

## Mot du président

C'est avec plaisir que nous vous souhaitons la bienvenue à ce 10<sup>e</sup> Forum technologique. Organisé depuis quelques années conjointement par CONSOREM et DIVEX, ce Forum est devenu un instrument privilégié qui permet de diffuser à la communauté des travaux issus de projets CONSOREM, de projets DIVEX et de projets d'entreprises et d'organisations partenaires du CONSOREM.

Les soubresauts de l'industrie minière sont toujours une réalité fascinante se passant à un rythme accéléré. Après un boom minier sans précédent, le ralentissement qui guette l'industrie justifie de plus en plus les efforts visant à faciliter le processus de découvertes minières pour avoir de meilleurs gisements à un coût moindre. C'est d'ailleurs dans une période de ralentissement économique que le CONSOREM a été fondé en 2000.

Le CONSOREM en est donc cette année à sa 13<sup>e</sup> année de fonctionnement. Il s'agit d'un partenariat de recherche précompétitive œuvrant dans le domaine de l'exploration minérale sur tout le territoire du Québec et qui allie industrie, gouvernements et universités. Il représente donc un lieu de synergie privilégiée entre différents acteurs de l'exploration minérale faisant le pont entre les besoins industriels en R&D et la recherche universitaire.

Le CONSOREM conçoit et développe des outils et des technologies innovantes et s'applique à les transférer et les implanter au sein de l'industrie ceci pour le succès de l'exploration minérale.

Le fonctionnement d'un consortium comme CONSOREM représente toujours un défi. Un défi de conciliation entre des entreprises ayant différents intérêts, un défi de conciliation entre la recherche universitaire et les besoins industriels, un défi de conciliation avec les impératifs des partenaires financiers en termes de programmes et d'indicateurs de performance. À ce propos, le CONSOREM vient de renouveler son entente avec le gouvernement provincial pour une implication financière pour les trois prochaines années.

Le réseau de recherche universitaire DIVEX réunit des chercheurs et des étudiants des universités québécoises œuvrant dans le domaine de la métallurgie et des ressources minérales. Ces chercheurs ont un objectif commun de soutenir et de dynamiser la R&D dans le domaine de l'exploration minérale. Plusieurs présentations d'étudiants boursiers du réseau DIVEX sont donc incluses dans notre programme.

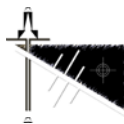
La combinaison CONSOREM – DIVEX représente un maillon important pour soutenir l'innovation dans le domaine de l'exploration minérale au Québec et les différentes conférences présentées au cours de ce Forum en sont des exemples éloquentes.

Cette année, l'événement se fait de manière intégrée dans la semaine d'activités d'Abitibi Explo organisée par l'AEMQ, ceci pour le bénéfice de l'exploration et de tous les participants.

Bon Forum à tous

*Pierre Bertrand*

Président du CONSOREM



## Optimisation des données de till pour l'exploration des gisements de métaux usuels.

Sylvain Trépanier (CONSOREM)\*

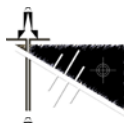
Il a été démontré par le passé que la fraction argileuse (granulométrique) du till est fortement anormale en métaux usuels par rapport aux autres fractions. En conséquence, il existe une relation étroite entre les teneurs en métaux de la fraction fine (<63 microns) du till et la proportion de matériel argileux dans cette fraction. Deux explications ont été proposées pour expliquer cette relation. La première est que la fraction argileuse du till adsorbe les métaux présents mis en solution lors de l'oxydation du till (météorisation chimique); il s'agirait d'un enrichissement secondaire, postglaciaire. Une autre explication est que la fraction argileuse du till est riche en minéraux qui enrichissent en métaux de façon intrinsèque, i.e. dans leur structure minérale même. La première explication a été vérifiée par différents auteurs, qui ont montré des enrichissements en métaux dans les sections supérieures (oxydées) de sections verticales du till (ex: Shaw, 1988). La deuxième possibilité a été démontrée par Shilts (1995), qui a montré que la fraction argileuse est enrichie en métaux même lorsque les tills n'ont subi aucune altération postglaciaire. Cet enrichissement primaire des fractions argileuses s'explique par deux facteurs. D'abord, dans la plupart des roches non-minéralisées, la très grande majorité des métaux de base se trouvent dans des minéraux ferromagnésiens, en particulier dans des phyllosilicates comme la chlorite et la biotite. À l'opposé, le quartz et les feldspaths sont en général très dépourvus de métaux. Or, ces minéraux ont également des comportements opposés lors de l'abrasion glaciaire. Les phyllosilicates, riches en métaux, sont également des minéraux très fragiles qui se désagrègent très facilement et qui se retrouvent rapidement dans la fraction argileuse (granulométrique). Le quartz et les feldspaths, pauvres en métaux et beaucoup plus résistants, se concentrent plutôt dans les fractions de sables fins ou de silts grossiers.

Pour éliminer l'effet de la variation du pourcentage de fraction argileuse dans la fraction fine, certains

auteurs ont proposé de diviser les teneurs en métaux par d'autres éléments qui sont également enrichis dans la fraction fine, comme Al, Mg ou K. Le ratio Métal / Élément serait alors utilisé pour cibler des anomalies dues à des minéralisations plutôt que la valeur brute. Toutefois, ces corrections n'ont jamais été testées sur des secteurs minéralisés. Ces corrections ont donc été testées sur le secteur de Kidd Creek et sur les minéralisations de la ceinture de Manitouwadge en Ontario. Ces corrections amélioreraient considérablement la détection des minéralisations connues; le ratio Métal / Al est le plus performant. Une application à l'échelle d'un secteur situé au sud-est de Val d'Or montre également que le ratio Métal / Al montre des patrons qui se rapprochent de la géologie connue alors que les valeurs brutes sont essentiellement tributaires des variations glaciogènes.

La teneur en métaux de la fraction fine d'un till oxydé est généralement supérieure à celle d'un till non-oxydé. Lors de l'oxydation du till, les sulfures présents dans le till se détruisent, et les métaux libérés peuvent alors aller s'adsorber sur les particules fines/argileuses du till. Dans un levé où on aurait un mélange d'échantillons oxydés (brunâtres) vs. frais (grisâtres), il peut être intéressant de séparer ces deux types d'échantillons et de considérer les anomalies Métal / Al séparément dans les deux groupes. L'oxydation du till a une influence encore plus importante sur les teneurs en métaux de base des concentrés de minéraux lourds (arsenic y compris). Les sulfures sont détruits durant cette oxydation. La diminution de teneur des métaux de base dans les minéraux lourds d'un till frais vs. oxydé est fréquemment de l'ordre de 90%, ce qui est énorme. L'épaisseur de la zone oxydée peut varier d'environ 1 à plus de 7 mètres dans des conditions typiques de la forêt boréale. Ceci fait en sorte que l'analyse du concentré de minéraux lourds pour les métaux de base (Cu, Ni, Zn, As) est à éviter dans des échantillons pris près de la surface.

\*Maintenant chez Mines Virginia



## La chimie minérale des oxydes de fer appliquée à l'exploration des gîtes polymétalliques à oxydes de fer cuivre-or.

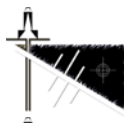
Émilie Boutroy (Université Laval), Georges Beaudoin (Université Laval), Sarah-Jane Barnes (UQAC) et Louise Corriveau (CGC, Québec)

La magnétite et de l'hématite présentent des variations de composition en éléments mineurs et traces significatives qui peuvent être reliées à l'environnement métallogénique lors de la formation du dépôt. Cette signature géochimique est utile pour servir d'indicateur à l'exploration minière.

Les oxydes de fer sont un composant majeur des gisements d'Oxydes de Fer à Cuivre-Or (IOCG) et des gisements à Oxydes de fer et Apatite (IOA). Des échantillons de magnétite et d'hématite représentatifs de dépôts d'IOCG (n= 84 échantillons) et d'IOA (n=6) d'âges et d'environnements géologiques divers, dont 8 correspondent aux majeurs dépôts IOCG et IOA à travers le monde ont été analysés par la microsonde électronique. Un sous-échantillonnage des dépôts IOCG (n = 30 échantillons) et IOA (n= 6) a été analysé au LA-ICP-MS. Les échantillons des dépôts IOCG ont été classés sur la base de leur principal oxyde de fer présent : (1) Hématite (n = 10), (2) Magnétite (n = 37) et (3) Hématite ± Magnétite (n = 8). De la même façon, les dépôts IOA ont été divisés ainsi : (1) Magnétite (n = 3) et (2) Magnétite ± Hématite.

Dans ce type de dépôts, les oxydes de fer sont présents à la fois dans la minéralisation et dans les as-

semblages d'altération des roches encaissantes, et il y a généralement plusieurs générations d'oxydes de fer. La magnétite et l'hématite sont étudiées selon leur assemblage paragénetique: (1) minéralisation et (2) altération hydrothermale des roches encaissantes. Les oxydes de fer associés aux altérations hydrothermales sont regroupés selon leur type d'altération: (1) altération à Ca-Fe (Am-Ap-Mag), (2) altération à Na(Fe) (Ab-Scp-Mag/Hem), (3) altération à K-Fe de haute température (Bt-Kfs-Mag) et (4) altération à K-Fe de basse température (Ser-Kfs±Chl±Cb-Hem). Les résultats préliminaires montrent que l'hématite des dépôts IOCG à Hématite est appauvrie en Mg, Zn, Ni, Co, Mn et V et enrichie en K, Si, Ge, Y, Zr, Nb, Mo, Sn, Sb, Ta, W et Pb par rapport à la magnétite des dépôts IOCG à Magnétite. Dans les dépôts IOA à Magnétite, la magnétite est enrichie en V, Al et Mg par rapport aux dépôts IOA à Magnétite-Hématite, qui sont enrichis en Ca. Les différences observées peuvent être expliquées par différents paramètres tels que les compositions, la température, la pression et l'état d'oxydoréduction des fluides ou la nature des roches encaissantes ou même le partitionnement préférentiel des éléments.



## Résultats et interprétation d'un nouveau levé géochimique de sédiments de lacs dans la Péninsule de l'Ungava.

Charles Maurice et Daniel Lamothe (MRNF)

Près de 3 000 échantillons de sédiments de lac ont été prélevés sur le territoire situé au nord de la latitude 61°, dans l'Orogène de l'Ungava et la portion nord de la Province du Supérieur. Cette région n'avait jamais fait l'objet d'une campagne d'échantillonnage de sédiments de lacs et demeurait l'un des derniers maillons pour compléter la couverture des provinces géologiques précambriennes du Québec. Les échantillons ont été collectés au cours de l'été 2011 selon une maille de reconnaissance d'environ un échantillon par 13 km<sup>2</sup>, sur une surface couvrant plus de 39 000 km<sup>2</sup>. Une région d'environ 1 500 km<sup>2</sup> au nord-est des monts Povungnituk ne recèle toutefois que très peu de lacs et n'a pas été échantillonnée. Aucun échantillon n'a été prélevé à l'intérieur des aires protégées.

Les sédiments ont été analysés pour une série de 53 éléments chimiques par spectrométrie de masse à couplage inductif suite à une dissolution partielle aqua regia de 0,5 g de matériel. Les nouvelles données ont été publiées dans le SIGEOM en mars 2012 et le rapport PRO2012-03 présente quatorze zones d'intérêt pouvant offrir un intérêt pour l'exploration minière. Une de ces zones est localisée dans la portion nord du Domaine Nord, à proximité de l'Arc de Narsajuaq. Elle est caractérisée par des sédiments de lacs ayant de fortes valeurs en Cu, Ag, Au et Hg. L'identification de cette zone a entraîné la prise de 276 titres miniers par la compagnie Khalkos et la découverte, à l'été 2012, de nouveaux indices minéralisés en Au, Ag et Cu.

À l'échelle du levé, vingt-sept échantillons ont rapporté des teneurs anormales en Au de plus 15 ppb,

soit plus du 99<sup>e</sup> centile. Ces échantillons ont été réanalysés par pyroanalyse avec une plus grande quantité de matériel (30 g). Dix-neuf échantillons ont retourné des résultats en deçà de 5 ppb, seulement cinq avaient des valeurs reproductibles variant entre 15 et 20 ppb et trois n'avaient pas suffisamment de matériel pour compléter les réanalyses. Ces résultats soulèvent la problématique de la quantité de matériel analysé pour contrer l'effet pépète, une question qui est compliquée dans les latitudes nordiques par la faible quantité de matériel récolté dans certains lacs. D'autres éléments chimiques doivent ainsi être utilisés dans la planification de campagnes d'exploration pour l'or. Hormis les éléments chimiques « traditionnels » (e.g. As, Sb), plusieurs éléments autrefois inexploitable ou non disponibles sont désormais offerts dans les suites analytiques ICP-MS. Ces éléments peuvent contribuer au ciblage d'environnements géologiques favorables à certains types de minéralisations. L'association de fortes concentrations de Bi et Te dans les lacs à proximité d'indices aurifères archéens connus pourrait, par exemple, permettre de postuler la présence de systèmes minéralisateurs aurifères impliquant des tellures de bismuth.

Les nouvelles données géochimiques de sédiments de lacs de la Péninsule de l'Ungava contribuent à la connaissance d'un territoire relativement peu exploré pour les substances autres que le Ni et le Cu, et permettent de cibler la découverte d'environnements géologiques propices à divers types de minéralisations.



## Détection de gisements sous couverture glaciaire par la méthode MMI : synthèse, études de cas, perspectives.

Silvain Rafini (Consorem.)

Ce projet visait à évaluer la méthode  $MMI^{MC}$  pour l'exploration minérale dans les contextes climatique, géologique et pédologique canadiens, profondément différents des contextes australiens où la méthode a été initialement développée. Une documentation approfondie a mis en évidence plusieurs lacunes de connaissance fondamentale d'importance critique : 1) la méconnaissance des processus géologiques et géochimiques impliqués dans le transport métallique depuis la source jusqu'au site de réception écarte toute possibilité de jugement sur la favorabilité des différents contextes de levés, et donc sur la validité des résultats ; 2) la nature réellement exogène, théoriquement annoncée, du signal métallique mesuré par  $MMI^{MC}$  n'est pas strictement démontrée en contexte de couverture transportée ; 3) le protocole d'échantillonnage « à profondeur fixe » en vigueur ignore la nature pédologique du niveau échantillonné, ce qui constitue une source d'incertitudes causant des difficultés à l'étape du nivellement et de l'interprétation des levés.

L'analyse de données du domaine public a fait apparaître un fort contrôle des teneurs  $MMI^{MC}$  par plusieurs facteurs externes (c.à.d, non liés à la minéralisation). Pour les métaux de base, il s'agit en premier lieu du *background* métallique associé à la

fraction phyllosilicatée du sol, exprimé par le signal aqua-regia (figure 1). Par ailleurs, les changements locaux de conditions physico-chimiques du sol produisent d'importantes remobilisations métalliques in-situ, conduisant à la formation d'anomalies dites *indirectes* qui pourraient être interprétées à tort comme des émanations ioniques diffusées directement depuis une source enfouie. Ces résultats remettent en question la nature systématiquement *directe* des anomalies  $MMI^{MC}$ , ainsi que leur caractère strictement exogène. Ils démontrent la nécessité d'effectuer plusieurs corrections sur les valeurs brutes afin d'écartier les fausses anomalies produites par des facteurs externes : sols riches en phyllosilicates, présence de carbonates, changements de ph, etc.

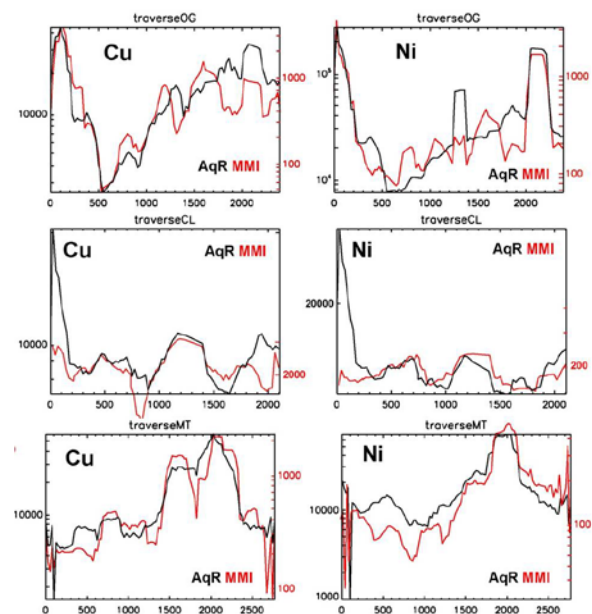


Fig. 1 : superposition des profils aqua-regia et  $MMI^{MC}$  le long de trois traverses situées dans la région de Timmins (données OGS).



## Le corridor de Rex : une nouvelle province minérale dans le nord du Québec.

Jean-Marc Lulin, François Bissonnette, Émilie Delpéch, Jean Fortin, Pierre-Alexandre Pelletier, Marc Philippon et Pierre-Alain Wülser (Exploration Azimut Inc.)

Le Corridor de Rex est principalement défini par une énorme anomalie en cuivre d'environ 330 par 30 km<sup>2</sup> dans les sédiments de fonds de lacs, associée sur près de 100 km de long à une très forte anomalie en terres rares. D'orientation nord-sud, ce corridor est situé au Nunavik, Nord du Québec, dans le Bloc archéen de Minto de la Province géologique du Supérieur. Il est couvert par trois vastes propriétés d'exploration appartenant à Azimut à 100% (Rex, Rex Sud et NCG) totalisant 12 778 claims pour une superficie de 5 556 km<sup>2</sup> et donnant une position de contrôle sur la plupart des cibles d'exploration de la région.

Les travaux d'exploration entrepris depuis 2010 ont conduit à la découverte d'au moins 400 nouveaux prospects minéralisés le long de ce corridor, incluant 5 zones de type Iron Oxide Copper Gold («IOCG»), ainsi que des minéralisations polymétalliques à Cu-Au-W-Sn-Bi associées à une intrusion granitique à fluorine et topaze. Avant l'implication d'Azimut, la région a été l'objet de travaux d'exploration limités et sporadiques, visant principalement les métaux de base de type sulfures massifs volcanogènes et l'or associés aux formations de fer et aux zones de cisaillement.

L'anomalie régionale en cuivre est largement expliquée par les résultats d'exploration qui révèlent une nouvelle province minérale de grande envergure, non reconnue auparavant :

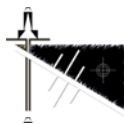
- Les minéralisations IOCG, surtout avec chalcopryrite, sont caractérisées par des zones d'au moins 100 m de large et de longueurs kilométriques sous forme de stockworks, veines et veinules avec quartz, magnétite, hématite et épidote, associant une in-

tense altération pénétrative (feldspath potassique, silicification, magnétite, hématite, chlorite). Ces zones se mettent en place dans un contexte structural cassant, clairement surimposé sur la fabrique gneissique régionale. Des dykes felsiques parfois bréchiques sont associés aux minéralisations.

- Les minéralisations polymétalliques à Cu-Au-W-Sn-Bi, avec fluorine et topaze, distribuées en plusieurs larges zones (50 m à 100 m, ou plus) de longueurs kilométriques, sont associées à un intrusif felsique ovoïde de 15 km par 5 km et à son encaissant volcanosédimentaire. Totalisant près de 28 km, la zone de contact entre l'intrusion et l'encaissant semble la plus prospective. Dans la même région, une autre intrusion avec fluorine a été identifiée et reste à évaluer.

Le principal contrôle régional des minéralisations serait une zone de suture crustale nord-sud associant un magmatisme felsique tardi-orogénique (type polymétallique) et anorogénique (type IOCG). Les minéralisations apparaissent tardi-archéennes, éventuellement paléoprotérozoïques, et probablement reliées aux processus de cratonisation du Bloc de Minto.

L'importance du Corridor de Rex ressort par la rareté des provinces minérales archéennes encaissant des IOCG et des intrusions à W-Sn. Une analogie possible est la Province Minérale du Carajás au Brésil qui renferme des gisements IOCG de classe mondiale ainsi que des gisements à Cu-Au-W-Sn-Bi associés à des intrusions à fluorite et topaze. L'ensemble de ces éléments supporte le développement d'une stratégie d'exploration agressive à l'échelle du Corridor de Rex.



## Mobilité d'éléments dans les systèmes hydrothermaux à oxyde de fer-cuivre-or (IOCG), zone magmatique du Grand lac de l'Ours, Territoires du Nord-Ouest.

Jean-François Montreuil (INRS-ÉTTÉ), Louise Corriveau (CGC Québec), Eric G. Potter et Eric Grunsky (CGC Ottawa)

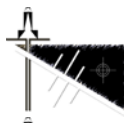
Les gisements à oxyde de fer-cuivre-or (IOCG), par leur caractère polymétallique et leur potentiel de fort tonnage, représentent des cibles d'exploration prometteuses au Canada tant dans les provinces géologiques encore sous-explorées que dans les districts métallogéniques émergents telle la zone magmatique du Grand lac de l'Ours (GBmz) aux Territoires du Nord-Ouest. Les systèmes IOCG sont caractérisés par des zones décakilométriques d'altération hydrothermale où les protolites subissent une transformation minéralogique, chimique et texturale souvent complète et intense. Cette altération est également systémique et l'évolution paragenétique des altérations est généralement reproductible d'un système à l'autre, allant de l'altération sodique dans les zones externes, profondes ou latéralement proximales à une source de chaleur vers l'altération potassique-fer dans les zones internes proximales aux minéralisations IOCG et latéralement éloignées des sources thermiques principales.

L'étude de la mobilité des éléments lors de l'altération hydrothermale de type IOCG dans le système de Fab, situé dans la partie centre-sud de la GBmz, montre que même les éléments normalement immobiles tels Ta, Nb, Th, Ti et les terres rares sont

fortement mobilisés lors de l'altération IOCG. Cette étude indique que les zones d'altération sodique sont les zones de lessivages du système, que les zones d'altération calcique-fer et potassique-fer sont les zones de précipitation du système et que les enrichissements les plus significatifs en métaux de base et en uranium se produisent lors du stage d'altération potassique-fer.

Pour définir les traits géochimiques généraux des différents types d'altération hydrothermale dans les systèmes IOCG, une analyse par composante principale a été faite en considérant la nature compositionnelle des données géochimiques sur une banque d'altération IOCG provenant de la majorité des systèmes de la GBmz. Cette étude montre que, lorsque l'altération est intense, la composition de chaque type d'altération est statistiquement distincte, ce qui a permis l'élaboration d'index d'altération propres aux systèmes IOCG. Lorsque mis en carte, ces indices permettent l'identification des altérations reliées aux minéralisations IOCG à partir d'éléments majeurs couramment analysés et aident à cerner les composantes les plus fertiles d'un district IOCG.





## Principales activités de SOQUEM au Québec.

---

*Yvon Trudeau et l'équipe de SOQUEM inc.*

SOQUEM présentera ici la revue de ses principales activités au Québec, plus particulièrement sur les projets en cours.

Suite au déménagement de son siège social à Val-d'Or en 2006, SOQUEM compte aujourd'hui plus d'une vingtaine d'employés répartis entre Val-d'Or et son bureau régional de Chibougamau. Ses travaux visent d'abord la découverte de nouveaux indices minéralisés qui, lorsque significatifs, seront convertis, par forage, en ressources minières pour ainsi participer à l'essor de l'industrie minière du Québec. Ces activités, nécessitant d'importants budgets d'exploration et de mise en valeur, SOQUEM priorise donc le partenariat pour bénéficier de l'expertise de ses partenaires tout en diminuant les risques qui y sont associés.

La contribution de SOQUEM au développement de l'exploration se résume ainsi :

- 1- Mettre en œuvre des travaux d'exploration sur l'ensemble du territoire québécois;
- 2- Diversifier l'assiette minérale du Québec en identifiant des substances nouvelles susceptibles d'être exploitées au Québec;
- 3- Soutenir les sociétés juniors d'exploration de façon à leur permettre de maintenir des activités d'exploration au Québec;
- 4- Promouvoir la recherche de pointe pour développer de nouvelles méthodes et technologies afin

d'accroître l'efficacité de l'exploration minière pour toutes les substances.

Au cours des quatre dernières années, plus de 90 % du budget d'exploration a été attribué et investi dans la région Nord-du-Québec. Nous présenterons sommairement les investissements réalisés par SOQUEM et ses partenaires. Nous ferons également la revue des travaux réalisés sur des projets d'exploration actifs de 2010 à aujourd'hui, dont Moblan, McGold (antérieurement MOP II), Renard, Philibert, Brosman, B26 Brouillan, Kwyjibo. Le temps de présentation étant limité, notons l'importante implication et les efforts déployés par les employés de SOQUEM, au projet Mines Arnaud, dans la région de Sept-Îles.

Enfin, soulignons que SOQUEM possède plus de 80 projets d'exploration au Québec, qui devront être revus, au cours des prochaines années, afin d'en évaluer le plein potentiel, à la lueur de la demande grandissante en métaux et substances de toutes sortes. SOQUEM a également développé un créneau particulier soit celui de la génération de nouveaux projets par l'utilisation de ses importantes bases de données géoréférencées avec les nouveaux outils et modèles issus de la recherche. Lorsque possible, cette « génération » se fait avec des partenaires de premier choix, experts dans les commodités ciblées.





## Résumé des caractéristiques géologiques et nouvelles pistes de recherche sur le gisement Roberto (Projet Éléonore, Baie James).

*Luc Théberge (Goldcorp), Benoit Dubé (CGC Québec), Jean-François Ravenelle (SRK), Jacques Simoneau (Barrick Gold), Peter Lauder et Julie Doyon (Goldcorp)*

Le projet Éléonore est situé dans la partie nord-est du réservoir Opinaca (lac Ell) à la Baie James, dans le moyen-nord de la Province de Québec, Canada. Le projet est situé à environ 350 km au nord de Chibougamau et 825 km au nord de Montréal.

Le gisement d'or de classe mondiale Roberto (réserves et ressources 2010 NI 43-101 de 7.68 Moz) est un gisement atypique situé dans une région relativement sous-explorée de la Province du Supérieur, à la limite des Sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Le gisement est situé à l'intérieur d'une charnière de pli ouvert P2 de 2 km d'amplitude qui affecte les grauwackes turbiditiques, des unités sédimentaires à aluminosilicates, des conglomérats au faciès amphibolite et des paragneiss. Les zones aurifères sont recoupées jusqu'à -1400 m d'élévation verticale et demeurent ouvertes en profondeur.

La minéralisation aurifère filonienne se trouve principalement dans deux zones minéralisées de 5-6 m d'épaisseur (varie de 2 à 20 m) subparallèles (Roberto et Roberto-Est) et s'associe à un système mineur de veines calco-silicatées recoupant des couloirs majeurs de remplacement métasomatique dans les grauwackes en bordure des unités à aluminosilicates. La principale zone minéralisée (Roberto) consiste en un réseau de veines de quartz-actinote-diopside-arsénopyrite-pyrrhotite et des veinules de quartz-dravite-arsénopyrite, contenues dans des unités de remplacements à microcline-quartz (altération potassique) et dravite (tourmaline brune), biotite-phlogopite. La zone Roberto-Est se distingue par une grande abondance de tourmaline noire dans les zones de remplacement proximales (arsénopyrite et pyrrhotite) et par des stockworks de quartz-diopside-microcline blanches et amas de quartz qui contiennent les fortes teneurs en or. Latéralement, ces

deux faciès principaux s'amalgament dans Roberto et Roberto-Est. Les zones secondaires comme la zone du Lac, se différencient par un encaissant de schiste à biotite-actinote, tandis que la zone Nord Basse Teneur est associée aux stockworks de métasomatisme à feldspaths Ca-K, actinote, quartz, tourmaline noire avec arsénopyrite. La particularité du gisement Roberto est que l'altération proximale et distale riche en Ca associée à l'or forme des minéraux calco-silicatés plutôt que des carbonates comme reconnus généralement. Également, alors que la plupart de l'altération et des zones minéralisées sont métamorphosées et déformées par des structures attribuées à D2, des parties semblent localement être contrôlées par des structures D2, voir même tardives à cette déformation. La minéralisation aurifère est interprétée comme étant pré- ou début-D2, avec une portion faible mais significative qui pourrait postdater D2.

Bien que le travail géochronologique réfute l'hypothèse que la genèse de Roberto (sédiments encaissants < 2675 ±6 Ma mais pegmatite déformée par D2 et recoupant Roberto > ca 2616 Ma) soit associée avec la mise en place de la diorite du lac Ell voisine (2705 ±1.9 Ma), le potentiel d'entrée de fluides magmatiques dans le système minéralisateur ne devrait pas être rejeté. Les travaux d'exploration des dernières années indiquent la présence d'intrusions porphyriques et pegmatitiques d'âges différents, certaines étant contemporaines avec une partie de la minéralisation ou avec une remobilisation associée potentiellement à des événements tectoniques et métamorphiques importants et plus jeunes (> ca 2616 Ma) que ceux communément reconnus dans le sud de la Province du Supérieur, en Abitibi notamment.

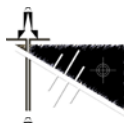


*Dîner gracieusement offert par:*



*Merci!*





## Le dépôt aurifère Hammond Reef, au nord-ouest de l'Ontario.

Zoran Madon (Osisko Hammond Reef Gold Ltd.) et Denis Villeneuve (consultant)

La propriété Hammond Reef est située dans le batholite de Marmion au sein de la sous-province de Wabigoon, à proximité d'une zone de contact d'orientation nord-ouest avec la ceinture de roches vertes de Finlayson. Le batholite de Marmion est d'âge Mésoarchéen. Il est formé d'une suite de roches intrusives felsiques à dominance tonalitique, et à moindre mesure de diorites et de pegmatites. Des enclaves de tonalite gneissique et de roche mafique sont présentes dans les intrusions felsiques, et des dykes de roches ultramafiques et felsiques recoupent le tout.

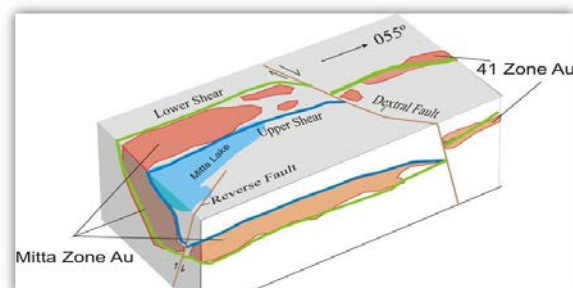
Ces lithologies sont variablement cisailées et altérées le long d'un corridor de déformation qui est continu sur toute la longueur du batholite de Marmion pour une largeur variant de 1 à 6 km. Le corridor de déformation de Marmion (CDM) est formé de failles anastomosées, subparallèles au contact de la ceinture de roches vertes de Finlayson. Le CDM contient de nombreux indices aurifères sur toute sa longueur, incluant le gisement de Hammond Reef. De même que pour d'autres gisements aurifères à contrôle structural, le gisement de Hammond Reef se situe dans une zone de flexion du CDM.

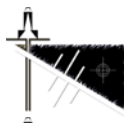
Le CDM présente de nombreuses caractéristiques d'une déformation ductile-cassante, incluant des roches modérément à fortement cisailées, de la bréchification, des veines et stockworks. Les veines et les stockworks sont généralement composés de quartz  $\pm$  carbonate (ankérite-calcite)  $\pm$  chlorite  $\pm$  sulfures. La bréchification et les stockworks de quartz sont communs, particulièrement au sein de la tonalite. Les veines de quartz sont généralement mieux développées à l'intérieur des dykes et xénolites mafiques ou à leurs contacts. Le CDM est caractérisé par une altération à séricite-chlorite-ankérite-hématite qui se développe dans la tonalite originalement constituée d'un assemblage minéral à plagioclase-biotite-hornblende. Cet événement d'altération a eu lieu durant un épisode hydrothermal Néoarchéen ou une phase métamorphique. L'or, ainsi que la pyrite, les sulfures accessoires et les tellurures ont probablement été introduits au cours de cet épisode Archéen tardif.

La minéralisation aurifère du gisement de Hammond Reef est associée à des fractures et microfractures généralement à proximité de schistes foliés ou de zones de failles majeures. La pyrite (<1.5%) à laquelle l'or est associée se retrouve sous forme de disséminations à proximité mais aussi de manière continue entre les zones de veinules et de veines de quartz-carbonate-chlorite. L'or natif se retrouve en général en contact avec les bordures des grains ou agglomérats de pyrite ou en inclusion et dans les fractures à l'intérieur de la pyrite.

La variation des éléments majeurs entre les tonalites altérées et inaltérées est relativement faible; cependant, les tonalites altérées ont un ratio K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O élevé. La concentration totale en soufre est le meilleur, et certainement le plus simple paramètre à examiner – l'addition de soufre est un ingrédient nécessaire pour l'apport d'or. Des analyses à la microsonde indiquent que l'électrum est le principal composant du minerai, et les tellurures d'or sont aussi communs. Ainsi, Te et Ag sont de bons éléments indicateurs pour l'or.

Trois types de minéralisation ont été identifiés dans le gisement d'or de Hammond Reef: (1) L'or dans les fractures des tonalites intensément altérées; (2) L'or dans les tonalites partiellement altérées; (3) L'or dans les tonalites d'apparence non-altérées.





## Le Projet Dumont (Abitibi): Géologie et minéralogie de la prochaine mine de nickel au Québec.

---

*Alger St-Jean (Royal Nickel Corporation)*

Le Projet Dumont implique la mise en valeur d'une des plus importantes ressources inexploitées de sulfures de nickel au monde. L'étude de préfaisabilité révisée du Projet Dumont envisage l'exploitation d'une réserve probable de 1,066 milliards de tonnes à une teneur moyenne de 0,27% Ni et une récupération de 45% sur la durée de vie du projet (Source : Rapport technique conforme au Règlement 43-101 sur le projet nickélifère Dumont déposé sous le profil de Royal Nickel Corporation sur SEDAR au : [www.sedar.com](http://www.sedar.com)).

Le projet Dumont sera une exploitation minière conventionnelle avec une fosse à ciel ouvert et une usine de traitement où l'on utilisera des méthodes conventionnelles de forage, de dynamitage, de chargement à l'aide de pelles électriques et de transport du minerai par camion. L'usine de traitement aura un débit de traitement moyen de 50 ktpj au départ, en utilisant un broyeur semi-autogène et 2 broyeurs à boulets pour le broyage, une étape de déschlammage en cyclones, et un circuit de flottation et de séparation magnétique conventionnel, le tout pour produire un concentré de nickel qui renfermera aussi du cobalt. L'usine de traitement a été conçue de façon à pouvoir être agrandie à la cinquième année d'exploitation pour atteindre un débit de 100 ktpj, en dédoublant tout simplement la plupart des composantes de la première usine. De nouveaux équipements

miniers seront également acquis pour permettre d'augmenter d'un niveau équivalent la production minière et possiblement mettre en place un système de trolley.

La clé pour dégager la valeur du Projet Dumont est une caractérisation détaillée de la variabilité minéralogique du gîte et la relation entre celle-ci et la variabilité de la récupération métallurgique. Cette conférence traitera du développement du modèle intégré géologique, minéralogique et métallurgique qui soutient les études de mise en valeur.

Royal Nickel Corporation est une société du secteur des ressources minérales qui se consacre principalement à l'exploration, à l'évaluation, à la mise en valeur et à l'acquisition de propriétés minières de métaux de base et de métaux du groupe du platine. L'actif principal de RNC est le projet nickélifère Dumont qui occupe un emplacement stratégique dans le camp minier établi d'Abitibi, 25 kilomètres au nord-ouest d'Amos, au Québec. RNC a une équipe de direction et un conseil robustes qui comptent plus de 100 ans d'expérience dans le domaine de l'exploitation minière du nickel, accumulée auprès de Inco et de Falconbridge. Les actions ordinaires et les bons de souscription de la société sont négociés à la Bourse TSX sous les symboles RNX et RNX.WT.



## Modèle géologique et implications régionales du projet aurifère Windfall, Abitibi.

Jean-Philippe Desrochers (Eagle Hill Exploration Corporation)

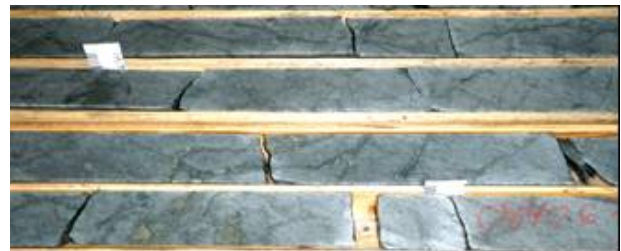
Le projet aurifère de Windfall Lake est situé au cœur de la ceinture de roches vertes Archéennes d'Urban-Barry, en Abitibi. Cette ceinture comprend des unités volcaniques principalement tholéitiques à transitionnelles datées entre 2791 Ma et 2707 Ma. Les unités volcaniques du projet Windfall appartiennent au Membre de Windfall (2718 Ma) de la Formation de Macho et elles sont similaires en âge à celles du cycle volcanique II de la région de Chibougamau (2720-2705 Ma). L'empilement volcanique dans le secteur du projet Windfall est recouvert en discordance angulaire (?) par des roches sédimentaires plus jeunes, et plissées.

Dans la portion centrale de la ceinture d'Urban Barry, les unités volcaniques sont situées dans une zone de chevauchement précoce à pendage faible vers le sud-est. Les unités volcaniques ainsi que la schistosité S1 ont un pendage d'environ 20 degrés vers le sud-est et les polarités stratigraphiques des unités volcaniques s'inversent vers le bas et vers le haut, indiquant la présence de plis à faible pendage. Une seconde phase de déformation correspond à une "schistosité régionale" (S2) et à des zones de cisaillements orientées ENE et à pendage fort vers le nord ou le sud. Le cisaillement de Mazère, qui est spatialement associé aux gîtes d'or de Windfall et de Barry, appartient à cette seconde phase de déformation.

La minéralisation aurifère aux gîtes de Windfall et de Barry est intimement associée aux intrusions porphyriques calco-alcalines. Au gîte de Windfall, la minéralisation aurifère se caractérise par des épaisses zones de pyrite en filonets et disséminées avec des aiguilles de tourmaline qui recoupent les roches volcaniques déformées et certains dykes de porphyres. À certains endroits dans le gisement, des dykes de porphyres recoupent la minéralisation aurifère, ce qui suggère que la minéralisation aurifère est contemporaine aux dykes. Au gîte de Barry, la minéralisation aurifère est associée à des veines d'albite-carbonate-quartz qui recoupent et qui sont recoupées par des dykes porphyriques.

Deux intrusions porphyriques calco-alcalines, la première pré-minérale et l'autre post-minérale, ont été datées au projet aurifère de Barry, situé à 12 km au sud du projet de Windfall (Kitney et al, 2011). Les âges obtenus sont similaires à 2697 Ma et permettent d'invoquer que la minéralisation aurifère est coïncidente avec la mise en place des intrusions porphyriques calco-alcalines. Les relations de recouvrement présentent aux gîtes de Windfall et de Barry suggèrent un lien important entre la minéralisation aurifère et les dykes calco-alcalins. Ces derniers représentent un métallotecte important dans la ceinture d'Urban Barry.

Photo de carottes de forage montrant le stockwork de pyrite au gîte d'or de Windfall.







## Les minéralisations de sulfures massifs volcanogènes (SMV) associées aux roches mafiques en Abitibi.

Benoit Lafrance (CONSOREM)\*

Plus de 90% des roches volcaniques en Abitibi sont mafiques ou ultramafiques mais traditionnellement l'exploration des SMV en Abitibi a toujours été associée aux rhyolites, aux altérations à chlorite-séricite et aux conducteurs géophysiques isolés (type bimodale-mafique). Le projet visait donc à établir le potentiel de découverte, à développer des stratégies d'exploration et à définir des secteurs favorables et des cibles dans les contextes de roches mafiques de l'Abitibi (SMV de type mafique).

La revue du modèle géologique pour le type mafique a permis de faire ressortir les éléments clés permettant d'établir une stratégie d'exploration. Les SMV de type mafique sont associés aux bassins avant, arrière ou intra-arc où domine le volcanisme primitif de source mantellique (N-MORB, tholéiites d'arc et komatiites), à des chambres magmatiques axiales (intrusions mafiques/ultramafiques, avec pourcentage élevé de sills et dykes ; FIGURE 1) et à des altérations à quartz-chlorite.

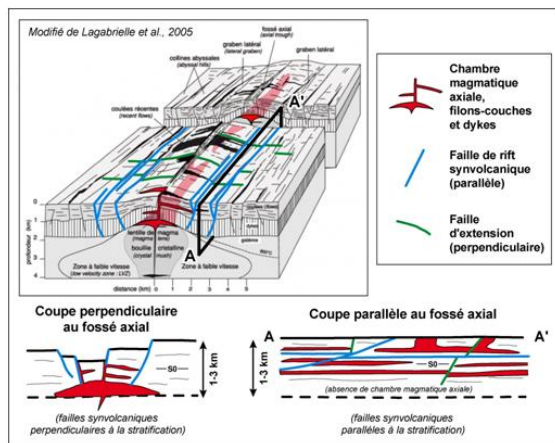


Figure 1. Géométrie des chambres magmatiques axiales, des dykes et des filons-couches associés aux zones de rides océaniques.

La méthode développée pour le ciblage s'effectue à trois échelles différentes. Le contexte d'évolution tectonique, la composition mafique/ultramafique des séquences et la chimie des volcanites ont permis dans un premier temps de produire une carte des unités favorables à l'échelle de l'Abitibi (FIGURE 2). Les secteurs avec un pourcentage élevé d'intrusions, filons-couches et dykes mafiques/ultramafiques ont ensuite été localisés au sein des unités favorables (secteurs favorables ; FIGURE 2) puisqu'ils pourraient représenter des centres d'émissions capables d'engendrer des systèmes hydrothermaux fertiles de haute température (chambre magmatique axiale). Dans un dernier temps, des cibles directes (anomalies MEGATEM ou Input) ont été identifiées en combinant plusieurs couches d'information dans le logiciel MapInfo : la carte des unités favorables, les failles, les intrusions mafiques/ultramafiques, les anomalies Input et les gîtes et indices (tous modifiés de SIGEOM et OGS), les anomalies MEGATEM (SIGEOM, Xstrata et Virginia) et les basaltes silicifiés et chloritisés qui ont été identifiés avec la méthode de bilan de masse par précurseurs modélisés du CONSOREM. L'exercice a permis d'identifier 67 cibles directes pour l'exploration des SMV de type mafique en Abitibi.

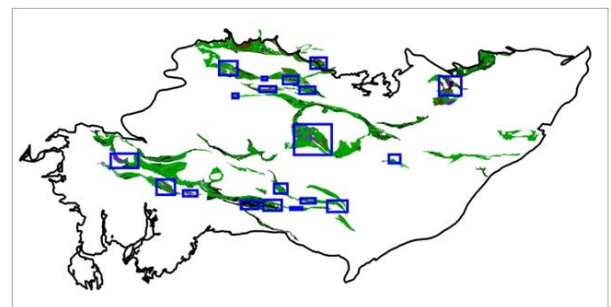
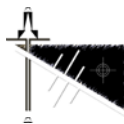


Figure 2. Carte des unités favorables et des secteurs favorables (rectangles bleus) pour l'exploration des SMV de type mafique pour la Sous-province de l'Abitibi (contour noir).

\*Maintenant pour Focus Graphite



## Le gisement Westwood : un possible système magmatique-hydrothermal aurifère archéen.

*David Yergeau (INRS-ETE), Patrick Mercier-Langevin et Benoit Dubé (CGC-Québec), Michel Malo (INRS-ETE), Claude Bernier, Armand Savoie, Nicole Houle et Patrice Simard (IAMGOLD Corporation)*

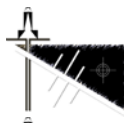
Le gisement Westwood (3,715 Moz d'or) fait partie du camp minier Doyon-Bousquet-LaRonde qui se situe dans la ceinture de roches vertes de l'Abitibi, plus précisément dans la partie orientale du Groupe de Blake River. La minéralisation est encaissée dans les roches volcaniques de la Formation de Bousquet (~2699-2696 Ma) qui forme une mince séquence homoclinale et subverticale d'orientation E-O à sommet vers le sud. La Formation de Bousquet est divisée en un membre inférieur composé de roches volcaniques mafiques à felsiques d'affinité tholéiitique à transitionnelle et un membre supérieur composé principalement de roches volcaniques intermédiaires à felsiques d'affinité transitionnelle à calco-alcaline. La déformation se distribue de façon hétérogène au niveau du camp minier et se caractérise par des couloirs anastomosés d'orientation E-O à fort pendage vers le sud et d'épaisseur métrique à décimétrique fortement déformés tandis que le métamorphisme atteint le faciès amphibolite inférieur.

Le gisement est composé de trois corridors minéralisés distincts soit, du nord au sud, 1) la Zone 2 Extension, 2) le Corridor Nord et 3) le Corridor Westwood. La Zone 2 Extension est caractérisée par des veines aurifères centimétriques à décimétriques de quartz riches en pyrite contenant localement de la chalcoppyrite et plus rarement de la sphalérite. Le Corridor Nord est caractérisé par des veines aurifères centimétriques à décimétriques de quartz riches en sulfures de fer et de métaux de base ainsi que par des « veines » de sulfures semi-massifs à massifs. L'enveloppe de ces deux corridors est légèrement discordante par rapport à la stratigraphie et la foliation principale. Finalement, le Corridor Westwood est composé de zones de remplacement et de lentilles concordantes de sulfures semi-massifs à massifs aurifères.

La diversité des types de minéralisation du gisement Westwood est unique à l'intérieur du camp minier Doyon-Bousquet-LaRonde. Les veines de la Zone 2 Extension sont similaires aux minéralisations qui ont été exploitées historiquement à la mine Doyon à l'ouest du gisement Westwood et qui sont interprétées comme étant génétiquement reliées à la mise en place du pluton synvolcanique de Mooshla. Les veines du Corridor Nord ont un patron d'altération similaire aux minéralisations du Corridor Westwood et sont interprétées comme étant soit : 1) un système hydrothermal de type VMS n'ayant pas atteint sa pleine maturité, 2) une zone de griffon sous-jacente au corridor Westwood ou 3) un style de minéralisation hybride entre les veines de type Doyon et les sulfures massifs volcanogènes riches en or. Le Corridor Westwood est, pour sa part, composé de sulfures semi-massifs à massifs similaires à plusieurs égards aux minéralisations des gisements LaRonde Penna et Bousquet 2 – Dumagami plus à l'est.

L'étude approfondie de l'environnement de formation et des contrôles géologiques et structuraux des différents types de minéralisation présents à Westwood permet de tester l'hypothèse d'un continuum métallogénique entre les minéralisations filoniennes aurifères associées aux intrusions synvolcaniques polyphasées et les sulfures massifs volcanogènes aurifères à l'archéen. Ce type de continuum métallogénique est bien documenté dans d'autres environnements géologiques plus jeunes (p.ex. les systèmes épithermaux-porphyriques télescopés). Cette étude va finalement contribuer à améliorer les modèles d'exploration pour ces types de gisement d'or.





## Le Corridor métallifère de Lebel-sur-Quévillon, Abitibi.

Stéphane Faure (Consorem)

Le secteur de Lebel-sur-Quévillon localisé au centre de la Sous-province d'Abitibi présente plusieurs caractéristiques géologiques particulières qui en font un lieu propice à plusieurs environnements de minéralisation. Ce secteur est localisé dans un segment de roches vertes orienté NE peu commun en Abitibi et il est le lieu de rencontre de plusieurs structures majeures comme la Faille de Cameron, la Faille de Casa Berardi et la Faille de Lamarck-Wedding. Il comprend des rhyolites dites fertiles à l'égard des minéralisations SMV et une panoplie d'intrusions allant des tonalites synvolcaniques aux intrusions alcalines tardives (syénites, carbonatites, kimberlites).

Suite à la découverte en 1989 du gisement Grevet (aujourd'hui Mine Langlois : 1,9 Mt Zn produites et en réserves et ressources), plusieurs compagnies ont entrepris des travaux d'exploration dans la région de Lebel-sur-Quévillon. Les résultats de plusieurs de ces travaux, notamment par des entreprises aujourd'hui membres du Consorem, n'ont jamais été rendus publics. Un des objectifs du projet a été d'intégrer sur des couches interrogeables et uniformisées cette grande quantité d'information géologique et géophysique conservée sur d'anciens supports numériques et éparpillée dans différents projets ou cataloguée par canton. En intégrant ces nouvelles informations à celles du Sigeom et en utilisant les récents levés MEGATEM, un nouveau modèle cartographique haute résolution est présenté pour cette région à fort potentiel. L'information rattachée aux descriptions d'affleurements et de forages, de même que l'entraînement des conducteurs géophysiques et les traces de S0 et S1 ont permis de mieux préciser les couloirs de déformation connus et d'en reconnaître une dizaine de nouveaux. Le couloir de Lamarck-Wedding a été précisé avec une largeur variant entre 2 et 4 km. Il traverse sinueusement l'ensemble du secteur selon une orientation NE-SO, ce qui en fait l'unique faille majeure en Abitibi avec une telle attitude.

Des cibles à différentes échelles ont été générées pour des minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes (SMV) et d'or orogénique. Pour l'exploration des SMV, des arguments basés sur l'affinité géochimique et la fertilité des roches volcaniques et intrusives felsiques, les signatures géophy-

siques, l'assemblage et les textures volcaniques, de même que la reconstruction paléo volcanique ont permis de proposer des extensions et des équivalents à la séquence volcanique fertile de la mine Langlois, notamment vers l'ouest et au sud et sud-ouest du pluton synvolcanique différencié de Mountain. Plusieurs cibles zonales/locales ont par la suite été identifiées dans ces domaines volcaniques favorables en comparant la position de conducteurs Megatem isolés avec des gains et des pertes de masses en certains éléments connus comme étant mobiles et proximaux de systèmes hydrothermaux volcanogènes. Le secteur entre les mines Gonzague-Langlois et Coniagas semble également fertile notamment du fait de la présence probable de nouveaux plutons synvolcaniques auparavant interprétés comme syntectoniques. Des volcanites felsiques sont présentes dans cette région, mais le niveau de connaissance sur leur fertilité géochimique est très faible. La reconstitution paléo-volcanique a permis de proposer deux cycles d'ouverture de bassins volcaniques, soit vers 2718-2714 Ma avec un ou des bassins volcaniques d'affinité transitionnelle et les sulfures massifs de Langlois, et possiblement vers 2720-2722 Ma avec au moins deux bassins d'affinité calco-alcaline orientés NE-SO parallèlement à la Faille Lamarck-Wedding, et corrélés aux minéralisations d'or volcanogène de Géant Dormant. Cette faille aurait donc eu un contrôle important très tôt dans l'histoire volcanique du secteur.

De nouveaux couloirs de déformation expliquent des minéralisations d'or connues, mais dont les relations avec une structure régionale n'étaient pas proposées. La surface occupée par ces couloirs devient une cible de choix pour les minéralisations aurifères orogéniques. À partir de descriptions de terrain (affleurement ou forage), 6 nouvelles syénites ( $\geq 1$  km<sup>2</sup>) et près d'une vingtaine de petits corps syénitiques ( $< 1$  km<sup>2</sup>) ont été reconnus à l'échelle de la région. La majorité des syénites sont associées spatialement aux couloirs de déformation, en particulier la Faille Lamarck-Wedding et ses subsidiaires.