

MINÉRAUX SECONDAIRES PLOMBIFÈRES (CÉRUSITE, ANGLÉSITE, PYROMORPHITE, CORKITE ET WULFÉNITE) DE RICHELLE, BELGIQUE (*)

par

A.-M. FRANSOLET (**), J. JEDWAB (***) et R. VAN TASSEL (****)

RESUME.— La cérusite, l'anglésite, la pyromorphite, la corkite et la wulfénite se présentent sous forme de cristaux de fort petite taille dans les géodes d'une roche bréchique siliceuse galénifère. La hinsdalite est admise avec réserve. Les identifications sont basées essentiellement sur des diagrammes de poudres de rayons X et des analyses à microsonde électronique. Corkite et wulfénite sont des espèces nouvelles pour la Belgique.

ABSTRACT.— Cerussite, anglesite, pyromorphite, corkite and wulfenite occur as tiny crystals in a galena-bearing vuggy brecciated siliceous rock. Hinsdalite is tentatively admitted. Determinations are mainly based on X-ray powder data and microprobe analyses. Corkite and wulfenite are new species for Belgium.

Les roches siliceuses bréchiques noires, très dures - "phtanites" - du gîte de Richelle (A.-M. FRANSOLET *et al.*, 1974a) abritent une faible minéralisation plombifère dispersée, caractérisée par la présence de petits cubes de galène isolés et par un ensemble de minéraux secondaires, tels que cérusite, anglésite et pyromorphite, en mélange intime remplaçant la galène. Tous ces minéraux se sont encore développés, de même que la corkite, la hinsdalite (?) et la wulfénite, dans les nombreuses petites cavités dont la roche siliceuse est criblée (1).

Les minéraux examinés sont peu abondants et de petite taille, mais leur occurrence joue un rôle non négligeable dans la caractérisation du gîte complexe de Richelle. La corkite et la wulfénite, et la hinsdalite si la présence de celle-ci se confirme, figurent en plus comme des espèces nouvelles pour la Belgique. Corkite et wulfénite n'avaient pas encore été reconnues lors de l'établissement de l'inventaire minéralogique de Richelle en décembre 1973 (A.-M. FRANSOLET *et al.*, 1974 a).

Il y a lieu de rappeler que ces mêmes roches siliceuses noires du gîte de Richelle ont déjà permis d'identifier une série de minéraux (gypse, autunite, fluellite, minyulite, richellite, phosphosidérite, koninckite, jarosite) dont quelques-uns, tels que la fluellite et la minyulite, ont fait l'objet de descriptions antérieures (A.-M. FRANSOLET *et al.*, 1974 b et 1974 c).

Les divers minéraux plombifères repérés à Richelle, souvent en association intime, sont successivement examinés en détail ci-après.

GALENE PbS

Des cubes de galène, de 0,5 jusqu'à 6 mm d'arête, parsèment irrégulièrement la roche. D'une façon générale, la galène est partiellement ou complètement altérée en une substance pulvérulente blanc gris, sans cristallinité apparente. Ce produit de remplacement est composé de cérusite, d'anglésite, de pyromorphite et même de soufre natif cristallisé.

CÉRUSITE PbCO₃

L'identification de la cérusite s'appuie sur le diagramme de poudre repris au tableau 1. Ce minéral montre nettement une fluorescence très vive dans le jaune.

Apparemment rare à Richelle, la cérusite se présente sous forme d'encroûtements minces, adamantins,

(*) Communication présentée et manuscrit déposé le 5 octobre 1976.

(**) Laboratoire de Minéralogie, Université de Liège.

(***) Laboratoire de Géochimie, Université Libre de Bruxelles.

(****) Laboratoire de Minéralogie, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

(1) Des remerciements sont adressés à M.M. FOUASSIN de Bruxelles, qui nous a autorisé à examiner son matériel sélectionné.

microcristallins (cristaux de 200 μm), de box-work cryptogrenu, de plages blanches faiblement étendues et d'une substance pulvérulente blanche associée à l'anglésite, remplissant des cavités de dissolution de galène. La cérusite est encore intimement associée à la pyromorphite et à la wulfénite.

ANGLESITE PbSO_4

L'identification de l'anglésite est basée sur le diagramme de poudre repris au tableau 1 et sur la composition observée à la microsonde.

Le mode d'occurrence de ce minéral à Richelle est fort complexe. Le plus souvent, l'anglésite s'associe intimement à la pyromorphite en une poudre microcristalline blanc gris comblant les cavités de dissolution de la galène ou composant l'auréole blanc gris zonaire, à éclat gras, formée à la périphérie des cubes de PbS . Parfois, l'anglésite offre de petits cristaux (généralement de 200 à 800 μm) incolores, gras et vitreux, ou blancs et isométriques (Fig. 5), ou simplement mal individualisés, des bâtonnets (80 à 600 μm), des prismes à quatre faces (0,5 x 2 mm), des pyramides aiguës (120 à 400 μm) et des lamelles terminées en biseau (60 x 240 μm).

Généralement l'anglésite n'est pas fluorescente ; toutefois, certains prismes à surface laiteuse et des croûtes blanches tapissant les creux laissés par la galène altérée montrent une fluorescence jaune, éventuellement en relation avec la cérusite.

L'anglésite de Richelle est associée à la galène, la pyromorphite, la cérusite, la corkite, la phosphosidérite, la richellite et la koninckite. H. BUTTGENBACH (1947) a signalé que l'anglésite paraît "très rare en Belgique, malgré le grand nombre de gîtes de galène qui y ont été reconnus et exploités". Cette opinion serait certainement à revoir à la lumière d'observations plus détaillées, étayées par des techniques analytiques nouvelles.

PYROMORPHITE $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

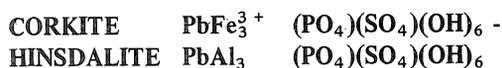
L'identification de la pyromorphite de Richelle est établie par le diagramme de poudre repris au tableau 1 et par la composition chimique qualitative fournie par la microsonde électronique.

Assez fréquente, mais toujours en petite quantité et en cristaux minuscules, la pyromorphite montre généralement de fines aiguilles ou de minces bâtonnets blancs (fig. 1 et 2), groupés en touffes ou en rosettes, dont les individus aciculaires ont 5 à 20 μm de large et 100 à 400 μm de long. Exceptionnellement, le minéral se présente en cristaux prismatiques (0,3 à 1,4 mm) à

faces courbes, incolores et vitreux, et en pyramides (40 à 600 μm) blanches empilées.

En mélange intime, la pyromorphite et l'anglésite constituent la substance pulvérulente qui tapisse ou remplit les cavités cubiques de galène altérée. Cette association dessine également des auréoles blanc grisâtre entourant les cavités ou les cubes de galène ; ces auréoles, jusqu'à 400 μm d'épaisseur sont fibroradiées si la pyromorphite en est le constituant essentiel.

Les cristaux de pyromorphite ne sont pas fluorescents ; toutefois, des plages poudreuses (2,5 x 3 mm) blanc gris, riches en pyromorphite, se sont montrées fluorescentes, traduisant vraisemblablement la présence de cérusite. La pyromorphite s'associe encore à la corkite (fig. 2) et la wulfénite.



La corkite est rarement signalée dans la littérature (descriptions récentes de SLAVSKAIA A.I. et SAVINA E.V., 1962 ; NAMBU M. *et al.*, 1964), bien que L. VAN WAMBEKE (1971) considère ce minéral comme un indicateur de gisements plombifères. Assez fréquente à Richelle dans les roches à galène, la corkite ne s'identifie pas aisément (confusion possible avec la richellite, la phosphosidérite colorée, la jarosite, la cacoxénite). Son diagramme de poudre est donné au tableau 2 et les paramètres cristallographiques qui en découlent sont :

- dans l'orientation rhomboédrique :
 $a = 7,005 \text{ \AA}$ et $\alpha = 62^\circ 36'$,
- dans l'orientation hexagonale :
 $a = 7,278 \pm 0,003$ et $c = 16,813 \pm 0,008 \text{ \AA}$,
avec $V = 771 \text{ \AA}^3$.

La composition chimique de la corkite de Richelle a été examinée au spectrographe optique et à la microsonde électronique. Le fer et le phosphore ont été décelés par la première technique ; par la seconde, le fer, le plomb, le soufre et le phosphore apparaissent comme éléments majeurs, avec des teneurs faibles et variables d'aluminium. La prédominance du phosphore et du fer et la valeur des paramètres de la maille font conclure à la présence de corkite, en éliminant la beudantite, fait prévisible car aucun minéral d'arsenic n'a été observé à Richelle.

- La corkite s'y présente sous diverses formes :
- pellicule brune légèrement mamelonnée, d'aspect gras, couvrant la phosphosidérite et des cristaux de quartz ;
 - sphérules brunes de 40 μm incorporées dans une matrice blanche compacte de phosphosidérite ;
 - globules et agglomérats botryoïdes de 20 à 80 μm ,

TABLEAU 1 : Diagrammes de poudres de césurite, anglésite et pyromorphite.

Césurite		Anglésite				Pyromorphite					
Richelle (1)	JCPDS 5-417 (2)	Richelle (1)	JCPDS 5-577 (2)	Richelle (1)	JCPDS 5-577 (2)	Richelle (1)	JCPDS 19-701 (2)	Richelle (1)	JCPDS 19-701 (2)		
4.39 Å	tf	4.427 Å	17	-	5.381 Å	3	5.02 Å	tff	4.99 Å	8	
-		4.255	7	4.27 Å	F	4.26	87	4.30	mf	4.33	20
3.56	TF	3.593	100	3.80	m	3.813	57	4.11	m	4.13	45
3.47	m	3.498	43	3.63	tf	3.622	23	3.66	tf	3.67	8
3.05	mf	3.074	24	3.47	tf	3.479	33	3.39	mf	3.38	25
2.578	f	2.589	11	3.34	mF	3.333	86	3.15	mf	3.27	35
2.508	mf	2.522	20	3.22	m	3.220	71	2.98	TF	2.985	100
2.475	Fd	2.487	32	3.01	TF	3.001	100			2.959	100
2.201	f	2.213	7	2.772	mf	2.773	35	2.885	m	2.885	60
2.071	F	2.081	27	2.699	mf	2.699	46	2.264	tff	2.266	6
2.001	fm	2.009	11	2.622	tff	2.618	8	2.192	tf	2.195	16
1.973	fm	1.981	9	2.410	f	2.406	17	2.166	tff	2.162	8
1.926	F	1.933	19	2.281	f	2.276	20	2.066	m	2.063	35
1.848	F	1.859	21	-		2.235	5	2.002	f	2.007	18
-		1.847	8	-		2.193	7	-		1.983	10
1.797	tf	1.796	4	2.166	fm	2.164	26	1.953	mf	1.957	20
1.629	m	1.632	6	-		2.133	5	1.922	f	1.915	25
1.583	m	1.588	6	2.067	F	2.067	76	1.895	f	1.886	20
1.559	m	1.563	5	-		2.031	34	1.866	f	1.861	25
1.536	tf	1.536	5	2.028	m	2.028	48	1.845	tf	1.833	10
1.504	mf	1.503	4	1.973	f	1.973	21	1.683	tff	1.678	4
1.475	mf	1.475	5	-		1.879	6				
1.449	mf	1.449	3	1.797	m	1.793	15	1.629	tf	1.633	8
1.328	m	1.330	5	1.744	tff	1.741	8	1.623	tf	1.623	6
-		1.321	3	1.707	mf	1.703	16	1.598	tf	1.599	6
1.305	mf	1.306	5	1.655	tff	1.656	7	-		1.564	4
1.281	mf	1.282	3	1.621	m	1.621	19	1.554	tff	1.553	4
				-		1.611	10	1.546	f	1.547	8
				1.573	tff	1.571	6	-		1.540	6
				1.493	mf	1.493	15	-		1.519	8
				1.470	tf	1.467	7	1.515	f	1.515	10
				1.445	tf	1.441	8	1.356	tff	1.360	2
				-		1.429	4	1.341	tf	1.341	6
				1.406	tf	1.406	3	-		1.338	6
								1.315	f	1.315	8
								-		1.312	8
								1.296	f	1.296	8
								1.248	tf	1.248	2
								1.190	tf	1.187	2
								1.046	tf	-	
								1.032	tf	-	

(1) Radiation Cu K α . Camera de 57,3 mm de diamètre.

(2) Les réflexions d'intensité inférieure à 3 ont été généralement omises (JCPDS, 1974).

TABLEAU 2 : Dépouillement du diagramme de poudre de microcristaux de la corkite de Richelle.

I/I ₀	d _{obs} (Å)	hkil	d _{calc} (Å)
tF	5.92	10 $\bar{1}$ 1	5.90
tff	5.61	0003	5.60
tff	5.06	01 $\bar{1}$ 2	5.04
m	3.636	11 $\bar{2}$ 0	3.639
tf	3.509	10 $\bar{1}$ 4	3.497
tF	3.058	11 $\bar{2}$ 3	3.052
m	2.956	20 $\bar{2}$ 2	2.951
m	2.803	0006	2.802
m	2.523	02 $\bar{2}$ 4	2.522
f	2.358	2131	2.359
m	2.294	12 $\bar{3}$ 2	2.292
F	2.246	10 $\bar{1}$ 7	2.244
tff	2.219	11 $\bar{2}$ 6	2.220
tff	2.072	21 $\bar{3}$ 4	2.073
m	1.969	30 $\bar{3}$ 3	1.967
tf	1.945	12 $\bar{3}$ 5	1.944
m	1.820	22 $\bar{4}$ 0	1.820
f	1.748	20 $\bar{2}$ 8	1.749
tf	1.691	21 $\bar{3}$ 7	1.691
f	1.664	11 $\bar{2}$ 9	1.662
tff	1.626	10 $\bar{1}$.10	1.625
f	1.550	31 $\bar{4}$ 5	1.551
f	1.527	22 $\bar{4}$ 6	1.526
m	1.483	01 $\bar{1}$.11	1.485
tff	1.442	32 $\bar{5}$ 1	1.441
tff	1.414	13 $\bar{4}$ 7	1.413
tff	1.397	30 $\bar{3}$ 9	1.396
tff	1.373	14 $\bar{5}$ 0	1.375
f	1.337	14 $\bar{5}$ 3	1.336

Radiation Cu K α ; caméra de 114,6 mm de diamètre; film corrigé.

implantés sur la pyromorphite (fig. 2) ou fréquemment sur le quartz (fig. 3);

- mouchetures microcristallines brunes sur la phosphosidérite blanche;
- très petits cristaux agglomérés en verrucosités (40 μ m) brunes sur des cristaux de quartz; au microscope électronique à balayage, ces petits cristaux apparaissent comme des rhomboédres (fig. 4).

Certaines mouchetures brunes implantées sur le quartz, ainsi qu'une substance brun jaunâtre compacte, d'un poids spécifique supérieur à 3,3, globulaire en surface et enrobant la galène, se sont révélées, sous la microsonde électronique, essentiellement composées de Pb, Fe, S et P, avec des teneurs variables d'Al dont l'augmentation correspond à une diminution de la teneur en Fe.

Dans le produit brun jaunâtre, la distribution de Fe et Al est d'ailleurs très hétérogène: des plages relativement riches en Al alternent irrégulièrement avec d'autres plus riches en Fe. Ici aussi, un enrichissement en Al entraîne systématiquement un appauvrissement en Fe. Ce phénomène, ainsi que le radiogramme de poudre à raies bien nettes, peuvent être interprétés comme un mélange de corkite et de hinsdalite, comme l'illustre le tableau 3.

La coexistence, dans le même gisement de Richelle de ces deux phases présentant des analogies cristallographiques, paraît étonnante. L. VAN WAMBEKE (1971) a cependant signalé au Kivu, l'existence de la hinsdalite en recouvrement blanc à rose pâle, ressemblant à un minéral argileux, sur de la corkite en masses jaune brun, comparables à la limonite. A Richelle, le mélange corkite-hinsdalite serait encore plus intime. Au stade actuel des observations, la présence de la hinsdalite n'est admise qu'avec une certaine réserve.

La galène, l'anglésite, la pyromorphite, la richellite, la koninckite et la phosphosidérite sont également en association plus ou moins étroite avec la corkite. Cette occurrence de corkite est la première observée en Belgique.

WULFENITE PbMoO₄

Plutôt rare dans le gîte de Richelle, la wulfénite apparaît, dans certaines cavités, en cristaux blancs ou jaunâtres, à éclat gras, mesurant 20 à 100 μ m de large et 100 à 1000 μ m de long, constitués par de petits prismes quadratiques allongés surmontés d'une pyramide très aiguë (fig. 6). Les faces de la pyramide sont striées transversalement en escalier.

Le diagramme de poudre de la wulfénite est donné au tableau 4. Les paramètres cristallographiques, calculés à partir de cet enregistrement, sont:

$$a = 5,422 \pm 0,002 \text{ et } c = 12,101 \pm 0,005 \text{ \AA}$$

avec $V = 356 \text{ \AA}^3$.

La composition chimique a été vérifiée au microscope électronique à balayage, montrant la présence simultanée de Pb et Mo et l'absence de Ca et W, à l'échelle de la sensibilité de l'instrument. La wulfénite de Richelle n'est pas fluorescente.

Souvent intimement associée, la pyromorphite se trouve implantée sur les prismes de la wulfénite sous forme de fines aiguilles désordonnées. La richellite, l'anglésite, la corkite et la cérusite sont également associées à la wulfénite, observée pour la première fois en Belgique.

TABLEAU 3 : Diagramme de poudre d'un mélange de corkite et de hinsdalite de Richelle.

Mélange Corkite-Hinsdalite de Richelle (1)		Corkite 17-471 (2)		Hinsdalite			
				14-185 (2)		16-711 (2)	
5.92 Å	mf	5.85 Å	(65)	-		-	
5.70	TF	5.56	(10)	5.7 Å	(80)	5.70 Å	(50)
						5.59	(65)
5.08	mf	5.00	(10)	-		-	
4.91	m	-		4.9	(5)	4.92	(4)
3.64	f	3.61	(35)	-		-	
3.50	mF	3.47	(10)	3.49	(50)	3.50	(40)
3.44	f	-		-		3.45	(20)
3.10	tt	-		-		-	
3.07	m	3.03	(100)	-		-	
2.97	TF	2.933	(15)	2.96	(100)	2.96	(80)
2.86	mf	-		2.84	(20)	2.846	(8)
2.80	f	2.793	(35)	2.78	(20)	2.78	(100)
2.542	tf	-		-		-	
-		2.508	(20)	-		-	
2.459	f	-		2.45	(30)	2.458	(10)
2.282	f	2.345	(15)	-		-	
-		-		-		2.267	(10)
2.250	tf	2.299	(20)	2.25	(10)	2.247	(10)
2.223	m	2.237	(35)	2.21	(70)	2.227	(50)
2.188	f	2.213	(15)	2.18	(10)	2.205	(20)
2.015	f	2.063	(10)	2.01	(20)	2.006	(8)
1.979	mf	1.989	(5)	1.969	(10)	1.978	(8)
-		1.957	(30)	-		-	
1.903	m	-		1.892	(50)	1.895	(25)
1.828	f	1.810	(30)	-		-	
1.751	fm	1.745	(10)	1.743	(40)	1.747	(10)
1.673	tf	1.687	(10)	1.664	(10)	1.668	(6)
1.641	tf	1.660	(20)	1.640	(20)	1.642	(10)
1.506	tf	1.522	(20)	1.500	(10)	1.495	(10)
1.484	tf	1.482	(35)	1.480	(20)	-	
1.467	tf	-		1.465	(30)	-	
-		1.332	(20)	-		-	
1.289	tf	1.268	(10)	1.284	(30)	-	
1.205	tff	1.210	(15)	-		-	
1.191	tff	-		1.197	(20)	-	
1.126	tff	1.137	(15)	1.118	(20)	-	

(1) Radiation Co K α . Caméra de 114,6 mm de diamètre.

(2) Fiches JCPDS (1974).

TABLEAU 4 : Dépouillement du diagramme de poudre
de la wulfénite de Richelle.

I/I ₀	d _{obs} (Å)	hkl	d _{calc} (Å)
m	4.95	101	4.95
tF	3.243	112	3.238
m	3.026	004	3.025
F	2.711	200	2.711
f	2.378	211,114	2.377;2,375
tf	2.209	105	2.210
f	2.078	213	2.078
F	2.021	204	2.019
m	1.920	220	1.917
m	1.783	116	1.784
ttf	1.715	215	1.713
F	1.650	312	1.649
m	1.620	224,206	1.619;1,618
tf	1.513	008	1.513
ttf	1.490	321,314	1.492;1,491
ttf	1.445	305	1.448
tf	1.408	323,217	1.409;1,408
f	1.354	400	1.355
f	1.320	208	1.321
m	1.306	411,316	1.307;1,306
f	1.251	332	1.250
f	1.237	404	1.237
f	1.213	420	1.212
f	1.187	228	1.187
f	1.173	219	1.176
f	1.154	1.1.10	1.154
m	1.126	406,424	1.125;1,126
f	1.079	336	1.079
f	1.047	503,433	1.047;1,047
f	1.010	408,0,0.12	1.009;1,008

Radiation Cu K α ; caméra de 114,6 mm de diamètre; film corrigé.

BIBLIOGRAPHIE

- BUTTGEBACH, H., 1947 : Les minéraux de Belgique et du Congo belge. 573 pp., Liège.
- FRANSOLET, A.-M., JEDWAB, J. & VAN TASSEL, R., 1974 a : Inventaire minéralogique de Richelle, Belgique. Ann. Soc. géol. Belgique, 97, 23-26.
- FRANSOLET, A.-M., JEDWAB, J. & VAN TASSEL, R., 1974 b ; La fluellite de Richelle, près de Visé, Belgique. Ann. Soc. géol. Belgique, 97, 27-38.
- FRANSOLET, A.-M., JEDWAB, J. & VAN TASSEL, R., 1974 c ; La minyulite de Richelle, Belgique. Ann. Soc. géol. Belgique, 97, 331-340.
- JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards), 1974 : Selected Powder Diffraction Data for Minerals. Swartmore, Pennsylvania, 833 pp.
- SLAVSKAIA, A.I. & SAVINA, E.V., 1962 : Corkite of the Usungeal deposit. Zap. Vses. Miner. Oshch., 92, 225-227.
- NAMBU, M., TANIDA, K. & KANO, S., 1964 : Corkite from the Osarizawa Mine, Akita Prefecture. Journ. Jap. Assoc. Miner. Petr. Econ. Geol., 52, 113-121.
- VAN WAMBEKE, L., 1971 : Hinsdalite and corkite : indicator minerals in Central Africa. Miner. Deposita, 6, 130-132.

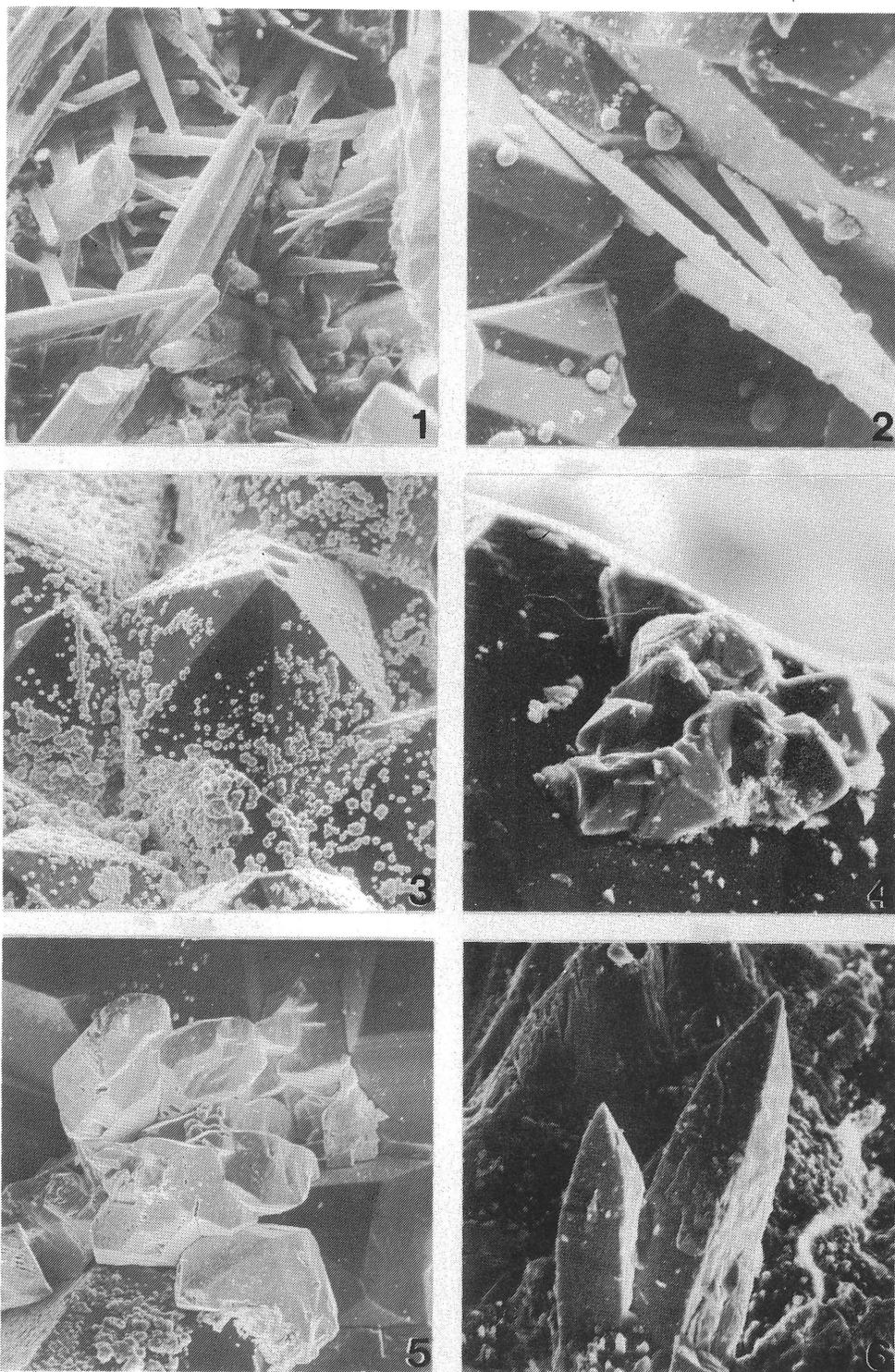


PLANCHE I : Vues au microscope électronique à balayage, mode secondaire.

FIG. 1.- Bâtonnets de pyromorphite (x190).

FIG. 2.- Aiguilles de pyromorphite avec mouchetures de corkite dans géode à cristaux de quartz (x 275).

FIG. 3.- Mouchetures de corkite sur quartz (x 86).

FIG. 4.- Microcristaux pseudo-octaédriques de corkite sur quartz (x 485).

FIG. 5.- Cristaux isométriques d'anglésite sur quartz (x 86).

FIG. 6.- Deux cristaux de wulfénite (x 430).

