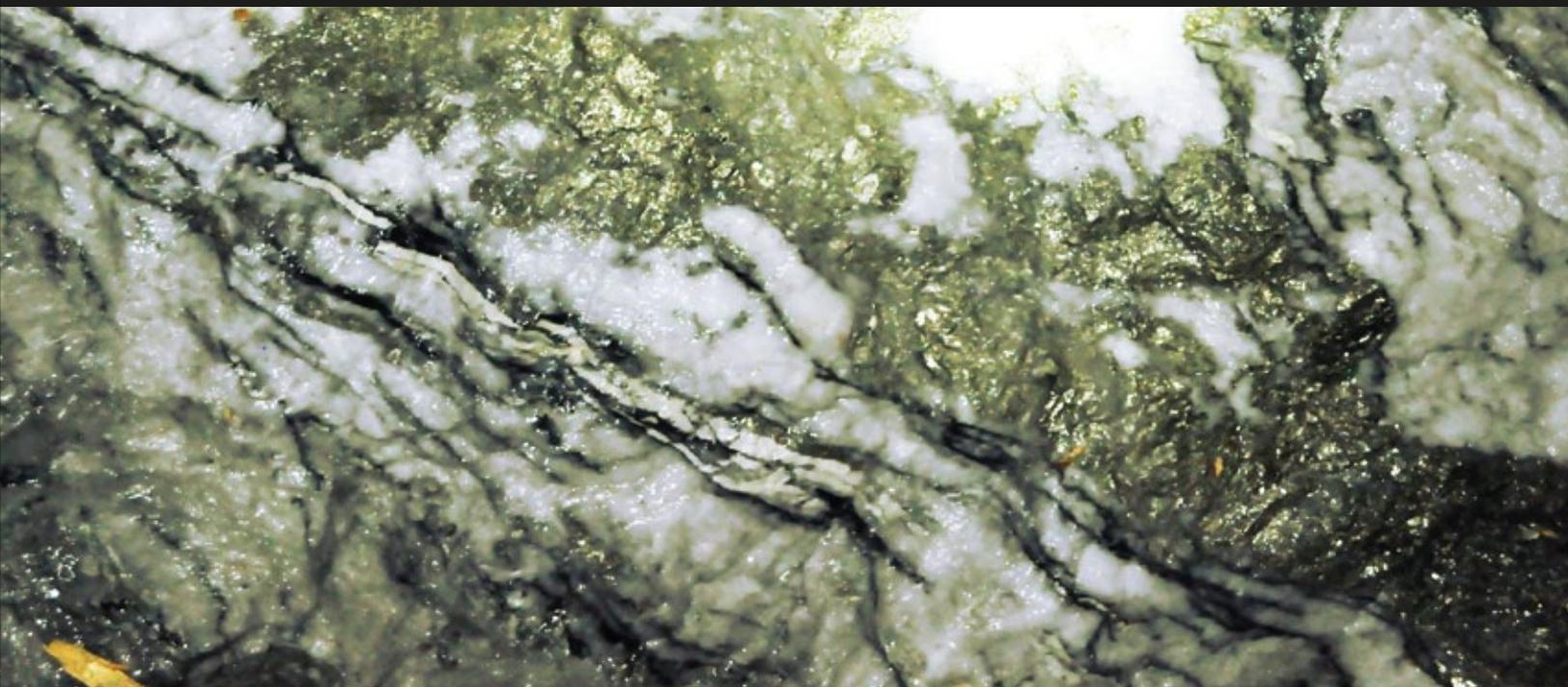
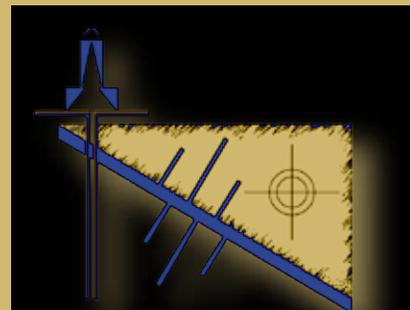


9^e FORUM TECHNOLOGIQUE

CONSOREM - DIVEX

20 septembre 2011

*Hôtel des Gouverneurs,
Rouyn-Noranda*



RECUEIL DES RÉSUMÉS



Mot du président

C'est avec plaisir que nous vous souhaitons la bienvenue à ce 9e 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 1) de projets CONSOREM qui ne sont plus sous le couvert de la confidentialité, 2) de projets réalisés dans le cadre du réseau de recherche universitaire DIVEX et 3) de projets d'entreprises et d'organisations partenaires du CONSOREM.

Le Consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM) est une structure de recherche appliquée qui œuvre dans le domaine de l'exploration minérale sur tout le territoire du Québec. Il s'agit d'un partenariat de recherche précompétitive qui allie industrie, gouvernements et universités. De ce fait, il représente un lieu de synergie unique entre différents acteurs de l'exploration minérale faisant le pont entre les besoins industriels en R&D et la recherche universitaire. En plus de concevoir et de développer des technologies innovantes, le CONSOREM s'applique à transférer et implanter les résultats des projets de recherche vers l'industrie par la confection d'outils qui favorisent le succès de l'exploration minérale.

Le réseau de recherche universitaire DIVEX réunit les chercheurs et les étudiants des universités québécoises oeuvrant dans le domaine de la métallurgie et des ressources minérales. Il regroupe une trentaine de chercheurs en sciences de la terre possédant l'objectif commun de soutenir et de dynamiser la R&D des universités québécoises dans le domaine de l'exploration minérale.

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.

Bon Forum à tous

Pierre Bertrand

Président du CONSOREM



Résumés des conférences

Les gisements d'or le long de la zone de déformation Larder Lake-Cadillac en Ontario

Bruno Lafrance

(CONFÉRENCIER INVITÉ, Université Laurentienne), **Ispolatov, V.** (Barrick Gold Corp.),

Jian Zhang, (University of Hong Kong), **Dubé, Benoît** (Commission Géologique du Canada).

Plusieurs mines et gisements d'or sont encaissés dans le couloir de déformation de Larder Lake – Cadillac (CDLLC) de la Sous-province de l'Abitibi en Ontario. La géologie le long du CDLLC consiste en des roches tholéitiques et komatiitiques de l'assemblage du Tisdale (2710-2704 Ma). Ces roches volcaniques sont en discordance stratigraphique sous les grès, conglomérats, et laves et intrusions alcalins de l'assemblage du Timiskaming (2676-2670 Ma). De l'est à l'ouest, ces anciennes mines, parmi lesquelles plusieurs sont ou seront bientôt de nouveau en production, incluent les mines Kerr-Addison et Armistice (McGarry) à Virginiatown, les mines Cheminis et Oméga à Larder Lake, les mines McBean, Anoki, et Upper Canada à Dobie, et la mine Young-Davidson à Matachewan. Plusieurs styles de minéralisation aurifères sont présents. Les mines Kerr-Addison, Cheminis, et Armistice comportent trois principaux styles de minéralisation : (1) pyrite disséminée associée à des roches volcanique tholéitiques riches en fer («flow ore»), (2) veines de quartz-carbonates encaissées dans des roches komatiitiques altérées en carbonate et fuchsite («green carbonate ore»), et (3)

veines de quartz-carbonates entourées par des zones altérées en séricite, carbonate, arsénopyrite, et pyrite. Ces trois styles de minéralisation se sont mis en place lors d'un épisode précoce de charriage du sud vers le nord lors du développement de la foliation principale dans le CDLLC. Le style de minéralisation à la mine Upper Canada est différent. La minéralisation en or est dans un porphyre et des tufs alcalins de l'assemblage du Timiskaming où elle est associée à une zone étendue d'altération en albite-quartz-carbonate-séricite à faible teneur en or, sur laquelle se superposent des zones de déformation intense à teneur plus élevée en or. Cette minéralisation est semblable au type de sulfures disséminés associés à des syénites décrits par Robert (2001). La minéralisation à la mine Young-Davidson, qui est située dans le segment ouest du CDLLC, est également associée avec une intrusion de syénite. Cette minéralisation est par contre plus tardive et est associée à une réactivation de décrochement dextre du CDLLC. Ces exemples montrent que plusieurs styles de minéralisation de différents âges coexistent le long du CDLLC.



Les gisements aurifères de Francoeur et Wasamac : un système aurifère atypique d'envergure régionale.

Martin Perron et Daniel Adam (Mines Richmont).

La propriété Francoeur, dans la région de Rouyn-Noranda, fait l'objet d'exploration minière depuis les années 20. La mine Francoeur a connu des phases de production de 1938 à 1947, 1968 à 1971 ainsi que de 1991 à 2001. Elle vise une réouverture officielle au premier trimestre de 2012 lors de la mise en production de la Zone Ouest.

Le gisement Francoeur est inclus dans la zone de cisaillement Francoeur-Wasa. Il est constitué de multiples injections de dykes porphyriques d'affinité syénitiques, peu à pas minéralisés, auxquels se greffe un système d'altération hydrothermal aurifère au cœur d'une mylonite. Les dykes peuvent être présents hors de la zone de faille, mais tout en étant anormaux en contenu aurifère, ils sont généralement sub-économiques. L'altération hydrothermale aurifère est essentiellement une paragenèse Albite-Pyrite avec une hématite plus forte dans la Zone Ouest que dans les autres zones exploitées précédemment à Francoeur.

Un nouveau modèle génétique basé sur les récentes observations effectuées sous terre sera proposé.

La propriété Wasamac est localisée à environ 7 km à l'est de Francoeur. L'ancienne mine Wasamac a été exploitée de 1965 à 1971 avec une production de 1.9 Mt à 4.15 g/t Au, elle a fermé en raison de difficultés économiques. Le style de minéralisation est semblable à celui du gisement de Francoeur, la teneur moyenne en or est plus faible, par contre, l'épaisseur

des zones minéralisées est beaucoup plus importante. Avec l'augmentation du prix de l'or, Mines Richmont a repris en 2010 l'exploration de cette propriété.

Le gisement de Wasamac est encaissé dans la zone de cisaillement de Wasa, une structure ductile est-ouest avec un pendage d'environ 50 degrés vers le nord. La minéralisation aurifère est reliée à des zones d'altération avec principalement albite, pyrite, carbonate, séricite et hématite.

A la fin de l'année 2010, les ressources mesurées et indiquées du projet Wasamac étaient de 5 Mt à une teneur de 2.5 g/t et les ressources présumées de 11.5 Mt à 2.8 g/t. Le forage réalisé en 2011 continue de donner de bons résultats et une étude économique préliminaire est prévue pour le début de 2012.

Ces ressources sont définies à l'intérieur de quatre grands panneaux dans la zone de cisaillement. Il semble que la minéralisation aurifère soit en partie spatialement associée à des dykes felsiques porphyriques de couleur rouge. Il reste beaucoup de travail à faire pour bien comprendre la chronologie de la mise en place et de la déformation de ces dykes dans la zone de cisaillement, quel rôle ils ont joué dans la circulation des fluides hydrothermaux et le piégeage de la minéralisation de cet important système aurifère.



Les gisements aurifères filoniens du pluton de Bourlamaque, Val d'Or, Abitibi : synthèse structurale et apports de la datation $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$

Jérémy Lemarchand et **Alain Tremblay** (UQAM), **G. Ruffet** (CNRS), **Claude Gobeil** (Corporation Minière Alexis). Projet Divex.

Les âges $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de différents gisements d'or orogénique de la région de Val d'Or varient de ~2630 à ~2510 Ma. Les âges U/Pb, majoritairement antérieurs à 2690 Ma, sont localement compatibles avec les âges $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. L'interprétation de ces âges reste controversée. Deux types de gisements aurifères orogéniques sont répertoriés dans le camp minier de Val d'Or : (1) des veines « précoces » à quartz-carbonates-chlorite (>2696 Ma), et (2) des veines « tardives » à quartz-tourmaline (<2680 Ma). Ces dernières sont abondantes dans le pluton de Bourlamaque, une intrusion synvolcanique datée à 2700 ± 1 Ma par U/Pb sur zircon, et sont exposées dans les gisements Sullivan, Dumont, Lac Herbin, Ferderber, Beacon 2, Wrightbar et Beaufor. Les veines sont typiquement encaissées dans des zones de cisaillement ductiles E-O, à fort pendage vers le sud, résultant d'épisodes structuraux et hydrothermaux contemporains de la zone tectonique de Cadillac, une faille régionale majeure ayant drainé les fluides aurifères vers des structures de 2nd et 3^{ième} ordre, ces dernières encaissant les principales minéralisations. Les minéralisations à l'intérieur du pluton de Bourlamaque s'organisent selon un réseau compatible avec un modèle de type Riedel centré sur des structures à fort pendage. Au Lac Herbin, les veines aurifères sont principalement encaissées par ces structu-

res à fort pendage, tandis que celles de la mine Beaufor sont majoritairement encaissées par les cisaillements à pendage modéré, suggérant une activité hydrothermale plus importante qu'au Lac Herbin. Plusieurs structures stériles à pendage nord ont été reconnues et interprétées comme un épisode structural post-minéralisation (failles Lac Herbin Sud, Beacon, Beaufor et la Zone «K», respectivement décrites dans les gisements Lac Herbin, Beacon 2, Beaufor et Sullivan).

57 échantillons ont été datés par $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Les âges $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ sur amphiboles des facies non déformés du pluton atteignent 2690 Ma et sont compatibles avec l'âge U/Pb de cristallisation de l'intrusion. Les âges sur micas blancs des mylonites et veines de quartz minéralisées associées (gisements Lac Herbin et Beaufor) montrent des âges de haute température autour de 2600 Ma, distincts de l'âge interprété du pic métamorphique (ca. 2660-2680 Ma), avec des reprises/perturbations entre ca 2515 et 2560 Ma. Certaines perturbations des veines de quartz sont parfaitement compatibles avec le fonctionnement des mylonites et l'âge systématiquement plus jeune des mylonites témoigne de la poursuite du fonctionnement de ces dernières après la mise en place des veines.



Modélisation de la dynamique sismique archéenne de la Faille Cadillac : implications sur la genèse des gisements aurifères orogéniques

Silvain Rafini et Stéphane Faure (CONSOREM). Projet Consorem.

Des modélisations numériques ont été réalisées sous *UDEC (Universal Distinct Elements Code)* dans le but de simuler les séismes s'étant produits à l'Archéen sur la portion québécoise de la faille Cadillac, ayant provoqué la migration des fluides hydrothermaux impliqués dans la mise en place des gisements. Selon un postulat inspiré par l'observation des failles actuelles analogues au système Cadillac, les fluides hydrothermaux sont drainés au cours du cycle sismique depuis des sources crustales profondes vers des failles de deuxième et troisième ordre au sein de zones de dommage cosismique situées dans l'environnement de la faille principale (distances typiquement inférieures à 10 km). Ces zones sont marquées par l'augmentation et le maintien de la perméabilité structurale suite à un séisme majeur, et constituent ainsi les secteurs propices à la décharge et à la précipitation des fluides hydrothermaux conduisant à la formation de gisements. Les zones de dommage peuvent être identifiées géographiquement en modélisation numérique suivant la théorie des *aftershocks*, mise au point en sismologie afin d'étudier l'aléa sismique des failles actuelles. La méthode consiste à calculer les variations en chaque point du potentiel de rupture selon le critère de Coulomb, consécutives à l'occurrence d'un séisme. Les zones de dommage correspondent aux régions marquées par une variation positive, autrement dit une aptitude accrue à la rupture, une augmentation de l'aléa sismique et une concentration des répliques sismiques. Cette théorie est appliquée depuis deux décennies en sismologie sur les failles majeures contemporaines. Son extension à l'exploration aurifère constitue une approche très novatrice, développée avec succès dans la ceinture de roches vertes Australienne.

Les modèles réalisés reproduisent l'activation dextre du système Cadillac reconnu comme étant synchrone

d'un épisode majeur de minéralisation aurifère tardi-orogénique, conformément aux observations effectuées sur plusieurs gisements des camps miniers de Val d'Or, Malartic et Rouyn-Noranda. Les modélisations régionales montrent une excellente corrélation spatiale entre les gisements et les zones de dommage générées par des séismes ($M = 7 - 7.5$) récurrents sur certains tronçons E-W de la faille. Ces résultats élucident la distribution hétérogène des gisements majeurs aux abords du couloir et leur regroupement en *clusters* correspondant aux camps miniers connus : ces *clusters* sont dus à une dynamique sismique archéenne conditionnée par une très forte structuration antérieure causant la récurrence du blocage de la propagation sismique sur certains points structuraux où la faille est plissée, décalé et/ou ramifiée. Ces blocages répétitifs permettent la reproduction d'un même schéma de migration de fluides minéralisateurs et l'accumulation des volumes de fluides pharaoniques requis pour la formation de gisements de rang mondial. Ceci est particulièrement bien corroboré par les nombreuses observations de terrain attestant de l'atteinte répétée de très fortes pressions de fluide associée aux processus de minéralisation (textures *crack-and-seal* sur des veines minéralisées). Les modèles de zone de dommage à l'échelle du camp minier de Val d'Or confirment cette association spatiale entre les gisements aurifères majeurs et les secteurs prédits d'occurrence de répliques sismiques. Il est démontré que la présence de failles de deuxième et troisième ordre au sein des zones de dommage, et orientées favorablement vis-à-vis de celles-ci, à proximité de points structuraux permettant le blocage sismique est un critère d'exploration très pertinent et novateur.



Detour Lake : Discovery of a world-class gold deposit in Ontario

Gerald Panneton, Pat Donovan and Roger Aubertin (Detour Gold Corporation).

The Detour Lake gold project is located in northeastern Ontario, approximately 300 km northeast of Timmins, within the Abitibi greenstone belt in the northwestern portion of the Archean Superior Province. Historically this greenstone belt has produced approximately 180 million ounces of gold, largely from narrow vein underground mining. The Detour Lake project is a site of extensive past exploration since 1974, as well as underground and limited open pit mining activity from 1983 to 1999. During this period, it produced 1.8 million ounces of gold. Underground mining focused on narrow vein conventional shrinkage and mechanized longhole stoping.

After acquiring the property in January 2007, Detour Gold Corporation initiated a comprehensive drill campaign to define the potential for a large, open pitable, low-grade gold deposit. From 2007 to present, Detour Gold has completed over 500,000 metres of diamond drilling. A technical report completed in March 2011 defined an open pit mineral reserve of 14.9 million ounces of gold, which is Canada's largest undeveloped gold reserve. The Detour Lake project is currently in development and infrastructure construction of the mine facilities started at year-end 2010, after all the necessary Provincial regulatory permits were received. Gold production is expected to commence in early 2013.

The Detour Lake gold deposit is located within the northwestern portion of the Superior Province of the Archean Canadian Shield of the Abitibi greenstone belt. Supracrustal rocks within the Detour Lake area comprise a thick 2730-2724 Ma sequence of mafic to ultramafic volcanic rocks, referred to as the Deloro Assemblage, in structural contact to the south with the younger 2690-2685 Ma Porcupine sedimentary rock assemblage. The contact between the Deloro and the Porcupine is characterized by a regional scale thrust zone, referred to as the SLDZ, which can be traced over a distance of more than 20 kilometres. The structures of the SLDZ are spatially related to the gold mineralization observed in the Detour Lake. The bulk of the gold mineralization is found in the hanging wall of the SLDZ, which is associated with a stockwork of auriferous quartz veins that splay from a flexure along the deformation corridor. The mineralization forms a 200-350 metres wide auriferous corridor defined over 3 kilometres along the strike of the mafic metavolcanic assemblage, from surface to at least 1,000 metres depth. The richest gold mineralized zones are commonly associated with quartz veins with a strong biotite alteration and local zones of pyrrhotite-chalcopyrite-pyrite-gold enrichment formed during the deformation of the quartz vein system.



La propriété Cadillac Extension : un potentiel de minéralisation à Cu-Zn-Ag-Au dans la Province du Grenville

Ronan Deroff (Ressources Cartier).

La propriété Cadillac Extension, un projet de la compagnie Ressources Cartier inc., est située à environ 115 kilomètres à l'est de Val-d'Or. Son acquisition a eu lieu au début de l'année 2010 suite aux résultats du levé de till régional réalisé dans la région des réservoirs hydrographiques Gouin et Cabonga. Trois zones favorables ont été découvertes : deux zones à potentiel aurifère (13,6 g/t Au) et une autre à métaux de base.

La propriété Cadillac Extension se situe dans le domaine Parautochtone de la Province du Grenville. Les roches sont déformées, portées à haut grade métamorphique (faciès amphibolite) et pourraient représenter l'équivalent des roches au faciès schiste vert de la ceinture de l'Abitibi (Birkett *et al.*, 1991; Ciesielski, 1988;1991;1992; Moorhead *et al.*, 1991).

La majorité des unités lithologiques est caractérisée par des paragneiss (métasédiments) et en plus faible proportion par des amphibolites, des gneiss mafiques et quartzofelsapthiques (métavolcanites mafiques et felsiques). Ces derniers sont quasiment tous supportés par des hauts magnétiques et des anomalies électromagnétiques.

Le potentiel majeur de la propriété est sans conteste le gîte polymétallique Langlade, découvert par la compagnie Cominco en 1991. La zone minéralisée correspond à un assemblage à grains grossiers de sphalérite-chalcopryrite-pyrrhotite-pyrite-galène disséminée à semi-massive. La minéralisation serait coïncée au contact entre des gneiss quartzofeldspathiques (hangingwall) et des gneiss intermédiaires (footwall). Cette lentille sulfurée est plissée dans la charnière d'un synforme isoclinal d'ampleur régionale à pendage est sud-est. La lentille est auréolée d'une intense zone altérée à biotite et/ou phlogopite, gédrite, grenat, gahnite et aluminosilicates. Cette altération est interprétée comme étant l'équivalent métamorphique d'une cheminée d'altération hydrothermale pré-métamorphique liée à la mise en place de l'amas sulfuré (Girard et Moorhead, 1994).

Les récents travaux de Ressources Cartier inc. (été 2011) ont mis en avant quatre zones à haut potentiel en Cu, Zn, Ag et Au.

La première est constituée de sphalérite-pyrite-chalcopryrite-pyrrhotite massive et a rapporté :

- 3,0% Cu, 10,1% Zn, 59 g/t Ag / 3 m, incl. 5,7% Cu, 13,5% Zn, 81 g/t Ag / 1 m

La deuxième zone minéralisée est sous la forme de chalcopryrite-pyrite-pyrrhotite disséminée et a obtenu :

- 1,6% Cu, 48 g/t Ag / 21 m incl. 2,2% Cu, 47 g/t Ag / 14 m

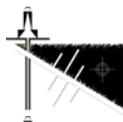
La troisième lentille sulfurée se compose de chalcopryrite-sphalérite-pyrite-pyrrhotite semi-massive à disséminée et a rapporté :

- 3,0% Cu, 1,6% Zn et 84 g/t Ag / 10 m
- 1,0% Cu, 80 g/t Ag / 32 m incl. 1,5% Cu, 100 g/t Ag / 19 m (Zn en attente)

La quatrième et dernière zone est très peu minéralisée (<5% sulfures), mais très altérée en gédrite-biotite/phlogopite-grenat et montre des teneurs anormales en or, argent, plomb et bismuth :

- 0,9 g/t Au, 109 g/t Ag / 7 m
- 6,6 g/t Au, 237 g/t Ag, 0,6% Pb, 0,6% Bi / 1 m
- 3,4 g/t Au, 124 g/t Ag, 0,3% Pb, 0,2% Bi / 2 m

Les excellents résultats en rainure couplés à une cartographie structurale détaillée et un modèle 3D serviront d'outils de base pour la planification des prochains forages.



Une nouvelle méthode de calcul des bilans de masse pour caractériser l'altération associée à l'or dans les roches sédimentaires clastiques

Sylvain Trépanier (CONSOREM). Projet Consorem.

Les bilans de masse constituent une méthode efficace de caractériser l'altération hydrothermale. Toutefois, la principale difficulté dans leur utilisation est le choix d'un précurseur frais approprié. Ce problème est particulièrement important dans les séquences sédimentaires, puisque la composition du précurseur est susceptible de changer d'un lit à l'autre. En présence d'altérations superposées aux variations de faciès sédimentaires, l'identification du précurseur peut être très difficile. Pour calculer des bilans de masse dans les roches sédimentaires, il faut donc une méthode lithogéochimique pour aider l'identification des précurseurs.

Les travaux de Fralick et Kronberg (1997) fournissent une base théorique pour faciliter l'identification d'un précurseur en contexte sédimentaire. Ces travaux servaient à l'origine à caractériser la source des sédiments mais ont été adaptées ici pour le calcul de bilans de masse. Le principe est d'utiliser des éléments chimiquement peu mobiles (Al, Ti, Zr) mais qui ont des comportements différents lors du fractionnement hydraulique d'une source sédimentaire. L'aluminium et le titane sont concentrés dans les argiles, alors que le zirconium est plutôt concentré dans les fractions sableuses. Comme Al et Ti sont chimiquement peu mobiles, toute altération chimique de la roche affecte peu le ratio entre ces deux éléments. Le rapport Al/Ti reflète la composition moyenne de la source (felsiques vs intermédiaires vs mafiques). Les rapports Zr/Ti ou Zr/Al sont également constants durant les processus chimiques. Ces ratios donnent une indication de la proportion de sable par rapport à l'argile dans le précurseur sédimentaire. L'information de ces deux ratios peut être combinée sur un diagramme Ti/Zr vs. Al/Zr.

Ces ratios permettent de classer rapidement une banque de roches sédimentaires en groupes selon la source (mafique vs. felsique) et la composition (sable vs. silt. vs argile) du précurseur. Ces groupes représentent alors des roches sédimentaires de précurseurs semblables. Pour réaliser des bilans de masse, il faut ensuite choisir un précurseur frais pour chacun des groupes ainsi identifiés. Ce choix se fait selon des critères géologiques (ex: échantillons éloignés de minéralisation ou observés frais).

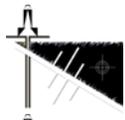
La méthode a été testée sur le gisement Joanna de Mines Aurizon, un gisement d'or disséminé encaissé dans des roches métasédimentaires clastiques. Trente échantillons du forage JA-08-307 recoupant la minéralisation des zones Hosco-N et S ont été analysés, ainsi que trois autres échantillons provenant de forages plus éloignés de la minéralisation. L'examen des diagrammes d'éléments immobiles montre que les roches métasédimentaires de Joanna sont issues d'une source uniforme et sont très semblables à celles des autres grands bassins du Supérieur, et que la plupart sont des métagraywackes (peu de métapélites). Les deux zones minéralisées montrent des signatures d'altération différentes. La zone Hosco-N est caractérisée par des gains en K, Si, S et Mg et des pertes en Ca. La zone Hosco-S montre une signature avec gains très forts en Si et des gains alternés en K-Na, des gains en Mg, CO₂, S et des pertes en Ca. L'altération se poursuit sur au moins 30m dans le mur et le toit des zones minéralisées. Une étude plus complète serait nécessaire pour caractériser la taille exacte de l'enveloppe d'altération.



Dîner gracieusement offert par



MERCI!



Reconnaissance de failles synvolcaniques majeures dans le camp minier de Matagami, Abitibi.

Stéphane Faure (CONSOREM). Projet Consorem.

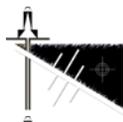
Le camp minier de Matagami est le second district zincifère archéen en importance au monde après Kidd Creek (Timmins, Ont.) avec 5,3 Mt de Zn produites et en réserves. Une des difficultés dans ce camp pour l'exploration et la reconstitution géologique est le manque d'affleurements et la polarisation des travaux d'exploration autour des infrastructures minières. Le traitement de levés géophysiques hautes résolutions, l'analyse d'une grande banque de données géochimiques, et la distribution spatiale des rhyolites, des intrusions mafiques, et de l'altération associée aux sulfures massifs volcanogènes (SMV) ont permis de démontrer que les 18 gisements de SMV sont contrôlés par des failles synvolcaniques d'envergure régionale.

La principale unité de rhyolites hôte des minéralisations, la Formation de Lac Watson, est présente à l'intérieur de trois segments de 20 km de longueur par moins de 2 d'épaisseur. Le segment E-O du Flanc Nord et celui NO-SE du Flanc Sud sont définis par rapport à un hypothétique anticlinal (l'anticlinal de Galinée) passant au centre du pluton synvolcanique mafique de la Rivière Bell. Le Flanc Ouest correspond à un autre horizon de rhyolites orienté NO-SE situé à 15 km à l'ouest du Flanc Sud. Traditionnellement, le modèle d'exploration a été de relier ces flancs et les horizons de rhyolites entre eux par plissement et au sein d'un même horizon repère. Dans ce modèle, les flancs Sud et Ouest étaient reliés en profondeur ouvrant ainsi tout un secteur à l'exploration. Il est proposé dans une nouvelle architecture volcanique que les flancs Nord, Sud et Ouest sont des entités distinctes représentant des failles synvolcaniques de bordures de grabens et/ou de calderas.

Le Flanc Sud, à pendage modéré (20-50°) vers le SO, est très peu déformé ce qui permet de reconstituer en partie l'architecture synvolcanique. Des failles synvolcaniques de premier et second ordre ont été identifiées. Ces failles sont soulignées par l'alignement des sulfures massifs, des changements

abrupts dans l'attitude de la Tuffite Clef, des arrêts ou des changements d'épaisseur d'unités rhyolitiques, de la démagnétisation, et de l'altération volcanogène. Cette altération, caractérisée par une nouvelle méthode de bilans de masse sur précurseurs modélisés, montre un lessivage des alcalins à la base de l'empilement volcanique et un enrichissement en fer au sommet, autour des sulfures massifs et le long de failles les reliant. L'étude des gisements en sections montre que les cheminées d'altération sont systématiquement subverticales indépendamment de l'attitude de la stratification. Cette constatation suggère que l'empilement felsique le long du Flanc sud aurait subi une série de basculements avant la mise en place des SMV. Des comparaisons avec des modèles morphobathymétriques de volcans sous-marins récents, analogiques et conceptuels permettent de croire que tout comme le Flanc Sud, les flancs Nord et Ouest plus déformés sont des failles de bordures de calderas sous-marines.

L'interprétation des levés aéromagnétiques et gravimétriques au sol permet de souligner la présence d'une structure majeure d'orientation NO située à mi-chemin entre les flancs Sud et Ouest. Cette structure est constituée d'un corridor de dykes et de petites intrusions dioritiques magnétiques. Elle est interprétée, avec le Flanc Ouest, comme un des deux conduits nourriciers de l'intrusion intermédiaire synvolcanique de McIvor. Il s'agit d'une structure synvolcanique majeure délimitant à l'est deux probables intrusions mafiques enfouies dont la signature gravimétrique est similaire au complexe synvolcanique de la Rivière Bell. Cette structure supporte l'idée d'une zone en extension centrale de type graben. La faille du Flanc Ouest est recoupée au Nord par un bassin synvolcanique linéaire et étroit (3 à 10 km par plus 100 km de longueur) orienté E-O et fortement magnétique, à l'intérieur duquel sont documentés en forage des volcanites felsiques calco-alcalines, des sulfures massifs, et des niveaux d'exhalites (tuffite).



Travaux de modélisation géologique du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune sur le camp minier de Matagami.

Olivier Rabeau (MRNF), **Pierre Pilote** (MRNF), **Kenneth Williamson** (MRNF), **Pierre Boszczuk** (Coffey Mining), **Patrice Roy** (MRNF), **Hanafi Hammouche** (MRNF) et **Pierre Rhéaume** (MRNF).

Le camp minier de Matagami est reconnu pour sa richesse en gisement de type sulfures massifs volcanogènes (Lacroix, 1998). Des travaux de cartographie visant à effectuer la révision de la géologie du secteur ont été entrepris par le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) en 2008 (Hammouche et al., 2008; Rhéaume et al., 2009; Pilote, 2010). Ceux-ci ont été finalisés par une année consacrée à un travail de synthèse à l'échelle du camp minier (Pilote et al., 2011). Ces travaux sont effectués en partenariat dans le cadre du projet Divex-CONSOREM avec la participation de compagnies minières actives dans le secteur : XStrata Zinc, Donner Metals, SOQUEM et Ressources Breakwater. En parallèle aux travaux de cartographie, des travaux de modélisation géologique ont été entrepris. Les projets de modélisations géologiques 3D avaient comme objectifs principaux de raffiner la compréhension en profondeur du camp minier et d'intégrer les bases de données disponibles afin de les confronter aux interprétations locales.

En premier lieu, des travaux d'inversion des données gravimétriques non-contraintes et contraintes (Boszczuk et al., 2011) ont été effectués à l'aide de la nouvelle géologie, de mesures de densité et d'estimation de la densité à l'aide de la géochimie validée par statistique (fig.1). Ces travaux effectués à l'échelle du camp minier avaient comme objectif spécifique d'identifier les extensions potentielles en profondeur des horizons felsiques. La combinaison des deux types d'inversion a permis d'interpréter de façon préliminaire l'architecture générale du camp minier et s'est révélée pertinente dans une perspective d'exploration régionale.

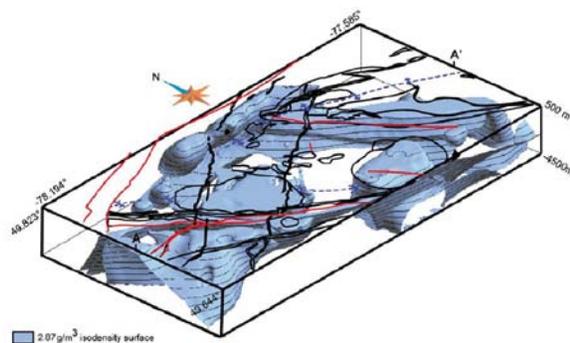


Figure 1 : Isosurface pour une valeur de densité de 2,87 g/m³ suivant l'inversion contrainte des données de gravimétrie régionale (tirée de Boszczuk et al., 2011).



Des travaux ont aussi été complétés dans un secteur moins bien connu du camp, le Camp Ouest. Une étude lithogéochimique combinée à un travail de modélisation géologique (Rabeau et al., 2011) a permis de séparer en trois dimensions les grands ensembles géochimiques de ce secteur à fort potentiel (fig. 2) et de préciser la géologie du secteur en utilisant la géochimie et la géophysique.

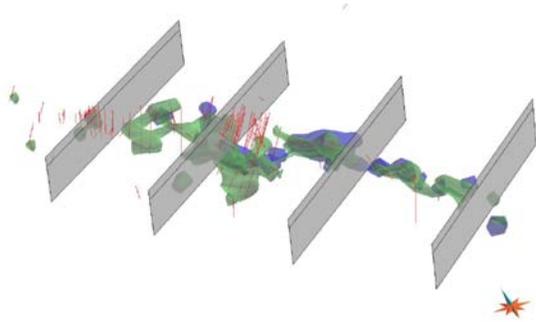


Figure 2 : Surfaces entourant les points d'analyses de groupes ayant une signature géochimique distincte (bleu et vert). Sur la figure, les traits rouges représentent la trace des forages alors que les surfaces grises ont servi de base à l'interprétation de coupe

Des travaux de modélisation sont présentement en cours sur le Flanc Sud. Ces travaux visent plus spécifiquement à raffiner la compréhension des failles et des intrusifs affectant la séquence volcanique de ce secteur en utilisant la « Tuffite Clé » comme horizon marqueur. Ces travaux de modélisation géologique à thématiques très variées serviront à élargir la compréhension du secteur et contribueront à l'élaboration d'une vision plus juste de l'architecture régionale du camp minier.

Références :

Boszcuk, P. Chen, L.Z., Hammouche, H., Roy, P., Lacroix, S., Cheillett, A., 2011, A 3D Gravity interpretation of the Matagami mining camp, Abitibi Subprovince, Superior Province, Quebec, Canada. *Journal of Applied Geophysics*, 75, 77 - 86.

Hammouche, H, Boszcuk, P., Roy, P., 2010, Géologie des feuilletés Île Bancroft (32F12200-0202) et Lac Mclvor (32F13-200-0101), Matagami. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, RP 2010-01, 12 p.

Lacroix, S., 1998, Compilation et répartition des gisements polymétalliques à tonnage évalué dans la sous province de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles, Québec, MB 98-06, 34 p.

Piché, M., 1991, Synthèse géologique et métallogénique du camp minier de Matagami, Québec. Thèse de Ph.D. inédite, Université du Québec à Chicoutimi, 269 p.

Pilote, P., 2010, Géologie du flanc nord de la région de Matagami - Phase 3. Ministère des Ressources naturelles, Québec, affiche avec résumé, Québec exploration 2010

Pilote, P., Debreil, J.-A., Williamson, K., Rabeau, O., Lacoste, P., 2011, Révision géologique de la région de Matagami. Ministère des Ressources naturelles, Québec.

Rhéaume, P., 2010, Géologie du feuillet du Lac Watson (32F12-201), et des portions attenantes des feuilletés de la Rivière Subercase (32 E 092-202), Lac de la Gauchetière (32 E 16-102) et Lac Mclvor (32F13-101), région de Matagami. ? Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, GM-64950.



Nouvelles perspectives de la Tuffite Clé: pétrogenèse, lithogéochimie et applications pour l'exploration des VMS dans le camp de Matagami, Abitibi.

Dominique Genna, Damien Gaboury (UQAC) et Gilles Roy (Xstrata Zinc). Projet Consorem-Divex.

La Tuffite Clé (KT) est le principal métallotecte pour l'exploration des sulfures massifs volcanogènes (SMV) dans le camp de Matagami depuis plus de 50 ans. Tous les gisements exploités se trouvent le long de cette unité à forte continuité latérale et d'une épaisseur variant de 2 à 6m. Malgré l'importance de cet horizon, les tentatives pour établir des outils géochimiques pour guider l'exploration des VMS ont été peu concluantes. Un programme d'exploration agressif a permis la découverte des dépôts de Bracemac-McLeod et fourni une opportunité exceptionnelle d'échantillonner la KT autour des lentilles minéralisées. En parallèle, 76 autres forages ont été échantillonnés à l'échelle de tout le camp.

Les observations macroscopiques révèlent que la nature complexe de la KT résulte d'un mélange d'au moins 2 composantes en proportions variables : une composante tuffacée, représentée essentiellement par la chlorite, et une composante chimique, représentée par la silice et les sulfures. Cette dernière composante est proximale aux lentilles. La lithogéochimie en roche totale a été réalisée sur 129 échantillons. Des diagrammes binaires d'éléments immobiles permettent de mettre en évidence une composition exceptionnellement homogène à l'échelle de tout le camp minier, malgré un aspect très variable. Chimiquement, la composante tuffacée est modélisée comme étant andésitique, d'affinité calco-alcaline, ce qui ne correspond à aucun équivalent volcanique connu jusqu'à présent dans le camp. La Tuffite Clé semble donc être le produit distal d'un événement explosif majeur.

Les tests quant à la variation d'éléments ou de ratio d'éléments en fonction de la proximité des minéralisations ce sont avérées non concluantes, en accord avec les résultats des travaux antérieurs. Seule l'anomalie d'europium (Eu) a montré une augmentation systématique vers les dépôts. Cette anomalie est définie comme $Eu/Eu^* = (2 \times Eu_{PM}) / (Sm_{PM} \times Gd_{PM})$, où PM (*Primitive Mantle*) est la valeur de normalisation selon Sun et McDonough (1989). Loin des dépôts, cette anomalie a une valeur comprise entre 0,7 et 0,9. Cette valeur diminue à 0,5 dans les zones de recharge du système hydrothermal puis augmente progressivement pour atteindre un maximum de 5,9 dans les échantillons de KT à l'aplomb des zones minéralisées. Les faibles valeurs de l'anomalie en Eu (<0,5) apparaissent à 300m alors que les valeurs supérieures à 1 persistent jusqu'à 200m des dépôts de Bracemac-McLeod et constitue donc un outil d'intérêt pour l'exploration. L'enrichissement en Eu est un processus bien connu, produit par la circulation de fluides hydrothermaux. À cause de la double valence de cet élément, l' Eu^{2+} est lessivé dans les zones d'altération par les fluides réducteurs de haute température et est redéposé au niveau des événements hydrothermaux. Dans la KT, l'enrichissement en Eu ne paraît pas relié avec la composition bimodale de l'unité. Cet enrichissement semble être associé à un épisode hydrothermal tardif le long de la KT, après l'isolement du système par les coulées volcaniques sus-jacentes.



Minéraux indicateurs en exploration : les oxydes de fer.

Georges Beaudoin (Université Laval). Projet Divex.

Les oxydes de fer (magnétite et hématite) sont des minéraux communs dans les roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires, et ils sont des minéraux majeurs à mineurs pour une variété de types de gîtes minéraux. La grande variété de substitutions divalentes et trivalentes pour le fer dans ces minéraux est déterminée par les environnements de formation sous des conditions de température, état d'oxydation, composition et évolution du magma ou des fluides hydrothermaux. Cette variété de compo-

sition chimique permet de déterminer des caractéristiques compositionnelles pour différents types de gîtes minéraux. Une méthode basée sur les diagrammes discriminants permet d'identifier certains types de gîtes. Des exemples d'application de cette méthode seront exposés pour la fraction ferromagnétique d'échantillons de tills de la ceinture nickélique de Thompson et de la zone magmatique Great Bear, ainsi que de sables éoliens de Mauritanie.



Discrimination des syénites associées aux gisements aurifères de la Sous-province de l'Abitibi, Québec, Canada.

Marc Legault (Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue) et **André E. Lalonde** (Université d'Ottawa).

Dans les ceintures de roches vertes des cratons archéens, une association spatiale bien établie existe entre failles majeures, sédiments de type Timiskaming, minéralisation aurifère et intrusions felsiques ou syénitiques. Cette association est interprétée soit comme une relation génétique entre l'or et l'intrusion, soit comme une association structurale où l'intrusion agit en tant que piège structural compétent pour les minéralisations tardives. Pour les intrusions alcalines de la Sous-province de l'Abitibi, plusieurs des minéralisations observées suggèrent un lien génétique avec l'or. Trois types de minéralisations aurifères sont spatialement associés à des intrusions alcalines dans la Sous-province de l'Abitibi : 1) sulfures disséminés aurifères, 2) sulfures disséminés Au-Cu-Mo et 3) veines de quartz aurifères. Bien que la minéralisation dans le dernier type est clairement tardive par rapport à l'intrusion alcaline, dans les deux premiers cas elle semble être plus ou moins synchrone à la mise en place de celle-ci. Même si un tel lien génétique existe entre certaines intrusion alcalines et la minéralisation aurifère, force est d'admettre que pas toutes les intrusions alcalines sont associées à des minéralisations aurifères. La possibilité de distinguer entre les intrusions alcalines porteuses d'or et celles qui en semblent dépourvues pourrait avoir d'importante répercussions sur l'exploration aurifère et sur l'hypothèse du lien génétique entre magmatisme alcalin et or. Le contexte géologique, l'âge et la relation avec le Groupe de Timiskaming ne semblent pas avoir une grande influence sur la fertilité des intrusions. Cependant la localisation des intrusions par rapport aux grandes failles E-W semble être d'une grande impor-

tance. Toutes les intrusions alcalines hôte d'un gisement aurifère sont localisées à moins de 2 km d'une faille majeure. Les intrusions alcalines "fertiles" et "stériles" peuvent être discernées à l'aide d'observations macroscopiques, microscopiques et géochimiques. En général, les intrusions "fertiles" ont tendance à être de petites intrusions (< 3 km²) de forme allongée, d'orientation E-W, et spatialement associées à des failles majeures. Elles possèdent une texture porphyrique, sont localement bréchiques et non-magnétiques. Quant à elles, les intrusions "stériles" sont surtout des intrusions sub-circulaires, équi-granulaires et magnétiques. Elles sont également à grains plus grossiers et des textures trachytiques sont souvent observables. La distinction géochimique est à un stade préliminaire, mais les intrusions "fertiles" ont tendance à être plus felsiques que les intrusions "stériles". Plusieurs éléments chimiques et minéraux normatifs permettent de distinguer les deux types. Dans les cas où il semble exister un lien génétique entre une intrusion alcaline et la minéralisation aurifère, celle-ci serait associée aux fluides hydrothermaux incompatibles enrichis dans les phases tardives suite au fractionnement du magma. Dans les cas où il n'y a pas de lien génétique entre l'intrusion alcaline et la minéralisation aurifère (type veine de quartz aurifère), les intrusions plus felsiques montreraient un plus grand contraste de compétence avec la roche encaissante et seraient donc plus aptes à se fracturer lors de la déformation subséquente.

