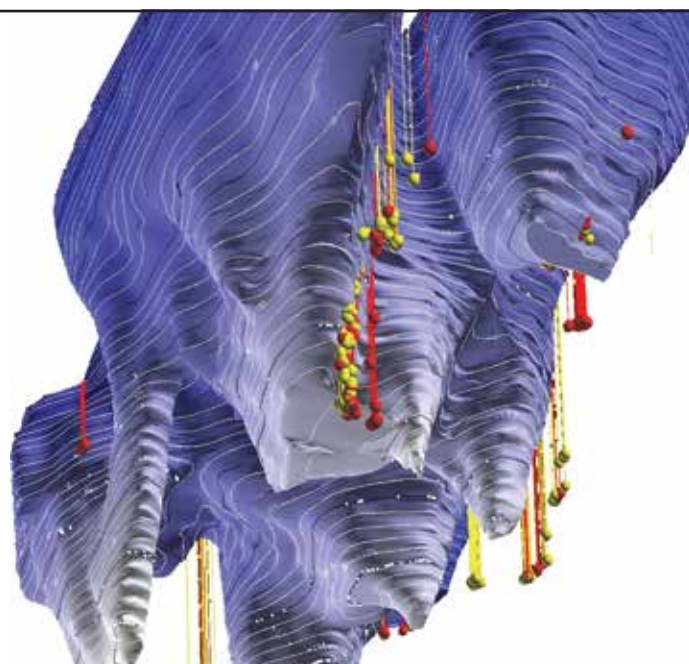


14^e FORUM TECHNOLOGIQUE

CONSOREM - DIVEX

24 mai 2016
Val-d'Or



RECUEIL DES RÉSUMÉS





Mot du coordonnateur CONSOREM

Le Forum technologique CONSOREM-DIVEX est une activité qui permet à la communauté géoscientifique de se rassembler et de s'informer sur différents projets actifs en exploration minière ou sur des développements récents en recherche liée à l'exploration minérale.

Le **14^e Forum technologique** se tient, l'espère-t-on, à l'aube d'une relance du secteur minier. Les dernières années ont été celles du ralentissement économique avec d'importantes répercussions dans le secteur minier au Canada et au Québec. S'il est difficile de contribuer aux variables influençant l'économie minière mondiale, il importe de mettre en place des mesures contracycliques qui permettent de mieux se positionner lors de la reprise. Une performance accrue en exploration permet de faire ressortir des projets de meilleure qualité. La recherche et l'innovation en exploration minérale est l'un des instruments permettant d'arriver à cette fin.

Le CONSOREM est issu d'une concertation entreprises, universités et gouvernements afin de développer la recherche et l'innovation dans le secteur de l'exploration minérale au Québec. Faut-il le rappeler, l'exploration minérale est à la base de tout développement minéral. Le Québec demeure un territoire fertile mais assujéti à plusieurs impératifs sociaux, environnementaux et législatifs. De meilleures connaissances, de meilleurs modèles d'exploration et des outils plus performants pour la délimitation des zones potentielles sont les ingrédients qui permettront ultimement de faire émerger les meilleurs gisements pour le futur.

Par ailleurs, le CONSOREM a entamé sa 17^{ième} année de fonctionnement sur une note positive avec la continuité de partenariats financiers gouvernementaux et l'adhésion de nouvelles entreprises.

Vous pourrez constater tout au long de la journée la qualité des résultats de divers projets de recherche menés chez CONSOREM, chez DIVEX, ainsi que chez nos partenaires du secteur minéral.

En espérant que l'année 2016-2017 soit celle de la reprise attendue, l'équipe du CONSOREM et de DIVEX vous souhaite un bon Forum!

Réal Daigneault

Coordonnateur du CONSOREM



Table des matières

Mot du coordonnateur CONSOREM	iii
Table des matières.....	v
Processus de libération de l'or dans les roches sédimentaires; exemple le long de la Faille Casa-Berardi.....	1
Métamorphisme régional du nord-est de la Sous-province de Pontiac (Abitibi, Québec)	3
Faille de Cadillac et Formation de Piché: Synthèse et origines	4
Contexte géologique des gisements de Triangle et de la Cheminée no 4, Sous-province de l'Abitibi, Val-d'Or, Québec	5
Intrusions alcalines de l'Abitibi, altération hydrothermale et minéralisation aurifère	8
Minéralisation aurifère du gîte d'or orogénique Orfée, Eeyou Istchee Baie-James (Québec)	9
ARTGold ^{MD} : une nouvelle méthode de concentration pour l'analyse de l'or !.....	10
Nouvelle interprétation du secteur Malartic : implications structurales et métallogéniques	12
Texture, cathodoluminescence et composition en éléments traces de la scheelite, des gisements d'or orogénique	14
Projet B26 : Vers la renaissance du camp Selbaie, 2 ^e chapitre	15
Analyses statistiques de données multiparamétriques au gisement de SMV Bracemac-McLeod, district minier de Matagami, Québec.....	16
Minéralisations porphyriques à Cu-Au associées à l'intrusion d'East Sullivan, Val-d'Or	17
Le corridor de la route 167 : synthèse géologique et évaluation de la favorabilité minérale.....	18
L'intelligence artificielle au service de l'exploration minière	20

Processus de libération de l'or dans les roches sédimentaires; exemple le long de la Faille Casa-Berardi

Stéphane Faure (CONSOREM)

L'origine de l'or dans les gisements syn à tardi-métamorphiques (orogéniques) a toujours été un sujet de débats. Large et al. (2008) ont repris et synthétisés de nombreux travaux qui proposent que l'or dans certains gisements proviendrait de séquences sédimentaires, en particulier d'argilites noires graphiteuses et sulfurées pré-enrichies en métaux. Dans ce modèle, l'or est libéré progressivement de la pyrite diagénétique avec l'augmentation du métamorphisme du schiste vert vers le schiste vert supérieur-amphibolite, et transporté avec le soufre provenant de la réaction de désulfuration de la pyrite en pyrrhotite pour être ensuite piégé dans la partie supérieure de la croûte au faciès schiste vert. D'importants gisements d'or de l'Asie centrale (Sukhoi Log), de l'ouest américain (Carlin) et de l'Australie (Bendigo) seraient issus de ce processus.

Le projet 2014-02 a pour objectif de documenter le contenu en métaux des principaux bassins de turbidites de l'Abitibi et de tester le modèle de Large et al. (2008). Ces bassins couvrent une superficie de 12 800 km², soit près de 14% de cette sous-province archéenne. Quel est le potentiel de ces bassins à contenir de l'or primaire? Est-ce que les argilites graphiteuses représentent un réservoir anomal en métaux et suffisamment riche en or pour produire un gisement économique? Il s'agit d'un projet méthodologique qui vise à développer des outils géologiques, minéralogiques et géochimiques pour les entreprises afin de reconnaître des argilites anormalement riches en métaux et en or dans des bassins sédimentaires.

L'étude documente dans le Canton de Dieppe (entre la frontière Québec-Ontario et les mines Casa Berardi), le long de la Faille Casa Berardi, le processus de libération de l'or dans un horizon d'argilites riche en graphite et sulfures qui recoupe l'isograde schiste vert supérieur (biotite) et la zone de transition vers l'amphibolite (grenat et amphibole). En lames minces, les nodules de pyrite au schiste vert se

transforment progressivement en pyrrhotite vers l'ouest avec l'augmentation du métamorphisme. La chimie minérale par LA-ICPMS (Laser Induced Coupled Plasma Mass Spectrometry) indique que les nodules de pyrite diagénétiques (Py1) contiennent une suite d'éléments polymétalliques incluant l'or encapsulé dans le cœur ou les couronnes des nodules (Figure 1). Avec l'augmentation du métamorphisme, la Py1 se transforme progressivement en Po (stérile) et en Py2 cubique et métamorphique dans le quartz des ombres de pression des nodules, notamment. Par raffinage, les métaux forment de nouveaux minéraux (sphalérite, chalcopryrite) et l'or se trouve libre en inclusions dans les fractures de la Py2 ou le quartz, ou associé à la chalcopryrite. Il s'agit d'une première démonstration du modèle de Large en Abitibi.

L'autre partie de l'étude résume les principales caractéristiques géologiques des 23 bassins de turbidites de l'Abitibi d'une superficie plus grande que 100 km². Trois groupes de bassins se distinguent par leur âge maximum de sédimentation. Les bassins formés avant 2700 Ma, présents surtout dans la région de Chibougamau (Groupe de Roy), les bassins formés entre 2698 et 2685 Ma qui représentent la plus grande superficie en Abitibi (Formations de Taibi, Caste, Glandelet et groupes d'Opémisca, Matagami, et Chicobi) et les bassins les plus jeunes entre 2685-2670 Ma (Groupe de Timiskaming, Groupe de Porcupine en Ontario et Groupe de Cadillac et Formation de Mont-Brun au Québec) surtout présents dans la zone volcanique sud. Une manière d'évaluer la quantité relative d'argilites graphiteuses, et indirectement le caractère REDOX et les sources potentielles en métaux dans ces bassins, est d'utiliser les anomalies électromagnétiques aéroportées de type INPUT qui couvrent l'ensemble de l'Abitibi. Les horizons d'argilites sont très conducteurs et répondent en particulier aux canaux 4, 5 et 6. Le contenu en argilites est estimé pour chacun des 23 bassins en calculant la somme

des canaux 4, 5 et 6 par unité de surface. Les formations de Blondeau et de Taibi (secteur de la Faille Lamarck) sont les bassins les plus riches en argilites graphiteuses (Figure 2). Les bassins au centre de l'Abitibi contiennent une bonne proportion de ces horizons, alors que les bassins les plus jeunes au sud de la ceinture sont très pauvres en argilites, indiquant une diminution du caractère REDOX avec l'âge des bassins.

Finalement, une étude géochimique a été réalisée sur des argilites noires graphiteuses ou de siltstones gris de plusieurs bassins de turbidites en Abitibi. Les argilites noires graphiteuses et sulfurées sont définies par des contenus en soufre et carbone graphitique $\geq 0,5\%$. La comparaison de spectres multi-éléments entre les différents bassins sédimentaires indique que certains sont plus riches en métaux de base et que d'autres sont plus riches en Au et As. La Formation de Blondeau apparaît riche en horizons graphiteux, selon la grande quantité d'anomalies Input, mais les valeurs en plusieurs métaux sont les plus faibles de tous les bassins étudiés. Une analyse en composantes principales permet de proposer deux indices métallifères, un pour métaux de base et un autre pour l'or et As. On observe une augmentation des valeurs de l'indice de métaux de base vers les bassins les plus jeunes situés au SO

de l'Abitibi. Finalement, une équation formulée à partir d'une régression multiple et d'une suite de variables explicatives (métaux) permet de prédire la quantité d'or d'un échantillon et d'identifier par une résiduelle les échantillons appauvris ou enrichis en Au. Les résultats de cette approche montrent qu'il y a une tendance à l'enrichissement en or à plusieurs endroits en Abitibi à la limite entre le schiste vert et le schiste vert supérieur – amphibolite tel que le prédit le modèle.

En conclusion, il est estimé qu'il faudrait deux horizons d'argilites graphiteuses à 40 ppb Au, de 5 m d'épaisseur et de 10 km de longueur, comme ceux étudiés dans le Canton de Dieppe, et d'une profondeur de 5,6 km pour produire un gisement de 60 t comme celui de Casa Berardi. Si le modèle de Large semble s'appliquer le long de la Faille Casa Berardi en bordure du bassin de Taibi, il en est autrement le long de la Faille Cadillac Larder Lake au sud de l'Abitibi. En effet, la quantité d'or le long de cette faille transcrustale ne peut être expliquée par ce modèle puisqu'il y a absence quasi complète d'horizons d'argiles noires graphiteuses dans les bassins du sud de l'Abitibi (Groupe de Cadillac, Formation de Mont-Brun, et Sous-Province de Pontiac).

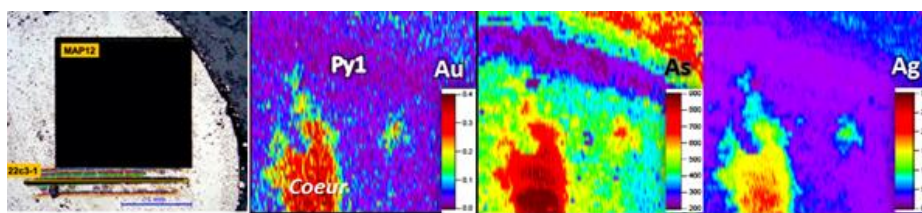
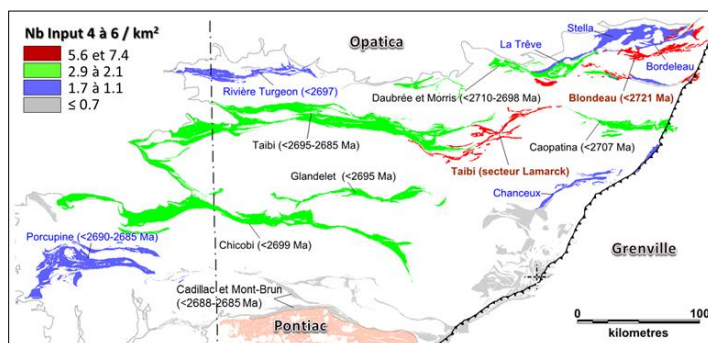


Figure 1. Photo au microscope (image de gauche en lumière réfléchie) d'un nodule de Py au schiste vert près du gisement Douay montrant l'emplacement de la cartographie au LA-ICPMS pour les éléments Au, As et Ag sur les images couleurs de droite.

Figure 2. Carte des bassins de turbidites de l'Abitibi montrant la quantité d'anomalies Input (canaux 4, 5 et 6) par km^2 . Les bassins en rouge et vert sont ceux contenant le plus d'horizons d'argilites graphiteuses.





Métamorphisme régional du nord-est de la Sous-province de Pontiac (Abitibi, Québec)

Nicolas Piette-Lauzière (Université Laval), Carl Guilmette (Université Laval), Pierre Pilote (MERN)

La section nord-est de la Sous-province de Pontiac est caractérisée par une séquence métamorphique de type barrovien (Chl, Bt, Ms, Grt, St, Ky) s'étendant jusqu'à 20 km au sud de la faille Cadillac. Plusieurs études ont décrit qualitativement ces assemblages mais aucune n'ont quantifié de façon absolue l'intensité du gradient métamorphique ainsi que sa relation temporelle avec les épisodes de déformation et la minéralisation de Canadian Malartic.

Six transects d'échantillonnage visant la lithologie dominante, le grauwacke, ont été effectués en collaboration avec le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles et le projet CMIC-Footprint dans le secteur de Val-d'Or et Malartic. Du nord au sud on observe trois zones métamorphiques principales : La zone à biotite (Bt + Chl ± Ms), grenat (Bt + Grt ± Ms ± Chl) et staurotide (Bt + Grt + St ± Ms ± Chl ± Ky). Dans la zone à biotite, la matrice est peu recristallisée et l'évènement de déformation principal est marqué par un clivage de pression-solution

ainsi qu'un alignement discontinu de micas. Dans la zone à grenat, le clivage de pression-solution s'estompe graduellement alors qu'on observe la foliation principale s'intensifier jusqu'à devenir un alignement continu de micas dans la zone à staurotide. La texture du grenat suggère une croissance tardive par rapport à l'épisode de déformation principal. Dans la zone à staurotide, on observe une crénulation de la foliation principale dans les niveaux riches en staurotides. Leur texture hélicitique suggère une croissance synchrone à cette fabrique. Lorsque la crénulation est absente, l'alignement conjoint du patron d'inclusion du staurotide avec la foliation principale suggère une croissance postérieure à l'évènement de déformation principal.

Une modélisation systématique des conditions de pression-température enregistrées par ces assemblages sera faite par thermobarométrie multi-équilibre et par équilibre de phases.

Mots clés : Métamorphisme, Pontiac, Abitibi, Tectonique, Archéen



Faille de Cadillac et Formation de Piché: Synthèse et origines

Pierre Bedeaux (CERM-UQAC)

Dans le cadre d'une thèse appuyée par le MERN et réalisée à l'UQAC depuis 2012, la Faille de Cadillac (FdC) et l'ensemble de roches volcaniques associées connu comme la Formation de Piché ont fait l'objet d'une synthèse géologique au Québec. Le but était de caractériser ces deux volets pour apporter de nouvelles interprétations de l'évolution de la FdC. Deux campagnes de terrains incluant des relevés structuraux, des cartographies détaillées ainsi que l'échantillonnage de la Formation de Piché ont été réalisées en conjonction avec la compilation de données de forages issues de la banque de données SIGEOM.

La Formation de Piché peut être définie comme un ensemble continu de roches volcaniques de composition majoritairement intermédiaire à ultramafique. L'épaisseur et les proportions des lithologies varient latéralement. Cependant, les roches ultramafiques sont systématiquement observées et peuvent jouer un rôle clé dans le comportement de la Faille de Cadillac et la mise en place de gisements aurifères. La Formation de Piché présente des similitudes avec les groupes de Pontiac et Malartic. Ces derniers peuvent être à l'origine de ces roches et l'hypothèse d'un collage aux origines multiples n'est pas exclue.

La FdC peut être découpée en 4 segments de 30 à 50 km de long : Rouyn, Joannes, Malartic et Val-d'Or. Ils présentent

chacun une homogénéité géométrique et structurale et sont séparés les uns des autres par des changements abrupts de direction ou des failles secondaires. Quatre événements de déformation ont été documentés le long de la FdC. L'expression de chacun des événements varie selon chacun segment.

L'aspect segmenté de ses caractéristiques structurales et la variation des Groupes de part et d'autre de la FdC qui imite la segmentation suggèrent que la faille est héritée de plusieurs structures précoces pré-Timiskaming. Dans le segment de Malartic, la relation angulaire de l'architecture volcano-sédimentaire avec la schistosité suggère que l'orientation du segment précède la déformation ductile et pourrait refléter un système de failles précoces SE. La proto-FdC est initialement constituée de structures Est-Ouest associées à l'accrétion du Pontiac et de structures précoces SE et NE. Ces structures sont reliées et assemblées pour former la FdC durant les premières phases de la déformation ductile associée au raccourcissement régional Nord-Sud. Cet héritage structural constitue le cadre sur lequel sont imprimés les différents événements de déformation post-Timiskaming, influençant ainsi l'expression structurale de chaque segment.



Contexte géologique des gisements de Triangle et de la Cheminée no 4, Sous-province de l'Abitibi, Val-d'Or, Québec

Luc Théberge, Hervé Thiboutot, Jacques Simoneau et Matthias Queffurus (Integra Gold Corp.)

Aperçu du gisement Triangle

Le gisement Triangle —res. Inf. = 2,10 Mt @ 8,38 g/t (567 560 oz), res. prés. = 3,06 mt @ 7,88g/t (773 940 oz) avec teneur de coupure de 4 g/t, Integra Gold Corp., novembre 2015— se compose de séries de structures et cisaillements minéralisés par des filons de quartz et tourmaline assortis de 3 à 5 % de pyrite et accompagnés d'altérations potassique, sodique et riche en CO₂. Les structures avec minéralisations aurifères sont intimement spatialement associées à une cheminée intrusive dioritique porphyrique ($\pm 200 \times 200 \text{ m} \times > 1600 \text{ m}$) quasi verticale. Les structures aurifères recoupent à angle fort la cheminée de diorite et s'étendent également dans les unités de roches volcaniques (tufs à blocs massifs, tufs à cristaux, rares coulées et brèche de coulées) mafiques-intermédiaires qui sont hôtes de la diorite porphyrique.

La minéralisation aurifère de Triangle est mise en lumière principalement par l'abondance de filons centimétrique à métrique de quartz-tourmaline-carbonates-albite encaissés dans une série de cisaillements (phylonite-mylonite à séricite, carbonates, albite) parallèles à fort pendage et à mouvement inverse, caractéristiques des veines laminées ou de cisaillement (shear veins, Robert, 2001), définie par Integra comme des zones « de type C ». Ces structures C à angle fort (55-75°) ont une orientation est-ouest et un pendage vers le sud. On interprète aussi des cisaillements inverses « de type C prime », moins puissants et anastomosés aux cisaillements C. Ces structures ont un pendage de 20 à 45 degrés vers le sud et une orientation est-sud-est. Il s'agirait de zones minéralisées en cisaillement-extension (extensionnal shear veins)

développées à partir des structures à plus fort pendage de type C. Un réseau filonien horizontal (veines en extension ; flat veins) faiblement développé mais significatif, a aussi été relevé. Sa formation origine probablement à partir des structures de type C et C prime.

Toutes ces structures contiennent des minéralisations aurifères économiques. Les zones de type C à fort pendage sont généralement plus épaisses et ont une plus grande continuité ; elles comptent donc pour environ 70 % des onces contenues dans le gisement Triangle (réf. Site internet Integra Gold Corp.). Le modèle de prédiction en ce qui a trait aux structures de type C ou de type C prime et au réseau filonien horizontal continuera d'évoluer au fur et à mesure que d'autres données de forage seront connues.

Les cisaillements C aurifères formellement reconnus sont au nombre de 6 actuellement. Les structures C1, C2 et C3 se trouvent entre la surface et une profondeur verticale de 400 m, tandis que les structures C4, C5 et C6 sont situées à une profondeur verticale comprise entre 350 m et 850 m, tout en demeurant ouvertes en profondeur. Les limites latérales et en aval-pendage de la minéralisation de la presque totalité des structures de type C n'ont pas encore été circonscrites.

Les unités lithologiques principales, les assemblages d'altération et le type structures encaissantes (C1-C6 et C primes) associés aux filons aurifères de quartz-tourmaline-carbonate du gisement Triangle sont très comparables à ce qui a été observés à la Mine Lamaque (exploitée de 1934 à 1984) située à 2,5 km au NO de Triangle.



Le gisement de la Cheminée no 4

La Cheminée no 4 est une intrusion subverticale de diorite-gabbro (diorite mélanocrate) flanquée à l'est et à l'ouest de diorite porphyrique apparentée à la diorite de Triangle. L'intrusion de la Cheminée no 4 se trouve à 500 m au nord du gisement Triangle et on peut la relever en surface sur 250 m dans une orientation est-ouest sur 150 m dans un axe nord-sud, celle-ci s'étendant jusqu'à une profondeur verticale de plus de 1200 m. La minéralisation aurifère confinée dans la roche intrusive, principalement dans la diorite mélanocrate, se retrouve dans des filons de quartz-carbonate-tourmaline 1) à l'intérieur de zones de cisaillement altérées subverticales (analogues au type C de Triangle) sous forme de veines en cisaillement et 2) en filons subhorizontaux en extension formant préférentiellement des groupes ou amas de filons très denses. Les filons en extension sont communément rencontrés en plus grand nombre près des cisaillements à fort pendage et aussi à l'intérieur de ceux-ci. Les altérations sont identiques du point de vue minéralogique au gisement de Triangle, avec pour différence une granulométrie plus forte de la pyrite dans les veines et les épontes et une altération visible en bordure de veines apparemment plus faible et plus retreinte. Ce qui distingue fondamentalement le gisement Cheminée no 4 de Triangle, c'est l'abondance des filons d'extension subhorizontaux qui forment de vastes réseaux filoniens tout près de nombreux petits cisaillements discrets à fort pendage.

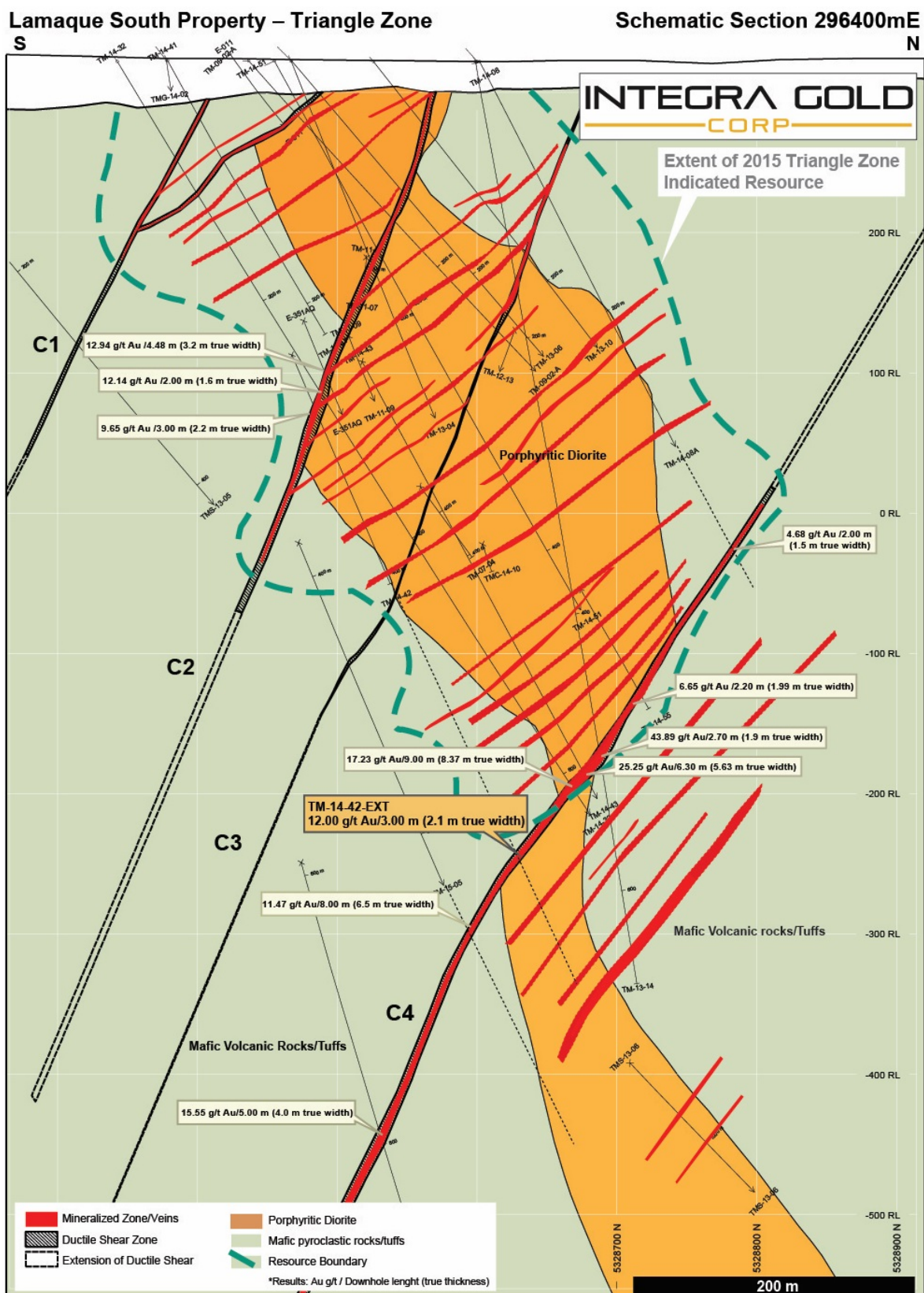
L'interprétation préliminaire des zones aurifères de la Cheminée no 4 indique que les épais réseaux filoniens

superposés peuvent avoir plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur verticale et qu'ils peuvent s'étendre latéralement sur une distance approximative de 100-150 m. Les réseaux de filons minéralisés semblent plus abondants de la surface à -800 m vertical mais certains secteurs demeurent ouverts par endroits en profondeur. La modélisation tridimensionnelle des anciens chantiers d'abattage effectuée à la fin des années 1960 par Teck ($\pm 50\,000$ oz produites) dans la partie supérieure de la Cheminée no 4 (au-dessus de 215 m) indique que des réseaux filoniens à angle abrupt et plat ont été exploités, ce qui confère encore plus de certitude à la modélisation de la Cheminée no 4 basée sur l'examen des sondages actuels.

Ces importants réseaux filoniens présentent de fortes similitudes avec les chantiers d'abattage non sélectifs exploités par le passé à la mine Lamaque, en plus de s'apparenter fortement au gisement aurifère Goldex d'Agnico-Eagle, sis dans un contexte semblable de roches encaissantes et de réseaux filoniens.

Compte tenu de ces nouvelles données sur la distribution et les mécanismes de contrôle de la minéralisation aurifère de la Cheminée no 4, un programme de refonte complète de la modélisation géologique a été entrepris au début de 2016 et il arrivera bientôt à terme. Dès que le nouveau modèle géologique sera disponible, une estimation des ressources révisées sera produite et communiquée plus tard au cours de l'année 2016.

Robert, F. 2001, Vein formation and deformation in greenstone gold deposits, *in* Richards, J.P., and Tosdal, R.M., eds., *Structural Controls on Ore Genesis: Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology*, v. 14, p. 111-155.





Intrusions alcalines de l'Abitibi, altération hydrothermale et minéralisation aurifère

Lucie Mathieu (CONSOREM)

Pour de nombreux types de gisements, les intrusions jouent un rôle important dans le processus minéralisateur. Si l'on se concentre sur les gisements d'or de l'Abitibi, le rôle des intrusions est le suivant : 1) moteur thermique du système hydrothermale (cf. VMS à Au par exemple); 2) encaissant compétent des veines minéralisées, prompt à être fracturé par les mouvements tectoniques (cf. or orogénique); 3) possible source de chaleur, de fluide et de métaux de certains gisements (cf. type « syénite-related » de Robert, 2001; par exemple).

Le projet CONSOREM 2014-06, qui visait à intégrer, compiler et questionner les huit projets Consorem s'inscrivant dans la thématique « intrusions et minéralisations en Abitibi », a permis de faire l'état de connaissance sur les intrusions alcalines de l'Abitibi et de se questionner sur les diverses façons dont elles sont utilisées en exploration.

Les intrusions alcalines se mettent en place tardivement dans l'évolution de l'Abitibi, et sont donc spatialement, parfois structuralement, et plus rarement génétiquement liées aux minéralisations aurifères. La reconnaissance de ce type de magma est donc importante pour l'exploration, et devrait être effectuée à l'aide de diagrammes multiéléments.

Aussi, la chimie de plusieurs intrusions a été étudiée dans le cadre de ce projet afin de déterminer les différences chimiques entre magmas minéralisés et non-minéralisés. Cette réflexion sur la chimie des intrusions alcalines indique qu'il ne semble pas y avoir de magmas plus fertiles que d'autres (cf. composition de la source et particularités de la fusion partielle et de la cristallisation fractionnée). La différence concerne plutôt la nature et l'intensité de l'altération, et en particulier de l'altération K qui est principalement développée dans les intrusions alcalines minéralisées en Au.

Bien que la nature géochimique de ces magmas atypiques demande des études plus poussées, et notamment la compilation d'un plus grand nombre d'exemples, il semble que les gisements d'or soient associés avec les systèmes hydrothermaux les plus efficaces et non avec des magmas alcalins particuliers. Puisque les systèmes hydrothermaux les plus favorables ont engendrés d'importantes altérations potassiques, il est recommandé de quantifier et de cartographier au mieux l'altération K à proximité et dans les intrusions alcalines de l'Abitibi. L'exemple de Beattie sera utilisé, dans le cadre de cette conférence, pour présenter un exemple de méthodologie pouvant permettre de quantifier le métasomatisme K au sein d'intrusions enrichies en alcalins.



Minéralisation aurifère du gîte d'or orogénique Orfée, Eeyou Istchee Baie-James (Québec)

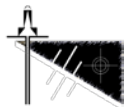
Adina Bogatu (ULaval), François Huot (ULaval), Jean Goutier (MERN), Carl Guilmette (ULaval), Antoine Rhéaume Ouellet (ULaval), Georges Beaudoin (ULaval), Don Davis (UToronto)

Le gîte Orfée (~0,2 Mt à 14,5 g/t Au), mis au jour par Mines d'Or Virginia en 1998, est situé dans la Sous-province de La Grande (SNRC 33G/06), à 300 m au nord du contact avec la Sous-province d'Opinaca. De nombreux autres gîtes aurifères ont été découverts le long de ce contact, mais l'accessibilité ainsi que l'abondance de données détaillées sur ce gîte en font un exemple de choix dans le but d'investiguer les processus tectoniques et métallogéniques responsables de ces minéralisations.

Deux zones aurifères, soit Orfée et Orfée-Est, sont associées à une formation de fer comprenant des faciès à oxydes et silicates et à des mudrocks graphiteux contenant jusqu'à 20 % pyrrhotite et pyrite disséminées ou en amas. Des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ de -40,06 ‰ obtenues par analyse d'isotopes stables de C13 sur le graphite, suggèrent du carbone d'origine organique. Des amphibolites basaltiques d'affinité magmatique tholéiitique à transitionnelle bordent les zones minéralisées au nord, et sont affectées par une foliation précoce S_{en} . Cette foliation précoce est enregistrée par des grenats issus du métamorphisme d'une altération irrégulière en Fe et Mn, tandis qu'une foliation principale S_n est orientée NO-SE à NNO-SSE. Des amphibolites basaltiques proximales à la zone minéralisée sont lessivées et affectées par une altération sodique. Des dykes dioritiques faiblement porphyriques en plagioclase sont injectés dans ces amphibolites, et coupent la foliation principale mais sont eux même foliés. Un de ces dykes, daté à 2703 Ma, est boudiné dans un corridor de cisaillement aurifère riche en pyrrhotite d'orientation NO-SE, mais l'or visible semble être associé à une altération en séricite superposant les plagioclases. La géométrie de la zone

minéralisée suit cette unité de mudrock graphiteux, avec pendage abrupt vers le nord, et se continue dans la formation de fer et dans des brèches à pyrrhotite semi-massive à massive, à fragments de magnétite, grunérite, hedenbergite et hornblende. Dans les formations de fer, l'or visible est associé à la pyrrhotite remplaçant les niveaux de riches en magnétite, ainsi qu'à une altération chloritique. Les wackes sont composés d'une population de composition intermédiaire avec <5 % hornblende interstratifiés avec une population mafique contenant >30 % hornblende ayant des teneurs élevées en MgO, en Cr et en Ni. Les amphibolites, la formation de fer et les wackes sont injectés par une grande variété de veines de quartz déformées, avec une teneur en or maximale de 2 g/t. Des dykes de granite pegmatitique cisailé et boudiné, datés à 2614 Ma, coupent les wackes et les amphibolites, suggérant un événement de déformation post- à syn-intrusion. Ce type d'intrusions pegmatitiques est similaire en âge à celui observé dans le secteur de la mine Éléonore.

L'indice Orfée est un exemple de gîtes d'or orogénique encaissé par un assemblage lithologique métamorphisé au faciès des amphibolites et dont la minéralisation semble précipiter dans un milieu réducteur riche en Fe et remobilisée dans des couloirs de cisaillement encaissés dans des mudrocks graphiteux et des formations de fer, ainsi que dans des veinules de quartz dans les dykes dioritiques. Des analyses par ablation laser sur des sulfures associés à l'or seront utiles pour comprendre la mise en place de l'or lors d'un événement précédent à la déformation S_n et au métamorphisme maximal subséquent.



ARTGold^{MD} : une nouvelle méthode de concentration pour l'analyse de l'or !

Réjean Girard (IOS Services géoscientifiques)

Alors que le décompte des grains d'or dans les sédiments glaciaires est reconnu comme méthode éprouvée pour l'exploration, il est surprenant de constater combien cette technique repose sur des méthodes artisanales et sensibles à l'intervention humaine. Nonobstant leur nombreux succès, cette méthode présente de nombreuses limitations, notamment en terme de constance des résultats, ainsi que l'incapacité de récupérer les grains très fins. Un programme de RS&DE a été mis en place pour résoudre ces problématiques, lequel a mené à la commercialisation du procédé **ARTGold^{MD}** en janvier 2016. Depuis, une série de campagnes ont été réalisées, nombre d'entre elles coïncidant avec une campagne plus ancienne utilisant les méthodes conventionnelles.

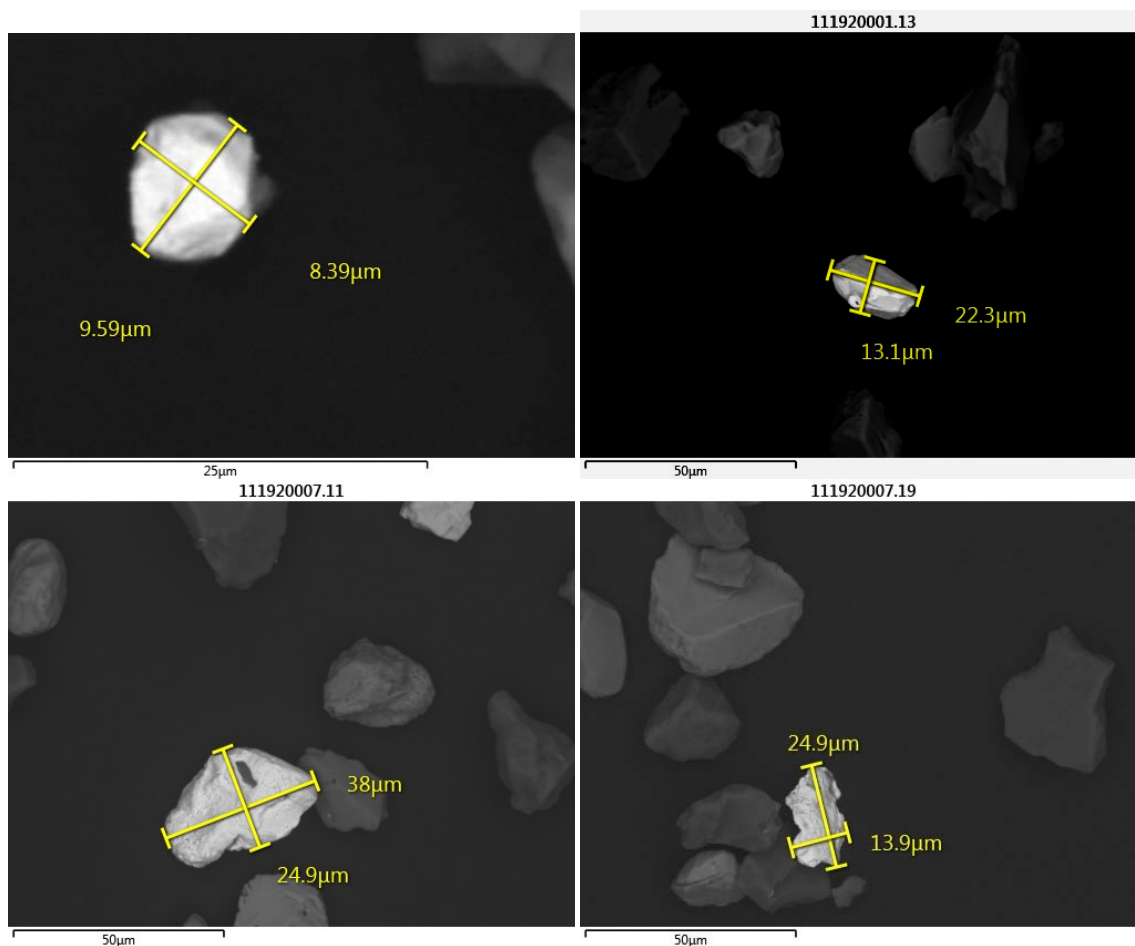
L'approche **ARTGold^{MD}** (Advanced Recovery Technique) consiste en une chaîne d'innovations agissant sur l'ensemble des procédés de récupération, de décomptage et de caractérisation des grains d'or ou platinoïdes. Le traitement des échantillons s'effectue à l'aide d'un lit fluidisé lequel permet l'extraction des grains d'or d'une taille aussi minime que 5 microns avec un taux de récupération de plus de 90 %. L'efficacité de l'appareil a été testée pendant plusieurs mois, utilisant des échantillons dopés, ce qui a aussi mené à l'élaboration de matériaux de référence certifiés pour la méthode. L'appareil produit un super-concentré de moins de 300 milligrammes lequel est examiné à l'aide d'un microscope électronique à balayage automatisé Zeiss EVO MA15-HD. La routine balaie la surface du montage, détecte la présence des phases lourdes, acquiert un spectre EDS-SDD et classe la particule. Une image haute définition est acquise sur les grains d'or et de platinoïdes.

Le procédé **ARTGold^{MD}** présente cinq avantages comparativement aux méthodes conventionnelles :

1. Le procédé permet la récupération constante des grains d'or beaucoup plus fins, jusqu'à moins de 5 microns. Ces grains sont nettement plus abondants que ceux plus grossiers, améliorant de façon notable la sensibilité de la méthode.
2. La morphologie des grains est imagée avec précision et de façon systématique. Il a ainsi été observé que les très petits grains (<30 microns) conservent leur morphologie d'origine non modifiée par l'attrition induite par le transport du sédiment, laquelle peut être utilisée pour caractériser leur roche hôte ou sélectionner le type de signature géophysique à cibler. Une nouvelle classification est proposée.
3. L'analyse chimique du grain permet de détecter la présence de l'argent, du cuivre, du mercure, du bismuth, du tellure ou des platinoïdes en alliage dans l'or. Dans certains contextes, ces signatures sont diagnostiques du type de dépôts d'où proviennent les grains ou permettent de discriminer les dispersions complexes.
4. La méthode permet la récupération et le dénombrement routinier des minéraux du groupe du platine. Elle semble être la seule méthode fiable à cet effet.
5. Une batterie de minéraux lourds sont discriminés et dénombrés en simultané avec les grains d'or, nombres d'entre eux étant des indicateurs d'environnements métallogéniques (scheelite, colomboantaline, barytine, etc.).

À ce jour, plusieurs séries d'échantillon ont été traitées avec le procédé. Leurs résultats anonymisés seront présentés en appui.

ARTGold^{MD} s'annonce comme un changement de paradigme pour l'exploration.



Haut-gauche : Grain d'or ayant un habitus cristallin typique des grains enchâssés dans du quartz ou des silicates.

Haut-droit : Grain d'or à habitus mutuel, typique des gouttelettes enchâssées dans les sulfures.

Bas-gauche : Grain à habitus intergranulaire, dont la forme complexe moule une série de phases adjacentes. Notez la corrosion de surface due à la dissolution de l'argent.

Bas-droite : Paillette d'or remobilisée, typique des feuillets colmatant les fractures ou les bordures de grains. Ces paillettes sont très sensibles à être remodelées.



Nouvelle interprétation du secteur Malartic : implications structurales et métallogéniques

Pierre Pilote (MERN), Réal Daigneault (CERM-UQAC), Jean David (MERN) et Vicki McNicoll (CGC-O)

La région de Malartic - Val-d'Or est constituée de roches volcaniques (groupes de Malartic et de Louvicourt) et sédimentaires (groupes de Mont-Brun, de Cadillac, de Caste, de Pontiac, tous âgés autour de 2685 Ma, et de Timiskaming, <2678 Ma et <2676 Ma). Ces groupes sont réputés pour leur fertilité en gîtes de sulfures massifs volcanogènes et aurifères. Le Groupe de Malartic (2714 à 2706 Ma) contient les formations de La Motte-Vassan, de Dubuisson et de Jacola, tandis que celui de Louvicourt (2706 à 2700 Ma) contient les formations de Val-d'Or et de Héva. Le prolongement et l'épaisseur de ces unités sont très variables. L'orientation générale des surfaces stratigraphiques fluctue également, passant de ONO-ESE dans les secteurs de Preissac et de Malartic, à E-O dans le secteur Val-d'Or.

La schistosité régionale S_1 , modérément à intensément développée, est communément subparallèle à la stratification S_0 . Un clivage S_2 orienté E-O à ENE, recoupe la fabrique S_1 . Les linéations d'étirement sont communément contenues dans la fabrique S_1 et plongent de façon modérée à abrupte vers l'est. L'Anticlinal de La Motte-Vassan, un pli P_1 d'orientation NO-SE, traverse l'ensemble de la région.

La région de Malartic - Val-d'Or se démarque par des cisaillements et des failles longitudinales d'envergure kilométrique, orientés ONO à E-O et à pendage abrupt vers le nord : La Pause, Parfouru, Rivière Héva, Manneville Sud, Norbenite, Marbenite. Ces failles, subparallèles à la surface S_0 , tronquent ou dupliquent la stratification. Elles s'emboîtent avec un angle faible avec la Zone tectonique de Cadillac. Dans plusieurs cas, ces failles constituent des enveloppes contenant une densité importante de dykes et/ou de stocks de composition monzonitique ou

tonalitique d'âges très variés, allant de pré-, à tardi- et à post-tectoniques.

Plusieurs mines et indices aurifères tels Norlartic, Kiena, Snow Shoe, Sullivan, Goldex (diorite : âge U-Pb de 2687,0 $\pm$ 1,2 Ma), Siscoe, Joubi, Sigma et Lamaque sont spatialement associés à ces failles. Les diversités observées dans les âges et les styles de minéralisations aurifères illustrent bien l'existence de plusieurs épisodes distincts de minéralisation et indiquent leur télescopage dans le temps. Ce point particulier est une des caractéristiques des camps miniers de classe mondiale.

La Zone tectonique de Cadillac est historiquement associée à des schistes à talc-chlorite-serpentine (volcanites ultramafiques et mafiques variablement déformées), nommés Groupe de Piché. Ce groupe, relativement mal connu, matérialise l'extension de cette faille. Il est constitué de volcanites ultramafiques et mafiques variablement déformées et carbonatées. Le Groupe de Piché s'étend de façon quasi continue de Louvicourt jusqu'à Rouyn-Noranda (>150 km), mais varie en épaisseur de moins de 100 m à plus de 1 500 m. Son origine demeure l'objet de plusieurs hypothèses, il pourrait s'agir d'une seule et même unité stratigraphique ou, encore, d'un assemblage composite. Deux récentes datations U-Pb sur zircons réalisées dans ce groupe, 1) à la fosse Buckshot au NE du gisement Canadian Malartic (dyke felsique, 2710 Ma); et 2) au gîte Pan Canadian (tuf à lapilli, 2705,9 $\pm$ 0,9 Ma), font du Groupe de Piché une unité corrélative avec différentes parties stratigraphiques du Groupe de Malartic, les Formations de Dubuisson et Jacola dans ces cas précis.



De nombreuses intrusions de formes, de dimensions, de compositions et d'âges différents parsèment également la Faille de Cadillac. Les intrusions calcoalcalines se sont introduites entre 2690 et 2680 Ma alors que les intrusions alcalines plus jeunes se sont mises en place entre 2680 et 2670 Ma. Ces éléments permettent de percevoir le rôle efficace de cette faille en tant que conduit, aussi bien pour les magmas que pour les fluides hydrothermaux, mais aussi sa longévité dans le temps ainsi que sa profondeur crustale.

La Zone tectonique de Cadillac revêt une importance non seulement au niveau métallogénique, mais également au niveau des modèles géodynamiques et de la juxtaposition d'ensembles lithologiques variés, tout au long de ses failles subsidiaires. Elle marque une asymétrie profonde dans la Sous-province de l'Abitibi, avec ses tronçons orientés E-W et WNW. Il s'agit d'éléments qui ont influencé les styles et les époques de minéralisations aurifères.

Texture, cathodoluminescence et composition en éléments traces de la scheelite, des gisements d'or orogénique

Marjorie Sciuba, Georges Beaudoin, François Huot (Université Laval)

Les minéraux indicateurs ont une signature chimique spécifique à un type de gîtes en particulier tout en ayant la capacité de résister à l'érosion chimique et physique leur permettant d'être préservés dans les sédiments glaciaires. Un ensemble d'échantillons typiques provenant de gîtes et districts d'or orogéniques de classe mondiale a été collecté. Les gisements ont été sélectionnés pour couvrir l'ensemble du spectre des variabilités relatives aux gîtes d'or orogéniques, soit pour leur diversité de caractéristiques géologiques telles que la roche encaissante, l'âge de l'encaissant, le faciès métamorphique et l'âge de la minéralisation.

La composition chimique de scheelite provenant de 25 gisements différents a été déterminée par microsonde électronique et par spectrométrie de masse à plasma induit couplée à l'ablation laser (LA-ICP-MS).

La scheelite est amorphe à sub-isomorphe et fine (20-500 μm) à grossière (cm). Elle apparaît disséminée ou sous forme d'agrégats et est communément associée à l'or natif. La scheelite est typiquement homogène en cathodoluminescence (CL) avec de rares limites de sous-grains, des zones plus claires et des veinules recoupant le grain principal. Certains grains présentent une zonation oscillatoire. La composition de la scheelite des gisements d'or orogénique est très homogène en éléments majeurs avec Ca and W (moyenne respective de $14.11 \pm 0.89 \text{ wt\%}$ et $62.68 \pm 0.81 \text{ wt\%}$), excepté la scheelite de Crusader (district d'Agnew, Yilgarn) qui contient une moyenne 54.26 ± 0.80

wt% W et $8.70 \pm 1.08 \text{ wt\%}$ Mo. La scheelite de Crusader présente une zonation oscillatoire bien définie en CL. La composition chimique est expliquée par la forte concentration en Mo du batholithe de Lawlers duquel sont originaires des fluides à l'origine de la formation du gisement Crusader. Les cartes LA-ICP-MS montrent une répartition des éléments traces très homogène. Les rares zonations peuvent être corrélées avec les réponses en CL. Les résultats montrent que le diagramme ETR+Y vs. Sr discrimine les gisements formés du faciès prehnite-pumpellyite au faciès des schistes verts moyens et les gisements formés du faciès des schistes verts supérieurs au faciès des amphibolites inférieures. La scheelite des gisements encaissés dans des roches métasédimentaires sont riches en Sr, Th et U. Les éléments des terres rares se répartissent en quatre patrons : 1) une cloche centrée en Eu, 2) un patron plat, 3) un patron avec une pente positive et 4) un patron avec une pente négative. Les variations de patron à l'intérieur d'un même grain entre un patron cloche et un patron plat sont interprétés comme les changements de composition chimique des fluides hydrothermaux. L'analyse en composantes principales (ACP) permet de discriminer la scheelite provenant des gisements encaissés dans des roches felsiques à intermédiaires et celle provenant des gisements encaissés dans des métasédiments. L'ACP avec les ETR, Sr, Mo, Pb et Ta permet de discriminer les gisements d'or orogénique, les gisements de type skarn et le gisement de Crusader, considéré comme un type de gisement dérivé d'une intrusion.



Projet B26 : Vers la renaissance du camp Selbaie, 2^e chapitre

Olivier Grondin (SOQUEM)

SOQUEM explore le territoire québécois depuis plus de 50 ans. Son histoire est riche en découvertes ayant mené à des exploitations, dont certaines furent majeures pour l'industrie minière québécoise. Le mandat de SOQUEM demeure d'explorer et de développer le potentiel minier du Québec pour une grande variété de substances minérales.

Le projet B26, détenu à 100% par SOQUEM, est localisé à 110 km au NNE de la ville de La Sarre et est accolé au sud-est de l'ancienne mine Selbaie, qui fut active de 1981 à 2004 pour une production totale de 56.5 Mt @ 0.9% Cu, 1.9% Zn, 38 g/t Ag et 0.6 G/t Au. La zone minéralisée polymétallique B26 est située dans une zone de déformation des rhyolites calco-alcalines du complexe de Brouillan, à quelques dizaines de mètres au nord du contact avec le Groupe d'Enjalran, composé dans ce secteur majoritairement d'andésites tholéiitiques. La minéralisation est caractérisée par deux zones sub-verticales et parallèles à forte zonation métallique : Une zone à sphalérite-pyrite-galène contenant aussi de l'argent et une zone à chalcoppyrite-pyrite contenant aussi de l'or.

Initialement reconnue comme une zone à veines et veinules de type Selbaie, la zone B26 a été d'abord explorée

avec une vision de fort tonnage et de teneur faible à moyenne, avec, par exemple, des intersections de 1.9% Zn et 45.1 g/t Ag sur 58.5 m (1274-14-183) dans la zone zincifère et de 1.2% Cu et 0.2 g/t Au sur 34.8 m dans la zone cuprifère.

L'interprétation des résultats des campagnes de forage totalisant 57,000 m réalisées en 2013 et 2014 par SOQUEM a permis l'identification de plusieurs intersections de très haute teneur à Zn-Ag dans la zone zincifère, par exemple 19.1% Zn et 138 g/t Ag sur 7.1 m (1274-14-221). Ces intersections sont caractérisées par des textures de sulfures massifs primaires et sont associées à la présence de niveaux cherteux, typiques d'un gisement de type sulfures massifs volcanogènes. La zone cuprifère est maintenant interprétée comme la cheminée d'altération sous-jacente à la lentille de sulfures massifs zincifères.

Le gîte B26 est dorénavant exploré avec une cible de lentilles de sulfures massifs à haute teneur en zinc et argent et pour identifier la localisation de la cheminée d'altération cuprifère et aurifère. Un nouveau programme de forage est présentement en cours et devrait totaliser environ 18,000 m.



Analyses statistiques de données multiparamétriques au gisement de SMV Bracemac-McLeod, district minier de Matagami, Québec

*N. Schnitzle (INRS-ETE), P.-S. Ross (INRS-ETE), E. Gloaguen (INRS-ETE), A. Bourke (INRS-ETE)
R. Boucher (Glencore) et R. Namour (Glencore)*

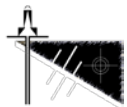
Le laboratoire mobile de caractérisation physique, chimique et minéralogique des roches (LAMROC) de l'INRS acquiert des données multiparamétriques sur les carottes de forage d'exploration de façon non destructive. Le laboratoire peut mesurer quasi simultanément la densité par atténuation des rayons gamma, la minéralogie par spectrométrie infrarouge, la géochimie par fluorescence des rayons X (FRX) et la susceptibilité magnétique. Ces données complètent la description faite par le géologue.

Ce projet présente une étude des variations de l'altération hydrothermale au niveau du gisement Bracemac-McLeod, situé dans le district de sulfures massifs volcanogènes (SMV) de Matagami, dans la partie nord de la Sous-Province de l'Abitibi au Québec. 11 forages d'exploration ont été choisis, pour un total de plus de 6000 m répartis sur le dépôt McLeod et jusqu'à 1 km à l'est. Les mesures sont effectuées de façon systématique, tous les 20-30 cm, à des points spécifiques déterminés par le géologue.

Dans le cas des SMV, l'appauvrissement ou l'enrichissement en aluminium des micas blancs, la

variation du fer ou du magnésium dans les chlorites, ainsi que l'évolution spatiale des concentrations de certains éléments (entre autre, le sodium) peuvent servir d'indicateur de proximité au gisement. La comparaison de ces indicateurs permet alors l'élaboration de vecteurs qui pointent vers la minéralisation. Le projet a pour objectif de tester ces méthodes d'interprétation avec les données recueillies par le LAMROC.

L'analyse par FRX ne permet pas de mesurer le sodium. Celui-ci intervenant directement dans l'étude de l'altération hydrothermale, il est nécessaire de l'estimer pour chaque point mesuré. La grande quantité de données ainsi que la diversité des paramètres (plusieurs milliers de points de mesure, avec plus de 20 variables) permettent d'utiliser des méthodes variées quant à leur étude et interprétation. Cette présentation met ainsi en valeur une approche statistique basée sur le principe de machine d'entraînement : le *Random Forest*.



Minéralisations porphyriques à Cu-Au associées à l'intrusion d'East Sullivan, Val-d'Or

Philippe Berthelot (Alexandria Minerals)

Le projet Porphyre de Alexandria Minerals est localisé à 7 km au sud-est de la ville de Val-d'Or. Le secteur visé chevauche la limite sud de l'intrusion du East Sullivan (Central Post), en contact avec les volcanites de la Formation de Héva. La faille de Cadillac passe à 500 m au sud de l'intrusion.

L'exploration de ce secteur a débuté au milieu des années 1930 avec la découverte des premiers indices de Cu-Au associés à des stringers de Chalcopryrite. Durant les années 60, une dizaine de forages ont recoupé pour la première fois, à l'intérieure de l'intrusion, des minéralisations de type porphyre à Cu-Mo. Par la suite, l'exploration s'est principalement concentrée le long de la faille Cadillac avec la découverte des zones Orenada 2 et 4.

Le pluton de East Sullivan (Central Post) est une intrusion post-cinématique (2684 ± 1 Ma) de composition monzonitique d'affinité alcaline (Taner, 1996). L'intrusion est composée de deux faciès principaux et d'un troisième plus marginal, mais important car il contient la minéralisation à Cu disséminée. Une première phase de monzonite porphyrique à texture trachytique dans une matrice chloriteuse à grain fin ; une deuxième phase de monzonite porphyrique avec phénocristaux de feldspaths dans une matrice à grain moyen (Fp-Am-Qz) et la troisième, une monzonite équi-granulaire tachetée d'épidote et de chalcopryrite.

L'intrusion, à sa bordure sud, est affectée par une forte fracturation, accompagnée d'une altération potassique d'intensité variable et par une hématisation le long des fractures. Une minéralisation à Chalcopryrite-pyrite-molybdénite est présente le long des fractures ainsi que finement disséminée dans la monzonite à grain fin. Localement on observe du cuivre natif associé à des zones

de forte silicification. Les indices Ducros Zone 1 (0,23% Cu sur 209 m, incluant 185 ppm Mo sur 164 m et 0,54% Cu sur 56,6 m) et Ducros Zone 2 (0,49% Cu sur 23,3 m) sont de bons exemples.

Les trois cents premiers mètres de roches volcaniques au pourtour de l'intrusion, sont affectés par un métamorphisme de contact et par de nombreuses brèches hydrauliques. Ces brèches sont composées d'assemblages minéralogiques à épidote-carbonates-magnétite-pyrite-chalcopryrite ou bien à silice-carbonate-hématite-pyrite. Elles ont été observées à plus de 2 km au sud-ouest de l'intrusion (indice Jolin). Les zones de bréchification les plus intenses forment des couloirs subparallèles au contact de l'intrusion avec un pendage vers le nord à 60 degrés.

Une minéralisation à Cu-Au-Ag est associée à certaines zones bréchiques riches en magnétite et sulfures. Ces amas minéralisés ont des formes irrégulières et actuellement difficiles à localiser. Les principaux indices sont la Zone 5 (1,04% Cu, 1,9 g/t Au sur 8,8 m, 10,7 g/t Au sur 3,7 m) ; Orenada Zone 3 (0,53% Cu, 2,5 g/t Au sur 21,0 m) ; Zone Hogg (0,14% Cu, 8,4 g/t Au sur 10,2 m) ainsi que l'ancien producteur Mid-Canada (78 000t @ 0,21 % Cu, 7,4 g/t Au).

Ce système de minéralisation est peu connu dans le secteur de Val-d'Or et mérite d'être mieux compris. Il peut avoir généré des minéralisations économiques en or, argent et cuivre. Une étude plus globale est proposée afin de mieux cerner le contexte métallogénique en présence et d'en dégager des nouveaux guides d'exploration pour la région.



Le corridor de la route 167 : synthèse géologique et évaluation de la favorabilité minérale

Ludovic Bigot (CONSOREM)

Le prolongement de la route 167, depuis le secteur du lac Albanel jusqu'à la mine Renard de Stornoway Diamond, achevé en septembre 2013, ouvre un nouvel accès à la Baie-James. Le corridor de cette nouvelle route contient une diversité d'indices minéraux en or, argent, cuivre, zinc notamment, mais aussi en uranium et en diamant; cependant, le secteur est immature en termes d'exploration et l'information géologique y est fragmentaire. La ceinture volcano-sédimentaire d'Eastmain est au cœur de l'exploration dans la région. Elle concentre la majorité des informations géologiques et joue le rôle de métallotecte pour l'or orogénique et les SMV à Cu-Zn, alors que l'extérieur est très peu connu et mériterait un nouveau regard. L'intérêt du projet est donc d'évaluer la favorabilité minérale du corridor dans son ensemble pour diverses substances.

Une approche méthodique couplant la compilation géologique, et le traitement de données géophysiques et géochimiques a permis de proposer un nouveau portrait géologique et structural pour le corridor de la route 167, à l'échelle régionale et à l'échelle de la ceinture d'Eastmain.

À l'échelle régionale, les nouvelles informations géophysiques ont permis d'interpréter des zones de déformation ductile à partir de linéaments géophysiques, ainsi que régionalement des domaines magnétiques et les limites de la sous-province Opinaca/Opatika qui désormais bordent les branches ouest et sud de la ceinture d'Eastmain. La reconnaissance de roches sédimentaires et de nouvelles ceintures de roches vertes est un des faits saillants du projet. La superficie couverte par les roches sédimentaires a été augmentée de plus de 300 % pour atteindre plus de 8 500 km². Ces roches sédimentaires pourraient faire partie du Groupe de

Laguiche largement reconnu à l'ouest. Plusieurs ceintures de roches vertes sont nouvellement identifiées couvrant plus de 120 km², et notamment dans les extensions de la ceinture d'Eastmain ce qui en fait des nouveaux secteurs d'intérêt pour les métaux.

À l'échelle de la ceinture d'Eastmain, un nouveau portrait géologique est proposé. L'étendue de la ceinture a été augmentée de 35 % couvrant une superficie de 879 km². Les limites des différentes unités géologiques ont été précisées et plusieurs nouvelles ont été identifiées. C'est le cas notamment pour des unités de rhyolites-rhyodacites et des intrusions felsiques à intermédiaires syn-volcaniques de type diorite, granite, et monzonite. L'empreinte de déformation ductile est une composante dominante dans toute la ceinture d'Eastmain; les branches ouest et est, incluant les extensions proposées, pourraient représenter un corridor majeur de déformation ductile (sans information sur la cinématique) qui serait à l'origine de l'architecture actuelle de la ceinture. Un nouveau portrait métamorphique de la ceinture d'Eastmain est aussi proposé. Auparavant uniformément reconnu à l'amphibolite, les faciès sont désormais interprétés des schistes verts aux granulites. Les zones de schistes verts et schistes verts supérieurs coïncident avec des zones de cisaillement, et pourraient indiquer des zones de rétro-métamorphisme associées à la circulation de fluides hydrothermaux.

Plusieurs guides d'exploration sont proposés pour diverses substances et types de gîtes. D'après des critères de transition métamorphique, d'empreinte structurale, et d'environnement lithologique, l'Au de type Éléonore est favorable dans huit secteurs du corridor; particulièrement dans les branches sud et



ouest de la ceinture d'Eastmain. Environ 200 km² de zones d'intérêt sont proposées pour l'Au orogénique d'après des critères de présence de roches sédimentaires (et formation de fer) dans (ou au contact) des ceintures de roches vertes et associé aux zones de déformation. Les systèmes Cu-Au porphyriques présentent un intérêt dans six zones

d'après des critères notamment géophysiques de démagnétisation et de structure circulaire, couplés au Cu anomal dans les sédiments de lac. Le Ni-Cu magmatique mérite aussi d'être exploré puisque trente-trois cibles sont proposées à partir des anomalies en Ni dans les sédiments de lacs.



L'intelligence artificielle au service de l'exploration minière

*Nathalie Schnitzler, Antoine Caté, Vincent Dubé-Bourgeois, William Oswald (INRS)
Fabien Rabayrol (UBC), et Sarane Sterckx (INRS)*

L'industrie minière est en constante évolution, à la recherche d'outils d'exploration novateurs. Les données collectées s'accumulent sans pour autant avoir livré tout leur potentiel d'information. Lors du concours « Integra Gold Rush Challenge », organisée par la compagnie d'exploration aurifère Integra Gold Corp., 6 To de données provenant de leur propriété Sigma-Lamaque (Val d'Or, Québec) ont été publiés. Le but : découvrir des gisements d'or potentiels ainsi que des méthodes innovantes dans le traitement de larges bases de données.

Le principe de machine d'entraînement (intelligence artificielle) est une solution adaptée pour le traitement et l'interprétation de grandes quantités de données. En plus

de dévoiler à la compagnie plusieurs cibles aurifères potentielles sur leur propriété, les Data Miners ont combiné une approche quantitative provenant d'outils statistiques novateurs avec les connaissances géologiques. Ceci a abouti à l'élaboration d'un workflow intégratif alliant la modélisation 3D, la production de vecteurs d'exploration en 3D et l'intelligence artificielle pour la prédiction de cibles. Il permet ainsi l'optimisation du temps, la minimisation des coûts et la réduction du biais humain durant l'exploration. Extrêmement versatile, cette méthode peut être adaptée aux innombrables cas de figure de l'exploration minière (brownfield/greenfield, divers métaux).