

MB 90-22

LES PHOSPHATES AU QUEBEC

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

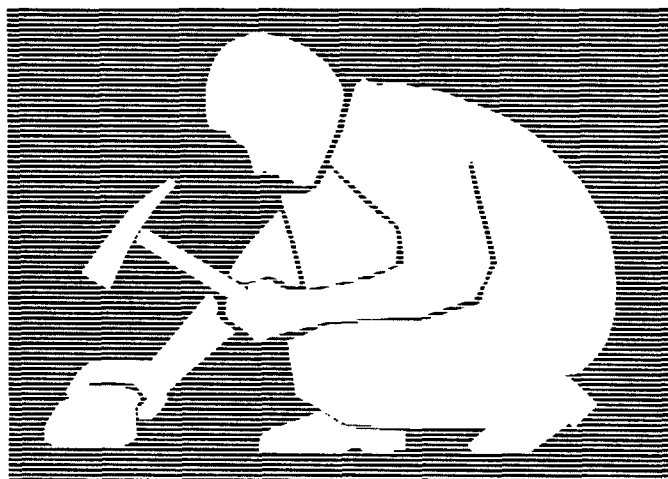


Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service géologique de Québec

Les phosphates au Québec

Henri-Louis Jacob
Conrad Paré

Yves Hébert



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

MB 90 - 22

1990

TABLE DES MATIERES

	page
1. INTRODUCTION	1
2. GENERALITES	1
2.1 Définitions	1
2.2 Aperçu de l'industrie	2
3. GEOLOGIE DES DEPOTS DE PHOSPHATE	2
3.1 Gisements d'origine sédimentaire	3
3.1.1 Les phosphorites	3
3.1.2 Les guanos	4
3.2 Gisements d'origine ignée	4
3.2.1 Gisements associés aux complexes alcalins	4
3.2.2 Gisements associés aux complexes anorthositiques	5
3.3 Gisements d'origine métamorphique	7
3.4 Gisements de concentration résiduelle et d'enrichissement secondaire	7
4. DEPOTS DE PHOSPHATE AU QUEBEC	8
4.1 Gisements d'origine sédimentaire	8
4.1.1 Les phosphorites	8
4.2 Gisements d'origine ignée	11
4.2.1 Gisements associés aux complexes alcalins	11
4.2.1.1 Le complexe de carbonatite d'Oka ..	11
4.2.1.2 Le complexe alcalin de Saint-Honoré ..	15
4.2.1.3 Le complexe alcalin de Crevier	16
4.2.1.4 Le complexe syénitique de Sainte-Véronique	17
4.2.1.5 L'intrusion alcaline du mont Saint-Hilaire	19
4.2.1.6 Les intrusions de suzorite de la région de Parent	20
4.2.1.7 La carbonatite de la région de Buckingham	21
4.2.2 Gisements associés aux complexes anorthositiques	22
4.2.2.1 L'anorthosite du lac Saint-Jean ...	22
4.2.2.2 Le batholite anorthositique de Labrieville	25
4.2.2.3 L'anorthosite de Rivière-Pentecôte ..	27
4.2.2.4 L'anorthosite de Baie-Trinité	29
4.2.2.5 L'anorthosite de Havre-Saint-Pierre ..	30
4.2.2.6 Le complexe du lac Doré	32
4.2.2.7 Autre petit massif d'anorthosite ...	34

4.3 Gisements d'origine métamorphique	35
5. CONCLUSIONS	40
6. REFERENCES	41

1. INTRODUCTION

Le Canada doit importer chaque année des Etats-Unis entre 2 et 3,5 Mt de phosphate pour alimenter ses usines d'engrais chimique ainsi que pour la fabrication de produits chimiques dérivés du phosphore. Le prix des roches phosphatées a considérablement chuté en 1987. En 1988, face à une demande faible et à une offre élevée, les prix ont augmenté modérément pour atteindre 26,00 \$ US/t. Ils ne devraient pas augmenter de façon importante jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre l'offre et la demande vers 1990-1992. On prévoit, après cet intervalle, une croissance rapide des prix (Barry, 1989).

Il n'y a aucune exploitation de phosphate au Canada mais la mise en production dans quelques pays de dépôts à basse teneur, considérés comme marginaux il y a quelques années, a ouvert de nouvelles perspectives de développement si bien que les organismes gouvernementaux et l'industrie se doivent de réévaluer constamment le potentiel économique de certains dépôts face à la fluctuation du prix des roches phosphatées.

C'est dans le but de procéder à une telle évaluation que nous avons entrepris une recherche sur les indices de phosphate les plus prometteurs au Québec. Nous présentons ici les résultats de cette compilation.

2. GENERALITES

2.1 Définitions

Le terme phosphate désigne généralement toute roche, minéral ou sel contenant un ou plusieurs composés de phosphore en quantité suffisante pour être utilisé directement, ou après

enrichissement, dans la fabrication de produits phosphatés. La roche phosphatée d'origine sédimentaire, appelée phosphorite, est la matière première la plus exploitée. Le guano, un dépôt organique d'origine sédimentaire, et l'apatite, un minéral de phosphate que l'on retrouve dans de nombreuses roches ignées et métamorphiques, sont d'autres sources de phosphate.

2.2 Aperçu de l'industrie

La production mondiale de cette matière première essentielle se chiffrait en 1988 aux environs de 158 millions de tonnes métriques dont plus de 88% est utilisé dans la production d'engrais phosphatés alors que le reste est surtout utilisé pour la production de phosphore élémentaire.

Suivant un rapport d'Energie, Mines et Ressources Canada (Barry, 1989), la consommation canadienne de roche phosphatée, au cours de la période 1984-1987, a chuté de 3,3 à 1,97 Mt par année. Environ 77% de la consommation fut affectée à la production d'engrais, 16% à la production de phosphore élémentaire et 6% à la production de phosphate de calcium.

3. GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DE PHOSPHATE

Les dépôts de phosphate sont classés comme suit:

1 - Gisements d'origine sédimentaire

- a) les phosphorites
- b) les guanos

2 - Gisements d'origine ignée

- a) gisements associés aux complexes alcalins
- b) gisements associés aux complexes anorthositiques

3 - Gisements d'origine métamorphique

4 - Gisements de concentration résiduelle et d'enrichissement secondaire

3.1 Gisements d'origine sédimentaire

3.1.1 Les phosphorites

Les phosphorites forment les plus importants gisements de phosphate et représentent plus de 80% de la production mondiale de roches phosphatées. D'origine sédimentaire, les phosphorites se rencontrent dans les formations marines associées à la dolomie et au calcaire sous forme de nodules de 0,25 à 0,35 mm de diamètre. Ces nodules sont constitués du minéral francolite, une fluoroapatite carbonatée. Selon Emigh (1975), ce sont, à l'origine, des nodules d'aragonite qui sont par la suite phosphatisés par les ions de phosphate provenant de la mer. Les nodules de phosphorite peuvent se former sur place ou être remobilisés et redéposés ailleurs pour former des phosphorites exotiques. Il est généralement admis que des courants marins remontant vers la surface sont responsables de l'apport de phosphate en bordures des plate-formes continentales.

Les formations de phosphorite atteignent de grandes étendues et l'épaisseur des couches de phosphorite peut varier de quelques centimètres à plusieurs mètres. Leur teneur en P_2O_5 peut varier beaucoup aussi, de quelques pour-cent seulement à plus de 35% dans les couches composées entièrement de nodules de francolite. Le chert ainsi que des hydrocarbures brun foncé ou noirs accompagnés de quantités variables de matériel détritique, se retrouvent très souvent à l'intérieur des couches de phosphorite. De façon

générale, les gisements de phosphorite exploités dans le monde ont des teneurs en P_2O_5 supérieures à 15%; leurs réserves sont très importantes aussi et se chiffrent parfois à plusieurs centaines de millions de tonnes. Les principaux gisements exploités dans le monde se trouvent en Floride (Etats-Unis) et en Afrique du Nord (Maroc, Sahara espagnol, Algérie et Tunisie); d'importants dépôts sont aussi exploités dans plusieurs pays d'Asie, d'Océanie et d'Amérique du Sud. On constate que la plupart des gisements de phosphorites sont localisés à basse latitude, soit entre 0 et 40 degrés de latitude.

3.1.2 Les guanos

Les gisements de ce type n'ont qu'une importance historique car ils fournissent moins de 5% de la production mondiale de phosphate. Les guanos sont formés par l'accumulation des excréments d'animaux, des oiseaux de mer surtout. Ces dépôts peuvent parfois s'avérer très importants; ceux de l'île Christmas localisée dans l'océan Indien, par exemple, contiennent des réserves de plus de 200 000 000 tonnes de minerai de phosphate.

3.2 Gisements d'origine ignée

Les dépôts d'origine ignée, où le phosphate se présente sous forme de fluoro-apatite, fournissent environ 15% de la production mondiale de phosphates.

3.2.1 Gisements associés aux complexes alcalins

Les complexes de roches alcalines forment généralement des massifs à superficie limitée, à structure annulaire, au centre

desquels on retrouve ordinairement un noyau de carbonatite. L'apatite peut se trouver soit dans la carbonatite, soit dans les roches alcalines situées autour du noyau central. Le contenu en phosphate de ces roches est très variable si l'on considère que les gisements actuellement exploités (voir tableau 1) peuvent contenir entre 10 et 40% d'apatite, ce qui représente des teneurs de 4 à 18% P_2O_5 .

Les plus riches et les plus importants gisements de phosphate sont ceux de la péninsule de Kola en U.R.S.S. qui contiennent des réserves de plus de 2,7 milliards de tonnes à 18% P_2O_5 (45% apatite). Les autres gisements exploités dans le monde (Finlande, Afrique du sud, Brésil) ont tous aussi des réserves largement supérieures à 100 millions de tonnes; leurs teneurs par contre sont beaucoup plus faibles, soit de 4 à 7% P_2O_5 , ce qui représente un contenu en apatite de 10 à 17%.

3.2.2 Gisements associés aux complexes anorthositiques

L'apatite accompagne fréquemment aussi les minéralisations en oxydes de fer-titane associées aux anorthosites ou à des roches reliées aux massifs anorthositiques (ferrodiorites, norites, monzonites, jotunités). Les teneurs observées dans ces gisements dépassent rarement 4% P_2O_5 quoique des teneurs de plus de 15% peuvent être observées localement dans des dykes ou petits amas lenticulaires constitués essentiellement d'oxydes de fer-titane et d'apatite. On ne rapporte aucune exploitation dans ce type de gisement.

TABLEAU 1

GISEMENTS D'APATITE EXPLOITÉS DANS LE MONDE

LOCALISATION	ROCHE EXPLOITÉE	RÉSERVES	TENEURS	PRODUCTION
Palabora AFRIQUE DU SUD	Pyroxénite Foskorite (roche à serpentine- magnétite-apatite	600 000 000 t	7 % P_2O_5 10,5 % P_2O_5	3,25 millions t/année de concentré à 36,5 % P_2O_5
Siilinjarvi FINLANDE	Glimmélite- carbonatite	465 000 000 t	35 % P_2O_5	500 000 t/année de concentré à 36 % P_2O_5
Jaçupiranga BRESIL	Carbonatite	100 000 000 t	5 % P_2O_5	142 000 t/année de concentré (36-38 %) P_2O_5
Khibiny URSS	Dépôts d'apatite- néphéline associés à des roches ijoli- tiques stratifiées	2 700 000 000 t	18 % P_2O_5	15 000 000 t/année de concentré à 39, 5% P_2O_5
Kovdor URSS	Roches à apatite- magnétite	700 000 000 t	10 % apatite 50 % magnétite	900 000 t.p.a. de concentré (35 % P_2O_5

Références : Notholt (1979), Silvia & Andery (1972), Chadwick (1981), Clarke (1981), Barry (1989)

3.3 Gisements d'origine métamorphique

L'apatite est un minéral assez commun dans les roches de métamorphisme régional ou de contact. La fluoroapatite est fréquemment associée à la phlogopite dans les marbres calcitiques impurs ou dans des roches calco-silicatées métasomatisées riches en diopside. Des exemples classiques de ce type de dépôts se trouvent dans les roches du Supergroupe de Grenville en Ontario et au Québec, notamment dans la région comprise entre les rivières Gatineau et du Lièvre.

3.4 Gisements de concentration résiduelle et d'enrichissement secondaire

Des concentrations élevées en apatite peuvent se trouver dans le régolite formé par l'altération et la dissolution sur place des carbonatites. Ces dépôts sont généralement constitués d'une zone de carbonatite altérée, lessivée et enrichie en apatite, laquelle est recouverte d'un résidu composé surtout de phosphates (apatite et/ou francolite) et de goethite.

L'épaisseur de la zone de carbonatite altérée peut varier dans le même gisement de quelques mètres à plus de 150. Les teneurs peuvent varier beaucoup aussi, de quelques pour-cent à plus de 40%.

L'épaisseur du résidu, qui remplit les creux et les dépressions au sommet de la carbonatite altérée, est extrêmement variable de même que son contenu en phosphate. En certains endroits, le résidu peut être composé entièrement ou presque de minéraux de phosphate, alors qu'en d'autres endroits la goethite prédomine largement.

Les exemples classiques de ce type de dépôt se trouvent en Finlande (complexe de carbonatite de Sokli) et en Ontario (complexe alcalin de Cargill). Les deux dépôts font présentement l'objet de développement; celui de Cargill pourrait être exploité dans un avenir rapproché.

4. DÉPÔTS DE PHOSPHATE AU QUÉBEC

La figure 1 montre la localisation des principaux gîtes de phosphate décrits dans ce rapport. Seulement quelques gîtes très mineurs de phosphorite ont été signalés au Québec alors que des concentrations assez intéressantes d'apatite ont été trouvées dans des complexes de roches alcalines ainsi que dans divers types de roches ignées reliées à des massifs anorthositiques. L'apatite se rencontre aussi dans des zones de roches calco-silicatées à diopside associées aux marbres calcitiques hautement métamorphisés du Grenville. C'est dans ce contexte géologique qu'ont été exploités de nombreux gisements d'apatite entre 1869 et 1951.

4.1 Gisements d'origine sédimentaire

4.1.1 Les phosphorites

Quelques gîtes très mineurs de roche phosphatée d'origine sédimentaire, qui peuvent être rattachés à des phosphorites, ont été signalés au Québec. Nous les décrivons brièvement même si de toute évidence ils ne présentent aucun intérêt économique.

Rivière Ouelle (Numéro 1 sur la figure 1)

Spence (1921) et Hubert (1973) rapportent que des fragments

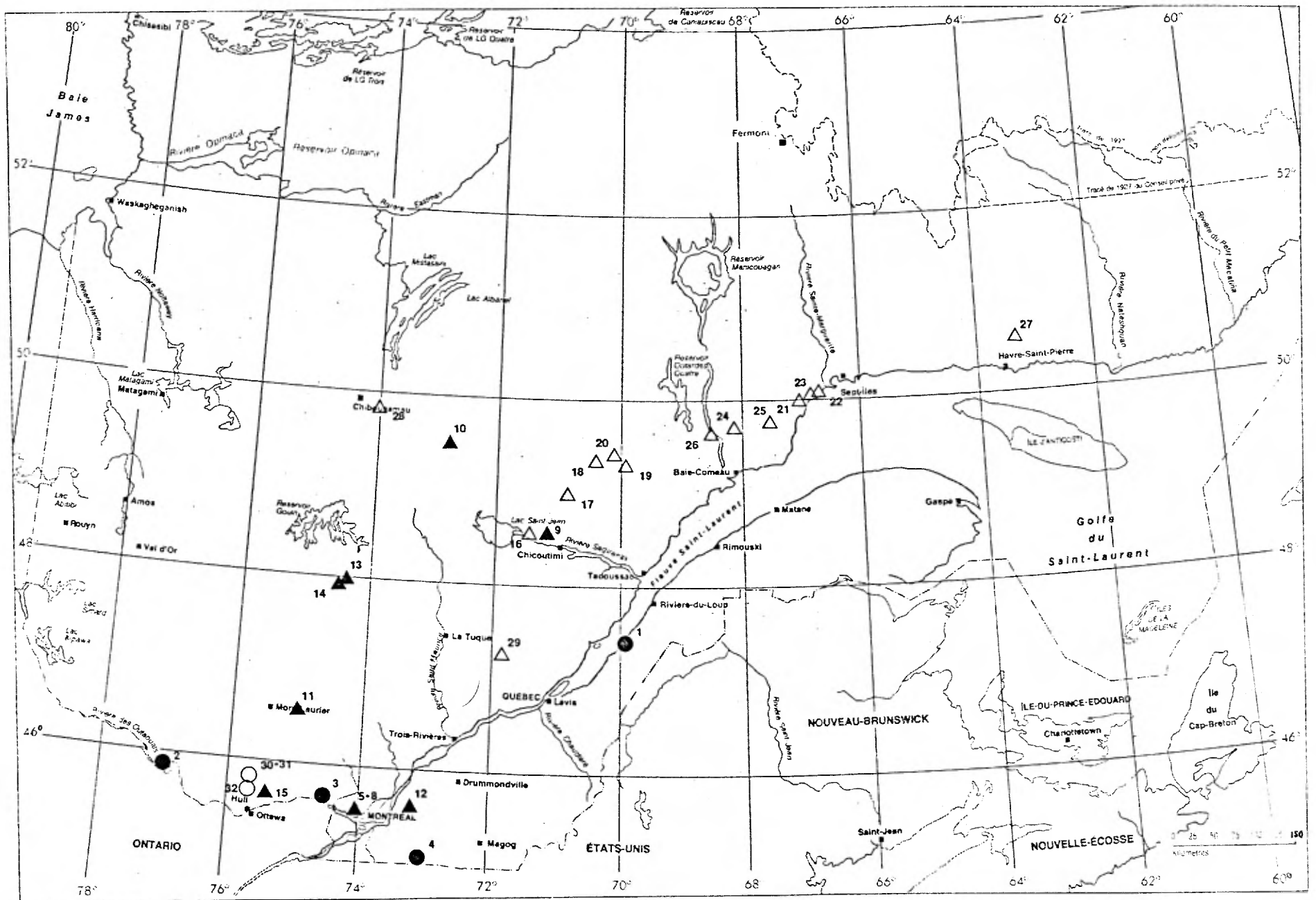


FIGURE 1 LOCALISATION DES GÎTES DE PHOSPHATE DÉCRITS DANS LE RAPPORT AVEC LEUR NUMÉRO CORRESPONDANT

▲ GÎTES D'ORIGINE IGNÉE ASSOCIÉS AUX COMPLEXES ALCALINS
○ GÎTES D'ORIGINE MÉTAMORPHIQUE

△ GÎTES D'ORIGINE IGNÉE ASSOCIÉS AUX COMPLEXES ALCALINS ET AUX ANORTHOSITES
● GÎTES DE PHOSPHORITE

de collophane (variété de fluoroapatite), d'un diamètre variant de 2 à 72 mm, forment un élément important des lentilles de conglomérat arkosique à quartz-siltstone que l'on trouve au sein des arkoses de la Formation de Saint-Roch d'âge cambro-ordovicien, dans la région de Rivière-Ouelle. Les particules sont équidimensionnelles, aplaties, subarrondies ou anguleuses avec des arêtes pointues et saillantes. Les particules de collophane noir brunâtre contiennent des grains de quartz et de feldspath de la grosseur du silt. Le collophane représente aussi un constituant mineur des calcaires de la même formation. Selon Spence (1921), les particules donnent à l'analyse 40,34% $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ alors qu'un échantillon d'un tube creux de serpulite associé a donné à l'analyse 67,53% $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$.

Rapide-des-Allumettes (Numéro 2 sur la figure 1)

Le grès ordovicien qui affleure au pied des Rapides-des-Allumettes contient une certaine quantité de nodules phosphatifères brun foncé associés à des coquilles de brachiopodes, elles-mêmes hautement phosphatées. D'après Spence (1921), certains de ces nodules ont 5 cm de long et 2,5 cm de diamètre et il est plus que probable que ce sont des coprolites. Un échantillon pris à l'île des Allumettes a fourni à l'analyse 36,38% $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$.

Grès phosphaté de Grenville (Numéro 3 sur la figure 1)

Des nodules semblables à ceux observés aux Rapides-des-Allumettes se trouvent ici aussi dans des grès ordoviciens

(Spence, 1921).

Phillipsburg-Est (Numéro 4 sur la figure 1)

Dans ce prospect d'uranium (fiche de gîte 31 H/03-017), on observe des fragments rocheux noirs provenant de petits lits d'origine sédimentaire de phosphorite dans lesquels l'uranium a précipité sous forme d'un minéral non identifié.

4.2 Gisements d'origine ignée

4.2.1 Gisements associés aux complexes alcalins

Quelques-uns des complexes alcalins du Québec sont surtout reconnus pour leurs importantes concentrations en niobium. Certains d'entre eux contiennent également des quantités non négligeables d'apatite.

4.2.1.1 Le complexe de carbonatite d'Oka

Le complexe d'Oka est l'un des dépôts de carbonatite les plus connus au Canada. Suivant Pouliot (1969) et Currie (1976), le complexe mesure 6,5 km de long par 2,5 km de large. Il se compose surtout de roches carbonatées rubanées à l'intérieur desquelles on retrouve des roches alcalines silicatées qui constituent des masses en forme de croissant, des masses tabulaires ou des dykes recourbés. Les différentes unités sont essentiellement concentriques et définissent des dykes annulaires ou des "cone-sheets".

Le complexe d'Oka est surtout connu pour sa minéralisation en niobium, mais l'apatite représente aussi un minéral accessoire important dans plusieurs types de roche dont la sövite

(carbonatite à calcite), la rauhaugite (carbonatite à dolomite), l'okaite et la jacupirangite. L'apatite représente aussi entre 10 et 30% d'une roche à magnétite-apatite qui apparaît en poches ou lentilles dans la sovite; elle se retrouve aussi en quantités importantes dans la rauhaugite (carbonatite à dolomite) qui affleure en bordure ouest du complexe, à l'intérieur d'une zone arquée de quelque 700 mètres de long sur 200 mètres de large.

Des analyses chimiques effectuées sur des échantillons typiques de roche à apatite ont donné des teneurs de 11,56% P_2O_5 pour la roche à magnétite-apatite et de 7,16% P_2O_5 pour la rauhaugite à apatite (Gold et Vallée, 1969). Ces types de roche riches en apatite ne constituent pas toutefois des masses homogènes et les teneurs observées à l'échelle de gisements exploitables sont beaucoup plus faibles. Nous décrivons brièvement quelques gîtes de niobium où l'apatite a été observée comme minéral accessoire important. La figure 2 localise ces gîtes dans le complexe alcalin d'Oka.

Bouscadillac-A

LOCALITÉ A (figure 2) FICHE DE GÎTE: 31 G/09-010
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Nb
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Fe, Ap, Tr, U, Th
 LOCALISATION - CANTON: LAC-DES-DEUX-MONTAGNES (S) RANGS: ST-JEAN-S, ST-BENOIT, L'ANNONCIATION LOTS: 71-72(J), 73-74(B), 303(A)
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5041900 EST: 571750
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Gisement FORME: Indéterminée

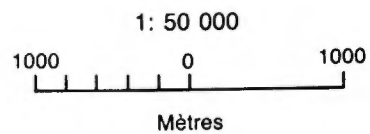
Il s'agit d'un gisement de niobium dans une carbonatite (sovite) du complexe d'Oka. Les réserves sont évaluées à 3 447 000 t probables à 0,1% Nb_2O_5 , 0,5% Tr et 10,0% Ap.

GÎTES D' APATITE DE LA RÉGION D' OKA



- CRÉTACÉ INFÉRIEUR**
Complexe d'Oka
6 Alnoïte et Lamprophyre
5 Urtite et Ijolite
4 Okaïte et Jacupirangite
3 Carbonatite
CAMBRIEN
2 Grès du groupe de Potsdam

- PRÉCAMBRIEN**
1 Paragneiss et Anorthosite
 ○ FOSSE D' EXTRACTION
 ■ PUIS
A SITE MINÉRALISÉ



Géologie: CURRIE (1976), d' après GOLD et VALLÉE (1969) et GLOBENSKY (1982A, 1982B)

Conception et réalisation: MICHEL RIOUX

FIGURE 2

Advance

LOCALITÉ B (figure 2) FICHE DE GÎTE: 31 G/09-011
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Nb
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Tr, Ap, Fe
 LOCALISATION - CANTON: LAC-DES-DEUX-MMONTAGNES (S) RANG: PETIT
 ST-JOSEPH LOT: 172
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5042050 EST: 573150
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Gisement FORME: Indéterminée

Il s'agit d'un gisement de niobium accompagné de terres rares, d'apatite et de fer dans une carbonatite (sovite). La minéralisation en pyrochlore, apatite, magnétite et pyrite est disséminée. Les réserves sont évaluées à 3,3 Mt probables à 3,1% Nb₂O₅, 0,31% Tr et 9,1% Ap.

Mine Main Oka

LOCALITÉ C (figure 2) FICHE DE GÎTE: 31 G/09-016
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Nb
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Tr, CC, Th, Ta, Ap, Fe
 LOCALISATION - CANTON: LAC-DES-DEUX-MONTAGNES (S) RANG: COTE STE-
 SOPHIE LOT(S): 327,329
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5039300 EST: 575700
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Mine fermée FORME: Lentille

Il s'agit d'un gisement de niobium accompagné de terres rares, de calcite, de thorium, de tantale, d'apatite et de fer dans une carbonatite (sovite). La minéralisation est disséminée et consiste en pyrochlore, pérovskite, niocalite, apatite et magnétite. Les réserves sont évaluées à 3 628 000 t prouvées et probables à 0,48% Nb₂O₅. Ce gisement, exploité entre 1974 et 1976, est l'extension nord de la zone A de la mine de St-Lawrence Columbiun.

Mine St-Lawrence Columbium

LOCALITÉ D (figure 2) FICHE DE GÎTE: 31 G/09-018
SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Nb
SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Tr, Mi, Th, CC, Fe, Ap
LOCALISATION - CANTON: LAC-DES-DEUX-MONTAGNES (S) RANG: COTE STE-SOPHIE LOTS: 330, 332
COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5038900 EST: 575650
DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
ETAT: Mine fermée FORME: Lentille

Il s'agit d'un gisement de niobium accompagné de terres rares, de mica, de thorium, de calcite, de fer et d'apatite dans la carbonatite (sovite à pyroxène et à biotite). La minéralisation est disséminée et consiste en pyrochlore, magnétite, apatite, pérovskite, bétafite et niocalite. Les réserves sont évaluées à 16 692 000 t prouvées et probables à 0,44% Nb₂O₅. Ce gisement, exploité de 1961 à 1976, avait une teneur de 5 à 8% d'apatite.

4.2.1.2 Le complexe alcalin de Saint-Honoré

Ce complexe, situé à 13 km au nord de Chicoutimi, est actuellement exploité par Niobec pour le niobium. L'apatite y est un minéral accessoire important. Le complexe se présente sous forme annulaire et couvre une superficie de 25 km². Recouvert d'une épaisseur de plus de 75 mètres de calcaire d'âge Ordovicien, le complexe se compose d'un noyau central de carbonatite, d'un anneau circulaire de roches alcalines à feldspath et feldspathoïdes entourant la carbonatite, et d'un amas triangulaire de syénite à cancrinite et grenat occupant la partie sud-est du complexe. La mine Niobec est le seul gîte minéral connu à l'intérieur du complexe alcalin de Saint-Honoré.

Mine Niobec (Saint-Honoré)

NUMERO SUR CARTE: 9 FICHE DE GÎTE: 22 D/11-012
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Nb
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap, Tr
 LOCALISATION - CANTON: SIMARD RANG: VII LOT(S): 28-30
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5376950 EST: 340350
 DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
 ETAT: Mine active FORME: Amas TAILLE: 1

La mine Niobec comprend deux zones contigües minéralisées en niobium s'étendant sur une superficie de 600 mètres sur 750 mètres dans le secteur sud du noyau de carbonatite. Dans chacune des zones minéralisées, l'apatite forme un minéral important, associé étroitement au niobium dont elle constitue d'ailleurs un des meilleurs indicateurs. Le contenu en apatite est d'environ 8% dans la zone #1 et de 6 à 8% dans la zone #2 (Vallée et Dubuc, 1970; Bonneau, 1981; EMR, 1981). Au 31 décembre 1988, les réserves des deux zones se chiffraient à 12 163 735 t à 0,653% Nb₂O₅ (Lachance, 1989).

Dans le procédé de traitement du niobium, la première étape de sélectivité (préflottation des carbonates) rejette près de 50% en poids de l'apatite de toute l'alimentation à une teneur moyenne de 10-12%. Ce rejet représente un sous-produit potentiel du niobium. Des essais de concentration effectués en usine-pilote sur les rejets de la mine Niobec ont permis d'obtenir des concentrés titrant 33,9% P₂O₅ avec une récupération de 78,5% (Archambault, 1981; Delisle, 1981).

4.2.1.3 Le complexe alcalin de Crevier

Ce complexe est situé à 55 km au nord-ouest de Girardville, près du lac Saint-Jean. Suite à la découverte du complexe en 1975 à l'aide de techniques radiométriques aéroportées, SOQUEM y a

effectué des travaux d'exploration et de mise en valeur pour le niobium entre 1975 et 1978. En plus de minéralisations en niobium, tantale et uranium, le complexe renfermerait aussi des teneurs intéressantes en apatite comme le montre la description suivante de la propriété de SOQUEM.

Crevier-Lagorce

NUMERO SUR CARTE: 10 FICHE DE GITE: 32 H/07-001
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Nb, Ta
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Zn, Ap, U, Ti, Po
 LOCALISATION - CANTON: CREVIER RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5482250 EST: 660875
 DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
 ETAT: Gisement FORME: Lentille

Les minéralisations en apatite sont surtout concentrées dans la partie nord du complexe à l'intérieur d'une bande de 800 à 1 500 mètres de largeur, s'étendant sur plus de 6 km en direction nord-est. Cette bande regroupe plusieurs types lithologiques dont les carbonatites qui recèleraient les concentrations les plus intéressantes en apatite (3 à 40%, 10 à 15% selon les différentes sources). On estime que les carbonatites représentent environ 25% de la bande mais les travaux effectués à date n'ont pas permis, semble-t-il, de déceler de larges étendues de carbonatite homogène (Bonneau, 1981). Celle-ci suit plutôt, avec les autres types lithologiques observés (syénite à biotite, syénite à néphéline, syénite à biotite carbonatée), un rubanement à l'échelle décimétrique ou millimétrique, ce qui signifie qu'à l'échelle de gisements exploitables, les teneurs en apatite pourraient s'avérer assez faibles.

4.2.1.4 Le complexe de Sainte-Véronique

Dans le complexe annulaire de pyroxénite, de shonkinite, de

syénite et de pulaskite de Sainte-Véronique, l'apatite est toujours visible à l'oeil nu. Rive (1976) donne les analyses modales suivantes de différents types de roches associées au complexe:

Pyroxénite massive	4,4%	apatite
Pyroxénite à biotite	6,1%	
Shonkinite pegmatoïde	18,2%	
Shonkinite porphyroïde	7,4%	
Shonkinite tachetée	3,4%	

La shonkinite à texture pegmatoïde, avec des teneurs pouvant atteindre près de 20% d'apatite, a déjà fait l'objet de travaux pour l'apatite (voir prospect décrit plus loin). La shonkinite se rencontre immédiatement au nord de Sainte-Véronique où elle formerait, en bordure du stock central, une intrusion satellite de quelque 600 mètres de long sur 300 mètres de largeur maximum. A cause de l'épaisse couche de mort-terrain, les affleurements de shonkinite sont très épars et les limites exactes de l'intrusion ne sont pas très bien connues.

Sainte-Véronique

NUMERO SUR CARTE: 11 FICHE DE GITE: 31 J/10-001
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: TURGEON RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5152950 EST: 500800
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Prospect FORME: Indéterminée

Ce prospect d'apatite se situe dans la shonkinite à texture pegmatoïde qui affleure sur le flanc oriental d'une colline, à l'ouest de l'intersection des routes du lac Gingras et McCaskill. Suite aux travaux de Rive en 1973, la propriété fut jalonnée et optionnée par Mattagami Lake Mines qui effectua au cours de l'année 1975 un levé magnétique ainsi qu'une cartographie

détaillée de la zone. Un échantillon en vrac de minerai, prélevé par dynamitage, fut aussi expédié à Mattagami pour des essais de concentration. Les résultats furent encourageants et un programme de forage fut proposé afin de vérifier la teneur et l'étendue du dépôt. Six trous de forage, répartis à l'intérieur d'un quadrilatère de 250 mètres de côté, furent alors effectués à des profondeurs variant entre 40 et 60 mètres. Dans 5 des 6 trous, la teneur moyenne observée variait entre 3,5 et 4,25% P_2O_5 tandis que la teneur maximale observée fut de 5,9% P_2O_5 . Ces résultats ont été jugés trop faibles pour justifier la poursuite des travaux.

4.2.1.5 L'intrusion alcaline du mont Saint-Hilaire

Le mont Saint-Hilaire fait partie de la province pétrographique des Collines Montérégiennes. D'une superficie de 9 km², le pluton est constitué, dans sa partie ouest, de roches gabbroïques, ultramafiques et dioritiques. Ces roches contiennent généralement entre 2 et 10% d'apatite. La moitié est constituée de roches syénitiques et de brèches à trame syénitique (Currie, 1976; Pouliot, 1969). Des zones riches en apatite peuvent être observées localement. Une seule de ces zones, située près du lac Hertel, a fait l'objet de travaux d'exploration. Ce prospect est décrit ci-dessous.

Mont Saint-Hilaire

NUMERO SUR CARTE: 12 FICHE DE GITE: 31 H/11-005
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap, Nb
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): F, Ti
 LOCALISATION - CANTON: ROUVILLE (S) RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5044950 EST: 643700
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Gisement FORME: Amas

Ce prospect d'apatite et de terres rares fut étudié vers la

fin des années 50 par la compagnie Chess Mining Corporation dans le secteur du lac Hertel, au sommet de la montagne. L'apatite s'y trouve associée à des pyroxénites surtout, qui en contiendraient entre 8 et 16%; l'apatite se trouve aussi, mais en quantité moindre, dans le gabbro et la syénite. Des forages au diamant, effectués par la compagnie, ont permis de délimiter une zone approximative de 300 mètres de long par 15 mètres de large contenant 8% d'apatite en moyenne. Des essais de concentration effectués sur des échantillons de 50 et 300 livres ont permis d'obtenir des concentrés renfermant respectivement 39,3% et 34,4% P_2O_5 ; la récupération fut faible cependant dans les deux cas (45 et 42%). La compagnie décida alors d'abandonner les travaux.

4.2.1.6 Les intrusions de suzorite de la région de Parent

Dans la région de Parent, l'apatite est parfois associée à la suzorite, une roche riche en phlogopite et diopside/augite. Cette roche, qui a fait l'objet de développement comme source de mica broyé, contient en effet jusqu'à 11% d'apatite par endroits. L'origine de la roche, qui se présente sous forme d'amas lenticulaires ou de cheminées subcirculaires, n'est pas très bien établie: elle semblerait faire partie des roches magmatiques basiques mais certains auteurs lui prêtent aussi une affinité alcaline. Les gisements de mica les plus riches en apatite sont ceux de la mine Siscoe et du dépôt de Wapoos.

Mine Siscoe

NUMERO SUR CARTE: 13 FICHE DE GITE: 31 O/16-001
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Mi
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap
 LOCALISATION - CANTON: SUZOR RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5311250 EST: 547050 APPROX.
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Mine fermée FORME: Lentille

Ce gisement de mica contient des réserves de minerai de l'ordre de 1 Mt à 65-70% de phlogopite, 13% de feldspath, 10% d'apatite et un peu d'hypersthène. L'apatite y apparaît en cristaux, d'une fraction à plus de 4 millimètres, coincés entre les livrets de phlogopite. Des essais préliminaires de concentration ont permis de récupérer plus de 89% de l'apatite.

Dépôt Wapoos

NUMERO SUR CARTE: 14 FICHE DE GITE: 31 O/16-006
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Mi
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap
 LOCALISATION - CANTON: DANDURAND RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5301500 EST: 538200
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Indice FORME: Dyke

Ce gîte de mica mesure 600 m de long, 60 m de large et 80 m d'épais. La roche constituante est un gneiss à phlogopite-diopside (suzorite) et la roche encaissante est un paragneiss à hornblende et biotite. Le gîte contient de 35 à 45% de phlogopite, 30% de diopside, 15% de feldspath, 10% d'apatite et de minéraux opaques (Brun, comm. écrite).

4.2.1.7 Carbonatite de la région de Buckingham (numéro 15 sur la figure 1)

Sur le lot 5 du rang VI, canton de Buckingham, Goudge (1935) a observé la présence abondante d'apatite dans un gros gisement de calcaire magnésien rouge (carbonatite ?) mesurant 335 m sur 122 m,

le long du ruisseau McNaughton, au sud-ouest de celui-ci. Le calcaire (marbre) est de grain fin à moyen et la plus grande partie est rouge brunâtre, bien que par endroits il ait une teinte verdâtre, à cause des nombreux cristaux d'apatite qu'il contient. Trois échantillons riches en apatite ont donné des teneurs variant de 11.88 à 13.75% d'apatite.

4.2.2 Gisements associés aux complexes anorthositiques

4.2.2.1 Le complexe anorthositique du lac Saint-Jean

Le complexe anorthositique du lac Saint-Jean, qui couvre une superficie de plus de 2 000 km², a été mis en place dans des gneiss migmatitiques de la terrane de Morin, à l'intérieur de la ceinture monocyclique allochtone (Rivers et al., 1989). Sa composition varie de la leuconorite à la leucotroctolite en passant par l'anorthosite à andésine et à labradorite (Dimroth et al. 1980). Le complexe anorthositique contient de nombreux gîtes d'apatite dont certains sont associés à des minéralisations de fer-titane et d'autres à la magnétite. L'apatite se trouve également dans des roches plutoniques telles la mangérite et la ferrodiorite associée à l'anorthosite. L'apatite accompagne dans ce cas les minéralisations de magnétite et de pyrite. Plusieurs gîtes d'apatite, dont les plus importants sont décrits ci-dessous, sont regroupés dans les régions de Saint-Charles, du lac de la Hache et du lac Riverin.

Saint-Charles

NUMERO SUR CARTE: 16 FICHE DE GITE: 22 D/11-008
SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Im
SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap, V
LOCALISATION - CANTON: BOURGET RANG: I LOT(S): 44-48
COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5376530 EST: 318110
DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
ETAT: Gisement FORME: Amas

Les gisements de magnétite titanifère de Saint-Charles, au nord de la rivière Saguenay, à 25 km à l'est du lac Saint-Jean, se présentent sous forme d'amas irréguliers, de dimensions variables, recoupant les roches anorthositiques (Jooste, 1959). Certains gisements contiennent, en plus de l'ilménite et de la magnétite, de 5 à 30% d'apatite en grains de 0,5 à 7,5 mm de diamètre. La teneur en apatite de ces dépôts est très variable, et ce, à l'intérieur même des masses individuelles.

Osborne (1944) a suggéré la possibilité d'extraire le phosphore des dépôts de Saint-Charles riches en apatite. Une forte quantité de minerai (1 100 lbs) a été envoyée aux laboratoires du Ministère des Mines à Ottawa pour fins expérimentales. Les résultats de ces essais parurent dans les rapports Nos. 2213 et 2213d, publiés par le Ministère des Mines d'Ottawa. L'échantillon envoyé contenait 9,65% P_2O_5 (22,8% apatite), 34,84% Fe et 12,76% TiO_2 . A partir de ce matériel, les essais ont démontré qu'on pouvait, par séparation magnétique suivie de flottation, récupérer 76,7% de l'apatite et obtenir un concentré de 61,0% Fe et de 11,1% TiO_2 .

La Hache-Est

NUMERO SUR CARTE: 17 FICHE DE GITE: 22 D/15-001
SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Im
SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap, V
LOCALISATION - CANTON: DUBUC 40 RANG: LOT:
COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5425170 EST: 360860
DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
ETAT: Gisement FORME: Strate

Ce gisement, situé au NE du réservoir Lamothe, à 75 km environ au nord de Chicoutimi, fait partie d'une vaste zone minéralisée en ilménite-magnétite accompagnée d'apatite et de vanadium (Laurin et Sharma, 1975). La minéralisation en magnétite, ilménite, apatite et hématite est massive, en couches discontinues et en lentilles, et disséminée dans la monzonite à magnétite et la monzonite-syérite contenues dans l'anorthosite.

Les travaux d'exploration effectués conjointement par SOQUEM et Terra Nova Explorations sur un secteur d'une zone particulièrement riche en minerai, localisée dans les environs du lac de la Hache, ont révélé localement jusqu'à 15% d'apatite. Suivant les forages effectués (5 trous totalisant 460 m), la zone intéressante de monzonite renfermerait des réserves de 20 320 000 tonnes de minerai contenant en moyenne 25 à 29% Fe, 5 à 6% TiO_2 et de 5 à 6% P_2O_5 . Des essais de concentration furent aussi effectués aux laboratoires du Ministère des Richesses Naturelles du Québec et un concentré titrant 39,8% P_2O_5 a pu être obtenu par séparation magnétique et flottation.

Lac Gouin-SSO

NUMERO SUR CARTE: 18 FICHE DE GITE: 22 E/08-003
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Fe, Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: 0242 RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5466150 EST: 398400
 DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
 ETAT: Indice FORME: Amas

L'apatite constituerait jusqu'à 15% d'une monzonite riche en magnétite qui affleure dans la région du lac Riverin, au sud du réservoir Pipmuacan (Anderson, 1963). La monzonite est une roche massive, sans quartz, contenant plus de 10% de minéraux foncés (jusqu'à 35% dans certains affleurements). La monzonite est associée, avec des syénites, à l'anorthosite du lac Saint-Jean.

4.2.2.2 Le batholite anorthositique de Labrieville

Composé essentiellement d'anorthosite à andésine, ce batholite forme une intrusion semi-circulaire de 405 km² entourée de gneiss verts et de poches irrégulières et de lentilles de diorite et de gabbro. Le batholite renferme aussi plusieurs faciès de roches dioritiques caractérisées par des teneurs élevées en magnétite, ilméno-magnétite et apatite.

La diorite à apatite se retrouve dans la zone de bordure (variétés leucocrate et intermédiaire) ainsi qu'à l'intérieur de la masse (variété mafique) où elle fait alors intrusion.

Morin (1969) donne les compositions minéralogiques suivantes pour la diorite à apatite:

	<u>Variété mafique</u>	<u>Var. intermédiaire</u>	<u>Leucocrate</u>
Andésine	39,2	55,6	71,4
Augite	18,7	15,3	12,0
Hypersthène	16,6	8,1	9,6
Apatite	8,8	8,5	2,1
Ilméno-magnétite	16,1	12,4	5,6

Deux des principaux gîtes d'apatite associée à la diorite sont décrits ci-dessous. Le premier se situe sur la rive du lac Sault-aux-Cochons alors que le second est localisé dans la région du lac Catherine, au sud du réservoir Pipmuacan.

Indice du lac Sault-aux-Cochons

NUMERO SUR CARTE: 19 FICHE DE GITE: 22 F/05-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION-CANTON: LE BAILLIF
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5456900 EST: 430675
 DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
 ETAT: Indice FORME: Lentille

La variété mafique de la diorite à apatite affleure dans la partie sud-est du lac Sault-aux-Cochons où elle forme, dans l'anorthosite, une apophyse orientée NE-SO et mesurant 820 m de longueur par 97 m de largeur. L'apatite, en prismes arrondis d'environ 1 mm de diamètre, constitue jusqu'à 8,8% de ce faciès.

Lac Catherine-343

NUMERO SUR CARTE: 20 FICHE DE GITE: 22 E/08-001
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Fe, Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Py
 LOCALISATION-CANTON: 0343
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5470800 EST: 418250
 DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
 ETAT: Indice FORME: Lentille

Il s'agit d'un indice de fer et d'apatite dans une diorite magnétique à pyrite et apatite en amas lenticulaire dans une anorthosite porphyrique. La diorite magnétique est une roche pourpre foncée à grain fin ou moyen, massive et un peu schisteuse qui affleure dans la région du lac Catherine au sud du réservoir

Pipmuacan (Anderson, 1962). Elle se présente en couches de quelques mètres à plus de 150 m, recoupant des anorthosites porphyriques et stratifiées; on la retrouve aussi associée à des gneiss. La diorite se compose de minéraux foncés (25 à 75%), d'apatite (5 à 20%) et de pyrite (5%).

4.2.2.3 L'anorthosite de Rivière-Pentecôte

Le complexe anorthositique de Rivière-Pentecôte, décrit par Martignole et Nantel (1989), est constitué d'un massif anorthositique et de son enveloppe mangéro-granitique. Le massif d'anorthosite, qui s'étend le long de la côte nord du Saint-Laurent entre Rivière-Pentecôte et Port-Cartier, forme un dôme dont la partie orientale est affaissée dans le graben du Saint-Laurent. Cinq unités y ont été reconnues, soit, du coeur (base) vers la périphérie (sommet) du massif: a) une anorthosite à lits de leuconorite à grain fin, b) une anorthosite à pyroxène, c) une leucotroctolite, d) une leuconorite, e) des roches de transition.

D'après Nantel (1985) et Martignole & Nantel (1989), des quantités importantes d'apatite se trouvent en disséminations ou sous forme de veines ou de nodules dans la partie supérieure de l'unité de leuconorite ainsi que dans des horizons de ferrodiorite faisant partie des roches de transition. Seulement les principaux gîtes d'apatite sont décrits ci-dessous.

Lac Castor

NUMERO SUR CARTE: 21 FICHE DE GITE: 22 G/14-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: 0656 RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5536600 EST: 631050
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Indice FORME: Lentille

A l'intérieur des terres, les gneiss noritiques contiennent des nodules et des veines d'apatite. Les nodules ont 2 à 15 cm de diamètre et les veines, de 1 à 3 cm d'épaisseur et moins de 4 m de longueur. Les grains d'apatite, de 1 mm à 2 cm de long, sont automorphes et leur concentration varie de 5 à 50%. L'apatite est principalement associée à l'orthopyroxène, au plagioclase et accessoirement à la magnétite et au grenat.

Havre de l'Ouest

NUMERO SUR CARTE: 22 FICHE DE GITE: 22 J/02-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: LENEUF RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5544950 EST: 660725
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Indice FORME: Lentille

La leuconorite non déformée contient, à cet endroit, de 1 à 20% et localement jusqu'à 30% d'apatite uniformément distribuée ou concentrée dans des poches ou des veines centimétriques à décimétriques. La dimension des cristaux varie de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Les amas d'apatite forment jusqu'à 5% de la roche. La leuconorite à apatite contient également des lentilles décimétriques de ferrodiorite contenant de 2 à 10% d'apatite.

Havre du Père-Ringuette

NUMERO SUR CARTE: 23 FICHE DE GITE: 22 J/02-003
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: LENEUF RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5543700 EST: 656000
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Indice FORME: Strate

Huit échantillons provenant d'un horizon de ferrodiorite à pigeonite ont donné une teneur moyenne de 3,47% P_2O_5 avec des valeurs variant de 3 à 5%. Deux concentrés d'apatite obtenus respectivement par flottation et par triage au binoculaire ont donné 38,6% et 41,6% P_2O_5 . Cet horizon mesure 900 m de long par 125 m de large et contourne la partie NO de l'usine de la compagnie Cascades à Port-Cartier.

4.2.2.4 Le massif anorthositique de Baie Trinité

D'après Franconi et al. (1975), le massif de Baie Trinité a une allure stratoïde. Il affleure depuis la rivière aux Outardes, près du barrage Outardes IV, jusqu'à Franquelin, sur la rive du Saint-Laurent. Il est constitué surtout d'anorthosite généralement massive qui devient déformée en bordure, au contact avec les roches encaissantes. Cette phase de déformation semble être contemporaine de l'orogénie grenvillienne. L'anorthosite est une roche grossièrement grenue composée de phénocristaux de bytownite dans une matrice de labradorite. L'anorthosite gabbroïque et le gabbro anorthositique forment des différenciations locales dispersées dans le massif anorthositique. Suite à des travaux d'exploration, SOQUEM a découvert des indices d'apatite qui sont décrits ci-dessous. Ces indices sont localisés dans le gabbro anorthositique et dans le gneiss encaissant.

Lac Franquelin

NUMERO SUR CARTE: 24 FICHE DE GITE: 22 F/09-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: MORENCY 5 RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5500725 EST: 560500
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Indice FORME: Lentille

Associés à l'anorthosite de Baie Trinité, un total de 13 horizons de gabbro, dont la puissance varie de 2 à 30 m, ont donné des teneurs variant entre 3,6 et 5,9% P_2O_5 . On a observé entre 2 et 20% d'apatite dans le gabbro (McCann, 1977).

Lac Huard

NUMERO SUR CARTE: 25 FICHE DE GITE: 22 G/10-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: 0555 RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5509725 EST: 604400
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Indice FORME: Lentille

Entre les complexes d'anorthosite de Baie Trinité et de Rivière Pentecôte, un gneiss très magnétique, peu folié, contenant surtout du feldspath potassique et du plagioclase, a donné 13,58% P_2O_5 (Grenon, 1977).

Lac Varin

NUMERO SUR CARTE: 26 FICHE DE GITE: 22 F/10-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: 0450 RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5496675 EST: 534950
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Indice FORME: Lentille

Un gabbro bréchique recoupé par des pegmatites a donné 5,95 et 4,75% P_2O_5 (Grenon, 1977).

4.2.2.5 Le massif d'anorthosite de Havre-Saint-Pierre

Selon Sharma et Franconi (1975), le massif d'anorthosite de Havre-Saint-Pierre s'étend à l'ouest du lac Puyjalou sur une distance de 150 km et monte jusqu'à 150 km au nord de Havre-Saint-Pierre. Il couvre une superficie de près de 11 000 km².

L'anorthosite est une roche généralement à texture grenue à largement grenue, équigranulaire ou porphyroïde, et possède une teinte blanche à gris clair. Le massif d'anorthosite a été fortement déformé pendant l'orogénie grenvillienne.

L'anorthosite du massif de Havre-Saint-Pierre contient de nombreux gîtes d'ilménite et de magnétite d'étendue variable. D'importantes zones minéralisées affleurent aux lacs Puyjalon, Allard, Tio, Manitou et Magpie. Dans les zones minéralisées, l'anorthosite a généralement une composition plus mafique (anorthosite gabbroïque et norite).

Selon Hargraves (1962), le massif d'anorthosite de Havre-Saint-Pierre renferme des feuillets allongés ou incurvés de norites riches en oxydes de fer et de titane avec apatite dans la région du lac Allard. De façon générale, la norite est une roche à grain moyen, à foliation gneissoïde, contenant entre 20 et 54% d'oxydes (ilménite et magnétite). L'apatite apparaît sous forme de petits grains arrondis de 0,25 mm de diamètre en moyenne; sa concentration (8 à 10% en poids de la roche) est remarquablement uniforme indépendamment des variations dans la proportion d'oxydes par rapport aux pyroxènes ou aux plagioclases.

L'un des feuillets de norite, localisé au lac Puyjalon, renferme un gîte d'apatite décrit plus loin. En plus de l'apatite, il contient beaucoup d'hématite liée étroitement à l'ilménite.

Everett (lac Puyjalon)

NUMERO SUR CARTE: 27 FICHE DE GITE: 12 L/11-011
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Im
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap
 LOCALISATION - CANTON: PARKER RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 20 NORD: 5600312 EST: 474747
 DISTRICT: COTE-NORD - NOUVEAU-QUEBEC
 ETAT: Gisement FORME: Amas

La compagnie Gulf Titanium Ltd. s'est intéressée il y a quelques années au dépôt du lac Puyjalon. Des forages effectués sur une partie du dépôt ont permis de délimiter des réserves de 230 000 000 t de minerai titrant 10,80% TiO_2 , 17,90% Fe et 3,00% P_2O_5 de catégorie inconnue. On estime que sur 89 216 000 tonnes métriques, on a 28 288 000 t de TiO_2 , 48 960 000 t de Fe et 11 968 000 t de P_2O_5 . Le tonnage augmente avec la profondeur.

Des essais de concentration préliminaire effectués en 1968 par le Centre de Recherches minérales du Québec ont permis d'obtenir un concentré d'ilménite titrant 25,7% TiO_2 avec une récupération de 86%; l'apatite comme sous-produit fut concentrée à 30,7% avec une récupération de 88,7% et à 36,0% avec une récupération de 64,6%. Des études plus poussées furent poursuivies en 1973 afin d'améliorer la récupération de l'ilménite.

4.2.2.6 Le complexe du lac Doré

Localisé près de Chibougamau, le complexe du lac Doré est un filon-couche sub-volcanique différencié d'une épaisseur de 5 à 7 km qui s'étend en direction est-ouest sur une distance de 53 km. De la base vers le sommet, le complexe est constitué de la zone d'anorthosite, de la zone litée, de la zone de ferrodiorite, de la zone de granophyre sodique et de la zone de bordure supérieure (Allard, 1976; Allard et Gobeil, 1984).

La zone litée est constituée de roches très bien litées subdivisées en cinq membres. Le membre P_1 comprend la magnétitite, le ferrogabbro et la ferropyroxénite; le membre A_1 , l'anorthosite gabbroïque; le membre P_2 , la ferropyroxénite, le ferrogabbro et la magnétitite; le membre A_2 , l'anorthosite gabbroïque; le membre P_3 ,

la ferropyrroxénite.

Le membre P₃ de la zone litée renferme des concentrations d'apatite. D'une épaisseur de 180 à 360 m, ce membre est principalement constitué de métaferropyrroxénite vert foncé interlitée avec de minces bandes de métaferrogabbro. De la base au sommet, le membre P₃ est subdivisé en sous-membre à magnétite, en sous-membre à ilménite, en sous-membre à apatite et en sous-membre à quartz.

Le sous-membre à apatite, qui mesure entre 60 mètres et 250 mètres de largeur, a pu être retracée sur une distance de 30 km dans les cantons Lemoine et Rinfret, à une trentaine de kilomètres au sud-est de la ville de Chibougamau. Cette unité n'a jamais été forée et on ne la connaît en fait que par l'observation d'affleurements petits et dispersés dont l'un est décrit plus loin. Elle contient entre 10 et 20% d'apatite en petits cristaux subidiomorphes. L'apatite ne semble pas atteindre des concentrations suffisantes pour être exploitée.

Apatite du lac Doré

NUMERO SUR CARTE: 28 FICHE DE GITE: 32 G/16-....
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap, Fe, Ti
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: LEMOINE RANG: V LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5516375 EST: 568375
 DISTRICT: CHICOUTIMI
 ETAT: Indice FORME: Strate

Allard et Caty (1969) donnent l'analyse suivante d'un échantillon typique de métapyroxénite: 8,58% TiO₂, 2,80% P₂O₅, 20,7% Fe soluble, 0,04% U, 0,27% F, 0,04% terres rares. Un essai de séparation magnétique Jones effectué au Centre de Recherches Minérales du Québec a permis d'obtenir, à partir de cet échantillon, un concentré titrant 26,8% TiO₂ et 0,12% P₂O₅. Les

rejets contenaient 4,60% P_2O_5 , ce qui représentait 97,09% de toute l'apatite. Les essais furent discontinués toutefois parce que l'échantillon était trop petit (Castonguay, 1968).

4.2.2.7 Autre petit massif d'anorthosite

Prospect Morin

NUMERO SUR CARTE: 29 FICHE DE GITE: 21 M/04-001
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ti, Fe
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Ap, V
 LOCALISATION - CANTON: FIEF HUBERT (S) RANG: LOT:
 COORDONNEES UTM ZONE: 19 NORD: 5231300 EST: 297200
 DISTRICT: ESTRIE-LAURENTIDES
 ETAT: Prospect FORME: Lentille

Les travaux d'exploration de Dynamic Mining Ltd., dans la région de Portneuf située à 60 km au NO de la ville de Québec, ont porté sur une zone d'anomalie magnétique continue d'environ 250 mètres de largeur et de 15 km de longueur. Suivant les travaux de reconnaissance géologique, l'anomalie correspondrait à des minéralisations en ilménite-magnétite et apatite associées à une zone de jotunite (roche de la famille des charnockites composées essentiellement de plagioclase et d'hypersthène). Ce type de roche se retrouve en plusieurs endroits du Grenville, ordinairement associé aux faciès de bordure des massifs d'anorthosite.

Des essais de concentration furent effectués sur un échantillon de 90 kg envoyé au Centre de Recherches Minérales au ministère de l'Energie et des Ressources du Québec. Avec un minerai d'entrée titrant 21,70% de fer soluble, 4,14% P_2O_5 , 7,10% TiO_2 et 11,0% SiO_2 , les essais ont permis d'obtenir un concentré de magnétite avec des teneurs de 70,5% en fer soluble et de 0,85% TiO_2 , des concentrés d'ilménite de 43,1% TiO_2 avec une récupération de 18,18%, et de 35,96% TiO_2 avec une récupération de

45,53%. Après broyage à 150 mailles, l'essai de flottation de la partie non magnétique a donné un concentré d'apatite titrant 38,2% P_2O_5 avec récupération de 91,3%.

4.3 Gisements d'origine métamorphique

De nombreux gîtes d'apatite sont concentrés dans une bande de roches gneissiques au nord de la rivière Outaouais dans la région comprise entre les rivières du Lièvre et de Gatineau (voir figure 3). L'apatite est généralement associée à des pyroxénites métamorphiques, une roche calco-silicatée composée surtout de diopside qui aurait été formée par métasomatisme de sédiments impurs carbonatés à partir de solution dérivées de pegmatites. Cette région a déjà été l'une des plus grandes productrices d'apatite en Amérique. Plusieurs de ces dépôts ont fait l'objet d'exploitation intensive entre 1875 et 1891, fournissant dans les bonnes années plus de 25 000 tonnes de phosphate. Avec la découverte des gisements de phosphate sédimentaire de la Floride et du Tennessee, qui sont plus vastes et moins coûteux à exploiter, la production devint négligeable à partir de 1895 et cessa complètement en 1951 lorsque la compétition devint trop forte.

L'apatite se présente sous forme de veine ou en remplissage de fracture dans la roche calco-silicatée, accompagnée souvent de calcite généralement rose et de phlogopite. L'apatite peut être massive, cristalline ou saccharoïde. L'apatite massive ou cristalline est généralement vert foncé mais peut présenter des teintes rouges, brunes ou blanches. La variété saccharoïde est de couleur vert pâle et très friable.

RÉGION OÙ SONT CONCENTRÉS LES GÎTES D' APATITE D' ORIGINE MÉTAMORPHIQUE

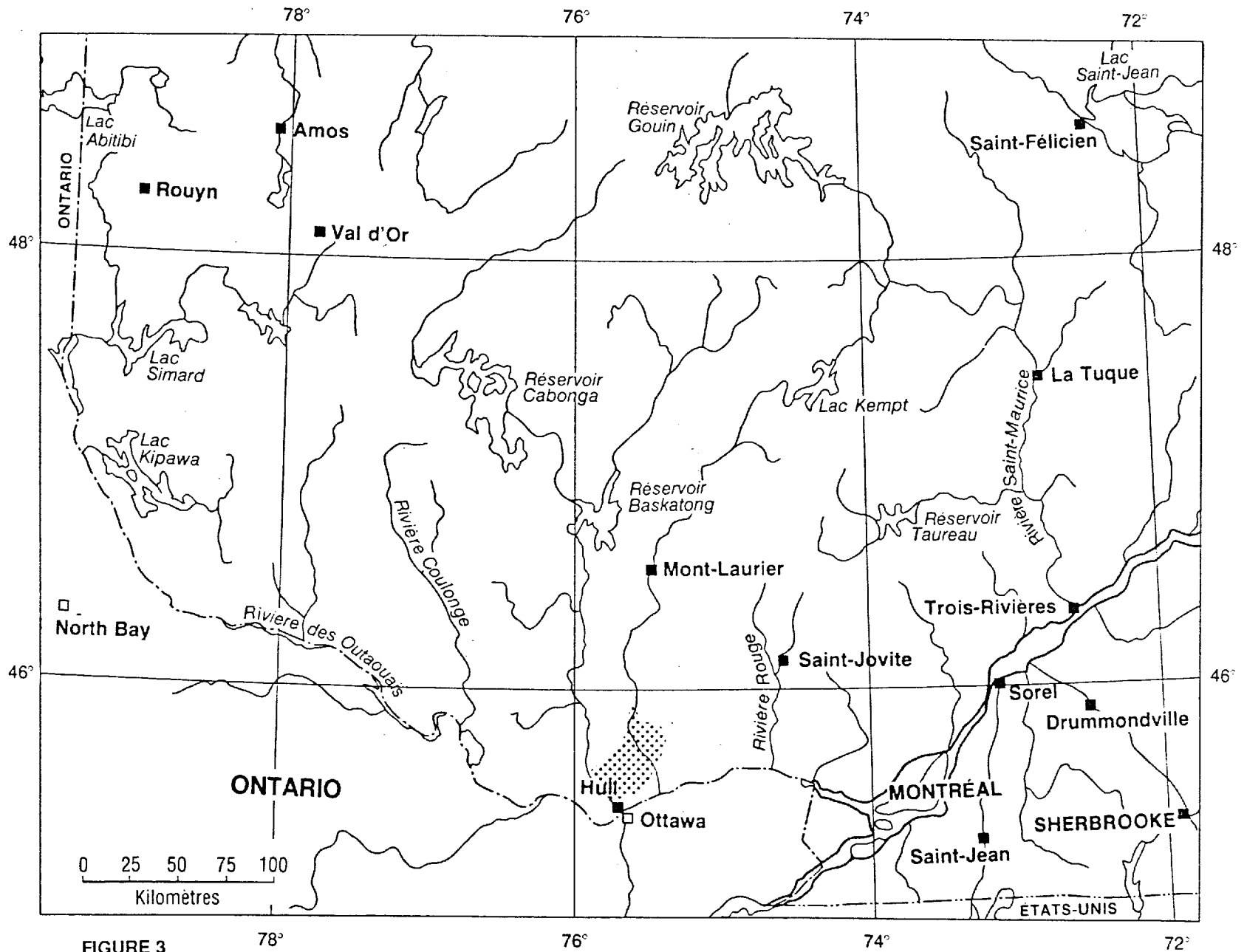


FIGURE 3

Ces dépôts sont, de façon générale, de faible dimension, de forme irrégulière avec un pendage abrupt. De plus, leur distribution est erratique, ce qui en prohibe l'exploitation à grande échelle.

Les gisements les plus considérables et aussi les plus riches furent exploités dans les rangs VII et VIII du canton de Portland-ouest (mines High Rock, 82 000 t, Big Union ou Star Hill ou Old Union, 45 000 t, Crown Hill ou Little Union, 33 000 t), dans le rang VII du canton de Portland-est (mine North Star, 23 000 t), dans le rang XII du canton de Buckingham (mine Emerald, 33 000 t) ainsi que dans les rangs VII, VIII et XI du canton de Templeton (mines Blackburn-1 ou North Hill, 36 000 t, Phosphate King, 7 000 t et Wallingford, 4 000 t).

La dernière tentative sérieuse de remise en exploitation de ces dépôts remonte au début des années '50 alors que Quebec Smelting & Refining effectua un programme de forage sur le site des anciennes mines Crown Hill et High Rock, dans le canton de Portland-ouest. Une centaine de trous répartis à l'intérieur d'une surface de 1400 par 300 m furent exécutés mais ne furent pas suffisants pour permettre une estimation valable des réserves disponibles.

La région compte près de 122 gîtes d'apatite comme minéral principal ou secondaire dont 72 ont été exploités pour l'apatite. Les trois principaux gîtes d'apatite ayant produit plus de 35 000 t d'apatite sont décrits ci-dessous.

Mine High Rock

NUMERO SUR CARTE: 30 FICHE DE GITE: 31 G/13-035
SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap
SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S): Mi
LOCALISATION - CANTON: PORTLAND OUEST RANG: VII LOT(S): 5-8
COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5070680 EST: 451050
DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
ETAT: Mine fermée FORME: Lentille

Il s'agit de la plus importante des nombreuses mines d'apatite exploitées au Québec à la fin du siècle dernier. Selon la fiche de gîte minéral, cette ancienne mine d'apatite accompagnée de phlogopite est de forme lenticulaire, filonienne et en amas irrégulier. La roche encaissante est une roche calcosilicatée riche en diopside (métapyroxénite) recoupée par une pegmatite. Les masses minéralisées sont irrégulières et on retrouve aussi du minerai disséminé dans les épontes. L'apatite de couleur verte ou rouge, est surtout massive.

En opération de 1879 à 1894 et de 1932 à 1945, la mine a produit 82 000 t de minerai à partir de six fosses mesurant jusqu'à 62 m sur 16 m et d'une profondeur atteignant 62 m. Un filon d'apatite d'une largeur maximale de 9 m a été suivi au moyen d'une galerie orientée NE. La production annuelle était d'environ 8 000 t de phosphate. L'exploitation cessa à cause des coûts d'extraction plus élevés comparativement aux gîtes de phosphate sédimentaire de Floride. Les réserves sont évaluées à 102 000 t probables à 34,30% apatite.

Mine Big Union

NUMERO SUR CARTE: 31 FICHE DE GITE: 31 G/13-033
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap, Mi
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: PORTLAND OUEST RANG: VIII LOT(S): 3-4
 RANG: IX LOT(S): 5-6, 7-9
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5072540 EST: 449120
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Mine fermée FORME: Amas

Dans cette ancienne mine, l'apatite et le mica sont en amas irrégulier. La minéralisation forme des poches et lentilles d'apatite disposées dans des horizons plus ou moins définis de pyroxénite ou roche calco-silicatée à diopside, massive à grain grossier. L'apatite, associée à la phlogopite, est massive ou en cristaux vert moyen à foncé.

En opération de 1882 à 1892 et de 1942 à 1945, la mine a produit 45 000 t de minerai à partir de fosses longues et étroites.

Mine Blackburn-1

NUMERO SUR CARTE: 32 FICHE DE GITE: 31 G/12-034
 SUBSTANCE(S) PRINCIPALE(S): Ap, Mi
 SUBSTANCE(S) SECONDAIRE(S):
 LOCALISATION - CANTON: TEMPLETON RANG: IX LOT(S): 9-10
 COORDONNEES UTM ZONE: 18 NORD: 5053850 EST: 452500
 DISTRICT: MONTREAL-LAURENTIDES
 ETAT: Mine fermée FORME: Lentille

Il s'agit d'une ancienne mine d'apatite et de mica. L'apatite se trouve dans des lentilles de pyroxénite ou roche calco-silicatée minéralisée recoupant un gneiss à biotite et recoupée par un dyke de pegmatite. L'apatite est massive et disséminée, de couleur verte, avec des enclaves de mica ambré clair. En opération de 1880 à 1940, la mine a produit plus de 36 000 tonnes d'apatite. L'excavation principale est un ciel-ouvert de plus de 30 m de

long, de 55 m de large à son extrémité est et de 36 m de profondeur. A l'extrémité SE de la fosse, on a creusé plusieurs galeries. On n'a pas trouvé de limite de profondeur pour ce dépôt. Il semble y avoir encore des réserves considérables d'apatite et de mica dans les niveaux inférieurs.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis de classifier les types de gîtes de phosphate du Québec selon leur origine et d'en décrire les principaux gîtes représentatifs.

Les phosphorites, gîtes de phosphate d'origine sédimentaire, représentent un intérêt académique plutôt qu'économique.

Les gîtes lenticulaires et sporadiques d'apatite, d'origine métamorphique, localisés dans les roches calco-silicatées de la région de la rivière Gatineau, offrent peu d'intérêt économique à cause des faibles volumes de la minéralisation.

Les seules possibilités d'extraction du phosphate résident dans la récupération de l'apatite associée aux carbonatites comme sous-produit du niobium, et de l'extraction de l'apatite associée aux complexes anorthositiques, comme sous-produit de l'ilménite et de la magnétite titanifère.

6. REFERENCES

- Allard, G. O., 1976 - Le complexe du lac Doré. Ministère des Naturelles, Québec, DP-368, 446 pages.
- ALLARD, G. O. & CATY, J.-L., 1969 - Quart nord-est et partie du quart sud-est du canton de Lemoine. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RP. 566, 22 p.
- ALLARD, G. O. & GOBEIL, A., 1984 - General geology of the Chibougamau region. Dans: Chibougamau - Stratigraphy and mineralisation, C.I.M.M., special volume 34, pp. 5-19.
- ANDERSON, A. T., 1962 - Région du lac Catherine. Ministère des Richesses Naturelles, RP. 488, 7 p.
- ANDERSON, A. T., 1963 - Région du lac Riverin. Ministère des Richesses Naturelles, Québec, RP. 504, 7 p.
- ARCHAMBAULT, G., 1981 - Etude de mise en valeur des rejets de carbonatite - apatite de la mine Niobec de St-Honoré. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec, rapport interne.
- BARRY, G. S., 1989 - Phosphate. Dans: Annuaire des minéraux du Canada 1988. Aperçu et perspectives. Energie, Mines et Ressources, Canada, rapport minéral No. 37, pp. 46.1-46.8.
- BONNEAU, J., 1981 - Tantale et complexes alcalins de Saint-Honoré et Crevier. Livret-guide d'excursion. Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie.
- CASTONGUAY, G., 1968 - Essais préliminaires sur un échantillon contenant de l'apatite et de l'ilménite. Ministère des Richesses Naturelles, Québec, rapport d'usine-pilote 526-12.
- CHADWICK, J. R., 1981 - How Siilinjarvi successfully floats low-grade apatite. World Mining, June 1981.
- CLARKE, G., 1981 - The Palabora complex, South Africa. Industrial Minerals, Oct. 1981, pp. 4562.
- CURRIE, K.L., 1976 - The Alkaline Rocks of Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin 239, 228 p.
- DELISLE, G., 1981 - Recovery of apatite as a by-product from carbonatite-pyrochlore ore. CIM Bulletin, Vol. 74, no. 836, pp. 64-69.
- DIMROTH, E., WOUSSEN, G. & ROY, D. W. - 1981 - Geologic history of the Saguenay region, Quebec (Central Granulite Terrain of the Grenville Province): a working hypothesis. Journal canadien des sciences de la Terre, vol. 18, pp. 1506-1522.
- EMIGH, G. D., 1975 - Phosphate rock. Dans: Industrial Minerals and Rocks, 4th edition, Aime, pp. 935-962.

- EMR (ENERGIE, MINES ET RESSOURCES CANADA), 1981 - Roche phosphatée, un produit minéral importé. Bulletin minéral MR 193.
- FRANCONI, A., SHARMA, K. N. M. & LAURIN, A. - Région des rivières Betsiamites (Bersimis) et Moisie (Grenville, 1968-1969). Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG-162, 149 pages.
- GOLD, D. P. & VALLEE, M., 1969 - Excursion géologique dans la région d'Oka. Description et itinéraire. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. S-101, 37 p.
- GOUDGE, M.- F., 1935 - Les calcaires du Canada. Ministère des Mines, Ottawa, No. 75, 294 pages.
- GRENON, D., 1977 - Rapport d'activité, projet Manic, SOQUEM, rapport interne.
- HARGRAVES, R. B., 1962 - Petrology of the Allard Lake Anorthosite Suite, Quebec. Dans: Petrologic Studies, a volume to honor A. F. Buddington, pp. 163-189.
- HUBERT, C., 1973 - Région de Kamouraska. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG-151, 205 p.
- JOOSTE, R. F., 1959 - Région de Bourget. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG-78, 47 p.
- LACHANCE, S., 1989 - Rapport des géologues résidents sur l'activité minière régionale, Estrie-Laurentides. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec. DV 89-01, p. 131.
- LAURIN, A. F. & SHARMA, K. N. M., 1975 - Région des Rivières Mistassini, Péribonca et Saguenay. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG-161, 89 p.
- MARTIGNOLE, J. & NANTEL, S., 1989 - Le complexe anorthositique de Rivière-Pentecôte, guide d'excursion. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec. MB 89-41 (sous presse).
- MCCANN, J., 1977 - Rapport d'activité, projet Manic, SOQUEM, rapport interne.
- MORIN, M., 1969 - Région de Labrieville. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG-141, 47 p.
- NANTEL, S., 1985 - Niveaux d'apatite dans le massif d'anorthosite de Rivière-Pentecôte (Côte-Nord). Dans: Rapport d'activité 1985, Direction de la Recherche Géologique. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec, DV 85-12, 92 p.
- NOTHOLT, A. J. G., 1979 - The Economic Geology and Development of Igneous Phosphate Deposits in Europe and the USSR. Economic Geology, Vol. 74, pp. 339-350.

OSBORNE, F. F., 1944 - Rapport spécial sur les microtextures de certain minerais de fer du Québec. Ministère des Mines du Québec. RP. 186, 49 p.

POULIOT, G., ed., 1969 - Geology of Monteregian Hills. Geological Association of Canada - Mineral Association of Canada, Guide book, Montréal.

RIVE, M., 1976 - Région de Sainte-Véronique. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG-182, 68 p.

RIVERS, T., MARTIGNOLE, J., GOWER, C.F. & DAVIDSON, A., 1989 - A new tectonic subdivisions of the Grenville province, southeast canadian shield. Tectonic, vol. 8, pp. 63-84.

SHARMA, K. N. M. & FRANCONI, A., 1975 - Région des rivières Magpie, Saint-Jean et Romaine (Grenville 1970). Ministère des Richesses Naturelles, Québec. RG 163, 73 pages.

SILVIA, A. F. & ANDERY, P. A., 1972 - Mining and Beneficiation of apatie rock, at the Jacupiranga Mine, Brazil, Phosphorus and Potassium, The British Sulfur Corp., no. 57, pp. 37-40.

SPENCE, H. S., 1921 - Les phosphates au Canada. Ministère des Mines, division des Mines, Canada. No. 397.

VALLEE, M. & DUBUC, F., 1970 - The St-Honoré Carbonatite Complex, CIMM Transactions, Vol. LXXIII, pp. 245-258.