

Institut royal des Sciences  
naturelles de Belgique

Koninklijk Belgisch Instituut  
voor Natuurwetenschappen

BULLETIN

MEDEDELINGEN

Tome XXXII, n° 24  
Bruxelles, avril 1956.

Deel XXXII, n° 24  
Brussel, april 1956.

NOTES MINÉRALOGIQUES.

VI. — Occurrences de minéraux jarositiques en Belgique,

par René VAN TASSEL (Bruxelles).

(Avec une planche hors texte.)

Parmi les substances naturelles résultant de la décomposition des sulfures de fer et de la réaction éventuelle des produits d'altération sur la gangue, figurent des sulfates ferriques basiques classés communément comme minéraux jarositiques : jarosite, natrojarosite, carphosidérite. Ceux-ci se présentent souvent sous forme d'enduits, de croûtes et de masses mamelonnées, d'aspect pulvérulent ou terreux, et de couleur jaunâtre. A ma connaissance, leur présence n'a pas encore été reconnue en Belgique (1). Cependant, des substances répondant à ces caractéristiques y ont déjà été observées, mais, d'une part, leur description s'est arrêtée à la mention d'enduit jaune, jaune safran ou sulfureux, et, d'autre part, leur nature minéralogique a été méconnue par une assimilation trop hâtive au soufre ou à la fleur de soufre.

La présente étude a pour but de signaler que de très nombreux enduits jaunâtres observés en Belgique sont essentiellement constitués de minéraux jarositiques. Il ne faut toutefois pas s'étonner que ces minéraux ont été délaissés par les minéralogistes; l'aspect plutôt banal des substances, allant de pair avec une certaine difficulté d'identification, est à la base de l'ignorance de leur nature réelle. Il peut être signalé, sous ce rapport, qu'au Danemark la jarosite n'a été reconnue qu'en 1942 par R. BØGVAD sur des argiles éocènes; tandis qu'en Suède elle n'a été signalée qu'en 1955 par P. LJUNGGREN sur des galets de schiste alunifère.

La caractérisation spécifique des minéraux belges n'est pas aisée, du fait que les substances examinées ne se prêtent guère à un prélèvement

(1) La jarosite a été signalée d'autre part dans le territoire, sous mandat, du Ruanda, à Gatsibu, par J. LIÉTART (1932).

méthodique, qu'elles sont généralement fort impures et que la ténuité des cristaux s'oppose à une étude optique précise. L'examen des radiogrammes des poudres constitue un moyen d'identification indispensable, mais il doit, dans le cas présent, être complété par une analyse chimique. S. B. HENDRICKS (1937) a, en effet, établi la parfaite isotypie de la jarosite ( $K_2O \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O$ ), de la natrojarosite ( $Na_2O \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O$ ) et d'un sulfate ferrique uniquement connu comme produit synthétique ( $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 9H_2O$ ). On peut s'attendre, dans la nature, à des substances de composition complexe.

Dans le groupe des minéraux jarositiques (jarosites *sensu lato*), la position de la carphosidérite (un sulfate ferrique basique, exempt d'autres cations) ne paraît pas établie avec certitude. Il ressort d'ailleurs d'un examen critique des descriptions antérieures, que la définition de l'espèce est assez confuse. Il peut s'avérer justifié, dans le cadre de cette étude, de relever les données qui sont effectivement établies, au sujet de ce minéral, dans les publications originales.

La création de l'espèce est due à A. BREITHAUPT (1827) à la suite d'une étude d'une substance du Labrador. L'auteur s'est appuyé sur des identifications chimiques par voie sèche pour faire état d'un phosphate basique de fer. Une première analyse quantitative (104 % !), publiée par F. PISANI (1864), d'une substance du Groenland assimilée à la carphosidérite, conduit à une composition de  $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 9H_2O$ . Quoique F. PISANI mette les deux substances en synonymie, en admettant une erreur d'interprétation des premiers essais qualitatifs, il est prudent de formuler un doute quant à leur identité absolue.

W. T. SCHALLER (1911), pour des raisons d'analogie chimique avec la jarosite ( $K_2O \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O$ ) et la natrojarosite ( $Na_2O \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O$ ), a admis pour la carphosidérite la formule de  $H_2O \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O$ , soit  $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 7H_2O$ . Toutefois, un aperçu des analyses connues, aussi bien celles envisagées par W. T. SCHALLER (1911), que celles signalées par E. WITTICH (1912), n'autorise pas à admettre cette formule sans réserve et conduit plutôt à la composition moyenne de  $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 9H_2O$ . Il n'est donc pas exclu, a priori, que la carphosidérite corresponde au sulfate synthétique  $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 9H_2O$ .

L'assimilation à la carphosidérite a parfois été faite trop hâtivement, car certaines substances se sont avérées des jarosites (*s.s.*) par la suite (A. LACROIX, 1910; E. S. LARSEN, 1921; E. S. LARSEN et H. BERMAN, 1934) (2).

(2) La composition de la « carphosidérite » de St-Léger, Mâcon, France, signalée par A. LACROIX en 1897, est prise en considération par R. SCHARIZER dans DOELTER'S Handbuch der Mineralchemie (1929). Il importe toutefois de rappeler que l'analyse de cette « carphosidérite » a été amendée par A. LACROIX (1910) et que le minéral a été assimilé à la jarosite. E. S. LARSEN (1921, p. 53) a précisé les propriétés d'une carphosidérite du Groenland, mais l'auteur n'a pas manqué de suggérer l'assimilation à la jarosite. Dans leur recueil des constantes optiques, E. S. LARSEN et H. BERMAN (1934) ont mis la carphosidérite en synonymie avec la jarosite.

S. B. HENDRICKS (1937) a examiné aux rayons X une carphosidérite du Groenland. L'auteur signale d'une part : « powder photographs showed these minerals » (jarosite, natrojarosite, ..., carphosidérite,...) « are correctly classified as jarosites », mais il précise d'autre part : « Karphosiderite distinctly different from any of above minerals » (jarosite, natrojarosite,...). Ces observations ne permettent malheureusement pas des conclusions nettes, car la composition de la « carphosidérite » ne paraît pas avoir été précisée. D'autre part, la considération de la structure de la carphosidérite, sur la base de la composition  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (S. B. HENDRICKS, 1937, p. 783), paraît précaire en raison du manque de bien-fondé de cette dernière composition. D. M. LEMMON (1937, p. 947), finalement, a considéré la carphosidérite comme une espèce douteuse.

Il résulte de cet aperçu de la littérature minéralogique, que les caractéristiques de la carphosidérite sont plutôt vagues. Il ne paraît toutefois pas inadmissible de supposer que la carphosidérite est le représentant naturel du sulfate synthétique  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . Cette dernière composition est d'ailleurs celle qui est admise pour la carphosidérite, classée parmi les minéraux jarositiques, dans la dernière édition de DANA'S System of Mineralogy (1951, p. 566).

Au cours de cette étude, il n'a pas été possible de trancher la question de la carphosidérite. Deux substances provenant du Groenland et libellées « carphosidérite » ont été examinées; elles se sont révélées fort riches en alcalins et doivent être regardées respectivement comme une jarosite et une natrojarosite. La position de la « carphosidérite » reste ainsi indécise. Jusqu'à plus ample informé, la carphosidérite est assimilée au représentant  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  du groupe jarositique.

#### OCCURRENCES EN BELGIQUE.

Les minéraux jarositiques belges ont été observés, comme enduits ou encroûtements jaunes, dans de nombreux gisements. Une énumération de ces derniers est toutefois impraticable et oiseuse. La liste reprise ci-après se défend donc d'être complète; elle tend à mettre en évidence les différents modes d'occurrence des minéraux considérés, leur grande répartition géographique et leur existence sur des roches d'âge très différent. Ces derniers faits n'ont d'ailleurs rien de surprenant pour des minéraux secondaires. Les conditions de gisement indiquent que les minéraux examinés se forment, à la température ordinaire, aux dépens de sulfures de fer (pyrite ou marcasite), parfois très finement dispersés dans les roches.

##### 1. Argile de la Campine (Pléistocène inférieur).

Argilières à St-Lenaarts (J. Floren et C°, Steenbakkerijen Veraart-Floren), et à Rijkvorsel (Briqueteries réunies) : petits agglomérats globulaires et enduits terreux intimement mélangés à de fines rosettes de gypse et des grains de quartz. Des parois fraîches dans l'argile bleu-noir deviennent superficiellement jaunâtres au bout de quatre mois (Argilières Veraart-Floren à St-Lenaarts).

## 2. Argile de Boom (Rupélien).

Argillère à Rumst (Steenfabrieken Swenden), à Terhagen (Briqueteries Landuydt) et à Lierre (Briqueterie Cuykens) : auréoles autour de nodules pyriteux ou marcasiteux, partiellement altérés, et enduits terreux dans l'argile, mélangés à de petits cristaux de gypse.

## 3. Argiles des Flandres (Yprésien).

Argillère à Havinnes (Nouvelles Tuileries d'Havinnes) : enduits terreux et petites masses mamelonnées sur l'argile.

## 4. Tongrien.

Argillère à Tongres (Tuileries Notre-Dame) : enduits terreux et croûtes mamelonnées mélangés à des cristaux de gypse bien visibles sur l'argile de Hénis.

## 5. Westphalien.

### Bassin de la Campine.

Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Eisden, étage de 700 m : enduits pulvérulents sur schiste; grès « pourri », complètement imprégné d'un pigment jaune. Les roches proviennent respectivement du mur et du bas-mur de la veine Petit Buisson (Wn 2b), à toit marin (3) et ont été prélevées dans une voie de chassage.

Charbonnages de Winterslag, Siège Winterslag, à Genk, au levant de l'étage de 660 m, dans le toit immédiat de la couche n° 13 (Wn 1c) : enduit pulvérulent sur schiste noir (4).

### Bassin de Liège.

Charbonnages d'Argenteau-Trembleur, à Trembleur, toit de la Couche Grande Fontaine, 2° plat (= niveau marin de Bouxharmont) (Wn 1a) : enduits abondants sur schiste (niveau 136a) avec de très nombreuses rosettes de gypse (5).

Charbonnages de Marihaye, Siège Boverie, à Seraing, étage de 185 m, toit de la veine Grand-Naviron (= niveau marin de Quaregnon) (Wn 2a) : enduits jaunes, rouges et gypseux sur diaclases dans schiste noir à végétaux (5).

### Bassin de Charleroi.

Charbonnage d'Aiseau-Prezle, Puits Panama, à Roselies;

Étage de 110 m : enduit sur schiste à radicelles de mur (niv. 53, 104, 107, 119 et 146) (Wn 1c) (5).

Étage de 330 m : enduit sur schiste noir (niv. 145a) (Wn 1b) (5).

Étage de 330 m : enduit sur schiste charbonneux et pyriteux à radicelles de mur (niv. 41 et 43a) (Wn 1a) (5).

### Bassin du Centre.

Charbonnages du Bois du Luc, 45 m au-dessus de la veine Hanas (Wn 3) : enduit pulvérulent tapissant les diaclases dans un tonstein (5). L'enduit jaune peut se produire, au cours de quelques mois, sur des surfaces fraîches des spécimens récoltés.

### Bassin de Mons.

Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons, Siège Sentinelle, à Boussu-Bois;

(3) Précisions stratigraphiques d'après W. VAN LECKWIJCK (Ann. Soc. géol. Belg., 71, p. 393, 1948).

(4) Spécimen récolté (1956) par M. J. SCHEERE, Collaborateur à l'Institut.

(5) Spécimen communiqué par l'Association pour l'Étude de la Stratigraphie et de la Paléontologie Houillères, Bruxelles. L'indication stratigraphique, ainsi que le numérotage des niveaux, sont repris des Publications de cette Association, notamment : n° 17, H. CHAUDOIR e.a. (1953) et n° 3, C. ANCIEN e.a. (1948) pour le Bassin de Liège; n° 9, W. VAN LECKWIJCK e.a. (1951) pour le Bassin de Charleroi; n° 19, J. SCHEERE (1955) pour le Bassin du Centre.

Étage de 775 m, toit de la veine Renard (Wn 3) : enduit sur diacalse dans schiste noir (niv. R<sub>c</sub>) (6),

Étage de 865 m, Veine Pucelette (Wn 3) : enduit sur charbon, accompagné d'autres minéraux secondaires (7).

#### 6. Namurien.

Galerie de Java : enduit sur schiste ampéliteux (niv. 381b : Nm 2c), sur grès (niv. 381a : Nm 2c) et sur schiste à radicales de mur (niv. 81 : Nm 2a) (6).

Charbonnage d'Aiseau-Prezle, Puits Panama, à Roselies, étage de 660 m : enduit sur schiste à radicales de mur (niv. 219 et 298 : Nm 2a) et sur schiste noir (niv. 143a et 159 : Nm 2b) (6).

Tranchée du nouveau canal à Blaton (Mont des Groseilliers) : enduit parfois globulaire en remplissage de diaclasses dans phtanite (Nm 1).

Sirault, carrière du Moulin à papier : enduit parfois globulaire sur phtanite (Nm 1).

#### 7. Famennien.

Anciennes carrières du Val-Dieu, dans la vallée de la Berwinne : enduit et croûte, mélangés à d'autres minéraux sulfatés, sur schiste à végétaux, sur grès micacé et sur un passage charbonneux (8).

#### 8. Givétien.

Tranchée du chemin de fer de la gare d'Eupen : enduit sur schiste à végétaux.

#### 9. Revinien.

Stavelot, tranchée du chemin de fer dans le bois de la Ville (9) : enduit, sur phyllade, mélangé au gypse et à d'autres minéraux sulfatés.

Franquénies, Brabant : enduit sur phtanite (roche récoltée en 1889, par D. RAEY-MAEKERS. La formation de l'enduit est vraisemblablement postérieure à la récolte).

### CARACTÈRES CHIMIQUES.

Un examen à la loupe permet d'observer, dans la plupart des gisements énumérés, que les minéraux jaunes sont accompagnés d'autres substances. Le gypse y est souvent intimement mélangé, soit sous forme de houppes fibroradiées, soit sous forme de cristaux lamellaires. Parmi les autres impuretés figurent principalement de petits grains de quartz, des poussières argileuses ou des fragments de charbon. En outre, la présence de « limonite » ne semble pas exclue a priori. Un triage minutieux s'avère généralement peu rentable, de sorte que l'examen chimique doit se faire sur des matériaux de qualité parfois bien médiocre.

Les substances examinées sont caractérisées par leur insolubilité dans l'eau. Dans l'acide chlorhydrique, par contre, elles sont attaquées et donnent des solutions intensément colorées en jaune par la présence de fortes teneurs en fer; la dissolution est lente dans HCl 2N chaud, mais beaucoup plus rapide dans HCl 1 : 1 chaud.

(6) Spécimen communiqué par l'Association pour l'Étude de la Stratigraphie et de la Paléontologie Houillères, Bruxelles. L'indication stratigraphique, ainsi que le numérotage des niveaux, sont repris des Publications de cette Association, notamment : n° 10, W. VAN LECKWIJCK e.a. (1951) pour le Bassin de Mons; n° 1, C. ANCIEN e.a. (1947) pour la galerie de Java.

(7) Spécimen récolté (1956) par M. J. SCHEERE, Collaborateur à l'Institut.

(8) Gisements II et V de l'étude de C. ANCIEN, W. VAN LECKWIJCK et G. UBACHS (Ann. Soc. géol. Belg., 66, pp. M299-M335, 1943).

(9) Gisement suggéré par M. F. GEUKENS, professeur à l'Université de Louvain.

Trois spécimens ont été soumis à une analyse macrochimique complète, dont les résultats sont consignés au Tableau I.

TABLEAU I.

	Croûte mamelonnée jaune sur argile, Tongres		Grès « pourri », Charbonnages Limbourg-Meuse, Eisden		Enduit jaune sur schiste, Charbonnages Argenteau-Trem- bleur, Trembleur	
Analyse	402		398		400	
H <sub>2</sub> O- ... ..	2,61 %		3,64 %		5,41 %	
H <sub>2</sub> O+ ... ..	9,35		5,49		10,63	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	traces		traces		traces	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	31,46	0,1970	11,50	0,0720	25,47	0,1595
FeO ... ..	néant		néant		non dét.	
CaO ... ..	0,33	0,0059	0,42	0,0075	6,06	0,1081
MgO ... ..	traces		traces		traces	
Na <sub>2</sub> O ... ..	0,47	0,0076	0,50	0,0081	1,47	0,0237
K <sub>2</sub> O ... ..	4,30	0,0457	0,58	0,0061	0,94	0,0100
SO <sub>3</sub> ... ..	20,12	} 0,0059	10,15	} 0,0075	23,72	} 0,1081
		} 0,2454		} 0,1193		} 0,1882
Résidu dans HCl 1 : 1	32,00		67,63		27,27	
Somme ... ..	100,64		99,91		100,97	

Analystes : R. VAN TASSEL et L. VAN STIPHOUDT (1955).

Mode opératoire : H<sub>2</sub>O+ d'après PENFIELD-HARTWIG-BENDIG; FeO par titrimétrie au KMnO<sub>4</sub> après attaque par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N bouillant dans atmosphère inerte (CO<sub>2</sub>) et filtration immédiate sur creuset Gooch; CaO par titrimétrie de l'oxalate; MgO par gravimétrie de Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O par gravimétrie (confirmée par dosage spectrophotométrique).

D'autres spécimens d'origine belge ne se prêtèrent qu'à une semi-micro-analyse partielle, en raison de la faible quantité qu'il a été possible de prélever sur la roche ou d'isoler de la plus grande partie des impuretés. Ces substances analysées sont les suivantes : auréole autour de nodules pyriteux, Terhagen (Analyse 442); enduit sur argile, Havinnes (Analyse 444), enduit globulaire sur phtanite, Blaton (Analyse 451), enduit pulvérulent sur passée charbonneuse, Val-Dieu (Analyse 443).

Des analyses de comparaison ont été conduites, d'après les mêmes méthodes, sur plusieurs minéraux de provenance étrangère, libellées, d'après l'étiquette, comme suit : « jarosite » bien cristallisée de Barranco Jaroso, Espagne (Inventaire général 5520, analyse 450); « jarosite (pastréite) » de St-Félix-de-Pallières, France (I.G. 5520, achat A. PIRET, 1887; analyse 447), « apatélite » d'Auteuil, France (I.G. 4768, achat B. STÜRTZ, 1881; analyse 446); « carphosidérite » de St-Léger, Mâcon, France (I.G. 5701, achat F. PISANI, 1890; analyse 445); « carphosidérite » de St-Léger, Mâcon, France (fragment du n° 98.19 du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris; analyse 460); « carphosidérite » du Groenland (I.G. 17578, legs J. DRUGMAN, 1950; analyse 449); « carphosidérite »

du Groenland (fragment du n° 106.824 du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris; analyse 461) (10).

Les résultats de ces analyses sont groupés au Tableau II. Les données du Tableau I y sont intercalées après correction de la teneur en  $\text{SO}_3$  : une fraction de  $\text{SO}_3$  est réservée au  $\text{CaO}$  disponible pour former du gypse. L'analyse publiée antérieurement d'une natrojarosite de Monastir, Tunisie (R. VAN TASSEL in W. VAN LECKWIJCK, 1954), y est insérée pour comparaison.

Le Tableau II met en évidence que toutes les substances examinées sont plus ou moins riches en alcalins. Dans la plupart des cas, le rapport

TABLEAU II.

Analyse	% de la prise		% de la fraction soluble					Rapport moléculaire dans la fraction soluble		
	Résidu dans HCl 1 : 1	H <sub>2</sub> O-	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	$\frac{\text{R}_2\text{O}_3}{\text{R}_2\text{O}}$	$\frac{\text{SO}_3}{\text{R}_2\text{O}}$	$\frac{\text{SO}_3}{\text{R}_2\text{O}_3}$
442	25,8	5,7	5,5	0,6	32,6	5,2	25,7 (1)	3,75	4,72	1,26
444	21,2	1,7	8,3	0,4	43,6	2,8	30,2 (2)	3,19	4,01	1,26
402	31,0	2,6	6,3	0,7	46,2	tr	28,9	3,61	4,51	1,25
451	3,6	6,3	6,2	0,3	42,4	4,2	20,7	4,30	3,65	0,85
398	67,1	3,6	1,8	1,5	35,6	tr	29,5	5,16	8,56	1,66
400	22,2	5,4	1,3	2,0	35,0	tr	20,7	4,76	5,63	1,19
443	2,3	1,2	7,2	0,4	51,8	0,0	32,1	3,77	4,67	1,24
450	0,0	n.d.	7,7	1,4	51,0	0,0	32,1	3,04	3,82	1,26
447	0,0	0,0	8,2	0,2	47,1	0,6	32,0	3,34	4,45	1,33
446	10,8	1,2	6,7	0,4	44,4	3,6	29,9	4,05	4,84	1,20
445	6,9	0,2	6,3	0,6	42,5	n.d.	24,4	n.d.	3,96	n.d.
460	0,0	0,2	8,0	0,8	44,7	2,0	29,2 (3)	3,05	3,73	1,21
449	0,6	0,4	7,0	1,1	44,4	1,4	26,6	3,17	3,61	1,14
461	16,5	1,7	2,0	4,5	44,0	0,4	29,2 (4)	2,95	4,16	1,41
340	4,4	0,5	3,9	4,3	44,5	2,9	31,8	2,79	3,60	1,29

Mode opératoire : K<sub>2</sub>O et Na<sub>2</sub>O par spectrophotométrie (11), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> par cériométrie, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> par différence dans la titration de l'oxinate, SO<sub>3</sub> par gravimétrie.

(1) Après soustraction de SO<sub>3</sub> nécessaire à la combinaison avec CaO (5,6 % de la fraction soluble) pour former du gypse.

(2) Idem, mais CaO : 0,2 %.

(3) Idem, mais CaO : 0,2 %.

(4) Idem, mais CaO : 0,5 %.

(10) M. J. ORCEL, Professeur de Minéralogie au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris, a aimablement mis à ma disposition deux fragments de « carphosidélite » et pense que l'étude de F. PISANI (1864) a été faite sur le spécimen n° 106.824; une certitude n'a toutefois pu être établie car le catalogue du Muséum ne donne aucune précision à ce sujet.

(11) Les dosages spectrophotométriques ont été exécutés aux laboratoires S.E.R.A.I., à Bruxelles.

moléculaire  $K_2O : Na_2O$  est  $\geq 1$ . Pour le matériel d'Eisden (Analyse 398),  $K_2O : Na_2O \approx 1$ , tandis que pour les substances de Trembleur (Analyse 400), de Monastir (Analyse 340) et du Groenland (Analyse 461), ce rapport est  $< 1$ , soit respectivement 0.8, 0.6 et 0.3.

Les analyses du Tableau II révèlent, en général, une teneur faible en  $H_2O^-$  (eau inférieure à  $110^\circ C$ ). Là, où cette valeur est la plus élevée (Analyses 442, 400, 451), elle est due à la présence de gypse (Analyses 400 et 442) ou de « limonite » (Analyse 451). La faible teneur en  $H_2O^-$  est conforme aux caractéristiques de la jarosite.

Les rapports moléculaires  $R_2O_3 : R_2O$ ,  $SO_3 : R_2O$  et  $SO_3 : R_2O_3$ , calculés pour la jarosite et la natrojarosite, sont respectivement 3, 4 et 1,33. Les valeurs  $SO_3 : R_2O_3$ , du Tableau II, se rapprochent assez bien de la valeur théorique, sauf pour le matériel de Blaton (Analyse 451), où il y a lieu d'envisager la présence de « limonite ». Des suintements abandonnant un dépôt ferrugineux « limoniteux », qui se révèle quasi amorphe aux rayons X, ont notamment été observés à proximité du matériel récolté et examiné.

Les rapports  $R_2O_3 : R_2O$  et  $SO_3 : R_2O$  ne se rapprochent, dans la plupart des cas, que fort approximativement des valeurs calculées et montrent un déficit en alcalins parfois très considérable. Un examen des analyses consignées dans le Handbuch der Mineralogie de C. HINTZE (1930, pp. 4200 et 4202) révèle que les teneurs en alcalins sont généralement trop faibles par rapport aux valeurs calculées. Cette constatation est encore mise en évidence, au sujet de huit jarosites de Finlande, signalées par M. SAKSELA (1952). Cet auteur a admis la présence d'un composé « carphosidéritique » (12) et a calculé que ce dernier est responsable de 16 à 36 % de la composition des jarosites.

Les substances du Tableau II, dont les caractéristiques chimiques sont encore complétées, comme il sera exposé plus loin, par des données optiques et radiocristallographiques, sont interprétées comme des mélanges isomorphe de jarosite, de natrojarosite et de carphosidérite ( $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 9H_2O$ ); la désignation spécifique du minéral est basée sur la prédominance d'un de ces composants chimiques. Il peut ainsi être conclu que les substances analysées de Terhagen (Analyse 442), d'Havannes (Anal. 444), de Tongres (Anal. 402), de Blaton (Anal. 451), du Val-Dieu (Anal. 443) sont à considérer comme des jarosites (s.s.) et le spécimen de Trembleur (Anal. 400) comme une natrojarosite. Dans le matériel des Charbonnages Limbourg-Meuse, à Eisden (Anal. 398), la fraction carphosidéritique est prédominante et il y a lieu ici de parler d'une carphosidérite. Toutefois la faible fraction que présente le minéral dans la prise analysée et tous les inconvénients y afférents, incitent à formuler une certaine réserve au sujet de cette dernière interprétation.

(12) M. SAKSELA a calculé la fraction « carphosidéritique » sur la base de  $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 7H_2O$ . Il a été exposé précédemment que la composition  $3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 9H_2O$  doit être prise en considération. Cette correction n'affecte pas les chiffres publiés.

Quant aux minéraux étrangers, l'examen chimique indique partout une forte teneur en alcalins. Il confirme ainsi l'assimilation, par AZÉMA (1910), de la pastréite de St-Félix-de-Pallières et celle, par A. LACROIX (1910), de la carphosidérite de Mâcon, à de la jarosite.

D'autre part, l'apatélite examinée, qui se présente comme un enduit jaune terreux sur l'argile, est équivalente à la jarosite. Toutefois devant l'incertitude de l'identité absolue entre cette substance et celle décrite par A. LACROIX (1910, p. 246), il n'est pas établi que l'apatélite de LACROIX est à mettre en synonymie avec la jarosite. Une conclusion certaine est la présence de jarosite à Auteuil en France.

Les deux spécimens de « carphosidérite » examinées, en provenance du Groenland, sont respectivement à considérer comme une jarosite (« carphosidérite », I.G. 17.578, Analyse 449) et une natrojarosite (« carphosidérite », n° 106.824 du Muséum de Paris, Analyse 461).

#### CARACTÈRES OPTIQUES ET MORPHOLOGIQUES.

Le relevé des occurrences des minéraux jarositiques a mis en évidence que ceux-ci se présentent en général sous forme d'enduits ou de croûtes d'aspect pulvérulent ou terreux et de couleur jaune paille à jaune safran (13). Le microscope ne permet, dans la plupart des cas, que des observations fort incomplètes en raison des petites dimensions des grains. Celles-ci sont généralement de l'ordre de 1 à 2  $\mu$ . Dans de rares cas, comme au Val-Dieu, la jarosite est plus grossière et les grains atteignent jusqu'à 15  $\mu$ .

Enrobées dans l'iode de méthylène, la plupart des substances belges examinées se présentent, au microscope, sous forme d'agrégats microcristallins jaunes, qui ne se désagrègent qu'avec difficulté par une action mécanique. L'observation de l'indice de réfraction doit se borner à la mesure d'un indice général qui est proche ou supérieur à 1.74. Enrobées dans de l'eau, les agglomérats s'individualisent facilement en d'innombrables grains globulaires, dont il est toutefois impossible de distinguer nettement les contours en raison des très faibles dimensions. Il n'est pas sans intérêt de signaler que l'iode de méthylène offre un moyen de distinction entre la jarosite et le soufre, qui risquent d'être confondus : la première substance est indifférente à l'égard de  $\text{CH}_2\text{I}_2$ , la seconde par contre s'y dissout.

La jarosite bien développée du Val-Dieu se prête à des observations plus complètes. Aux forts grossissements il est, en effet, possible de distinguer la parfaite cristallinité du minéral et de préciser le caractère uniaxe avec  $n_\omega > 1.737$ . Les figures 1, 2, 3 et 4 de la planche I représentent, à un grossissement 1.000  $\times$ , des cristaux bien formés de cette jarosite, qui peuvent être interprétés comme une combinaison de deux rhomboèdres et de la base  $\{0001\}$ .

(13) Les enduits ne sont évidemment pas à confondre avec le recouvrement jaune, dû aux lichens, qui peut être observé si souvent dans les affleurements.

Même dans le cas où les dimensions des grains ne sont que de 0.5-1  $\mu$ , la parfaite cristallinité des substances d'aspect terreux peut encore être mise en évidence par le microscope électronique. Les figures 5 et 6 de la planche I (14) montrent, au grossissement 14.000  $\times$ , des cristaux de la jarosite de Blaton, à contour hexagonal ou cubique, ce qui est caractéristique pour le minéral considéré. Des cristaux bien formés de jarosite d'une dimension de 0.5  $\mu$  ont été observés antérieurement au microscope électronique par I. A. BREGER, M. DEUL et S. RUBINSTEIN (1955).

#### CARACTÈRES ROENTGENOGRAPHIQUES.

La cristallinité de toutes les substances examinées est encore mise en évidence par la diffraction des rayons X. Les radiogrammes, obtenus par la méthode des poudres à l'aide du rayonnement de Fe ou du Co, sont tous fort analogues. Les figures 7 à 23 de la planche I présentent des radiogrammes de diverses substances : les dix premières se rapportent à des spécimens belges, les six autres à des minéraux étrangers analysés. Certains enregistrements font apparaître le quartz ou le gypse comme impureté : les radiogrammes 7 (St-Lenaarts), 10 (Eisden) et 20 (Auteuil) montrent les raies de diffraction du quartz ( $d_{hkl}$  : 4.24, 3.35, 1.37 et 1.19); le radiogramme 12 (Trembleur) celles du gypse ( $d_{hkl}$  : 4.22 et 2.05). La qualité très médiocre du spécimen des Charbonnages Limbourg-Meuse, Eisden, se reflète bien dans son radiogramme (fig. 10).

Les distances réticulaires  $d_{hkl}$  calculées concordent d'une façon très satisfaisante avec celles de la jarosite de Barranco Jaroso, Espagne (fiche 2-062 de l'Index ASTM). Quelques résultats de mesure sont groupés au Tableau III.

En raison de l'isotypie des minéraux jarositiques (S. B. HENDRICKS, 1937), il semble indiqué de considérer les substances, pour lesquelles l'examen roentgenographique n'a pas été complété par une analyse chimique, comme des jarosites *sensu lato*. Il est toutefois intéressant de noter, pour toutes les substances où  $\text{Na}_2\text{O}$  est important (Analyses 340, 400 et 461), que la raie de diffraction  $\approx 5$  Å est beaucoup plus intense que la raie avoisinante  $\approx 5.9$  Å, que la raie forte 2.27 Å, de la jarosite s.s., est déplacée légèrement vers les angles de diffraction  $\theta$  plus grands et que la raie  $\approx 1.48$  Å, assez forte, apparaît à la place de la raie 1.50 Å de la jarosite s.s. (Planche I, figures 12, 21 et 23). Il pourrait découler de cette constatation qu'une distinction entre jarosite s.s. et natrojarosite est possible sur cette base et que, de ce fait, le minéral jarositique, rencontré sur les roches westphaliennes, serait, dans la plupart des cas examinés (15), à considérer comme une natrojarosite.

(14) Ces clichés sont dus à la collaboration des laboratoires S.E.R.A.I., à Bruxelles.

(15) Observations basées sur les diagrammes des spécimens des Charbonnages Limbourg-Meuse (enduit sur schiste Wn 2b, mur de la veine Petit Buisson), des Charbonnages d'Argenteau-Trembleur (niv. 136a, Wn 1a), des Charbonnages de Marihaye (niv. 18, Wn 2a), et des Charbonnages d'Aiseau-Preisle (niv. 43a, Wn 1a, et niv. 119, Wn 1c). Par contre, les radiogrammes des spécimens des Charbonnages du Bois du Luc (Wn 3) et des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons (Veine Pucelette, Wn 3) semblent se rapporter à des jarosites s.s.

TABLEAU III.

Jarosite, Jaroso. (ASTM)		Jarosite, Val-Dieu. (Anal. 443)		Jarosite, Terhagen. (Anal. 442)		Jarosite, Tongres. (Anal. 402)		Carpho- sidérite (?) Eisden. (Anal. 398)		Natro- jarosite, Monastir. (Anal. 340)		Natro- jarosite, Groenland. (Anal. 461)	
$d_{hkl}$	<i>I</i>	$d_{hkl}$	<i>I</i>	$d_{hkl}$	<i>I</i>	$d_{hkl}$	<i>I</i>	$d_{hkl}$	<i>I</i>	$d_{hkl}$	<i>I</i>	$d_{hkl}$	<i>I</i>
5,90	40	5,80	f	5,85	f	5,87	f	5,69	f	5,87	f	5,58	f
5,00	40	4,99	m	5,06	m	4,97	m	5,12	m	5,00	m	4,93	m
—	—	—	—	4,28	f	—	—	4,24 (*)	m	—	—	—	—
3,60	40	3,59	f	3,63	f	3,57	f	—	—	3,66	f	—	—
3,38	50	—	—	3,31	f	3,27	tf	3,35 (*)	F	—	—	—	—
3,06	100	3,05	TF	3,09	TF	3,05	TF	3,08	F	3,07	TF	3,05	TF
2,94	20	2,94	tf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,83	40	2,84	f	2,82	f	2,83	f	—	—	2,80	m	2,75	f
2,52	60	2,53	m	2,54	f	2,52	m	2,55	f	2,53	m	2,50	m
—	—	—	—	—	—	—	—	2,45	f	—	—	—	—
2,27	80	2,27	F	2,27	F	2,27	F	2,28	m	2,24	m	2,21	m
2,16	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,96	80	1,966	F	1,971	F	1,967	F	1,985	m	1,985	F	1,958	F
1,81	80	1,817	F	1,824	F	1,828	F	1,825(*)	F	1,828	F	1,819	F
1,76	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,70	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,65	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1,617	f	—	—
1,55	40	1,551	tf	—	—	—	—	—	—	1,548	f	—	—
1,53	60	1,535	m	1,535	m	1,539	m	1,542(*)	m	1,528	m	1,520	m
1,50	80	1,507	m	1,501	m	1,507	m	1,507	f	—	—	—	—
1,48	40	1,481	f	—	—	1,476	tf	—	—	1,483	m	1,469	m
—	—	1,427	f	1,435	f	1,429	tf	—	—	1,432	f	1,426	f
1,37	20	—	—	1,376	f	1,367	f	1,380(*)	F	1,375	f	—	—
1,33	70	1,340	m	1,343	m	1,339	m	1,350	f	1,339	m	1,340	m
1,24	70	1,248	m	1,250	m	1,248	m	1,290	f	1,243	m	1,236	m
1,22	20	1,223	f	1,223	f	—	—	1,228	f	1,218	m	—	—
1,19	50	1,189	m	1,190	f	1,189	m	1,198	m	1,189	m	1,189	m
1,18	20	—	—	—	—	—	—	1,183(*)	m	—	—	—	—
1,16	50	1,162	f	—	—	1,165	f	—	—	—	—	—	—
1,15	60	1,155	f	1,153	m	1,159	f	1,155	m	1,150	m	1,147	f
1,13	60	1,128	m	1,129	f	1,129	m	1,142	tf	1,126	m	1,125	m
1,09	20	—	—	—	—	1,094	f	—	—	—	—	—	—
1,08	20	—	—	—	—	1,080	f	1,084	m	—	—	—	—
1,05	80	1,056	m	1,054	f	1,058	f	1,049	f	1,054	m	1,035	f
1,04	40	1,045	tf	—	—	1,047	f	1,036	f	—	—	—	—
—	—	1,020	f	1,015	tf	1,021	f	1,016	f	—	—	—	—
—	—	0,998	m	0,998	m	0,998	f	—	—	0,997	m	0,996	f
—	—	0,990	m	0,991	f	0,990	f	0,991	f	0,988	f	0,986	f

TF = très fort, F = fort, m = moyen, f = faible, tf = très faible.

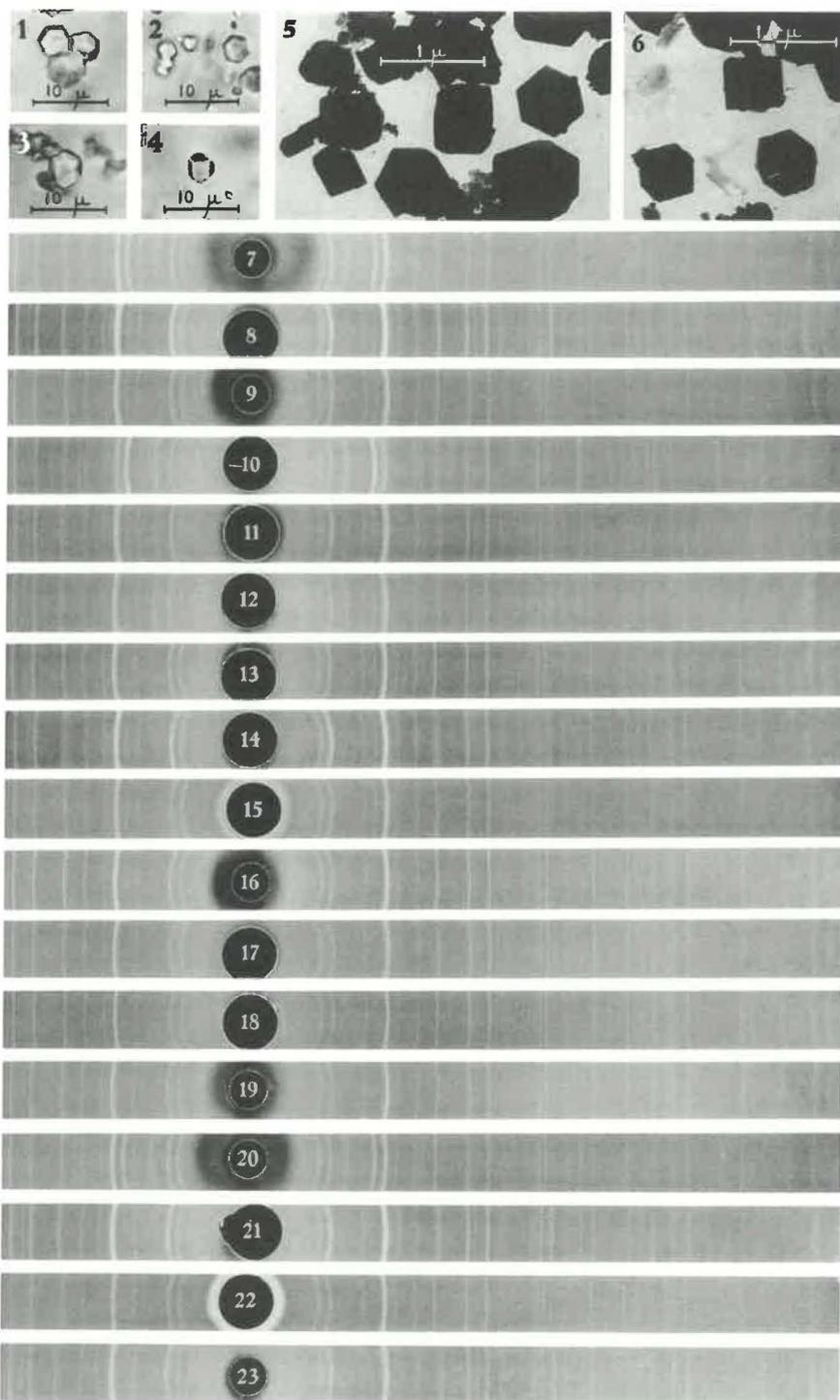
(\*) Quartz.

## RÉSUMÉ.

De nombreux enduits jaunâtres, d'aspect terreux ou pulvérulents, observés en Belgique, sur diverses roches (principalement schiste, argile, charbon) d'âges très différents, proviennent de la décomposition, à température ordinaire, de sulfures de fer et sont constitués essentiellement de minéraux jarositiques (jarosite, natrojarosite, carphosidérite). L'identification s'appuie sur des données chimiques, optiques et radiocristallographiques. Parmi le matériel de comparaison figurent diverses substances de l'étranger, libellées : jarosite, natrojarosite, pastréite, apatélite et carphosidérite. La position de la carphosidérite dans le groupe des minéraux jarositiques est examinée.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

- AZÉMA, 1910, *Note sur une jarosite*. (Bull. Soc. franc. Minér., 33, pp. 130-132.)  
 BØGVAD, R., 1952, *Jarosit fra Danmark*. (Medd. Dansk. Geol. For., 10, pp. 108-114.)  
 BREGER, I. A., DEUL, M. and RUBINSTEIN, S., 1955, *Geochemistry and Mineralogy of a Uraniferous Lignite*. (Econ. Geol., 50, pp. 206-226.)  
 BREITHAUPT, A., 1827, *Vermischte mineralogische Bemerkungen. N° 3 : Karphosiderit, eine neue Eisenerz-Species*. (Jahrb. Chem. Phys., 2, pp. 314-317.)  
 HENDRICKS, S. B., 1937, *The crystal structure of alunite and the jarosites*. (Amer. Miner., 22, pp. 773-784.)  
 LACROIX, A., 1910, *Minéralogie de la France et de ses colonies, Tome 4, 1<sup>re</sup> partie*, 360 pp., Paris.  
 LARSEN, E. S., 1921, *The microscopic determination of the nonopaque minerals*. (U. S. Geol. Surv. Bull., 679, 294 pp.)  
 LARSEN, E. S. and BERMAN, H., 1934, *The microscopic determination of the nonopaque minerals*. (U. S. Geol. Surv. Bull., 848, 266 pp.)  
 LEMMON, D. M., 1937, *Woodhouseite, a new mineral of the beudantite group*. (Amer. Miner., 22, pp. 939-948.)  
 LIÉTART, J., 1932, *Sur la découverte de la jarosite au Ruanda*. (Bull. Soc. belge Géol., 42, pp. 100-101.)  
 LJUNGGREN, P., 1955, *An occurrence of gypsum crystals and jarosite in a gravel hillock, west of Billingen, Sweden*. (Geol. Fören. För., 77, pp. 284-288.)  
 HINTZE, C., 1930, *Handbuch der Mineralogie, Band I, Abt. 3, Heft 2*, Berlin.  
 PALACHE, C., BERMAN, H. and FRONDEL, C., 1951, *Dana's System of Mineralogy, Vol. 2, VII Edition*, 1124 pp., New-York.  
 PISANI, F., 1864, *Sur la carphosidérite du Groënland*. (C. R. Acad. Sci. Paris, 58, pp. 242-244.)  
 SAKSELA, M., 1952, *Über die Verwitterung einiger Finnischer Kieserze*. (Bull. Comm. Géol. Finl., n° 157, pp. 27-40.)  
 SCHALLER, W. T., 1911, *The Alunite-Beudantite Group*. (Amer. J. Sci., 32, pp. 359-364.)  
 SCHARIZER, R., 1929, *Die Eisensulfate; Karphosiderit*. (Handb. der Mineralchemie, IV, 2, pp. 566-567.)  
 VAN LECKWIJCK, W., 1954, *Observations sur le Miocène lignitifère des Dômes de Monastir et de Zeramadine (Tunisie Orientale) et sur le Pléistocène marin du premier de ces Dômes*. (Vol. jubil. V. VAN STRAELEN, I, pp. 455-527.)  
 WITTICH, E., 1912, *Estudio de algunos minerales raros del estado de Chihuahua*. (Bol. Soc. geol. Mexic., 8, pp. 47-51.)



R. VAN TASSEL. — Occurences de minéraux jarositiques en Belgique.



## EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Figures 1, 2, 3 et 4 : Cristaux de la jarosite (Analyse 443), du Val-Dieu, (grossissement 1000  $\times$ ); combinaison de deux rhomboédres et de la base  $\{0001\}$ .

Figures 5 et 6 : Cristaux de la jarosite (Anal. 451), de Blaton, (grossissement 14.000  $\times$ ). Photos prises au microscope électronique.

Figures 7 à 23 : Radiogrammes Debye-Scherrer (rayonnement Fe, filtre Mn, caméra 5,7 cm diamètre, exposit<sup>n</sup> : 1  $\frac{1}{4}$  h, 15 mA, 35 kV).

7. Jarosite (*sensu lato*), de St-Lenaarts, sur argile de la Campine.
8. Jarosite (*s. l.*), de Rumst, sur argile rupélienne.
9. Jarosite (Anal. 444), d'Havannes, sur argile yprésienne.
10. Carphosidérite (?) (Anal. 398), des Charbonnages Limbourg-Meuse, Eisden, dans grès westphalien de bas mur.
11. Jarosite (*s. l.*), des Charbonnages de Marihaye, Seraing, sur schiste westphalien.
12. Natrojarosite (Anal. 400), des Charbonnages d'Argenteau-Trembleur, Trembleur, sur schiste westphalien.
13. Jarosite (*s. l.*), des Charbonnages du Bois du Luc, sur tonstein westphalien.
14. Jarosite (*s. l.*), de la galerie de Java, sur schiste namurien.
15. Jarosite (Anal. 451), de Blaton, sur phtanite namurien.
16. Jarosite (Anal. 443), du Val-Dieu, sur passée charbonneuse intercalée dans une formation famennienne.
17. Jarosite (Anal. 450) de Barranco Jaroso, Espagne.
18. Jarosite (« Pastréite ») (Anal. 447) de St-Félix-de-Pallières, France.
19. Jarosite (« Carphosidérite ») (Anal. 445) de St-Léger, Mâcon, France.
20. Jarosite (« Apatélite ») (Anal. 446) d'Auteuil, France.
21. Natrojarosite (Anal. 340) de Monastir, Tunisie.
22. Jarosite (« Carphosidérite ») (Anal. 449) du Groenland.
23. Natrojarosite (« Carphosidérite ») (Anal. 461) du Groenland.

