le groupe d'espace C<sub>2/m</sub>, C<sub>2</sub> ou C<sub>m</sub> dont les dimensions ont été affinées par la méthode des moindres carrés à partir du diagramme de poudre (Tab. 3).

Ainsi a = 14,078(9), b = 14,207(8), c = 13,49(2) Å, β = 101,06° (8) et V = 2647(3) Å<sup>3</sup>. Avec cette maille et Z = 4, d<sub>calc.</sub> = 3,33 g/cm<sup>3</sup>. (MANDARINO, 1981). Les valeurs de d<sub>calc.</sub> et d<sub>obs.</sub> sont données et comparées avec celles de la richelsdorfite type décrite par SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER (1983) (Tab. 4).

### Conclusion et calcul de la relation Gladstone-Dale

On peut conclure de cette étude que la composition chimique, les données radiocristallographiques de la richelsdorfite de Triembach et celles de richelsdorfite originale (SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER, 1983) sont identiques. Dans le diagramme de poudre de cette dernière, il manque beaucoup de raies de diffraction. Les données optiques de la richelsdorfite originale ne sont pas correctes et doivent être remplacées par les résultats de cette étude. Ainsi si nous appliquons la loi de Gladstone-Dale (MANDARINO, 1981) pour ces deux occurrences:

Tab. 3 Comparaison des propriétés radiocristallographiques de la richelsdorfite.

	Triembach (A)	Richelsdorf (B)	Richelsdorf (C)
Système	monoclinique	monoclinique	monoclinique
Groupe spatial	C <sub>2/m</sub>	C <sub>2/m</sub>	C <sub>2/m</sub>
a Å	14,078 (9)	14,17 (6)	14,079 (5)
b Å	14,207 (8)	14,42 (3)	14,203 (6)
c Å	13,49 (2)	13,57 (5)	13,470 (5)
β °	101,06 (8)	102,0 (2)	101,05 (7)
Volume (Å <sup>3</sup> )	2647 (3)	2713	2643
Z	4	4	4
d mesuré	3,3 g/cm <sup>3</sup>	3,20 (3) g/cm <sup>3</sup>	3,2 (1) g/cm <sup>3</sup>
d calculé	3,33 g/cm <sup>3</sup>	3,27 g/cm <sup>3</sup>	3,3 g/cm <sup>3</sup>

- (A) Cette étude  
 (B) SÜSSE et SCHNORRER-KÖLLER (1983)  
 (C) SÜSSE et TILLMANN (1987). De l'étude structurale.

Tab. 4 Comparaison des diagrammes de poudre de la richelsdorfite.

Triembach (cette étude). Caméra Gandolfi, Ø 114,6 mm.				Richelsdorf (localité type), SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER (1983) Caméra Gandolfi.			
hkl	d <sub>calc.</sub>	d <sub>obs.</sub>	I	hkl	d <sub>calc.</sub>	d <sub>obs.</sub>	I
001	13,237	13,2	100	001	13,290 <sup>(1)</sup>		100
$\bar{1}11$	8,512	8,53	< 5				
111	7,454	7,47	5				
200	6,908	6,92	20				
002	6,619	6,623	5	002	6,640–6,612 <sup>(2)</sup>	6,804	30
021	6,259	6,260	30				
$\bar{2}02$	5,318	5,320	5				
220	4,952	4,963	30	$\bar{2}21$	4,925	4,913	70
003	4,412	4,413	25	003	4,4264–408 <sup>(2)</sup>	4,392	60
$\bar{3}11$	4,406						
$\bar{2}22$	4,256	4,261	20				
$\bar{1}32$	3,822	3,823	< 5				
222	3,727	3,732	< 5				
040	3,552	3,552	10				
400	3,454	3,454	< 5	203	3,423	3,405	5
331	3,312	3,303	< 5				
004	3,309						
330	3,302						
401	3,196	3,200	5				
$\bar{2}41$	3,135	3,132	90	241	3,044	3,045	100
332	3,131				403		
042	3,130						
$\bar{4}22$	3,020	3,024	10				
242	2,953	2,955	< 5				
402	2,846	2,841	30	$\bar{3}33$	2,876	2,860	10
150	2,783	2,776	35				
510	2,712	2,706	25	422	2,643	2,669	50
151	2,703				005		
005	2,647	2,647	< 5	224	2,593	2,561	10
422	2,642						
511	2,564	2,564	5				
152	2,531	2,537	5	060	2,403	2,463	10
$\bar{4}40$	2,476	2,476	20	$\bar{1}35$	2,363	2,336	5
440	2,476				514		
442	2,432	2,434	< 5	423	2,354		
351	2,337	2,338	< 5	405	2,357		
260	2,240	2,236	10				
261	2,231						
261	1,186	2,179	< 5				
532	2,135	2,141	< 5	315	2,098	2,087	10
621	2,100	2,108	< 5				
622	1,975	1,973	5				
552	1,974						
460	1,953	1,945	10				
642	1,941						
172	1,907	1,903	< 5	461	1,921	1,916	20
461	1,902				514		
				405	1,924		
$\bar{3}71$	1,859	1,859	< 5				
370	1,857						
730	1,822	1,821	< 5	264	1,818	1,802	5
462	1,820						
642	1,779	1,775	35				
080	1,776						
731	1,763	1,764	20	$\bar{7}34$	1,751	1,753	60
081	1,760						
+ une dizaine de raies faibles				+ 18 raies jusqu'à 0,795 dont les quatre dernières de forte intensité			

(1) non indiquée dans le tableau du diagramme de poudre de SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER, ni dans la fiche JCPDS n° 35.585. Cette raie figure dans le texte de l'article, dans la liste des raies principales.

(2) valeur donnée dans la liste des raies principales, dans le texte de l'article de SÜSSE et SCHNORRER-KÖHLER, différente de celle figurant dans le tableau du diagramme de poudre du même article.

- Richelsdorfite originale a donc  $\bar{n} = 1,754$   
 $K_C = 0,193$  (avec  $KSb_2O_5 = 0,153$ )  
 $K_C = 0,201$  (avec  $KSb_2O_5 = 0,222$ ) et  $K_p = 0,228$   
 (avec  $d_c$ ). L'index de compatibilité est  $1 - K_p/K_C = -0,181$  et  $-0,134$  qui est donc une catégorie «poor».
- Richelsdorfite de Triembach on a  $\bar{n} = 1,675$   
 et  $K_C = 0,192$  (avec  $KSb_2O_5 = 0,153$ )  
 $K_C = 0,201$  (avec  $KSb_2O_5 = 0,222$ ) et  $K_p = 0,203$   
 (avec  $d_c$ ), ce qui donne une indexe de compatibilité  $1 - K_p/K_C = -0,057$  (bon) et  $-0,010$  (supérieur).

### Références

- HENTSCHEL, G. (1979): Zur Kenntnis der Sekundärminerale im Richelsdorfer Gebirge (Hessen). Geol. Jahrb. Hessen, 107, p. 197-205.
- MANDARINO, J.A. (1981a): The Gladstone-Dale Relationship: part IV. The Compatibility Concept and its application. Can. Min., 19, p. 441-450.
- MANDARINO, J.A. (1981b): Comments on the calculation of the density of minerals. Can. Min., 19, p. 531-534.
- SÜSSE, P. et SCHNORRER-KÖHLER, G. (1983): Richelsdorfite,  $Ca_2Cu_5Sb[Cl(OH)_6(AsO_4)_4] \cdot 6 H_2O$ , ein neues Mineral. N. Jb. Miner. Mh. H.4, p. 145-150.
- SÜSSE, P. et TILLMANN, B. (1987): The crystal structure of the new mineral richelsdorfite,  $Ca_2Cu_5Sb[Cl(OH)_6(AsO_4)_4] \cdot 6 H_2O$ . Zeitschr. Krist. 179, p. 323-334.

Manuscrit reçu le 30 mars 1994; accepté le 30 avril 1994.