

# 11<sup>e</sup> FORUM TECHNOLOGIQUE

11 septembre 2013

Val-d'Or

CONSOREM - DIVEX

EXPLOABITIBI-2013

RECUEIL DES RÉSUMÉS



**CONSOREM**  
Consortium de recherche  
en exploration minérale

**AEMQ**  
ASSOCIATION DE  
L'EXPLORATION MINÉRIÈRE  
DU QUÉBEC



**DIVEX** DIVERSIFICATION  
EN L'EXPLORATION  
MINÉRIÈRE AU QUÉBEC



### Mot du président

C'est avec plaisir que nous vous souhaitons la bienvenue à ce 11<sup>e</sup> Forum technologique. Organisé depuis quelques années, conjointement par CONSOREM et DIVEX, ce Forum est devenu un instrument privilégié qui permet de diffuser à la communauté œuvrant en exploration minière, le résultat des recherches issues de projets CONSOREM, de projets DIVEX et de projets d'entreprises et d'organisations partenaires du CONSOREM.

La dernière année a été concluante pour CONSOREM avec la reconduction d'une entente spécifique provinciale qui suivait un renouvellement du fédéral ainsi que la création d'une table régionale de concertation minière pour le Saguenay-Lac-St-Jean. Celle qui débute est remplie de défis pour l'industrie minière et nos membres, car les financements sont devenus de plus en plus difficiles dans un contexte mondial particulièrement morose. Nul doute que de nouvelles découvertes aideraient à redonner un peu de vitalité à notre secteur et de confiance aux investisseurs. CONSOREM, par le résultat de ses activités de recherche et de développement peut assurément contribuer, à sa façon, aux découvertes de demain qui sauront assurer l'avenir et la pérennité de l'industrie minière au Québec.

CONSOREM amorce donc avec autant de dynamisme sa 14<sup>e</sup> année de fonctionnement, ce qui constitue un exploit en soi, étant donné qu'il a eu à survivre à quelques cycles miniers et récessions tout en relevant le défi incessant de trouver le financement nécessaire à ses activités quand ce n'est pas le renouvellement de ses chercheurs. Ce sont dans les périodes difficiles, comme celle que vit actuellement l'exploration minière, qu'il est important de miser sur nos forces soit : nos chercheurs, notre équipe de direction et nos membres. Vous pourrez constater tout au long de la journée la qualité des résultats des divers projets de recherche menés chez CONSOREM et chez DIVEX.

Bon Forum à tous

*Pierre Bertrand*

Président du CONSOREM



## Le plutonisme fini-Archéen en Abitibi: à la source des gisements?

*Michel Jébrak, chaire en entrepreneuriat minier UQAT-UQAM*

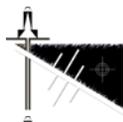
Les ceintures de roches vertes archéennes comportent un très grand nombre de roches plutoniques dont l'importance a été longtemps sous-estimée. En Abitibi, les travaux récents ont permis de préciser l'évolution géochimique et pétrologique des plutons et d'en discuter les implications géodynamiques entre pure actualisme et modèles verticalistes. On peut y reconnaître cinq grandes familles de plutons dont les quatre dernières ont contribué à la formation des plus grands gisements minéraux de la Province tant en métaux de base, en métaux précieux et en métaux technologiques.

- (1) Gneiss tonalitiques profonds. Plusieurs générations ont été distinguées dans la Ceinture Nord (2728-2725 Ma, 2720-2715 Ma) : ils sont issus de fusion profonde d'un basalte avec un résidu éclogitique, sans déshydratation, (subduction chaude);
- (2) Tonalites (TTG, High Ca granite) formant les chambres magmatiques superficielles, sous-jacentes et contemporaines des grandes caldeiras archéennes. Au Québec, quatre cycles sont bien connus depuis 2740 Ma. Ce plutonisme produit à la fois des systèmes porphyriques à or (Troilus, Coté Lake, Don Rouyn, Launay) et des amas sulfurés volcanogènes;
- (3) Granodiorites à monzodiorites syntectoniques, mises en place entre 2700 et 2692 Ma. Ces intrusions ont des similitudes avec les sanukitoïdes (fusion à haute pression, plus basse température que les TTG) et représentent la fusion d'un manteau métasomatisé. On attribue à cette phase les plus grandes minéralisations en or (Hollinger McIntyre, Hemlo, Malartic?);

- (4) Syénites subvolcaniques alcalines se situant le long des grands corridors de failles, et parfois interstratifiées avec les sédiments Timiskaming et de lamprophyres qui marquent la fusion d'un manteau hydraté et métasomatisé. Elles sont fréquemment associées à des minéralisations en or à caractère porphyrique et filonien, souvent riches en fluor: Bachelor, Lamaque, Pamour, Young Davidson, Douai, Camflo... (2695-2675 Ma);
- (5) Fusion crustale tardive produisant des monzogranites leucocrates hypocalciques pauvres en calcium de type S riches en fluides (2660 Ma). Ils traduiraient un effondrement gravitaire post-orogénique. Les minéralisations associées sont de haute température avec des métaux technologiques.

La comparaison de cette évolution pétrologique avec celle du craton de Yilgarn, en Western Australia, fait ressortir de fortes analogies (TTG, Syénites) et des différences significatives, en particulier une durée plus longue de l'évolution des intrusions.

Les priorités de la recherche devraient s'orienter vers plus de datations directes des minéralisations afin de mieux évaluer leur relation thermique et géochimique avec les intrusions, et vers un traçage des sources des métaux au travers de l'évolution pétrologique des systèmes magmatiques.



## La mine Canadian Malartic, Abitibi: Caractéristiques géologiques et chronologie relative de la minéralisation aurifère à basse teneur et fort tonnage

*Stéphane De Souza (CGC-Qc), Benoît Dubé (CGC-Qc), Vicki McNicoll (CGC-Ottawa), Patrick Mercier-Langevin (CGC-Qc), Robert Creaser (University of Alberta)*

La mine Canadian Malartic exploite un gisement d'or à basse teneur et fort tonnage (réserves P&P de 10.9 Moz; 345 Mt @ 0.98 g/t Au) dont la minéralisation est principalement encaissée dans les roches métasédimentaires du Groupe de Pontiac et certaines intrusions monzodioritiques porphyriques déformées situées au sud de la Zone de Faille Cadillac. Le Groupe de Pontiac est constitué de grauwacke turbiditique affecté par un clivage dominant orienté ONO à NO à pendage vers le NE (70-90°). La faille Sladen, qui marque le contact sud d'une intrusion minéralisée, est orientée E-O avec un pendage (45-85°) vers le sud. Deux orientations sont reconnues pour les enveloppes minéralisées, E-O et NO-SE. Celles-ci ont des pendages opposés vers le sud et vers le nord, respectivement. Les roches minéralisées contiennent habituellement de la calcite et des traces à 3% de pyrite finement disséminée et l'or est rarement visible. La majeure partie de la minéralisation se trouve dans les roches métasédimentaires et se présente sous la forme de zones de remplacement caractérisées par une altération en calcite-feldspath-biotite-séricite-pyrite. Des veines de quartz  $\pm$  pyrite laminées et/ou bréchiques minéralisées sont également localement présentes. Dans les intrusions la minéralisation est constituée de zones de remplacement à quartz - feldspath - pyrite - carbonate avec une enveloppe de carbonatation et d'hématisation. Cette enveloppe

contient des veines millimétriques à centimétriques de quartz - calcite  $\pm$  pyrite formant localement des stockwerks. Des veines de quartz-feldspath-tourmaline-biotite-galène-scheelite avec altération en feldspath potassique et hématite des épontes sont présentes dans les intrusions. La minéralisation est préférentiellement développée en association avec la faille Sladen, des zones de charnières de plis et de déformation ductile-fragile orientées NO-SE. L'association de la minéralisation avec les intrusions porphyriques, la minéralogie et les textures des veines aurifères, l'altération potassique omniprésente, la présence de stockwerks minéralisés et localement de molybdénite, sont compatibles avec une empreinte magmatique-hydrothermale pour le gisement. Toutefois, la géométrie des corps minéralisés, leur association spatiale avec des éléments structuraux, ainsi que la présence de veines de quartz minéralisées laminées, indiquent l'existence d'une phase de minéralisation syn-déformation et/ou de remobilisation d'une minéralisation préexistante. L'hypothèse de travail favorisée est que le gisement d'or à basse teneur et fort tonnage de la mine Canadian Malartic et sa géométrie actuelle résultent de la superposition d'une minéralisation syn-déformation sur un système magmatique-hydrothermal aurifère associé aux intrusions porphyriques.



## Un exemple de système porphyrique le camp minier du lac Doré, Chibougamau

*Pierre Pilote, Ministère des Ressources naturelles du Québec, Montréal*

De 1993 à 1996, un groupe de chercheurs du MRN (P. Pilote), de la C.G.C. (R. Kirkham, F. Robert et D. Sinclair) et de l'UQAC (R. Daigneault et M. Magnan) ont étudié en détail le camp minier du lac Doré, plus particulièrement les secteurs de l'île Merrill, du lac Clark et de la mine Copper Rand. Cette présentation a pour but de présenter les principales observations et conclusions de ces travaux.

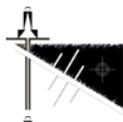
La découverte des gisements de Cu-Au encaissés dans le Complexe anorthositique du lac Doré (CLD), historiquement connus sous le nom de "minéralisation de type Chibougamau", représente avec la mise en production des mines Opémiska les événements qui ont contribué au démarrage du camp minier de Chibougamau-Chapais. Depuis 1954 jusqu'à la fin de 1997, 15 gisements ont été découverts et ont été périodiquement en production. La production totale du camp du lac Doré a atteint près de 48 millions de tonnes de minerai à une teneur de 1,82% Cu et 0,064 oz/t Au. L'origine des veines de cuivre de "type Chibougamau" a fait l'objet de nombreuses études dans le passé (voir Allard, 1976, DPV 368; Daigneault et Allard et al., 1990, MB 90-03; Pilote et al., 1998, DV 98-03).

Des exemples de la "minéralisation de type Chibougamau" ou Cu-Au filonienne sont, entre autres, représentés par les mines Merrill, Principale, Copper Rand, Cedar Bay, Henderson, et Portage. Ces gîtes sont encaissés dans des zones de cisaillement fragiles-ductiles logés dans les faciès anorthositiques du CLD, une intrusion stratiforme ultramafique datée à  $2727 \pm 1$  Ma. Les roches encaissantes sont constituées de schistes à quartz-carbonate-séricite et/ou chlorite (chloritoïde) produits par le cisaillement et l'altération de la méta-anorthosite. Ces veines contiennent de façon caractéristique l'assemblage minéralogique pyrrhotine-pyrite-chalcopryrite-magnétite-quartz-sidérite, avec de

faibles quantités de sphalérite et de galène et un grand nombre de minéraux accessoires. Les zones minéralisées montrent un enrichissement en potassium et sont caractérisées par la présence de chlorites ferrifères. L'or se présente surtout sous la forme de grains isolés associés à la pyrite et à la chalcopryrite. Cet habitus contraste avec les gisements orogéniques de la région où l'or est retrouvé sous forme libre. Différentes catégories de dykes porphyriques sont également associés à ces gisements.

Quoique ces gisements puissent être classés comme de type veine et contrôlés par le développement des éléments structuraux, certains aspects de ceux-ci les rendent bien différents des gîtes d'or Archéens orogéniques retrouvés ailleurs dans la région de Chibougamau. Ainsi, à la carrière Merrill par exemple, une cartographie détaillée a démontré que les veines et lentilles minéralisées sont subparallèles à légèrement obliques à un réseau de dykes porphyriques orientés N120°, datés à 2714 Ma et qui recoupent la minéralisation. Ces dykes se joignent à une masse tonalitique équigranulaire (la phase Merrill), laquelle représente une phase intrusive tardive, datée également à  $2714 \pm 2$  Ma, du pluton multiphasé de Chibougamau. Les veines de Cu-Au sur l'île Merrill sont recoupées par d'étroites zones de cisaillement d'orientation NW, ceci signifiant que la minéralisation filonienne est antérieure au plissement, au développement des zones de cisaillement, et au métamorphisme régional.

Dans le secteur du lac Clark, plus haut dans la stratigraphie, des minéralisations de type Cu-Au±Mo porphyriques sont spatialement adjacentes aux minéralisations filoniennes en Cu-Au représentant le type "veine Chibougamau" ou encore les recoupent. Les caractéristiques du gisement porphyrique du lac Clark sont : des stockwerks constitués de différentes catégories de veines minéralisées, des brèches



hydrothermales et des dykes « interminéraux » aux minéralisations porphyriques. Un de ces dykes, géochimiquement comparable à la phase Merrill, a livré un âge U-Pb de  $2715 \pm 1$  Ma.

Le court intervalle temporel entre ces deux générations de dykes suggère fortement que les deux types de minéralisations qui leur sont associés, soit le type porphyrique (lac Clark) et le type veine de Cu-Au (illustré par la carrière Merrill), sont les résultats d'un même système magmatique-hydrothermal d'envergure régionale. De telles relations étroites dans le temps et l'espace entre ces différents types de minéralisations et de générations de dykes, telles qu'observées communément dans les systèmes porphyriques plus récents, impliquent que les événements plutoniques et hydrothermaux sont reliés génétiquement.

Des observations analogues, impliquant le développement de fractures précoces et la mise en place de différentes générations de dykes

porphyriques, sont observées de manière caractéristique sur une superficie de plus de plus de  $100 \text{ km}^2$  dans le camp minier du lac Doré, et sur le flanc sud de l'anticlinal de Chibougamau. Ceci démontre l'échelle kilométrique du ou des systèmes minéralisateurs magmatiques impliqués.

Des études récentes réalisées dans la région de Chibougamau ont démontré que, de façon contemporaine au développement de tels systèmes hydrothermaux, il y a eu croissance et soulèvement des îles volcaniques noyautées par les roches intrusives. Sous des conditions subaériennes semblables, tout système magmatique-hydrothermal se développant en profondeur, dans ou autour d'intrusions felsiques synvolcaniques, pourrait se manifester dans les parties supérieures de l'empilement volcanique sous la forme de systèmes épithermaux. Des exemples possibles de ces systèmes, tel le gîte du lac Berrigan, ont été reconnus dans la région de Chibougamau.



## Les minéralisations aurifères du gisement archéen de Beattie à Duparquet, Abitibi, Québec, Canada

Ludovic Bigot

Le gisement de Beattie est situé dans la ceinture de roches vertes de l'Abitibi, à proximité de la faille Porcupine-Destor, et est associé à une syénite porphyrique. Les corps minéralisés ont une ressource totale mesurée et indiquée de 3,11Moz contenus dans 60Mt de minerai à 1,59g/t d'or, et une ressource totale inférée de 1,44Moz contenus dans 29,7Mt de minerai à 1,51g/t d'or. Dans le gisement de Beattie, deux styles de minéralisation sont présents, à contrôle lithologique et à contrôle structural. La minéralisation à contrôle lithologique est limitée exclusivement à la syénite altérée en carbonates de fer. Cette minéralisation représente du minerai à basse teneur mais fort tonnage, dans lequel l'or est porté par la pyrite arsénifère et l'arsénopyrite. L'or est « invisible »; il se présente sous la forme de solution-solide dans le cœur poreux et riche en arsenic des pyrites. La minéralisation à contrôle structural est présente uniquement dans des zones de cisaillement adjacentes et incluses dans la syénite. Le minerai est à haute teneur dans des zones de brèches silicifiées à caractère hydraulique et tectonique, dans des veines de quartz chertoux, dans des veines polymétalliques intensément silicifiées, et dans des dykes de syénite trachytique très altérée. L'or y est visible sous forme d'électrum dans les microfractures des pyrites bréchifiées. Les deux styles de minéralisation et les altérations font partie d'une évolution paragénetique commune dans un environnement magmatique-hydrothermal. Des phases initiales oxydantes ont évolué en conditions

réduites à la faveur de fluides magmatiques, avec une composante externe, riches en CO<sub>2</sub>. Ce changement d'état d'oxydation a entraîné la précipitation des sulfures et la cristallisation de l'or « invisible » dans la pyrite arsénifère et l'arsénopyrite. Une phase d'altération ultérieure, dominée par des fluides hydrothermaux riches en silice, a pour résultat la bréchification des sulfures et leur redistribution dans des corridors siliceux, ainsi que la remobilisation de l'or dans les microfractures des pyrites bréchifiées. Les compositions calculées de  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta\text{D}$  sur les veines de quartz associées à cet événement tardif sont respectivement 7.67‰ et -66‰, indiquant une dominance des fluides magmatiques avec une probable composante métamorphique. Cet événement est associé à un fort enrichissement en Hg, Te, Mo, Ag, Sb, As, et Se. Le style de cristallisation de l'or dans le gisement de Beattie est une conséquence de la dominance des régimes en systèmes ouverts, tant au niveau de l'incorporation dans le magma de l'arsenic (dérivé d'une source sédimentaire) qui contrôle la précipitation de l'or « invisible », que de la circulation tardive de fluides hydrothermaux riches en silice qui sont à l'origine de la remobilisation de l'or. Le gisement de Beattie partage des affinités avec des gisements associés aux intrusions (*Intrusion Related Gold Deposit*), des gisements épithémaux à tendance neutre à intermédiaire, et des gisements de type mésothermaux.



## Caractéristiques pétro-géochimiques d'un dépôt de Ni-Cu-EGP métamorphisé: le dépôt Delta, région de Raglan, Québec

*Pierre-Jean Misson, Sarah-Jane Barnes, Philippe Pagé  
(Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi G7H 2B1 Canada)*

Les éléments du groupe du platine (EGP) sont des métaux qui ont des cours boursiers comparables à celui de l'or, ce qui en fait des cibles d'intérêt économique. Les EGP sont présents dans les minéralisations sulfurées à Fe-Ni-Cu associées à la mise en place des laves komatiitiques précambriennes. Les EGP y sont majoritairement présents dans le réseau cristallin des sulfures où ils représentent des impuretés mais également sous forme de minéraux du groupe du platine (MGP) dans lesquels ils sont associés aux semi-métaux (As, Sn, Te, Bi, Sb). La majorité des dépôts de sulfures komatiitiques ont enduré un métamorphisme régional pouvant atteindre les faciès schistes verts à amphibolite et la déformation associée. Au cours du métamorphisme, l'assemblage minéral magmatique peut être modifié par la remobilisation des éléments mobiles comme le S et le Fe entraînant une redistribution des métaux tels les EGP et la formation de MGP. La recristallisation peut entraîner l'expulsion des EGP hors de la structure cristalline des sulfures et permettre la formation de MGP. Le métamorphisme pourrait donc augmenter la proportion de MGP présents dans les sulfures komatiitiques et rendre ces dépôts intéressants pour l'exploitation des EGP.

Le dépôt Delta de la Ceinture de Cape Smith, dans la région de Raglan, comprend deux lentilles de sulfures massifs (D8 et D9) associées à la mise en place d'un sill de basalte komatiitique. Ce sill fait partie du système nourricier des laves de basalte komatiitique

de la Ceinture de Cape Smith qui se sont mises en place vers 1.9 Ga. La Ceinture de Cape Smith a ensuite subi le métamorphisme régional aux faciès schistes verts à début amphibolite associé à l'orogène Trans-Hudson (ca. 1.8 Ga). Les lentilles sont maintenant localisées dans une zone de faille et représentent un matériel idéal en vue de déterminer les effets du métamorphisme régional et de la déformation associée sur les minéralisations de sulfures komatiitiques.

Les résultats préliminaires des analyses pétrographiques et de géochimie en roche totale de 20 échantillons de sulfures massifs des lentilles du dépôt Delta montrent que (i) l'assemblage minéral des lentilles est toujours magmatique et constitué de pyrrhotite, pentlandite et chalcopryrite mais les textures sont métamorphiques (déformation et recristallisation); (ii) la lentille D8 est toujours en contact lithologique avec le sill parent; (iii) la lentille D9 n'est plus en contact avec le sill parent ce qui implique qu'elle s'est déplacée le long de la faille dans un état liquide avant d'être déformée et recristallisée; (iv) il n'y a pas eu de remobilisation d'éléments comme le Fe et le S au cours du métamorphisme; (v) les concentrations des semi-métaux varient d'un échantillon à l'autre et tendent vers l'hypothèse de l'exsolution de MGP au cours du métamorphisme.

**Mots-clés:** Eléments du Groupe du Platine, komatiite, sulfures massifs, métamorphisme, Raglan

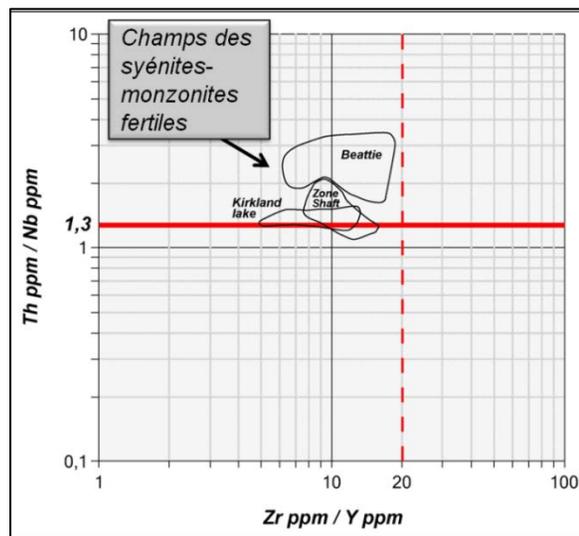


## Typologie des intrusions associées aux grands couloirs de déformation de l'Abitibi et relations avec les minéralisations aurifères

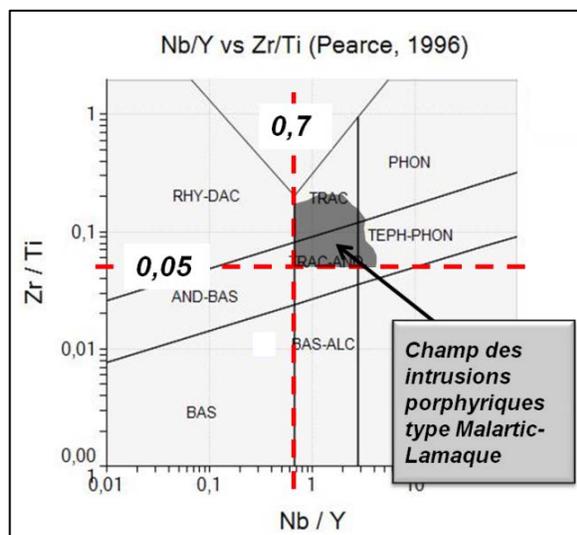
Benoit Lafrance, CONSOREM\*

Les grands couloirs de déformation en Abitibi sont caractérisés par plusieurs dykes, stocks ou plutons syn à tardi-déformation qui possèdent des âges qui varient de 2690 à 2672 Ma. Cette étude visait à caractériser plus particulièrement les intrusions calco-alcalines porphyriques à feldspath ou à quartz-feldspath (diorite, granodiorite, tonalite) et les intrusions alcalines (syénite-monzonite). Le lien génétique entre les syénites-monzonites a déjà été suggéré par plusieurs auteurs (Robert, 2001 ; Ispolatov et al., 2008). Les intrusions calco-alcalines porphyriques sont généralement décrites dans plusieurs camps miniers (par ex. Val-d'Or, Timmins, Duparquet) comme étant uniquement des encaissant à la minéralisation (MacDonald, 2010 ; Legault et al., 2005). Cependant certaines de ces intrusions ont récemment été associées à des minéralisations de type porphyriques (Malartic). L'objectif du projet était donc de caractériser géochimiquement ces différentes familles d'intrusions syn à tarditectoniques afin d'établir, si possible, lesquelles des familles pouvaient avoir un lien génétique avec les minéralisations aurifères. Une approche par la compilation d'études de cas a été utilisée. La géométrie, les relations de recoupement, la géochronologie et la lithogéochimie des intrusions des camps miniers de Timmins, Duparquet, Kirkland Lake, Malartic et Val-d'Or ont été étudiées.

Basé sur l'étude de la fertilité des syénites-monzonites de l'Abitibi par Legault et Lalonde (2009), un nouveau diagramme de fertilité des intrusions alcalines a été développé (Figure ci-haut). L'avantage de ce diagramme est qu'il utilise seulement des éléments immobiles et qu'il n'est donc pas sensible à l'altération hydrothermale. À partir des compilations lithogéochimiques, il est établi que les syénites-monzonites possédant un ratio  $Th/Nb > 1,3$  et un ratio  $Zr/Y < 20$  sont favorables aux minéralisations aurifères. Cette approche a permis d'identifier 104 échantillons favorables en Abitibi.



Nouveau diagramme de favorabilité aux minéralisations aurifères pour les intrusions alcalines (syénites-monzonites à quartz-monzonites) de l'Abitibi.



Reconnaissance des intrusions porphyriques de « type Malartic-Lamaque » sur le diagramme de Pearce (1996).



L'étude des intrusions calco-alkalines porphyriques a permis de distinguer deux familles géochimiques. La première famille d'affinité franchement calco-alkaline semble être associée aux intrusions porphyriques d'âge 2690 à 2685 Ma. Les porphyres de Pearl Lake, Paymaster, Duparquet et la phase la plus ancienne de la mine Lamaque en sont des exemples. L'autre famille d'affinité à tendance alcaline semble être associée aux intrusions porphyriques d'âge 2685 à 2672 Ma. La plug principale de la mine Lamaque (2685 Ma), le porphyre de Pamour (2677 Ma) et la diorite porphyrique de Malartic en sont des exemples. Sur le diagramme Zr/Ti vs Nb/Y de Pearce (1996) il est possible d'isoler un champ pour les intrusions de « type Malartic-Lamaque » ( $Nb/Y > 0,7$ ).

Bien que l'on ne puisse établir un lien génétique entre ce type d'intrusion et les minéralisations aurifères dans la présente étude, il est tout de même possible de distinguer les deux familles de diorite-granodiorite-tonalite porphyriques. Ceci constitue une piste de recherche intéressante et permettra peut-être d'établir un possible lien génétique.

La méthode a permis d'identifier 136 échantillons d'intrusions porphyriques de « type Malartic-Lamaque » en Abitibi.

*\* Maintenant avec Focus Graphite*



## Le Projet Casault : Géologie, altérations et minéralisations aurifères à proximité de la faille Sunday Lake

Mario Masson, VP Exploration, Exploration Midland Inc

Le projet aurifère Casault est situé au Québec le long de la faille de Sunday Lake à environ 40 kilomètres à l'est de la mine à ciel ouvert Detour Lake qui contient des réserves de plus de 15,6 millions d'onces d'or. Ce projet est également localisé à moins de 3 kilomètres à l'ouest du projet Martinière détenu par Balmoral Resources Ltd. La propriété Casault, qui est actuellement en partenariat (entente d'Option) avec la Corporation Minière Osisko depuis novembre 2011, est composée de plusieurs blocs de claims couvrant plus de 20 kilomètres le long de la faille de Sunday Lake pour une superficie totale de plus de 150 kilomètres carrés.

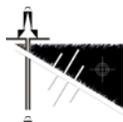
À cause de la présence d'une importante couverture de mort-terrain sur l'ensemble du secteur, la connaissance de la géologie de la propriété demeure encore très fragmentaire et repose principalement sur l'interprétation des levés géophysiques aéroportés régionaux et des récents travaux de forage. Ces travaux continuent de contribuer à améliorer la compréhension du cadre géologique et structural à l'échelle de la propriété.

La géologie de la propriété consiste du sud vers le nord en une intrusion de monzodiorite quartzifère (Pluton de Turgeon) en contact avec une séquence sédimentaire composée principalement de graywackes et de niveaux d'argillites graphitiques intercalées de bandes volcanoclastiques mafiques et d'intrusions intermédiaires à mafiques. Ces

sédiments sont en contact au niveau de la faille de Sunday Lake avec les volcanites ultramafiques à mafiques retrouvées au nord de la faille. Cette séquence volcanique montre également la présence d'unités felsiques et d'une unité fragmentaire dont l'origine fait présentement l'objet d'études plus approfondies.

Les travaux d'exploration menés au cours des trois dernières années ont consisté principalement en des levés magnétiques et électromagnétiques héliportés (VTEM), un levé de polarisation provoquée ainsi qu'en des forages au diamant.

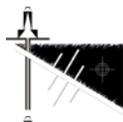
Jusqu'à maintenant, les principales minéralisations aurifères connues sur la propriété Casault sont associées avec au moins trois différents types; le premier type est associé à une zone de dykes de diorites fortement altérées en ankérite, séricite et pyrite au contact entre le Pluton de Turgeon et la séquence volcano-sédimentaire; un second type est associé à de fortes zones d'altérations en quartz-ankérite-séricite au niveau de la faille de Sunday Lake et un troisième type de minéralisation aurifère a récemment été identifié dans des gabbros très silicifiés et minéralisés en pyrite situés au nord de la faille de Sunday Lake dans l'extension ouest de la zone Martinière.



*Dîner gracieusement offert par:*



*Merci!*



## D'où vient l'or des gisements orogéniques - magmatique ou métamorphique? Réponse à partir des volatiles en inclusions fluides et des cartographies de pyrites au LA-ICP-MS; exemples de la Nouvelle-Zélande, du Burkina Faso et du Canada.

Damien Gaboury, LAMEQ - UQAC

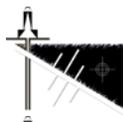
En exploration aurifère, l'identification de ceintures fertiles pour les minéralisations demeure un enjeu majeur. Une des raisons principales, est le manque de connaissances quant à la source de l'or. Par le passé, plusieurs hypothèses ont été émises quant aux sources potentielles, à savoir : formation de fer, basalte de plateau, plume mantellique, lamprophyre, magmatisme. Deux modèles s'affrontent actuellement : (1) celui magmatique où l'or tire sa source de magmas en fin de cristallisation (p. ex. Lang and Baker, 2001; Hart et al., 2002, et (2) celui sédimentaire, où l'or est extrait de pyrite primaire dans des shales riches en matières organiques, lors de la transformation métamorphique en profondeur de la pyrite en pyrrhotite (p. ex. Large et al., 2011, Gaboury, 2013). Pour l'exploration, l'identification rapide de la source de l'or est fondamentale, dans la mesure où les travaux d'exploration pourront être mieux focalisés en considération des sources respectives. À cette fin, l'utilisation combinée de la composition en volatiles des inclusions fluides et de la cartographie élémentaire des pyrites au LA-ICP-MS s'avère particulièrement efficace pour discriminer les sources d'or.

Pour le modèle sédimentaire, la génération des fluides est liée à la déshydratation métamorphique des roches sédimentaires riches en matières organiques à la transition amphibolite. Il est attendu que les fluides renferment des volatiles, dont  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  et  $\text{N}_2$ , qui traduisent cette source. Gaboury (2013) a démontré que le  $\text{C}_2\text{H}_6$  est l'ultime traceur. Les résultats d'études sur différents champs aurifères démontrent bien l'importance de cette source. Les Schistes d'Otago en Nouvelle-Zélande renferment des minéralisations aurifères récentes (Crétacé) formées dans un contexte dépourvu d'activité magmatique. L'éthane ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) est présent dans les fluides des veines principalement localisées sur la portion Nord du district, correspondant à la terrane

de Torlesse. En plus de démontrer la validité du modèle sédimentaire de Large et al. (2012), les résultats ont un impact pour l'exploration en délimitant un secteur plus favorable. Les fluides riches en  $\text{C}_2\text{H}_6$  sont aussi communs dans les minéralisations paléo-protérozoïques du district de Mana (SEMAFO) au Burkina Faso, où des shales graphiteux avec des pyrites primaires sont présents dans l'empilement volcano-sédimentaire. Pour les gisements archéens, le  $\text{C}_2\text{H}_6$  est détecté dans plusieurs gisements, dont: Detour Lake, Red Lake, Casa Berardi, Vezza, Joe Mann et le projet Joanna. Si la présence du  $\text{C}_2\text{H}_6$  est discriminante pour le modèle sédimentaire, son absence ne l'est pas. En effet, le  $\text{C}_2\text{H}_6$  peut se dégrader en  $\text{CO}_2$  lors de réactions hydrothermales (Gaboury, 2013). Le produit final est un fluide à  $\text{CO}_2$  qui est similaire aux fluides aqua-carboniques associés aux gisements magmatiques, comme Bachelor Lake et Beattie par exemple.

La cartographie LA-ICP-MS des pyrites prend ici toute son importance en fournissant des informations discriminantes supplémentaires. Dans certains cas, les zonalités métalliques indiquent clairement des contributions en or magmatique selon la suite métallique typique (Hart et al., 2002) : Au, Te, Bi, Cu, Ag avec des rapports Au/Ag  $\leq 1$ . Dans certains cas, il est possible de déterminer, sur la base des zonalités dans les pyrites, l'évolution du système hydrothermal et le rôle respectif des fluides magmatiques et métamorphiques.

Au final, il faut réaliser que ces développements technologiques permettent efficacement de cerner la source de l'or à partir d'un bout de carotte minéralisée. Cette information cruciale a le potentiel d'orienter l'exploration à l'échelle régionale.



## Références

Gaboury, D., 2013, Does gold in orogenic deposits come from pyrite in deeply buried carbon-rich sediments? : Insight from volatiles in fluid inclusions: *Geology*, in press.

Hart, C.J.R., McCoy, D., Goldfarb, R.J., Smith, M., Roberts, P., Hulstein, R., Bakke, A.A. and Bundtzen, T.K., 2002, *Geology, exploration and discovery in the Tintina gold province, Alaska and Yukon*: Society of Economic Geologists Special Publication 9, p. 241–274.

Lang, J.R. and Baker, T., 2001, Intrusion-related gold systems: the present level of understanding: *Mineralium Deposita*, v. 36, p. 477-489.

Large, R.R., Bull, S.W. and Maslennikov, V.V., 2011, A Carbonaceous sedimentary source-rock model for Carlin-type and orogenic gold deposits: *Economic Geology*, v. 106, p. 331–358.

Large, R., Thomas, H., Craw, D., Henne, A. and Henderson, S., 2012, Diagenetic pyrite as a source for metals in orogenic gold deposits, Otago Schist, New Zealand: *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, v. 55, p. 137-149.



## Réévaluation palé environnementale du complexe volcanique de Selbaie et de son potentiel métallogénique

*Stéphane Faure, Consorem*

Ce projet vise la réévaluation du potentiel pour les métaux de base dans la région des anciennes mines Selbaie (Production de 1981 à 2004 dans 3 zones, pour un total de 56,9 MT @ 0,87% Cu, 1,85% Zn, 39 g/t Ag, 0,55 g/t Au), dans le nord-ouest de la Sous-province de l'Abitibi. Ce secteur d'une superficie de plus de 700 km<sup>2</sup> a fait l'objet que d'un seul épisode de cartographie régionale (Lacroix 1990 et 1994a) depuis la découverte de la minéralisation polymétallique en 1974, et toutes les publications scientifiques concernent la géologie de la mine et de ses environs. La géologie du camp de Selbaie a été complètement revue par le Consorem à partir des informations géologiques et géophysiques récentes et publiques du SIGÉOM, et de nouvelles données inédites en forages (lithogéochimie et descriptions lithologiques) provenant des compagnies membres et non-membres du Consorem, et surtout des traitements innovateurs qui ont permis de caractériser les structures synvolcaniques et l'altération hydrothermale de cet important complexe volcanoplutonique. Cette étude traite à une échelle régionale des structures synvolcaniques, de la géochimie des roches et des altérations, et des signatures magnétiques et gravimétriques.

Les principaux résultats indiquent que : 1) Les volcanites du Groupe de Brouillan sont calco-alcalines et comagmatiques avec les phases intermédiaires et felsiques du complexe intrusif de Brouillan; 2) La phase mafique du complexe de Brouillan est plutôt en grande partie comagmatique

avec les basaltes tholéiitiques d'Enjalran qui entoure le complexe volcanoplutonique de Brouillan. Ceci a comme implication que les intrusions nourricières et les basaltes seraient plus jeunes que le complexe intrusif de Brouillan. 3) La signature lithogéochimique de l'horizon porteur du SMV stérile de 8 Mt à Selbaie (l'unité WAT) a été définie par géochimie et reconnue plus au sud à la limite entre le Brouillan et l'Enjalran. 4) Deux familles de failles synvolcaniques sont distinguées, soit celle NNO-SSE qui affecte la partie nord du complexe, et celle globalement E-O qui recoupe les failles NNO-SSE et à laquelle sont associées les phases les plus felsiques du complexe intrusif. Des structures déduites des empreintes géophysiques sont interprétées comme des failles à l'origine de grabens et certaines organisations circulaires peuvent correspondre à l'empreinte de petites calderas. L'altération hydrothermale a été caractérisée avec la Norme SV350 de LithoModelleur. Elle est typiquement volcanogène et se concentre le long de structures bordant certains bassins volcaniques.

Les failles synvolcaniques ainsi interprétées sont considérées comme des cibles d'exploration importantes, surtout celles qui sont situées près du complexe intrusif de Brouillan (source de chaleur). Plusieurs de ces failles ou segments de failles n'ont fait l'objet que de très peu de travaux d'exploration et sont par conséquent des zones à fort potentiel.



## Étude de l'amas sulfuré archéen à Cu-Zn de Persévérance, District minier de Matagami, Québec, Canada

*Samuel Pierre (UQAM), Michel Jébrak (UQAM), Stéphane Faure (CONSOREM) et Gilles Roy (Xstrata Zinc Canada)*

Le district minier de Matagami est situé à 250 km au nord de Rouyn-Noranda et constitue la séquence volcanique la plus septentrionale de la sous-Province archéenne de l'Abitibi. Une vingtaine de gisements de sulfures massifs volcanogènes avec des tonnages de ~0,1 à plus de 25 Mt (e.g. Matagami Lake) y ont été découverts depuis 1956. Les gisements sont généralement riches en zinc avec des teneurs moyennes de 9% Zn et pouvant atteindre jusque 18,7% Zn (e.g. Isle-Dieu). Avec des ressources mesurées et indiquées de 5,1 Mt à 15,82% Zn, 1,24% Cu, 29,37 g/t Ag et 0,38g/t Au, Persévérance est le second gisement le plus riche du district sur la base de ses teneurs en Zn après Isle-Dieu.

Les amas sulfurés se situent dans deux zones distinctes associées à un volcanisme felsique: le Flanc Nord et le Flanc Sud. Le Flanc Nord est caractérisé par un haut degré de déformation accompagné d'une foliation marquée et de gisements affectés par la déformation (e.g. Norita). Le Flanc Sud, où se situe le gisement de Persévérance, a toujours été décrit comme étant très peu affecté par la déformation. Lorsque observée, celle-ci est interprétée comme faisant partie de couloirs de cisaillement locaux n'impactant pas la morphologie des VMS.

La séquence volcanique contenant Persévérance est subhorizontale, ce qui est en contraste avec le reste du district. Les quatre lentilles de sulfures massifs constituant le gisement sont verticales et perpendiculaires à la stratification. La minéralisation se présente sous forme d'un rubanement atypique de sphalérite-pyrite qui est lui aussi vertical et

perpendiculaire à la stratification. Cette texture rubanée a été précédemment observée dans les mines du district où elle a été associée à des processus hydrothermaux synvolcaniques.

Les descriptions effectuées au sein des zones minéralisées révèlent une grande complexité structurale en relation avec une importante déformation. Dans un périmètre proche de la mine, une schistosité très prononcée affectant les rhyolites a été observée. L'étude structurale montre que le rubanement développé dans la minéralisation présente des directions cohérentes avec celle de la schistosité. Le rubanement est interprété comme étant une texture tectonique reflétant la schistosité régionale au sein de la minéralisation. Cette interprétation est renforcée par 1) la présence de dykes synvolcaniques boudinés dans le plan du rubanement, 2) des plans axiaux de plissement de la Tuffite Clé parallèles à la schistosité 3) des mesures de géobarométrie sur sphalérite fournissant des pressions en accord avec les conditions requises lors de la déformation, et 4) une distribution du cuivre suggérant une remobilisation lors de la déformation.

L'étude de Persévérance montre que les déformations post-volcaniques ont joué un rôle important sur les teneurs et la géométrie du gisement. Leur reconnaissance apporte de nouveaux éléments au modèle d'exploration dans le secteur de Matagami.



## Géologie des minéralisations aurifères du segment Augmitto-Astoria, secteur de Rouyn-Noranda

*Baptiste Chapon, Les Ressources Yorbeau*

La Faille Cadillac au Sud de Rouyn-Noranda est activement explorée depuis les années 1920. Deux principaux dépôts aurifères, associés à la faille de première ordre, ont été développés entre les années 1985 et 1995, soit le gîte Astoria et le gîte Augmitto. Depuis 2005, la société junior **Les Ressources Yorbeau** explore le segment de la faille entre ces 2 gîtes dans le but d'y découvrir d'autres corps minéralisés. En 2008 une campagne de forage de 12 500 mètres a mené à la découverte des secteurs Cinderella-Est et Lac Gamble.

Après ces découvertes, plusieurs questions se sont posées :

- 1) Les zones minéralisées des différents secteurs sont-elles associées à des horizons stratigraphiques ou structuraux particuliers et potentiellement continus le long du segment Augmitto-Astoria ?
- 2) La minéralogie des différentes zones est-elle comparable d'un point de vue mesoscopique ?
- 3) L'ensemble de ces zones appartient-il à un même système aurifère ?

Pour répondre à ces questions, **Les Ressources Yorbeau** ont entrepris en 2010 une importante campagne de compilation incluant 20 000 m de relecture de carottes. Les sondages révisés ont été choisis le long de sections types, espacées d'environ 200 m, afin d'obtenir une vue d'ensemble. Lors de

cet exercice plusieurs « paramètres géologiques » ont été notés comme :

- La nature des roches encaissantes
- Les minéraux d'altération présents (talc, chlorite, fuschite, séricite, albite, silice, carbonates)
- Les minéraux métalliques présents (pyrite, arsénopyrite, chalcoppyrite, or visible)
- Les différents types de veines présents (veine de quartz-carbonates, veine de quartz-tourmaline-carbonates, veine de carbonates)

En corrélant ces données avec les teneurs aurifères nous avons pu empiriquement voir avec quels paramètres l'or était associé. Cela a aussi permis de comparer les zones minéralisées des différents secteurs et de développer un modèle géologique global. Les connaissances acquises lors de cette compilation indiquent que les minéralisations du segment Augmitto-Astoria présentent essentiellement les mêmes caractéristiques minéralogiques. Ces minéralisations sont encaissées soit aux contacts entre les roches ultramafiques du Groupe de Piché et les sédiments du Groupe du Timiskaming, soit par des horizons fortement carbonatés au sein du Piché. Ces observations semblent indiquer que ces minéralisations sont associées à un même système aurifère continu sur plus de 6 km de long.



## Typologie des gîtes aurifères associés à la Faille Cadillac – Segment Est

Silvain Rafini, Consorem

Avec plus de 4200 tAu, 37 gîtes aurifères de rang mondial (> 10 tAu) et 4 gisements géants (> 100 tAu), la Faille Cadillac (FC) s'impose comme l'un des plus importants métallotectes aurifères au monde. Cette fertilité s'accompagne d'une grande variété de styles gîtologiques, reliée à l'activité prolongée de cette structure et à son profond enracinement crustal permettant la convergence de moteurs hydrothermaux variés (magmatique, métamorphique, météorique). Cette hétérogénéité notoire de styles gîtologiques demeurerait mal contrainte et peu documentée, en l'absence d'une étude synthétique rassemblant la masse colossale d'observations effectuées ponctuellement.

Une synthèse comparative des caractéristiques des minéralisations aurifères a été réalisée sur toute la longueur de la FC, de son extrémité orientale au Québec jusqu'à Kirkland Lake, Ontario. Ceci au moyen d'une compilation exhaustive des nombreuses descriptions de gîtes produites durant quatre décennies d'exploration intensive sur ce métallotecte : rapports ministériels ontariens et québécois, rapports statutaires (43-101, GM etc.), rapports internes de compagnies, rapports de consultants, articles scientifiques, guides d'excursions, documents universitaires.

Les résultats présentés ici portent sur la première phase du projet (2011-2012) consacrée aux camps de Val-d'Or, Malartic et Cadillac, au sein desquels 49 gîtes ont été décrits. La deuxième phase (2012-2013) s'est davantage concentrée sur la portion occidentale de la FC (camps de Rouyn-Noranda, Kerr Addison, Kirkland Lake, 55 gîtes au total).

Il a été établi que les gîtes aurifères de la FC sont distribués en huit champs gîtologiques, dont trois sont localisés dans la portion orientale présentée : le *Champ de Malartic*, le *Champ des Failles Norbénite – Marbénite – Zone K* et le *Champ de Bourlamaque*. La nature des caractéristiques discriminantes de ces champs est variable : assemblage et/ou abondance des sulfures (p.ex., sulfures très faibles avec PY dominante dans le champ des failles Marbénite-Norbénite vs. sulfures abondants avec 30% PY-CPY dans le champ de Bourlamaque), disposition de Au (p.ex., veines massives rubanées du champ de Bourlamaque vs. *stockwork* du champ de Malartic), ou encore altérations caractéristiques (p.ex., intense albitisation proximale très caractéristique du champs « Dykes d'albitite » vs. carbonate-fuschite).

Cette étude met en perspective les modalités aurifères de la Faille Cadillac. Il apparaît que le *Champ de Malartic* se distingue très nettement des styles voisins, avec un très fort gain metasomatique en potassium corroboré par l'observation quasi-systématique de microcline sur le terrain et un assemblage de sulfures plus polymétallique atypique des minéralisations classiques orogéniques, qui efface la signature à arsénopyrite observée sur tous les gîtes encaissés directement dans la FC (influence des sédiments clastiques juxtaposés). Cette empreinte hydrothermale davantage magmatique est interprétée comme étant associée à un événement aurifère orthomagmatique (série alcaline) postérieur aux minéralisations voisines localisées dans le *Champ des Failles Norbénite – Marbénite – Zone K* qui sont, inversement, le plus souvent encaissées *passivement* dans des intrusions calco-alcalines ante-Au (p.ex. : gîte Norbénite).



## PROGRAMME DES CONFÉRENCES

- 9h00 **Mot de bienvenue**  
*Pierre Bertrand (Président CONSOREM)*
- 9h10 **Le plutonisme fini-Archéen en Abitibi : à la source des gisements?**  
*Michel Jébrak (chaire en entrepreneuriat minier UQAT-UQAM)*
- 9h30 **La mine Canadian Malartic, Abitibi: Caractéristiques géologiques et chronologie relative de la minéralisation aurifère à basse teneur et fort tonnage**  
*Stéphane De Souza (CGC-Qc), Benoît Dubé (CGC-Qc), Vicki McNicoll (CGC-Ottawa), Patrick Mercier-Langevin (CGC-Qc), Robert Creaser (University of Alberta)*
- 9h50 **Un exemple de système porphyrique le camp minier du lac Doré, Chibougamau**  
*Pierre Pilote (Ministère des Ressources naturelles du Québec, Montréal)*
- 10h10 **Les minéralisations aurifères du gisement archéen de Beattie à Duparquet, Abitibi, Québec, Canada**  
*Ludovic Bigot*
- 10h30 **Pause**
- 10h50 **Caractéristiques pétro-géochimiques d'un dépôt de Ni-Cu-EGP métamorphisé: le dépôt Delta, région de Raglan, Québec**  
*Pierre-Jean Misson, Sarah-Jane Barnes, Philippe Pagé (Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi G7H 2B1 Canada)*
- 11h10 **Typologie des intrusions associées aux grands couloirs de déformation de l'Abitibi et relations avec les minéralisations aurifères**  
*Benoît Lafrance (Consorem maintenant Focus Graphite). Projet Consorem.*
- 11h30 **Le Projet Casault : Géologie, altérations et minéralisations aurifères à proximité de la faille Sunday Lake**  
*Mario Masson; (VP Exploration, Exploration Midland Inc.)*
- 11h50 **Dîner gracieusement offert par les partenaires de CONSOREM et par DIVEX**
- 13h00 **D'où vient l'or des gisements orogéniques - magmatique ou métamorphique? Réponse à partir des volatiles en inclusions fluides et des cartographies de pyrites au LA-ICP-MS; exemples de la Nouvelle-Zélande, du Burkina Faso et du Canada.**  
*Damien Gaboury (LAMEQ - UQAC)*
- 13h20 **Réévaluation paléo environnementale du complexe de Selbaie et de son potentiel métallogénique**  
*Stéphane Faure (Consorem). Projet Consorem.*
- 13h40 **Étude de l'amas sulfuré archéen à Cu-Zn de Persévérance, District minier de Matagami, Québec, Canada**  
*Samuel Pierre (UQAM), Michel Jébrak (UQAM), Stéphane Faure (CONSOREM) et Gilles Roy (Xstrata Zinc Canada)*
- 14h00 **Géologie des minéralisations aurifères du segment Augmitto-Astoria, secteur de Rouyn-Noranda**  
*Baptiste Chapon (Les Ressources Yorbeau inc.)*
- 14h20 **Typologie des gîtes aurifères associés à la Faille Cadillac - Segment Est**  
*Silvain Rafini (Consorem). Projet Consorem.*
- 14h40 **Sommaire des projets Divex**  
*Georges Beaudoin (Directeur Divex)*
- 14h50 **Mot de fermeture**  
*Réal Daigneault (Coordonnateur CONSOREM)*

## BIENVENUE



**CONSOREM**

Consortium de recherche  
en exploration minière