

## QUELQUES MINÉRAUX RARES D'URANIUM DES BASSINS D'OTISH ET DE MISTASSINI, QUÉBEC

GIAMPAOLO SASSANO

*Département de Géologie, Université Concordia, 7141, rue Sherbrooke Ouest, Montréal, Québec H4B 1R6*

MICHEL ROCHELEAU

*Département de Géologie, Université Laval, Ste-Foy, Québec G1K 7P4*

### SOMMAIRE

Plusieurs minéraux uranifères hydratés caractérisent les lithologies importantes des bassins d'Otish et de Mistassini (Québec). Kasolite et dewindtite ont été identifiées, par diffraction X et par microscopie électronique à balayage, dans les grès conglomératiques des formations Papaskwasati et Indicator. On trouve la francevillite et la fourmarierite, qu'on a identifiées par les mêmes méthodes, dans des blocs erratiques de dolomie. Un seul rare indice d'uraninite a été identifié dans un grès conglomératique de la formation Papaskwasati. La présence de ces phases uranifères indiquerait une minéralisation dérivée d'une source d'uraninite primaire exposée à l'altération par des eaux météoriques acides pendant l'Archéen.

**Mots-clés:** kasolite, dewindtite, francevillite, fourmarierite, uraninite, microscopie électronique à balayage, composition chimique, bassin d'Otish, bassin de Mistassini, Québec.

### ABSTRACT

Several hydrated uraniferous minerals characterize the major lithologies of the Otish and Mistassini basins, Quebec. Kasolite and dewindtite have been identified by X-ray diffraction and scanning-electron microscopy in conglomeratic sandstones belonging to the Papaskwasati and Indicator Formations. Francevillite and fourmarierite, identified with the same techniques, have been found within erratic boulders of dolomite. Only one rare occurrence of uraninite has been identified in a conglomeratic sandstone from the Papaskwasati Formation. The presence of these uraniferous phases suggests a mineralization derived from a primary uraninite source undergoing strong weathering by acidic meteoric waters during the Archean.

**Keywords:** kasolite, dewindtite, francevillite, fourmarierite, uraninite, SEM, chemical composition, Otish and Mistassini basins, Quebec.

### INTRODUCTION

Les premières études minéralogiques et pétrographiques des roches sédimentaires des bassins d'Otish et de Mistassini, au Québec, ont été entreprises par Chown et Caty (1973), Caty (1976) et Murray et

Adams (1958). Caty (1976) a montré que la majeure partie de la radioactivité, notée dans les affleurements de conglomérat et de grès, est due à la présence de cristaux de monazite et de zircon contenant, respectivement, du thorium et de l'uranium. Murray et Adams, d'autre part, ont montré que la minéralisation d'uranium, contenue dans les arénites quartzitiques, était localisée à l'intérieur de grains de quartz clastique. Finalement, Brun (1969) et Gobeil et Rocheleau (1980) ont décrit la présence d'environ 800 blocs erratiques de dolomie, dont 45 renferment des quantités appréciables d'uranium et de thorium. Des études pétrographiques et des analyses aux rayons X (chambre de Gandolfi) et par microscopie électronique à balayage ont été entreprises sur des échantillons des bassins d'Otish (secteurs 3 et 4, Lac Indicateur) et de Mistassini (secteurs 1 et 2, Takwa et Holton) pour déterminer la nature des minéraux d'uranium présents dans la région.

### GÉOLOGIE RÉGIONALE

Les premiers travaux de stratigraphie sont les oeuvres de Neilson (1951, 1966), Neale (1952), Wahl (1953), Robinson (1956), Bergeron (1957) et Roscoe (1969). Chown et Caty (1973) et Caty (1976) ont présenté une analyse sédimentologique détaillée de certaines unités sédimentaires des deux bassins.

Selon Caty (1976), les roches de la province structurale du Supérieur forment un socle cristallin sur lequel reposent, en discordance, les ensembles sédimentaires protérozoïques de la sous-province de Mistassini, dans les bassins d'Otish et de Mistassini. Le socle archéen est composé de plusieurs variétés de gneiss et de roches granitiques (Chown 1971a, b, c) et de ceintures de roches métavolcaniques et métasédimentaires formées essentiellement de metabasites, de métagrès et de métagabbros (Caty 1976). Le Bassin d'Otish, qui englobe entièrement les Hautes-Terres des Monts Otish, comprend le groupe protérozoïque d'Otish, formé essentiellement de roches sédimentaires terrigènes. On distingue deux formations: à la base, la Formation Indicator, composée de grès quartzitique, d'arkose et de conglomérat à cailloux de quartz et, au sommet, la Formation Péri-

bonca, composée de grès argileux et conglomératique, de conglomérat argileux rouge et de quelques lits de dolomie blanche et rose, contenant des structures stromatolitiques et parfois bréchiques. Des dykes et filons-couches gabbroïques coupent les assises du groupe d'Otish (Caty 1976).

Le Bassin de Mistassini, qui englobe les terrains sédimentaires autour des lacs Mistassini et Albanel et ceux de la rivière Papaskwasati, comprend le groupe protérozoïque de Mistassini, formé de roches sédimentaires clastiques et chimiques (Caty 1976).

TABLEAU 1. DONNEES OBTENUES PAR DIFFRACTION X UTILISANT LA CHAMBRE GANDOLFI

KASOLITE			DEWINDTITE		
d (Å)	I	hkl	d (Å)	I	hkl
6.516	40	001	7.971	100	200
6.154	30	110	5.834	80	220
4.225	70	111, 211	4.820	40	311, 212
3.523	60	211, 311	4.374	30	103
3.244	80	002, 202	3.995	90	400
3.081	60	220, 121	3.819	30	240
2.922	100	410, 311	3.382	40	014, 412
2.350	5	420, 321	3.132	70	052, 204
2.183	20	230, 131			
2.112	5	113, 131			
plus 3 raies jusqu'à 1.670			plus 3 raies pâles jusqu'à 1.550		
FRANCEVILLITE			FOURMARIERITE		
d (Å)	I	hkl	d (Å)	I	hkl
8.396	100	002	7.203	100	002
6.101	30	111	4.368	10	113
5.210	60	200, 112	3.580	50	004
4.261	60	113, 020	3.550	20	240
4.200	40	004	3.184	50	242
3.210	40	310	3.147	10	402
2.997	90	312	2.524	10	244
2.794	20	313			
2.126	50	040			
2.066	30	141			
1.960	40	512			
plus 2 raies jusqu'à 1.850			plus 2 raies pâtes jusqu'à 1.980		

Données obtenues sur des échantillons polycristallins en utilisant le rayonnement  $\text{CuK}\alpha$  et un filtre de Ni avec la chambre Gandolfi (114.6 mm), à la température de la pièce. Les intensités ont été évaluées visuellement. Malgré toute l'attention accordée en vue d'obtenir des clichés non difformes, les valeurs rapportées peuvent avoir une erreur d'environ 0.1 Angstrom, due à des erreurs subjectives de mesure. Localisation des échantillons: kasolite et dewindtite: secteur 1, Takwa et secteur 3, Lac Indicateur; francevillite et fourmarierite: secteur 4, Lac Indicateur.

TABLEAU 2. COMPOSITION CHIMIQUE DES MINÉRAUX URANIFÈRES HYDRATÉS

Kasolite												
SiK $\alpha$	SiO $_2$	%	26.4	23.7	8.1	8.2	8.1	23.2	15.1	7.4	10.4	
PbM $\alpha$	PbO		14.0	5.9	31.3	31.0	30.8	13.8	4.0	6.7	7.9	
UM $\alpha$	UO $_2$		59.7	70.3	60.6	60.9	61.1	62.9	80.9	85.9	81.7	
Dewindtite					Francevillite							
PK $\alpha$	P $_2$ O $_5$	%	13.9						VK $\alpha$	V $_2$ O $_5$	%	25.0
CaK $\alpha$	CaO		2.5						Ba $\alpha$	BaO		21.0
BaL $\alpha$	BaO		4.3						UM $\alpha$	UO $_2$		53.9
PbM $\alpha$	PbO		12.2									
UM $\alpha$	UO $_2$		67.0									
Fourmarierite												
SiK $\alpha$	SiO $_2$	%	1.6						1.6		2.4	
PbM $\alpha$	PbO		13.6						14.5		14.2	
UM $\alpha$	UO $_2$		74.5						75.4		75.3	

Données obtenues par analyse semiquantitative au MEB, avec dispersion d'énergie (corrections ZAF). Les échantillons sont repérables dans le fichier de l'INRS-Géoresources: kasolite no. 13068, dewindtite no. 13068, francevillite no. 13073, fourmarierite no. 13072. Note: Le nombre de cations est calculé sur la base de 8 atomes d'oxygène.

A la base du groupe se trouve la Formation Papaskwasati, composée d'un assemblage de grès et de conglomérat gris à vert pâle, suivie de la Formation Cheno, composée de grès, de conglomérats et de dolomies noires. Selon Caty (1976), la Formation Papaskwasati sert de trait d'union entre les roches terrigènes des Hautes-Terres des Monts Otish et les roches chimiques de Mistassini. Au contact entre la Formation Papaskwasati et le socle cristallin, on trouve une lithologie composée de matériau altéré en place et dérivé directement de roches sous-jacentes. La présence de cette zone d'altération porte à croire que les roches du Bassin de Mistassini reposent sur un paléoréolithe d'âge aphébien ou archéen (Caty 1976).

Dans la région, stratigraphiquement au-dessus de la Formation Cheno, on rencontre la Formation Albanel, dont le membre inférieur comprend un assemblage de dolomies grises, de dolomies argileuses et de dolomies stromatolitiques. Le membre supérieur contient des dolomies roses et chamois ainsi que des dolomies stromatolitiques (Caty 1976). Finalement, en dehors des secteurs étudiés, on trouve au sommet la Formation Themiscamie, composée de roches ferrifères et de shales (Caty 1976). La plus grande superficie du territoire est recouverte par des dépôts glaciaires dont l'épaisseur varie de quelques mètres à plus de 35 mètres.

La Figure 1, modifiée d'une carte compilée par les géologues de la SOQUEM, localise de façon générale la géologie des secteurs concernés.

## MINÉRAUX IDENTIFIÉS AU MEB

Les minéraux uranifères ont été analysés au microscope électronique à balayage au moyen d'un appareil Etec couplé à un système de microanalyse Kevex-Quantex et à un système Lemont à électrons rétrodiffusés. Leur identité a été confirmée au moyen des clichés de diffraction X à la chambre Gandolfi (114.6 mm) utilisant le rayonnement  $\text{CuK}\alpha$  et un filtre de Ni. En ce qui a trait aux valeurs obtenues ( $d_{\text{obs}}$ , Tableau 1) pour kasolite, dewindtite, francevillite et fourmarierite, on peut constater qu'elles sont très similaires aux valeurs rapportées par Frondel (1958), Hogarth et Nuffield (1954), Branche *et al.* (1957) et Christ et Clark (1960), respectivement. Les résultats de plusieurs analyses semiquantitatives effectuées sur différents grains de ces minéraux sont reportés au Tableau 2, tandis que les spectres de dispersion d'énergie sont présentés dans la Figure 2. Les conditions normales de travail et les standards utilisés sont spécifiés en appendice.

### Kasolite

La kasolite  $\text{Pb}(\text{UO}_2)_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , silicate hydraté de plomb et d'uranium (Frondel 1958) brun jaunâtre



(Schoep 1921, 1928, 1930), a été identifiée dans des échantillons de grès conglomératique affleurant dans les secteurs 1 et 3. La kasolite, sous forme d'agrégats polycristallins prismatiques et fibroradiés, a été identifiée à l'intérieur des fragments de feldspath potassique, d'albite et de quartz détritiques cimentés par de la séricite et par des oxydes de fer (Figs. 3a, c). Dans un cas, on a trouvé la kasolite à l'intérieur de petites veinules partiellement remplies par de la barytine et associées à des auréoles d'hématite. Le contact entre kasolite et barytine résulterait du remplacement de la kasolite par la barytine (Fig. 3d). On remarque que les veinules ne coupent pas la bordure des grains détritiques observés. Un examen soigné des données obtenues, suite à des analyses semi-quantitatives de la kasolite, a montré que les pourcentages en poids de Si, Pb et U varient considérablement. Un accroissement d'uranium correspond à une diminution brusque de contenu en Pb. Seulement trois des analyses de kasolite se rapprochent en composition des valeurs rapportées par Frondel (1958) (*i.e.*, Tableau 2, compositions 3, 4, 5). Nous croyons que les variations dans la composition chimique de la kasolite sont dues à une ou plusieurs des causes suivantes: 1) effets du fond continu dus aux faibles dimensions et au relief des grains de kasolite, 2) hétérogénéité chimique des grains de kasolite due à la présence de minéraux d'uranium non identifiés; 3) présence d'une solution solide probablement continue entre minéraux hydratés non

identifiés et kasolite, dont les composants auraient des pourcentages de Si, Pb et U différents de la kasolite, 4) erreurs de mesure, qui peuvent être plus grandes que les valeurs normales pour la technique.

#### Dewindtite

La présence de la dewindtite  $Pb(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$ , phosphate hydraté jaune de plomb et d'uranium (Hogarth et Nuffield 1954), a été confirmée dans des échantillons de grès conglomératique affleurant dans les secteurs 1 et 3. La dewindtite, sous forme d'agrégats microcristallins fibroradiés ou de cristaux aciculaires étalés (Fig. 3b), est aussi associée à un mélange méconnu de P, Th, Ca, Ce, U et Pb à l'intérieur de veinules recoupant des grains de quartz et de feldspath potassique. Elle a également été identifiée dans un mélange composé de séricite, de plusieurs silicates non identifiés et d'oxydes de fer. Ce mélange a été trouvé autour des grains de barytine. Notons que les veinules ne traversent pas les bordures des grains détritiques. Dans un seul cas, la dewindtite a été identifiée à l'intérieur d'un grain bien arrondi de quartz situé dans une matrice de séricite riche en fer et exempte d'uranium. Les résultats obtenus suite à une analyse semi-quantitative d'un grain de dewindtite (Tableau 2) montrent que les pourcentages pondéraux de P, Pb et U sont un peu plus faibles que les valeurs rapportées par Frondel (1958). D'autre part, les analyses ont montré un pourcen-

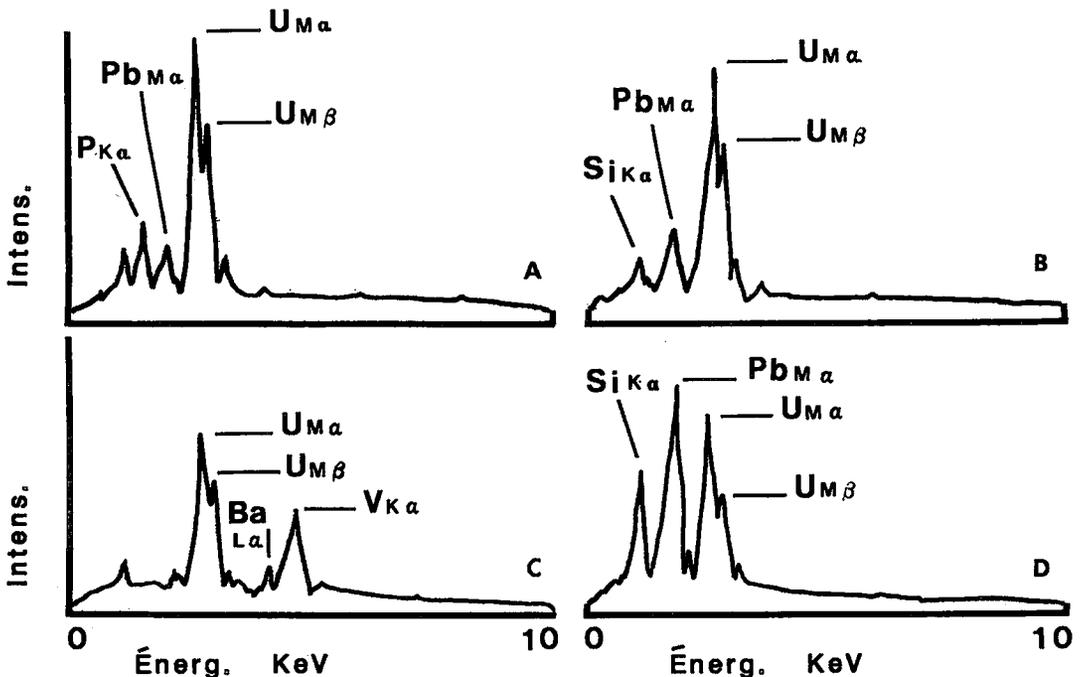


FIG. 2. Spectre de dispersion d'énergie aux rayons X de la dewindtite A, fourmarierite B, francevillite C et kasolite D.

tage plus élevé de Ca et de Ba, probablement dû à une substitution du Ca et du Ba pour le Pb (Fron del 1958). D'ailleurs, selon Frondel et Cuttitta (1954), il y aurait une relation isostructurale entre dewindtite (connue antérieurement comme renardite) et phosphuranylite, supposée son équivalent riche en Ca [*i.e.*,  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ].

#### Francevillite

La francevillite  $(\text{Ba,Pb})(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  est un vanadate rare de baryum (Branche *et al.* 1957). Cette espèce a été identifiée dans des échantillons de dolomie provenant du secteur 4. Elle se trouve sous forme de cristaux aciculaires ou d'agrégats microcristallins

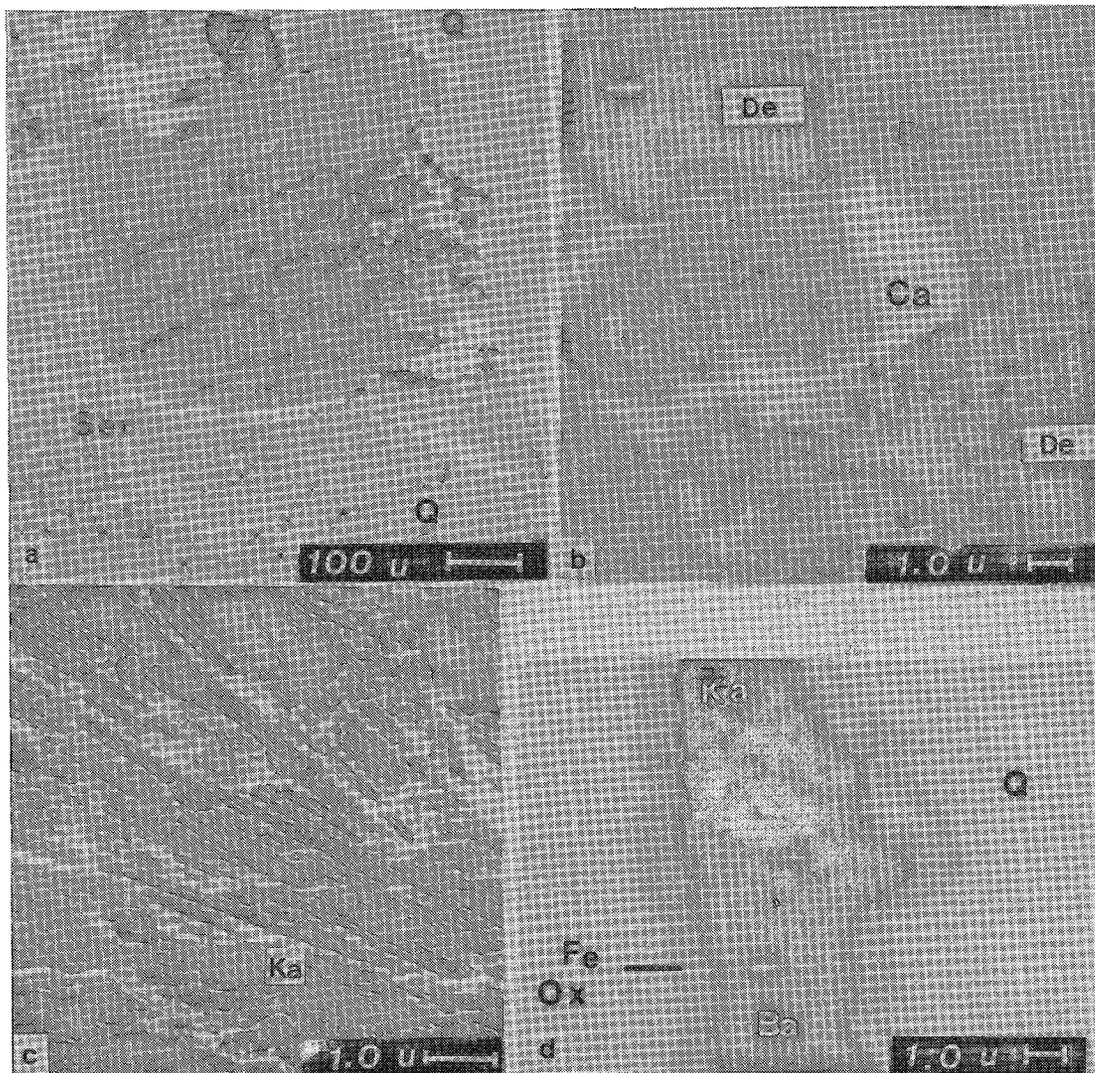


FIG. 3. Micrographies par électrons rétrodiffusés. a. Grains détritiques de quartz Q et de feldspath potassique K situés dans une matrice séricitique Ser. Le feldspath contient un gros cristal de zircon Z et des veinules subparallèles (secteur 1, 2 et 3) contenant de la dewindtite. Les veinules ne recoupent pas la bordure du grain. b. Cristaux étalés de dewindtite De dans des grains composés de barytine Ba et de calcite Ca. c. Micrographie par électrons secondaires: une partie de la micrographie dans 3a, secteur 1. Cristaux prismatiques et radiaux de kasolite Ka. d. Micrographie par électrons rétrodiffusés. Veinule remplie de kasolite Ka et de barytine Ba avec, en bordure, des oxydes de fer Fe-Ox dans un grain de quartz Q. Le contact net et ondulé entre kasolite et barytine résulterait du remplacement de la kasolite par la barytine. Echelles en micromètres.

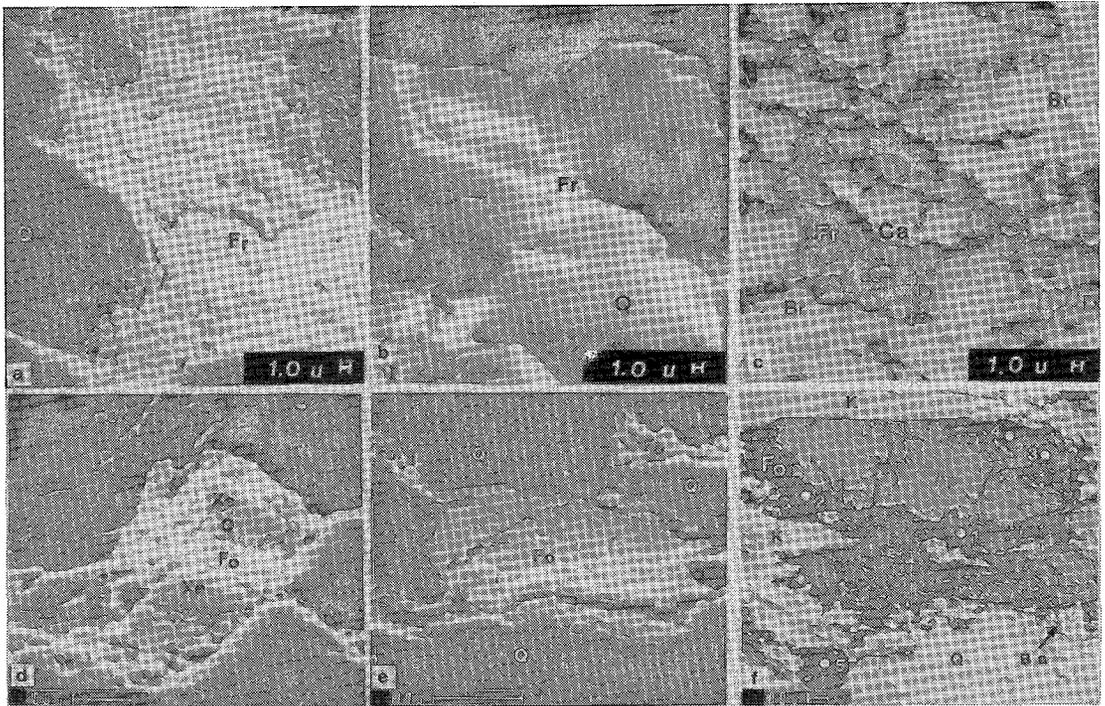


FIG. 4. Micrographies en électrons secondaires. a. La morphologie de la francevillite Fr à la frontière d'un grain de quartz Q. Détail d'une partie de la micrographie c, secteur 1. b. La francevillite Fr dans des interstices des grains de quartz Q bien arrondis. c. Micrographie par électrons rétrodiffusés. Localisation de la francevillite Fr interstitielle autour des grains de brucite Br, de quartz Q et de dolomie D et dans un ciment de calcite Ca. d. Micrographie par électrons secondaires. La fourmarierite Fo se trouve dans des grains de xénotime Xe et de quartz Q. e. Micrographie par électrons secondaires. La fourmarierite Fo forme une croûte microcristalline localisée dans des pores intergranulaires situés entre des grains détritiques de quartz Q. f. Micrographie par électrons rétrodiffusés montrant la fourmarierite Fo dans des grains détritiques de quartz Q, feldspath potassique K, apatite Ap et barytine Ba. Les numéros indiquent les sites des analyses semiquantitatives. Echelles en micromètres.

feuilletés dans le ciment carbonaté qui entoure les grains de brucite (Fig. 4c). La francevillite apparaît aussi dans les interstices entre les grains de quartz de la fraction dolomitique la plus riche en silt (Figs. 4a, b). On la retrouve également dans des veinules remplies de calcite qui entrecouperent la dolomite. Finalement, la francevillite a été identifiée dans des nodules de chert contenus dans la dolomie pyritifère. Les résultats d'une analyse semiquantitative (Tableau 2) montrent que les pourcentages pondéraux de V et de Ba diffèrent sensiblement des valeurs rapportées par Branche *et al.* (1957); nous attribuons cette différence à la faible dimension des cristaux feuilletés et à la probabilité que le faisceau a été influencé par des minéraux contigus.

#### Fourmarierite

Plusieurs analyses semiquantitatives de la fourmarierite  $PbU_4O_{13} \cdot 4H_2O$  montrent des pourcentages de Pb, U et Si qui se rapprochent des valeurs de la four-

marierite du Katanga, telles que rapportées par Frondel (1958) (Tableau 2). Morphologiquement, cet oxyde de Pb, U et Si (Christ et Clark 1960) forme des croûtes microcristallines localisées, avec le ciment carbonaté, dans des pores intergranulaires entre des grains détritiques de quartz, zircon, feldspath potassique, apatite, barytine et xénotime de la fraction silteuse d'un échantillon de dolomie (*i.e.*, blocs erratiques, secteur 4, Lac Indicateur; Figs. 4d, f). Selon Frondel (1958), la fourmarierite serait due à des solutions principalement dérivées de l'altération de l'uraninite.

#### Uraninite

Un seul indice d'uraninite  $UO_2$  a été identifié, dans un échantillon de grès conglomératique appartenant à la Formation Papaskwasati, secteur 1. Des études morphologiques nous ont permis de constater que l'uraninite est associée à des grains automorphes de galène et de pyrite à l'intérieur même des

grains détritiques de quartz et de feldspath potassique. On remarque la possibilité de deux générations d'uraninite: la plus ancienne, intimement associée à la galène idiomorphe, est localisée à l'intérieur de veinules contiguës remplies d'une deuxième génération d'oxydes d'uranium. Puisque les veinules sont seulement limitées aux grains de quartz et de feldspath, il est logique de penser qu'une minéralisation d'uraninite primaire, plus vieille, a été subséquentement remobilisée pour former la deuxième génération d'oxydes d'uranium enveloppant les cristaux de la première génération (Fig. 5a, b). Il est bien clair que la roche a ensuite été érodée et transportée sous forme de fragment détritique dans le bassin de dépôt.

Plusieurs minéraux accessoires ont été identifiés de façon préliminaire dans cette étude. Cependant, leurs petites dimensions ont entravé les tests nécessaires pour en confirmer la validité. Les plus importants sont: brannerite  $(U, Ca, Ce)(Ti, Fe)_2O_6$ , uranophane  $Ca(UO_2)_2Si_2O_7 \cdot 6H_2O$ , raspite  $PbWO_4$ , coffinite  $U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$ , pyrobellonite  $PbMn(VO_4)(OH)$ , mottramite  $PbCu(VO_4)(OH)$  et uranpyrochlore  $(U, Ca, Ce)_2(Nb, Ta)_2O_6(OH, F)$ .

Barytine, zircon, rutile, apatite, allanite, tourmaline, monazite, xenotime, galène, pyrite, covelline, chalcopryrite, calcite, brucite, fluorine, dolomite, hématite, magnétite, limonite, oxyde de fer, sidérite, quartz, feldspath potassique, plagioclase, séricite et des phyllosilicates ont aussi été identifiés. La plupart de ces minéraux sont d'origine détritique; quant aux

autres, ils apparaissent soit comme ciments formés durant les processus diagénetiques, soit comme des veinules générées par des processus de remobilisation.

## CONCLUSION

Cette étude a démontré que la plupart des minéralisations uranifères identifiées sont sous forme de phases hydratées, principalement localisées dans des fragments de quartz et de feldspath potassique d'origine détritique (*i.e.*, échantillons de grès conglomératique), et dans le ciment interstitiel carbonaté situé dans la fraction la plus silteuse de la dolomie (*i.e.*, échantillons de blocs erratiques de dolomie). Selon Schoep (1921, 1928, 1930), kasolite et dewindtite sont présentes dans le gisement de Kasolo en Afrique. Frondel (1956) mentionne que la kasolite est un produit d'altération des oxydes d'uranium et de plomb, alors que la dewindtite se forme par l'altération de l'uraninite pegmatitique (Frondel 1958). Ce même auteur considère que la kasolite est un minéral d'altération de l'uraninite, produit par des eaux météoriques riches en silice (Frondel 1958) dont le pH doit être acide pour favoriser la formation des minéraux uranifères. Ces conditions chimiques semblent confirmer la suggestion de Tilsley (1980), qui a proposé l'existence de pluies acides dans le paléoclimat et de phénomènes d'hydrolyse des silicates pendant l'Archéen. La présence de deux générations d'uraninite fait penser aussi que la minéralisation urani-

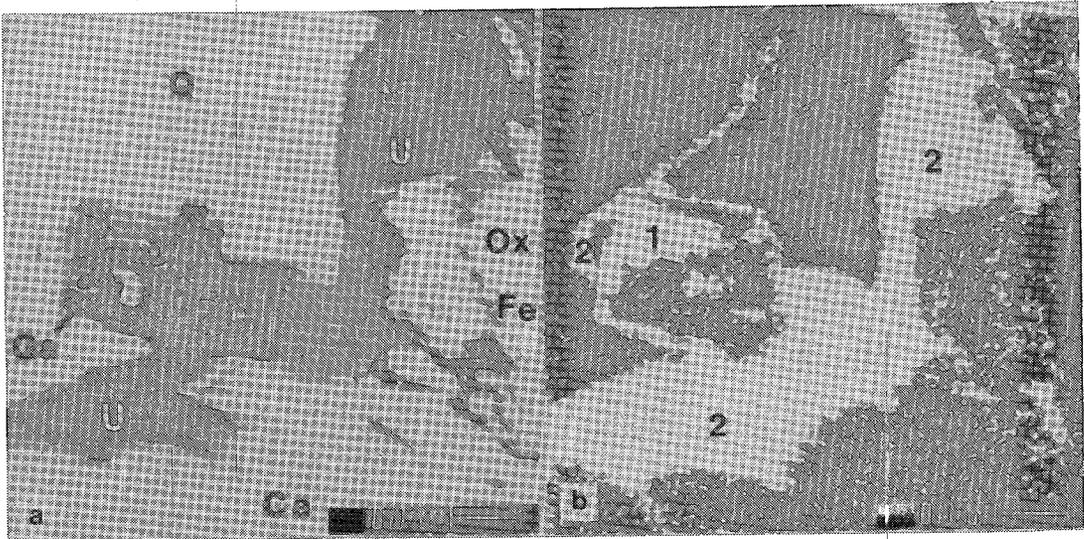


FIG. 5. a. Micrographie par électrons rétrodiffusés montrant la localisation de l'uraninite U et de la galène Ga sur le pourtour d'un grain de quartz Q contenant de la calcite Ca et des oxydes de fer Ox-Fe. b. Micrographie de la même région que la photo a, montrant la distribution de l'uranium ( $UM\alpha$ ). On remarque la possibilité de deux générations d'oxydes d'uranium: la plus ancienne, secteur 1, est intimement associée à la galène idiomorphe, tandis que la plus jeune, secteur 2, est localisée soit autour des cristaux d'uraninite et de galène, soit dans les veinules contiguës remplies de calcite Ca et d'oxyde de fer Fe-Ox.

rière était remobilisée d'une source d'uranium de type "Beaverlodge", dont la roche hôte avait une composition granitique. Ce résultat concorde avec les conclusions de Caty (1976). Les gabbros, entrecoupant les lithologies du secteur 2, Holton, ne semblent pas avoir été capables de produire, dans ce secteur, un événement thermique assez important pour causer une remobilisation majeure d'uranium nécessaire à la formation d'un gisement économiquement rentable.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier M. Michel Desjardins, anciennement directeur de l'INRS-Géoressources, M. J.P. Ricbourg, agent technique de recherche au MEB et tout le personnel technique de l'INRS-Géoressources, la Société Québécoise d'Exploitation Minière (SOQUEM) et M. Robert Ledoux, de l'Université Laval, pour les clichés de rayons X à la chambre Gandolfi. Les travaux ont été réalisés en partie grâce à une subvention FCAC. Nous remercions Messieurs R.F. Martin et G. Perrault pour leurs commentaires sur le texte. Mme Vicki Trimarchi a préparé la version finale du texte et des tableaux.

#### RÉFÉRENCES

- BÉLAND, R., LAVALLIÈRE, R. & ROCHELEAU, M. (1978): Rapport final de la campagne d'exploration, été 1978, projet Holton (11-625), géologie et géochimie des roches. *SOQUEM, Rapport interne*.
- BÉRARD, J. (1964): Région du cours supérieur de la rivière aux Outardes. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport prélim. 512, carte 1547*.
- BERGERON, R. (1957): Late Precambrian rocks of the north shore of the St. Lawrence River and of the Mistassini and Otish Mountain area, Quebec. In *The Proterozoic in Canada* (J.E. Gill, ed.). *Roy. Soc. Can., Spec. Publ. 2*, 124-131.
- BRANCHE, G., ROBERT, M.-E., CHANTRET, F., MORIGNAT, B. & POUGET, R. (1957): La francevillite, nouveau minéral uranifère. *C.R. Acad. Sci. Paris* **245**, 89-91.
- BRUN, J. (1969): Bassin des Otish. Rapport d'exploration minière 1968. *SOQUEM, projet 11-624, Rapport interne 19*.
- CATY, J.L. (1976): Région du lac Mistassini, stratigraphie et sédimentologie de la Formation de Papaskwasati. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, DPV-423*.
- CHOWN, E.H. (1964): Région du lac Boivin. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport prélim. 520, carte 1545*.
- \_\_\_\_\_ (1965): Région de la rivière Péribonca (partie est). *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport prélim. 535, carte 1586*.
- \_\_\_\_\_ (1969a): Geology of the Fromont - Laparre Lakes area, Mistassini Territory. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, DP-165*.
- \_\_\_\_\_ (1969b): Conflans Lake area. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, DP-185*.
- \_\_\_\_\_ (1970): Région du lac Pluto. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport Prélim. 584, carte 1703*.
- \_\_\_\_\_ (1971a): Région du lac Savane. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géol. 146, carte 1700*.
- \_\_\_\_\_ (1971b): Pariseau Lake area. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, DP-180*.
- \_\_\_\_\_ (1971c): Région de Tichegami. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géol. 144, cartes 1696, 1697, 1698 et 1699*.
- \_\_\_\_\_ & CATY, J.L. (1973): Stratigraphy, petrography and paleocurrent analysis of the Aphebian clastic formations of the Mistassini-Otish Basin. In *Huronian Stratigraphy and Sedimentation* (G.M. Young, ed.). *Geol. Assoc. Can., Spec. Pap. 12*, 49-71.
- CHRIST, C.L. & CLARK, J.R. (1960): Crystal chemical studies of some uranyl oxide hydrates. *Amer. Mineral.* **45**, 1026-1061.
- COLBY, J. (1979): Magic V. KEVEX Co., Foster City, California.
- FRONDEL, C. (1956): Mineralogy of thorium. In *Contribution to the Geology of Uranium and Thorium*. U.S. Geol. Surv. and Atomic Energy Comm. for the U.N. International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy (Geneva, 1955; L.R. Page, H.E. Stocking & H.B. Smith, compilers). *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 300*, 567-580.
- \_\_\_\_\_ (1958): Systematic mineralogy of uranium and thorium. *U.S. Geol. Surv. Bull.* **1064**.
- \_\_\_\_\_ & CUTTITTA, F. (1954): Studies of uranium minerals. XVI. Renardite. *Amer. Mineral.* **39**, 448-451.
- GOBEIL, C. & ROCHELEAU, M. (1980): Rapport de la campagne d'exploration, été 1980. *SOQUEM, Rapp. Interne, Projet Victorin 11-616, sous-projet Takwa 11-616-05, cahier 1/3*.
- HOGARTH, D.D. & NUFFIELD, E.W. (1954): Studies of radioactive compounds. VII. Phosphuranylite and dewindtite. *Amer. Mineral.* **39**, 444-447.
- KEVEX CORPORATION (1978): Quantex ZAF. Foster City, California.

- MURRAY, E.G. & ADAMS, J.A.S. (1958): Thorium, uranium and potassium in some sandstones. *Geochim. Cosmochim. Acta* 13, 260-269.
- NEALE, E.R.W. (1952): La région du lac Bethoulat. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport prélim.* 264, 8.
- NEILSON, J.M. (1951): Preliminary report on the Takwa river area. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport prélim.* 245, 11.
- \_\_\_\_\_ (1966): Région de la rivière Takwa, Territoire de Mistassini. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géol.* 124, carte 1571.
- ROBINSON, W.B. (1956): The Grenville of New Quebec. In *The Grenville Problem* (J.E. Thompson, ed.). *Roy. Soc. Can., Spec. Publ.*, 1, 14-19.
- ROCHELEAU, M. & GIRARD, M.J. (1978): Rapport de la campagne d'exploration, été 1978. *SOQUEM, rapport interne, Project Victorin* (11-616).
- ROSCOE, S.M. (1969): Huronian rocks and uraniferous conglomerates in the Canadian Shield. *Geol. Surv. Can. Pap.* 68-40.
- SCHOEP, A. (1921): Sur la kasolite, nouveau minéral radioactif. *C.R. Acad. Sci. Paris* 173, 1476.
- \_\_\_\_\_ (1928): La renardite, nouveau minéral uranifère. *Soc. franç. Minéral. Bull.* 51, 247-252.
- \_\_\_\_\_ (1930): Les minéraux du gîte uranifère du Katanga. *Annales Musée Congo Belge, Sér. 1*, 1(2), 43.
- TILSLEY, J.E. (1980): Genetic considerations relating to some uranium ore deposits. *Geosci. Can.* 7(4), 143-148.
- WAHL, W.G. (1953): Région de la Rivière Témiscamie, Territoire de Mistassini. *Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géol.* 54, 37.

Reçu le 30 mars, 1982, révision accepté le 21 avril, 1986.

#### APPENDICE

Les conditions normales de travail sont les suivantes: voltage 20 kV, distance de travail 16 mm, angle de travail 45 degrés, distance échantillons-détecteur 16 mm, intensité du condensateur 2.0 ampères, faisceau incident 200 picoampères, temps de comptage 150 secondes, et surface minimale analysée  $3\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$ .

Les lignes de rayonnement X utilisées pour la détection des éléments sont les lignes les plus intenses spécifiques à chaque élément.

Les analyses quantitatives sont faites par ordinateur (PDP 11/03) à partir de standards purs (99.999%) au moyen de

programme de correction ZAF Magic V (Colby 1979) de la compagnie KeveX, après correction du fond et synthèses des pics par ordinateur. Les standards utilisés sont: quartz  $\text{SiK}\alpha$ ,  $\text{PbO}$   $\text{PbM}\alpha$ ,  $\text{UO}_2$   $\text{UM}\alpha$ , calcite  $\text{CaK}\alpha$ , baryte  $\text{BaL}\alpha$ ,  $\text{TiO}_2$   $\text{TiK}\alpha$ , apatite  $\text{PK}\alpha$ ,  $\text{ThO}_2$   $\text{ThM}\alpha$ .

La comparaison des spectres (Match) est également faite par ordinateur au moyen d'un programme qui compare les spectres inconnus à des spectres de minéraux identifiés et placés en mémoire sur disquettes (KeveX Corp., Quantex 1978).