

Géologie structurale et typologie des indices de la région des lacs Chevrier et Dollier (32G09-200-0201 et 32G09-200-0202)

Patrice Roy¹, Sandrine Cadéron¹ et Patrick Houle¹

RP 2006-05

Mots-clés : or, cuivre, minéralisation porphyrique, altération, Chibougamau

Résumé

La région des lacs Chevrier et Dollier (feuilles SQRC 32G09-200-0201 et 32G09-200-0202) a fait l'objet de levés géologiques et de vérifications en 2004 et 2005. Cette région se trouve à environ 25 km au sud de Chibougamau. Elle couvre la Zone tectonique du Front du Grenville qui sépare la Sous-province de l'Abitibi du Parautochtone grenvillien.

Dans le secteur de Chibougamau, les failles sont reconnues pour exercer un important contrôle sur les minéralisations. Elles sont divisées en cinq groupes : 1) les failles synvolcaniques (F_0) associées au premier ou au second cycle volcanique, 2) les zones de cisaillement E-W (F_2) caractérisées par des mouvements inverses, 3) les failles NE (F_3) peu pénétratives et soulignées par un clivage de crénelation, 4) les failles NNE (F_4) à mouvement inverse du SE vers le NW et 5) les zones de déformation E-W (F_5) réactivées au Protérozoïque.

L'étude des indices minéralisés de la région révèle la présence d'au moins cinq types de minéralisation. On retrouve des sulfures disséminés et des sulfures massifs volcanogènes pouvant, dans certains cas, être associés au Membre de Lemoine. Dans le Membre de Queylus, des filons à Cu-Au montrent des rapports Au/Ag < 1. Des minéralisations provenant d'un système porphyrique centré sur le Pluton de Chibougamau regroupent deux sous-types de minéralisation; les porphyres à Cu-Au du Pluton de Chibougamau et les veines à Cu-Au du Complexe du lac Doré typiques du Camp minier du lac Doré. Des filons aurifères orogéniques associés aux failles E-W archéennes représentent un autre type de minéralisation. Finalement, des minéralisations en Cu-Au sont associées aux failles NNE dont certaines sont clairement tardives par rapport aux dykes de gabbro du Protérozoïque.

INTRODUCTION

La région de Chibougamau est connue pour ses veines à Cu-Au qui constituent le camp minier du lac Doré. La région des lacs Chevrier et Dollier se situe au sud de ce camp minier, à la limite entre la Sous-province de l'Abitibi et le Parautochtone de la Province de Grenville (figure 1). Ce secteur renferme de nombreux indices de cuivre et d'or ainsi que les gîtes Corner Bay et East Showing. Le gîte Corner Bay représente une minéralisation en Cu-Au de *type Chibougamau* comparable à celles rencontrées dans les mines du camp minier du lac Doré. Ce type de minéralisation a fait l'objet de nombreuses études (Guha, 1984; Pilote, 1998; Pilote *et al.*, 1996). Des travaux récents tendent à démontrer que les veines à Cu-Au de *type Chibougamau* sont génétiquement reliées au système de minéralisations porphyriques du Pluton de Chibougamau (Pilote, 1998; Pilote *et al.*, 1996). Pour ce qui est du gîte East Showing et des minéralisations aurifères associées à la Zone de déformation Fancamp, ils ont été étudiés à la fin des années 1990 (Legault, 2003; Legault, *et al.*, 1997; 1995). Au nord-est de la région d'étude, dans la Formation de Waconichi, la mine Lemoine a été exploitée de 1975 à 1983. Au total, 758 070 tonnes de minerai à 9,56 % Zn, 4,20 % Cu, 83,85 g/t Ag et 4,54 g/t Au ont été extraites de la mine (Pilote, 1998). Dans les années 1970 et 1980, la région a fait l'objet de travaux de cartographie, à des échelles variant entre 1/10 000 et 1/20 000 (Allard, 1981; Cimon, 1971; 1976a; 1976b; 1976c; 1977; Daigneault, 1986; Thibault et Daigneault, 1984). Par la suite, Ciesielski (1988; 1994), Ciesielski et Ouellet (1985) et Daigneault et Allard (1994) se sont concentrés sur la caractérisation du Front du Grenville.

En 2003 et 2004, des travaux de cartographie et de vérifications ont été réalisés par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Ces travaux avaient pour but 1) de mettre à jour et de compléter la carte géologique, 2) d'identifier les effets de l'Orogenèse grenvillienne sur les unités dans le Parautochtone et 3) de répertorier ainsi que de caractériser les indices du secteur.

GÉOLOGIE RÉGIONALE

La région des lacs Chevrier et Dollier se situe à la limite entre le segment de Chibougamau, dans la Sous-province de l'Abitibi, et le Parautochtone grenvillien qui sont séparés par la Zone tectonique du Front du Grenville (figure 1). La stratigraphie du segment de Chibougamau comprend deux groupes. Les volcanites du Groupe de Roy, à la base de la séquence, sont surmontées par les sédiments du Groupe d'Opémisca. Le Groupe de Roy est subdivisé en deux cycles volcaniques. Le premier cycle volcanique (2720-2730 Ma) est composé des basaltes gloméroporphyriques de plaine sous-marine de la Formation d'Obatogamau (Cimon, 1977) interstratifiés ou recouverts en milieu subaqueux par les

volcanites (membre de Lemoine) et les volcanoclastites (membre de Queylus) intermédiaires à felsiques de la Formation de Waconichi (2730 ± 2 Ma; Mortensen, 1993). La mise en place des roches anorthositiques du Complexe du lac Doré (2728 ± 1 Ma; Mortensen, 1993) est synchronique à cet épisode. Le second cycle volcanique est constitué des basaltes aphyriques de la Formation de Gilman au sommet desquels se trouve la Formation de Blondeau, composée de roches sédimentaires et de volcanoclastites intermédiaires à felsiques. La phase diorite-tonalite du Pluton de Chibougamau (2718 ± 2 Ma; Krogh, 1982), les tonalites du Pluton de La Dauversière (2720 ± 1 Ma; Mortensen, 1993) ainsi que les filons-couches du Complexe de Cummings (2717 ± 1 Ma; Mortensen, 1993) sont également reliés au second cycle volcanique. Ces unités sont surmontées par le Groupe d'Opémisca à la base duquel se trouve la Formation de Stella qui est caractérisée par des sédiments épicycliques provenant de l'érosion des édifices volcaniques précédents. Au sommet de la séquence, la Formation de Haïy est composée de sédiments fluviaux et marins dans lesquels sont intercalées des laves intermédiaires shoshonitiques. Finalement, les tonalites et les granodiorites syntectoniques du Pluton de Boisvert (2697 ± 3 Ma; Davis, *et al.*, 2005), sont associées à la déformation kénoréenne dont l'âge est interprété entre 2705 et 2690 Ma (Chown *et al.*, 1992). Dans la partie abitibienne de la région, le métamorphisme est au faciès des schistes verts. Il est aux faciès moyen à supérieur des amphibolites dans le Parautochtone grenvillien. Dans la partie est de la région, la Zone tectonique du Front du Grenville est interprétée comme une discontinuité majeure. Cette zone tectonique est caractérisée par une foliation NE, des linéations plongeant vers le SE et des failles NNE synchrones à l'Orogenèse grenvillienne (Daigneault et Allard, 1994). Dans la Zone tectonique du Front du Grenville, l'intensité du métamorphisme augmente d'est en ouest de façon abrupte ou progressive. Les roches du Parautochtone sont les extensions des unités de la Sous-province de l'Abitibi.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

La région des lacs Chevrier et Dollier est située à une limite orogénique importante et présente une histoire structurale complexe. Dans cette région, le volcanisme archéen a d'abord produit des failles synvolcaniques de diverses orientations. L'ensemble des roches a ensuite subi les effets de l'Orogenèse kénoréenne. Après ces événements archéens, une séquence sédimentaire s'est déposée au Paléoproterozoïque pour former le bassin de Mistassini (2400 Ma). Par la suite, la partie est de la région a été affectée par l'Orogenèse grenvillienne.

Déformation régionale

L'histoire tectonique de la région implique au moins cinq phases postvolcaniques dont trois sont associées à l'Orogenèse kénoréenne (D₁ à D₃) et deux sont d'âge protérozoïque (D₄ et D₅). Ces différentes phases de déformation et les éléments qui les caractérisent sont résumés au tableau 1. La Zone de déformation du lac Dufresne correspond à la limite entre le craton de la Province du Supérieur et la Zone tectonique du Front du Grenville. À l'ouest de cette zone, dans la Sous-province de l'Abitibi, la déformation kénoréenne D₂ domine. Trois plis isoclinaux de plan axial E-W et d'envergure régionale sont associés à cette phase. Les anticlinaux de Chibougamau et de La Dauversière sont centrés sur les plutons de mêmes noms et séparés par le Synclinal de Chapais. La déformation tardikénoréenne D₃ est peu pénétrative et produit une crénulation sur les fabriques planaires associées à D₂.

À l'est de la Zone de déformation du lac Dufresne, la déformation D₄ réoriente la fabrique régionale ou développe une nouvelle fabrique. Cependant, c'est la linéation plongeant vers le sud-est qui représente l'élément structural dominant de cette déformation. La déformation D₄ produit aussi des plis à plan axial orienté NE. L'axe de ces plis plonge vers le SE, parallèlement à la linéation d'étirement. Des failles associées à la déformation D₄ recoupent la foliation, elle aussi associée à D₄. Le plan de ces failles contient une linéation parallèle au pendage, ce qui indique un mouvement de faille normale. Les failles associées à D₄ affectent les dykes de gabbro coronitique du Paléoprotérozoïque, ce qui suggère un âge maximum de 2412 ± 28/-23 Ma (David, 2005) pour cette déformation. La phase de déformation D₅ se superpose à D₄ et prend la forme d'un clivage de crénulation ENE à E. Elle génère une foliation qui recoupe les structures NE et NNE dans le prolongement des failles D₂ anciennes, ce qui suggère que les failles D₂ ont été réactivées tardivement lors de la phase D₅. Dans les roches supracrustales, la déformation D₅ produit des tectonites de type L-S. La linéation associée à D₅ est oblique et orientée vers le sud-est.

Failles et zones de déformation

Dans la région de Chibougamau, les failles et les zones de déformation exercent un contrôle sur le type de minéralisation. Ces structures sont divisées en cinq catégories selon leur orientation et leur âge relatif.

Failles synvolcaniques (F₀)

Les failles synvolcaniques sont associées aux événements minéralisateurs, magmatiques, hydrothermaux et exhalatifs. Dans le Complexe du Lac Doré et le Pluton de Chibougamau, ces failles sont surtout orientées NW-SE, N-S et E-W. Au nord du Pluton de La Dauversière, on trouve des structures, dont la Zone de déformation de Fancamp, orientées NE-SW et sur lesquelles s'alignent des filons à Cu-Au. Ces structures pourraient correspondre à d'anciennes failles

synvolcaniques ayant servi de conduit à la minéralisation (Legault, 2003).

Zones de déformation E-W (F₂)

Les zones de déformation orientées E-W (F₂) sont associées à la déformation régionale D₂. Ces zones regroupent plusieurs cisaillements, d'épaisseur décamétrique, caractérisés par une schistosité E-W à pendage abrupt et une linéation d'étirement parallèle au pendage qui sont compatibles avec des déplacements verticaux. La Zone de déformation Kapunapotagen est d'épaisseur kilométrique et traverse, d'est en ouest, la partie nord de la région (figure 2). Elle correspond à une discordance qui sépare les volcanites appartenant aux formations de Gilman et de Blondeau dont les sommets sont dirigés vers le nord, des sédiments de la Formation de Haüy dont le sommet est dirigé vers le sud. Les structures C/S observées le long de la Zone de déformation Kapunapotagen nous permettent de distinguer un mouvement de faille inverse vers le nord. La Zone de déformation Kapunapotagen est parallèle au plan axial du Synclinal de Chapais et correspond à une structure de pli – faille associée au chevauchement vers le nord. La Zone de déformation Kapunapotagen se distingue par une forte altération en carbonates de fer qui affecte les volcanites et les gabbros. Seulement quelques valeurs anormales en métaux ont été obtenues le long de la zone (figure 2). Cependant, elle affleure peu et son potentiel économique reste à découvrir. La Zone de déformation Calmor s'étend sur plus de 5 km au nord du lac Calmor (figure 2). Une linéation à plongée abrupte, couplée aux indicateurs de sens de cisaillement, suggèrent un mouvement inverse vers le nord le long de cette zone. La Zone de déformation Calmor contient plusieurs indices aurifères, dont l'indice East Showing. Un peu plus au sud, la Zone de déformation Palmer-Tippecanoe s'étend sur plus de 15 km au nord du Pluton de La Dauversière, entre la Zone de déformation Fancamp et la Zone de déformation du lac Dufresne (figure 2). Cette zone peut atteindre jusqu'à 600 m de largeur. Elle inclue la Zone de déformation Palmer-Tippecanoe proprement dite, décrite par Roy *et al.* (2005), et celle de Queylus, décrite par Daigneault (1996). La Zone de déformation Palmer-Tippecanoe se caractérise par une linéation oblique à plongée abrupte vers l'est. Les structures C/S observées suggèrent un cisaillement inverse vers le sud. La Zone de déformation Palmer-Tippecanoe est associée à une altération en chlorite, en carbonates de fer et en séricite. Plusieurs indices d'or ont été reconnus le long de cette zone.

Zones de déformation NE (F₃)

Les zones de déformation NE (F₃) se trouvent dans la partie ouest de la région, à l'intérieur de la Sous-province de l'Abitibi. Elles sont tardives par rapport à la déformation régionale D₂ et produisent du plissement ou une crénulation sur la foliation principale (S₂) et les zones de déformation E-W (D₂). Les zones F₃ sont caractérisées par un clivage de

direction NE à fort pendage et par une linéation d'étirement qui plonge vers le NE. Le mouvement associé à ces zones de déformation est peu important et se traduit par la rotation des fabriques préexistantes. Les intersections entre les zones de déformation NE (F₃) et les zones de déformation E-W (F₂) coïncident fréquemment avec des minéralisations aurifères. De plus, les filons à Cu-Au ont tendance à s'aligner le long des failles NE. Les zones de déformation NE (F₃) pourraient s'être développées le long d'anciennes failles synvolcaniques (F₀) réactivées lors de l'événement de déformation D₃ (Legault, 2003).

Zones de déformation NNE (F₄)

Les zones de déformation NNE (F₄) se concentrent dans la partie est de la région, à l'intérieur de la Zone tectonique du Front du Grenville. Ces zones atteignent une longueur de plusieurs dizaines de kilomètres et une épaisseur décimétrique. Elles sont caractérisées par une foliation NNE à pendage abrupte vers le SE et par une linéation d'étirement parallèle à ce pendage. Les indicateurs de sens de cisaillement observés sur ces zones sont compatibles avec un mouvement inverse vers le NW. La Zone de déformation du lac Dufresne s'étend en direction NNE entre les plutons de Boisvert et de La Dauversière, jusqu'au Complexe du lac Doré. Elle marque le début de la Zone tectonique du Front du Grenville. En effet, c'est à partir de la Zone de déformation du lac Dufresne que l'on observe une réorientation de la fabrique planaire vers le NE, le développement de la linéation vers le SE, l'omniprésence des failles NNE et l'augmentation du métamorphisme. Cette zone est caractérisée par une histoire structurale complexe. Elle est réactivée lors des phases de déformation D₄ et D₅. La Zone de déformation du lac Dufresne contient une foliation à pendage abrupte et une linéation qui varie d'abrupte vers le SE, au nord de la Zone de déformation Boisvert, à oblique vers le NE, au sud de cette dernière. La Zone de déformation du lac Dufresne est affectée par une importante altération en carbonates de fer et en séricite avec des quantités variables de chlorite et de chloritoïde. Dans la région, cette zone renferme quelques indices aurifères peu travaillés.

Zones de déformation E-W (F₅)

Les zones de déformation orientées E-W (F₅) se concentrent dans la partie est de la région, à l'intérieur de la Zone tectonique du Front du Grenville. Elles sont caractérisées par une foliation ENE et une linéation orientée vers le SE. Ces structures sont probablement des failles (F₂) réactivées durant le Protérozoïque. La Zone de déformation Boisvert, qui appartient à ce groupe, se trouve au contact nord du pluton du même nom et pourrait correspondre au prolongement de la Zone de déformation Palmer-Tippecanoe dans le Parautochtone grenvillien. La Zone de déformation Boisvert contient une foliation au pendage abrupte et une linéation oblique orientée vers le SE. Les indicateurs de sens de cisaillement observés dans la partie ouest de la zone

suggèrent un mouvement inverse avec une composante en décrochement qui implique un déplacement des unités vers le nord-ouest. Les volcanites qui se trouvent à l'intérieur de la Zone de déformation Boisvert contiennent des porphyroblastes de grenat ou des carbonates secondaires. L'altération des roches est en partie synchrone ou tardive par rapport à la déformation. Un secteur anomal en métaux a été décelé lors de nos levés (figure 2).

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Les minéralisations de la région ont fait l'objet d'une compilation qui nous a permis d'identifier plus d'une soixantaine d'indices, la plupart contenant du cuivre (>0,5 % Cu) et de l'or (>1 g/t Au). Nous les avons regroupés en cinq types selon le contexte géologique (tableau 2).

Sulfures massifs volcanogènes

Les indices de sulfures massifs volcanogènes sont concentrés dans la partie NE de la région (figure 2). Ils sont associés aux rhyolites d'affinité tholéiitique du Membre de Lemoine appartenant à la Formation de Waconichi. Les sulfures y sont lités, disséminés ou massifs, concordants avec la stratification, ou en brèches et en réseaux de filonets (stringer) associés à des structures synvolcaniques. La minéralisation est composée de sphalérite, de chalcopryrite et de pyrite. Les horizons minéralisés sont associés à une altération proximale en chlorite et en silice avec une enveloppe d'altération distale comprenant de la séricite et un réseau de veines de quartz-carbonates. En 2005, COGITORE Ressources faisait mention qu'en forage, des valeurs de 1,77% Zn et 0,18 % Cu avaient été obtenues sur 9 m incluant 0,30 m à 3,20 % Zn et 0,31 % Cu (COGITORE Ressources, 2005). Cette zone minéralisée se trouve à environ 3 km au sud-ouest de l'ancienne mine Lemoine, dans un horizon stratigraphique sous-jacent.

Sulfures disséminés

Les indices de sulfures disséminés se trouvent dans le secteur du lac Delinel, à l'est de la région (figure 2). La minéralisation est composée de pyrite + pyrrhotite ± sphalérite ± chalcopryrite ± magnétite disséminées. Cette minéralisation est disposée dans des bandes concordantes avec de minces horizons de tuf et de shale noir graphiteux, intercalés dans les basaltes de la Formation d'Obatogamau. Ces horizons sont localement recoupés par des dykes de tonalite et repris par des failles E-W associées à la Zone de déformation Boisvert. Des veines de quartz et pyrrhotite sont également présentes dans les zones minéralisées. L'altération associée aux sulfures est composée de carbonates, de séricite et de silice. L'indice du lac Delinel se distingue par une altération métamorphisée au faciès des amphibolites, composée de graphite, de grenat manganifère, d'amphibole sodique

et de feldspath potassique. En lame mince, on observe que l'apparition du grenat succède à la fabrique principale que nous estimons d'âge archéen. Le grenat est traversé par des microfractures chloriteuses plus tardives. Le cœur du grenat est parfois riche en sulfures. À l'indice du lac Delinel Est, la minéralisation renferme surtout des métaux usuels. Un échantillon de roche contient des teneurs de 1,07 % Zn, et 0,19% Cu. Le fait que les sulfures disséminés soient disposés en niveaux concordants, à l'intérieur de séquences volcano-sédimentaires, et qu'ils comportent des teneurs polymétalliques nous suggère que cette minéralisation est d'origine volcanogène.

Filons à Cu-Au

Les filons à Cu-Au sont situés au nord du Pluton de la Dauversière, en bordure du contact lithologique, le long des failles NE (F₀-F₃). Les filons sont souvent associés à des tufs felsiques ou intermédiaires d'affinité calco-alcaline et appartenant au Membre de Queylus. Les filons à Cu-Au peuvent aussi être associés à des basaltes, des gabbros et des dykes à phénocristaux de feldspath. La minéralisation se trouve sous forme de veines de quartz + calcopyrite + pyrite ± bornite ± malachite ± pyrrhotite. L'encaissant est altéré en chlorite + silice + séricite + carbonates ± trémolite ± magnétite. Les rapports Au/Ag sont généralement inférieurs à 0,5 et on note localement des enrichissements en Hg, Bi et Mo qui suggèrent un apport de fluides magmatiques. Un échantillon choisi prélevé à l'indice Queylus-La Dauversière Sud a donné des valeurs de 20,2 g/t Au, 47,6 g/t Ag et 3,5 % Cu.

Minéralisations associées aux intrusions porphyriques

Minéralisation porphyrique de Cu-Au

La minéralisation porphyrique de Cu-Au se concentre autour d'une intrusion de leucotonalite porphyrique tardive (2718 ± 2 Ma; Krogh, 1982) située à l'intérieur du Pluton de Chibougamau. Cette intrusion est circonscrite par une anomalie magnétique positive de forme circulaire d'un diamètre de 6 km. La minéralisation se trouve dans les secteurs de Queylus, Dulieux et Inlet, entre la baie Queylus et les lacs Inlet et Chibougamau (figure 2). L'altération distale de type propylitique (quartz + chlorite + épidote) affecte une partie du Pluton de Chibougamau. Près des zones minéralisées, on note une altération en séricite et en carbonates qui se superpose à l'altération propylitique. L'altération en séricite et les veines sulfurées sont associées à un réseau de failles fragiles-ductiles de direction E-W à NW-SE et de fractures NE. La minéralisation se présente sous forme de brèches hydrothermales ainsi que de réseaux complexes de veines et de veinules composées de quartz, calcopyrite, pyrite, magnétite, trémolite et carbonates. Elle est caractérisée par un rapport Au/Ag généralement faible (<0.8) et un enrichissement local en Ag, Mo, W, Bi, As, Co et Sb. Les

teneurs en cuivre se distribuent sur de très grandes surfaces. Des teneurs de 0,45 % Cu sur 55,51 m ont été obtenues sur un forage de l'indice Queylus. Le secteur du lac Inlet se distingue par un enrichissement marqué en or. Le forage IN-97-04 contient des teneurs de 4,63 % Cu, 4,1 g/t Au et 5,4 g/t Ag sur 1,44 m.

Veines à Cu-Au de type Chibougamau

Les veines à Cu-Au de type Chibougamau se sont mises en place dans des failles qui recoupent les roches du Complexe du lac Doré (figure 2). Comme dans le camp minier du lac Doré, plusieurs failles associées aux veines à Cu-Au sont orientées NW-SE. Cependant, celle du gîte Corner Bay est orientée N-S et plusieurs autres failles minéralisées sont orientées E-W. Ces dernières se localisent au contact entre un gabbro et un granophyre. L'ensemble de ces failles appartient à un système synvolcanique associé à la phase porphyrique et tardive du Pluton de Chibougamau (Pilote, 1998 ; Pilote *et al.*, 1996). Les veines et les veinules sont composées de quartz + carbonates + chlorite ± magnétite avec des amas massifs à semi-massifs de calcopyrite + pyrite + bornite + malachite. Dans les cisaillements, l'altération est dominée par la séricite, la chlorite et les carbonates avec de la magnétite et de la pyrite disséminées. L'altération distale est propylitique (quartz, chlorite, épidote) et parfois sous forme de veinules. Le rapport Au/Ag de la minéralisation est faible (<0,6) et les métaux communs sont Cu + Au + Ag ± Zn ± Ni ± Co ± Mo. Au gîte Corner Bay, un récent forage a intersecté la principale veine minéralisée jusqu'à une profondeur de 1200 m. Ce forage contient des teneur de 9,27 % Cu sur 16,10 m pour une épaisseur réelle estimée à 7,30 m. Plusieurs zones E-W ont donné des teneurs économiques, dont celle du Ruisseau Armitage-W avec 1,33 % Cu et 30 g/t Ag dans un échantillon choisi.

Filons de quartz-carbonates dans les failles E-W

Les filons de quartz-carbonates aurifères localisés dans les failles E-W sont présents dans toute la région. Cependant, les indices les plus importants se concentrent au sud-ouest de la région, le long des zones de déformation Calmor et Palmer-Tippecanoe (figure 2). Les minéralisations ont les caractéristiques typiques des gîtes d'or orogéniques (Groves *et al.*, 1998). Les filons sont composés de quartz + carbonates de fer + calcite avec des sulfures disséminés composés de pyrite + chalcopyrite + pyrrhotite ± magnétite. L'altération est principalement composée de carbonates de fer + séricite + chlorite + quartz ± fuchsite ± leucoxène. Dans les filon, le rapport Au/Ag est élevé et varie entre 1 et 22 pour les échantillons contenant plus de 1 g/t Au. On note aussi un enrichissement des teneurs en Ag, Cu, As, W et Se dans les zones minéralisées. Dans la Zone de déformation Calmor, le gîte East Showing contient des ressources estimées à 180 000 tonnes à 3,58 g/t. Dans la Zone de déformation Palmer-Tippecanoe, l'indice R-14 contient des intersec-

tions minéralisées allant jusqu'à 142,3 g/t Au sur 2,44 m en rainure et la zone minéralisée est ouverte latéralement ainsi qu'en profondeur.

Minéralisations en Cu-Au dans les failles NNE

Jusqu'à présent, les failles NNE de la région n'ont fait l'objet que de très peu de travaux d'exploration. Pourtant, l'altération hydrothermale d'âge protérozoïque localisée le long de ces failles est reconnue depuis longtemps dans la région du camp minier du lac Doré et dans les volcanites avoisinantes (Guha, 1984; Guha *et al.*, 1990; Thorpe *et al.*, 1981; 1984). Les indices sont divisés en deux groupes. Le premier correspond aux minéralisations qui ont été déformées par les failles NNE (F₄) et le second correspond aux minéralisations non déformées.

Minéralisations déformées

Les minéralisations en Cu-Au localisées dans les failles NNE (F₄) et qui sont déformées se trouvent à l'intérieur de la Zone tectonique du Front du Grenville (figure 2). Ces minéralisations se présentent sous forme de veines de quartz ou de quartz + carbonates contenant des sulfures disséminés (pyrite + chalcopryrite + sphène + pyrrhotite). Les veines sont plissées et boudinées. Elles contiennent des valeurs économiques en Au, Cu, Zn et Ag. L'encaissant des veines est composé de roches mafiques (basalte, gabbro et amphibolite) recoupées par des dykes de tonalite. L'encaissant est altéré en carbonate de fer, séricite, silice, chlorite et calcite. Ces minéraux d'altération sont parfois remplacés par du grenat ainsi que des amphiboles et du chloritoïde montrant une texture en gerbe de blé. Dans les zones d'altération, les amphiboles sont de la hornblende calcique qui cristallise lors du métamorphisme aux dépens des carbonates de fer. Des datations Ar-Ar et K-Ar sur ces amphiboles donnent des âges de métamorphisme entre 1015 ± 13 Ma et 932 ± 10 Ma (Baker, 1980) typiques de l'Orogenèse grenvillienne. Il semble donc que l'altération précède le métamorphisme associé à l'Orogenèse grenvillienne et la déformation NNE (D₄).

Minéralisations non déformées

La minéralisation en Cu-Au localisée dans les failles NNE (F₄) et qui est non déformée est encaissée dans des gabbros. Elle est associée à des veines de quartz ou de quartz + carbonates ou à des sulfures disséminés (pyrite + pyrrhotite + chalcopryrite + sphène). L'altération est peu importante autour de ces indices. Lorsque présente, elle est composée de séricite, de carbonates de fer, de chlorite, de quartz et d'amphibole. Cette altération est localisée le long des structures NNE et elle affecte les paragenèses associées au métamorphisme régional. L'indice Dyke Horizon est composé d'une veine de quartz, plagioclase et chalcopryrite qui recoupe un dyke de gabbro à grenat présumément d'âge protérozoïque. Les bordures du dyke et de la veine montrent tous les deux une

foliation accompagnée de la rétro-morphose des pyroxènes en amphibole, un autre phénomène commun le long des failles NNE. Les évidences présentées ci-dessus confirment qu'il y a eu une circulation de fluides hydrothermaux et que la minéralisation s'est mise en place lors d'un événement d'âge paléoprotérozoïque ou plus récent.

IMPACTS POUR L'EXPLORATION MINIÈRE

Notre travail de compilation a fait ressortir une multitude de contextes favorables à l'exploration minière. Entre autre, les unités appartenant à la Sous-province de l'Abitibi et pour lesquelles le potentiel minéral est depuis longtemps reconnu se poursuivent dans la Zone tectonique du Front du Grenville, ouvrant ce territoire à l'exploration. De plus, le membre de Lemoine, composé de rhyolites d'affinité tholéiitique, est propice à la découverte de sulfures massifs volcanogènes tandis que le Membre de Queylus, composé de roches volcanoclastiques d'affinité calco-alcaline, est associé à des minéralisations aurifères.

Les failles exercent un contrôle important sur les minéralisations du secteur à l'étude. Les failles synvolcaniques orientées NW-SE sont déjà reconnues comme des conduits favorables pour les veines à Cu-Au dans le camp minier de Chibougamau. Ce type de faille a aussi été reconnu dans le secteur de Corner Bay. Les récents succès d'exploration au gîte Corner Bay suggèrent que les failles N-S pourraient aussi avoir un potentiel minéral intéressant. Nos travaux ont permis d'identifier des structures E-W contenant des veines à Cu-Au. Ainsi, nos travaux suggèrent que les structures d'orientation NW-SE ne sont peut-être pas déterminante pour la découverte de minéralisations porphyriques de Cu-Au associées au pluton de Chibougamau et au Complexe du lac Doré.

L'identification de plusieurs failles E-W associées à des gîtes d'or orogéniques, notamment les zones de déformation Palmer-Tippecanoe et Calmor, est encourageante pour l'exploration de ce type de gîte. Des structures semblables mais peu explorées, comme les zones de déformation Kapunapotagen et Boisvert peuvent aussi renfermer un potentiel aurifère. À ce jour, les intersections entre les failles E-W et les structures NE contiennent les indices aurifères les plus prometteurs. De plus, plusieurs filons à Cu-Au sont spatialement associés aux structures NE qui pourraient être des failles synvolcaniques réactivées.

TRAVAUX À VENIR

Pour achever ce projet, il reste à compléter la cartographie géologique du secteur à l'étude. Il reste aussi à compléter la compilation des données provenant de forages, d'analyses chimiques et d'observations en affleurement. Ces travaux serviront à mettre à jour la carte géologique de la région des lacs Chevrier et Dollier et de produire des coupes géologiques qui serviront de base pour construire, en collaboration avec l'URSTM-UQAT, un modèle géologique en 3D. Ce modèle permettra de définir, en surface et en profondeur, des zones favorables à la présence de métaux. Grâce au modèle 3D, nous prévoyons identifier des cibles d'exploration à partir requêtes basés sur des modèles géologiques connus et applicables à la région.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les géologues Louise Duchesne, Louis Grenier, Jean-François Lagueux et Sophie Turcotte ainsi que les aides-géologues Martin Aucoin, François Bossé, Julie Boulay, Julie Bouvrette, Yann Gobeil, Rodolphe Lavoie, Maxim Martel, Sarah-Jeanne Morin et Judith St-Laurent qui ont participé aux levés de terrain. Nous exprimons notre gratitude envers Johanne Jobidon, Gabriel Morin pour le support technique. Nous sommes reconnaissants envers Explorations Lounor, Ressources Campbell ainsi que les prospecteurs Steve Larouche, Glen McCormick et Huguette Bouchard qui ont bien voulu partager leurs données et leurs connaissances du terrain avec nous.

RÉFÉRENCES

- ALLARD, G.O., 1981 – Quart sud-ouest du canton de Rinfret et partie du quart sud-est du canton de Lemoine : relation avec le Front de Grenville. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DPV 759, 95 pages.
- BAKER, D.J., 1980 – The metamorphic and structural history of the Grenville Front near Chibougamau, Québec. Ph.D., University of Georgia, Athens; 335 pages.
- CHOWN, E.H. – DAIGNEAULT, R. – MUELLER, W. – MORTENSEN, J.K., 1992 – Tectonic evolution of the Northern Volcanic Zone, Abitibi belt, Quebec. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 29, pages 2211-2225.
- CIESIELSKI, A., 1988 – Geological and structural context of the Grenville Front, southeast of Chibougamau, Quebec. Current Research, Part C; Paper 88-1C, Geological Survey of Canada; pages 353-366.
- CIESIELSKI, A., 1994 – Tonalitic orthogneiss in the Central Grenville Province: a reworked archaean substrate to the Abitibi greenstone belt, eastern Superior Province, Quebec. In: The Archaean terrains processes and metallogeny (Glover, J. E. and Ho, S. E., editors). Proceedings volume for the Third international Archaean symposium, University of Western Australia; volume 22, pages 161-175.
- CIESIELSKI, A. – OUELLET, E., 1985 – Le Front de Grenville dans la région de Chibougamau (Québec). Recherche en cours, partie B, Étude 85-1B, Commission Géologique du Canada; pages 303-317.
- CIMON, J., 1971 – Quart nord-ouest du canton de Queylus et le quart nord-est du canton de Haüy. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 056, 23 pages.
- CIMON, J., 1976a – Cantons de Queylus (NO) et Haüy (NE). Ministère des Richesses naturelles, Québec; RP 613, 45 pages.
- CIMON, J., 1976b – Quart nord-ouest du Canton de Dollier (Comté d'Abitibi-Est) - Rapport Préliminaire. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV 504, 42 pages.
- CIMON, J., 1976c – Géologie du canton de Queylus (NE), Abitibi-Est. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV 439, 36 pages.
- CIMON, J., 1977 – Quart sud-est du canton de Queylus (Comté d'Abitibi-Est). Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV 448, 33 pages.
- COGITORE RESSOURCES, 2005 - Woodruff intersects 1.77% zinc and 0.18% copper over 9.0 metres at Lemoine project. www.cnw.ca (communiqué de presse diffusé le 17 novembre 2005)
- DAIGNEAULT, R., 1986 – Géologie de la partie nord-est du canton de Dollier, région de Chibougamau. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DV 85-19, 1 carte à l'échelle 1/10 000.
- DAIGNEAULT, R., 1996 – Couloirs de déformation de la Sous-Province de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 96-33, 132 pages.
- DAIGNEAULT, R. – ALLARD, G.O., 1994 – Transformation of Archean structural inheritance at the Grenvillian foreland-parautochthon transition zone. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 31, pages 470-488.
- DAVID, J., 2005 – Rapport préliminaire sur des travaux de géochronologie U-Pb, année 2004-2005. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; Québec. GM 62069, 31 pages.
- DAVIS, D., W. – DAVID, J. – DION, C. – GOUTIER, J. – BANDY - AYERA, D. – RHÉAUME, P. – ROY, P., 2005 – Datations U-Pb effectuées en support aux travaux de cartographie géologique et de compilation géoscientifique du SGNO (2003-2004). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2005-02, 20 pages.
- GROVES, D.I. – GOLDFARB, R.J. – GEBRE-MARIAM, M. – HAGEMAN, S.G. – ROBERT, F., 1998 – Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of the crustal distribution and relationship to other deposit types. Ore Geology Reviews; volume 13, pages 7-27.
- GUHA, J., 1984 – Hydrothermal systems and correlations of mineral deposits in the Chibougamau mining district, an overview. In: Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization (Guha, J. and Chown, E. H., editors). Canadian institute of mining and metallurgy; Special volume 34, pages 517-534.
- GUHA, J. – LU, H.-Z. – GAGNON, M., 1990 – Gas compositions of fluid inclusions using solid probe mass spectrometry and its application to study of mineralizing processes. Geochimica et Cosmochimica Acta; volume 54, pages 553-558.
- KROGH, T., E., 1982 – Improved accuracy of U-Pb zircon ages by the creation of more concordant systems using air abrasion technique. Geochimica et Cosmochimica Acta; volume 46, pages 637-649.

- LEGAULT, M., 2003 – Environnement métallogénique du couloir de déformation de Fancamp avec emphase sur les gisements aurifères de Chevrier, région de Chibougamau, Québec. Thèse de Doctorat, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi; 361 pages.
- LEGAULT, M. I. – DAIGNEAULT, R. – COUTURE, J.-F., 1997 – Contexte structural et métallogénique des indices aurifères du couloir de déformation de Fancamp. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 97-32, 55 pages.
- LEGAULT, M. I. – COUTURE, J.F. – DAIGNEAULT, R., 1995 – Étude structurale et métallogénique du couloir de déformation de Fancamp. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 95-50, 71 pages.
- MORTENSEN, J.K., 1993 – U-Pb geochronology of the eastern Abitibi Subprovince. Part 1: Chibougamau-Matagami-Joutel region. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 30, pages 11-28.
- PILOTE, P., 1998 – Géologie et métallogénie du district minier de Chapais-Chibougamau : Nouvelle vision du potentiel de découverte. Livret guide d'excursion. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DV 98-03, 180 pages.
- PILOTE, P. – DION, C. – MORIN, R., 1996 – Géologie et évolution métallogénique de la région de Chibougamau : des gîtes de type Cu-Au-Mo porphyriques aux gisements filoniens mésothermaux aurifères. Livret guide d'excursion. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 96-14, 172 pages.
- ROY, P. – TURCOTTE, S. – CADÉRON, S. – HOULE, P. – SHARMA, K.N.M., 2005 – Géologie de la région du lac Charron (SNRC 32G08 et 32G09). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RG 2005-02, 33 pages.
- THIBAULT, P. – DAIGNEAULT, R., 1984 – Partie sud-ouest du canton de Queylus. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 85-11, 1 carte à l'échelle 1/10 000.
- THORPE, R.I. – GUHA, J. – CIMON, J., 1981 – Evidence from lead isotopes regarding the genesis of ore deposits in the Chibougamau region, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 18, pages 708-723.
- THORPE, R.I. – GUHA, J. – FRANKLIN, J.M. – LOVERIDGE, W.D., 1984 – Use of a Superior Province Lead Isotope framework in interpreting mineralization stages in the Chibougamau district. *In: Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization* (Guha, J. and Chown, E. H., editors). Canadian Institute of Mining and Metallurgy; Special Volume no 34, pages 496-516.

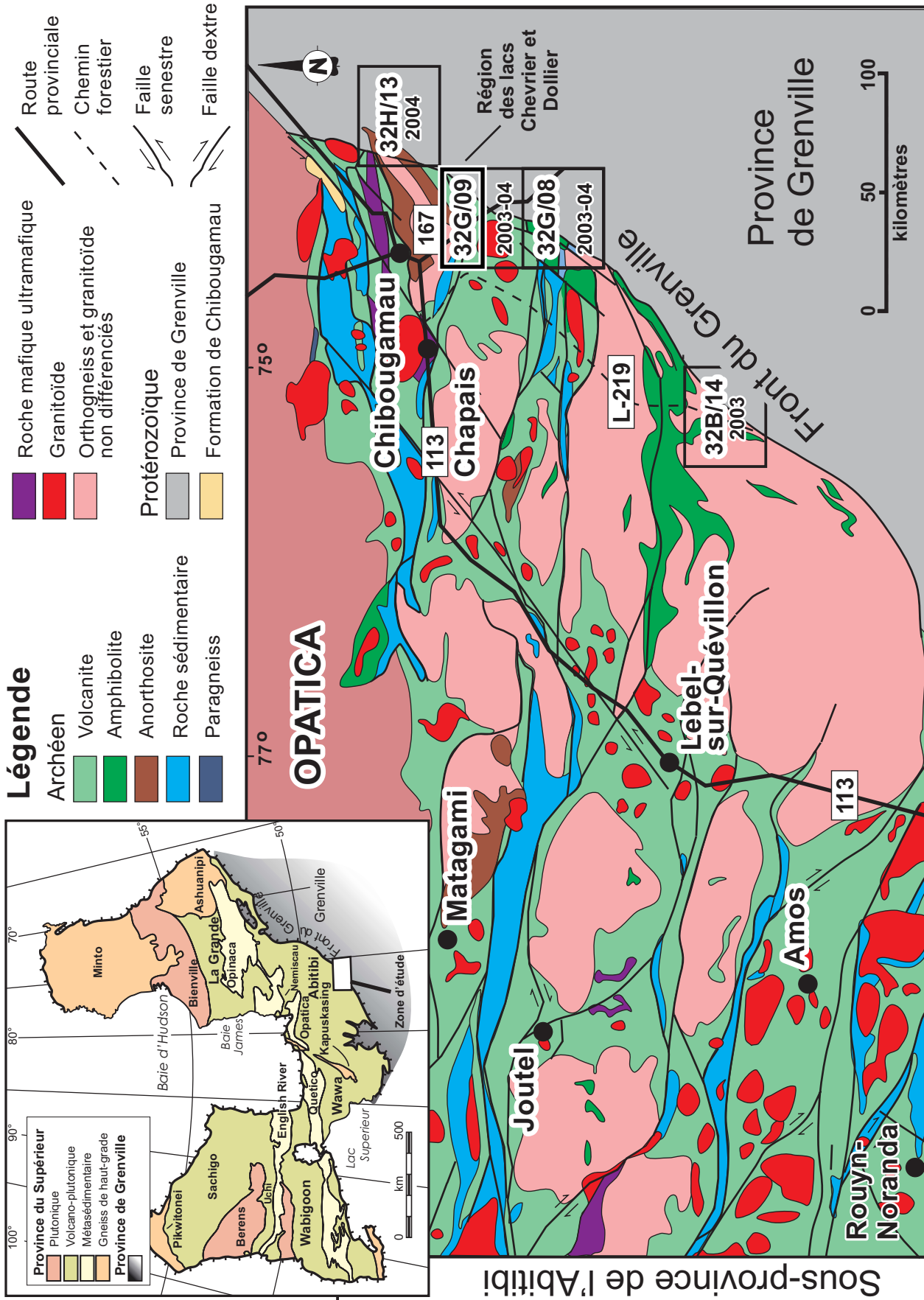


Figure 1 - Localisation de la région des lacs Chevrier et Dollier (SQR 32G09-200-0201 et 32G09-200-0202).

Tableau 1 – Éléments structuraux associés aux épisodes de déformation.

Phase de déformation	Caractéristiques structurales
D ₀ Synvolcanique	<p>Fracturation hydrothermale reliée aux cycles 1 et 2 du volcanisme archéen ainsi qu'aux intrusions associées au volcanisme.</p> <p>-Failles fragiles de diverses orientations.</p>
D ₁ Kénoréen	<p>Déformation qui affecte les roches de la partie extrême ouest de la région.</p> <p>-Plis dont les traces axiales sont orientées N-S à NNW-SSE.</p> <p>-Aucune schistosité n'est associée à ces structures.</p>
D ₂ Kénoréen	<p>Déformation principale responsable de la plupart des fabriques structurales observées à l'ouest de la région étudiée (Sous-province de l'Abitibi).</p> <p>-Plis isoclinaux dont les traces axiales sont orientées E-W</p> <p>-Foliation de plan axial et failles E-W à pendage abrupt</p> <p>-Linéation d'étirement à plongée abrupte</p> <p>-Métamorphisme au faciès des schistes verts</p>
D ₃ Kénoréen	<p>Structures planaires cassantes ou peu pénétratives.</p> <p>-Crénulation NE superposée à la foliation E-W</p> <p>-Failles NE dans la partie ouest de la région (Sous-province de l'Abitibi)</p>
D ₄ Grenvillien	<p>Déformation possiblement liée à l'Orogenèse grenvillienne, localisée dans la partie est de la région (Parautochtone grenvillien).</p> <p>-Plis à plans axiaux orientés NE</p> <p>-Linéation d'étirement SE, parallèle au pendage des plans axiaux</p> <p>-Réorientation de la foliation E-W vers le NNE ou développement d'une nouvelle foliation NNE</p> <p>-Réorientation de failles NE ou développement de nouvelles failles NNE</p>
D ₅ Grenvillien	<p>Déformation protérozoïque possiblement liée à l'Orogenèse Grenvillienne, concentrée dans la partie est de la région (Parautochtone grenvillien).</p> <p>-Clivage ENE à E</p> <p>-Réactivation de zones de déformation E-W</p> <p>-Linéation d'étirement à plongée oblique vers le SE et l'E</p>

Tableau 2 – Typologie des indices répertoriés dans la région des lacs Chevrier et Dollier.

Type	Sous-type	Style	Minéralisation	Métaux	Altération	Encaissant	Contrôle	Chronologie	Exemples
Sulfures	massifs volcanogènes	Sulfures lités, disséminés, en brèches, en filons et en filonnets	Chalcopyrite, sphalérite, pyrite, pyrrhotite, or, argent	Cu, Zn	Silice, chlorite, ±séricite	Rhyolite, tuf felsique, schiste à séricite, basalte	Failles synvolcaniques (F ₀), contacts lithologiques	Synvolcanique, 1 ^{er} cycle volcanique	Indices Lac Stella Nord et LEM-47
	disséminés	Sulfures disséminés et en veinules	Pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, or, sphalérite, magnétite	Au, Zn, Cu, Ag, Ni, Co	Grenat, chlorite, séricite, carbonates, silice, ±tourmaline, ±amphibole	Sédiment ou tuf, shale noir graphiteux, tonalite, amphibolite	Contacts lithologiques, failles E-W(F ₂)	Synvolcanique, 1 ^{er} cycle volcanique?	Indice Lac Delinel
Filons Cu-Au		Veines de quartz, sulfures disséminés, ±carbonates	Pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, or, ±malachite, ±bornite, ±magnétite	Au/Ag < 0,5 Cu, Au, Ag, ±Hg, ±Bi, ±Mo	Chlorite, séricite, carbonates, silice, ±tourmaline	Basalte, tuf felsique ou intermédiaire, gabbro, dyke de porphyre à feldspath ou de diorite	Contacts lithologiques, zones de cisaillement E-W (F ₂) et NE(F ₃)	Synvolcanique, 1 ^{er} ou 2 ^e cycle volcanique?	Indices Queylus-La Dauversière sud et Queylus Nord
Système porphyrique	à Cu±Au	Veines, veinules et brèches de quartz, magnétite, sulfures, tourmaline et carbonates	Magnétite, chalcopyrite, pyrite, malachite, or	Au/Ag < 0,7 Cu, Au, ±Ag, ±Mo, ±W, ±Bi, ±As, ±Co, ±Sb	Chlorite, séricite, hématite, silice, ±carbonates, ±tourmaline	Tonalite, leucotonalite, brèche, dyke de porphyre à quartz ou à quartz et feldspath	Failles ou fractures synvolcaniques(F ₀) de diverses orientations	Synvolcanique, 2 ^e cycle volcanique	Indices Dulieux, Inlet et Queylus
	à veine Cu±Au de type Chibougamau	Veines, veinules, brèches de quartz, chlorite, magnétite, sulfures	Magnétite, chalcopyrite, pyrite, malachite, bornite	Au/Ag < 0,6 Cu, Au, Ag, ±Zn, ±Ni, ±Co, ±Mo	Chlorite, silice, carbonate, séricite	Anorthosite, gabbro, granophyre, dykes diorite et tonalite	Failles de diverses orientations (F ₀), contacts lithologiques	Synvolcanique, 2 ^e cycle volcanique	Gîte Corner Bay
Or orogénique associé aux failles E-W		Veines et veinules de quartz ±carbonates ±tourmaline sulfures disséminés	Pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, ±magnétite	Au/Ag=1-22 Au, Ag, Cu, As, ±W, ±Se	Carbonate, séricite, chlorite, silice, ±tourmaline, ±fuchsite	Basalte, gabbro, dyke de porphyre à feldspath ou à quartz et feldspath	Failles E-W (F ₂), failles NE-SW(F ₃), rhéologie de la roche encaissante	Syntectonique, Orogenèse kénoréenne	Gîte East Showing, Indice R-14
Cu-Au dans les failles NNE	minéralisation déformée	Veines et veinules de quartz et carbonates	Pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, sphalérite	Au, Cu, Ag, ±Zn	Carbonate, séricite, chlorite, silice	Basalte, gabbro, amphibolite, tonalite, porphyre à feldspath	Failles NNE (F ₄)	?	Indices Lac Pillow et Berceau
	minéralisation non déformées	Veines de quartz + sulfures (sulfures disséminés)	Pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite	Cu, Au, Ag	Silice, ±chlorite, ±séricite, ±feldspath	Gabbro, gabbro coronitique	Failles NNE (F ₄)	Syntectonique, Orogenèse grenvillienne	Indice Dyke Horizon