

LA YOFORTIERITE, UN NOUVEAU SILICATE HYDRATÉ DE MANGANÈSE DE ST-HILAIRE, P.Q.

GUY PERRAULT, YVES HARVEY ET RAYMOND PERTSOWSKY¹

Département de Génie Minéral, École Polytechnique, Case Postale 6079, Succ. A,
Montréal H3C 3A7

RÉSUMÉ

La yofortierite est caractérisée par la composition chimique suivante: SiO₂ 48.44, MnO 28.41, MgO 2.35, Al₂O₃ 1.49, ZnO 1.10, CaO 0.90, TiO₂ 0.09, K₂O 0.05, Cr₂O₃ 0.007, H₂O 17.22, total 100.057. Le minéral se présente en fibres radiées dans les accidents pegmatitiques de la syénite néphélinique du Mont St-Hilaire; il est associé à l'analcime, la sérandite, l'eudialyte, la polyolithionite, l'aégrine, la microcline altérée et l'albite. Couleur rose à violacée. $n_x = 1.530$, $n_z = 1.559$, $n_x \wedge$ axe des fibres = 8°. Dureté 2½. Densité 2.18. Les cinq lignes les plus importantes du cliché Debye-Scherrer sont: 10.5 (100), 3.302 (90), 2.621 (30), 2.510 (20), et 4.41Å (18).

La yofortierite doit être considérée comme le terme manganéen de la famille des palygorskites. Nous proposons la formule structurale suivante: Mn₅ Si₃ O₂₀ (OH)₂ (OH₂)₄ 4-5H₂O. Le nom rappelle celui du Dr. Y. O. Fortier, géoscientifique canadien qui a consacré une partie importante de sa carrière à la tectonique et à la géologie économique des îles arctiques canadiennes. Le nom a été accepté par la Commission des Nouveaux Minéraux et des noms de Minéraux de l'I.M.A.

ABSTRACT

The chemical composition of yofortierite is SiO₂ 48.44, MnO 28.41, MgO 2.35, Al₂O₃ 1.49, ZnO 1.10, CaO 0.90, TiO₂ 0.09, K₂O 0.05, Cr₂O₃ 0.007, H₂O 17.22, total 100.057. The mineral occurs as radiating fibres in pegmatite veins of the Mont St-Hilaire nepheline syenite; it is associated with analcime, serandite, eudialyte, polyolithionite, aegirine, altered microcline and albite. It is pink to violet; $n_x = 1.530$, $n_z = 1.559$, $n_x \wedge$ fibre axis = 8°. Hardness 2½, specific gravity 2.18. Most important peaks of x-ray powder diffractogram: 10.5 (100), 3.302 (90), 2.621 (30), 2.510 (20) and 4.41Å (18).

Yofortierite is the manganese analogue of palygorskite. The following structural formula is proposed for this mineral: Mn₅ Si₃ O₂₀ (OH)₂ (OH₂)₄ 4-5H₂O.

The name is derived from that of Dr. Y. O. Fortier, Canadian geoscientist who devoted an im-

portant part of his career to the tectonics and economic geology of the Canadian arctic islands. The name has been accepted by the IMA Commission on New Minerals and Mineral Names.

INTRODUCTION

Le matériau qui fait l'objet de cette note a été découvert à St-Hilaire en 1971. Il a déjà été désigné dans la littérature scientifique sous l'indicatif INC. No. 1 (Perrault & Mandarino 1972); il était dès ce moment reconnu comme espèce minérale potentiellement nouvelle.

Au cours des deux dernières années, les nombreuses mesures réalisées en laboratoire nous ont permis de mettre en évidence que ce matériau est l'analogue manganéen de la palygorskite [Mg₂Al₂Si₃O₂₀ (OH)₂(OH₂)₄ 4H₂O]; sa formule chimique simplifiée est Mn₅Si₃O₂₀(OH)₂(OH₂)₄ 4-5H₂O. C'est pourquoi nous avons proposé un nouveau nom pour ce minéral: la yofortierite. Ce nom a été accepté par la Commission des Nouveaux Minéraux et des Noms de Minéraux de l'I.M.A. (International Mineralogical Association).

LIEU DE DÉCOUVERTE

La yofortierite a été découverte dans la carrière De-Mix, sur le flanc nord du Mont St-Hilaire (comté de Rouville, province de Québec, Canada). Le lecteur intéressé trouvera une description minéralogique de ce lieu dans Perrault & Mandarino (1972) ainsi que dans Chao *et al.* (1967). En résumé, le Mont St-Hilaire est un monadnock d'environ 420 m de hauteur dans les Basses-Terres du St-Laurent; il est constitué d'intrusif du créacé inférieur (ca. 100 millions d'années). Les roches intrusives du Mont St-Hilaire sont tantôt mafiques (gabbro, pyroxénite), tantôt felsiques (syénite à néphéline et à sodalite).

C'est dans les accidents pegmatitiques de la syénite néphélinique de la carrière De-Mix qu'on retrouve la yofortierite.

¹Du Laboratoire de Minéralogie, Université de Paris VI 4, Place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

MODE DE GISEMENT ET ASSOCIATION

La yofortierite se présente en fibres radiées formant des touffes dont la dimension maximale peut atteindre 2 à 3 cm. Ces sphérolites se retrouvent dans des cavités entre les gros cristaux d'analcime des accidents pegmatitiques de la syénite néphélinique de St-Hilaire. Les fibres de yofortierite sont de couleur rose à violacée; par altération, les touffes prennent un aspect terne, voir même terreux.

Les cristallisations de yofortierite peuvent emplir complètement l'espace entre les cristaux d'analcime ou de sérandite; d'où des fragments compacts constitués presque entièrement de yofortierite. Mais on retrouve aussi des cristallisations de yofortierite où la masse fibreuse n'emplit pas complètement la cavité; d'où des masses où la yofortierite présente la texture de la cellulose dans un "carton" (spécimen no. EP. 13020).

L'analcime est sans doute le minéral le plus intimement associé à la yofortierite; dans la

plupart de nos spécimens, les sphérolites de yofortierite sont en contact avec l'analcime et semblent se développer de façon interstitielle aux trapézoèdres blancs d'analcime. Nous avons aussi noté une substance noire amorphe (oxyde de Mn) à grains très fins, incluse dans la yofortierite (Fig. 1); aux contacts analcime-yofortierite, cette substance peut former une couche de 0.1 à 2 mm d'épaisseur. L'eudialyte, la polyolithionite, l'aéirine, la pectolite-sérandite, la microline altérée (en kaolinite), l'albite et quelques autres minéraux sont aussi associés aux touffes de yofortierite dans les spécimens de notre collection.

Il semble probable que la yofortierite est de cristallisation hydrothermale: il est fréquent de voir les minéraux hydrothermaux de St-Hilaire, garnir la partie centrale des accidents pegmatitiques, tout comme si les solutions hydrothermales avaient emprunté les mêmes voies de circulation que les liquides pegmatitiques.

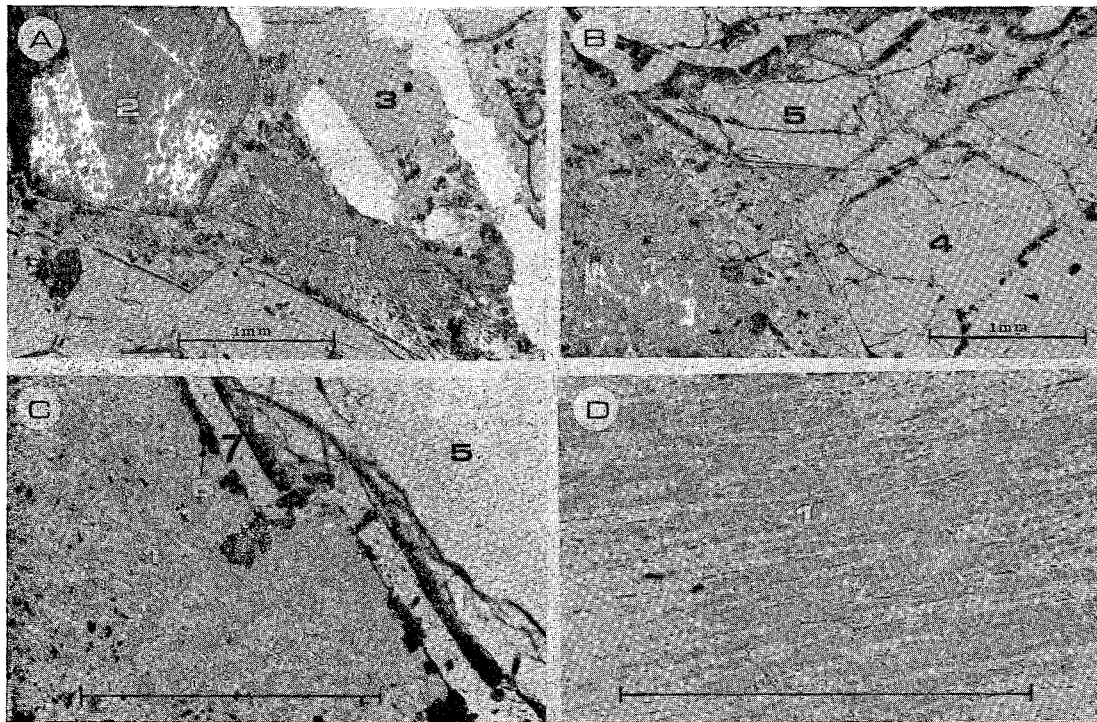


FIG. 1. Microphotographie de la yofortierite.

A— Yofortierite (1) interstitielle à l'aéirine (2) et à la polyolithionite (3).

B— Yofortierite (1), eudialyte (4) et analcime (5) les masses noires (6→) dans la yofortierite sont des oxydes amorphes de manganèse (Wad).

C— Yofortierite (1) et analcime (5). Lisière de

matériau transparent non identifié (7) et concentration de Wad (6→).

D— Yofortierite (1) de l'échantillon analysé (EP 13017). Environ 2% de poussières d'oxydes de manganèse amorphes (Wad). La variation de teinte est le résultat de la formule pléochroïque et des orientations diverses autour de l'axe des fibres.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

L'aspect de la yofortierite en lames minces au microscope polarisant est illustrée à la Figure 1; la yofortierite est transparente et de couleur marron clair. Elle est pléochroïque: la direction d'absorption maximale est perpendiculaire à l'axe des fibres; $n_x = 1.530$ et $n_z = 1.559$, biréfringence 0.029. Les cristaux sont généralement de taille si fine (ca. 1 micron) qu'il ne nous a pas été possible d'en faire l'étude en conoscopie pour déterminer l'angle ou le signe optique. En nicols croisés, l'extinction est quasi-parallèle ($n_x \wedge$ axe des fibres = 8°).

La dureté du minéral est très faible (ca. $2\frac{1}{2}$): le minéral est facilement rayé par une pièce de cuivre mais n'est pas rayé à l'ongle. Dans les cristallisations radiées qui n'emplissent pas les cavités, on peut avoir l'impression d'une dureté encore plus faible. Les fibres sont élastiques; elles se déforment facilement jusqu'à rupture et reprennent leur forme originale sitôt que l'effort appliqué est relâché.

La densité mesurée sur quelques fragments de cristallisation radiée pleine, est voisine de 2.18; il est possible que cette valeur soit un peu élevée puisque les fragments utilisés contenaient environ 2 à 3% d'oxyde de manganèse amorphe (densité voisine de 3.5).

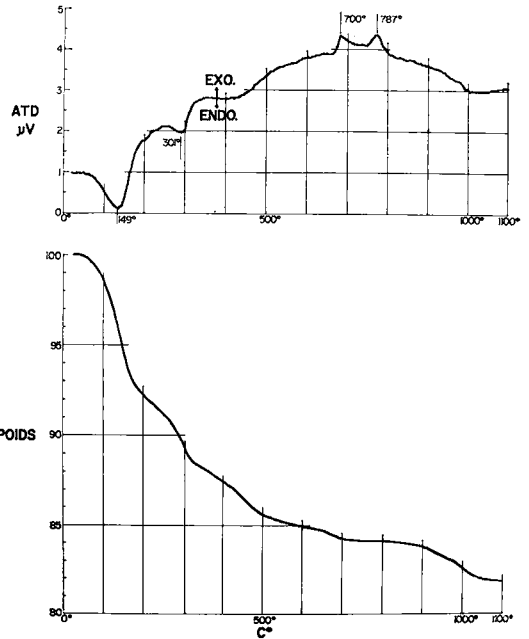


FIG. 2. Analyse thermopondérale et analyse thermique différentielle pour la yofortierite, specimen EP. 13017. Pour les conditions expérimentales, voir le texte.

TABLEAU 1. DIFFRACTOGRAMME DE POUDRE POUR LA YOFORTIERITE ET LA PALYGORSKITE

YOFORTIERITE* St-Hilaire	$d(\text{Å})$	I/I_0	Mn-PALYGORSKITE, Ilimaussaq, Groënland (Semenov 1969)	$d(\text{Å})$	I/I_0	PALYGORSKITE JCPDS 21-958	$d(\text{Å})$	I/I_0
	10.5	100		10.56	100		10.4	100
	6.39	5		6.46	--		6.36	20
	5.27	7		5.42	10		5.36	16
				4.96	5			
	4.41	18		4.44	40		4.46	20
							4.36	4
	4.13	13		4.16	30		4.14	18
	3.793	5						
	3.680	15		3.65	40		3.65	10
	3.302	90		3.28	60		3.23	14
							3.18	18
	2.978	5		2.99	10			
				2.82	10			
	2.779	5		2.79	5			
	2.621	30		2.64	30			
							2.609	6
							2.585	10
							2.555	10
	2.526	15		2.52	30			
	2.510	20					2.506	12
	2.360	8		2.38	10			
	2.273	5		2.28	5			
	2.173	8		2.19	10			
	2.122	12		2.13	10			
	1.937	5						
	1.792	5		1.80	10			
	1.713	8						
	1.674	7		1.68	5			
	1.610	10		1.62	5			
	1.564	15		1.57	5			
	1.511	10		1.51	10			
	1.489	13						
	1.425	3						
	1.380	6						
	1.315	10						

*Radiation $\text{CuK}\alpha$, monochromateur de graphite. Intensités: hauteurs des pics sur l'enregistrement du diffractomètre Phillips.

Diffraction X

La yofortierite présente des clichés Debye-Scherrer de qualité très différente; certains spécimens ne présentent que sept ou huit anneaux de diffraction x alors que d'autres, de meilleure cristallisation en présentent jusqu'à une vingtaine. Nous reproduisons le meilleur cliché obtenu au Tableau 1. Tous les clichés examinés par quelque technique que ce soit présentent toujours les mêmes cinq raies les plus fortes, soient 10.5 (100), 3.302 (90), 2.621 (30), 2.510 (20) et 4.41Å (18).

Nous ajoutons au Tableau 1, pour fins de comparaison, le cliché Debye-Scherrer pour la palygorskite manganifère de Semenov (1969) obtenu sur un matériau de Ilimaussaq, Groënland, et le cliché 21-958 du J.C.P.D.S. (Joint Committee on Powder Diffraction Standards).

L'analogie entre ces trois clichés est très apparente: il est probable que ces trois matériaux sont isostructuraux.

THERMOGRAVIMÉTRIE

Nous avons réalisé plusieurs études thermopondérales sur différents échantillons de yofortierite de St-Hilaire, P.Q. Nous présentons à

la Figure 2, l'enregistrement pour le spécimen no EP-13017.

Les conditions de nos études thermogravimétriques ont été les suivantes:

Instrument: Mettler, no 68, type TA-1.

Poids de l'échantillon: 87.39 mg. pour l'échantillon EP-13017 (Fig. 2) moulu à 80%—200 mailles. Variable entre 20 et 90 mg pour les autres échantillons.

Matériel de référence: Al_2O_3 , fines particules, poids de 42.12 mg. pour Fig. 2.

Thermocouples: Pt (température) Pt90-Rh10

Creuset: Pt-Rh 10.

Vitesse de chauffe: $10^\circ C/min.$ (Fig. 2) et variable pour les autres échantillons (2 et $4^\circ C/min.$ avec paliers à 110, 300, 700 et $1000^\circ C$)

Atmosphère: Azote, dynamique.

Nous reproduisons (Fig. 3) les deux modèles structuraux proposés sur la palygorskite, l'un de Bradley (1940), l'autre de Gard et Follett (1968). Dans l'un et l'autre de ces modèles, l'élément de base est le ruban "talc" suivant l'axe "a"; ces rubans ont une coupe un peu différente dans le modèle Bradley (1940) et le modèle Gard & Follett (1968). La liaison entre les rubans "talc" est assurée par quelques liens Si-O-Si et les espaces inter-rubans sont occupés par l'eau zéolitique. Il est utile de distinguer dans l'un ou l'autre modèle entre l'eau zéolitique et l'eau liée aux couches octaédriques des rubans "talc".

À la lumière de ces modèles structuraux, on peut interpréter l'analyse thermique comme suit:

- 1 — *Le pic endothermique à $149^\circ C$* : la perte en poids (ca. 8.7% pour ΔP de 25 à $225^\circ C$) est probablement associée au départ de l'eau d'absorption et de l'eau zéolitique.
- 2 — *Le pic endothermique à $301^\circ C$* : la perte en poids (ca. 7.5% pour ΔP de 225° à $725^\circ C$) correspond probablement au départ de l'eau liée au Mn^{2+} des couches octaédriques.
- 3 — *Les deux pics exothermiques à $700^\circ C$ et $787^\circ C$* : ces pics reflètent sans doute la cristallisation de la pyroxmangite et de la cristobalite (voir ci-après). Nous interprétons aussi la perte en poids entre 725° et $1000^\circ C$ (ca. 1.9%) comme manifestation du départ de l'ion $(OH)^-$.

La perte en poids totale fait 18.1%: en comparaison, la mesure de l'eau au tube de Penfield donne 17.22%.

Nous avons fait plusieurs études diffractométriques sur la yofortierite chauffée. Quelques conclusions s'imposent:

- 1 — L'histoire thermique et la nature du produit de départ sont importantes dans le produit final. Ainsi par exemple, l'échantillon EP. 13017 après chauffage à $1000^\circ C$ pendant une heure donne surtout de la pyroxmangite ($MnSiO_3$) alors que l'échantillon EP. 13020, après traitement thermique identique donne surtout le composé β - $MnSiO_3$; de même, après 6 heures à $600^\circ C$, le produit final est la pyroxmangite alors qu'après une période de chauffe réduite (ca. 1 heure), la structure de la yofortierite n'est pas encore détruite.
- 2 — De façon générale, la structure de la yofortierite ne s'effondre pas en bas de $350^\circ C$.
- 3 — Nous avons obtenu trois phases $MnSiO_3$ après chauffage: la pyroxmangite (c'est la plus fréquente), la rhodonite et le β - $MnSiO_3$. De plus, nous avons obtenu deux phases SiO_2 : la cristobalite (c'est la plus fréquente) et le quartz.

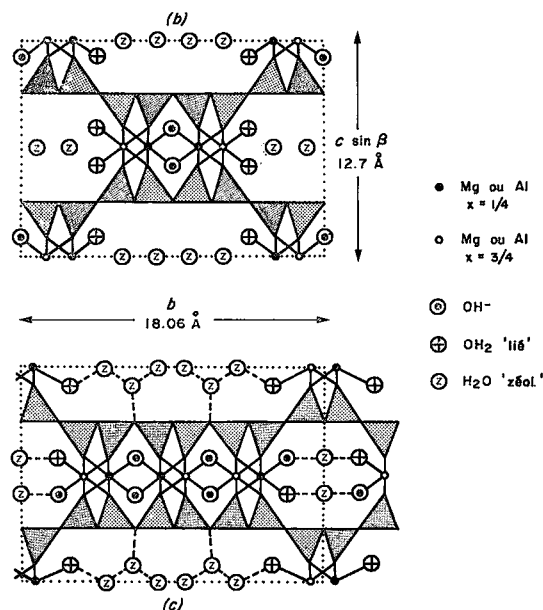


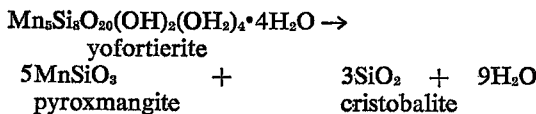
FIG. 3. Modèles structuraux pour la palygorskite suivant l'axe des fibres (= a) b) d'après Bradley 1940; c) d'après Gard et Follett 1968.

TABLEAU 2. SPECTROPHOTOMÉTRIE IR POUR LA YOFORTIERITE DE ST-HILAIRE, P.Q.

Séchée à 110°C		Interprétation	Chauffée à 600°C	
Pics d'absorption, cm ⁻¹	Intensité		Pics d'absorption, cm ⁻¹	Intensité
330	f	Si-O	338	tf
450	tf		480	TF
680	f	Mn-O	625	F
950-1100	TTF	Si-O	950-1250	TTF
1180	f			
1670	F	[H ₂ O] déformation	1610	tf
3100-3600	TTF	(OH) ⁻ et [H ₂ O]	3400	f
3630	F	(OH) ⁻ vibrations de valence		
3750	F	(OH) ⁻ vibrations de valence		

tf=très faible, f=faible, F=fort, TF=très fort

Nous concluons que la réaction suivante est sans doute celle qui est obtenue le plus facilement:



D'autres mesures sont nécessaires pour fixer les limites de validité de cette réaction.

SPECTROPHOTOMÉTRIE IR

L'analyse spectrophotométrique dans la région de l'infrarouge a été réalisée sur un appareil Beckmann. L'échantillon a été moulu à -200 mailles puis inclus dans une pastille de KBr. Les principaux pics et bandes d'absorption observés sont donnés au Tableau 2, et la partie 1300 à 4000 cm⁻¹ est reproduite à la Figure 4.

Tirer des informations structurales certaines des diagrammes infrarouges pour des silicates n'est pas chose facile: toutefois, grâce aux travaux de Hayashi, Otsuka & Imai (1969) sur des sepiolites et des palygorskites du Japon, l'interprétation de nos données, incluse au Tableau 2, nous semble raisonnable.

COMPOSITION CHIMIQUE

Nous avons obtenu la composition chimique de la yofortierite par voie chimique, par fluorescence *x* et par absorption atomique. Les résultats sont inscrits au Tableau 3.

L'eau contenue dans la yofortierite a été l'objet d'une attention toute particulière. Nous l'avons identifiée par spectrophotométrie infrarouge et mesurée par thermogravimétrie et par la méthode de Penfield (voir entre autres, Courville 1962). La yofortierite est extrêmement sensible aux variations de l'humidité dans l'air avec laquelle elle est en contact; il est donc important, pour que l'analyse boucle, de référer les mesures à un produit de même état d'hydratation.

Il n'est pas utile de référer les mesures analytiques sur la yofortierite à un matériel séché à 105°C: l'analyse thermique différentielle (pic endothermique à 149°C) indique qu'un séchage à 105°C chasse une bonne partie de l'eau zéo-

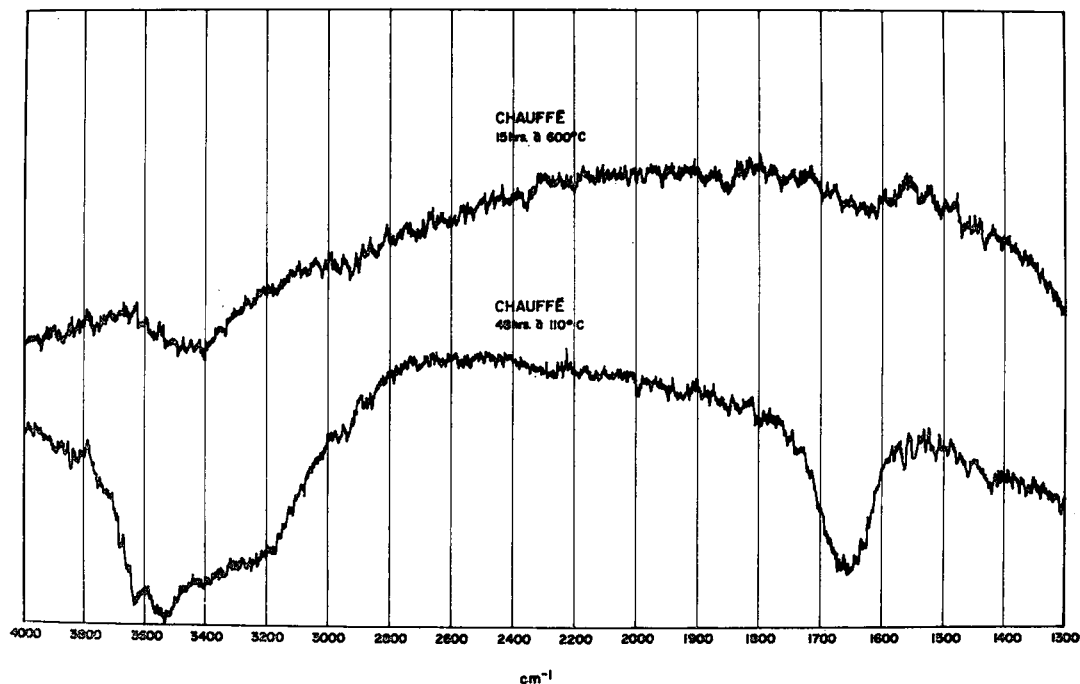


FIG. 4. Spectrophotométrie infrarouge. Pour l'interprétation, voir le Tableau 2.

TABLEAU 3. COMPOSITION CHIMIQUE DE LA YOFORTIERITE DE ST-HILAIRE, P.Q.*

	A l'analyse**	Reporté à 100.00	Prop. mol.	Prop. atom. pour Si ⁴⁺ = 8.00
SiO ₂	48.44 VC	48.41	.8056	Si ⁴⁺ .8056 8.00
Al ₂ O ₃	1.49 FX	1.49	.0146	Mn ²⁺ .4002 3.97
TiO ₂	0.09 FX	0.09	.0011	Mg ²⁺ .0583 0.58
MnO	28.41 VC	28.39	.4002	Al ³⁺ .0292 0.29
MgO	2.35 AA	2.35	.0583	Ca ²⁺ .0160 0.16
CaO	0.90 AA+FX	0.90	.0160	Zn ²⁺ .0135 0.13
ZnO	1.10 AA+FX	1.10	.0135	K ⁺ .0010 0.01
Cr ₂ O ₃	0.007 AA	--	--	Ti ⁴⁺ .0011 0.01 5.15
K ₂ O	0.05 AA+FX	0.05	.0005	(OH) ⁻ .2008 1.99
Li ₂ O	23 ppm AA	--	--	(OH) ₂ .3962 3.93
H ₂ O total	17.22	+8.28	.5169	[H ₂ O] .5169 5.13
		+7.14	.3962	O ²⁻ 2.0453 20.31
		+1.81	.1004	Σ+ 42.62
				Σ- 42.61
total	100.057	100.00		

*Specimen EP. 13017. **Analyse, V. Kubat, École Polytechnique. VC: par voix chimique, FX: par fluorescence X, AA: par absorption atomique, P: par la méthode de Penfield.

†Pour le calcul de la formule, l'eau a été distribuée suivant les résultats de l'analyse thermogravimétrique en eau zeolitique (ci-incluse l'eau d'absorption), en eau liée aux couches octaédriques et en ion hydroxyde; la répartition est, suivant les pertes en poids, entre 75° et 225°C, 225° et 725°C, et 1000°C (voir texte).

Après "H₂O total 17.22" ajoutez P.

litique. Il eut été utile de traiter la yofortierite comme un minéral argileux et de mesurer ses capacités d'échange cationique, et ainsi que sa teneur en eau après une "normalisation" par prétraitement. Ces mesures sont en cours dans nos laboratoires.

Somme toute, suivant l'histoire hygroscopique et thermique de l'échantillon, les teneurs en H₂O de la yofortierite peuvent varier entre 10-20%; les valeurs du Tableau 3 nous semblent le mieux refléter la composition de la yofortierite telle que trouvée dans la nature.

Les teneurs en oxydes métalliques du Tableau 3 s'appliquent à l'échantillon EP. 13017. La variété de yofortierite représentée par cet échantillon est sans doute la plus abondante à St-Hilaire. Mais l'échantillon EP. 13020 est déjà un peu moins riche en MnO et plus riche en CaO et MgO.

L'analyse partielle de ce dernier échantillon a donné:

SiO₂ 45.6, Al₂O₃ 1.5, MnO 21.2, CaO 6.1, MgO 2.4 et ZnO 1.6%.

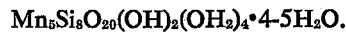
Il ne fait aucun doute que la yofortierite appartient au groupe de la palygorskite: les ressemblances de composition chimique et de clichés Debye-Scherrer sont déjà suffisantes pour que nous puissions l'affirmer. Par ailleurs, la stoechiométrie de la palygorskite n'est que très imparfaitement connue; voici un résumé des divers courants d'idées sur le sujet (d'après Martin-Vivaldi & Roberston 1971):

1) Mg₅Si₈O₂₀(OH)₂(OH₂)₄•4H₂O: c'est la for-

mule théorique du modèle trioctaédrique. Cette "formule idéale" ne respecte pas le fait que les palygorskites ont un nombre maximum d'ions Mg²⁺ de 3.2 par formule.

- 2) Al_{3.33}Si₈O₂₀(OH)₂(OH₂)₄•4H₂O: c'est la formule théorique du modèle dioctaédrique. Les palygorskites les plus alumineuses contiennent environ 2.50 Al³⁺ pour 1.25 Mg²⁺; donc la formule dioctaédrique n'est jamais atteinte dans la nature.
- 3) Mg₂Al₂Si₈O₂₀(OH)₂(OH₂)₄•4H₂O: formule théorique intermédiaire entre dioctaédrique et trioctaédrique, voisine des compositions chimiques observées.
- 4) MgAl₃Si₈O₂₀(OH)₃(OH₂)₃•4-5H₂O: formule proposée par Gard & Follett (1968).

Dans ce contexte, la découverte de la yofortierite où la somme des cations bivalents est voisine de 5 redonne poids à l'idée qu'il existe des minéraux à structure du type palygorskite à couche essentiellement trioctaédrique. De plus, nos mesures sur l'eau contenue dans la yofortierite nous portent à favoriser la formule suivante pour le terme manganose du groupe des palygorskites.



La yofortierite invite aussi des nouvelles études structurales qui permettent de favoriser un ou l'autre des modèles proposés pour sa structure atomique: nous comptons entreprendre ces travaux dans nos laboratoires très prochainement.

DIAGNOSTIC

A St-Hilaire, la yofortierite est facilement identifiée sur le terrain par sa couleur rose-violacée, sa cristallisation radiée et sa dureté faible. En laboratoire, les cinq lignes les plus importantes du cliché Debye-Scherrer constituent certainement une alerte qui puisse amener à la vérification de l'abondance du manganèse et à l'identification de l'espèce.

NOMENCLATURE

Le nom YOFORTIERITE est proposé pour honorer le Dr Y. O. Fortier, directeur de la Commission Géologique du Canada, (1964-72), Conseiller Scientifique au Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et géoscientifique Canadien qui a consacré une partie importante de sa carrière à la tectonique et à la géologie économique des îles arctiques canadiennes.

CONSERVATION

L'échantillon EP 13017 qui a été utilisé pour la plupart des mesures que nous avons réalisées sur la yofortierite est conservé dans la collection principale de l'École Polytechnique. De plus, nous avons envoyé des spécimens de yofortierite de St-Hilaire à quelques uns des principaux musées minéralogiques européens et américains: Royal Ontario Museum de Toronto, Canada; Collection Nationale du Canada, Canada; British Museum de Londres, Angleterre; Smithsonian Institute de Washington, E.U.A.; Collection de l'École des Mines de Paris, France; Collection de l'Université de Paris, France; Musée d'Histoire Naturelle de Paris, France.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été rendue possible grâce à la subvention no A-1180 du Conseil National de Recherche du Canada. Le séjour dans nos laboratoires du Dr R. Pertsowsky s'est fait à l'intérieur de l'entente France-Québec sur les échanges techniques entre les deux pays. Finalement, nous tenons à souligner l'excellent travail de notre analyste, V. Kubat, responsable de l'analyse du Tableau 3 et de Mme Francine Paquin, responsable des travaux thermogravimétriques.

RÉFÉRENCES

- BRADLEY, W. F. (1940): The structural scheme of attapulgite. *Amer. Mineral.* 25, 405-410. Le nom attapulgite est synonyme de palygorskite. Voir entre autres Caillère & Hénin (1951) p. 234.
- CALLÈRE, S. & HÉNIN, S. (1951): Palygorskite-attapulgite. Dans *X-Ray Identification and Structures of Clay Minerals*. Edité par G. W. Brindley, Mineral. Soc. London.
- CHAO, G., HARRIS, D. C., HOUNSLOW, A. W., MANDARINO, J. A. & PERRAULT, G. (1967): Minerals from the nepheline syenite, Mont St. Hilaire, P.Q. *Can. Mineral.* 9, 109-123.
- CHRIST, C. L., HATHAWAY, J. C., HOSTETLER, P. B. & SHEPPARD, A. O. (1969): Palygorskite: new x-ray data. *Amer. Mineral.* 54, 198-205.
- COURVILLE, S. (1962): Apparatus for total water determination by the Penfield method. *Can. Mineral.* 7, 326-329.
- GARD, J. A. & FOLLETT, E. A. C. (1968): A structural scheme for palygorskite. *Clay Mineral.* 7, 368-371.
- HAYASHI, H., OTSUKA, R. & IMAI, N. (1969): Infra-red study of sepiolite and palygorskite on heating. *Amer. Mineral.* 53, 1613-1624.
- MARTIN - VIVALDI, J. L. & ROBERTSON, R. H. S. (1971): Palygorskite and sepiolite (the hormites). Dans *The Electron-Optical Investigation of Clays*. Edité par Gard, J. A. Mineral. Soc. London.
- PERRAULT, G. & MANDARINO, J. A. (1972): Les collines montérégiennes: Minéralogie du Mont St-Hilaire, P.Q. Livret-guide B-15, *Congrès Géol. Internat., Montréal* 1972.
- SEME NOV, E. J. (1969): *Minéralogie du Massif Alcaïin d'Ilimaussaq*. Moscou 1969. En russe.

Manuscript received September 1974, emended October 1974.