DV 90-40

NOUVEAUX HORIZONS POUR L'EXPLORATION - RESUME DES CONFERENCES PRONONCEES LORS DU SEMINAIRE D'INFORMATION 1990

Documents complémentaires

Additional Files





Licence

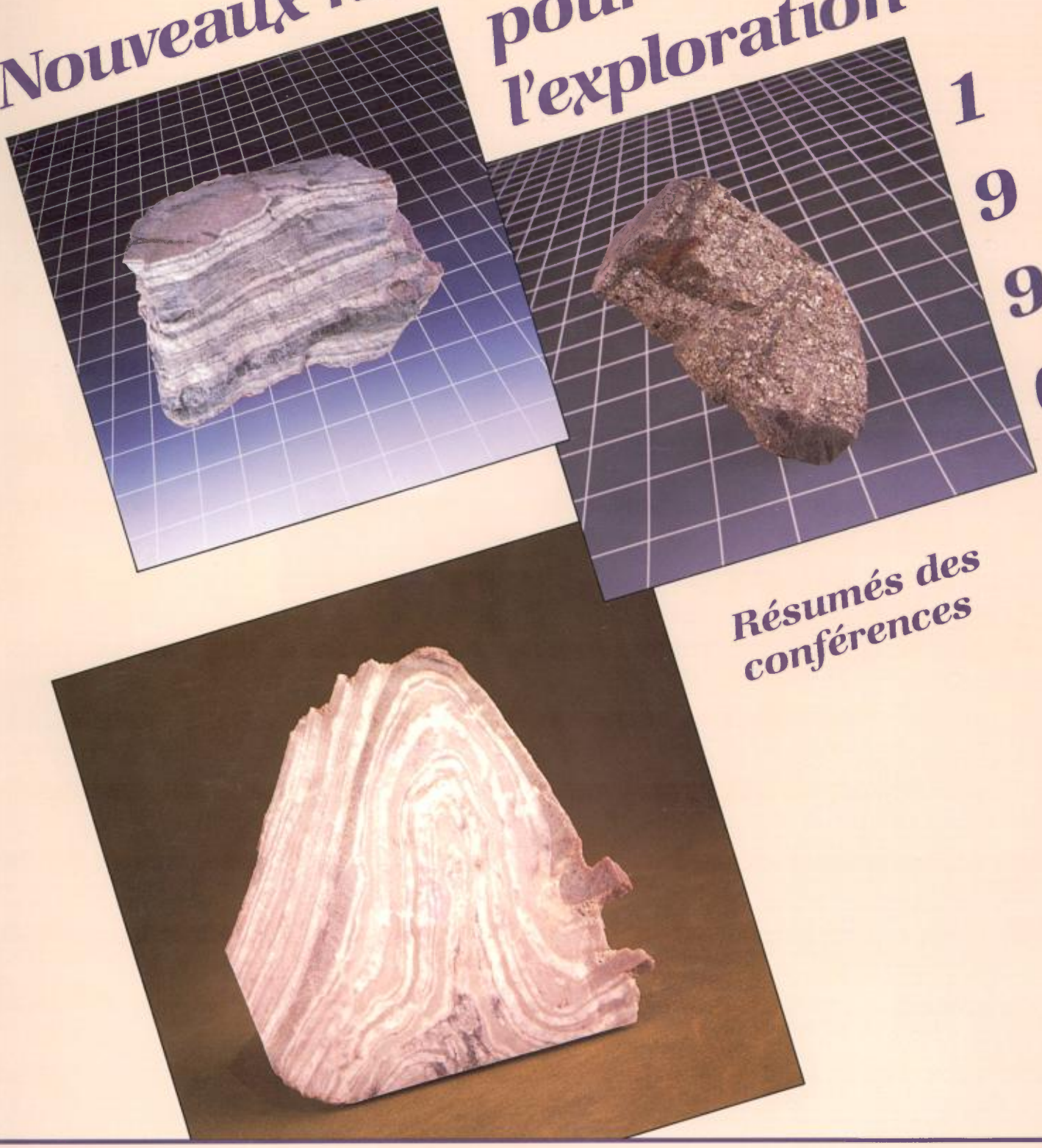


License

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

Nouveaux horizons pour l'exploration 1990



Résumés des conférences

DV 90-40

Québec

Nouveaux horizons pour l'exploration

1990

Résumés des conférences

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE
Sous-ministre adjoint: R.Y. Lamarche

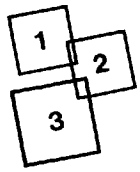
DIRECTION DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
Directeur: J.-L. Caty

Coordination:
M. Bergeron

Édition:
L. Blais-Leroux

Collaboration:
A. Beaulé et R. Bourgeois de la Division de l'édition (Service de la géoinformation, DGEGM)

Page couverture: La province géologique de Grenville renferme:



- *des minéraux industriels* (ex.: paragneiss à wollastonite (blanc) et diopside (vert), région du Lac-Saint-Jean (1);
- *des métaux de base et métaux précieux* (ex.: sulfures massifs provenant d'un nouvel indice de Zn, Cu, Pb, Au, Ag, région de Portneuf (2);
- *diverses structures et plusieurs niveaux de métamorphisme* sont aussi reconnus (ex.: structure plissée dans un paragneiss calco-silicaté (3).

Échantillons fournis par M. Claude Hébert, géologue régional, Grenville-Centre (SGQ)

Photographe: **Bernard Vallée**, ministère des Communications

Dépôt légal – 4e trimestre 1990
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN: 2-550-21274-6
© Gouvernement du Québec. 1990

AVANT-PROPOS

Chaque année, le Secteur mines du ministère de l'Énergie et des Ressources consacre une part importante de son budget à l'acquisition de connaissances géoscientifiques. Il répond ainsi à son obligation de fournir une information pertinente aux intervenants en exploration minière.

Les résultats de cette activité d'acquisition des connaissances sont, depuis déjà 11 ans, portés à une première attention des intervenants par le biais d'un séminaire annuel d'information. Le présent volume regroupe les résumés des conférences données au séminaire de novembre 1990, séminaire présenté sous le thème incitant de NOUVEAUX HORIZONS POUR L'EXPLORATION.

Ces conférences sont le fait de professionnels de la Direction de la recherche géologique, de géologues affectés à l'exécution de contrats de la même Direction, de membres de la Commission géologique du Canada et de professionnels de l'industrie minière. Il y a lieu de les remercier pour leur apport à un événement dont ils rehaussent la valeur informative. Il y a aussi lieu de mentionner que les résumés qu'ils ont fournis n'ont subi qu'une édition sommaire en plus de celle requise pour leur mise en page.

Le Directeur de la recherche géologique

Jean-Louis Caty

Table des matières

Page

Session 1

GÉOLOGIE DU GRENVILLE
Président: Marc Bélanger (MER)

La nouvelle subdivision tectonique de la Province de Grenville
Jacques Martignole (Université de Montréal) 3

Stratigraphie et métallogénie de la région de Forestville: importance de la tectonique dans la modélisation
Serge Genest (MER) 7

Déformation et extension de l'assemblage métasédimentaire de Montauban dans la réserve de Portneuf
Léopold Nadeau (CGQ), Claude Hébert (MER) 11

Suite plutonique alcaline potassique du sud-ouest du Grenville, implications tectoniques, paléogéographiques et économiques
Louise Corriveau (CGQ) 15

Les grands corridors de déformations délimitant le terrain de Mont-Laurier
Kamal N.M. Sharma, J. Lévesque, H. Dupuy, Y. Globensky (MER) 19

Exploration géochimique de l'or dans la région de la Gatineau (Grenville) – Apport des techniques numériques
Claude Bellehumeur (UQAM), Michel Jébrak (UQAM) 21

Session 2

CHIBOUGAMAU
Président: Sylvain Lacroix (MER)

Le potentiel minéral du district minier de Chibougamau
Rémy Morin (MER) 25

Caractérisation de la minéralisation aurifère dans la région du lac Shortt
Harold Brisson et Jayanta Guha (CERM-UQAC) 27

Minéralisation aurifère dans la partie orientale de la bande Caopatina-Desmaraisville, région de Chibougamau
Claude Dion et Jayanta Guha (CERM-UQAC) 31

Relations entre le niveau d'emplacement des plutons et le style de minéralisation, région de Chibougamau, Québec
Edward H. Chown et Jayanta Guha (CERM-UQAC) 35

Session 3

MÉTALLOGÉNIE DU GRENVILLE
Président: Thomas Clark (MER)

Métallogénie de la province de Grenville
Michel Gauthier (UQAM) 39

Les minéraux industriels de la province de Grenville
Henri-Louis Jacob (MER) 41

Wollastonite au nord du lac Saint-Jean
Claude Hébert (MER), Renald Gervais (MER), Pierre Lacoste (CRM) 43

Minéralisations sulfurées et oxydées associées aux roches gabbroïques, ultramafiques et anorthositiques, partie est du Grenville
Thomas Clark (MER), André Gobeil (MER), Leslie Kish (MER) Pierre Marcoux (MER), Claude Hébert (MER) 45

Les nouveaux indices minéralisés découverts en Gaspésie depuis 1987
Louis Caron (MER), Jean-Pierre Lalonde (MER) 49

Session 4

NOUVELLES DÉCOUVERTES
Président: Pierre Pilote (MER)

Évolution suites granitiques peralcalines et peralumineuses : implications pour la métallogénie des métaux de haute technologie
Michel Boily et A.E. Williams-Jones (IREM-MERI-McGILL), Pierre Pilote (MER) 53

L'anomalie en terres rares du lac David (Gatineau, Province de Grenville)
Michel Jébrak, Michel Gauthier, Christine Giguère et James Bourne (UQAM), Tarek Guedrouj (Haut Commissariat à la recherche, Alger) 55

Le gisement Francoeur #3, Rouyn-Noranda : un exemple de minéralisations d'or disséminées dans un cisaillement ductile
Jean-François Couture (MER), Pierre Pilote (MER), A. Vachon (Ressources minières Rouyn inc.) 57

Géologie de la mine Bousquet #2
Ghislain Tourigny (MER), Daniel Doucet, Marc Arpin et André Bourget (Minerais Lac ltée), Francis Chartrand (MER) 63

Le gisement or-cuivre du lac Troïlus
Robert J. Fraser (Minnova inc.) 65

Liste des panneaux présentés au séminaire d'information 69

Géologie du Grenville

La nouvelle subdivision tectonique de la Province de Grenville

Jacques Martignole(1)

L'étendue de la validité des conclusions est étroitement liée à la grandeur des structures qu'il est possible d'embrasser (E. Wegmann).

La publication de cartes aéromagnétiques au 1:1 000 000 (Commission géologique du Canada, 1985) et de travaux de cartographie moderne appuyés par l'acquisition systématique de données radiométriques, a favorisé l'émergence de nouvelles conceptions concernant l'orogène grenvillien. Dans le but de faciliter la description et la compréhension de cette zone orogénique encore incomplètement cartographiée, et dans l'espoir de stimuler l'élaboration d'un schéma géotectonique, la Province de Grenville a été subdivisée (Rivers *et al.*, 1989) en trois grandes ceintures longitudinales (figure 1). La ceinture parautochtone, la ceinture allochtone polycyclique et la ceinture allochtone monocyclique. Ces trois ceintures sont séparées par des zones tectoniques majeures soit le Front de Grenville, la limite de l'allochtone chevauchant et la zone de bordure de la ceinture monocyclique.

Le Front de Grenville marque la limite entre un avant-pays archéen ou protérozoique au nord-ouest du front, et son équivalent recyclé au sud-est. Il s'agit d'une structure crustale continue à l'échelle de l'orogène qui a été le siège de mouvements essentiellement chevauchant vers le nord-ouest, bien que localement les derniers mouvements identifiables soient décrochants.

Bien individualisée dans la partie nord-est de l'orogène, la *ceinture parautochtone* est constituée par des roches de l'avant-pays recyclées, c'est-à-dire présentant de nouvelles déformations et un degré de métamorphisme généralement plus élevé.

La *ceinture allochtone polycyclique* a une expression aéromagnétique bien marquée dans la moitié nord-est de l'orogène. Elle correspond à une zone de délamination intracrustale le long de laquelle des terrains polycycliques très métamorphiques, essentiellement du Protérozoique Inférieur et Moyen, ont été transportés vers le nord-ouest, c'est-à-dire sur la ceinture parautochtone, le long d'un grand accident chevauchant: la limite de l'allochtone chevauchant.

La *ceinture allochtone monocyclique*, ainsi nommée par souci d'homogénéité bien qu'elle soit discontinue, est surtout bien représentée dans deux régions: l'une, située à la frontière Québec-Labrador, où affleure le Supergroupe de Wakeham dans un terrain bien individualisé (le terrain de Wakeham), l'autre, affleurant dans le sud du Québec et l'est de l'Ontario, où l'on trouve la séquence métasédimentaire et métavolcanique connue sous le nom de Supergroupe de Grenville. Les grands complexes anorthosito-charnockitiques déformés qui constituent un des traits dominants de la Province de Grenville, se sont pour la plupart mis en place entre 1350 et 1100 Ma, soit dans la ceinture allochtone polycyclique, soit dans la ceinture monocyclique et seraient donc en grande partie allochtones.

À sa base, la ceinture allochtone monocyclique est limitée par une zone de décollement: la zone de bordure de la ceinture monocyclique. La signification cinématique de cette zone est variable d'une région à l'autre: extension dans le cas du terrain de Wakeham, décrochement et extension le long de la zone de cisaillement du Baskatong et de son prolongement en Ontario.

Les ceintures, à leur tour, sont divisées en "terrains" (de l'anglais terranes) identifiés d'après leurs caractères lithotectoniques ou leur âge radiométrique (figures 2A et 2B). Les limites entre les terrains sont généralement soulignées par des zones de cisaillement comparables à celles qui jalonnent les zones tectoniques majeures, mais d'extension plus restreinte. Localement, les terrains pourraient être à leur tour divisés en domaines qui sont des unités plus restreintes (figure 1), marquées par leur spécificité lithologique, structurale ou métamorphique.

La disposition des ceintures laisse présager l'existence, dans la Province de Grenville, d'une polarité tectonique sud-est - nord-ouest à laquelle viennent se superposer des éléments de deuxième ordre identifiables par leur style tectonique ou leur âge radiométrique.

Toutes ces caractéristiques sont compatibles avec un modèle pour l'orogène grenvillien, de collision diachrone, probablement oblique, qui aurait été édifié entre 1160 et 970 Ma.

(1) Université de Montréal

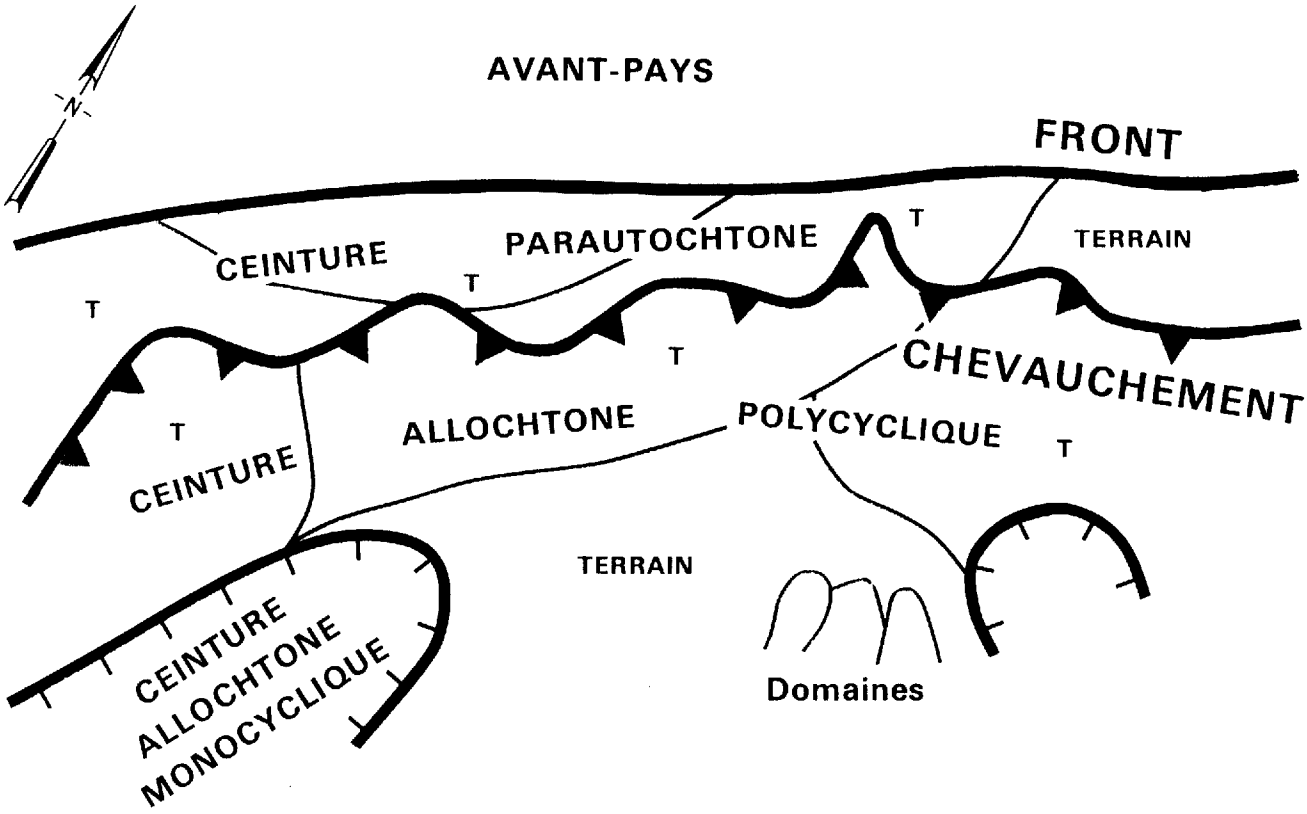


FIGURE 1 – Schéma montrant la disposition des ceintures, des terrains et des domaines dans la Province de Grenville.

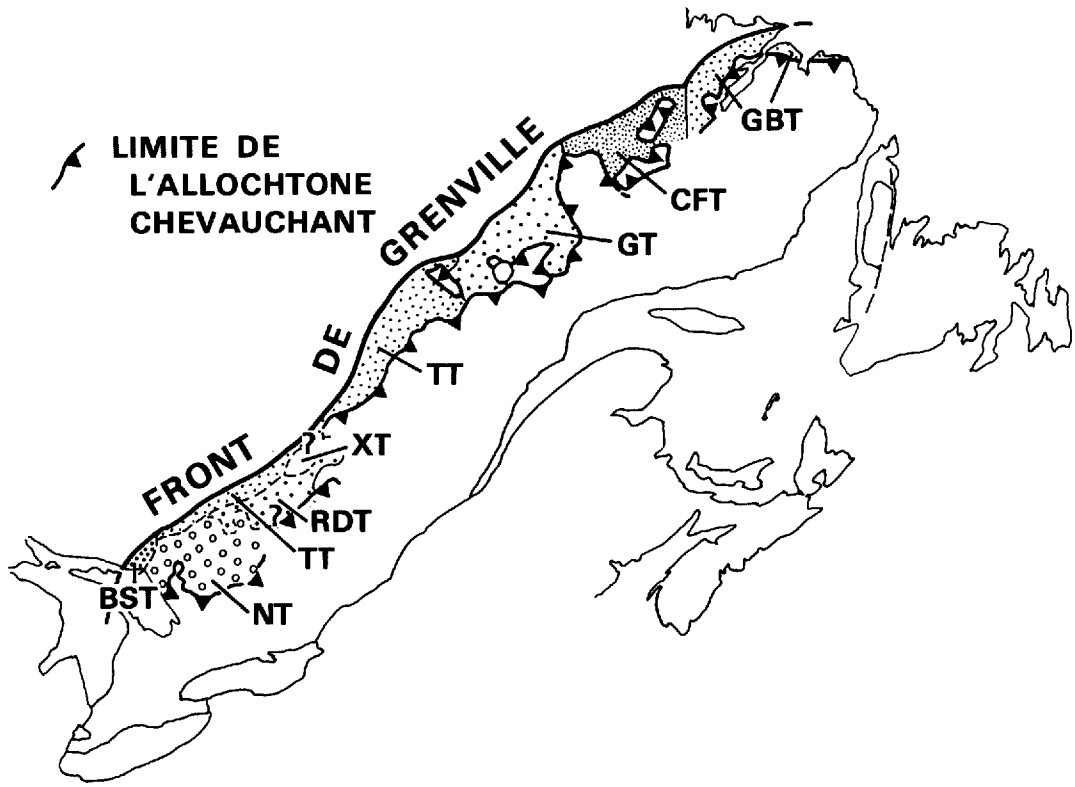


FIGURE 2A – Carte schématique de la ceinture parautochtone montrant les divers terrains identifiés dans cette ceinture.
Zones avec figurés: ceinture parautochtone; en blanc: terrains allochtones; GBT: terrain de Groswater Bay; CFT: terrain de Churchill Falls; GT: terrain de Gagnon; TT: terrain de Témiscamingue; XT: terrain X; RDT: terrain du réservoir Dozois; NT: terrain de Nipissing; RST: terrain de Beaver Stone.

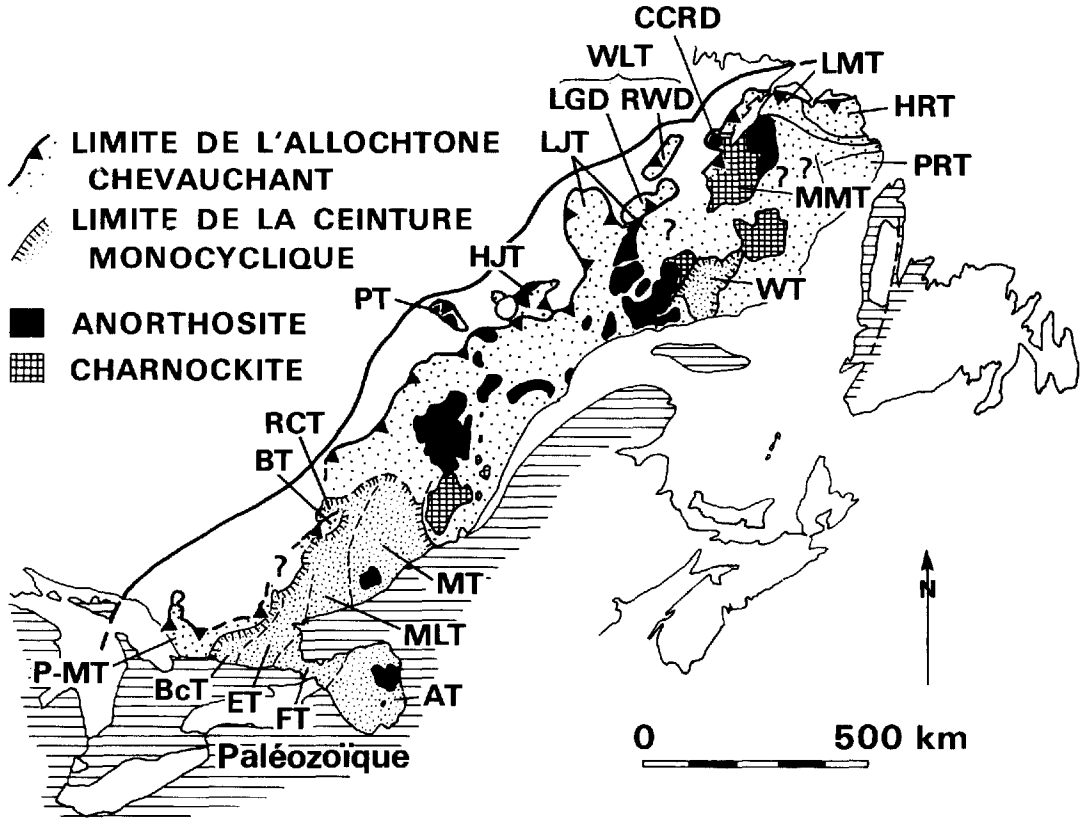


FIGURE 2B – Carte schématique des ceintures allochtones polycycliques et monocycliques montrant les divers terrains identifiés dans cette ceinture.
En blanc: ceinture parautochtone; pointillés espacés: ceinture allochtone polycyclique; pointillés serrés : ceinture allochtone monocycliques; PRT: terrain de Pinware; HRT: terrain de Hawke River; NMT: terrain de Mealy Mountains; CCRD: domaine de Cape Caribou River; LMT: terrain du lac Melville; WT: terrain de Wakeham; WLT: terrain du lac Wilson; LGD: domaine de Lac Ghyveld; RWD: domaine de Red Wine; LJT: terrain du lac Joseph; HJT: terrain de Hart Jaune; PT: terrain de Pambrun; BT: terrain de Baskatong; RCT: terrain du réservoir Cabonga; MT: terrain de Morin; MLT: terrain de Mont–Laurier; AT: terrain des Adirondaks; FT: terrain de Frontenac; ET: terrain d'Elzevir; BCT: terrain de Bancroft; P–MT: terrain de Parry Sound et de Muskoka.

Références

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA, 1985 – 1:1 000 000 scale coloured aeromagnetic maps NL-16/17 to NL-19-M, NM-18-M to NM-21/22-M, NN-19-M to MN-21-M, Ottawa.

RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C.F. – DAVIDSON, A., 1989 – New tectonic divisions of the Grenville Province, Southeast Canadian Shield, Tectonics, volume 8, n° 1, pages 63-84.

Stratigraphie et métallogénie de la région de Forestville: l'importance de la tectonique dans la modélisation

Serge Genest (1)

Introduction

La région étudiée se situe au nord-ouest de Forestville sur la Côte-Nord dans la province structurale de Grenville. Les interprétations qui suivent sont fondées sur les données récoltées lors des levés géologiques de 1989 et 1990 réalisés dans le cadre du projet Forestville –Baie Comeau.

Cadre géologique

Les lithologies ont été regroupées en trois assemblages lithodémiques:

- une suite métamorphique représentant la plus vieille entité géologique reconnue;
- une suite plutonique de composition granitique et granodioritique, localement charnockitique, issue au moins en partie de la fusion d'une portion de la suite métamorphique;
- une suite intrusive basique et ultrabasique plus jeune. La suite métamorphique peut être subdivisée en cinq lithodèmes cartographiables:
- des migmatites, regroupant les corps lithologiques présentant 50% et plus de mobilisat à l'affleurement;
- des gneiss granitiques et granodioritiques pouvant être migmatitisés jusqu'à 50%;
- des paragneiss, regroupant des paragneiss quartzifères, des schistes à grenat et sillimanite, des quartzites, des paragneiss calco-silicatés et des amphibolites;
- des quartzites;
- des amphibolites.

La suite métamorphique présente une polarité métamorphique régionale normale, les isogrades évoluant vers l'anatexie en profondeur. Aucun vieux socle n'a été identifié et une coupure arbitraire de 50% de mobilisat a été utilisée pour discriminer entre gneiss et migmatites. Les migmatites sont surmontées soit par les gneiss granitiques, soit par les paragneiss; et la nature du protolithe s'apparente invariablement au lithodème sus-jacent. Lorsque présent, le rubanement migmatitique est parallèle à la foliation des gneiss.

Les paragneiss sont concentrés dans les bassins tectoniques généralements étroits, ils surmontent les gneiss granitiques.

Une tectonique en dômes et bassins est proposée. Une phase de plissement en régime ductile et à trace axiale NE succède à une phase à trace axiale WNW.

PROBLÉMATIQUE

Les données accumulées depuis deux ans obligent à l'utilisation d'une nomenclature stratigraphique d'ordre lithodémique. De plus, les données récentes, bien documentées, confirment la nature métamorphique ou structurale des contacts lithologiques. Par surcroît, certaines unités de paragneiss généralement considérées comme déterminantes pour les interprétations paléogéographiques s'avèrent être le produit de la tectonique grenvillienne. Il s'agit principalement de certains quartzites et de pseudo-conglomérats.

Le problème réel se pose lorsque des corrélations sont établies avec le Groupe de Saint-Siméon (gneiss et paragneiss) et le Complexe de Tadoussac (migmatites) identifiés dans la région immédiate au sud. La proximité de ces localités permet de bonnes corrélations mais les références stratigraphiques et les interprétations divergent passablement: origine tectonique contre origine sédimentaire de certaines unités.

CONTACTS LITHOLOGIQUES

Les contacts lithologiques sont métamorphiques ou tectoniques, et aucune discordance n'a été observée ou interprétée, compte tenu des critères généralement admis. Au contraire, une certaine progression est observée dans la distribution des pourcentages de mobilisat qui furent systématiquement estimés lors des levés. Une augmentation du pourcentage de mobilisat est notée à la base des unités de migmatites et de gneiss. De plus, les migmatites évoluent parfois en profondeur vers des faciès plus chaotiques.

À certains endroits, le passage des gneiss au granite est marqué par la présence d'une unité transitionnelle de migmatites et la présence de lambeaux de gneiss (ou paragneiss) en bordure du pluton granitique.

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

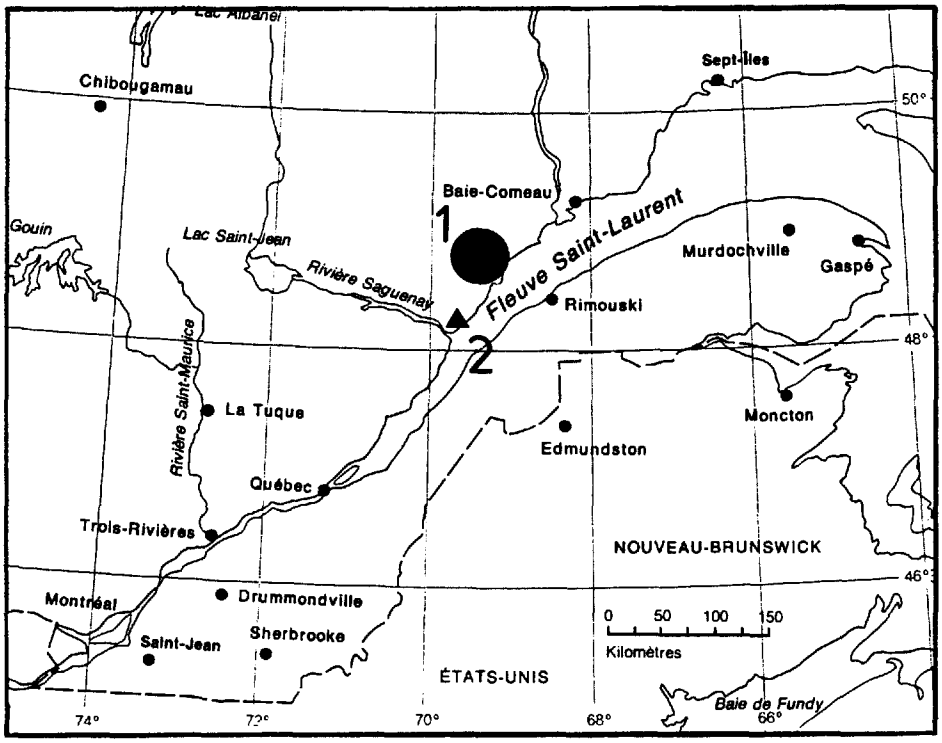


FIGURE 1 – Localisation de la région étudiée (1) et de l'indice aurifère Saint-Joseph de Grandes-Bergeronnes (2)

QUARTZITE D'ORIGINE TECTONIQUE

Certains quartzites observés, pouvant atteindre quelques décamètres de puissance, sont produits par des cisaillements en régime ductile affectant les gneiss granitiques. Ces quartzites, souvent impurs et rubanés, présentent fréquemment des passages mylonitiques; ils contiennent régulièrement des enclaves tectoniques plus ou moins lenticulaires de gneiss granitiques près des contacts, prenant alors un aspect bréchifié. Les enclaves et l'encaissant montrent généralement une belle linéation d'étirement. La présence de lentilles métriques de quartzite dans certains gneiss granitiques tectonisés est aussi observée.

Les quartzites ainsi produits contiennent fréquemment du grenat et de la sillimanite en plus des feldspaths potassiques et muscovites usuels.

PSEUDO-CONGLOMÉRAT

Les paragneiss contiennent une unité mixte où des lits minces de gneiss quartzifères alternent avec des schistes. L'ensemble peut être migmatitisé à différents degrés. Localement cette unité offre une architecture conglomératique. Les éléments figurés sont constitués de quartzite (ou gneiss quartzifère) et de granitoïde; et ils présentent un allongement important (>25). Un examen attentif dans ces différents pseudo-conglomérats a permis d'observer tous les cas de figure entre la forme tabulaire et le cylindre (sphère en section). De fait, il apparaît clairement que les éléments de ce pseudo-conglomérat étiré sont générés par l'enroulement tectonique de tablettes de quartzite (ou gneiss quartzifère) et de mobilisat, préalablement disséquées (boudinées). La rotation des éléments est associée à un mouvement de cisaillement en régime ductile, et leur allongement correspond à une linéation d'intersection entre la foliation des paragneiss et la schistosité induite par le cisaillement. Etant donné la relation étroite qui existe entre la distribution spatiale des différents morpho-faciès de pseudo-conglomérat et l'ouverture des synformes, un mécanisme de plissement par flexion-glissement est attribué au cisaillement. La maturité du pseudo-conglomérat est atteinte dans les synformes isoclinales ou fermées. Le résultat final de ce processus tectonique correspond à une pseudo-tillite où les éléments de quartzite et de granitoïde baignent dans une matrice schisteuse.

Conclusion et recommandations

Les récentes observations justifient pleinement l'usage d'une nomenclature stratigraphique d'ordre lithodémique et obligent à l'abandon de la nomenclature existante, du moins sous sa forme actuelle. Les

unités de conglomérat (pseudo-conglomérat) et certaines unités de quartzite ne peuvent être utilisées comme repères stratigraphiques ou comme guides paléogéographiques dans la région étudiée, et ne sauraient être utilisées qu'avec circonspection dans les régions avoisinantes.

Compte tenu de l'importance accordée aux quartzites et conglomérats, les modèles paléogéographiques devraient être reconsidérés à la lumière des nouvelles données. Pour les mêmes raisons, la nomenclature stratigraphique ayant cours dans la région devrait être réévaluée conformément au Code stratigraphique nord-américain.

Les nouvelles interprétations ont une incidence directe sur la modélisation métallogénique en introduisant de nouveaux guides structuraux et paléogéographiques.

GUIDES D'EXPLORATION

Il est quelque peu prématuré d'établir des guides d'exploration, étant donné que les résultats d'analyse chimiques ne sont pas connus. Toutefois, en ne tenant pas compte de certaines considérations pour le potentiel en quartzite et pierre architecturale, une thématique métallogénique est en développement. Elle vise les métaux précieux et s'articule autour du contexte paléogéographique nouvellement établi, du contrôle structural des métallotectes potentiels, et du fait qu'un indice d'or de la région de Grandes-Bergeronnes s'intègre facilement au modèle (indice Saint-Joseph).

Le schéma paléogéographique proposé est celui d'une plate-forme répondant à une distension crustale et à une subsidence. Des turbidites, représentées par les alternances de schistes et quartzites, surmontent une épaisse séquence de dépôts clastiques fins (gneiss granitiques) et précèdent des intrusions basiques (amphibolites). Des laves coussinées ont été interprétées, mais l'argumentation est précaire et nécessite des observations complémentaires plus fiables. L'extension régionale de la suite métamorphique argue en faveur de processus sédimentaires affectant une grande étendue, et ce au détriment de l'hypothèse tectono-sédimentaire relative à l'origine des bassins, qui est fondée principalement sur la présence de conglomérats.

Les métallotectes envisagés sont liés à la tectonique grenvillienne, mais leur distribution est aussi contrôlée par la distension crustale connue à la fin du Précambrien. Lors de l'événement tectono-métamorphique, une dilatation et une diffusion de la silice et de certains métaux ont pû permettre des concentrations économiques sous forme de veines dans des cisaillements ou des charnières de plis.

L'interprétation paléogéographique, le style tectonique, la présence de pyrite dans certaines unités de paragneiss, l'observation de paragneiss calco-silicatés, et l'origine volcanique possible des amphibolites sont autant d'arguments qui incitent à vérifier la viabilité de ce modèle, et la possibilité éventuelle de modéliser à partir de concepts de développement de sous-bassins et de gîtes volcanogènes et hydrothermaux associés.

Déformation et extension de l'assemblage métasédimentaire de Montauban dans la réserve de Portneuf

Léopold Nadeau (1) et Claude Hébert (2)

Introduction et contexte régional

Depuis les travaux de Rondot (1978), la région de Portneuf – Saint-Maurice est reconnue comme le site d'une discontinuité majeure dans l'édifice orogénique grenvillien. Cette discontinuité a été initialement interprétée comme une zone de suture comprenant un assemblage lithologique de rift, le groupe de Montauban, ainsi que les vestiges d'une croûte océanique, le Complexe de la Bostonnais (Rondot, 1978 et 1986).

Nos observations de terrain (Hébert et Nadeau, 1990; Nadeau et Corrigan, 1991) conduisent à une réévaluation de ce modèle tectonique. Elles établissent que l'assemblage métaplutonique du Complexe de la Bostonnais ne contient pas de vestiges d'une croûte océanique. Elles montrent également qu'à l'échelle régionale, la répartition des roches supracrustales corrélatives avec celles du groupe de Montauban est beaucoup plus importante que celle reconnue antérieurement. La découverte d'un indice de sulfure massif dans ces roches a confirmé leur potentiel économique (MER, fiche de gîte 31 P/1-015).

COMPLEXE DE LA BOSTONNAIS

Nos travaux de cartographie de la partie méridionale du Complexe de la Bostonnais établissent que cet assemblage métaplutonique ne contient pas de roches ophiolitiques. Des quartz-diorites et des granodiorites forment les unités les plus étendues d'une suite plutonique à laquelle des diorites sont associées. Ces dernières sont les hôtes de petites masses de hornblendite et de pyroxénite.

ROCHES SUPRACRUSTALES

Les roches supracrustales de la région étudiée (figure 1) sont tectoniquement imbriquées avec les roches métaplutoniques des complexes de la Bostonnais et du Parc des Laurentides (figures 2 et 3). L'assemblage est dominé par des gneiss à biotite et grenat contenant des proportions variables de sillimanite, de graphite et de pyrite (pélites et semipélites) auxquels sont associées des lentilles d'épaisseur décamétrique

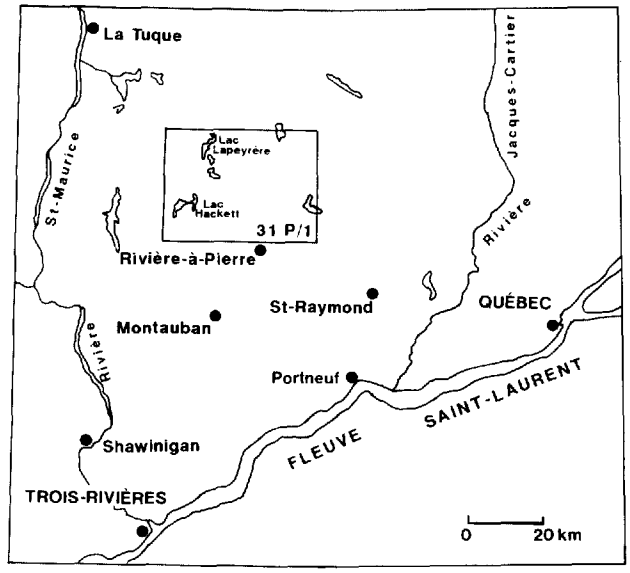


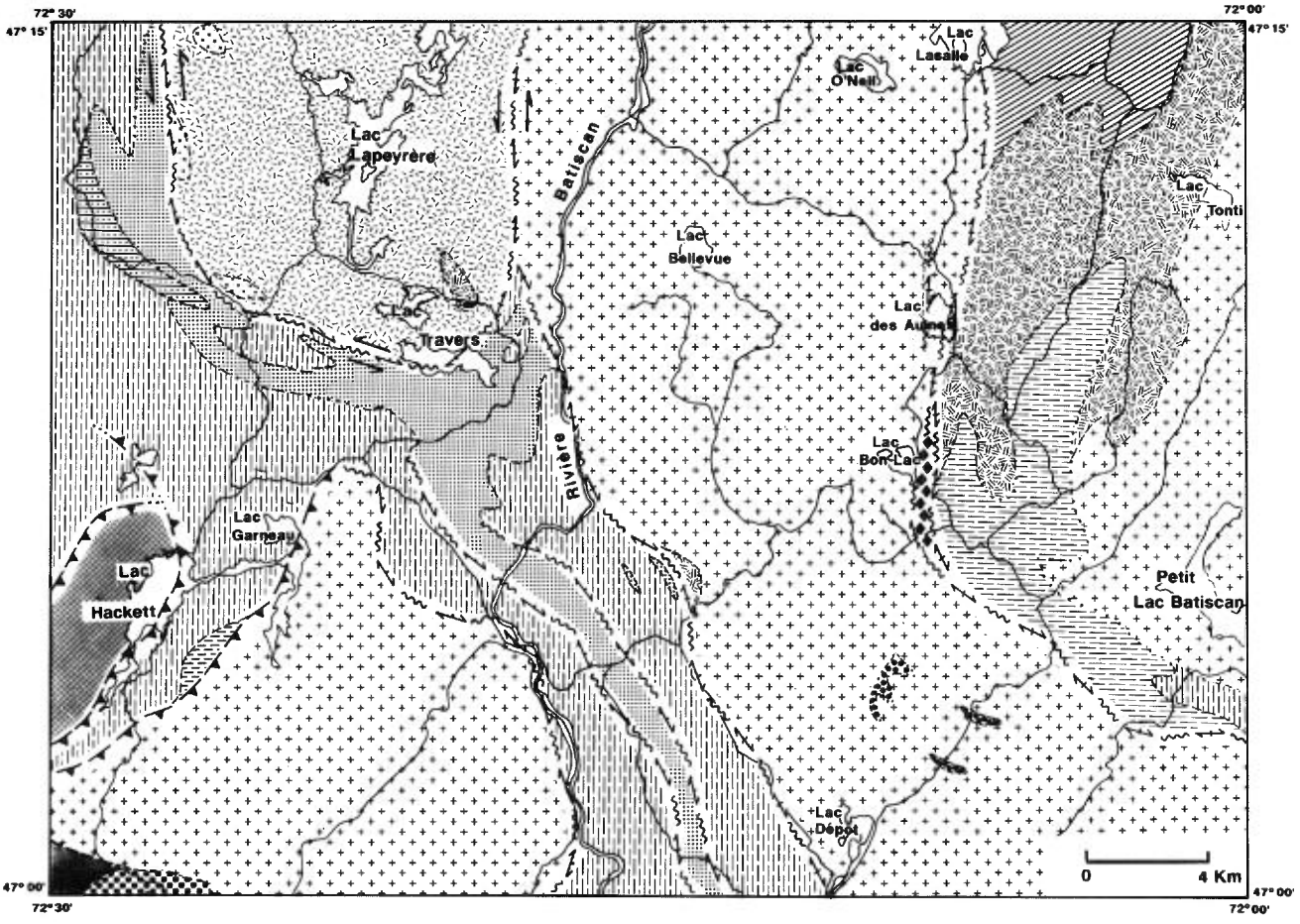
FIGURE 1 – Localisation du feuillet SNRC 31 P/01: Talbot

de quartzite et d'amphibolite. A l'échelle du travail, un seul lambeau de roche calco-silicatée a pu être cartographié bien que de nombreux boudins apparaissent dans les gneiss pélitiques et semipélitiques. D'autre part, leur présence sous forme d'enclaves dans les roches métaplutoniques des complexes de la Bostonnais et du Parc des Laurentides indique une origine relativement précoce.

Rondot (1978, 1986) a distingué deux ensembles de roches supracrustales soit le groupe de Grenville, plus ancien, et le groupe de Montauban, qu'il considérait comme étant plus jeune. Il a établi les caractéristiques des roches du groupe de Montauban sur les bases: i) de leur apparence fraîche et peu métamorphisée; ii) de la présence de structures primaires et iii) de la présence dans les roches sous-jacentes de dykes mafiques interprétés comme les cheminées nourricières des roches métavolcaniques et des amphibolites du groupe de Montauban.

Nos observations, à ce jour, ne confirment pas une telle approche. Elles montrent que: 1) L'assemblage supracrustal décrit précédemment et assigné au groupe de Grenville est semblable à celui du groupe de Montauban. 2) Les métasédiments "présumément peu

(1) Centre géoscientifique de Québec
(2) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec



Complexe du Parc des Laurentides

Granite porphyrique à hornblende et biotite

Orthogneiss charnockitique

Gneiss granitique migmatitique

Gneiss alaskitique

Complexe de la Bostonnais

Diorite, quartz-diorite et granodiorite non différenciées, massive à mylonitique

Gabbro du lac Lapeyrère

Gabbro et norite

Facies granophyrique du gabbro du lac Lapeyrère

Roches supracrustales

Gneiss pélitique et semi-pélitique grisâtre (biotite - grenat +/- sillimanite)

Gneiss pélitique et semi-pélitique rouille (muscovite - biotite - grenat +/- sillimanite)

Amphibolite (méta-volcanite ?)

Quartzite

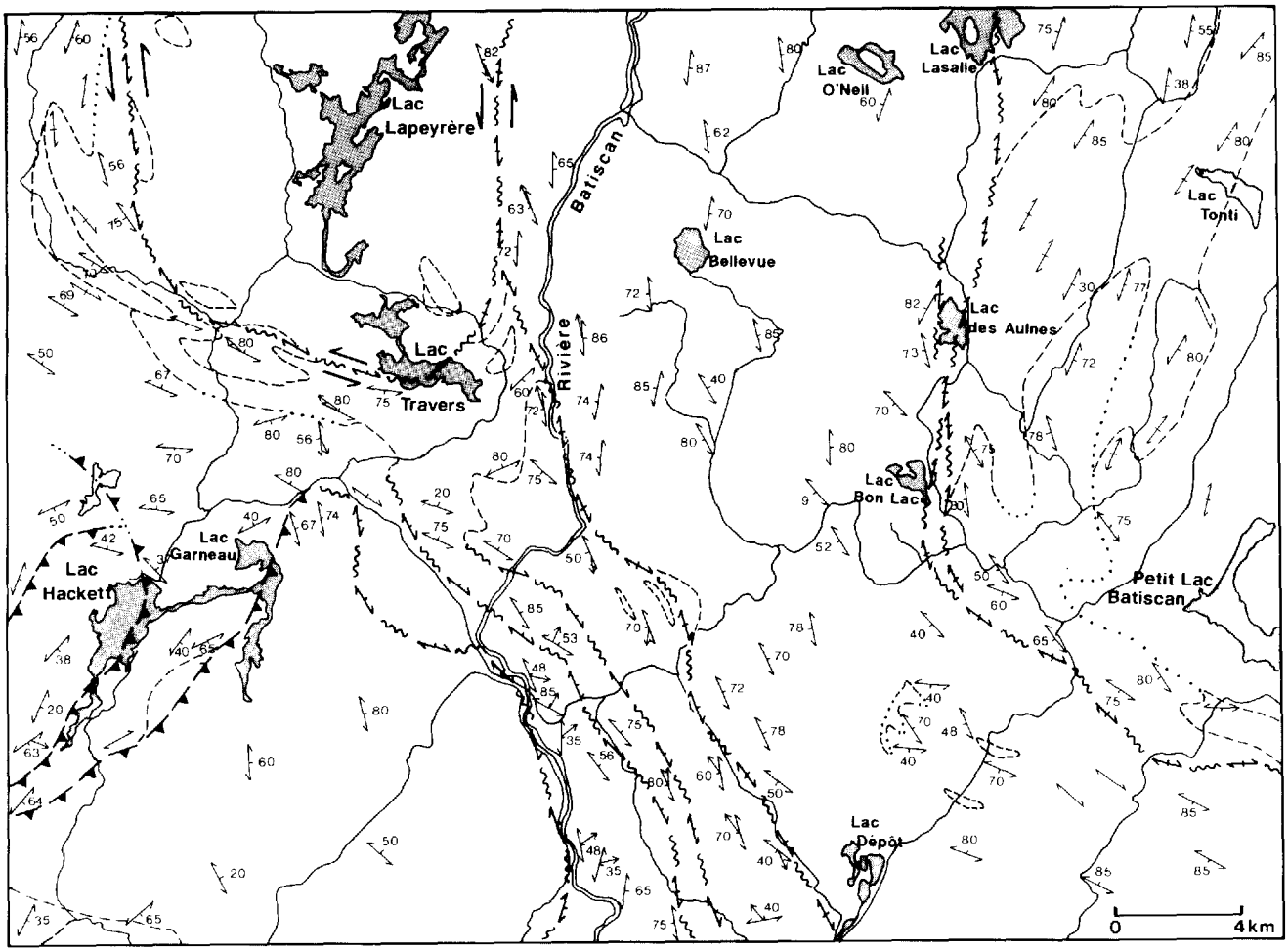
Gneiss calco-silicaté

Paragneiss diatexitique (pseudo-conglomérat)

FIGURE 2 – Géologie simplifiée de la région de Talbot

métamorphisés" du groupe de Montauban passent progressivement à des gneiss pélitiques identiques à ceux du groupe de Grenville. Cette transition est observable au nord de Montauban, près du lac des Américains. 3) La muscovite, présente dans les paragenèses métamorphiques des métasédiments du groupe de Montauban, est en partie (sinon totalement?) d'origine rétrométamorphique. 4) L'empreinte métamorphique et structurale sur les roches du groupe de Montauban est plus importante qu'elle n'avait été reconnue antérieurement. La préservation de structures primaires, telles que des laves coussinées, est très locale et ne confirme d'aucune manière un âge relatif plus jeune.

Par conséquent, l'hypothèse que les roches du groupe de Montauban représentent un ensemble de roches supracrustales distinct des autres roches supracrustales présentes dans la région doit être sérieusement reconsidérée. Une juste appréciation des effets métamorphiques et structuraux liés à la déformation ductile doit accompagner une telle approche.



SYMBOLES STRUCTURAUX

Fabrique planaire (foliation, gneissosité et rubanement mylonitique)

Linéation minérale et d'étirement

Zone de chevauchement ductile

Zone de décrochement ductile senestre

FIGURE 3 – Grands éléments structuraux de la région de Talbot

Métamorphisme et déformation

A l'exception de la partie interne des plus grandes masses plutoniques, toutes les roches de la région étudiée (figures 2 et 3) et, par extension, celles de la région de Montauban, ont été soumises à une déformation ductile intense. Ces roches montrent des paragenèses métamorphiques diagnostiques des facies amphibolite et granulite c.-à-d. typiques de la partie profonde des zones orogéniques. Les effets combinés de la déformation et du métamorphisme ont causé l'oblitération partielle ou complète des structures et textures primaires et ont conduit au développement d'une variété de tectonites parmi lesquelles les orthogneiss mylonitiques, les orthogneiss rubanés et transposés, les gneiss porphyroclastiques et les paragneiss chaotiques à boudins polygéniques sont les plus remarquables.

De plus, la localisation préférentielle des zones de forte déformation le long des contacts lithologiques, leur concordance avec la foliation minérale, l'abondance des plis isoclinaux métriques ainsi que des boudins et des lentilles d'amphibolite confirment l'intensité de la déformation et l'origine tectonique de nombreux contacts lithologiques. En général, la nature originale des contacts lithologiques, qu'ils soient primaires ou d'origine tectonique, ne peut être établie, éliminant du même coup toute possibilité d'analyse lithostratigraphique.

Ce type de relations lithologiques de même que les types de tectonites décrites précédemment sont caractéristiques des grandes zones de cisaillement ductile profondes (Myers, 1976, 1978; Le Fort, 1981; Davidson *et al.*, 1982; Nadeau, 1984, 1990; Coward and Butler, 1985; Hanmer, 1988).

Conclusion

La juste appréciation des effets métamorphiques et structuraux liés à la déformation ductile dans la partie profonde des zones orogéniques apparaît comme un prérequis à la connaissance du contexte géologique des minéralisations de la région de Montauban.

Indépendamment de ces considérations, la découverte d'un indice de sulfure massif confirme le potentiel économique de l'assemblage de roches supracrustales reconnu dans la région de Portneuf et antérieurement considéré comme distinct du groupe de Montauban.

Références

COWARD, M.P. – BUTLER, R.W.H. 1985. – Thrust tectonics and the deep structure of the Pakistan Himalaya. Geology 13: 417-420.

DAVIDSON, A., CULSHAW, N.G. – NADEAU, L. 1982. – A tectono- metamorphic framework for part of the Grenville Province, Parry Sound region, Ontario. *In* Current Research, Geological Survey of Canada, Paper 82-1A: 175-190.

HANMER, S. 1988. – Ductile thrusting at mid-crustal level, southwestern Grenville Province. Canadian Journal of Earth Sciences 25: 1049-1059.

HÉBERT, C., – NADEAU, L. 1990. – Géologie du feuillet SNRC 31 P/1 (Talbot): implications tectoniques et économiques. *Dans* Rapport d'activités 1990, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 90-10.

Le FORT, P. 1981. – Manaslu leucogranite: a collision signature of the Himalaya. A model for its genesis and emplacement. Journal of Geophysical Research 86: 10545-10568.

MYERS, J.S. 1976. – Granitoid sheets, thrusting and Archean thickening in West Greenland. Geology 4: 265-268.

_____. 1978. – Formation of banded gneisses by deformation of igneous rocks. Precambrian Research 6: 43-64

NADEAU, L. 1984. – Deformation of leucogabbroic rocks at Parry Sound, Ontario. M.Sc. thesis, Carleton University, Ottawa, Ontario: 191 p.

_____. 1990. - Tectonic, thermal and magmatic evolution of the Central Gneiss Belt, Huntsville region, southwestern Grenville orogen. Ph.D. thesis, Carleton University, 270 p.

NADEAU, L., – CORRIGAN, D., 1991 – The Saint-Maurice tectonic zone: definition. *In* Current Research, Geological Survey of Canada, en prep.

RONDOT, J. 1978. – Stratigraphie et métamorphisme de la région du Saint-Maurice. *In* Metamorphism in the Canadian Shield. Geological Survey of Canada, Paper 78-10: 329-352

_____ 1986. – Géosutures dans le Grenville. *In* Moore, J.M., Davidson, A., and Baer, A.J. (editors): The Grenville Province. Geological Association of Canada, Special Paper 31: 313-325

Suite plutonique alcaline potassique du sud-ouest du Grenville, implications tectoniques, paléogéographiques et économiques

Louise Corriveau (1)

Introduction

La géologie du Grenville est notoirement mal connue, même à proximité des grands centres urbains. La découverte de nouvelles perspectives d'exploration dans cette province géologique nécessite donc de nouveaux programmes de cartographie et d'études thématiques. Ces études sont importantes, même si on n'en perçoit pas d'applications directes ou prévisibles. Par exemple, l'exploration pour le zinc dans la région de Mont-Laurier dans la Ceinture métasédimentaire centrale (CMB) est fondée, entre autres, sur l'hypothèse que les roches supracrustales hôtes de l'important gisement de zinc de Balmat-Edwards dans les Basses Terres des Adirondacks se retrouvent également dans cette région cible. Bien qu'en apparence éloignée d'une problématique d'ordre économique, l'étude tectonique des plutons alcalins de la région de Mont-Laurier permet d'apporter des éléments importants pour la discussion de cette hypothèse. L'utilisation de ces plutons comme assemblages pétrotectoniques permet de délinéer des terrains lithotectoniques et de reconstituer leur environnement tectonique d'origine ce qui est capital pour la compréhension de la relation entre les régions de Balmat-Edwards et de Mont-Laurier au sein du Grenville.

Les plutons syénitiques de la région de Mont-Laurier

Les plutons alcalins de la région de Mont-Laurier furent longtemps considérés comme syénitiques, légèrement métamorphisés, tardifs par rapport à l'orogénie du Grenville, circonscrits à la région de Mont-Laurier et résultant d'un épaississement de la croûte ou d'un magmatisme anorogénique intraplaque dans un environnement d'extension (Baragar dans Baer 1974; Currie 1976; Britton 1979; Windley 1986). L'origine de l'abondante biotite dans ces plutons fut attribuée au métamorphisme régional ou à des réactions subsolidus tardimagmatiques (Tabet Abdul-Malak 1978: Britton 1979). En tant que suite alcaline, ces plutons intéressèrent les compagnies minières pour leur potentiel en terres rares, en Nb, en U et en P.

Huit de ces plutons ont été cartographiés au 1:15 000 (Rive 1976; Corriveau, 1989). Cette cartographie, suivie d'une étude pétrologique et géochronologique (Corriveau, 1989), démontre 1) que ces plutons renferment non seulement des syénites mais aussi des monzonites, des diorites et des pyroxénites micacées, 2) qu'ils sont postérieurs au métamorphisme régional mais précèdent le cisaillement ductile le long de la bordure de la CMB (CMBBZ; figure 1), 3) que l'abondante biotite dans ces plutons est ignée et précoce et 4) que ces plutons ne se limitent pas à la région de Mont-Laurier mais se retrouvent aussi en Ontario le long de la CMB.

Ces plutons n'appartiennent pas à une suite alcaline typique. Deux séries y coexistent. La série shoshonitique comprend des syénites quartzifères, des syénites à amphibole, des monzonites et des diorites pauvres en biotite. La série potassique à ultrapotassique, plus riche en potassium que la suite shoshonitique, comprend des syénites à néphéline, des syénites à clinopyroxène, des monzonites, des diorites et des pyroxénites très riches en biotite (20 % du mode). Ces séries sont très riches en Al, Ca, K, terres rares légères et éléments lithophiles à large rayon ionique (LILE; p. ex., Ba, Sr). Elles sont pauvres en Mg, Si et éléments en trace à potentiel ionique élevé (HFSE; p. ex., Nb, Ta). Leurs profils géochimiques normalisés par rapport aux chondrites montrant un fort enrichissement en LILE et de fortes anomalies négatives en Nb, Ta, Ti et Hf. Ces profils sont typiques des magmas d'îles en arc tels que ceux des roches ultrapotassiques du Groupe III de Foley *et al.* (1987) et des shoshonites des Nouvelles-Hébrides (Gorton, 1977). Ces profils contrastent fortement avec ceux des roches alcalines potassiques de continents stables et de zones de rift (Foley *et al.*, 1987). L'assemblage minéralogique d'apatite, biotite, clinopyroxène, plagioclase et feldspath potassique dans ces plutons est aussi typique du magmatisme potassique d'îles en arc. Ces plutons font partie du premier exemple documentant une association protérozoïque de roches ultrapotassiques, potassiques et shoshonitiques ayant nettement une affinité avec des magmas d'îles en arc.

L'étude thématique ayant démontré le caractère d'îles en arc de ces plutons, il est maintenant possible

(1) Centre géoscientifique de Québec

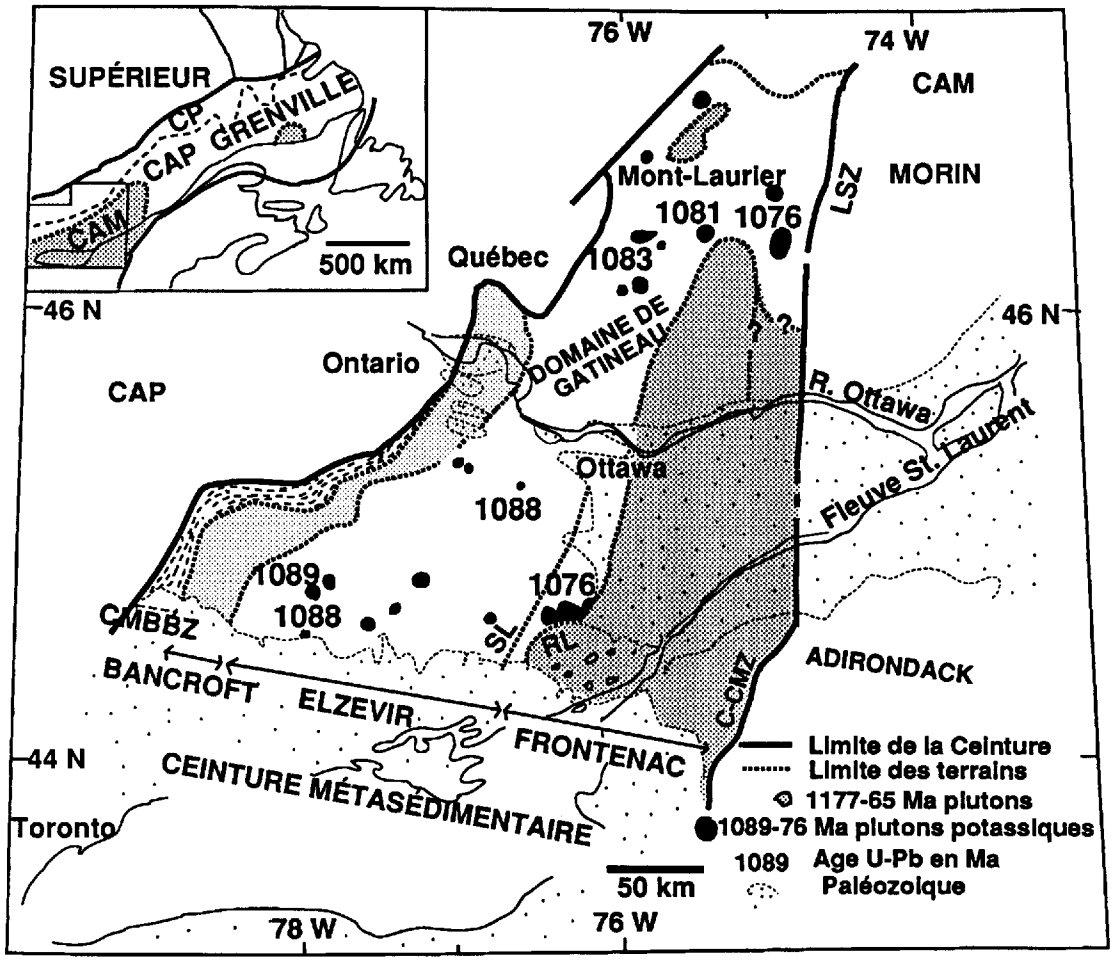


FIGURE 1 – La Ceinture métasédimentaire centrale (CMB).

de déconseiller aux compagnies minières de chercher du NB dans ces plutons, compte tenu de la pauvreté inhérente en Nb des plutons de ce type. Par contre, ce type de plutons, en Australie, semble avoir un fort potentiel pour les platinoïdes (N. Rock, communication personnelle 1990). De plus, tout comme les lamprophyres qui y sont associés, les valeurs en or semblent élevées pour des roches plutoniques (Corriveau et Gorton, 1987). La présence d'endoskarns et d'exoskarns autour de plusieurs de ces plutons et les fortes concentrations en apatite (de plus de 20 % dans les pyroxénites micacées des plutons de Sainte-Véronique et de Lac Rouge) représentent aussi un intérêt économique pour le P et possiblement le Sn (Corriveau et Gorton, 1987).

LES PLUTONS DE MONT-LAURIER DANS LE CADRE DE LA CEINTURE MÉTASÉDIMENTAIRE CENTRALE

La Ceinture métasédimentaire centrale (CMB, figure 1) comprend des roches supracrustales déposées entre 1300 et 1200 Ma et des suites plutoniques mises en place durant le cycle orogénique du Grenville. Le métamorphisme régional croît du faciès schiste vert, au sud, jusqu'au faciès amphibolite supérieur-granulite au nord. La CMB chevauche la Ceinture allochtone polycyclique (CAP) vers le nord-ouest. Un épisode de ce chevauchement fut daté à 1060 Ma (van Breemen et Hanmer 1986). La CMB est subdivisée de l'ouest vers l'est en terrains de Bancroft, Elzevir et Frontenac – basses-terres des Adirondacks en Ontario, et en terrain de Mont-Laurier au Québec (Rivers *et al.*, 1989). Il était généralement accepté que la région de Mont-Laurier représentait une extension du terrain de Frontenac – basses-terres des Adirondacks (Davidson, 1986; Rivers *et al.*, 1989). Le terrain de Bancroft se distingue par sa ceinture de gneiss à néphéline. Le terrain de l'Elzevir est caractérisé par la présence de roches volcaniques, par l'abondance de marbre et par ses plutons tonalitiques. Le terrain de Frontenac est caractérisé par d'abondantes quartzites et métapélites et un métamorphisme au faciès des granulites. Des plutons de syénites, monzonites et granites se retrouvent à travers toute la CMB (Britton 1979; Lumbers *et al.* 1990). Ces terrrains sont séparés par des zones de cisaillement. La

limite entre les terrains de l'Elzevir et du Frontenac était, avant cette étude, la zone de cisaillement de Sharbot Lake (SL, figure 1).

La réévaluation des plutons syénitiques de la région de Mont-Laurier comme plutons potassiques d'îles en arc suggère de réexaminer la nature des autres plutons syénitiques de la CMB. Deux suites ont pu ainsi être mises en évidence. La première comprend les plutons syénitiques subcirculaires (figure 1) de la région de Mont-Laurier et du terrain de l'Elzevir en Ontario, dont les âges décroissent vers l'est de 1083 à 1081 et 1076 Ma au Québec et de 1090 à 1088 et 1076 Ma en Ontario. La seconde comprend les plutons granitiques à monzonitiques qui suivent le grain structural régional du terrain de Frontenac (figure 1), mis en place entre 1177 et 1165 Ma (Corriveau *et al.* 1990).

RECONSTRUCTION DES TERRAINS

L'identification d'une province de plutons alcalins ultrapotassiques, potassiques et shoshonitiques ayant des affinités d'îles en arc et mise en place entre 1089 et 1076 Ma représente un assemblage pétrotectonique utile pour la délinéation de terrains dans la Ceinture métasédimentaire du sud-ouest du Grenville (Corriveau 1990). À l'ouest, cette province plutonique est limitée par la zone de bordure de la Ceinture métasédimentaire (CMBBZ) au Québec et par le terrain de Bancroft en Ontario. En Ontario, la faille de Rideau Lake (RL, figure 1), à l'est de celle du Sharbot Lake, représente la limite est des plutons potassiques (1089-1076 Ma) et un bris majeur entre cette suite plutonique et les plutons monzonitiques du Frontenac datés entre 1177 et 1165 Ma. L'encaissant est également différent, de part et d'autre de la faille de Rideau Lake, par le type d'assemblages supracrustaux et le grain des anomalies aéromagnétiques. La distribution géographique de ces deux suites ignées suggère que la limite est du terrain de l'Elzevir est la faille de Rideau Lake (Corriveau 1990) et non pas celle de Sharbot Lake.

La région de Mont-Laurier a généralement été considérée comme une seule entité tectonique. Les plutons potassiques, les roches volcaniques et le grain uniforme des anomalies aéromagnétiques, typiques du terrain de l'Elzevir, se retrouvent aussi dans les parties ouest et nord de la région de Mont-Laurier. Par contre au sud, le grain aéromagnétique est irrégulier, les amphibolites d'origine volcanique et les plutons potassiques semblent absents, les quartzites et métapélites sont abondants et des monzonites déformées sont présentes. Ces caractéristiques sont celles du terrain de Frontenac. La distribution de la suite potassique et ces autres caractéristiques impliquent que la région de Mont-Laurier est formée de deux entités distinctes: le domaine de Gatineau (figure 1) qui était une extension du terrain de l'Elzevir lors de la mise en place des plutons potassiques et le domaine du sud qui serait une extension du terrain Frontenac (Corriveau, 1990).

ENVIRONNEMENT TECTONIQUE

Dans le Grenville comme dans le Phanérozoïque, la distribution géographique d'une suite ignée et ses caractéristiques géochimiques peuvent être utilisées à des fins de reconstruction paléotectonique. La présence d'une suite plutonique de roches ultrapotassiques, potassiques et shoshonitiques ayant nettement une affinité d'îles en arc dans le terrain de l'Elzevir suggère que ce terrain représente une série d'îles en arc qui jalonnait une zone de subduction entre 1089 et 1076 Ma. L'orientation nord-est de cette suite (figure 1) et son rajeunissement vers l'est (Corriveau *et al.* 1990) suggèrent une zone de subduction d'orientation nord-est avec pendage vers l'est (Corriveau 1990). L'absence de plutons potassiques dans les terrains adjacents à celui de l'Elzevir suggère que ces terrains n'étaient pas en contact les uns avec les autres entre 1089 et 1076 Ma. Ces terrains sont donc suspects et probablement allochtones.

L'environnement tectonique de la CMB ressemble à celui des îles en arc du Sunda en Indonésie. Dans cette optique, le métamorphisme régional qui précède le plutonisme potassique dans le terrain de l'Elzevir pourrait être dû à une collision analogue à celle de l'Indonésie avec le continent australien, la période de subduction entre 1089 et 1076 Ma s'apparentant à la subduction active sous les îles du Sunda et la collision marquant l'amalgamation et l'accrétion des terrains dans le sud-ouest du Grenville correspondant à la collision prévue entre le continent australien, les îles en arc de l'Indonésie et le continent asiatique.

La reconstitution tectonique ainsi réalisée a également des implications pratiques pour l'étude du potentiel minéral du Grenville. En effet, la mise en évidence de terrains allochtones adjacents à celui de l'Elzevir implique que toutes les roches supracrustales de la CMB n'ont pas nécessairement été déposées en même temps dans le même bassin. Plus explicitement, les sédiments hôtes de Balmat-Edwards ne se continuent donc pas nécessairement dans la région de Mont-Laurier.

Conclusion

Le programme de cartographie des plutons alcalins de la région de Mont-Laurier et les études thématiques s'y rapportant ont permis d'édifier un nouveau modèle tectonique pour le sud-ouest du Grenville. Les résultats de ces travaux montrent que l'utilisation des suites plutoniques est fort prometteuse pour le Grenville et complémente les études structurales. Ces études peuvent déboucher sur de nouvelles perspectives d'exploration demain, dans dix ans, ou jamais. Toutefois, il ne fait pas de doutes que sans cartographie et sans idées nouvelles le "Problème du Grenville" ne saurait être résolu et son potentiel minéral, découvert.

RÉFÉRENCES

BAER, A.J., 1974 – Grenville geology and plate tectonics. Géoscience Canada, Volume 1: 54-61.

BRITTON, J.M., 1979 – Late-tectonic syenite and granite plutons of the Grenville Province of southwest Quebec and southeast Ontario. Commission géologique du Canada, Papier 79-1B: 163-166.

CORRIVEAU, L., 1989 – Proterozoic potassium-rich alkaline plutonism in the southwestern Grenville Province. Thèse de Ph.D., Université McGill, Montréal, Canada.

_____, 1990 – Proterozoic subduction and terrane amalgamation in the southwestern Grenville Province, Canada: Evidence from ultrapotassic to shoshonitic plutonism. Geology, Volume 15: 614-617.

CORRIVEAU, L. – GORTON, M., 1987 – Potential economic significance of Precambrian potassic plutons in the Central Metasedimentary Belt, Grenville Province of western Québec. Commission géologique du Canada, Papier 87-1A: 897-899.

CORRIVEAU, L. – HEAMAN, L.M. – MARCANTONIO, F. – VAN BREEMEN, O., 1990 – 1.1 Ga K-rich alkaline plutonism in the SW Grenville Province: U-Pb constraints for the timing of subduction related magmatism. Contributions to Mineralogy and Petrology, Volume 105, pages 473-485.

CURRIE, K.L., 1976 – The alkaline rocks of Canada. Commission géologique du Canada, bulletin 239: 198-201.

DAVIDSON, A., 1986 – New interpretation in the southwestern Grenville Province. Geological Association of Canada, Special Paper 31: 61-74.

FOLEY, S.F. – VENTURELLI, G. – GREEN, D.H. – TOSCANI, L., 1987 – The ultrapotassic rocks: characteristics, classification, and constraints for petrogenetic models. Earth-Science Review, Volume 24: 81-134.

GORTON, M.P., 1977 – The geochemistry and origin of Quaternary volcanism in the New Hebrides. Geochimica et Cosmochimica Acta, Volume 41: 1257-1270.

LUMBERS, S.B. – HEAMAN, L.M. – VERTOLLI, V.M. – WU, T.–W., 1990 – Nature and timing of Middle Proterozoic magmatism in the Central Metasedimentary Belt, Grenville Province, Ontario. Geological Association of Canada, Special Paper (sous presse).

RIVE, M., 1976 – Région de Sainte-Véronique. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, RG-182.

RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C.F. – DAVIDSON, A., 1989 – A new tectonic division of the Grenville Province, southeast Canadian Shield. Tectonics, Volume 8: 63-84.

TABET ABDUL-MALAK, V., 1978 – Le complexe alcalin de Sainte-Véronique (Québec, Canada): pétrologie et géochimie. Thèse de 3ième cycle, Université Claude Bernard, Lyon, France.

VAN BREEMEN, O. – HANMER, S., 1986 – Zircon morphology and U-Pb geochronology in active shear zones: studies on syntectonic intrusions along the northwest boundary of the Central Metasedimentary Belt, Grenville Province, Ontario. Commission géologique du Canada, Papier 86-1B: 775-784.

WINDLEY, B.F., 1986 – Comparative tectonics of the western Grenville and the western Himalaya. Geological Association of Canada, Special Paper 31: 341-348.

Les grands corridors de déformations délimitant le terrain de Mont-Laurier

K.N.M. Sharma, J. Lévesque, H. Dupuy et Y. Globensky (1)

Introduction

Depuis 1987, le ministère de l'Énergie et des Ressources a entrepris une campagne de cartographie régionale au 1:50 000 dans la province de Grenville, entre Buckingham à l'ouest et Pointe-au-Chêne – Grenville à l'est. Pendant la même période, une étude de reconnaissance a été effectuée le long de la limite ouest du Bassin de Mont-Laurier en contact avec les roches du socle à l'ouest, entre Danford Lake et Maniwaki, sur une distance d'environ 100 km.

Levés régionaux dans l'Outaouais

La région cartographiée entre Buckingham et Pointe au Chêne – Grenville fait partie de la Ceinture allochthone monocyclique d'après la nouvelle subdivision tectonique de la province de Grenville proposée par Rivers *et al.* (1989). Cette ceinture est caractérisée par la présence de roches du Supergroupe de Grenville telles que les marbres, les roches calco-silicatées, les paragneiss, les quartzites, les amphibolites et leurs équivalents migmatitiques. La ceinture est ensuite subdivisée en deux terrains selon les critères lithologiques et tectonométamorphiques: le Terrain de Mont-Laurier et le Terrain de Morin occupant respectivement les parties ouest et est de la ceinture. Le Terrain de Mont-Laurier étant dans le faciès amphibolite est séparé par une ou des zones tectoniques du Terrain de Morin qui est dans le faciès granulite. De plus, ce dernier terrain est caractérisé par la présence de la masse anorthositique de Morin et des masses de roches intrusives charnockitiques. Dans la région cartographiée nous avons constaté les évidences d'une déformation polyphasée dans laquelle trois phases de plissement sont facilement reconnaissables et un métamorphisme régional allant du faciès des amphibolites au faciès des granulites, atteint au cours du cycle orogénique grenvillien.

D'après nos travaux, la transition du Terrain de Mont-Laurier au Terrain de Morin ne s'effectue pas d'une façon abrupte mais plutôt par une série de linéaments ou corridors de déformation intense, de largeur kilométrique et orienté NNE, correspondant aux zones de chevauchement, de cisaillement et de mylonitisation. Parmi ces linéaments, celui de Kinonge peut être considéré comme le corridor délimitant les terrains de Mont-Laurier et de Morin. En même temps, les zones comprises entre les divers linéaments peuvent être considérées comme des domaines structuraux bien distincts. À l'est du linéament de Kinonge, les roches du faciès des granulites commencent à prendre de l'importance, alors qu'à l'ouest de ce linéament le faciès des amphibolites prédomine. Ce changement de faciès ne comporte pas de grandes variations lithologiques de part et d'autre du linéament de Kinonge. À l'est de ce linéament, on continue de retrouver les mêmes lithologies du Supergroupe de Grenville, mais dans le faciès granulite. Toutefois, plus à l'est de la région, on retrouve également la masse anorthositique de Morin et son cortège de roches intrusives d'affinité charnockitique tels que cartographiés par Martignole.

La région est également caractérisée par la présence de plusieurs bandes de gneiss tonalitique, de direction NNE, parallèlement au grain tectonique régional. Chacune de ces bandes a plusieurs kilomètres d'épaisseur et montre également des effets de déformation très intense. Elles sont interprétées comme des écailles du socle incorporées parmi les roches du Supergroupe de Grenville pendant le cycle orogénique grenvillien.

Dans la région de Buckingham – Montebello – Pointe-au-Chêne – Grenville, l'interprétation des photos aériennes et des images LANDSAT a permis de repérer les linéaments correspondant aux corridors de déformation ductile et aux failles cassantes reliées au système du graben Ottawa-Bonnechère. Ces dernières marquent la limite entre les roches précambriennes du Grenville et les roches paléozoïques des basses-terres de la rivière des Outaouais.

ÉTUDE DE RECONNAISSANCE

Nous avons également étudié la zone de contact entre les roches du socle faisant partie de la limite est de la Ceinture allochthone polycyclique (Terrain de Baskatong) et les roches du Supergroupe de Grenville faisant partie de la limite ouest du Terrain de Mont-Laurier. Le secteur étudié s'étend de Danford Lake au sud jusqu'à Maniwaki au nord. Il correspond à la Zone de bordure de la ceinture monocyclique de Rivers *et al.* et se manifeste par un corridor de déformation très in-

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources

tense, large de plusieurs kilomètres. Dans ce corridor, les roches du Supergroupe de Grenville et les roches du socle ont subi une migmatisation et une déformation très intense. Les effets de la migmatisation se manifestent par une abondance de leucosomes et de matériel granitique et pegmatitique aussi bien dans les roches métasédimentaires que dans les roches du socle. Ces dernières se composent surtout de gneiss tonalitiques et de minces bandes d'amphibolites. Nous considérons que la majeure partie du matériel rose de composition granitique à pegmatitique contenu dans les gneiss tonalitiques provient de la migmatisation durant le métamorphisme régional et, de ce fait, ne devrait pas être considéré comme une partie intégrante des roches du socle, comme c'est le cas pour les roches métasédimentaires. Les paragneiss, les marbres, les amphibolites, les gneiss tonalitiques et les pegmatites de cette région sont affectés par le corridor de déformation très intense, comme en témoigne la présence de zones de cisaillement et de mylonitisation. Dû aux fortes déformations, les gneiss tonalitiques et les amphibolites sont devenus de véritables "straight gneisses" caractérisés par une gneissosité rectiligne et finement développée. Les paragneiss et les gneiss tonalitiques qui ont subi des cisaillements et des mylonitisations intenses sont maintenant caractérisés par la présence de sillimanite et probablement de kyanite. Pour cette raison, nous corrélons la présence de sillimanite, aussi bien dans les gneiss tonalitiques que dans les paragneiss, aux zones de déformation très intense. De ce fait, la sillimanite devient un excellent indicateur des zones de cisaillement et de mylonitisation. La sillimanite est invariablement accompagnée de grenats rose-mauve dans cette région.

Les indicateurs cinématiques tels que les linéations d'étirement à plongement SE, les plis déversés vers le NW, les rotations de feldspaths, etc. suggèrent une direction de transport tectonique du SE vers le NW.

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Le potentiel économique de la Province de Grenville et les contextes géologiques propices aux gîtes zincifères et aurifères, aux minéralisations uranifères, et aux minéraux industriels tels que graphite, feldspath, dolomite, magnésite, wollastonite, brucite, apatite, mica, etc. sont déjà bien connus. Pour cette raison, nous avons concentré nos efforts afin de déceler et d'identifier d'autres environnements géologiques pouvant servir de cible à l'exploration pour les minéralisations métallifères ou autres. Au cours de nos travaux, nous avons systématiquement remarqué la présence de minéralisations en sulfures, sous forme disséminée ou massive, reliées aux zones de cisaillement et de mylonitisation, que ce soit dans les roches du Supergroupe de Grenville ou dans les roches du socle. Lorsque ces zones affectent les paragneiss ou les gneiss tonalitiques, elles engendrent souvent le développement de sillimanite. Pour cette raison, nous plaçons un lien génétique entre les zones de cisaillement-mylonitisation et le développement de sillimanite. Dans ces zones, les roches affectées montrent une altération rouillée, un débit feuilleté et sont friables. De telles zones sont particulièrement communes dans les corridors de déformation délimitant le Terrain de Mont-Laurier. Conséquemment, l'identification des zones de cisaillement-mylonitisation, accompagnées de minéralisations en sulfures, ouvre de tout nouveaux horizons pour l'exploration des substances métallifères dans le Grenville.

Dans ce contexte, il serait à propos de signaler que Michel Gauthier a déjà fait remarquer que la sillimanite est un métallotecte dans la région aurifère de Montauban. Par conséquent, nous considérons que la région aurifère de Montauban pourrait être localisée dans une importante zone de cisaillement.

Près de la limite ouest du Terrain de Mont-Laurier, nous retrouvons fréquemment des skarns métasomatiques au contact des "marbres roses" et des roches encaissantes – que ce soit dans les roches du socle ou dans les roches du Supergroupe de Grenville. Les minéraux observés sont: diopside, apatite, phlogopite, fluorine, molybdénite, tourmaline, pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite et les minéraux urano-thorifères. Nous croyons que ces marbres roses proviennent de la remobilisation des marbres du Supergroupe de Grenville pendant la déformation et le métamorphisme régional et qu'ils ont été injectés dans les roches du socle lors du chevauchement ductile de la Ceinture allochthone monocyclique par dessus la Ceinture allochthone polycyclique. Cela indiquerait que le niveau d'érosion actuel concorde avec cette zone de chevauchement. Cette hypothèse est de plus appuyée par les pendages faibles, voire subhorizontaux, des roches du socle dans ce secteur.

Références

RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C.F. – DAVIDSON, A.; 1989 – A new tectonic division of the Grenville Province, southeast Canadian Shield. Tectonics, Volume 8 : 63-84.

Exploration géochimique de l'or dans la région de la Gatineau (Grenville) – Apport des techniques numériques

Claude Bellehumeur et Michel Jébrak (1)

Un relevé d'exploration géochimique régionale a été entrepris dans la région de la Gatineau par le Ministère de l'Energie et des Ressources. Le territoire étudié est situé à la limite des ceintures mono- et polycyclique de la Province de Grenville. Le relevé consiste en un double échantillonnage des minéraux lourds et des sédiments de ruisseaux à la maille d'un échantillon tous les 10 km^2.

Les données géochimiques brutes permettent de mettre en évidence deux vastes aires anomaliques en or au nord de Hull et à l'est du réservoir Baskatong. Cependant, l'exploration géochimique de l'or rencontre plusieurs problèmes: la majorité des échantillons montre des concentrations sous le seuil de détection et la plupart des anomalies sont ponctuelles, ce qui donne une piètre image du potentiel aurifère de la région. Deux approches complémentaires peuvent être utilisées, le krigeage d'indicatrices qui traite uniquement les concentrations aurifères et la régression qui considère les éléments traceurs associés à l'or.

La première approche consiste à recoder les concentrations d'or de façon binaire (0, 1) selon une teneur de coupure donnée; la variable prenant la valeur 0 si elle est plus petite que la teneur choisie (10 ppb), et prend la valeur 1 si elle est plus grande ou égale à cette teneur. Cette méthode permet d'utiliser l'information fournie par les échantillons sous le seuil de détection et les quelques échantillons montrant des concentrations aurifères très élevées, produisant ainsi une image plus complète de la dispersion spatiale des données.

Le variogramme de cette variable confirme le caractère très erratique des concentrations aurifères. Il montre de purs effets de pépites dans toutes les directions. Les moyennes locales de cette variable permettent de produire une carte d'isoprobabilité d'excès du seuil de 10 ppb. Plusieurs zones anomales sont circonscrites et méritent d'être évaluées à la lumière des informations apportées par les éléments traceurs et les travaux de cartographie géologique.

La régression est d'abord utilisée parmi les échantillons où l'or est détecté (> 5 ppb) afin d'établir une référence. L'équation résultante est ensuite appliquée à l'ensemble des données et fournit une estimation de l'or pour chaque point d'échantillonnage. Cette étude révèle que seul l'or dosé dans la fraction lourde est efficacement modélisé par une régression. Environ 15% de la variance de l'or peut être expliquée par des traceurs chalcophiles tel As, Se, Sb, Pb et Hg qui sont des indicateurs de sulfures accompagnant l'or.

Les variogrammes de l'or estimé par la régression montrent une forte anisotropie pour le Terrain de Mont-Laurier, les zones d'influence étant de 25 km dans la direction N-S, et de 10 km dans la direction E-W. Cette différence est expliquée par la direction de l'écoulement glaciaire et l'orientation du réseau de drainage qui sont N-S dans la région. Par contre, les variogrammes du Terrain de Baskatong sont isotropes, montrant des continuités similaires de l'ordre de 25 km.

La régression met en évidence quelques anomalies bien structurées situées:

- à l'intérieur des vastes aires anomales du nord de Hull et de l'est du réservoir Baskatong.
- le long de la rivière Gatineau, dans la région de Maniwaki.
- le long de la zone de déformation séparant les domaines mono- et polycycliques.
- à l'extrême ouest de la région étudiée, au sud du lac Duval, dans le canton Brie.

Ces techniques numériques permettent donc une meilleure structuration des anomalies et améliorent sensiblement l'efficacité de la prospection géochimique.

(1) Université du Québec À Montréal, Dept. des Sciences de la Terre

Chibougamau

Le potentiel minéral du district minier de Chibougamau

Rémy Morin (1)

Le district minier de Chibougamau est reconnu comme un important producteur de cuivre (1 250 000 t de cuivre, à partir d'une trentaine de mines, depuis 1953), mais on oublie souvent qu'il fournit également une part importante de la production aurifère québécoise. La production aurifère de Chibougamau a augmenté continuellement depuis 1975 et, en 1988, elle représentait 22 % de la production québécoise. Soulignons que le district a produit, en 1988, autant d'or (7395 kg) que le district aurifère de Val-d'Or (7937 kg).

La géologie de la région est très diversifiée et on y trouve plusieurs contextes géologiques et structuraux très favorables.

Le Complexe du Lac Doré dans lequel on a trouvé la plupart des mines de cuivre et d'or de la région constitue toujours une cible de premier choix pour l'exploration. À titre d'exemple, Northgate (aujourd'hui Westminer) a repéré trois nouvelles structures minéralisées, à proximité de son usine de concentration, dont les réserves s'établissent à 900 000 t à des teneurs de 1,12 % Cu et 4,5 g/t Au. La minéralisation s'étend en surface sur une distance de 450 m et se poursuit en profondeur jusqu'à 300 m ou plus. Il faut souligner que même dans le camp minier principal plusieurs mines n'ont pas été explorées au-delà de 300 ou 400 m de profondeur alors que plusieurs veines minéralisées atteignent plus de 1200 m de profondeur dans certaines mines en production.

Le Complexe de Cummings est une intrusion basique qui revêt aussi une importance économique pour la région. À Chapais, ce complexe est l'hôte de quatre mines (Springer, Perry, Robitaille et Cooke) et à Chibougamau il contient la mine Norbeau.

Au sud de Chibougamau, le segment de roches vertes situé entre la mine Joe Mann et la mine Lac Shortt est aussi très propice à la recherche de métaux précieux. Minnova et son partenaire Diana Ressources ont obtenu des résultats intéressants en 1989. En effet, ils ont foré huit trous et les meilleurs recoupements ont donné 3,48 et 5,8 g/t Au sur 6,25 et 5,8 m. La zone minéralisée a été suivie sur une longueur de 350 m jusqu'à une profondeur de 135 m; elle est ouverte au NE et en profondeur. Plus au sud, Ressources du Lac Meston, qui comptait sur des réserves de 900 000 t lors de la réouverture en 1987, dispose aujourd'hui de réserves de 3 300 000 t à des teneurs de 8,16 g/t Au et 0,32 % Cu. Enfin SOQUEM et Cambior ont circonscrit un gîte aurifère (Philibert) évalué à 525 000 t à une teneur de 6,13 g/t Au, ce gîte est situé à 11 km à l'est de la mine Joe Mann.

Le segment de Chibougamau-Chapais possède également un excellent potentiel pour les dépôts de sulfures massifs (Cu, Zn) volcanogènes. Rappelons que le gisement de Lemoine (1975-1983) a produit 750 000 t à des teneurs de 4,5 % Cu, 11 % Zn, 4,5 g/t Au et 84 g/t Ag. Le gîte Selco dans le canton Scott, détenu par Ressources Thunderwood, est également digne de mention.

La ceinture d'Urban-Barry située à l'extrémité sud de la région recèle un bon potentiel en métaux précieux et en métaux de base. Plusieurs projets d'exploration ont donné des résultats significatifs. Ainsi, dans le canton Souart, le Groupe minier O estime avoir délimité des réserves géologiques de 515 000 t à 6 g/t Au. Dans le canton Urban, Falconbridge ltée et Ressources Beaufield ont mis à jour trois zones minéralisées dont l'une semble particulièrement intéressante : les meilleurs recoupements ont donné 7,61, 27,47 et 8,99 g/t Au sur des largeurs respectives de 7,36, 3,3 et 4,36 m.

La ceinture de roches vertes de Frotet-Troïlus, située à 120 km au nord de Chibougamau, est également très favorable. Ainsi, Minnova a annoncé en 1989 qu'elle avait découvert un dépôt aurifère de 12 000 000 t à des teneurs de 2 g/t. Soulignons également la découverte du gîte du lac Domergue en 1972 dont les réserves actuelles sont de 1 154 520 t à des teneurs de 1,96 % Cu, 3,35 % Zn 42,86 g/t Ag et 0,72 g/t Au.

Juste au nord-ouest des Monts Otish, la ceinture de roches vertes de la rivière Eastmain supérieure a retenu l'attention au cours des dernières années. Ressources MSV espère exploiter, dans un avenir rapproché, un gîte aurifère dont le tonnage est évalué à 860 000 t, à une teneur de 12 g/t Au. Juste à l'ouest, Windy Mountains a récemment découvert un gîte de cuivre évalué à 30 000 000 t, à une teneur de 0,48 % Cu.

En dépit de ses antécédents et de son potentiel aurifère et cuprifère, le district minier de Chibougamau n'a pas reçu toute l'attention qu'il mérite. Les inves-

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

tissements en exploration hors chantier dans la région de Chibougamau n'ont été que de 20 $ millions, en moyenne, au cours des cinq dernières années comparativement à 100 $ millions pour les régions de Val-d'Or et de Rouyn-Noranda. Cette situation est d'autant plus difficile à expliquer que les voies d'accès sont nombreuses et que la base de données géoscientifiques disponibles est l'une des meilleures au Québec et au Canada.

Caractérisation de la minéralisation aurifère dans la région du lac Shortt

Harold Brisson et Jayanta Guha (1)

Nous présentons les résultats d'une étude sur l'or dans la région du lac Shortt que nous avons menée durant les trois dernières années. Cette étude, financée par le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, s'inscrit plus globalement dans une recherche sur la métallogénie de l'or dans la bande volcano-sédimentaire archéenne de Caopatina-Desmaraisville.

Le secteur du lac Shortt qui constitue la partie occidentale de la bande de Caopatina-Desmaraisville suscite un intérêt certain pour l'or puisqu'on y a découvert les gîtes d'or du Lac Shortt et du Lac Bachelor ainsi qu'une multitude d'indice aurifères. Ces découvertes soulèvent des interrogations concernant le contexte tectono-stratigraphique de la minéralisation aurifère dans ce secteur. Des problèmes se posent parce que, d'une part, les roches hôtes de la minéralisation aurifère sont très variées et souvent dans des positions stratigraphiques incertaines; d'autre part, la minéralisation est associée avec des zones de déformation dont la relation avec la paléotectonique régionale reste à clarifier. De plus, l'association spatiale entre la minéralisation aurifère et des intrusions est marquée et le cadre stratigraphique et paléotectonique de ces intrusions est encore mal connu. Pour guider les travaux d'exploration vers une autre découverte dans ce secteur, il nous a donc paru important de préciser le contexte stratigraphique et tectonique de la minéralisation aurifère et de formuler une synthèse métallogénique de cette minéralisation.

L'étude métallogénique est d'abord fondée sur des observations conduites sur plusieurs indices aurifères (Brisson et Guha, 1988 et 1989) qui sont répartis dans tout le secteur du lac Shortt (figure 1), et en outre sur les données disponibles concernant les mines de Lac Shortt (Cormier *et al.*, 1984 et Morasse, 1988) et de Lac Bachelor (Buro, 1984 et Lauzière, 1989) auxquelles nous ajoutons nos propres observations.

Nous constatons d'abord que les zones aurifères se retrouvent dans des roches très variées qui sont métamorphisées au faciès des schistes verts. Ces minéralisations peuvent être situées dans le schéma stratigraphique de Sharma et Gobeil (1987; figure 1) qui est semblable à celui de la partie est de la bande de Caopatina-Desmaraisville. Selon ce schéma, les roches hôtes des minéralisations aurifères représentent toutes les unités rocheuses majeures du secteur et aussi plusieurs unités mineures, à savoir : les basaltes de la Formation d'Obatogamau, les roches volcanoclastiques du Membre de Wachigabau, les roches pyroclastiques et sédimentaires de la Formation du Ruisseau Dalime, les gabbros du Complexe des Chutes de l'Esturgeon et des roches intrusives variées. Cette observation nous porte à croire que les minéralisations ne sont pas contrôlées, sur une échelle régionale, par une unité lithologique particulière. Par contre, à une échelle locale, les travaux de Morasse (1988) à la mine du Lac Shortt démontrent que la minéralisation aurifère peut être contrôlée par une lithologie favorable. Dans ce cas, il s'agit des intrusions comagmatiques aux basaltes de la Formation d'Obatogamau.

Les structures exercent un contrôle important sur les minéralisations aurifères. À l'échelle de l'affleurement, les minéralisations sont reliées à des zones tabulaires de déformation fragile et fragile-ductile et, dans un cas, à une ouverture entre les couches dans une charnière de pli. Trois familles de zones de déformation sont distinguées : NE à ESE, NW à NNW et NNE à NE. La famille de direction NE à ESE regroupe des zones de déformation dont les caractéristiques sont semblables aux failles aurifères E-W de la région de Chibougamau (Daigneault et Allard, 1987). Les zones de déformation NNE à NE et NW à NNW sont semblables aux failles tardives et conjuguées de direction NW et NE qui sont observées dans la région de Chibougamau (Dimroth *et al.*, 1986).

Dans ces zones de déformation, les minéralisations se présentent sous forme de veines de quartz ± albite ± carbonates avec parfois des disséminations dans la roche encaissante altérée ou sous la forme de dissémination seule dans une roche altérée. Ces minéralisations sont dominées par la pyrite qui est associée à des proportions moindres d'ilménite, de chalcopyrite, de pyrrhotite, de magnétite, d'hématite et d'or natif. L'or natif est observé, soit en étroite association avec la pyrite, ou bien parfois, à l'état libre dans les veinules et veines. Les minéralisations sont tardives par rapport aux déformations enregistrées par la gangue.

Les minéralisations sont incluses dans des zones d'altération hydrothermale d'extension décamétrique à hectométrique et de puissances métrique à décamétrique. Les altérations hydrothermales se superposent

(1) Université du Québec à Chiboutimi

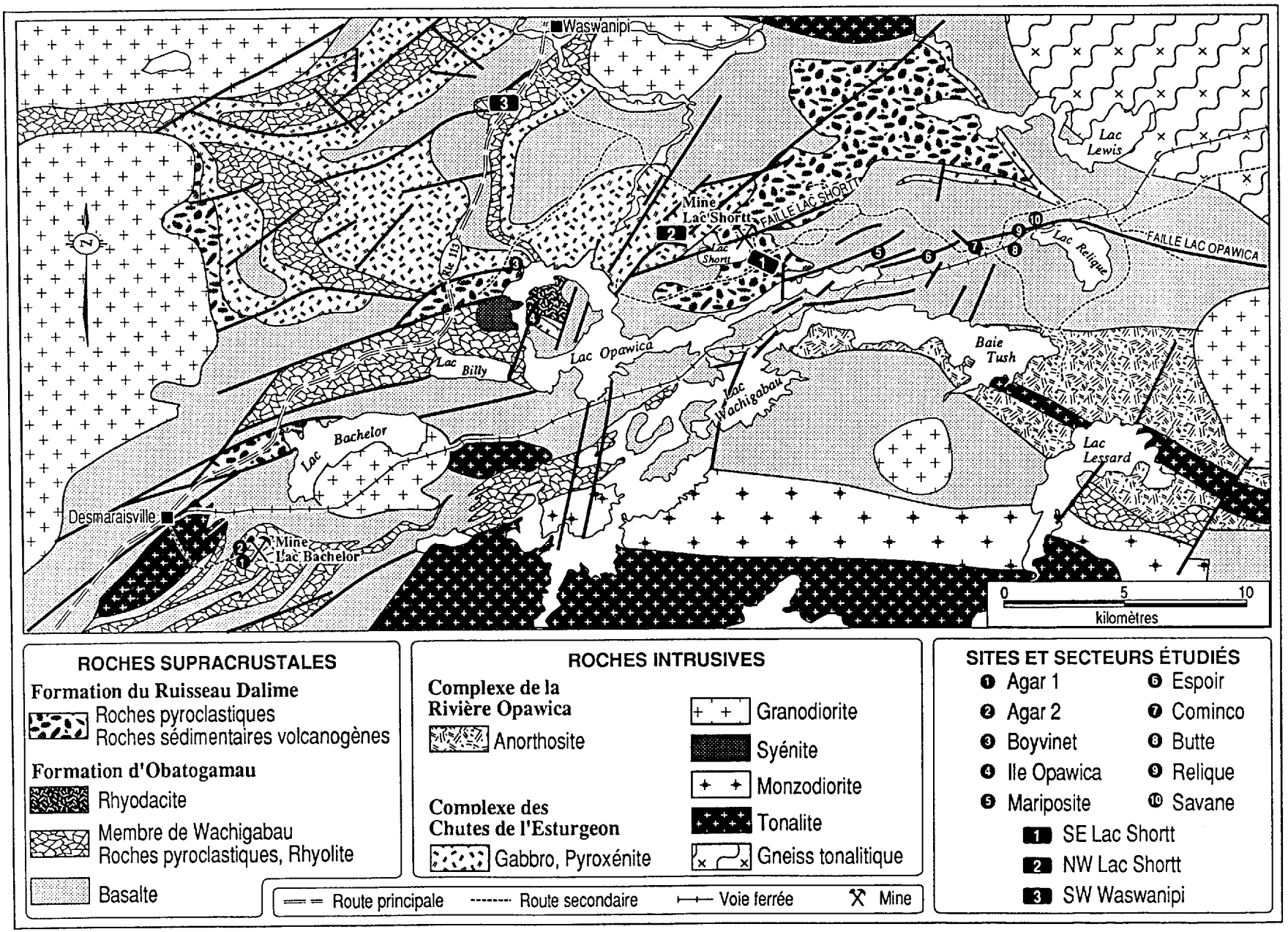


FIGURE 1 – Géologie du secteur du lac Shortt et localisation des sites étudiés. Modifiée d'après Gobeil (1984), Sharma et Gobeil (1987) et Chown et Mueller (1988).

à l'assemblage minéral produit par le métamorphisme régional et elles se manifestent principalement par la présence de carbonates, de chlorite, de séricite, de biotite, de fuchsite, d'albite, d'hématite, de silice et de feldspaths potassiques. Ces minéraux d'altération se répartissent en zones qui enveloppent les parties minéralisées. Nous distinguons deux catégories d'altération (fuchsite)-chlorite-albite-pyrite et un second type comportant les minéraux : feldspaths potassiques-albite-hématite-carbonates-séricite-(biotite) - chlorite-pyrite. Les études lithogéochimiques de quelques unes des zones d'altération nous permettent de constater l'addition générale de C, H, K et S. Parmi les éléments mineurs nous notons parfois des additions marquées de As, Ba, Cs, Li, Rb, Sb, Sr, V et W. L'enrichissement de l'or par rapport aux métaux de base (Cu, Zn, Pb, Ag) est donc élevé.

Le tableau 1 présente une synthèse de nos principales observations sur les minéralisations aurifères dans le secteur du lac Shortt. Nous reconnaissons quatre types descriptifs de minéralisation aurifère, à partir de la classification qui fut proposée par Archer et Guha (1987 – sous presse) pour la partie est de la bande de Caopatina-Desmaraisville. Cette synthèse permet de constater que les minéralisations observées sont très semblables à celles de la plupart des gisements d'or de type filonien qui sont connus dans les ceintures de roches vertes archéennes. Dans ce cadre, nous insistons sur le contrôle important que les

TABLEAU 1 – Résumé des principales caractéristiques des minéralisations étudiées dans le secteur du lac Shortt.

Classification [1]	Exemples (indice, secteur et mine)	Minéralisation (teneur et tonnage)	Roches encaissantes	Métamorphisme régional et Minéraux d'altération	Géochimie	Gangue et phases métalliques	Contrôle structural (Style, orientation des zones de déformation et mouvement)
Type 1a Minéralisations aurifères du type veines de quartz-sulfures liées à des zones de déformation Est-Ouest dans les roches volcano-sédimentaires et les intrusions mafiques associées	Savane	Au: 6,3 g/t sur 1,2 m	Basaltes	Schistes verts Assemblages d'altération: 1) Carbonates-chlorite-micas (séricite et biotite) 2) Carbonates-albite-pyrite	Addition de C, K, H, S, Au, As, Ba, Rb, Sr, Cs, U, W, Li, Sb, V Perte de Fe, Mg, Mn,Si	Veines de quartz-carbonates±albite et roches altérées Pyrite dominante; quantité mineures de chalcopyrite, pyrrho-tite, ilménite, hématite, magnétite et or natif	Déformation fragile et fragile-ductile Approximativement E mais variant de NE à ESE Mouvements inverses, inverses-dextres et dextres-inverses, parfois senestres (tardifs?)
	Relique	Au: 5.3 g/t sur 0,6 m	Basaltes				
	Butte	Au: 21 g/t sur 0.6 m	Laves felsiques				
	Cominco	Au: 297 ppb	Volcanites felsiques				
	Espoir	Au: 4.7 g/t sur 0,6 m	Laves felsiques et roches volcanoclastiques				
	Mariposite	Au: 6,4 g/t sur 7,9 m	Roches sédimentaires volcanogènes				
	SE lac Shortt	Au: 5 g/t	Roches pyroclastiques polymictes				
	NW lac Shortt	Au: 24,3 g/t	Gabbros à quartz, diorites porphyriques et basaltes				
	Ile Opawica	Au: 2600 ppb	Gabbros à quartz				
Type 1b Minéralisations aurifères du type faible dissémination liées à des zones de déformation Est-Ouest dans des roches volcaniques et des roches intrusives mafiques, felsiques et alcalines	Agar 1		Laves felsiques	Schistes verts Assemblages d'altération: 1) Carbonates-séricite-chlorite 2) Carbonates-hématite-feldspaths alcalins-séricite-pyrite	Addition de C, K, Na, Si, S, Au, Ba, Ni, V, Sb, W Perte de H, Rb, Cs	Roches altérées Pyrite dominante, trace de chalcopyrite, pyrrhotite, galène, sphalérite, molybdénite et or natif	Déformation fragile et fragile-ductile ENE à ESE Mouvements variant entre inverses-dextres et dextres-inverses
	Agar 2		Basaltes et roches pyroclastiques				
	Lac Shortt [2]	Au: 2 000 000 t à ≈ 5 g/t	Basaltes, sills de diorite et syénites				
	Lac Bachelor [3]	Au: 1 000 000 t à ≈ 6 g/t	Volcanites felsiques et mafiques et intrusions granitoïdes				
Type 1c Minéralisations aurifères du type veines de quartz-sulfures formant une voûte dans une charnière de pli	SW Waswanipi	Au: 1650 ppb	Roches pyroclastiques felsiques et basaltes	Schistes verts Carbonates, séricite, chlorite et pyrite	Addition de C, K, S, Au	Veines de quartz et roches altérées	Déformation ductile de l'encaissant Veine à faible pendage de direction moyenne N285°/35°
Type 2 Minéralisations aurifères du type veines de quartz-sulfures liées à des zones de déformation Nord-Est et Nord-Ouest dans les intrusions mafiques	NW Lac Shortt	Au: 1320 ppb	Gabbros à quartz	Schistes verts Carbonates, chlorite, micas (séricite et biotite) et pyrite	Addition de C, K, S, Au	Veines de quartz-carbonates-albite et roches altérées	Déformation fragile-ductile NNE à NE: mouvement senestre-normal NW à NNW: mouvement dextre-normal
	Ile Opawica	Au: 21 g/t sur 0,6 m	Gabbros à quartz et autres roches intrusives				
	Boyvinet	Au: 2593 ppb	Gabbros à quartz et diorites porphyriques				

1. Modifiée d'après la classification de Archer et Guha (1987-sous presse).
2. D'après Morasse (1988).
3. D'après Lauzière (1989).

structures exercent sur les minéralisations aurifères et sur le fait qu'il existe une étroite association spatiale entre plusieurs zones minéralisées et les accidents majeurs du secteur, soit les failles du lac Opawica et du lac Shortt.

Références

ARCHER, P. – GUHA, J.; 1987 – Rapport synthèse sur la compilation des indices aurifères et de métaux de base dans le secteur est de la bande volcanique sud (Caopatina), région de Chibougamau. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec (inédit).

BRISSON, H. – GUHA, J.; 1988 – Reconnaissance géologique dans le secteur de la mine du lac Shortt, Abitibi, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources; série des manuscrits bruts, MB 89-30, 70 pages.

_____; 1989 – Étude d'indices aurifères dans la région du lac Shortt, Abitibi, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources; série des manuscrits bruts, MB 89-66, 105 pages.

BRISSON, H. – DION, C. – GUHA, J.; 1990 (sous presse) – Caractérisation de la minéralisation aurifère des secteurs oriental et occidental de la bande volcano-sédimentaire Caopatina-Desmaraisville, région de Chibougamau.

BURO, Y.; 1984 – The geology of the Bachelor Gold Mine, Desmaraisville, Abitibi-East, Quebec. *In* J. Guha and E.H. Chown (éditeurs), Chibougamau – Stratigraphy and Mineralization. Institut canadien des mines et de la métallurgie; Special Volume 34, pages 385-392.

CHOWN, E.H. – MUELLER, W.; 1988 (sous presse) – Basement influence on the supracrustal and plutonic evolution and deformation of an Archean greenstone belt. *In* Procedings of the 7th International Conference on Basement Tectonics.

CORMIER, M. – GAUTHIER, A. – MUIR, J.E.; 1984 – Geology, geochemistry and mineralization at Falconbridge's Lac Shortt Gold Deposit, Gand Township, Quebec. *In* J. Guha and E.H. Chown (éditeurs), Chibougamau – Stratigraphy and Mineralization. Institut canadien des mines et de la métallurgie; Special Volume 34, pages 393-411.

DAIGNEAULT, R. – ALLARD, G.O.; 1987 – Les cisaillements E-W et leur importance stratigraphique et métallogénique, région de Chibougamau. *In* Exploration au Québec; Études géoscientifiques récentes. Ministère de l'Énergie et des Ressources; DV 87-25, Pages 57-73.

DIMROTH, E. – MUELLER, W. – DAIGNEAULT, R. – BRISSON, H. – POITRAS, A. – ROCHELEAU, M.; 1986 – Diapirism during regional compression : the structural pattern in the Chibougamau region of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Geologische Rundschau, 75, pages 715-736.

GOBEIL, A.; 1984. Synthèse des données géoscientifiques; feuillets 32F/8, 32F/9 et 32G/12. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec (inédit).

LAUZIÈRE, K.; 1989 – Environnement géologique et minéralisation aurifère à la mine Bachelor, Québec. Mémoire de Maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 164 pages.

MORASSE, S.; 1988 – Geological setting and evolution of the lac Shortt gold deposit, Waswanipi, Québec, Canada. Thèse de Maîtrise, Queen's University, Kingston, Ontario, 221 pages.

SHARMA, K.N.M. – GOBEIL, A.; 1987 – Potentiel aurifère de la zone de cisaillement d'Opawica. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, carte non-publiée, séminaire d'information 1987.

Minéralisation aurifère dans la partie orientale de la bande Caopatina-Desmaraisville, région de Chibougamau

Claude Dion et Jayanta Guha (1)

Introduction

Le potentiel aurifère de la bande volcano-sédimentaire Caopatina-Desmaraisville (Sharma et Lacoste, 1981), reconnu depuis le début des années 50, a récemment été souligné par la réouverture de la mine Joe Mann (avril 87). La présence de deux mines d'or (Lac Shortt et Lac Bachelor) à l'ouest de la région, ainsi que le contexte géologique favorable (Gobeil et Racicot, 1982) ont attiré l'attention des compagnies minières et encouragé les efforts d'exploration. Cet intérêt a incité le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec à entreprendre la cartographie géologique détaillé (1:20 000) du secteur. Les résultats préliminaires de ce travail (Tait *et al.*, 1987; Sharma *et al.*, 1981) ont démontré que l'évolution géologique et stratigraphique de la région différait sensiblement de celle de la partie nord du sillon Matagami-Chibougamau.

L'objectif principal du projet que nous avons entrepris est de caractériser le contexte de la minéralisation aurifère dans le secteur oriental (Joe Mann) de la Bande Caopatina-Desmaraisville. Cette étude est basée sur les travaux de Archer et Guha (1987 – inédit) qui présentent une compilation des informations disponibles sur les indices aurifères de la région. Ce dernier travail a permis d'établir l'existence de quatre grands types de gisements, sans prendre en considération leur genèse. Ces quatre types sont:

I – Minéralisations aurifères liées à des cisaillements est-ouest (subparallèles à la stratigraphie) dans des roches volcaniques et des intrusions mafiques associées;
  a) Minéralisations aurifères liées à des veines de quartz et sulfures (ex. mine Joe Mann);
  b) Minéralisations aurifères du type faible dissémination de pyrite (ex. indice Philibert);

II – Minéralisations aurifères liées à des cisaillements nord-est et nord-ouest recoupant des roches volcaniques et des intrusions mafiques associées (ex. indice Murgor);

III– Minéralisations aurifères encaissées dans des intrusions intermédiaires à felsiques (ex. indice du lac Meston);

IV – Minéralisations aurifères encaissées dans des sédiments (tufs) graphitiques et/ou des "formations de fer" (ex. indices Patino no. 1 ou Stratford).

Dans cette optique, nous avons procédé à une étude détaillée de quatre gisements représentant les principaux types de minéralisation identifiés dans le secteur, soit la mine Joe Mann (anciennement Chibex) et trois indices aurifères, les indices Philibert, Lac Meston et La Dauversière 1, localisés dans les cantons de La Dauversière, Rohault et Gamache, à 60 km au sud-ouest de la ville de Chibougamau.

Caractéristiques des gisements étudiés

La *mine Joe Mann* est une mine d'or et de cuivre exploitée depuis avril 1987 par la compagnie Les Ressources du Lac Meston, filiale de Ressources Campbell. Les réserves prouvées et probables étaient estimées au 31 décembre 1988 à 3,2 Mt métriques (3,7 millions de tonnes) à une teneur 7,85 g/t Au (0,229 oz/tonne Au), 5,82 g/t Ag (0,17 g/t Ag) et 0,30% de cuivre.

La stratigraphie de la mine est composée d'un filon-couche peu différencié de gabbro, hôte des zones nord et principale, de basaltes et d'un mince niveau de tuf dacitique (ou "rhyolite") cisaillé dans lequel on retrouve la zone sud. Les couches ont une orientation E-W avec un pendage subvertical. La minéralisation aurifère se présentent dans des veines de quartz-carbonate décimétriques logées dans trois zones de cisaillement E-W, subparallèles entre elles et à la stratigraphie et présentant un mouvement inverse. Les zones minéralisées sont recoupées et déplacées par des failles tardives NE à pendage abrupt vers l'est et à mouvement apparent principal senestre, dans lesquelles des dykes de diabase ont été injectés.

Les lithologies qui ne sont pas affectées par le cisaillement et l'altération hydrothermale montrent un assemblage métamorphique typique du faciès supérieur des schistes verts. Les zones de cisaillement qui recoupent le gabbro sont constituées en périphérie de roches plus ou moins schisteuses montrant une altération en chlorite-carbonate. Près des zones minéralisées, la déformation et l'altération deviennent plus intenses et le gabbro est transformé en schiste à biotite

(1) Centre d'étude sur les ressources minérales (CERM), Université du Québec à Chicoutimi

- sulfures ± carbonates ferrugineux ± albite ou en schiste à chlorite - carbonates ferrugineux - plagioclase - séricite - sulfures. L'altération hydrothermale se caractérise par des assemblages typiques du faciès des schistes verts et représente donc le résultat d'un épisode de métamorphisme rétrograde postérieur au métamorphisme régional kénoréen. Elle se manifeste par un enrichissement en potassium, rubidium, baryum, soufre, cuivre, arsenic, argent, bismuth et or et un lessivage du calcium et du magnésium. La périphérie de la zone de cisaillement se caractérise par une forte carbonatisation. Les veines de quartz aurifères sont logées dans la partie centrale des zones de cisaillement et sont associées spatialement à deux variétés de dykes felsiques, l'une porphyrique à phénocristaux de quartz et plagioclase et peu déformée, l'autre aphyrique et très déformée.

La zone sud occupe un cisaillement qui recoupe l'unité "rhyolitique" (tufs dacitiques). L'altération hydrothermale en séricite et sulfures se caractérise par un enrichissement en silice, potassium, soufre, cuivre, arsenic et or et un appauvrissement en magnésium, calcium, sodium et CO_2. La zone sud est aussi la seule où l'on observe de l'arsénopyrite.

Les veines sont encaissées dans une roche fortement cisaillée, altérée et minéralisée en pyrite, pyrrhotite et chalcopyrite. Les veines sont composées essentiellement de quartz blanc vitreux avec un peu d'albite verte et de carbonate ferrugineux. Elles sont fortement bréchifiées et possèdent une structure rubanée définie par l'alternance de rubans de quartz et de roche encaissante minéralisée.

Les minéraux de la gangue et les phases métallifères qui composent les veines montrent une intense déformation. La minéralisation est composée principalement de chalcopyrite, de pyrrhotite, de pyrite et d'arsénopyrite (zone sud). L'or natif est présent en veinules et en plages irrégulières dans les fractures du quartz et du plagioclase cataclasés. On en retrouve aussi en quantité moindre dans les fractures ou en inclusion dans la pyrite et l'arsénopyrite. La précipitation de l'or est tardive par rapport à la déposition des sulfures.

L'indice Philibert se caractérise par une minéralisation constituée de pyrite finement disséminée dans une zone de cisaillement intensément carbonatée et silicifiée. Le gisement est contrôlé par des zones de cisaillement anastomosées orientées E-W à SE-NW qui isolent des lentilles relativement peu déformées de diorite quartzifère fortement carbonatées et minéralisées. Les minéraux ferro-magnésiens présents dans la roche faiblement altérée, tels la chlorite et la biotite, ont été presque complètement remplacés par le carbonate ferrugineux alors que la pyrite et les arséniures (principalement l'arsénopyrite) se sont développés aux dépens des oxydes ferro-titanés, la magnétite et l'ilménite.

La diorite, par sa compétence et sa composition riche en fer (ou par son rapport Fe/Mg élevé) représente une lithologie favorable à la déposition de l'or. Les zones de cisaillement ont focalisé et permis la montée des fluides hydrothermaux riches en CO_2, en soufre et en or jusqu'au site de mise en place. La réaction entre les minéraux riches en fer (chlorite, biotite, magnétite et ilménite) et le fluide a amené la formation de carbonate ferrugineux et de la pyrite et a entraîné la précipitation de l'or.

L'indice du Lac Meston consiste en un réseau de veines de tension centimétriques de quartz-tourmaline recoupant une petite intrusion de composition tonalitique. L'or semble associé à la pyrite dans les veines de quartz ou dans la tonalite rose encaissante fracturée et altérée en séricite et en carbonate. La composition du minerai est pratiquement identique à celle de la tonalite stérile. On interprète la mise en place de la minéralisation comme un événement relié à la fracturation et à la déformation de la tonalite dans une zone de cisaillement E-W.

Cet indice présente plusieurs analogies avec certains gisements aurifères de la région de Val-d'Or, tels celui de la mine Camflo (Sauvé et Makila, 1987) et celui de la Zone 1 de la propriété Callahan (Jenkins *et al.*, 1989).

L'or à *l'indice La Dauversière 1* est associé à une faible quantité de sulfures dans des veines de quartz blanc laiteux très déformées, boudinées et plissées mises en place dans des cisaillements E-W et ENE qui recoupent les basaltes coussinés de la Formation d'Obatogamau. Ces cisaillements forment un schéma structural complexe résultant d'un système de cisaillements anastomosés dans un grand couloir de cisaillement E-W d'âge archéen. Ces caractéristiques suggèrent un lien de parenté entre ce gisement et les minéralisations aurifères du type Ia (tableau 1) liées à des cisaillements E-W. La déformation grenvillienne est probablement responsable de la réactivation et de l'accentuation de ces structures héritées de l'orogenèse kénoréenne (Daigneault *et al.*, en préparation).

L'altération hydrothermale rétrograde associée à la minéralisation se superpose au métamorphisme régional archéen qui a atteint le faciès des amphibolites. Les zones de cisaillement montrent en périphérie une altération en chlorite - carbonate. En s'approchant des zones minéralisées, la déformation et l'altération deviennent plus intenses et le basalte est transformé en schistes à muscovite — carbonates ferrugineux – sulfures ± biotite. Les veines de quartz aurifères sont logées à l'intérieur du basalte altéré, dans la partie centrale des zones de cisaillement. Elles sont souvent associées à des dykes felsiques qui montrent eux aussi les traces d'une intense déformation (cisaillement, plissement et boudinage).

TABLEAU 1 – Résumé des principales caractéristiques des minéralisations étudiées dans le secteur Joe Mann

Classification	Exemples	Minéralisation (teneur et tonnage)	Roches encaissantes	Métamorphisme régional et Minéraux d'altération	Géochimie	Gangue et phases métalliques	Contrôle structural (orientation des zones de cisaillement)
Type I a Minéralisations aurifères du type veines de quartz-sulfures liées à des cisaillements Est-Ouest dans les roches volcaniques et les intrusions mafiques associées	Mine Joe Mann	Au-Cu 8,23 g Au/t ; 5,82 g Ag/t ; 0,30% Cu 3,36 Mt	Formation d'Obatogamau - Zones Principale et Nord : filon-couche de gabbro peu différencié - Zone Sud : «rhyolite» (tufs felsiques) Dykes felsiques porphyriques et aphyriques	Schistes verts - Zones Principale et Nord : (chlorite - carbonate) -> (biotite - sulfures) ou (chlorite - carbonate) -> (chlorite - carbonate ferrugineux - albite - séricite - sulfures) - Zone Sud : séricite - sulfures	- Zones Principale et Nord : Addition de K, CO_2, Rb, Ba, S, Cu, Ag, As, Bi, Au Perte de Mg et Ca - Zone Sud : Addition de Si, K, Rb, Ba, S, Cu, As, Ag, Au Perte de Mg, Ca, Na	Veine de quartz - carbonate ± albite Pyrite, pyrrhotine, chalcopyrite, magnétite, ilménite, or natif, arsénopyrite (dans la Zone Sud), traces de sphalérite et de divers tellurures	Principalement Est-Ouest, quelques structures NNE ou NW
	Indice La Dauversière 1	Au Éch. choisi : 16,7 g Au/t et 20,1 g Ag/t Rainure : 4,11 g Au/t/0,76 m Forage : 8,1 g Au/t/0,25 m	Formation d'Obatogamau Basalte amphibolitisé et filon-couche de gabbro Dykes felsiques porphyriques	Amphibolite Chlorite - carbonate ferrugineux - biotite - séricite - scapolite	Addition de K, CO_2, Rb, Ba, S, Ag, Au	Veine de quartz Pyrite, traces de chalcopyrite et de pyrrhotine, or natif	Zones de cisaillement E-W et ENE dans un couloir de déformation E-W. Réactivation grenvillienne
Type I b Minéralisations aurifères du type disséminé liées à des cisaillements Est-Ouest dans les roches volcaniques et les intrusions mafiques associées	Indice Philibert	Au 6,13 g Au/t 525 000 t	Formation d'Obatogamau Partie felsique d'un filon-couche de gabbro différencié Dykes intermédiares	Schistes verts (chlorite - carbonate ferrugineux - biotite - séricite) -> (carbonate ferrugineux - quartz - pyrite)	Addition de CO_2, S, As, W, Au	Roche encaissante altérée Pyrite, magnétite, ilménite, traces de chalcopyrite, de pyrrhotine, d'arsénopyrite et de divers arséniures, or natif	Est-Ouest à SE-NW
Type III Minéralisations aurifères encaissées dans des intrusions intermédiaires à felsiques	Indice du lac Meston	Au 6,25 g Au/t 1 225 000 t (?)	Intrusion tonalitique syntectonique	Schistes verts Séricite - carbonate	Addition de K, CO_2, Rb, Ba, S, W, Au Perte de Fe, Ti	Veine de quartz et épontes Pyrite, traces de chalcopyrite et de divers tellurures, or natif	Intrusion tonalitique mise en place dans un cisaillement E-W. La minéralisation est associée à un réseau de fractures et de veines de quartz en tension orientées à 100°, 45° et 180°

Synthèse

Les principales caractéristiques lithologiques, structurales et géochimiques des gisements aurifères examinés dans le secteur oriental de la Bande Caopatina-Desmaraisville sont résumées au tableau 1. On remarque que toutes les minéralisations étudiées sont contrôlées par des zones de cisaillement E-W ou localement SE (Philibert), subparallèles au grain tectonique régional et à la stratigraphie. Plusieurs gisements sont recoupés et déplacés par des structures tardives NE qui pourraient jouer un rôle dans la mise en place de la minéralisation. La plupart sont situées dans la Formation d'Obatogamau et plus particulièrement dans les filons-couches comagmatiques de gabbro. Dans le cas du gisement du Lac Meston, l'intrusion tonalitique qui en constitue la roche encaissante s'est mise en place dans une zone de cisaillement E-W recoupant la Formation d'Obatogamau. La composition et le comportement mécanique de cette roche contrôlent aussi la nature de l'altération et le mode de mise en place de la minéralisation (stockwerk).

Les quatre gisements se démarquent aussi nettement par la nature de la minéralisation. Les veines de quartz aurifères de la mine Joe Mann comportent des quantités relativement importantes (10% à 90%) de sulfures (pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite et arsénopyrite), alors que, dans les autres gisements, cette proportion ne dépasse généralement pas 5 à 10% du mode du minerai. Les teneurs en métaux de base sont faibles.

L'altération hydrothermale se caractérise principalement par la présence de biotite, de séricite, de chlorite et de carbonate (calcite et dolomite ferrugineuse). Les zones de cisaillement qui recoupent les métabasites (gabbro à la mine Joe Mann et à l'indice Philibert, basalte à l'indice La Dauversière) métamorphisées au faciès supérieur des schistes vers (Philibert, Joe Mann) ou des amphibolites (La Dauversière) montrent en périphérie une altération rétrograde en chlorite et carbonate. En s'approchant des zones minéralisées, la roche chloritisée et carbonatée est transformée en schistes à séricite et/ou biotite-dolomite ferrugineuse-albite-sulfures. Le carbonate constitue le minéral d'altération dominant dans les zones minéralisées de l'indice Philibert. L'indice du Lac Meston se distingue par une altération diffuse et étendue reliée à la circulation des fluides hydrothermaux dans les nombreuses fractures de tension recoupant une petite intrusion tonalitique.

La signature géochimique de l'altération hydrothermale est dominée par un enrichissement important en CO_2 et/ou en K_2O des épontes bordant les zones minéralisées. La carbonatisation affecte une zone beaucoup plus étendue que l'altération potassique qui est généralement restreinte aux épontes immédiates des zones minéralisées. L'enrichissement en potassium et l'appauvrissement en sodium dans ces zones fortement altérées se manifestent par une augmentation spectaculaire du rapport K_2O/Na_2O.

L'or présente un enrichissement marqué dans tous les gisements étudiés. L'arsenic est très abondant à la mine Joe Mann, particulièrement dans la zone sud, ainsi qu'à l'indice Philibert et, de façon moins évidente, à l'indice La Dauversière 1. La minéralisation à la mine Joe Mann se caractérise aussi par un fort enrichissement en cuivre, en zinc, en argent et en bismuth.

Conclusion

Les gisements étudiés présentent plusieurs points communs (orientation des structures, présence d'intrusions felsiques, nature de l'altération, etc.) qui suggèrent un seul épisode de minéralisation. Les variations observées sont attribuables à des facteurs locaux tels que la nature de la roche encaissante, la présence de structures tardives, l'intensité du métamorphisme et des conditions de mise en place de la minéralisation et l'influence structurale du Front de Grenville.

Références

ARCHER, P. – GUHA, J.; 1987 – Rapport synthèse sur la compilation des indices aurifères et de métaux de base dans le secteur est de la Bande volcanique sud (Caopatina), Région de Chibougamau. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec (inédit).

DAIGNEAULT, R. – ALLARD, G.O. – ST-JULIEN, P.; (en préparation) – Variations de l'héritage structural archéen à l'approche du Front de Grenville, région de Chibougamau. Journal canadien des sciences de la Terre.

GOBEIL, A. – MUELLER, W.; 1987 – Stratigraphie de la région du lac Caopatina. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 87-16, 16 pages.

GOBEIL, A. – RACICOT, D.; 1982 – Région des lacs Caopatina et des Vents. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 82-18.

JENKINS, C.L. – TRUDEL, P. – PERRAULT, G.; 1989 – Progressive hydrothermal alteration associated with gold mineralization of the Zone 1 intrusion of the Callahan property, Val-d'Or region, Québec. Journal canadien des sciences de la Terre, 26, pages 2495-2506.

SAUVÉ, P. – MAKILA, A.; 1987 – Géologie de la mine Camflo, région de Malartic. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 87-40, 63 pages.

SHARMA, K.N.M. – LACOSTE, P.; 1981 – Carte annotée du quart SW du canton de Gand et du quart NW du canton de Lespérance. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP-852.

TAIT, L. – PILOTE, P. – CHOWN, E.H.; 1987 – Géologie de la région du lac à l'Eau Jaune, district de Chibougamau. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 87-24, 114 pages.

Relations entre le niveau d'emplacement des plutons et le style de minéralisation, région de Chibougamau, Québec

E.H. Chown et Jayanta Guha (1)

Les nombreux plutons felsiques de type I, de la région de Chibougamau se sont mis en place à divers niveaux structuraux et à des temps différents, pendant l'évolution tectonique de cette région. Trois groupes d'intrusions sont distingués : des batholites prétectoniques (env. 2718 Ma), des intrusions syntarditectoniques (env. 2700-2695 Ma) et des intrusions post-tectoniques (en cours de datation, probablement tardi-archéen). Les relations spatio-temporelles suggèrent que les plutons ont exercé une influence sur le patron métallogénique comme le montre la figure 1 où la localisation des plutons et les principaux gîtes et indices minéralisés est indiquée. Le niveau de mise en place des plutons dans les roches supracrustales varie selon la situation tectonique et contrôle le système hydrothermal généré par l'intrusion.

Les batholites prétectoniques subvolcaniques sont polyphasés et composés de tonalite/diorite. Mis en place proche de la surface, ils sont associés avec une subsidence en chaudron et ont développé des systèmes hydrothermaux générateurs d'indices de type porphyre cuprifère et de type épithermal. Les minéralisations disséminées et les veines associées avec des brèches et des altérations hydrothermales dans le pluton de Chibougamau sont caractéristiques du contexte de type porphyre cuprifère. L'émergence d'une île, stabilisée par l'intrusion du pluton, est mise en évidence par les études des dépôts volcano-sédimentaires. Cela a créé une situation propice pour le développement des gîtes épithermaux et les veines polymétalliques dans les failles synvolcaniques sont les manifestations principales de ce type de minéralisation.

L'affaissement de blocs et l'injection simultanée de dykes associés à une intrusion de haut niveau a aussi joué un rôle important dans l'initiation des zones de faiblesse dans lesquelles vont s'emplacer les minéralisations aurifères en filon (décrites plus bas), lors de la déformation et du métamorphisme régional. Il faut également noter que l'anisotropie structurale créée par ces grands batholites prétectoniques a fortement influencé le patron général de déformation subséquent.

Trois suites d'intrusions syntarditectoniques se sont mises en place dans les roches supracrustales. Elles sont surtout concentrées dans les zones de cisaillement qui jouxte les batholites synvolcaniques. Ces intrusions forment des plutons tabulaires de monzodiorite, tonalite/granodiocrite et de granodiorite. Elles montrent des structures de déformation ductile et d'écoulement magmatique conformes au sens de la déformation régionale. Les intrusions de granodiorite syntectoniques subhorizontales ont donné naissance à plusieurs groupes de petits stocks qui recoupent les roches supracrustales. Tous les plutons syntectoniques ont développé des auréoles métamorphiques de faciès amphibolite moyen qui contraste avec le faciès schistes verts à amphibolite inférieur régional. La relation pluton-métamorphisme régional implique que les plutons se sont mis en place à la profondeur indiquée par le métamorphisme régional. Toutes les intrusions sont caractérisées par des phénomènes de brèchification hydraulique et des pegmatites magmatiques sont présentes dans les tonalites/granodiorites et les granodiorites, mais peu ou pas de phénomènes d'activité hydrothermale de grande envergure sont présents dans les plutons. Ces plutons, dû à l'apport de chaleur, ont certainement influencé le patron d'écoulement des fluides hydrothermaux d'origine métamorphique à l'extérieur des plutons pendant les phases terminales du métamorphisme. Bien qu'il soit tentant de supposer que les plutons aient contribué aux fluides hydrothermaux responsables pour la mise en place des gîtes de filon d'or dans les cisaillements, les fluides riches en CO_2 et H_2O responsables pour les minéralisations sont typiques des fluides minéralisateurs dans les filons aurifères mésothermaux et leur composition ne supporte pas l'idée d'un apport magmatique. Une forte séparation des phases est associée à la mise en place de la minéralisation.

Les plutons post-tectoniques consistent en de petits stocks de syenite et de leucogranodiorite qui forment des chapelets parallèles aux failles tardives nord-est. Les stocks de leucogranodiorite post-tectoniques peuvent être facilement confondus avec les nombreux stocks de granodiorite porphyrique qui résultent du bourgeonnement des nappes de granodiorite syntectoniques.

(1) Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi

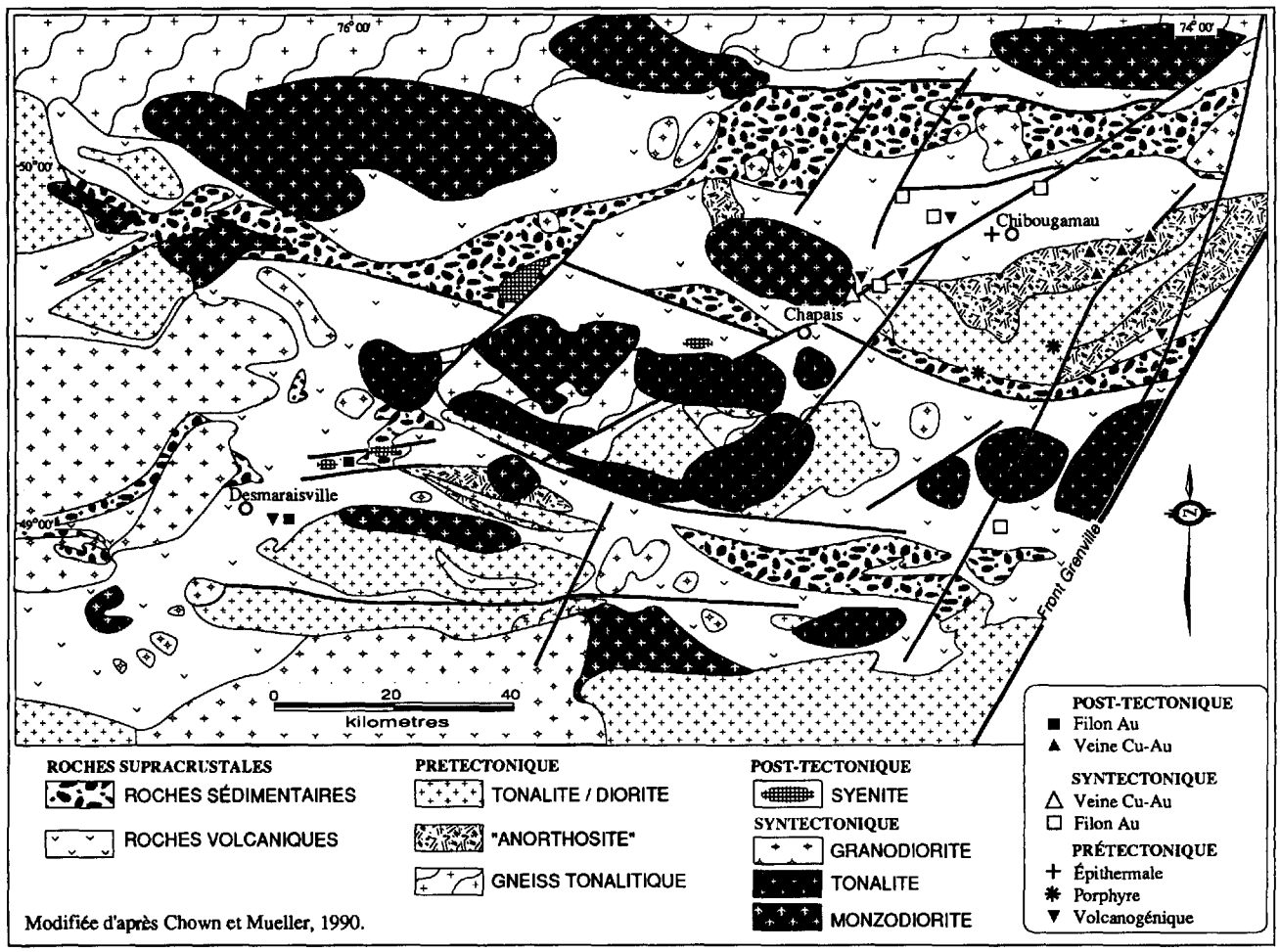


FIGURE 1 – Localisation des plutons et des principaux gîtes et indices minéralisés.

Les syénites sont associés avec des dykes de carbonatite et de lamprophyre. Les filons d'or dans les zones de cisaillement proches de ces stocks et à l'intérieur de ceux-ci sont nettement liés spatialement et temporellement aux intrusions. Les fluides riches en NaCl associés aux minéralisations sont vraisemblablement d'origine magmatique.

Trois considérations importantes doivent être apportées au processus d'évaluation du potentiel minier de la région : 1) il est possible que d'autres batholites subvolcaniques, mis en place proche de la surface, soient porteurs de gîtes de type porphyre et de type épithermal et, 2) il est aussi possible que des zones de cisaillement dans les batholites prétectoniques soient minéralisées et, 3) il faut apprendre à différencier entre les stocks de granodiorite syntectoniques et post-tectoniques, les derniers étant fertiles en or alors que les premiers sont stériles.

Métallogénie du Grenville

Métallogénie de la province de Grenville[1]

Michel Gauthier [2]

La province de Grenville est une ceinture orogénique d'âge méso-protérozoïque située le long de la marge sud-est du Bouclier canadien. Il s'agit d'un collage complexe de terrains archéen, aphébien et hélikien.

Une frange para-autochtone borde le Front de Grenville au sud-est (Rivers *et al.*, 1989). Les provinces métallogéniques de l'Abitibi et de la Fosse du Labrador peuvent y être retracées. Ainsi, par exemple, des gîtes volcanogènes archéens ont été repérés en Haute-Mauricie. D'autre part, la recristallisation métamorphique grenvillienne a valorisé les grandes formations de fer labradoriennes.

Au début du méso-Protérozoïque, une taphrogénèse, soulignée par un important magmatisme anorogénique, marque le début du cycle de Wilson grenvillien (Windley, 1989), soit la succession d'un rifting intracontinental, d'une ouverture et d'une expansion océanique puis d'une fermeture et enfin d'une collision continentale. Les intrusions méso-protérozoïques sont porteuses de zirconium, de niobium, de terres rares et de titane. Les équivalents effusifs de ces intrusions viennent combler des bassins épicontinentaux. Ces volcanites, essentiellement felsiques, contiennent des gîtes de fer, cuivre, cobalt et terres rares similaires aux méga-gisements d'Olympic Dam en Australie et de Bayan Obo en Chine. Ce cortège de volcanites felsiques, de complexes alcalins, de granites peralcalins et de complexes ignés lités à anorthosite dominante est bien préservé dans l'avant-pays grenvillien du Labrador et des Monts Saint-François au Missouri. À l'intérieur même de la Province de Grenville, bien que largement préservé, ce cortège devient méconnaissable car il est intensément disloqué et métamorphisé. Ainsi, par exemple, McLelland (1986) peut reconnaitre, dans les Adirondacks, les volcanites felsiques, aujourd'hui transformées en alaskites, qui ceinturent une gigantesque caldera. Des gisements de fer magmatiques, similaires à ceux de Kiruna en Suède, y soulignent la possibilité de trouver des méga-gisements tel celui d'Olympic Dam. Dans les Adirondacks, comme ailleurs dans le sud-est de l'Ontario et le sud du Québec, ces volcanites felsiques sont recouvertes par des sédiments évaporitiques et carbonatés. Leur extension actuelle correspond à ce qui est connu sous le nom de "Ceinture centrale de métasédiments". Dans le sud du Québec, le Bassin de Mont-Laurier fait partie de cette ceinture. De grands gisements de zinc exhalatifs, tels ceux de Balmat (N.Y.) et de Franklin (N.J.) se trouvent sur cette plate-forme. Des formations de fer délimitent les bassins de deuxième ordre dans lesquels reposent ces gisements (Gauthier et Brown, 1986; Johnson, Skinner et Rye, 1988). Dans la région de Bancroft, en Ontario, l'uranium semble également s'être concentré dans un tel environnement évaporitique (Haynes, 1986). Le début de la fermeture du bassin marin compris entre les hautes-terres des Adirondacks et celles des Laurentides est accompagné par un volcanisme d'arc insulaire. Des gisements volcanogènes à zinc et or, tels ceux de Calumet et de Montauban, sont liés à cet épisode.

La collision de cet arc insulaire avec la masse continentale des Adirondacks marque le début du cycle orogénique grenvillien (Windley, 1989). Ce cycle comprend au moins trois phases orogéniques: l'Elzevirienne, de 1250 à 1200 Ma; l'Ottawaienne I, vers 1160-1100 Ma; et l'Ottawaienne II, vers 1060-950 Ma. Le dynamométamorphisme qui accompagne ce cycle orogénique engendre de nombreux gîtes de minéraux industriels (Jacob et Nantel, 1990); tels ceux de: 1) wollastonite (Willsboro, NY; Morin Heights, Qc); 2) graphite (Lac Knife, Lac des Îles et Notre-Dame-du-Laus, Qc); 3) trémolite (Robertsville, Ont.); 4) diopside (Wakefield, Qc); 5) talc (Balmat, NY, Madoc, Ont.); 6) brucite-magnésite (Kilmar et Wakefield, Qc); 7) calcite (Dolbeau et Mattawin, Qc); 8) grenat (Gore Mt, NY); 9) kyanite (Lac Beauchène et Fermont, Qc); etc. Également des minéralisations métamorphogéniques de molybdène et d'uranium se mettent en place le long des grands décollements qui font chevaucher des klippes, de niveau métamorphique modéré (amphibolites inférieurs et schistes verts), sur des terrains ultramétamorphiques. De son côté, l'or semble confiné au coeur de ces klippes au métamorphisme modéré. Le sud-est de l'Ontario montre bien une telle zonalité métallifère depuis la ceinture à uranium et molybdène, qui passe par le district minier de Bancroft, aux anciennes mines d'or de Cordova, Deloro et Addington situées dans le coeur du bassin d'Hastings. Dans le sud-est ontarien, la période s'étendant entre les deux phases de l'orogène d'Ottawa est marquée par une érosion importante et la formation de paléosols. Harnois et Moore (1989) associent une préconcentration de l'or au développement de ce régolithe. Peu avant le début de la deuxième pulsion de l'orogène d'Ottawa, des complexes alcalins et shoshonitiques, ainsi que des carbonatites, se mettent en place dans la ceinture centrale

(1) L'essentiel de cette communication est tiré de l'article de Gauthier, Gower et Sangster (1990).

(2) Université du Québec à Montréal

de métasédiments. Des minéralisations de molybdène, de nickel-cuivre, d'apatite et de terres rares ainsi que des gîtes de phlogopite (suzorite) sont liés à ces intrusions (Corriveau et Gorton, 1987). Selon Windley (1989) le rift du médio-continent se développe en même temps que le cycle orogénique grenvillien. Les minéralisations cupro-nickélifères de certaines diabases de l'Abitibi appartiennent à cette époque métallogénique.

Le cycle de Wilson grenvillien se termine vers 950 Ma avec la seconde phase de l'orogène d'Ottawa. Cependant, il existe des minéralisations précambriennes plus jeunes encore. Ce sont les syénites molybdénifères (mine Moss dans le complexe d'Onslow, La Tabatière dans le complexe de Baie des Moutons), les carbonatites et les complexes alcalins à niobium, tantale, uranium et terres rares (Saint-Honoré, Crevier, Lac Nipissing) et les complexes ignés lités tel celui de Sept-Îles. Ces minéralisations tardi-protérozoïques sont liéés au magmatisme anorogénique qui accompagne un nouvel épisode de dérive continental, celui de l'océan Iapetus, qui se terminera au Paléozoïque avec le cycle orogénique appalachien. Quoiqu'il y ait peu de gisements de cette époque métallogénique tardiprotérozoïque qui aient été reconnus à ce jour dans la Province de Grenville, leur importance économique en justifie cependant la recherche. En effet, bien que l'importance du gisement de niobium de Saint-Honoré soit reconnue, on ne se souvient probablement pas que la mine de molybdène Moss fut la plus importante du globe durant la première guerre mondiale, et ce, jusqu'à la découverte de la mine Climax au Colorado. D'autre part, des travaux récents (Feininger *et al.*, 1988) soulignent le potentiel platinifère des complexes ignés lités de cette époque métallogénique.

De tout ceci, il ressort que la grande diversité des gîtes minéraux grenvilliens découle de la superposition d'au moins cinq époques métallogéniques. Les associations métallifères de ces différentes époques sont très différentes les unes des autres. Il en va de même pour le mode de présentation de ces minéralisations. En conséquence, les guides d'exploration à utiliser dans le Grenville devront être établis en prenant bien en compte cette diversité. La perçée, faite au cours des dernières années en ce qui a trait à la compréhension de l'évolution géologique de la Province de Grenville, en fait ressortir davantage son immense potentiel minéral. Au Québec, ce potentiel demeure largement méconnu et inexploré.

Références

CORRIVEAU, L. – GORTON, M.P., 1987 – Potential economic significance of Precambrian potassic plutons in the Central Metasedimentary Belt, Grenville Province of western Quebec. Commission géologique du Canada, Paper 87-la: 897-899.

FEININGER, T. – LONCAREVIC, B.D. – LEFEBVRE, D.L., 1988 – Sept-Îles layered mafic intrusion: geophysical and geological overview. *In* Friends of Grenville (éditeurs), Grenville workshop 1988, Programme et résumés: p. 10.

GAUTHIER, M. – BROWN, A.C., 1986 – Zinc and iron metallogeny in the Maniwaki-Gracefield district, southwestern Québec. Economic Geology, 81: 89-112.

GAUTHIER, M. – GOWER, C.F. – SANGSTER, A.L., 1990 – Grenvillian Metallogeny. Precambrian Research (sous presse).

HARNOIS, L. – MOORE, J.M., 1989 – Geochemistry and genesis of two unconformity-associated gold deposits at the base of the Flinton Group, Grenville Province, Southeastern Ontario, Canada. Economic Geology, vol. 84, p. 676-693.

HAYNES, S.J., 1986 – Metallogenesis of U-Th, Grenville Supergroup, Peterborough county, Ontario. *In* Moore, J.M. – DAVIDSON, A. – BAER, A.J. (éditeurs), The Grenville Province. Geological Association of Canada, special paper 31: 271-280.

JACOB, H.L. – NANTEL, S., 1990 – L'exploration et la mise en valeur des minéraux industriels dans la Province de Grenville, Québec, dans les années 80. CIM Bulletin, 83, 934: 84-91.

JOHNSON, C.A. – SKINNER, B.J. – RYE, D.M., 1988 – Variation in oxygen levels at the depositional sites for Grenvillian stratiform ores: insights from the Sterling Hill Zn-Fe-Mn deposit, New Jersey. *In* Friends of the Grenville (éditeurs), Grenville workshop 1988, programme et résumés: 13.

McLELLAND, J.M., 1986 – Pre-Grenvillian history of the Adirondacks as an anorogenic bimodal caldera complex of mid-Proterozoic age. Geology, 4: 229-233.

RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C.F. – DAVIDSON, A., 1989 – New tectonic divisions of the Grenville Province, southeast Canadian Shield. Tectonics, 8: 63-84.

WINDLEY, B.F., 1989 – Anorogenic magmatism and the Grenville orogeny. Journal canadien des sciences de la Terre, 26: 479-489.

Les minéraux industriels de la province de Grenville

Henri-Louis Jacob (1)

Les roches précambriennes de la province de Grenville sont l'hôte de plus d'une vingtaine de minéraux industriels. Sept sont actuellement exploités et dix ont fait l'objet d'exploitation par le passé. Les autres ont fait l'objet de travaux d'exploration et/ou de mise en valeur et pourraient être exploités éventuellement.

Les gisements d'ilménite-hématite associés aux complexes anorthositiques constituent la principale ressource minérale du Grenville. La compagnie QIT-Fer et Titane inc. exploite depuis 1951 le gisement d'ilménite-hématite de la région du lac Allard à 45 km au nord de Havre-Saint-Pierre. Le minerai brut, qui contient en moyenne 82 % d'oxyde de fer et de titane, est expédié à Tracy où il est enrichi et fondu pour produire de la fonte en gueuses et des scories de titane (80 % TiO_2). Ces dernières sont utilisées comme charge d'alimentation par les producteurs de pigments de bioxyde de titane. Environ 2 millions de tonnes de minerai sont extraites annuellement de la mine du lac Tio.

Les gisements de magnésite dolomitique de la région de Kilmar à l'ouest de Montréal sont exploités depuis 1915. Ces gisements uniques, associés à des sédiments du Supergroupe de Grenville, auraient été formés par remplacement partiel de calcaire. Le minerai, un mélange de magnésite et de dolomite, est concentré et calciné pour produire un clinker de magnésite qui est utilisé dans la fabrication de divers produits réfractaires.

Le seul producteur de graphite en Amérique du nord, Stratmin inc., exploite le gîte de graphite en paillettes du Lac-des-Îles au sud de Mont-Laurier. Le minerai est un marbre calcitique impur à diopside contenant entre 4 et 10 % de graphite (un peu plus de 6 % en moyenne). Les réserves du gisement sont estimées à plus de 2 millions de tonnes. D'autres gîtes d'intérêt économique font présentement l'objet d'évaluation et pourraient être mis en production prochainement. Ces gîtes sont ceux de Soquem et de Graphicor dans la Gatineau et de Mazarin inc. dans la région de Fermont.

Le mica en paillettes est exploité par les Produits Mica Suzorite inc. au lac Letondal, à l'est de La Tuque. La compagnie tire sa production d'un massif de roche intrusive constitué de 80 à 90 % de mica de type phlogopite. Les réserves de ce gisement unique au monde sont estimées à plus de 27 millions de tonnes. Les paillettes de mica sont traitées à l'usine de la compagnie à Boucherville pour être utilisées comme agent de renforcement dans les plastiques et comme matière de charge dans divers produits.

Les quartzites purs du Supergroupe de Grenville représentent pour le Québec une importante source de silice pour l'industrie électro-métallurgique. Ces quartzites sont exploitées au Petit Lac Malbaie dans le comté de Charlevoix et à Saint-Donat au nord de Montréal. Un amas de quartz filonien très pur est aussi exploité près de Lac-Bouchette au Lac-Saint-Jean, comme source de silice métallurgique de très haute pureté.

La province de Grenville, avec plus d'une trentaine de carrières exploitées en 1990, représente de très loin la plus importante source de granite architectural au Québec. Les types de granite exploités sont très variés et comprennent entre autres des gneiss rubanés roses et gris, des anorthosites noires à grain grossier, des monzonites quartziques gris-rose ou brunes à grain moyen ou grossier, des granites roses ou gris brunâtre à grain grossier, des charnockites vertes à grain grossier, des aplites roses à grain fin. Les principaux centres d'extraction sont le Saguenay – Lac-Saint-Jean, Rivière-à-Pierre, Saint-Alexis-des-Monts, Mont-Laurier, Port-Cartier et Grandes-Bergeronnes.

Les marbres calcitiques et/ou dolomitiques du Supergroupe de Grenville ont fait l'objet d'exploitation en divers endroits comme source de granules blancs. Ces marbres sont actuellement exploités dans le canton Polette en Mauricie et à Mistassini au Lac-Saint-Jean. Ces deux gisements renferment des niveaux de marbre calcitique très purs qui pourraient être utilisés à la production de charges minérales.

D'autres minéraux ont fait l'objet d'exploitation par le passé mais ne sont plus exploités en raison de changements dans les conditions de marché ou de teneurs ou de réserves insuffisantes. La phlogopite et l'apatite, formant des poches et des lentilles dans des roches calco-silicatées (métapyroxénites) du Supergroupe de Grenville, furent extraits d'un grand nombre de mines dans la région comprise entre les rivières du Lièvre et de la Gatineau. Environ 300 000 tonnes de minerai de phosphate furent extraits dans cette région entre 1875 et 1895 tandis que de petites quantités de mica en feuilles furent extraites de façon continue

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

entre 1888 et 1966. Le feldspath ainsi que des petites quantités de quartz furent extraits des pegmatites zonées de la région de Buckingham. Plus d'une centaine de mines furent exploitées entre 1920 et 1972. La brucite, utilisée pour la production de magnésie, fut extraite de deux carrières dans la région de Wakefield. La brucite forme dans cette région jusqu'à 30 % des marbres dans des lambeaux de toit au-dessus de la syénite de Wakefield; une dizaine de ces gîtes ont été identifiés. Le kaolin fut extrait au début du siècle des gîtes de quartzites kaoliniques de la région de Saint-Rémi-d'Amherst au nord-ouest de Montréal. La muscovite a été extraite des pegmatites granitiques du canton Bergeronnes sur la Côte-Nord. Finalement, des quantités mineures de barytine, de fluorine et de grenat furent extraites de petits gîtes isolés en Outaouais et au nord de Montréal.

Le Grenville renferme aussi d'autres minéraux industriels qui ne sont pas encore développés en raison de l'absence de marchés, de contraintes de transport ou du manque d'information sur l'étendue des dépôts. À cet effet, on peut mentionner le massif de syénite à néphéline du Réservoir Gouin au nord-est de La Tuque, les bandes de marbre dolomitique pur de la région de Portage-du-Fort à l'ouest de Hull, les gîtes et indices de wollastonite de la région de Saint-Sauveur au nord de Montréal et du canton Saint-Onge au Lac-Saint-Jean, les gîtes de diopside blanc de la région de Wakefield au nord de Hull et les gîtes de kyanite associés aux schistes à quartz-mica-kyanite du Groupe de Knob Lake dans la région de Fermont.

Références

DRESSER, J.E. – DENIS, T.C., 1951 – Géologie du Québec, Volume III, Géologie économique, Ministère des Mines du Québec, Rapp. Géol. 20.

JACOB, H.–L. – NANTEL, S., 1990 – L'exploration et la mise en valeur des minéraux industriels dans la province de Grenville, dans les années 80. CIM Bulletin, volume 83, n° 934.

NANTEL, S., 1988 – Les carrières de granite architectural et ornemental au Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; PRO 88-03.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES DU QUÉBEC, 1989 – Rapport sur l'industrie minérale au Québec pour l'année 1988.

ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES CANADA, 1990 – Annuaire des minéraux du Canada 1989. Aperçu et perspectives. Rapport minéral n° 39.

Wollastonite au nord du lac Saint-Jean

Claude Hébert, Renald Gervais (1) et Pierre Lacoste (2)

Introduction

En 1989, des travaux de reconnaissance dans le secteur nord du lac Saint-Jean ont permis entre autres, de mettre à jour deux importants gîtes de wollastonite (Hébert, 1989). Ces minéralisations sont contenues dans des roches calco-silicatées situées à l'intérieur d'horizons de métasédiments d'âge protérozoïque encaissés en lambeaux de toit dans le complexe anorthositique du lac Saint-Jean.

Afin de mieux définir la géologie de la région, le MER a réalisé en 1990 un levé géologique à l'échelle 1:50 000 du feuillet SNRC 22E/4 "Lac aux Grandes Pointes". En raison de l'importance des gîtes de wollastonite, la zone de roches métasédimentaires située au nord du lac aux Grandes Pointes a été levée à l'échelle 1:15 000.

Géologie générale

Cinq zones de roches métasédimentaires (M12, M13, M14, figure 1) ont été identifiées à l'intérieur du feuillet 22E/4. Elles forment des lambeaux de toit dans l'anorthosite du lac Saint-Jean. Trois de ces lambeaux se retrouvent le long d'une faille orientée N25°E à l'extrémité ouest du feuillet, tandis que les deux autres affleurent le long d'une structure N60°E représentant un important couloir de déformation (figure 1).

Chacun de ces lambeaux occupent des superficies variant de 1 à 20 km^2. Le marbre dolomitique, les roches calco-silicatées et parfois le quartzite en sont les principaux constituants. Il est important de noter que l'orientation du rubanement dans les métasédiments est la même pour les différentes zones.

Géologie économique

La wollastonite se présente en bandes centimétriques alternant avec des bandes de diopside de même épaisseur. La zone de wollastonite-diopside a une longueur d'environ 3 km et une largeur visible de plus de 150 m (figure 2). Le pendage y est subvertical. La zone passe vers l'est à une unité de marbre dolomitique blanc puis à un marbre dolomitique rubané blanc et gris (horizons de serpentine). À l'ouest, affleurent des roches calco-silicatées pyriteuses de couleur rouille et un épais niveau de quartzite.

Du côté est, les métasédiments sont en contact avec un granite rose à quartz bleu formant une masse intrusive linéaire large d'au plus 1 km et dont l'orientation est N25°E. Le contact ouest est défini par une faille dont l'orientation est la même que celle du granite de l'est.

La wollastonite s'est formée par métamorphisme de contact lors de l'intrusion du complexe anorthositique du lac Saint-Jean. L'alternance de bandes de wollastonite et de diopside tend à démontrer que la roche possédait un rubanement probablement métamorphique, antérieur à la mise en place de l'anorthosite. Ce sont les mouvements le long de failles et de zones de cisaillement majeures qui ont permis de préserver de l'érosion les roches métasédimentaires que l'on trouve aujourd'hui en lambeaux de toit sur le complexe anorthositique.

Conclusion

La distribution de ces zones de métasédiments suggère que l'anorthosite s'est mise en place à travers un amoncellement de sédiments de grande extension. Ainsi la possibilité de trouver des roches similaires contenant de la wollastonite, du zinc et du plomb est excellente en particulier le long et au nord du couloir de déformation orienté N60°E.

Référence

HÉBERT, C., 1989 – Potentiel économique des sédiments protérozoïques (région du lac Saint-Jean) et sites potentiels de pierres architecturales (régions de Portneuf et du lac Saint-Jean). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; PRO 89-03.

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

(2) Centre de recherches minérales

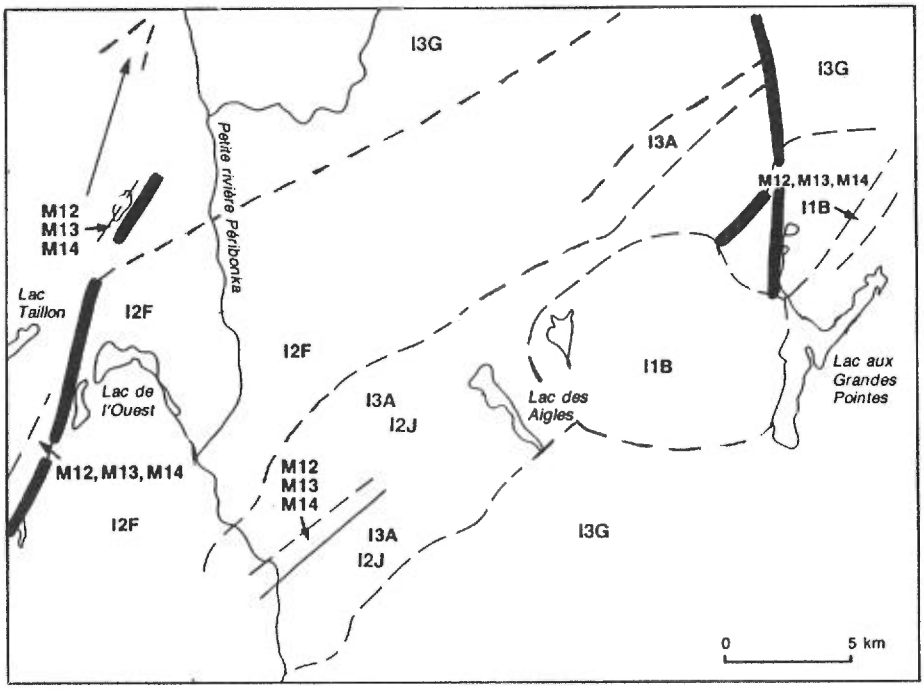


FIGURE 1 – Géologie régionale du feuillet SNRC 22 E/4.

LÉGENDE

I1B Granite

I2F Monzonite

I2J Diorite

I3A Gabbro

I3G Anorthosite

M12 Quartzite

M13 Mabre

M14 Roche calco-silicatée

M15 Roche métasomatique à wollastonite

Faille

Contact

Échelle

Mètres 1000 0 1000 2000

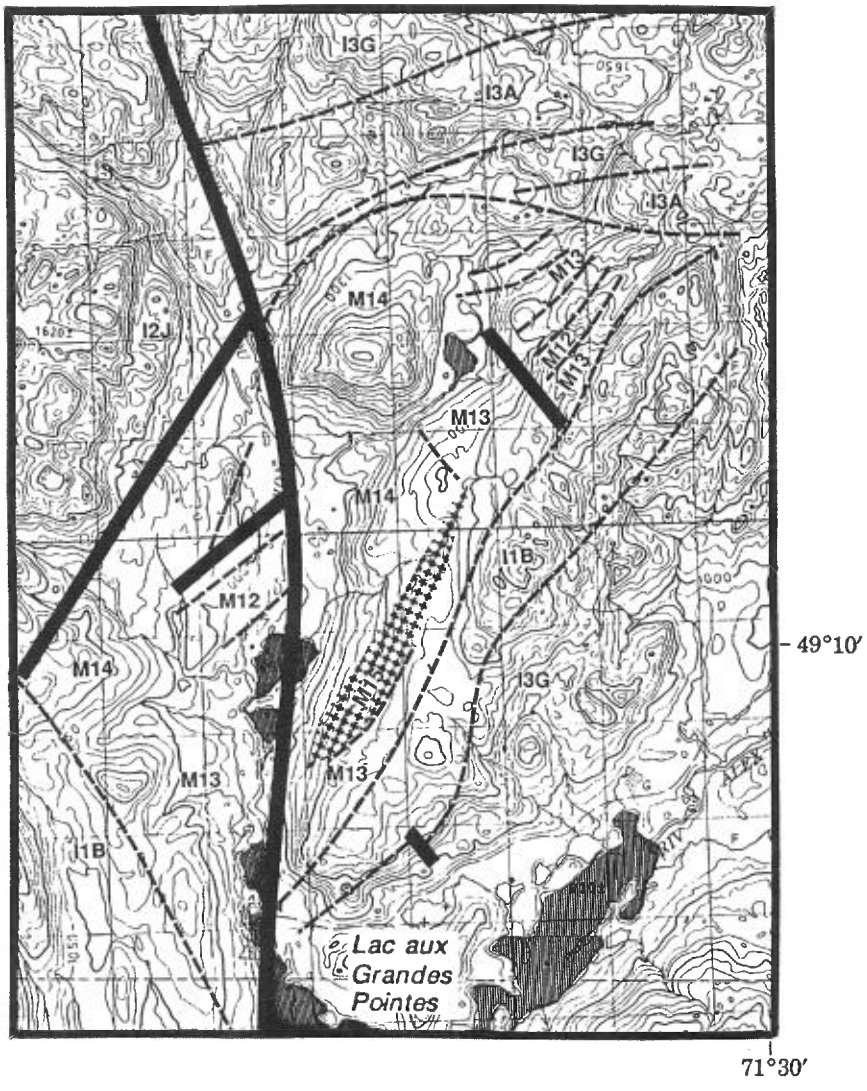


FIGURE 2 – Wollastonite: nord du lac aux Grandes Pointes

Minéralisations sulfurées et oxydées associées aux roches gabbroïques, ultramafiques et anorthositiques, partie est du Grenville

Thomas Clark, André Gobeil, Leslie Kish, Pierre Marcoux et Claude Hébert (1)

Introduction

De récents succès en exploration sont en voie de donner un nouvel élan à l'activité minière dans la partie est du Grenville. Les découvertes de graphite et de disthène dans la région de Fermont, ainsi que des indices de Cu-Ni sur le plateau de Manicouagan, près de la rivière aux Outardes, près de Labrieville et dans la région du lac Saint-Jean en témoignent. La perception grandissante du Grenville comme une région pouvant receler des indices minéralisés dignes de mention et offrant la possibilité de trouver des gîtes économiques a eu un impact important sur le nombre de projets d'exploration et l'importance monétaire des travaux en cours. Pour 1990, les données préliminaires montrent que sur la Côte-Nord, environ 2,3 M$ auront été dépensés en travaux d'exploration sur 25 projets. Près de 1100 claims ont été jalonnés depuis le début de l'année et 4 permis d'exploration ont été accordés dans la région de Fermont.

Nous nous attardons ici sur le potentiel des roches mafiques, ultramafiques et anorthositiques du Grenville oriental, c'est-à-dire le potentiel en Cu-Ni, en éléments du groupe du platine et en Fe-Ti-V. Les indices de Cu-Ni qui suscitent l'attention actuellement se retrouvent dans des roches mafiques et ultramafiques de type variable et se présentant dans des contextes géologiques différents. Dans ce qui suit, nous parlons des indices situés dans les roches du Plateau de Manicouagan. Nous mentionnons également des indices associés aux roches mafiques-ultramafiques ailleurs dans le Grenville. Certains sont associés aux complexes anorthositiques; d'autres n'ont aucune affiliation apparente avec ces complexes.

Roches mafiques et ultramafiques du plateau de Manicouagan

Le plateau de Manicouagan est le site d'une forte anomalie gravimétrique et magnétique (Dion, Rapport d'activités, MER-Mines, 1990). Il a jusqu'à maintenant été une cible privilégiée pour l'exploration du Cu-Ni dans le Grenville oriental. Plusieurs indices y ont été découverts au cours des années 60 et 70. Ces indices se trouvent dans un complexe de gabbro granulitique et de pyroxénite, lequel renferme de nombreux niveaux de paragneiss (Kish, 1968; Plante, 1982, 1984, 1985). Dans le secteur des lacs Mora et Uniforme, plusieurs indices s'alignent dans une direction N-S sur une distance de 2,5 km. Ils se présentent soit en lentilles ou en amas de sulfures massifs, soit en disséminations, ou en veines dans des zones de cataclase. Ils se composent principalement de pyrrhotite, de chalcopyrite, de pentlandite et de pyrite. Les concentrations en Ni et en Cu sont inférieures à 1 %, et la teneur en Ni est généralement égale ou supérieure à celle en Cu. Quelques indices sont anomaux en Co (jusqu'à 0,13 %) et Ag (jusqu'à 1,7 g/t). Les teneurs reconnues en EGP sont inférieures à 100 ppb. Un nouvel indice a été découvert à l'ouest du Petit lac Manicouagan au cours de l'été 1990. Il se situe à l'intérieur de la région cartographiée par D. Danis (Rapport d'activités, MER-Mines, 1990). Il s'agit de pyrrhotite et de chalcopyrite massives encaissées dans le gabbro granulitique. Un deuxième indice, composé de pyrrhotite, de chalcopyrite et de graphite disséminés, a été trouvé sur une île du Petit lac Manicouagan (Danis, op. cit.).

Selon Plante (1985) et Gariépy (1985), les minéralisations massives et disséminées du plateau sont d'origine magmatique. Elles ont été mises en place dans un complexe intrusif mafique qui a postérieurement été métamorphisé au faciès des granulites. Le complexe est déformé en dômes et bassins, ce qui contribue à la mise au jour des zones minéralisées. Les minéralisations sous forme de veines résultent d'une remobilisation de sulfures liée à une altération hydrothermale tardive affectant les zones cataclastiques.

Le massif du lac Raudot (Kish, 1968), adjacent au complexe granulitique du plateau, semble avoir un potentiel pour les EGP. Plante (1985) a obtenu des teneurs atteignant 0,5 g/t Pt dans des gabbros-anorthosites. Il s'agit d'un complexe stratifié, différencié et peu déformé composé d'anorthosite, de troctolite et de dunite en contact de faille avec les gabbros granulitiques du plateau. La majeure partie de la séquence stratifiée, normalement composée de roches ultrama-

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

fiques et de niveaux de minéraux oxydés, est probablement cachée en profondeur. Son potentiel pour des minéralisations de Cu-Ni-EGP et de chrome est donc inconnu.

AMAS MAFIQUES-ULTRAMAFIQUES

Des indications récentes laissent croire que les roches mafiques et ultramafiques de la partie est du Grenville en dehors du plateau de Manicouagan possèdent également un bon potentiel pour le Cu-Ni sulfuré. Les roches mafiques forment des amas de gabbro-norite en bordure ou à l'intérieur des complexes anorthositiques. Des minéralisations sulfurées de Cu-Ni ont été découvertes récemment dans des roches ultramafiques associées à un amas de gabbro bordant une anorthosite près de la rivière aux Outardes. De plus, des travaux de reconnaissance par le MER ont permis de mettre au jour une minéralisation cuprifère dans un gneiss à hornblende en contact avec un paragneiss mylonitisé; ces roches forment une bande encaissée dans l'anorthosite du lac de la Blache. Un indice cuprifère a également été repéré à l'intérieur d'un gabbro qui borde un massif d'anorthosite situé à l'ouest de Labrieville (Genest, ce volume). La distribution des roches ultramafiques dans les enveloppes gabbroïques est très mal connue, mais on peut présumer qu'elle est sporadique. Franconi *et al.* (1975, p. 79) en ont noté, d'ailleurs, associées à la bordure SE de l'anorthosite du lac de la Blache.

D'autres amas gabbroiques n'ont aucune relation spatiale avec les complexes anorthositiques, et certains d'entre eux recèlent des indices sulfurés intéressants. Un tel indice a été découvert dans un complexe différencié de gabbro et de pyroxénite à olivine situé à 23 km au NE du barrage de Manic-3. Les sulfures se composent de pyrrhotite, de chalcopyrite, de pyrite et de pentlandite, et se retrouvent disséminés ou en veines minces dans les lithofaciès gabbroiques (Clark, Rapport d'activités, MER-Mines, 1990).

Les filons-couches péridotitiques et gabbroïques de la région au SSE de Fermont contiennent des disséminations de sulfures. L'indice le plus connu est celui du lac Pegma, où une dissémination subéconomique de pyrite, pyrrhotite, pentlandite et cubanite dans des péridotites à la base d'un filon-couche de gabbro a été explorée durant les années 50 (Clarke, 1967).

Soulignons le programme d'exploration sur l'île Levasseur dans la structure de Manicouagan. Par analogie avec Sudbury, l'on espère y découvrir un gîte de Cu-Ni associé à des roches mafiques-ultramafiques cachées. L'hypothèse est appuyée par la présence d'une forte anomalie magnétique dans le centre de cette structure.

ANORTHOSITES

Le Grenville se compose de 20 % de masses anorthositiques dont certaines contiennent d'énormes ressources en fer et titane, localement accompagnées de vanadium. L'analyse des dépôts majeurs indique que le rapport Fe/Ti et le degré d'oxydation du fer varient systématiquement. Basés sur ces caractéristiques, les dépôts sont subdivisés en deux groupes distincts:

1– Les dépôts dont le rapport Fe/Ti est proche de 1:1 et le minéral oxydé de fer est l'hématite; ceux-ci représentent des réserves présentement exploitables (par exemple, lac Tio, Saint-Urbain).

2– Les dépôts dont le rapport Fe/Ti est d'environ 4:1 et le minéral oxydé de fer est principalement la magnétite; à cause de problèmes métallurgiques, ce sont des ressources dormantes (par exemple, Magpie, lac Saint-Jean).

Les lithofaciès anorthositiques à l'intérieur de certains complexes recèlent des sulfures de Cu-Ni. Citons, par exemple, l'anorthosite du lac Saint-Jean, où en 1989 et 1990, des indices de Cu-Ni ont suscité beaucoup d'intérêt. Nous soulignons que des échantillons de sulfures prélevés par le MER dans ce complexe ont de plus donné des valeurs intéressantes en Co, atteignant 0,9 %.

POTENTIEL POUR LE Cu-Ni-EGP

Toutes les roches gabbroiques accompagnées de faciès ultramafiques ont un bon potentiel pour les minéralisations de Cu-Ni. Ces faciès ultramafiques sont typiquement des pyroxénites, des pyroxénites à olivine et des péridotites. On peut présumer, cependant, que les amas composés de roches relativement plus riches en olivine seront proportionellement plus nickélifères. Plusieurs des complexes anorthositiques du Grenville sont enveloppés partiellement de roches gabbroïques. À titre d'exemple, mentionnons les anorthosites du lac Saint-Jean, du lac de la Blache, de Baie-Comeau, de Havre-Saint-Pierre et du lac Fournier. Il y a également le gros amas gabbroïque du lac Nipisso, qui englobe deux petits massifs d'anorthosite dans ses extrémités nord et sud. On retrouve aussi un grand nombre d'amas gabbroiques sans affiliation apparente aux anorthosites. Compte tenu de la petite échelle de la cartographie régionale dans la plus grande portion de la partie est du Grenville, il est très probable que la distribution des roches mafiques et ultramafiques soit plus grande qu'on ne le présume actuellement.

Le potentiel en EGP de la partie est du Grenville est encore à établir. On peut, cependant, s'attendre à y découvrir des teneurs intéressantes, compte tenu des gîtes de Cu-Ni déjà connus. Des concentrations impor-

tantes dues à des remobilisations sont favorisées par le métamorphisme et les déformations intenses et multiples, qu'ont subis les roches grenvilliennes.

Aides à l'exploration

La couverture géologique à l'échelle 1:250 000 de la plus grande portion de la partie est du Grenville est fournie par les rapports du MER-Mines suivants: Franconi *et al.* (1975); Laurin et Sharma, (1975); Sharma et Franconi (1975); Lavergne (1986). De plus, certains secteurs sont couverts à des échelles plus détaillées. La localisation et les caractéristiques des gîtes minéraux sont répertoriées dans les publications suivantes: DV 83-14, DPV-809 et DV 84-01.

Nous soulignons aussi l'importance des cartes des anomalies géochimiques des sédiments de fond de lac pour l'exploration minière. On remarque d'ailleurs que le gîte McNickel (Ni-Cu) dans la partie ouest de l'anorthosite du lac Saint-Jean (fiche de gîte 32H/8-08) coïncide avec un regroupement d'anomalies en nickel apparaissant sur ces cartes. De plus, on constate que plusieurs anomalies en Cu et Ni sont associées à l'enveloppe de roches mafiques-ultramafiques qui entoure l'anorthosite du lac de la Blache, ainsi qu'aux gabbros granulitiques du plateau de Manicouagan. Ces anomalies méritent certainement qu'on s'y intéresse. La partie est du Grenville est couverte par les levés géochimiques suivants: DP 86-34, MB 86-64 et MB 89-46. Un rapport sur le secteur le plus à l'est est en préparation.

Finalement, la série de cartes aéromagnétiques polychromes publiée à l'échelle 1:1 000 000 par la Commission géologique du Canada s'avérera un autre outil précieux pour l'exploration.

Références

CLARKE, P.J., 1967 – Région des lacs Gras et Félix, comté de Saguenay. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-129.

FRANCONI, A., SHARMA, K.N.M., LAURIN, A.F., 1975 – Région des rivières Betsiamites (Bersimis) et Moisie. Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-162.

GARIÉPY, L., 1985 – Les minéralisations de Cu-Ni-Co du Haut-Plateau de Manicouagan. Projet de fin d'études, Université Laval, Québec.

KISH, L., 1968 – Région de la rivière Hart-Jaune, comté de Saguenay. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-132.

LAURIN, A.F., 1975 – Région des rivières Mistassini, Péribonca et Saguenay. Ministère des Richesses naturelles, Québec,;RG-161.

LAVERGNE, G., 1986 – Géologie de la région de Saint-Augustin (Basse-Côte-Nord). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; ET 85-10.

MER, 1990 – Rapport d'activités 90, DV 90-10.

PLANTE, L. 1982. Étude métallogénique des indices de cuivre-nickel de la rivière Hart-Jaune. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 82-15.

_____, 1984. Étude métallogénique des indices de Cu-Ni-Co dans la région du Haut-Plateau de la Manicouagan. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 84-11.

_____, 1985 – Étude métallogénique des indices de cuivre-nickel-cobalt du Haut-Plateau de la Manicouagan. Thèse de M.Sc., Université du Québec à Montréal, Montréal.

SHARMA, K.N.M., FRANCONI, A., 1975 – Région des rivières Magpie, Saint-Jean et Romaine. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-163.

Les nouveaux indices minéralisés découverts en Gaspésie depuis 1987

Louis Caron et Jean-Pierre Lalonde (1)

Depuis 1968, année de découverte du gîte de cuivre Sullipek, jusqu'en 1986, il n'y a pas eu de découverte de nouveaux secteurs minéralisés dans les régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie. En fait, depuis le début des années 1970, la péninsule gaspésienne a été de plus en plus négligée par les compagnies d'exploration et, ni l'accroissement des connaissances géoscientifiques, ni la popularité des actions accréditives ont réussi à les ramener sur le territoire. Ainsi, il devient alors clair pour plusieurs personnes que la relance de l'industrie minière en Gaspésie devrait donc passer par la découverte de nouveaux indices qui susciteraient un changement dans la perception de son potentiel minéral.

En 1986, une entente fédérale-provinciale accordait au gouvernement du Québec le mandat d'implanter dans ces deux régions, un nouveau programme d'assistance financière à la prospection(2) dont le budget de 5.5 M$ était réparti sur quatre (4) ans. Les objectifs de ce programme étaient :

1) d'augmenter l'effort de prospection;
2) de découvrir de nouveaux indices minéralisés;
3) d'impliquer davantage les compagnies minières dans la région.

Pour atteindre ces objectifs, le programme fut doté de quatre (4) volets permettant de subventionner différents travaux de prospection et d'exploration minière. Les volets I et II ont été conçus pour encourager les prospecteurs autonomes dans leurs efforts de prospection de base et de valorisation de propriétés minières. Les volets III et IV avaient les buts respectifs de susciter l'embauche de prospecteurs ainsi que l'exploration de base par les compagnies.

Avant le début du programme en 1986, il y avait environ quinze (15) prospecteurs actifs sur le territoire. Quatre (4) ans plus tard, quatre- vingt-quinze (95) prospecteurs étaient impliqués. De pair, le nombre de nouveaux claims jalonnés est passé de 350 en 1986-87 à 1500 en 1989-90.

Bien que plusieurs dizaines de nouveaux indices ont été décelés depuis quatre ans, treize (13) de ceux-ci sont considérés comme intéressants et sept (7) sont qualifiés de significatifs, c'est-à-dire qu'il contribuent à bâtir une nouvelle perception du potentiel minéral de la Gaspésie. Ces nouveaux indices sont les suivants:

1) Deux veines de quartz aurifère variant de 20 à 40 cm de largeur ont été découvertes en 1990 dans le canton La Vérendrye à 3 km à l'est du village de Sainte-Marguerite près de Causapscal. Ces deux veines aurifères qui sont minéralisées en arsénopyrite recoupent des roches volcaniques carbonatées. Des valeurs maximales respectives de 38.5 g/t et de 55,0 g/t Au ont été obtenues dans ces veines. La minéralisation qui est de type filonien a été mise en place dans un réseau de fractures associées à une faille majeure. Cette découverte ouvre donc à la recherche d'or tout le secteur de la faille Sainte-Florence.
2) Une veine de quartz de 40 cm d'épaisseur qui contient jusqu'à 70% de stibine massive a été découverte dans le canton de Ristigouche à environ 2,5 km au nord-est du village de Saint-André-de-Ristigouche. Cette veine qui recoupe des roches calcaires silicifiées a donné lors de sa découverte en 1989 des teneurs d'or variant entre 15 et 40 g/t. La minéralisation est à la fois de type filonien et de type disséminé. Elle a été mise en place dans les structures cassantes et dans la roche encaissante en marge de la faille de Matapédia qui est le prolongement à l'ouest de la faille de Grand Pabos. Cet indice ouvre un nouveau secteur pour la recherche de veines de stibine aurifère. Le contexte présente quelques similitudes avec celui de Hu Han en Chine qui est l'un des plus grands producteurs d'antimoine au monde.
3) Pour la première fois en Gaspésie, de l'or a été découvert dans une roche volcanique altérée. La roche hôte est un métabasalte séricitisé et ankéritisé contenant de l'arsénopyrite finement disséminée. L'analyse des échantillons a permis de déceler des teneurs d'or variant entre 0,5 et 8,0 g/t. L'indice a été découvert dans le canton de Maria à 4 km au nord-est du village de Saint-Jules-de-Cascapédia par quatre (4) prospecteurs et il ouvre le secteur de Maria – New Richmond à l'exploration pour l'or.
4) Le quatrième indice significatif crée un nouvel espoir pour la présence de platine et de platinoïdes.

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

(2) Le programme d'assistance financière à la prospection minière dans le Bas-Saint-Laurent et la Gaspésie est le résultat d'une coopération entre le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada dans le cadre du plan de développement de l'Est du Québec

En effet, une teneur de 540 ppb Pt a été obtenue dans les serpentinites chromifères du ruisseau Nadeau, dans la région de Port-Daniel. L'indice est situé dans le canton de Weir à 20 km au nord-ouest de Port Daniel.

5) À 35 km au sud de Cap-Chat, des échantillons prélevés sur trois sites ont donné à l'analyse des teneurs d'or de 3,1, 2,2 et 0,46 g/t. La minéralisation qui se trouve dans une bande de serpentinite altérée en listwaenite longeant la faille de Chics Chocs n'est pas sans rappeler les gisements d'or de Deer Cove à Terre-Neuve.
6) L'indice cuprifère TIDAN, qui est localisé à l'extrémité nord du massif granitique de McGerrigle, contient une minéralisation principalement constituée de chalcosine mise en place dans des dykes de porphyre et des fractures de la roche encaissante. Cette nouvelle minéralisation ouvre tout le secteur au nord du batholithe de McGerrigle qui pourrait contenir une minéralisation de type "Porphyry Copper".
7) Finalement, la perception a aussi changé quelque peu par rapport aux minéraux industriels car un gîte de dolomie évalué à 3 M de tonnes, à une teneur moyenne de 19,5 % de MgO, a été découvert et mis en exploitation.

Le programme d'assistance financière à la prospection dans les régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie a insufflé une nouvelle vie à la prospection dans ces régions du Québec. Les nouveaux indices découverts pour les métaux précieux, les métaux de base et les minéraux industriels contribuent à modifier notre perception du potentiel minéral et à maintenir un espoir pour l'avenir de l'industrie minière en Gaspésie.

Nouvelles découvertes

Évolution des suites granitiques peralcalines et peralumineuses: implications pour la métallogénie des métaux de haute technologie

M. Boily, A.E. Williams-Jones (1) et Pierre Pilote (2)

Les suites granitiques peralcalines et peralumineuses constituent, avec les carbonatites et les formations sédimentaires ferrifères, les principales sources primaires des métaux de haute technologie. Le Québec recèle deux des plus importants gisements de métaux de haute technologie associés à ces suites granitiques. Les pegmatites granitiques et les monzogranites peralumineux appartenant au batholite de Preissac-Lacorne (Abitibi) possèdent d'importantes réserves de Li et Mo, tandis que le pluton peralcalin du lac Brisson (Strange lake) situé à la frontière du Québec et du Labrador contient un des plus gros gisements de Zr, Y et de terres rares lourdes au monde.

Le pluton anorogénique peralcalin du lac Brisson forme une intrusion granitique circulaire épizonale d'âge protérozoique (1189 Ma) appartenant à la province de Rae et mise en place au contact d'orthogneiss aphébiens et d'une intrusion de quartz monzonite elsonienne. Le pluton se subdivise en trois unités principales. La première occupe la portion sud-est de l'intrusif et est composée d'un granite alcalin hypersolvus, non altéré, dont les minéraux mafiques sont représentés par l'arfvedsonite et l'aégirine. Cette unité comprend un faciès grisâtre à grain fin représentant probablement un faciès de bordure et un faciès blanchâtre à grain grossier qui montre des évidences de mélange ou d'infiltration de magma dans le faciès précédent. Le granite hypersolvus contient, comme principaux minéraux accessoires "exotiques", de l'elpidite ($Na_2ZrSi_6O_{15}H_2O$), du zircon, du pyrochlore et de la fluorine. La seconde unité est constituée par un granite subsolvus modérément à fortement métasomatisé qui entoure l'unité granitique hypersolvus. L'altération est manifestée par l'hématisation des arfvedsonites et la présence de minéraux calciques riches en Y, Zr et terres rares. L'unité subsolvus renferme de nombreuses inclusions subarrondies du faciès hypersolvus grisâtre. Elle est de plus caractérisée par une plus grande abondance de minéraux "exotiques" (10-20%) dont les principaux sont la gittinsite ($CaZrSi_2O_7$), l'elpidite, le pyrochlore, un zircon métamicte riche en Y et en terres rares, la bastnaesite (La, Ce) CO_3F, l'allanite et la fluorine. Enfin, la troisième unité est située au coeur du pluton et constitue la zone de minerai. Elle est définie par des veines de pegmatite et d'aplite recoupant un granite subsolvus intensément métasomatisé. L'altération est soulignée par l'intense hématisation et l'abondance de fluorine. La minéralisation en Y-Zr et terres rares lourdes (20-30%) semble se localiser dans les pegmatites et le granite subsolvus. En plus de contenir la majorité des minéraux exotiques mentionnés ci-haut, excluant l'elpidite, cette unité est caractérisée par l'apparition de la gadolinite ($Y_{2fe+2}Be_2Si_2O_{10}$+TRL), de la kainosite ($Ca_2(Ce,Y)_2Si_4O_{12}(CO_3)\ H_2O$ et d'un nouveau silicate de Ca, Y, Na, Be et terres rares lourdes.

Les données géochimiques et isotopiques révèlent que les granites subsolvus et hypersolvus sont siliceux (SiO_2=70 - 74%), déficients en Al_2O_3 relativement aux alcalis (Na+K/Al>1) et extrêmement enrichis en Zr (3000 - 19 500 ppm), Y (75 - 16 000 ppm), terres rares lourdes (Yb = 25 - 1245 ppm) et F (1500 - >10 000 ppm). Cet enrichissement semble être corrélé à l'intensité de l'altération (notamment le degré d'hématisation). De plus, dans le granite subsolvus altéré, les pegmatites et les aplites, le contenu en Y, terres rares lourdes et Th est corrélé positivement avec le CaO et MgO mais négativement avec les concentrations en SiO_2 et Al_2O_3. Ces variations ne peuvent être d'origine magmatique et nous suggérons que les granites subsolvus et les pegmatites fortement altérés ont subi un intense métasomatisme par un fluide riche en calcium. Les données isotopiques de l'oxygène montrent un déséquilibre marqué entre feldspaths et quartz de tous les faciès ($S^{18}O/^{16}O_{gtx}$ - $S^{18}O/^{16}O_{alk.felds.}$ = -0,3 à -1,6), ce qui confirme la circulation de fluides de basse température dans le granite.

À l'opposé du pluton du lac Brisson, les monzogranites et les pegmatites granitiques du batholite de Preissac-Lacorne sont peralumineux. Ils font partie d'un batholite tardi- à post-tectonique mis en place il y a environ 2,69 - 2,63 Ga dans des roches métavolcaniques et métasédimentaires archéennes (~2.7 Ga) localisées dans la portion sud de la sous-province de l'Abitibi. Dans la séquence intrusive du batholite de Preissac-Lacorne, la suite peralumineuse est tardive et recoupe la suite dioritique à granodioritique métalumineuse. La minéralisation en Li se retrouve dans le spo-

(1) IREM-MERI et Department of Geological Sciences, Université McGill
(2) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec

dumène à l'intérieur des pegmatites granitiques en association avec du béryl et de la colombite-tantalite disséminés. Les dykes de pegmatite montrent une zonation grossière en relation aux monzogranites. Les pegmatites à béryl et à colombite-tantalite affleurent à l'intérieur des granites plus particulièrement en marge du pluton, tandis que les pegmatites à spodumène se localisent dans les roches encaissantes. Les monzogranites montrent une évolution magmatique apparemment simple dans laquelle les monzogranites à biotite "primitifs" se différencient vers les monzogranites à biotite et à muscovite et les monzogranites à muscovite et à grenat. Ces derniers sont associés à des veines hydrothermales constituées de quartz-muscovite-feldspath potassique et minéralisées en molybdénite.

La géochimie révèle que les monzogranites sont siliceux (SiO_2 % poids= 72 - 76%), très fractionnés (Rb/Sr= 5 - 30) et, contrairement au pluton du lac Brisson, ils exhibent des rapports (Al/Na+Ca+K) >1 et de faibles concentrations en F (<100 ppm). Les teneurs en Zr, Th, Ba, Sr et terres rares légères sont modérées et diminuent avec le fractionnement des suites granitiques. Par contre, les teneurs en Rb, Ta, Nb et U augmentent avec la différenciation tandis que, contre toute attente, les valeurs en Li et Cs diminuent. Les pegmatites granitiques représentent géochimiquement le prolongement de la différenciation des granites sauf pour les teneurs en Li, Ta et Be qui atteignent de 5 à 50 fois les concentrations des monzogranites. Les valeurs $S^{18}O/^{16}O$ des monzogranites (+8,2 à +9,5%) sont légèrement plus élevées que celles exhibées par la suite précoce métalumineuse ($S^{18}O/^{16}O$= +7,1 à 8,3%). Ces données isotopiques combinées aux éléments en trace suggèrent que les monzogranites peralumineux et les pegmatites granitiques sont issus d'une source crustale autre que celle qui a produit la suite métalumineuse.

Il est clair que l'évolution géochimique et métallogénique des granites peralumineux et peralcalins diffère considérablement. Certains paramètres physicochimiques sont donc déterminants dans leur évolution respective notamment:

1– *La source des magmas granitiques.* Les granites peralumineux les plus primitifs résultent probablement de la fusion partielle d'une source quartzofeldspathique peralumineuse (greywackes, orthogneiss) riche en H_2O mais pauvre en F. Cette source a probablement été soumise à un métasomatisme impliquant des fluides aqueux transportant le Li, Be, Cs et Rb (dans un milieux de subduction ?), contribuant à leur enrichissement primaire. Par contre, les granites peralcalins sont issus d'une source plus mafique riche en F et Cl mais pauvre en H_2O. Nous pouvons invoquer deux types de sources possible: a) une croûte mafique à intermédiaire granulitique dont les éléments les plus volatiles (Li, Rb, Cs, H_2O) ont été extraits lors du métamorphisme ou lors d'un événement de fusion partielle précédent et où les éléments les plus réfractaires (Zr, Nb, terres rares) sont en partie demeurés; b) un manteau lithosphérique qui a subi un métasomatisme par des fluides riches en F transportant le Zr, Y et les terres rares.

2– *L'effet des fluides H_2O, Cl et F durant la différenciation.* Dans les magmas granitiques peralcalins, l'excès des alcalis par rapport à l'alumine et la silice, combiné à l'enrichissement en F permet: a) d'abaisser le solidus du granite en "dépolymérisant" le magma et donc de prolonger la différenciation; b) de favoriser la formation de complexes d'alkalnofluorure de Zr, Y et autres éléments traces réfractaires dans le liquide et ainsi permettre un enrichissement plus prononcé dans la chambre magmatique. Mais, les magmas peralumineux modérément enrichis en H_2O et possédant des rapports F/Cl très faibles, montrent un excès d'alumine et de silice par rapport aux alcalis. Ceci a pour effet: a) de produire un magma plus "polymérisé", quoique la présence du Li a pour effet de contrebalancer ce processus; b) de faciliter l'expulsion du Cl accompagnant une phase fluide avec un magma silicaté pour générer les pegmatites; c) de favoriser la cristallisation précoce et la séparation de phases accessoires riches en Zr, Th et terres rares (ex : zircon et monazite), causant ainsi un appauvrissement dans le liquide résiduel lors de la cristallisation fractionnée.

3– *L'activité hydrothermale.* Au lac Brisson et dans le batholite de Preissac-Lacorne, les processus hydrothermaux ont joué un rôle prédominant dans la formation des gisements. Le pluton du lac Brisson fut mis en place à faible profondeur et a donc eu accès aux eaux météoritiques et de formation. La portion nord-ouest et centrale du pluton a été soumise à un métasomatisme intense par divers fluides, dont un est enrichi en Ca (provenant des gneiss encaissants ?). La présence de minéraux calciques pseudomorphes aux minéraux sodiques (ex : gittinsite remplaçant l'elpidite) et l'apparition de minéraux dérivés riches en Ca, terres rares et Y dans les inclusions fluides primaires qui s'homogénisent à basse température confirment cette hypothèse. Ces fluides auraient: a) transporté les terres rares et l'Y sous forme de complexes fluorés ou chlorés; b) altéré profondément les pegmatites et roches granitiques du centre du pluton; et c) contribué à l'enrichissement extrême en éléments lithophiles à l'intérieur de la zone pegmatitique et aplitique. Les fluides hydrothermaux impliqués dans la formation les gisements de Mo associés aux monzogranites à muscovite de Preissac-Lacorne, possèdent par contre une plus haute température et ont transporté le Mo sous forme de complexe de molybdate ($MoOH_4$ ou H_2MoO_4). Un halo métasomatique riche en Li et Cs entoure fréquemment les pegmatites à spodumène soulignant ainsi l'intense activité hydrothermale accompagnant la mise en place des pegmatites lithinifères.

L'anomalie en terres rares du lac David (Gatineau, Province de Grenville)

Michel Jébrak, Michel Gauthier, Christine Giguère et James Bourne (1), Tarek Guedroudj (2)

Les levés géochimiques du MER dans la Province de Grenville ont conduit à la mise en évidence de nouvelles zones anomales en or et en terres rares. Parmi ces dernières, deux cibles potentielles sont plus particulièrement remarquables: l'anomalie située à l'est du réservoir Baskatong et l'anomalie du Lac David, située à l'ouest de Maniwaki et au sud-ouest de Grands-Remous. Cette anomalie est caractérisée par sa très forte signature en terres rares, la quasi-absence d'uranium et une association à des métaux de base (Zn-Cu).

Un retraitement numérique des données géochimiques limitées à la zone du Lac David fait ressortir l'existence de deux supports des terres rares: soit des apatites ou du sphène. L'étude minéralogique de nouveaux prélèvements montre que le sphène présente 2 habitus, soit en amas cristallin beige verdâtre riche en fer ou soit en cristaux orange; 80 % des minéraux présents dans les sédiments sont constitués de grenats, de pyroxènes et d'ilménite.

Le secteur du Lac David est situé en limite des zones polycyclique et monocyclique (Rivers *et al.*, 1989); le contact entre ces deux unités semble être marqué par une zone tectonique à faible pendage. Les anomalies en terres rares apparaissent au sud-est du granite du Lac David, le long d'une zone orientée NE-SW marquant probablement un contact entre des paragneiss alumineux au sud-est et des gneiss riches en hornblende et biotite, au nord-ouest. La carte aéromagnétique souligne ce contact.

Cet ensemble fortement métamorphique est recoupé par des pegmatites blanches stériles, confinées au gneiss et des pegmatites roses parfois minéralisées. Celles-ci semblent être en relation avec le granite du lac David. Il s'agit d'un granite de composition subalcaline, situé en limite des champs calco-alcalin et tholéitique.

Les pegmatites roses sont de plusieurs types: certaines montrent une tendance potassique et contiennent des indices de pyrite-molybdénite, avec d'assez fortes teneurs en terres rares et baryum. Il n'apparaît pas d'enrichissement en U-Th. La pegmatite à biotite, magnétite et molybdénite du lac Raoult montre par contre de fortes teneurs en U, Th (100 ppm), B et Br sans augmentation du potassium ou des terres rares. Enfin, dans les zones de contact entre les pegmatites blanches et les roses, on observe le développement de hornblende, de biotite, de scapolite, de diopside, d'hydroxyl-apatite, de fluorine et de carbonates ferrifères riches en terres rares lourdes. Pyrite et chalcopyrite sont présentes. De telles zones ont déjà été signalées par Kish (1975).

L'anomalie du lac David pourrait représenter l'un des éléments d'une vaste aire métallogénique formant la limite occidentale du bassin de Mont-Laurier. À l'échelle régionale, il est possible que cette limite corresponde à un décollement le long d'une zone évaporitique; des faciès de ce type ont en effet été reconnus dans plusieurs localités (Calumet, Balmat) à la base des métasédiments. La présence de minéraux riches en halogènes (scapolite, tourmaline, kornérupine, etc.) dans cette série atteste également d'environnements sursalins, en partie effacés par le métamorphisme.

Références

JÉBRAK, M. – BELLEHUMEUR, C. – NORMAND C., 1990 – Dispersion de l'or et des terres rares dans les ruisseaux de la Gatineau. Rapport du ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; (en préparation).

KISH, A.L., 1975 – Radioactive occurrences in the Grenville of Quebec : Mont-Laurier-Cabonga district. Ministère des Richesses naturelles, Québec, report DP-310, 30 pages.

RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C.F., 1989 – New tectonic divisions of the Grenville Province, Southeast Canadian Shield. Tectonics, 8, 1, 63-84.

(1) Université du Québec à Montréal - Géoterap

(2) Tarek Guedroudj, Haut Commissariat à la Recherche, Alger

Le gisement Francoeur #3, Rouyn-Noranda: un exemple de minéralisations d'or disséminées dans un cisaillement ductile

J.-F. Couture, P. Pilote (1) et A. Vachon (2)

Introduction

Dans la partie québécoise de la ceinture de l'Abitibi, il est possible de reconnaître deux grands types de gisements d'or. Premièrement, il y a les gisements du type "veine de quartz" où l'or est intimement associé au développement de veines de quartz-carbonate. Les gisements du secteur de Val-d'Or en sont de bons exemples. Deuxièmement, on retrouve des gisements où les sulfures, principalement la pyrite, forment une grande partie du minerai. Les gisements du secteur de Bousquet en sont de bons exemples.

Bien que cette classification soit utile pour distinguer les gîtes d'or archéens au sens large, elle n'est pas tout à fait adéquate pour s'appliquer à l'ensemble des gîtes connus. En considérant les caractéristiques générales de nombreux autres gisements, cette classification peut être raffinée.

L'objectif principal de cette présentation est de démontrer qu'en Abitibi, il existe un groupe de gisements d'or archéens montrant des caractéristiques communes fondamentalement distinctes des deux grands types de gisements habituellement reconnus. L'étude détaillée de ces gisements est par conséquent importante puisque les modèles descriptifs et génétiques actuels ne peuvent expliquer leurs différences, ni adéquatement prédire leur occurrence. Nous décrirons sommairement le contexte géologique des minéralisations aurifères du gisement Francoeur #3 qui constitue peut-être un exemple type de ce groupe particulier de gisements d'or.

La mine Francoeur est localisée environ 15km au sud-ouest de Rouyn-Noranda dans un camp minier surtout reconnu pour ses gisements de métaux de base, mais qui a néanmoins produit plus de 146 tonnes métriques d'or (4,7 millions d'onces) à partir de quelque 20 gisements où l'or représentait la principale substance extraite. En combinant la production et les réserves connues, l'inventaire minéral du camp minier (sans compter les gisements du secteur de Bousquet) peut être estimé à plus de 216 tonnes métriques ou 7 millions d'onces.

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec
(2) Ressources minières Rouyn inc., Arntfield, Québec

La mine Francoeur exploite présentement un des trois gisements très similaires localisés à l'intérieur du cisaillement Francoeur-Wasa (figure 1), une faille inverse de second ordre, possiblement reliée à la Faille de Cadillac.

Géologie générale

La géologie du secteur Francoeur-Wasa est dominée par les lithologies du Groupe de Blake River caractérisées par des successions de laves mafiques, de laves felsiques et de leurs dérivés fragmentaires, toutes d'affinité tholéitique ou calco-alcaline. Dans la région d'Arntfield, (figure 1) l'empilement volcanique fait face vers le nord, a une attitude générale est-ouest et un pendage modéré à fort vers le nord. Deux générations de roches intrusives recoupent les lithologies volcaniques, des stocks et filons-couches de gabbro-diorite, qui sont probablement d'origine synvolcanique, et des stocks et dykes de syénite d'âge post-tectonique. Mis à part les syénites, toutes ces lithologies sont métamorphisées au faciès des schistes verts.

Dans cette portion du camp minier de Rouyn-Noranda, la faille de Cadillac est complètement cachée sous la couverture huronienne des sédiments du Groupe de Cobalt. Pour cette raison, sa position précise n'est pas connue. Au nord de la trace présumée de la faille de Cadillac, le principal trait structural est le cisaillement Francoeur-Wasa, une faille inverse du type ductile-fragile caractérisée par le développement d'une fabrique mylonitique et d'une intense altération hydrothermale.

À l'intérieur de ce cisaillement, 9 zones minéralisées distinctes ont été identifiées par forage sur quatre propriétés différentes (figure 1). Il s'agit, de l'ouest vers l'est : des gisements Francoeur #3, #2 et #1; des gisements Arntfield #1, #2 et #3, de la zone principale, des zones #1 et #2 de la mine Wasamac; et enfin du gîte Wingate. Bien qu'à l'échelle du gisement, les lithologies hôtes varient, les caractéristiques principales ainsi que la morphologie de tous ces gisements sont très similaires. La minéralisation aurifère est constituée de disséminations de pyrite et d'or dans des roches très fortement cisaillées et carbonatées.

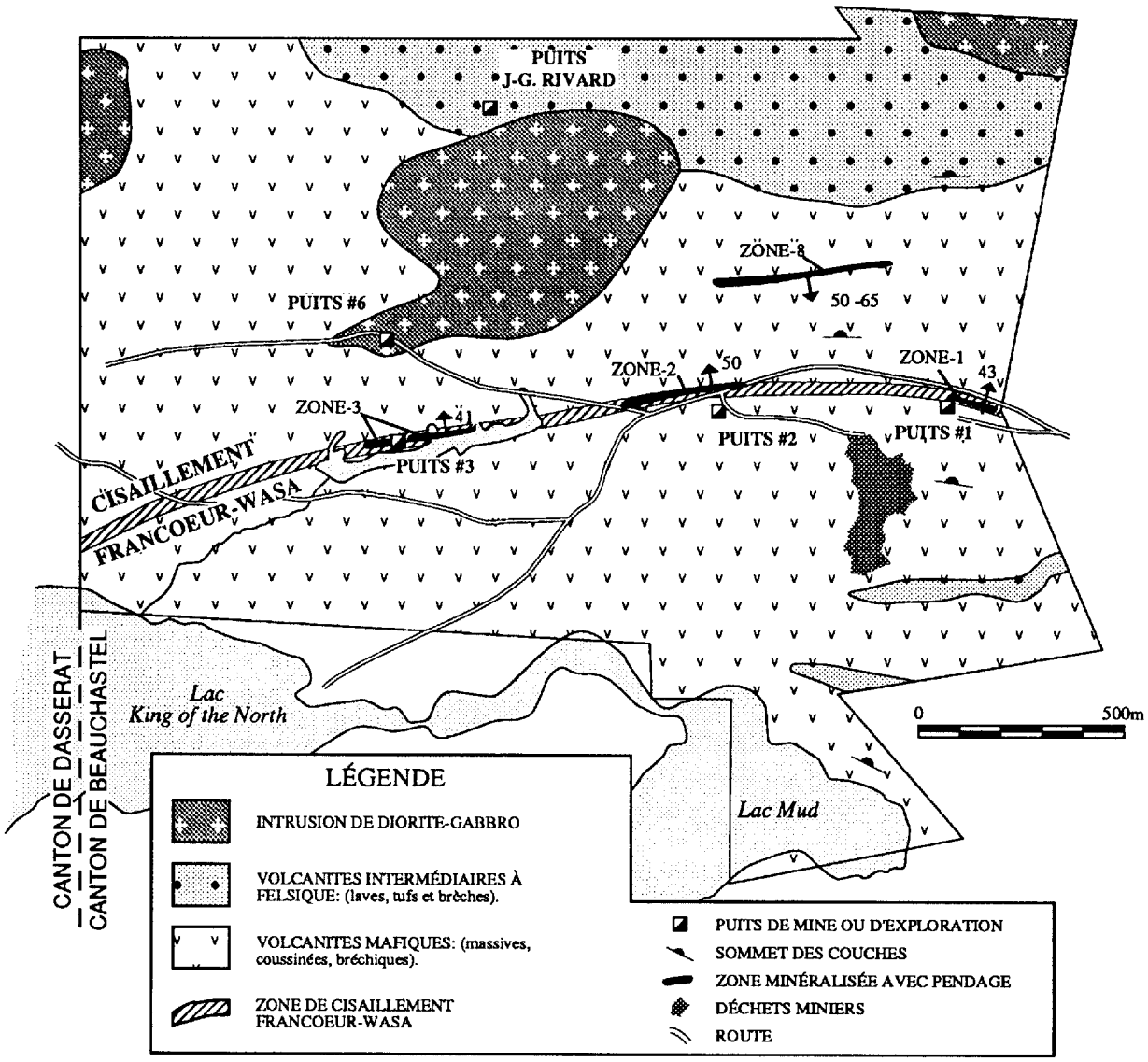


FIGURE 1 – Localisation des principaux gisements d'or le long du cisaillement Francoeur-Wasa et géologie de surface simplifiée de la propriété Francoeur

Géologie du gisement

Le gisement Francoeur #3 constitue le plus grand amas minéralisé découvert jusqu'à maintenant dans le cisaillement Francoeur-Wasa. En surface, la roche hôte est constituée principalement de coulées andésitiques mais, en profondeur, la partie principale de la minéralisation est localisée à l'endroit où le cisaillement recoupe la bordure sud d'un stock elliptique de gabbro-diorite (figure 2). La lentille minéralisée s'étend sur plus de 1 200 mètres le long du pendage du cisaillement, de la surface jusqu'au-delà du 17ième niveau où elle traverse la limite nord de la propriété Francoeur. C'est un amas composite constitué de trois zones de minerai distinctes, toutes inscrites dans le cisaillement Francoeur-Wasa. Il s'agit de la zone sud ou principale qui est localisée le long du mur du cisaillement et dont l'extension verticale va de la surface jusqu'au 13ième niveau; de la zone nord s'étendant le long du toît du cisaillement à partir des 9ième et 12ième niveaux; et enfin, de la zone 11-20. Sur un même niveau, chaque zone minéralisée n'a pas été minée sur plus de 275 mètres mesurés le long de la section longitudinale. La largeur moyenne des chantiers est d'environ 3 à 4 mètres mais peut atteindre jusqu'à 10 mètres localement. Les amas minéralisés ont donc une géométrie générale en forme de cigare dont le grand axe est orienté parallèlement aux plongement de la linéation d'étirement reconnue dans le cisaillement.

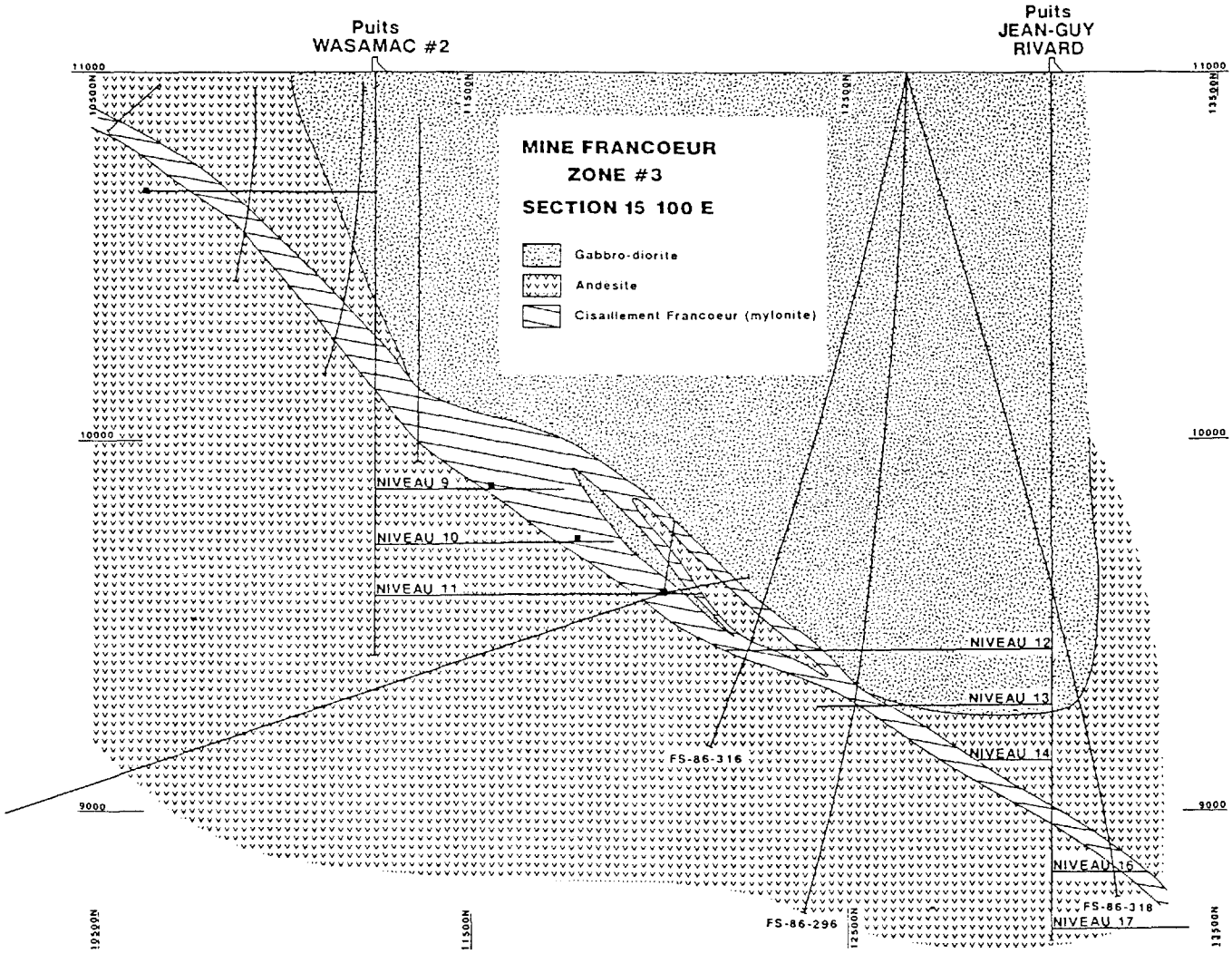


FIGURE 2 – Section transversale simplifiée du gisement Francoeur #3 montrant la relation entre le cisaillement Francoeur-Wasa et le stock de gabbro-diorite.

LITHOLOGIE

La géologie du gisement Francoeur #3 est relativement simple. Dans la mine, il n'y a que trois lithologies importantes. La lithologie principale est constituée de coulées d'andésite d'affinité calco-alcaline intercalées avec des horizons volcanoclastiques. Dans les niveaux supérieurs et inférieurs de la mine, cette lithologie forme le mur et le toit du cisaillement minéralisé. Entre les 8ième et 13ième niveaux (figure 2), le toit de la structure aurifère est composé de gabbro-diorite faisant partie d'un petit stock synvolcanique de forme elliptique.

Des dykes rouges d'albitite stériles forment la troisième lithologie en importance. Ils ne sont rencontrés que dans le cisaillement minéralisé. Leur attitude générale est est-ouest et leur pendage légèrement plus abrupt que celui de la foliation mylonitique qu'ils recoupent selon un faible angle. Malgré leur faible épaisseur, rarement plus d'un mètre, ces dykes sont très persistants. Volumétriquement, ces dykes ne semblent pas significatifs. Ils sont néanmoins très importants puisqu'ils montrent une distribution spatiale commune avec la minéralisation aurifère. Ils sont composés d'albite et de quantités mineures de quartz. Leur coloration rouge intense provient d'une fine dissémination d'oxydes de fer, principalement de l'hématite.

STRUCTURE

Le cisaillement Francoeur-Wasa est très certainement le trait structural le plus important dans la mine. Il est orienté est-ouest et a un pendage de 45° vers le nord. Son épaisseur varie d'environ 20 mètres, près de la surface, à plus de 80 mètres lorsqu'il recoupe la bordure sud de l'intrusion de gabbro-diorite (figure 2).

Cette zone de cisaillement est caractérisée par le développement d'une forte foliation mylonitique accompagnée d'une intense altération hydrothermale qui détruisent les textures et structures primaires. Les contacts du cisaillement sont généralement francs et bien définis. Ils sont marqués par l'apparition brusque

d'une forte foliation sur une distance de quelques mètres. L'intense altération hydrothermale est restreinte au schiste mylonitique. Elle sert souvent de guide pour tracer la limite du cisaillement dans les sections de forage.

La fabrique mylonitique est imprégnée d'une très forte linéation d'étirement plongeant en moyenne à 45° directement vers le nord, dans le sens du pendage du cisaillement, ce qui suggère que la composante principale du mouvement le long du cisaillement Francoeur-Wasa est essentiellement verticale. Le sens du mouvement est donné par de nombreux indicateurs cinématiques tels que les fabriques C-S, l'asymétrie des ombres de pressions et des rotations de porphyroclastes, les "shear bands" ainsi que par la vergence de la foliation autour de failles secondaires. Celles-ci indiquent tous un mouvement inverse. Le rejet net n'est pas connu.

MINÉRALISATIONS

La minéralisation typique de chaque zone du gisement Francoeur #3 forme des horizons lenticulaires de moins de 2 mètres d'épaisseur remplaçant le schiste mylonitique. Le minerai est de couleur gris-beige et est composé principalement de carbonate, d'albite, de 5 à 20% de pyrite finement disséminée et de quantités mineures de quartz et de séricite. Il est habituellement présent dans les parties du cisaillement les plus intensément déformées et altérées et ne montre aucune préférence pour un type lithologique particulier. En effet, il est développé autant dans l'andésite que dans le gabbro ou les dykes d'albitite. La nature des contacts avec le schiste encaissant est variable. Habituellement, l'un des contacts est marqué par une faille tardive tandis que l'autre est généralement graduel. Ce minerai familièrement appelé BB (pour Bande Beige) montre une grande variété de textures. Ce peut être soit une microbrèche dont les microfragments sont représentatifs de la lithologie hôte ou encore une roche très massive. Le plus souvent toutefois, la BB est très finement grenue et est très bien laminée. Ce minerai est aussi le plus riche en or: généralement la teneur moyenne de ce matériel se situe autour de 30 g/t d'or et peut même atteindre 50 g/t localement. L'or est sous la forme native et est très fin (généralement moins de 50 μm). Il est fréquemment associé à des petits porphyroblastes de pyrite mais il est aussi finement disséminé dans la matrice de carbonate-albite finement recristallisée.

Les roches dans le cisaillement Francoeur-Wasa ont subi deux épisodes d'altération hydrothermale. L'altération la plus caractéristique confère au schiste mylonitique une couleur orangée distinctive. Elle consiste en une altération intense en hématite–carbonate–chlorite–albite ± séricite qui détruit les assemblages métamorphiques. Cette altération précoce est possiblement reliée à la mise en place des dykes d'albitite, eux-mêmes fortement hématitisés. Le second épisode d'altération est directement associé aux zones aurifères. Il est caractérisé par un assemblage minéral composé de carbonate-albite-pyrite et or qui remplace totalement l'assemblage à hématite dans les horizons de BB.

Une cartographie détaillée des relations structurales entre les horizons de BB et le schiste mylonitique encaissant démontre que cette minéralisation est le produit d'une superposition complexe d'événements structuraux et métasomatiques.

Ainsi, nous avons observé que de l'or est aussi contenu dans les enveloppes d'altération en carbonate et pyrite autour de petites veinules de quartz-carbonate formant un réseau plus ou moins régulier. Ces veinules recoupent le schiste mylonitique mais sont elles-mêmes progressivement déformées, transposées et incorporées dans le schiste près des horizons de BB. Ces relations suggèrent que les fortes teneurs en or observées dans les horizons de BB pourraient bien résulter de la redistribution et de la reconcentration de l'or des veinules précoces par progression de la déformation et de l'altération hydrothermale.

Une autre caractéristique du gisement Francoeur #3 est l'abondance d'étroites veinules fibreuses d'extension remplies de carbonate et de gypse. Ces veinules sont toutefois nettement tardives puisqu'elles sont droites et qu'elles recoupent toutes les lithologies incluant les horizons aurifères de BB. Elles occupent deux orientations contemporaines : une parallèle au débit planaire du schiste et une seconde qui lui est plus ou moins orthogonal. Les veinules de gypse sont souvent associées à des failles d'extension de type fragile. L'introduction de sulfate dans l'environnement du cisaillement Francoeur-Wasa est donc postérieure à la mise en place de la minéralisation aurifère.

Conclusion

En résumé, le gisement Francoeur #3 est un gisement de type remplacement. La minéralisation aurifère est intimement associée avec des disséminations de pyrite dans des zones de forte déformation et de remplacement hydrothermal intense. Elle est encaissée par une faille inverse du type ductile-fragile qui affecte des roches métavolcaniques mafiques. Toutefois, les réserves exploitables sont limitées à des segments plus étroits et nettement plus altérés de celles-ci. L'altération hydrothermale détruit les assemblages métamorphiques régionaux. Nous en avons reconnu deux épisodes. La première altération est une hématitisation et une carbonatation étendue à toute la largeur du cisaillement. Elle est probablement associée à l'injection de dykes d'albitite tôt dans l'histoire du cisaille-

ment. Cette altération précoce est détruite et remplacée dans des zones plus restreintes par une carbonatation, une albitisation et une pyritisation intenses auxquelles est associée la mise en place de l'or.

Les caractéristiques géologiques du gisement Francoeur #3 sont fondamentalement distinctes de celles des gisements du type "veine de quartz" (comme Sigma) où la majeure partie de la minéralisation est clairement associée au développement d'un système important de veines de quartz (tableau 1). Toutefois, mis à part l'absence de ces veines à Francoeur, le contrôle structural général, ainsi que l'âge relatif de la minéralisation vis-à-vis le métamorphisme sont similaires. La géologie du gisement Francoeur #3 contraste aussi fortement avec les gisements d'or pyriteux du district de Bousquet (tableau 1) puisqu'à Francoeur la minéralisation est clairement postérieure au pic thermique du métamorphisme et que les altérations hydrothermales associées à la mise en place de l'or sont nettement différentes.

Dans la partie québécoise de la ceinture de l'Abitibi, il existe un bon nombre de gisements présentant des caractéristiques similaires à celles du gisements Francoeur #3. Parmi ceux-ci, citons les gisements Arntfield et Wasamac, localisés dans le même cisaillement, ou encore ceux de Lac Shortt et de Bachelor, dans le secteur de Desmaraisville, ainsi que la récente découverte de Douay. Dans tous ces gisements, la principale minéralisation aurifère est constituée de dissé- minations de sulfures dans des roches intensément altérées à l'intérieur de zones de cisaillement ductile. Bien que la minéralogie locale et les altérations puissent être différentes, les contrôles physiques et structuraux de la minéralisation aurifère dans tous ces gisements sont assez similaires.

Les modèles génétiques proposés pour expliquer la formation des gisements d'or du type "veine de quartz" comme Sigma ne sont pas directement applicables au type de gisement qui fait l'objet de cette conférence. Par exemple, dans les gisements du "type veine de quartz", la fracturation hydraulique produite lors d'épisodes séismiques constitue l'une des causes les plus probables pour expliquer certaines des caractéristiques géologiques de nombreux gisements d'or de l'Abitibi. Les guides d'exploration issus de tels modèles sont assez limités. Cette lacune provient essentiellement du fait que nous connaissons encore mal tous les contextes géologiques propices à former les gisements d'or archéens. Les modèles descriptifs doivent donc être constamment revus et mis à jour, notamment par l'étude détaillée de gisements différents comme celui de Francoeur qui permet non seulement de raffiner les modèles descriptifs et génétiques mais aussi force le raffinement des outils servant à leur prospection.

TABLEAU 1 – Classification des gisements d'or archéens.

RÉFÉRENCE	SELON ROBERT, 1990		CE TRAVAIL
TYPE	**VEINE DE QUARTZ**	**OR PYRITEUX**	**REMPLACEMENT**
EXEMPLES	SIGMA SILIDOR P. BEAUCHEMIN ELDER	BOUSQUET DUMAGAMI AGNICO-EAGLE	FRANCOEUR ARNTFIELD WASAMAC LAC SHORTT BACHELOR DOUAY
LITHOLOGIE DOMINANTE	Roches volcaniques mafiques et petites intrusions felsiques	Roches volcaniques felsiques et schistes à séricite	Roches volcaniques mafiques et felsiques Intrusions mafiques
STRUCTURE	Zones de cisaillement fragile-ductile et failles associées + fractures d'extensions	Grandes zones de déformation	Zones de cisaillement ductile et failles associées
MINÉRALISATION	Veines de quartz-carbonate + épontes altérées ± pyrite, tourmaline, scheelite	Sulfures massifs Pyrite disséminée Veines riches en pyrite	Pyrite et or disséminés
ALTÉRATION	Postérieure au pic du métamorphisme Carbonate, séricite, albite ± feldspath potassique	Prémétamorphique Altération alumineuse séricite, andalousite, kyanite, chloritoïde	Postérieure au pic du métamorphisme Carbonate, séricite, albite feldspath potassique

Robert, F., 1990 – An overview of gold deposits in the Eastern Abitibi belt – *In* The Northwestern Quebec Polymetallic Belt, Institut canadien des mines et de la métallurgie, volume spécial 43.

Géologie de la mine Bousquet #2

Ghislain Tourigny (1), Daniel Doucet (2), Marc Arpin (2), André Bourget (2) et Francis Chartrand (1)

Introduction

La mine Bousquet #2 est située à environ 60 km à l'ouest de Val-D'Or à l'intérieur du district minier de Cadillac qui comprend également les mines Dumagami, Bousquet #1 et Doyon.

La mine Bousquet #2 fut découverte en 1986 lors d'une vaste campagne de forages à la limite est des terrains miniers de Minerais Lac ltée. Ce gisement représente l'extension en profondeur vers l'ouest de la mine Donald J. LaRonde (Dumagami) appartenant à Agnico Eagle. Au premier avril 1990, les réserves du gisement Bousquet #2 s'élevaient à plus de 9 000 000 de tonnes métriques à une teneur moyenne de 7,3 g/t Au, 9,7 g/t Ag et 0,45% Cu, incluant une dilution de 10% à 0,7% g/t Au.

L'étude de ce gisement vise à déterminer les principales caractéristiques structurales et pétrographiques de ses lentilles aurifères et de leurs épontes par le biais d'une cartographie souterraine de sections clés accompagnée de l'analyse microscopique de plus d'une centaine d'échantillons.

Contexte géologique du gisement

La mine Bousquet #2 se situe dans la partie sud de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi à l'intérieur du Groupe de Blake River (GBR) qui consiste en une séquence de roches volcaniques bimodale. Les principales caractéristiques géologiques de la région sont dues à la présence de grandes discontinuités stratigraphiques orientées est-ouest et fortement inclinées vers le sud. Deux de ces grandes cassures sont la faille de Larder Lake-Cadillac et la faille du Lac Parfouru qui limitent la région au sud et au nord respectivement. Les roches supracrustales du secteur consistent en un assemblage volcano-sédimentaire archéen typique orienté est-ouest et fortement incliné vers le sud, subparallèlement à la schistosité régionale et aux grandes discontinuités stratigraphiques. Toutes les roches volcaniques et sédimentaires sont métamorphisées au faciès des schistes verts moyen à supérieur et sont recoupées obliquement par les dykes de diabase protérozoïque orientés NE-SW.

(1) Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec
(2) Minerais Lac ltée

GÉOLOGIE LOCALE

Sur la propriété des mines Bousquet, les roches du GBR se subdivisent en deux domaines lithotectoniques selon leur stratigraphie et leurs caractéristiques de déformation interne. Le domaine I occupe la demi-nord de la propriété et se compose d'environ 750 mètres de basalte tholéiitique recouvert en concordance par 150 mètres de volcanoclastites felsiques à phénocristaux de quartz. Le domaine I est limité au nord par la faille du Lac Parfouru et au sud par une zone d'intense déformation ductile qui longe l'éponte inférieure de la zone #6. Dans cette partie du GBR, les lithologies montrent une direction générale est-ouest et une inclinaison de plus de 70° vers le sud. Les roches possèdent une bonne continuité latérale et les structures primaires telles que les pédoncules de coussins et les chambres de quartz indiquent une polarité constante vers le sud, démontrant ainsi que le domaine I consiste en un homoclinal faisant face au sud.

Le domaine 2 occupe la demie sud du GBR et consiste en une zone d'intense déformation ductile de plus de 500 mètres de largeur formée de plusieurs failles anastomosées. Toutes les lithologies y sont dépourvues de leurs textures et structures primaires, lesquelles sont complètement oblitérées par les structures tectoniques. Les lithologies se composent principalement de schiste à chlorite-carbonate et de schiste à quartz-muscovite et/ou à andalousite-kyanite dérivés de protolithes volcaniques d'affinité mafique à felsique. Les principaux indicateurs cinématiques tels que les linéations minérales et les slickolites montrent que le domaine 2 consiste en une zone de faille inverse à rejet latéral senestre mineur. Toutes les principales zones aurifères du district minier de Cadillac se situent à l'intérieur de cette bande d'intense déformation ductile-fragile où le contrôle structural de la minéralisation est prédominant tant sur la géométrie interne que sur la morphologie d'ensemble des corps aurifères.

GÉOLOGIE STRUCTURALE ET ÉCONOMIQUE

Au moins trois générations de structures dénommées D_1, D_2 et D_3 ont affecté les roches du GBR à la mine Bousquet #2.

Les structures D_1 sont représentées par une schistosité de flux pénétrante orientée est-ouest et inclinée à plus de 75° vers le sud. Cette foliation est localement coplanaire avec la trace axiale des plis P_1^0 et contient des linéations minérales et d'étirement plongeant de 60° à 80° vers l'ouest. Les plis P_1 observés en affleure-

ment consistent en des flexures développées au contact de lithologies de compétence contrastée. Ils forment des flexures généralement asymétriques et de faible longueur d'onde. Il s'agit généralement de plis de classe 1B et 2, en fourreau, non cylindriques et plongeant vers l'ouest parallèlement aux linéations minérales et d'étirement.

Les structures D_2 sont définies par deux clivages de crénulation conjuguées S_{2A} et S_{2B}. Ces surfaces planaires s'orientent est-ouest et s'inclinent fortement vers le nord et vers le sud respectivement. Les linéations d'intersection L_2^1 coïncident avec des crénulations visibles sur le plan S_1 à l'intérieur de la plupart des lithologies. Ces crénulations plongent subhorizontalement de 0° à 20° vers l'est à l'intérieur de la surface S_1.

De leur côté, les structures D_3 sont définies par un clivage de crénulation S_3 subvertical et orienté NE-SW, par des failles conjuguées à rejet latéral mineur dextre et senestre et par des kink bands conjugués orientés NE-SW ("kink" dextre) et NW-SE ("kink" senestre). Toutes les structures D_2 et D_3 ont une influence mineure sur l'arrangement géométrique interne des roches du GBR et sur la morphologie des zones minéralisées à la mine Bousquet #2. Elles ne font tout au plus que réorienter et déplacer légèrement les structures antérieures.

La zone D est la principale lentille aurifère de la mine Bousquet #2 et compte pour plus de 7 260 000 tonnes métriques de minerai titrant à une teneur moyenne de 7,9 g/t Au, 12 g/t Ag et 0,59% Cu. Cette lentille minéralisée varie de 4 à 12 mètres d'épaisseur, fait 300 mètres de continuité latérale et est connue subverticalement sur plus de 1110 mètres du troisième niveau jusqu'au douzième niveau. Il s'agit d'une bande de sulfures massifs à semi-massifs localisée à l'intérieur d'une zone d'altération alumineuse (*i.e.* schiste à andalousite) qui contient de 35% à 97% de pyrite. La zone possède une direction générale est-ouest, s'incline à 80° vers le sud et plonge à environ 70° vers l'ouest, parallèlement aux linéations minérales et d'étirement mesurées dans les roches adjacentes.

Les sulfures se composent principalement de pyrite recristallisée qui forme plus de 97% de l'assemblage minéralogique. La chalcopyrite, la bornite, la chalcocite, la stromeyerite (AgCuS) et l'or varient de trace jusqu'à 3%. Cette minéralisation cupro-argentifère se retrouve entre les grains de pyrite et sous forme de veinules discordantes orientées nord-sud. Les relations de recoupement et de remplacement dans les sulfures indiquent une paragenèse globale pyrite -> chalcopyrite -> bornite -> chalcocite/stromeyerite/or.

Le gisement Au-Cu du lac Troïlus

Robert J. Fraser (1)

Introduction

Le gisement d'or-cuivre du lac Troïlus est situé à environ 120 km au nord de Chibougamau. Il se retrouve à l'intérieur de la ceinture de roches vertes Frotet-Evans dans la partie nord de la région des lacs Frotet et Troïlus.

Un programme d'exploration a débuté en 1985 suite aux travaux de cartographie du MER qui indiquaient un potentiel aurifère important pour le secteur.

En 1987, un programme de forage fut effectué afin d'expliquer la source d'une trainée de blocs minéralisés riches en or et cuivre. Une large zone minéralisée de basse teneur en or et cuivre fut alors interceptée. Les réserves géologiques indiquées par forage sont approximativement 18,5 Mt à d'environ 2,0 g/t Au, 0,18% Cu et 2,0 g/t Ag (et ceci jusqu'à une profondeur de 200 mètres). La présence de minéralisation ayant une largeur et une teneur similaires a été reconnue jusqu'à une profondeur d'au moins 500 mètres.

Des études géologiques et d'ingénierie détaillées sont en cours afin d'évaluer les possibilités de mettre en production une partie du dépôt. Une exploitation à ciel ouvert est envisagée.

GÉOLOGIE RÉGIONALE

La partie nord de la région des lacs Frotet et Troïlus est caractérisée par une séquence inversée de roches volcaniques mafiques à intermédiaires d'affinité ferrotholéiitique. Ces roches ont été envahies par de nombreux filons-couches comagmatiques différenciés de composition dioritique à gabbroïque.

Dans cette région, les dykes de porphyres felsiques sont communs et ils semblent être syntectoniques. Un granite subalcalin syn- à post-tectonique recoupe toutes les roches de l'empilement volcanique local.

Le faciès métamorphique varie des schistes verts supérieurs à celui des amphibolites inférieurs, avec une augmentation du grade, en direction de la bordure de la ceinture de roches vertes.

(1) Minnova Inc., Division Exploration

Géologie du dépôt (figure 1)

L'unité de base de la stratigraphie locale consiste en un tuf porphyritique de composition intermédiaire. Il es recouvert par un tuf mafique à lapilli qui devient graduellement plus fin et de composition intermédiaire. Une zone de pseudobréchification s'est développée près du contact entre le tuf porphyritique et le tuf à lapilli. L'altération et la déformation subséquentes rendent difficile l'identification du protolithe original. Toutefois, la vaste majorité des pseudofragments ressemble très fortement au tuf intermédiaire porphyritique. Les porphyres feldspathiques et les felsites recoupent l'empilement volcanique. Ces dykes sont plus abondants à l'intérieur et à proximité de la zone de pseudobréchification. Toutes ces unités sont recoupées par de minces dykes tardifs mafiques et granitiques. La stratigraphie est de direction nord-nord-est avec un pendage approximatif de 60-65° vers le nord-ouest.

Une minéralisation significative en or et en cuivre a pu être reconnue sur des largeurs qui varient de 5 à 100 mètres. Elle s'étend actuellement sur une longueur minimale de 800 mètres et elle persiste à une profondeur verticale d'au moins 500 mètres. Elle possède un pendage d'environ 55° vers le nord-ouest. (La minéralisation a une plongée qui est interprétée comme étant abrupte vers le nord). Elle consiste en 5 à 7 % de sulfures, principalement de la chalcopyrite, de la pyrite et de la pyrrhotite avec plus rarement de la sphalérite. Cette minéralisation se retrouve finement disséminée, en mouchetures allongées ou encore en fines veinules. Dans la plupart des cas, elle est contrôlée par un fort clivage dans la roche. Localement, des veinules de quartz minéralisées transversales sont observées.

La majeure partie de la minéralisation ayant un potentiel économique se retrouve à l'intérieur de la pseudobrèche. Toutefois, à certains endroits les épontes inférieure et supérieure sont minéralisées.

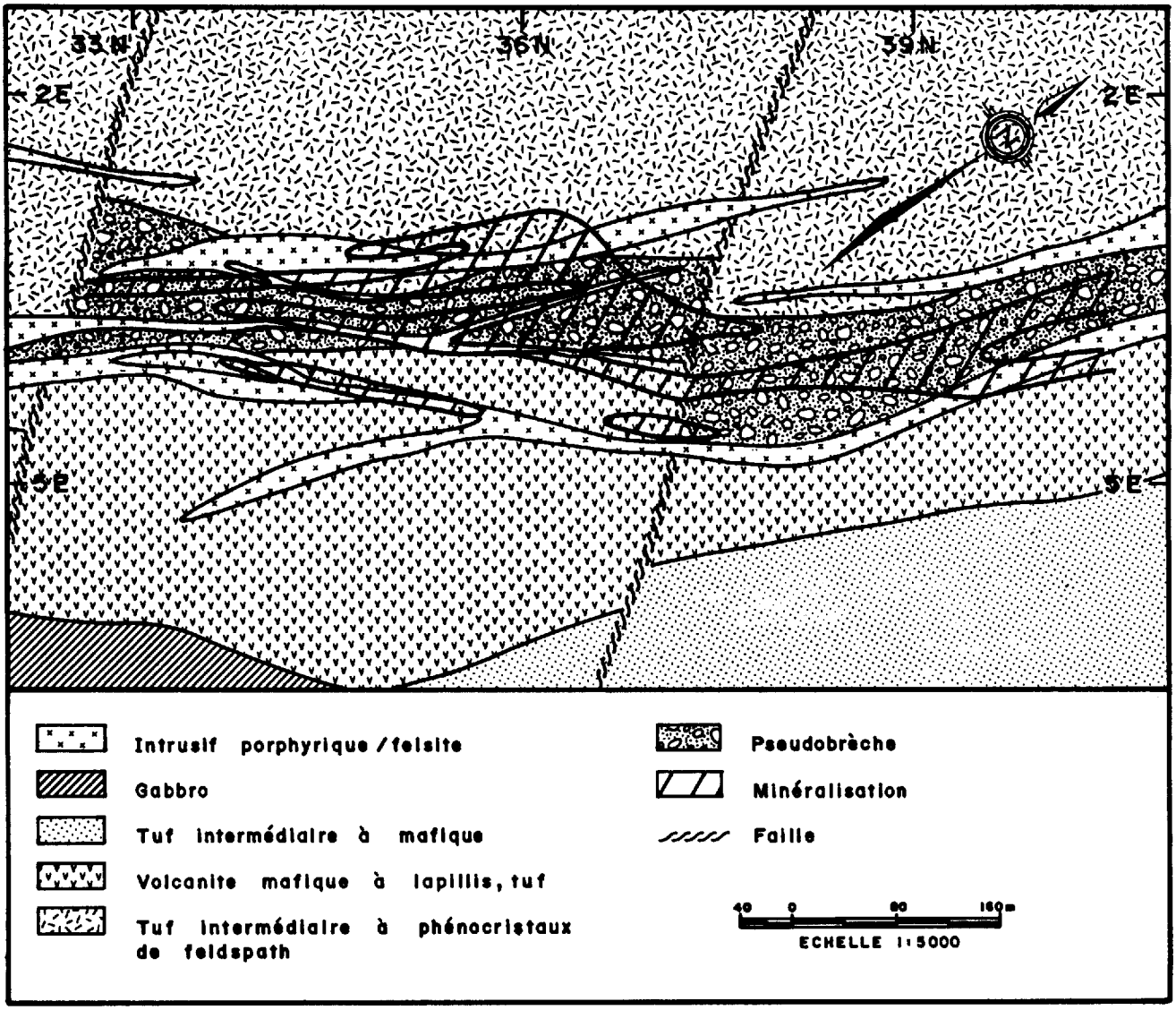


FIGURE 1 – Carte géologique du gisement du lac Troïlus

ZONATION DE L'ALTÉRATION ET DE LA MINÉRALISATION

Le gisement du lac Troïlus démontre un fort zonage chimique et minéralogique. La portion la plus intensément altérée de la roche encaissante est caractérisée par une forte biotitisation et chloritisation. Elle est centrée sur un large dyke felsique situé dans l'éponte inférieure de la zone minéralisée.

En se dirigeant vers les zones périphériques, il y a une diminution de la biotite et de la chlorite associée à une augmentation du contenu en plagioclase, épidote et calcite. L'information disponible indique que cette zonation est asymétrique. Elle est mieux développée vers le haut dans l'éponte supérieure.

Chimiquement, cette altération se traduit par une zone de fort enrichissement en potassium dans l'éponte inférieure qui change graduellement en une zone d'enrichissement en sodium dans l'éponte supérieure. On note un appauvrissement en calcium dans toutes les unités à proximité de la minéralisation.

La minéralisation démontre une zonation similaire. Le centre est caractérisé par un assemblage riche en chalcopyrite avec de moindres quantités de pyrite et pyrrhotite. En périphérie, il y a une diminution de la chalcopyrite et de la pyrrhotite et une augmentation relative de la pyrite.

L'or et le cuivre montrent un excellent niveau de corrélation pour des concentrations jusqu'à 1000 ppb et 1000 ppm respectivement. Cela peut suggérer une déposition contemporaine. Au-dessus de ces concentrations, un patron de zonage différent devient apparent. Le tuf porphyrique, enrichi en sodium et formant l'éponte supérieure, tend à être riche en or et pauvre en

cuivre. L'éponte supérieure, riche en potassium, contient principalement du cuivre. La pseudobrèche, qui démontre à la fois un enrichissement en sodium et en potassium, est riche en cuivre et en or.

Modèle génétique préliminaire

Le modèle génétique de ce dépôt doit prendre en considération les caractéristiques principales suivantes: la nature de la zonation minéralogique et chimique, les différentes lithologies et l'environnement structural.

De nombreuses similitudes avec des dépôts de type porphyre subalcalin cupro-aurifère ont été observées. Ce sont la présence d'une minéralisation en or et en cuivre à l'intérieur d'une zone d'altération en biotite, la forte association avec des dykes felsiques, la proximité d'un intrusif subalcalin et la zonation minéralogique et chimique observée.

La présence de vrais gisements de type porphyre dans l'archéen demeure largement hypothétique. Il semblerait que leurs chances de survie sous une forme reconnaissable sont faibles dû aux importantes déformations et au fort métamorphisme subis ultérieurement par le dépôt.

Le gisement du lac Troïlus pourrait représenter un exemple d'un gisement de type porphyre d'âge archéen.

Liste des panneaux présentés au séminaire d'information

1: *SIGEOM, système d'information géominière du Québec*
Luc Chauvin, Charles Roy, Ghismond Martineau, Service de la géoinformation.

2: Projet no. 233: *Compilation géoscientifique et mise à jour des forages d'exploration, région de Val-d'Or (feuillet 32C/03)*
Joslyne Rioux-Borduas, Denis Racicot (SGNO)

3: Projet no. 366: *Géologie de la région de Saint-Raphaël*
Daniel Lebel (SGQ)

4: Le Service du développement minier et le Service de l'économie minérale et de la statistique

5: *Projet Chapais-Branssat: carte synthèse*
Jean-Marc Charbonneau, Christian Picard, Lucie Dupuis-Hébert (DRG)
Réf.: Travaux sur le terrain 1982.

6: *Carte de localisation des gîtes minéraux*
Yves Bellemare (DDG)

7: *Fiches de gîtes et nouveaux indices minéralisés*
Yves Bellemare (DDG)

8: Projet no. 9: *Sédiments de lacs, dans la région de Blanc-Sablon*
Marc Beaumier (SGQ)
Réf.: Rapport d'activités 1988.

9A: Projet no. 311: *Géologie de la région de Forestville*
Serge Genest (SGQ)

9B: Projet no. 311: *Stratigraphie de la région de Forestville*
Serge Genest (SGQ)

9C: Projet no. 311: *Potentiel minéral de la région de Forestville*
Serge Genest (SGQ)

9D: Projet no. 311: *La petite histoire du pseudo-conglomérat de Forestville*
Serge Genest (SGQ)

10: Projet no. 312: *Géologie de la région du Petit lac Manicouagan*
Daniel Danis (SGQ)

11: Projet no. 314: *Évolution lithochimique du groupe de Parent, Fosse de l'Ungava, Nouveau-Québec*
Daniel Lamothe, N'Golo Togola (SGQ)

12: *La zone d'Abloviak: un mégacisaillement minéralisé dans les Torngats*
Normand Goulet (SGQ-UQAM)

13: *Nappes penniques dans la zone interne de la Fosse du Labrador*
James Moorhead, Andrew Hynes, (SGQ-U. McGILL)

14: Projet no. 321: *Synthèse métallogénique du nord de la Fosse du Labrador*
Robert Wares (SGQ-IREM)

15: Projet no. 322: *Synthèse géologique de la partie nord-est du complexe d'Ashuanipi*
Serge Chevé, Pierre Brouillette (SGQ-CGQ)

16: Projet no. 324: *Le complexe carbonatitique du lac Lemoyne, Fosse du Labrador*
Tyson Birkett, Thomas Clark (SGQ-CGQ)

17: *Projet no. 329: Interprétation géophysique (gravimétrie et magnétisme) du haut plateau de Manicouagan*
Denis-Jacques Dion, Hélène Church, Pierre Keating (SGQ-CGC)

18: Projet no. 331: *Inventaire géochimique du sud de la province de Grenville*
Jean Choinière (SGQ)
Réf. : Rapport d'activités 1989.

19: Projet no. 338: *Levés géologiques dans la région de Grenville-Calumet*
Hugues Dupuis, Kamal Sharma (SGQ)

20: *Projet no. 340: Corridors de déformations au contact de la limite ouest du bassin de Mont-Laurier*
Josée Lévesque, Kamal Sharma (SGQ)

21: Projet no. 341: *Ultramafiques et enclaves de marbre pur dans le pluton syénitique du lac Troyes et de Piscatosine*
Suzie Nantel (SGQ)

22: Projet no. 346: *Étude structurale de la faille de Sainte-Florence et de ses indices minéralisés*
Jean Berger (SGQ)

23: Projet no. 348: *Structure et métallogénie de la faille du Grand Pabos, Gaspésie*
Michel Malo (SGQ-INRS GÉORESSOURCES)

24: Projet no. 349: *Catalogue des gîtes minéraux de la Gaspésie, feuillet 22A*
Collaboration de géoscientifiques du MER Mines.

25: *Compilation métallogénique de l'Estrie-Beauce*
Robert Marquis (SGQ)

26: Projet no. 364: *Géologie de la région de Stukely sud*
Eric Brodeur, Rose Hugh (SGQ)

27: Projet no. 365: *Géologie de la région de Sutton, Estrie*
Maurice Colpron, Stéphane Faure (SGQ)

28: Projet no. 367: *Volcanites de Caldwell: spilito-hématisation et minéralisations*
Laszlo Imreh (SGQ)

29: Projet no. 369: *Géologie du feuillet 22E/04, lac aux Grandes Pointes*
Renald Gervais (SGQ)

30A: Projet no. 356: *Géologie de la réserve de Portneuf et extension de l'assemblage métasédimentaire de Montauban*
Claude Hébert, L. Nadeau (SGQ-CGQ)

30B: *Révision du feuillet: Montauban, 31I/16.*
Michel Hocq (DRG)

31: *Inventaire des calcaires et dolomies du Québec, évaluation de nouveaux sites d'exploitations potentiels*
Allen Petryk (SGQ)

32A: Projet no. 381: *Inventaire des ressources en granulats des régions de Trois-Rivières et Mékinac*
André Brazeau (SGQ)

32B: Projet no. 381: *Synthèse des ressources en granulats sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent*
André Brazeau (SGQ)

33: Projet no. 409: *Levé "EM" aérien par Questem, région du lac Midway*
Raymond Boivin (SGQ)
Réf.: Rapport d'activités 1989.

34: *Traitement des données spectrométriques, région de la rivière Goodwood*
Jean Roy, Raymond Boivin (SGQ)

35: *Activités en cours dans le district de Rouyn-Noranda*
Maurice Rive (SGNO)

36A: Projet no. 132: *Géologie du Groupe de Blake River Ouest: Phase IV*
Alain Simard, Shirley Péloquin, Pierre Verpaelst (SGNO)

36B: Projet no. 132: *Pétrographie et géochimie du pluton du lac Tarsac (Abitibi)*
Brigitte Dejou (École Polytechnique de Montréal)

37: Projet no. 13: *Apport de la télédétection: la cartographie régionale du sillon Harricana-Turgeon*
Sylvain Lacroix (SGNO) Sylvain Deslandes et Hugh Gwyn (Cartel)
Réf.: Rapport d'activités 1988.

38: Projet 43: *Géologie et géochimie du gisement Aldermac, région de Noranda*
S. Cattalani, T.J. Barrette, (IREM-MERI), Francis Chartrand (SGNO)
Réf.: Rapport d'activités 1988.

39A: Projet no. 130: *Zone de déformation de Porcupine-Destor (ZDPD)*
Jean Goutier, Sylvain Lacroix (SGNO)

39B: *Géologie du secteur de la mine Duquesne (ZDPD)*
Jean Goutier, Sylvain Lacroix (SGNO)

39C: Projet no. 133: *Études lithoprobes de la faille Cadillac-Lader Lake*
Équipe A G - LITHOPROBE, (CGC, U de M, École Polytechnique, MER)

40A: Projet no. 030: *Géochronologie, U-Pb, de la sous-province de Pontiac*
N. Machado, C. Gariépy (UQAM), M. Rive (SGNO)

40B: Projet no. 030: *Géochronologie, U-Pb, des fosses de l'Ungava et du Labrador*
N. Machado, C. Gariépy, S. Phillipe (UQAM) M. Rive, D. Lamothe, T. Clark (SGNO-SGQ)

41 Projet no. 437: *Métallogénie de la mine Silidor*
Raymond Gaulin (Cegep de l'Abitibi-Témiscamingue)

42: Projet no. 431: *Contrastes dans les styles structuraux des minéralisations aurifères du secteur Arntfield, Rouyn-Noranda*
Jean-François Couture, Pierre Pilote (SGNO)

43: Projet no. 431: *Géologie de la mine Duquesne, Rouyn-Noranda*
Jean-François Couture, Pierre Pilote (SGNO)

44: Projet no. 436: *L'écaille volcanique de McWatters dans la faille Cadillac en Abitibi*
D. Morin, M. Jébrak, M. Bardoux, N. Goulet (UQAM)

45: *Nouvelles découvertes dans le district de Val-d'Or*
Chantal Dussault (SGNO)

46: Projet no. 232: *Lac de Montigny, phase 2*
Jean-Philippe Desrochers, Pierre Pilote (SGNO), Claude Hubert (IREM)

47: Projet no. 230: *Projet Carpentier-Tavernier, phase III, région du lac Saint-Vincent*
J. Moorhead, P. Folio, L. Bernier, C. Antonuk (SGNO)

48: Projet no. 231A: *Projet Vezza-Bruneau, phase II*
Mario Joly (SGNO)

49: *Potentiel minéral du district minier de Chibougamau*
Rémy Morin (SGNO)

50A: Projet no. 330A: *Synthèse géologique du feuillet 32G/07*
Rachid Midra, Kathleen Lauzière, E.H. Chown (CERM-UQAC)

50B: *Projet no. 330A: Portion orientale de la bande Caopatina-Desmaraisville*
Rachid Midra, Kathleen Lauzière, E.H. Chown (CERM-UQAC)

51: *Projet Frotet-Troïlus*
Charles Gosselin (SGNO)

52: Projet no. 330B: *Projet Rohault*
Martin Simard (SGNO)

53: Projet no. 430B: *Différents types de gisements d'or de la région de Chibougamau-Desmaraisville*
Ghislain Tourigny, Pierre Pilote (SGNO)

54: Projet no. 435: *Gîtologie du gisement de Zn-Pb Coniagas, Desmaraisville.*
Pierre Doucet (SGNO)

55: Projet no. 031: *Couloirs de déformations de la sous-province de l'Abitibi*
Réal Daigneault (CERM-UQAC)

56: Projet no. 434: *Opportunités métallogéniques en Abitibi*
Alex C. Brown, Cécilia L. Jenkins, Luc Corriveau, (IREM-École Polytechnique)

57: Projet no. 433: *Métaux de haute technologie en Abitibi-Témiscamingue, phase III*
Michel Boily, Tom Mulja, A.E. William-Jones (IREM), Pierre Pilote (SGNO)

58: Projet no. 430B: *Fiches de gîtes révisées*
Francis Chartrand, Jean-François Couture, Pierre Pilote, Ghislain Tourigny (SGNO)

59: *Aperçu des directions d'écoulement et de transport glaciaires dans la partie nord-est de la péninsule de l'Ungava, Nouveau-Québec*
Robert-André Daigneault (CGQ)

60: *La zone tectonique du Saint-Maurice: observations préliminaires*
Léopold Nadeau (CGQ), David Korrigan (Ottawa-Carleton Geoscience Center), Claude Hébert (MER).

61: *Champagne: Un sedex aurifère dans les shales noirs des Appalaches du Québec*
J. Boss (UQAM), Suzanna Paradis (CGQ), M. Gauthier (UQAM), L. Dupuis et J.F. Burzynski (Golden Hope Mines Ltd. et Sainte-Genevieve Resources).

62: *Une reconnaissance métallogénique et géologique de la province de Grenville, à l'est de Val-d'Or*
Tyson Birkett (CGQ)

63: *Les calcaires supérieurs de Gaspé (Dévonien inférieur): distribution des mégafaciès à l'ouest de Murdochville*
Denis Lavoie (CGQ)

64: *Le dépôt de Cape Ray, Terre-Neuve: un exemple de minéralisation aurifère*
Benoît Dubé et Kathleen Lauzière (CGQ)

65: *Résultats préliminaires des contrôles structuraux des minéralisations dans le nord-est du Nouveau-Brunswick*
Alain Tremblay (CGQ)

66: *Études sur le Quaternaire au Centre géoscientifique de Québec*
Michel Parent, Christian Bégin, André Doiron, Yves Michaud, Serge Paradis (CGQ)

67A: *Où trouver les gîtes de Pb-Zn dans les basses-terres du Saint-Laurent ?*
Normand Tassé (CGQ)

67B: *La minéralisation cuprifère d'Acton Vale, Québec*
A.K. Daoud, Pierre St-Julien (U. Laval), Suzanne Paradis (CGQ)

68: *Altération hydrothermale: comportement des argiles et de la matière organique.*
André Chagnon et Yvon Héroux (CGQ)

69A: *Assistance à la prospection en Estrie-Beauce*
Ginette Archambault (DAEM)

69B: *Assistance à la prospection en Estrie-Beauce*
ACDE

70: *Assistance à la prospection en Gaspésie – Bas-Saint-Laurent*
(DAEM) et APG

71: Université Laval, Département de Géologie

72: UQAM, Département des sciences de la Terre

73: UQAC, Département des sciences de la Terre

73: *Centre d'études sur les ressources minérales (CERM)*

74: *"La cartographie des dépôts de surface" un document de travail à connaître*
André Robitaille, Anne Morissette, Service des inventaires forestiers.

74: *Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources. Service des inventaires forestiers.*

75A: IREM, Université McGill, École Polytechnique, Université de Montréal

75B: Université de Montréal, Département de géologie, École Polytechnique, Département de génie minéral

75C: École Polytechnique, Département de génie minéral

75D: Université de Montréal, Département de géologie

75E: Université de Montréal, Association des étudiants de géologie

76: Association professionnelle des géologues et des géophysiciens du Québec (APGGQ)

77A: *Cartes des gîtes minéraux du Québec: Région de la Fosse du Labrador (DV 84-01).*
Tom Clark, Luben Avramtchev, Pierre Marcoux, Marc Bélanger, Caroline Wilson (SGQ)

77B: *Cartes des gîtes minéraux des Appalaches (région des basses-terres du Saint-Laurent et de l'Estrie-Beauce) DV 87-19.*
Pierre St-Julien, Anne Slivitzky, André Vallières, Yvon Globensky, Luben Avramtchev

77C: *Carte lithotectonique des sous-provinces de l'Abitibi et du Pontiac.*
Michel Hocq (DRG)

78A: *Division des données géoscientifiques*
Jérôme H. Remick

78B: *Volet promotion-éducation, Division des données géoscientifiques*
Luc Charbonneau

79: La photocartothèque québécoise

80: Le Centre de recherches minérales

81: *Les découvertes des Beep-Mat en 1990*
Instrumentation CDD inc.

Ministère de l'Énergie et des Ressources (MER)

APG	Association des prospecteurs gaspésiens
CGC	Commission géologique du Canada
CGQ	Centre géoscientifique de Québec
CRM	Centre de recherches minérales
DAEM	Direction de l'assistance à l'exploration minière
DDG	Division des données géoscientifiques
DRG	Direction de la recherche géologique
SGNO	Service géologique du Nord-Ouest
SGQ	Service géologique de Québec

Organismes divers

APGGQ	Association des professionnels en géologie et en géophysique du Québec
CAT	Collège de l'Abitibi-Témiscamingue
CERM	Centre d'études sur les ressources minérales (Université du Québec à Chicoutimi)
INRS	Institut national de la recherche scientifique
IREM	Institut de recherche en exploration minérale
UQAC	Université du Québec à Chicoutimi
UQAM	Université du Québec à Montréal
URSTM	Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi-Témiscamingue (Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue et Collège de l'Abitibi-Témiscamingue)

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources (Mines)
Direction générale de l'exploration géologique et minérale