

LA LEMOYNITE, UN NOUVEAU SILICATE HYDRATÉ DE ZIRCONIUM ET DE SODIUM DE ST. HILAIRE, QUÉBEC

GUY PERRAULT,* E. I. SEMENOV,† A. V. BIKOVA,†
ET T. A. CAPITONOVA†

RÉSUMÉ

La lemoynite correspond à la formule chimique $(\text{Na}, \text{Ca})_3 \text{Zr}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{22} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. L'analyse chimique a donné: SiO_2 47.32%, ZrO_2 23.23, TiO_2 0.43, Nb_2O_5 2.18, TR_2O_3 1.18, Fe_2O_3 1.61, MnO 0.10, CaO 5.06, Na_2O 4.75, H_2O 13.33, total 99.19. $N_x = 1.540$, $N_y = 1.553 = b$, $N_z = 1.570$, $Z \wedge a = 5^\circ$, $2V_{\text{obs}} = 80^\circ$, $2V_{\text{calc}} = 83^\circ$, signe optique +, allongement positif. Le groupe d'espace appartient à l'aspect C^* (probablement $C2/m$): $a = 10.48 \text{ \AA}$, $b = 16.20 \text{ \AA}$, $c = 9.07 \text{ \AA}$, $\beta = 105^\circ 20'$, $Z = 2$, $\rho_{\text{obs}} = 2.29$, $\rho_{\text{calc}} = 2.26$. Les cinq lignes les plus intenses du cliché Debye-Scherrer sont: 8.01 \AA à 100, 3.562 \AA à 49, 2.807 \AA à 48, 9.0 \AA à 37 et 3.034 \AA à 33. On retrouve la lemoynite dans certains accidents pegmatitiques du massif alcalin de St-Hilaire; l'espèce appartient probablement à la phase hydrothermale. Le nom rappelle Charles Lemoyné, sieur de Longueuil, et ses célèbres fils, tous personnages bien connus de l'histoire du Canada français.

ABSTRACT

Lemoynite has the following chemical composition: SiO_2 47.32%, ZrO_2 23.23, TiO_2 0.43, Nb_2O_5 2.18, TR_2O_3 1.18, Fe_2O_3 1.61, MnO 0.10, CaO 5.06, Na_2O 4.75, H_2O 13.33, total 99.19. The following formula agrees with this analysis: $(\text{Na}, \text{Ca})_3 \text{Zr}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{22} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. $N_x = 1.540$, $N_y = 1.553 = b$, $N_z = 1.570$, $Z \wedge a = 5^\circ$, $2V_{\text{obs}} = 80^\circ$, $2V_{\text{calc}} = 83^\circ$, optic sign +, positive elongation. The space group belongs to the C^* aspect (probably $C2/m$): $a = 10.48 \text{ \AA}$, $b = 16.20 \text{ \AA}$, $c = 9.07 \text{ \AA}$, $\beta = 105^\circ 20'$, $Z = 2$, $\rho_{\text{obs}} = 2.29$, $\rho_{\text{calc}} = 2.26$. The five most intense lines on the x-ray powder pattern are: 8.01 \AA at 100, 3.562 \AA at 49, 2.807 \AA at 48, 9.0 \AA at 37 and 3.034 \AA at 33. Lemoynite occurs in pegmatites of the St-Hilaire alkaline massif; it probably belongs to the hydrothermal phase. The name is after Charles Lemoyné, lord of Longueuil, and his celebrated sons; all well-known personalities in French-Canadian history.

АННОТАЦИЯ

Лемуанит (lemoynite) соответствует химической формуле: $(\text{Na}, \text{Ca})_3 \text{Zr}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{22} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Химический анализ дал следующие результаты: SiO_2 47,32%; ZrO_2 23,23; TiO_2 0,43; Nb_2O_5 2,18; TR_2O_3 1,18; Fe_2O_3 1,61; MnO 0,10; CaO 5,06; Na_2O 4,75; H_2O 13,33; итого 99,19. $N_x = 1,540$; $N_y = 1,563 = b$; $N_z = 1,570$; $Z \wedge a = 5^\circ$; $2V_{\text{набл}} = 80^\circ$, $2V_{\text{расч}} = 83^\circ$; оптический угол +, удлинение положительное. Пространственная группа минерала принадлежит к виду C^* (по всей вероятности, $C2/m$): $a = 10,48 \text{ \AA}$; $b = 16,20 \text{ \AA}$; $c = 9,07 \text{ \AA}$; $\beta = 105^\circ 20'$; $Z = 2$, $\rho_{\text{набл}} = 2,29$, $\rho_{\text{расч}} = 2,26$. На дебаеграмме порошка особенно четко выделяются следующие линии: $8,01 \text{ \AA}$ —интенсивность 100; $3,562 \text{ \AA}$ —49; $2,807 \text{ \AA}$ —48; $9,0 \text{ \AA}$ —37 и $3,034 \text{ \AA}$ —33.

*Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

†Institut de Minéralogie et de Géochimie des Eléments Rares. Moscou, U.R.S.S.

Лемуанит найден в пегматитовых породах щелочного массива Сэнт-Илер (St.-Hilaire) близ Монреаля. Надо полагать, что минерал выделился во время гидротермальной фазы образования пород. Предлагаемое наименование — в честь Шарля Лемуан, сыера вотчины Лонгэй, и его знаменитых сыновей, лиц хорошо известных из истории французской Канады.

INTRODUCTION

En juin 1966, l'un d'entre nous d'Union Soviétique (E. I. Semenov) a pu profiter d'une visite d'un mois au Canada grâce à un échange scientifique international. A cette occasion, monsieur le professeur Perrault lui a fait visiter le mont St-Hilaire et plus particulièrement, la carrière De-Mix localisée sur le flanc nord du Mont St-Hilaire. Cette visite a été le point de départ d'échanges scientifiques et de recherches conjointes entre chercheurs des deux pays. Le texte qui suit est un premier témoignage de cette collaboration.

Il a été fait état, dans une note antérieure (Chao, Harris, Hounslow, Mandarino et Perrault 1967) des caractères géologiques généraux du Mont St-Hilaire. De plus, ces auteurs ont déjà présenté une liste de minéraux qui avaient été identifiés de façon certaine dans des matériaux en provenance de cette localité. L'objet de la note qui suit est de définir le minéral, jusqu'alors reconnu comme UK 13 (Chao et associés 1967).

Le mont St-Hilaire est une des dix collines montérégiennes. Ces collines sont des monadnocks qui s'élèvent à quelques 200 mètres au-dessus de la plaine du St-Laurent; la partie résistante de ces collines, celle qui a mieux résisté à l'érosion que les calcaires argileux adjacents, comprend généralement des roches alcalines. Sur le mont St-Hilaire, on en reconnaît principalement trois types:

1. un groupe syénitique,
2. un groupe bréchiforme à trame syénitique, et,
3. un groupe essexitique qui comprend aussi de la rouvillite.

C'est dans la syénite à sodalite et néphéline du premier groupe que nous avons trouvé la lemoynite qui est l'objet de notre texte. On retrouve de nombreux minéraux de zirconium et d'autres éléments rares dans les accidents pegmatitiques et hydrothermaux de la phase syénitique de l'intrusif du Mont St-Hilaire. Nos premières observations nous portent à croire que l'eudialyte et l'aegirine zirconienne sont propres à la phase pegmatitique tandis que la catapleite, l'elpidite, le zircon et le nouveau minéral que nous décrivons, la lemoynite, sont propres à la phase plus tardive (deutérique ou hydrothermale).

MODE DE GISEMENT ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Dans la seule occurrence que nous avons observée, la lemoynite se présente sous forme de sphérolites d'environ 0.5 cm de diamètre: on retrouve ces sphérolites dans les cavités entre les gros cristaux de microcline des accidents pegmatitiques. A l'oeil nu, la lemoynite est blanchâtre avec une très légère teinte jaune. Les cristaux sont allongés suivant a [100]; ils sont en général limités latéralement par les pinacoïdes {010} et {001}; ces deux directions sont aussi des directions de clivage. L'angle entre les clivages est évidemment de 90 degrés. Les mesures au goniomètre optique sur ces cristaux témoignent du mode d'aggrégation: les monocristaux sont extrêmement petits (0.05 mm D.) et la dispersion du signal lumineux du goniomètre de réflexion suggère une texture en gerbe, c'est-à-dire, plusieurs cristaux subparallèles liés ensemble à la manière d'une gerbe de blé.

Au microscope, les fragments de clivage apparaissent tantôt tabulaires, tantôt en bâtonnets et semblent terminés par un clivage ou un parting suivant {100} (Fig. 1); nous n'avons pas pu obtenir de réflexion du

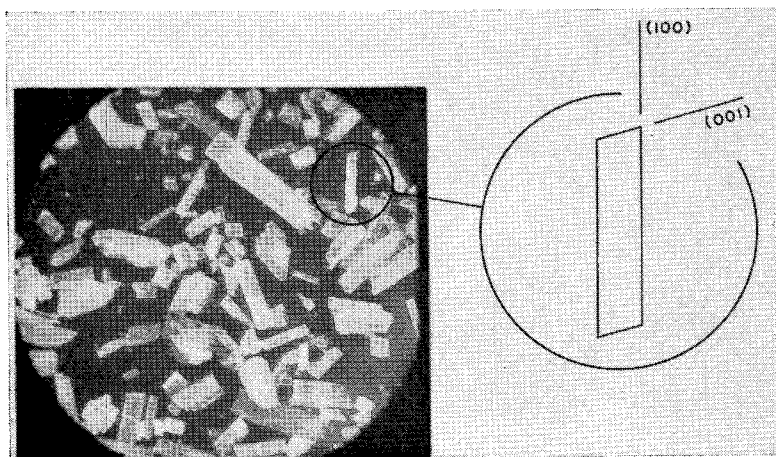


FIG. 1. Cristaux de lemoynite. Les cristaux reposent tantôt sur {010}, tantôt sur {100}; ils sont allongés suivant [100]. {100} et {010} sont des clivages parfaits, tandis que {001} est peut-être une direction de clivage imparfait ou une direction de parting.

signal lumineux du goniomètre sur cette terminaison parce qu'elle est trop petite et trop peu régulière. La dureté de ce nouveau minéral est voisine de 4. Sa densité est de 2.29.

Les propriétés optiques de la lemoynite sont les suivantes:

$$N_x = 1.540$$

$$N_y = 1.553 = b$$

$$N_z = 1.570; Z \wedge a = 5^\circ \text{ (dans l'angle } \beta \text{ obtus)}$$

$2V_{\text{obs}} = 80^\circ$. $2V_{\text{calc}} = 83^\circ$. Allongement positif suivant a [100]. Signe optique +.

Au microscope, les cristaux sont parfaitement transparents et incolores. Ces propriétés sont résumées à la Fig. 2.

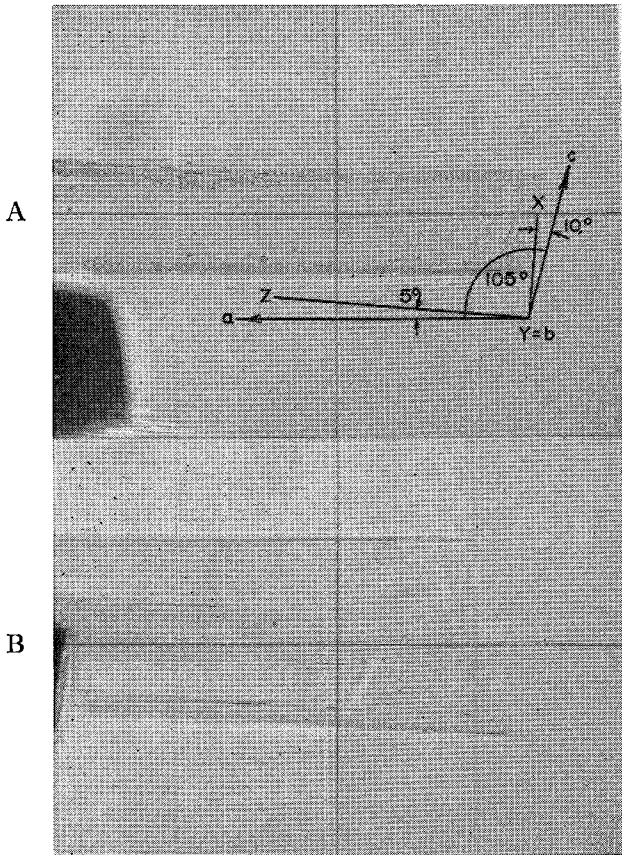


FIG. 2. Photomicrographies d'un cristal de lemoynite, monté sur l'extrémité de l'aiguille centrale (partie noire) d'un stage rotatif. Le tout est immergé dans une huile de $n = 1.670$. Lumière polarisée: même cristal pour les deux photos.

A: une vue ac .

B: une vue ab .

ETUDE RADIOCRISTALLOGRAPHIQUE

En un premier temps, nous avons supposé que la direction d'élongation du cristal correspondrait probablement à une direction rationnelle. Après avoir orienté un cristal prismatique ($0.02 \times 0.02 \times 0.1$ mm) sur le goniomètre optique, un cliché de rotation nous a permis de mesurer la période de translation parallèle à l'élongation ($a = 10.48 \text{ \AA}$). Puis, à l'aide de photos de précession, nous avons mesuré $\beta = 105^\circ 20'$, $b = 16.20 \text{ \AA}$ et $c = 9.07 \text{ \AA}$. Nous avons contrôlé la précision de nos mesures par des photos de précession où nous avons surimposé une exposition de $[100]_{\text{rhomb}}$ du quartz: $d_{100, \text{rhomb}}$ du quartz est connu avec bonne précision ($d_{(100), \text{rhomb}} = 3.34331 \text{ \AA}$ à 25°C , Frondel 1962, p. 26). Nous sommes confiants que nos mesures des dimensions de la maille sont précises à $\pm 0.01 \text{ \AA}$.

A l'aide de plusieurs autres clichés de précession ($h0l$, $h1l$, $h2l$) et de Weissenberg ($0kl$, $1kl$, $2kl$, et $3kl$), il nous a été possible de déterminer l'aspect de diffraction (C^* de Donnay et Harker 1940) et d'indexer sans ambiguïté un grand nombre de lignes du cliché Debye-Scherrer (Tableau 1). Les essais de piézoélectricité sur des monocristaux ont donné des résultats négatifs; il est donc très probable que le groupe d'espace soit $C2/m$, quoique $C2$ et Cm ne soient pas exclus.

Le choix des directions cristallographiques a , b et c a posé une ambiguïté. D'une part, l'usage minéralogique veut que, pour les cristaux aciculaires, prismatiques ou allongés, c est généralement choisi comme direction d'élongation; d'autre part, puisque la maille est à base centrée, l'usage cristallographique veut que le choix d'axe mène à une maille C , centrée sur (001) . En général, ces deux usages ne sont pas contraires; cependant pour la lemoynite, il y a contradiction et nous avons préféré l'usage cristallographique. Les directions cristallographiques choisies sont parallèles aux intersections des trois clivages pinacoïdaux; elles sont aussi les directions de la maille réduite.

COMPOSITION CHIMIQUE

L'analyse chimique est donné au tableau 2. L'analyse a été réalisée sur des fragments triés sous le microscope binoculaire; la pureté nous a semblé totale. Cette analyse s'interprète facilement. Compte tenu de la densité du minéral (2.29) et du volume de la maille, le nombre d'ions par maille est donné dans la dernière colonne du tableau 2. La formule approchée, $(\text{Na}, \text{Ca})_3\text{Zr}_2\text{Si}_8\text{O}_{22} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ s'accorde assez bien avec les données analytiques; deux de ces formules sont contenues dans une maille.

L'eau est très abondante dans la lemoynite. Nous avons essayé d'en

définir la nature par spectrophotométrie infra-rouge; les spectres d'absorption pour la lemoynite naturelle et chauffée à 200°C pendant 24 heures sont présentés à la Fig. 3. Nous avons aussi fait des diagrammes Debye-Scherrer pour la lemoynite chauffée et naturelle. Ces essais nous amènent aux conclusions suivantes:

1. la majeure partie de l'eau, sinon sa totalité est chassée de la lemoynite entre 135°C et 200°C; ainsi on note sur le spectrogramme infra-rouge (Fig. 3), la disparition des bandes d'absorption à 1618 et 1668 cm^{-1} (vibrations de déformation de l'eau) et des bandes d'absorption de la région 3000 à 3700 cm^{-1} (vibrations d'élongation OH).
2. l'expulsion de l'eau ne change pas l'ossature silicatée de la structure cristalline. Les diagrammes Debye-Scherrer de la lemoynite

TABLEAU 1. DIAGRAMME DEBYE-SCHERRER DE LA LEMOYNITE DE ST-HILAIRE

Radiation: Cu $K\alpha$		$a = 10.48 \pm .01 \text{ \AA}$		$\beta = 105^{\circ}20'$
Film no: 1-12886		$b = 16.20 \pm .01$		
Diamètre de la caméra: 114.86 mm		$c = 9.07 \pm .01$		Groupe d'espace: C^2/m
Ligne no.	d mesuré	d calculé	I^*	hkl
1	9.0 \AA	8.75 \AA	37	001
2	8.01	8.10	100	020
3	7.00	6.95	18	11 $\bar{1}$
4	5.99	5.94	18	021
5	5.59	5.53	12	111
6	4.99	4.98	14	20 $\bar{1}$
7	4.39	4.42	27	13 $\bar{1}$
8	4.23	4.24	7	22 $\bar{1}$
9	3.956	3.947	23	201
10	3.671	3.675	10	041
11	3.562	3.548	49	221
12	3.482	3.476	29	22 $\bar{2}$
13	3.336	3.389	5	31 $\bar{1}$
14	3.274	3.298	4	310
15	3.034	{3.038}	33	{132}
		{3.039}		{31 $\bar{2}$ }
16	2.912	2.917	8	331
17	2.807	2.790	48	24 $\bar{2}$
18	2.649	2.637	2	13 $\bar{3}$
19	2.622	{2.623}	9	{15 $\bar{2}$ }
		{2.619}		{40 $\bar{1}$ }
20	2.469	2.492	4	42 $\bar{1}$
21	2.388	2.381	9	42 $\bar{2}$, 242, 260
22	2.348		7	
23	2.253		2	
24	2.206	2.210	7	26 $\bar{2}$
25	2.135		5	
26	2.053		2	
27	2.009	2.006	6	510
28	1.986	{1.989}	11	{262, 243}
		{1.981}		{063}

TABLEAU 1, *continué*

Ligne no.	<i>d</i> mesuré	<i>d</i> calculé	<i>I</i> *	<i>hkl</i>
29	1.9312		5	
30	1.8780		5	
31	1.8470		8	
32	1.8186		2	
33	1.7768		2	
34	1.7502		2	
35	1.7210		6	
36	1.6904		1	
37	1.6740		1	
38	1.6528		1	
39	1.6341		2	
40	1.6104		2	
41	1.5740		3	
42	1.5554		2	
43	1.5418		5	
44	1.5167		1	
45	1.4966		4	
46	1.4734		2	
47	1.4626		1	
48	1.4396		3	
49	1.4164		2	
50	1.4038		3	
51	1.3640		1	
52	1.3329		1	
53	1.3022		1.5	
54	1.2788		1.5	

*Intensités intégrées au densitomètre Wooster.

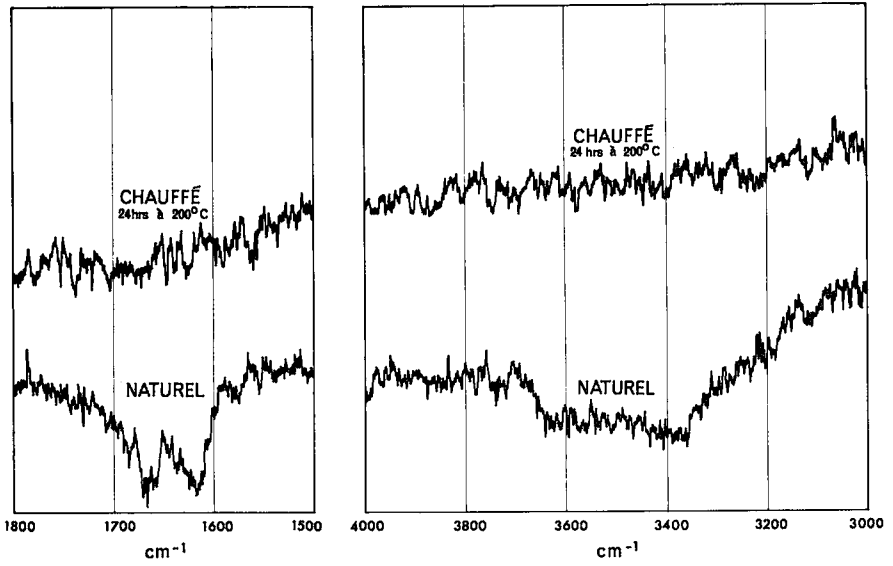
TABLEAU 2. COMPOSITION CHIMIQUE DE LA LEMOYNITE DE ST-HILAIRE, P.Q.

L'analyse		Proportions moléculaires	Proportion atomiques		$\frac{xVG}{166.02}$
SiO ₂	47.32%	0.7874			
ZrO ₂	23.23	0.1885	Si ⁴⁺	0.7874	16.13
TiO ₂	0.43	0.0053	Zr ⁴⁺	0.1885	3.86
Nb ₂ O ₅	2.18	0.0082	Ti ⁴⁺	0.0053	0.11
			Nb ⁵⁺	0.0164	0.34
					4.31
TR ₂ O ₃	1.18	ca. 0.0035			
Fe ₂ O ₃	1.61	0.0101	TR ³⁺	0.0070	0.15
FeO	—	—	Fe ³⁺	0.0202	0.41
MnO	0.10	0.0014	Mn ²⁺	0.0014	0.03
CaO	5.06	0.0902	Ca ²⁺	0.0902	1.85
			Na ⁺	0.1532	3.14
					5.58
Na ₂ O	4.75	0.0766	H ₂ O	0.7397	15.15
H ₂ O	13.33	0.7397	O ²⁻	2.2073	45.4
Total	99.19				

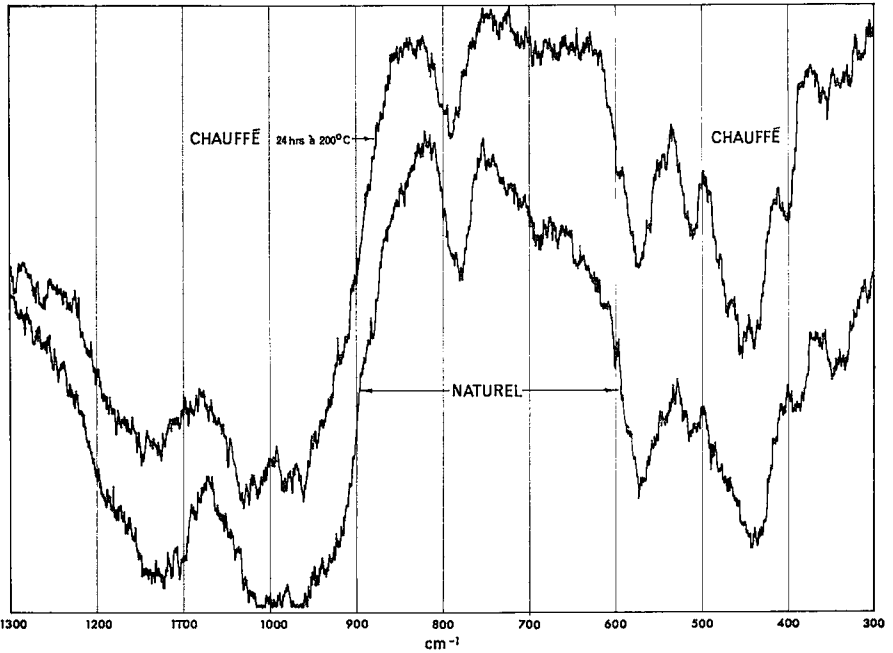
Analyste: A. V. Bikova.

Formule approchée: (Na, Ca)₂Zr₂Si₈O₂₂.8H₂O.

Deux formules par maille, densité mesurée = 2.29.



a



b

FIG. 3. Spectres d'absorption infrarouge pour la lemoynite naturelle et chauffée à 200°C (24 heures): a) régions 1500 à 1800 cm^{-1} (vibrations de déformation de l'eau) et 3000 à 4000 cm^{-1} (élongation OH) b) région 1300 à 300 cm^{-1} (liens SiO).

naturelle et chauffée à 200°C pendant 24 heures sont identiques: ils ne montrent aucun déplacement appréciable des pics de diffraction X.

Les principales bandes d'absorption de la lemoynite sont les suivantes:

1. région (OH): 3600 et 3400 cm^{-1}
2. région H_2O , déformation: 1668 et 1615 cm^{-1}
3. région Si-O; 1190, 1130, 1010, 965, 930, 780, 690, 575, 515 et 545 cm^{-1} .

TABLEAU 3. COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ELPIDITE ET DE L'EUDIALYTE DE ST-HILAIRE, P.Q.

	Elpidite	Eudialyte
SiO_2	56.46%	47.55%
ZrO_2	21.51	12.50
TiO_2	0.17	0.14
Nb_2O_5	0.60	1.20
Ta_2O_5	0.07	0.04
TR_2O_3	—	6.30
Fe_2O_3	0.30	1.11
FeO	—	3.50
MnO	—	5.44
CaO	0.29	6.15
Na_2O	9.65	11.39
K_2O	0.80	2.70
H_2O	9.68	1.56
Cl^-	—	0.68
	99.53	100.26
$\text{O}^{2-} \text{Cl}^-$	—	0.15
	99.53	100.11

Analyste: T. A. Capitonova.

Nous donnons au tableau 3 l'analyse de deux autres silicates hydratés de zirconium de St-Hilaire, l'elpidite et l'eudialyte. La lemoynite contient beaucoup plus de zirconium et d'eau que l'eudialyte; par contre, elle contient moins de terres rares et calcium. L'elpidite contient plus de SiO_2 (56.46% contre 47.32%), plus de Na_2O (9.65% contre 4.75%) et moins de CaO (0.29% contre 5.06%) que la lemoynite.

Il existe quelques autres silicates hydratés de zirconium: voici ceux qui sont reconnus dans Hey (1962, 1963):

Catapléite $(\text{Na}_2, \text{Ca})\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Natrocatapléite $\text{Na}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

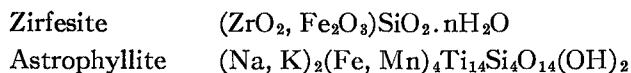
Lovozerite $\text{Na}_2(\text{Mn}, \text{Ca})\text{ZrSi}_6\text{O}_{18} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

TABLEAU 4. LES CINQ LIGNES LES PLUS INTENSES DU CLICHÉ DEBYE-SCHERRER DES SILICATES HYDRATÉS DE ZIRCONIUM

Source	1		2		3		4		5	
	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>
Lemoynite	8.01	100	3.634	49	2.807	48	9.0	37	3.034	33
Eudialyte	2.97	100	2.85	90	3.21	50	11.4	50	5.70	40
Epidote	3.28	100	6.58	40	5.19	40	3.14	25	2.60	20
Cataplérite	3.96	100	5.41	85	6.41	80	3.06	70	2.98	70
Astrophyllite	10.62	100	3.53	50	2.78	20	2.66	20	2.58	20

1. Données tirées du Tableau 1.

2. Chao, G. Y., Harris, D. C., Hounsflow, A. W., Mandarin, J. A. et Perrault, G. (1967), p. 121.



La composition chimique de ces espèces minérales est voisine de celle de la lemoynite: la plus grande abondance d'eau semble être la différence la plus remarquable. L'identité cristallographique distincte est l'argument qui nous a incité à la reconnaître comme nouvelle espèce.

DIAGNOSTIQUE

On reconnaît facilement la lemoynite des autres silicates hydratés de zirconium par son diagramme Debye-Scherrer (Tableau 4). Cette technique se prête bien à l'identification du minéral; l'usage des trois lignes les plus intenses et la vérification de l'abondance de zirconium dans le minéral devraient ensemble permettre une identification certaine.

Plusieurs minéraux présentent des indices de réfraction voisins de ceux de la lemoynite; il y en a même quelques-uns qui présentent en plus une biréfringence, une orientation optique ou un angle $2V$ très voisin (e.g. l'elpidite). La reconnaissance de la lemoynite ne saurait reposer sur la seule mesure des propriétés optiques: le diagramme Debye-Scherrer nous semble nécessaire. Toutefois, la reconnaissance des propriétés optiques peut permettre les relevés en lames minces au microscope polarisant, une fois l'identification déjà faite par diagramme Debye-Scherrer.

L'identification à l'oeil nu est, à toute fin pratique, impossible même à la localité première où la lemoynite peut être facilement confondu avec plusieurs autres espèces minérales (e.g. natrolite, elpidite, pectolite, etc.).

NOMENCLATURE

Le nom Lemoyne rappelle les plus belles pages de l'histoire du Canada français. Charles Lemoyne (1625-1685) fut interprète au pays des Hurons, et plus tard, greffier de la sénéchaussée à Montréal. Il fut anobli par Louis XIV. Ses fils, les sieurs d'Iberville, de Sérigny, de Bienville et de Châteauguay s'illustrèrent par leurs faits d'armes dans la Nouvelle France (Baie d'Hudson, Acadie, Terre Neuve) et par la colonisation de la Louisiane.

Le nom de la nouvelle espèce a reçu la sanction de la Commission des Nouveaux Noms de l'Union Internationale de Minéralogie.

REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants aux gouvernements canadien et russe d'avoir rendu possible le séjour du Dr. Semenov à St-Hilaire. Les travaux

de diffraction *X* ont été réalisés au Canada grâce à un octroi de recherche du Conseil National de la Recherche (Octroi A-1180, Guy Perrault). Les travaux analytiques ont été réalisés en Union Soviétique à l'Institut de Minéralogie et de Géochimie des Eléments Rares de Moscou.

RÉFÉRENCES

- CHAO, G. Y., HARRIS, D. C., HOUNSLOW, A. W., MANDARINO, J. A. ET PERRAULT, G. (1967): Minerals from the nepheline syenite, Mont St-Hilaire Quebec. *Can. Mineral.* **9**, 109-123.
- DONNAY, J. D. H. ET HARKER, D. (1940): Nouvelles tables d'extinction pour les 230 groupes de recouvrements cristallographiques. *Naturaliste Canadien*, **67**, 33-69.
- FRONDEL, C. (1962): *The System of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana*. Septième édition, vol. III, "silica minerals." John Wiley & Sons, Inc., New York, 26.
- HEY, M. H. (1962): *An Index of Mineral Species and Varieties arranged chemically*. British Museum, London.
- (1963): *Appendix to the Second Edition of an Index of Mineral species and varieties arranged chemically*. British Museum, London.

Manuscript received March 28, 1968, emended May 7, 1968.

INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION

Papers and Proceedings of the Fifth General Meeting

This special volume contains papers presented at the fifth general assembly of the International Mineralogical Association held in Cambridge, England, from August 30th to September 3rd 1966.

CONTENTS

- 1 Proceedings of the I.M.A.
- 2 Symposium I: Bonding Forces and Crystal Growth in Minerals
- 3 Symposium II: Amphiboles and pyroxenes
- 4 Titles and authors of other papers presented in Open Session at the Meeting
- 5 Indexes

Editors: P. GAY, A. F. SEAGER, H. F. W. TAYLOR, and J. ZUSSMAN

About xv + 350 pages, clothbound, size 7" × 10".

Order from the Publications Manager, Mineralogical Society, 41 Queen's Gate, London, S.W.7, England.

Price \$8.00 U. S. (60s.) postage free.