



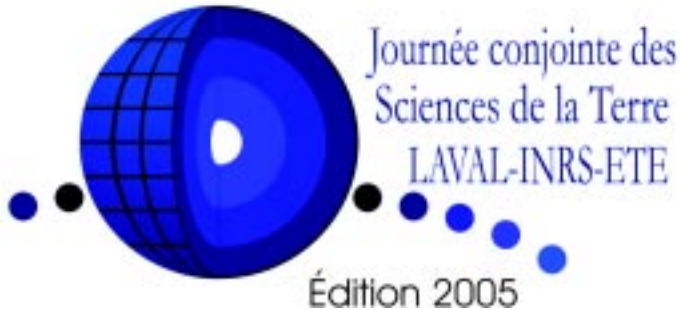
GÉOSCOPE

LE JOURNAL D'INFORMATION DU DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE ET DE GÉNIE GÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

Vol. 6 n° 5 b

www.ggl.ulaval.ca

24 Mars 2005



Cahier spécial

Horaire et résumés de la Journée des Sciences de la Terre, Pavillon La Laurentienne, Auditorium Jean-Paul Tardif, Université Laval.

Le 1er Avril 2005

Oraux

Session Exploration-Géochimie

9h00 : Mot de Bienvenue

9h10 : Julie Bernard – Université Laval : Origine des brèches à hématite du gîte du Mont-de-l'Aigle, Gaspésie, Québec

9h30 : Alan D'Hulst – Université Laval : Géochimie des isotopes stables (O, C, S) et du Pb des gîtes paléozoïques du Dôme de Lemieux (Sulfures) et de Sainte-Marguerite (Au-Sulfures), Gaspésie, Québec, Canada.

9h50 : Catherine Savard – Université Laval : Modélisation 3D de l'écoulement et des échanges isotopiques dans des réseaux de fractures

10h10 : Stéphanie Roy – INRS-ETE : Maturation thermique et potentiel en hydrocarbures dans les successions paléozoïques de la région du Lac Matapédia et de la partie centrale de la Gaspésie.

10h30 : Pause

10h50 : Dany Savard – UQAC : Développement de la Méthode de Quantification du Sélénium par TCF-INAA

11h10 : Coffi Léonard Agassounon – Université Laval : Simulation numérique d'écoulement de fluide et du transport de soluté dans une formation rocheuse.

Invité

11h30 : Alain Liard - directeur général de l'Ordre des Géologues du Québec : Profession : géologue

11h50 : Dîner et affiches

Invité

13h30 : Jacques Locat – Université Laval : Tsunamis récents et anciens dans l'Atlantique

Session Hydrogéologie-Environnement

14h00 : Simon Gascoïn - Université Paris VII, Université Laval : Modélisation du bilan hydrologique de la mer d'Aral

14h20 : Michael Haberman – INRS-ETE : Étude du comportement de polymères rhéofluidifiants lors de leur injection en milieu poreux hétérogène

14h40 : Eric Fauveau – INRS-ETE : Caractérisation hydrogéologique par rotoperçusion et sondage in-situ

15h00 : Pause

15h20 : Belkacem Lahmira – INRS-ETE : Le drainage minier acide. Formation, incidences, complexité des processus, prédiction, prévention et contrôle.

15h40 : Gérald Dermond – INRS-ETE : Caractérisation par une approche multidisciplinaire de sols urbains contaminés par les métaux dans le cadre d'une stratégie de décontamination

16h00 : Patricia Johnston – INRS-ETE : Sélection d'interstices chez les saumons atlantique juvéniles

16h20 : J-F Bisailon – INRS-ETE : L'effet des conditions hivernales sur la survie inter-stade du saumon atlantique en rivière

16h40 : Conclusion

Session Exploration-Géochimie

09h00 : Mot de Bienvenue

09h10 : Origine des brèches à hématite du gîte du Mont-de-l'Aigle, Gaspésie, Québec

Julie Bernard¹, Georges Beaudoin¹, Michel Malo²

1. Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

2. INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec

Le gîte de Cu-Au-oxyde de fer du Mont-de-l'Aigle se situe au sud de la faille de Shickshock Sud en Gaspésie et dans les parties nord et ouest de la structure anticlinale du Dôme de Lemieux. Les strates sédimentaires siluro-dévonniennes sont recoupées par une série d'intrusions mafiques et felsiques, syn- à tardi-acadiennes.

Les brèches et les stockwerks de la région sont situés sur, ou à proximité, des intrusions et des failles de décrochement. Les fragments des brèches sont silicifiés et chloritisés et proviennent exclusivement des roches sédimentaires de la région. Les fragments angulaires d'une longueur maximale entre 1cm et 10cm présentent des textures de fragmentation en «jigsaw puzzle» caractéristiques d'un environnement cassant. Le quartz est omniprésent dans les brèches tandis que les brèches à ciment d'hématite-magnétite sont restreintes à la partie centrale de la zone minéralisée. Les brèches à ciment composé uniquement de quartz se situent à la périphérie nord du dôme tandis que les brèches à ciment d'hématite-magnétite±quartz dominant la partie centrale nord dans les formations d'Indian Cove et de York Lake. Les zones dominées par les brèches à hématite-magnétite se caractérisent par une susceptibilité magnétique élevée.

La composition isotopique de l'oxygène dans le quartz qui cimente les brèches, indique que le fluide hydrothermal est d'origine météoritique et/ou magmatique. La présence d'hématite et l'absence de chalcopryrite indiquent que le fluide hydrothermal était initialement oxydant. Le fluide devient ensuite plus réducteur puisque l'on observe le remplacement de l'hématite par la magnétite (mushkétovite) et la précipitation de la chalcopryrite. La cimentation majeure du quartz recoupe l'hématite, suivie par la chlorite et par la dolomite tardive. La mushkétovite indique une diminution de la fugacité de l'oxygène et/ou l'augmentation de la température possiblement dues à la présence d'une intrusion en profondeur.

La relation spatiale des brèches avec les failles suggère fortement qu'il s'agisse de brèches tectoniques. Cependant, certaines caractéristiques morphologiques indiquent que la fragmentation a été assistée par des fluides. Il s'agirait donc de brèches tectoniques et/ou hydrauliques. Plusieurs processus ont pu jouer pour leur formation, dont la microdésintégration tectonique le long de plans de failles et la fracturation hydraulique causée par des variations cycliques de la pression des fluides au sein des corps bréchiques. L'association des brèches avec les failles et la présence de dykes qui recoupent les brèches indiquent que les brèches

ches sont syn- à tardi-acadiennes.

Les gisements de type IOCG riche en hématite s'apparentent aux brèches du Mont de l'Aigle par leur composition minéralogique, par la faible profondeur de la bréchification, par la nature oxydante du ou des fluides et par leur faible température. Les fluides des IOCG sont marqués par une signature météoritique et magmatique pour les gisements de faible profondeur. Les brèches tectoniques et/ou assistées par les fluides sont des brèches typiques de ces gisements.

09h30 : Géochimie des isotopes stables (O, C, S) et du Pb des gîtes paléozoïques du Dôme de Lemieux (Sulfures) et de Sainte-Marguerite (Au-Sulfures), Gaspésie, Québec, Canada

Allan D'Hulst¹, Georges Beaudoin¹, Michel Malo²

1. Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

2. INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec

Les roches dévoniennes de Gaspésie sont hôtes de plusieurs gîtes ayant des caractéristiques typiques de minéralisations épithermales. Le Dôme de Lemieux est une structure circulaire anticlinale composée de roches sédimentaires et volcaniques dévoniennes recoupée par de nombreuses failles. La minéralisation y est non-déformée et non-métamorphisée. Le gîte de Sainte-Marguerite est encaissé par des volcanites intermédiaires dévoniennes avec des interlits de mudstones et de tuffs le long de la faille acadienne de Sainte-Florence. La minéralisation y est déformée et métamorphisée au faciès schistes verts.

Le sud du Dôme de Lemieux comprend 13 veines à sphalérite-galène ± pyrite-chalcopryrite-hématite. Les veines sont cimentées par du quartz crustiforme ainsi que de la dolomite et/ou de la calcite. Dans plusieurs veines, la calcite montre des textures lamellaires typiques de minéralisations épithermales. Le gîte de Sainte-Marguerite comprend des veines de quartz-calcite/ankérite à pyrite, arsénopyrite, sphalérite, galène et chalcopryrite. L'adulaire y a été observé. L'électrum est présent dans les fissures de la pyrite ou en inclusion dans la pyrite ou l'arsénopyrite. Les veines sont entourées de halos de carbonatation et de séricitisation eux mêmes compris dans des zones de silicification pervasive métrique. Les valeurs de $d^{18}\text{O}_{\text{quartz}}$ s'étalent de 6.9 to 12.1 ‰ au Dôme de Lemieux, indiquant l'action d'un fluide hydrothermal avec une composition de -2 à 3 ‰ à une température de 250°C. Cette composition indique une composante d'eau superficielle marine ou météoritique significative. Les valeurs de $d^{18}\text{O}_{\text{quartz}}$ à Sainte-Marguerite vont de 17.2 to 18.7 ‰ suggérant que le fluide a échangé de l'oxygène avec des roches sédimentaires. Les valeurs similaires de $d^{13}\text{C}$ pour la calcite, la dolomite et l'ankérite au Dôme de Lemieux (-5.5 to -1.5 ‰) et à Sainte-Marguerite (-5 to 0.5 ‰) indiquent que la composition en carbone du fluide était dominée par du carbone inorganique dans les deux gîtes. Les valeurs $d^{34}\text{S}$ pour la pyrite, la sphalérite, la galène et la chalcopryrite au Dôme de Lemieux s'étalent de -4.5 to 5.1 ‰ suggérant une source du soufre majoritairement magmatique avec peut-être une composante de soufre plus léger sédimentaire. À Sainte-Marguerite, les valeurs $d^{34}\text{S}$ pour la pyrite,

l'arsénopyrite, la sphalérite et la galène vont de 3.5 to 9.5 % suggérant une composante de sulfates d'eaux de mer dévoniennes significative, sulfates peut-être réduits par réduction thermo-chimique lors de l'interaction eau-roche ($d^{34}S$ des sulfates dévoniens = 17-25‰).

La composition isotopique du Pb sur galène au Dôme de Lemieux (moyenne : $^{206}Pb/^{204}Pb=18.020$; $^{207}Pb/^{204}Pb=15.557$; $^{208}Pb/^{204}Pb=37.855$) montre un rapport $^{206}Pb/^{204}Pb$ légèrement inférieur et des rapports $^{207}Pb/^{204}Pb$ and $^{208}Pb/^{204}Pb$ supérieurs à ceux de Sainte-Marguerite (moyenne : $^{206}Pb/^{204}Pb=18.028$; $^{207}Pb/^{204}Pb=15.553$; $^{208}Pb/^{204}Pb=37.822$). Cependant, ces deux gîtes sont regroupés proches des compositions d'autres gîtes à Zn-Pb-Au dans la péninsule gaspésienne. Ces données suggèrent que le plomb a été principalement lessivé d'une source supracrustale semblable, avec une contribution de plomb de la croûte inférieure probablement lessivée d'un socle grenvillien.

09h50 : Modélisation 3D de l'écoulement et des échanges isotopiques dans des réseaux de fractures

Catherine Savard¹, Georges Beaudoin¹, René Therrien¹, Donna Kirkwood¹

¹ Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

La présence de fracture dans un milieu poreux peu perméable peut grandement influencer l'écoulement de fluide et le transport de masse. L'advection domine dans les fractures alors que le transport est principalement par diffusion dans la matrice rocheuse. La distribution d'un soluté migrant dans un milieu poreux fracturé peut être irrégulière selon la géométrie des fractures et selon les propriétés hydrauliques du milieu poreux. Le but de ce projet est d'étudier l'influence de fractures présentes dans une matrice poreuse sur la distribution de concentration de ^{18}O en 3D, en considérant les échanges isotopiques entre le fluide et les solides. Les travaux aideront à mieux comprendre la distribution de ^{18}O dans les milieux géologiques, ce qui est essentiel à l'étude des gîtes minéraux d'origine hydrothermale.

L'écoulement, le transport et les réactions d'échanges isotopiques, ont été simulés avec le modèle numérique HydroSphere, pour des fractures simples et des systèmes fracturés plus complexes.

Les simulations montrent que la géométrie du front d'échange isotopique et les asymétries des isoplèthes de $d^{18}O$ peuvent indiquer la direction d'écoulement des fluides hydrothermaux. La distribution des isoplèthes simulées de $d^{18}O$ est concentrique autour d'une fracture simple. La connectivité avec la source des fluides cause un gradient de concentration abrupt dans la fracture. Si le fluide doit d'abord diffuser à travers la matrice poreuse, le gradient de concentration est faible. Dans le fluide interstitiel de la matrice, des isoplèthes asymétriques se forment lorsque la fracture n'est pas directement connectée à la source des fluides. Cette asymétrie est créée par la diffusion du fluide de la fracture vers la matrice et cause une inversion de la courbure du front d'échange progressant dans la matrice, passant de concave à convexe par rapport à

l'écoulement.

Dans les systèmes fracturés complexes, lorsque la géométrie des fractures est asymétrique, les isoplèthes deviennent convexes et concaves par rapport à l'apex de l'angle aigu des fractures entrecroisées. Lorsque plusieurs systèmes de fracture sont présents, les isoplèthes se redressent, perpendiculairement aux lignes d'écoulement, entre les extrémités des fractures, alors que leur distribution est concentrique dans un système simple. Cette symétrie est accentuée par des charges élevées et la proximité de la source. La progression du front d'échange est favorisée lorsque les fractures sont orientées favorablement par rapport à l'écoulement.

10h10 : Maturation thermique et potentiel en hydrocarbures dans les successions paléozoïques de la région du Lac Matapédia et de la partie centrale de la Gaspésie.

Stéphanie Roy¹, Rudolf Bertrand¹ et Michel Malo¹

¹ : INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

La maturation thermique et le potentiel en hydrocarbures des roches mères de la région du Lac Matapédia et de la partie centrale de la Gaspésie ont été évalués. Ces régions sont situées dans le synclinorium Connecticut Valley-Gaspé de la Ceinture de Gaspé. Ce bassin du Siluro-Dévonien contient des roches sédimentaires ainsi que quelques roches volcaniques datant de l'Ordovicien tardif au Dévonien moyen. Ces roches ont principalement été déformées durant l'orogénie acadienne. Les plis régionaux acadiens sont généralement ouverts et droits et les principales failles sont des failles inverses (Causapsca et Sainte-Florence) et des failles de décrochement dextre (Shickshock Sud).

La maturation thermique est basée sur la réflectance de la vitrinite estimée de celle des zooclastes (graptolites, chitinozoaires et scolécodontes), des macéraux du groupe de la vitrinite et des fragments de bitume solide (eRo_{vi}). La eRo_{vi} couvre une large gamme de valeurs (de 0,6 à 5,5%). Cette gamme indique que la maturation thermique varie entre le stade immature pour les hydrocarbures et le seuil du faciès des schistes verts. En sous-surface, les valeurs de maturation augmentent avec la profondeur. La zonation de la maturation thermique est en concordance avec la stratigraphie et le plissement dans la partie centrale de la Gaspésie, mais elle est discordante avec les contacts stratigraphiques dans la région du Lac Matapédia. Au nord de la faille de Causapsca, dans la partie centrale de la Gaspésie, la maturation thermique des roches du Dévonien précoce à moyen varie du stade immature à la fenêtre à huile. Au sud de cette faille, les strates sont plus matures que leurs équivalents lithostratigraphiques du nord. Dans la région du Lac Matapédia, les successions siluro-dévonniennes qui sont dans la fenêtre à huile sont restreintes à une zone qui se trouve près de la faille de Shickshock Sud.

Le potentiel en hydrocarbures des roches mères a été évalué par le contenu en carbone organique total (COT) et la pyrolyse en programmation de température (Rock Eval). Le COT indique qu'il y a deux unités qui pourraient être des roches mères dans la partie centrale de la Gaspésie et dans la région du Lac Matapédia : le Black Shale Assemblage du Mélange du Ruisseau Isabelle (Or-

dovicien moyen, COT : 1,6 – 2,7 %) et la Formation de Forillon (Dévonien précoce, COT : 1,7%). Les analyses des biomarqueurs et la composition isotopique de hydrocarbures saturés déterminée par GC-IRMS confirment cette interprétation. Le Rock Eval indique que les successions siluro-dévonniennes des deux régions sont caractérisées par un kérogène de type III. La nature du kérogène du Black Shale Assemblage du Mélange du Ruisseau Isabelle (qui est supramature en terme de génération d'huile) ne peut pas être déterminée avec le Rock Eval, mais l'évidence pétrographique suggère que ce shale contenait possiblement un kérogène de type II.

La modélisation de la génération des hydrocarbures montre que tous les hydrocarbures de la Formation de Forillon ont été générés durant l'orogénie acadienne. Le Black Shale Assemblage du Mélange du Ruisseau Isabelle a généré la majeure partie de son huile soit durant l'Ordovicien et/ou le Dévonien.

10h30-10h50 : Pause café

10h50 : Développement de la Méthode de Quantification du Sélénium par TCF-INAA

Dany Savard

Département des Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi

Le sélénium (Se) est un élément important car il est un élément traceur en géologie économique et un anti-oxydant essentiel à la santé humaine et toxique en trop hautes concentrations. Malgré que sa distribution dans l'environnement soit bien connue, le cycle géochimique du Se reste très peu connu dans les matériaux géologiques. Dans les roches alcalines, sa concentration varie souvent de 0,02 à 1 µg g⁻¹. La difficulté à analyser qualitativement le Se dans les matrices géologiques est sans doute l'une des principales causes de l'ignorance de son comportement en géologie. Dans les années '70, des chercheurs ont mis au point la méthode de pré-concentration de métaux lourds sur la fibre de coton thiol (TCF). Nous avons modifié cette technique pour l'utiliser conjointement avec la méthode d'analyse par INAA. La technique requiert la dissolution des échantillons (0,05g à 1,0g) dans une mixture proportionnellement ajustée d'HF-HNO₃-H₂O₂ suivi de l'évaporation complète des acides à basse température (55-60°C) pour éviter la volatilisation du Se. Le Se^{VI} est réduit en Se^{IV} en ajoutant du HCl à 6M et en chauffant l'échantillon, préalablement recouvert hermétiquement, dans un bain-marie (95-100°C). L'échantillon est dilué avec de l'eau distillée pour obtenir une concentration de HCl à 0,6M afin que le Se^{IV} puisse être adsorbé sur le TCF via une colonne de filtration munie d'un réservoir. Le TCF est placé dans une capsule de polyéthylène pour l'irradiation au réacteur SLOWPOKE II (école Polytechnique de Montréal). La capsule est irradiée pendant 10 à 60 secondes à un flux de neutrons de 10¹⁵ m⁻² s⁻¹ et le spectre de décroissance est lu pendant 20 secondes après un délai de 7 secondes. Le pic de décroissance du Se^{77m} (1/2 vie de 17,36 secondes) est lu à 162 KeV. Avec une limite de détection de 5ng, les résultats d'analyses d'étalons de références

montrent que la technique de pré-concentration suivi de l'analyse par INAA fournit des résultats comparables à ceux obtenus par la méthode par absorption atomique muni d'une fournaise au graphite. La technique d'analyse par INAA offre également des avantages notables dont un temps d'analyse réduit, des coûts d'analyses rationnels, la ré-irradiation possible des capsules, l'élimination de l'étape de désorption du Se sur le TCF et une limite de détection inférieure.

11h20 : Simulation numérique d'écoulement de fluide et du transport de soluté dans une formation rocheuse modérément fracturée

Léonard Coffi Agassounon

Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

Plusieurs essais de pompage et de traceur ont été effectués par Énergie Atomique Canada (AECL) dans le cadre du laboratoire souterrain de recherches (URL) au sud-est du Manitoba. Les essais ont été réalisés, dans une formation modérément fracturée de granite, pour estimer des modèles conceptuels performants pour l'écoulement en milieu fracturé et le transport de soluté sur une échelle de quelques centaines de mètre. Ce travail présente l'application du modèle numérique FRAC3DVS pour expérimenter à quel point les modèles conceptuels peuvent reproduire les réponses hydrauliques et les tests de traceur. Notons que FRAC3DVS est un modèle 3D d'éléments finis qui simule l'écoulement de fluide et le transport de masse dans les milieux poreux discrètement fracturés. Dans ce modèle, les fractures sont représentées par des éléments plans 2D ou leurs effets peuvent être simulés avec une approche de double continuum. Sur ce site de l'URL, les travaux précédents se sont concentrés sur la meilleure représentation de la formation de roche fracturée comme milieu poreux équivalent, avec la zonation spatiale des propriétés des matériaux comme expression de l'hétérogénéité du milieu. Cependant, les simulations avec ce modèle conceptuel ne reproduisent pas idéalement tous les essais hydrauliques et de traceur et laisse suggérer que d'autres modèles conceptuels pourraient être plus appropriés. Ce travail présente, dans un effort de fournir une reproduction plus précise des essais hydrauliques et de traceur, une évaluation de l'introduction des fractures discrètes dans le modèle pour représenter des zones de fracture, aussi bien que d'examiner la reproduction du milieu par une double porosité.

Invité spécial

11h30 : Alain Liard - directeur général de l'Ordre des Géologues du Québec : Profession : géologue

11h50-13h30 : Dîner et...

Session Affiche

Invité Spécial

13h30 Jacques Locat – Université Laval : Tsunamis récents et anciens dans l’Atlantique

Deuxième Session

Session Environnement-Hydrogéologie

14h00 : Modélisation du bilan hydrologique de la mer d’Aral

Simon Gascoin

Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.
Université Paris VII

Située en Asie Centrale, la mer d’Aral était avant 1960 le quatrième plus grand lac au monde. A partir de 1960 l’eau des deux fleuves qui l’alimentaient, le Syr-Daria et l’Amou-Daria, a été excessivement détournée pour l’irrigation des terres arides environnantes. Or, dans cette région désertique les pluies sont rares et l’effet évaporation est intense. En conséquence, le niveau a baissé de plus de 20 m entre 1960 et 2004. Depuis 1989, la mer d’Aral est même séparée en deux lacs distincts. La partie sud, la plus vaste, est l’objet de notre étude de modélisation. Des mesures altimétriques ont été réalisées sur cette zone entre 1993 et 2001 par le satellite TOPEX/Poseidon, ce qui offre l’opportunité de comparer précisément les variations simulées du niveau du lac avec des données à hautes résolutions temporelle et spatiale. La méthode utilisée est celle du bilan hydrologique. Les termes connus du bilan sont les précipitations, le débit de l’Amou-Daria (entrées) et l’évaporation (sortie).

Le programme calcule le volume du lac au pas de temps journalier qui est ensuite converti en niveau d’eau. Le flux de vapeur d’eau, responsable de l’assèchement de la mer d’Aral, domine nettement les autres flux. Son calcul est réalisé selon la formule de Penman à partir de données météorologiques journalières. De plus le bilan en eau est couplé à un bilan chimique du lac puisque la salinité de la mer influence l’évaporation. La précipitation éventuelle de minéraux par effet de concentration est évaluée et ainsi l’effet évolution de la salinité est également simulé.

Les résultats du calcul de l’effet évaporation (113 cm/an en moyenne) sont en accord avec des mesures réalisées in situ. Les variations de la salinité ne peuvent malheureusement pas être facilement vérifiées en raison du manque de données. En revanche la comparaison du niveau calculé et mesuré se révèle riche d’enseignements. La tendance globale (baisse de 2 m par an) est bien reproduite par le modèle mais il apparaît qu’un flux est négligé ou sous-estimé. De plus les variations calculées sont en déphasage avec les données altimétriques. Nous avons interprété ces résultats comme un effet de l’eau souterraine. Ce flux est souvent négligé par de nombreux auteurs. Par un calcul inverse il est possible d’évaluer un débit souterrain de 4 km³/an. La connexion du lac avec les aquifères régionaux pourrait

expliquer l’effet de déphasage. Cette question est actuellement explorée à l’aide du logiciel HydroSphere.

14h20 : Étude du comportement de polymères rhéofluidifiants lors de leur injection en milieu poreux hétérogène

Michael Haberman, Richard Martel, René Lefebvre and Uta Gabriel

INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

Le succès de l’application de méthodes de traitement in situ pour la remédiation des aquifères contaminés par des composés organiques ou inorganiques est généralement décrit par l’efficacité de récupération des contaminants. Celle-ci dépend principalement de l’efficacité de balayage de la formation géologique contaminée ainsi que de la solubilité du contaminant au sein de la solution de lavage.

Deux types de balayage peuvent être répertoriés : i) le balayage en plan dont l’efficacité peut être optimisée par l’application d’un patron d’injection et de pompage au moyen de puits verticaux et horizontaux et ii) le balayage vertical dont l’efficacité peut être grandement améliorée par l’utilisation de polymères. Le comportement de ces polymères rhéofluidifiants sera étudié lors de leur injection à travers une formation géologique dans le but de restaurer l’aquifère contaminée.

La gomme de xanthane, le polyacrylamide ainsi que le carboxyméthylcellulose de sodium sont les polymères testés. Ceux-ci peuvent épaissir les solutions aqueuses à de très faibles concentrations, augmentant ainsi la viscosité relative des fluides lorsque les taux de cisaillement sont faibles (vitesse de circulation lente). La viscosité relative est également réduite lorsque le taux de cisaillement est important de telle sorte qu’ils favorisent la circulation des fluides dans les zones les plus fines et les freiner dans les horizons les plus perméables.

Ces polymères vont être associés à des solutions de lavage/nettoyantes spécifiques (solutions tensioactives) en pré- ou post- traitement, permettant ainsi d’augmenter l’efficacité de balayage des liquides immiscibles en installant un front d’injection stable et homogène et limitant ainsi la création de doigts visqueux (viscous fingering). Étant donné que ces polymères sont biodégradables, un bactéricide est également ajouté avant l’injection.

Les premiers tests en laboratoire ont déjà été effectués afin de caractériser les propriétés physiques et chimiques des différents polymères choisis. Cette caractérisation s’est faite à l’aide de colonnes de sable (de granulométrie variable) par des mesures de viscosité *in situ* en fonction du taux de cisaillement à température ambiante. Des essais en bacs de sable rectangulaires contenant 8 m³ de sable disposé en couches de différentes granulométries sont également prévus. Ces manipulations auront pour but de vérifier l’efficacité d’un patron linéaire d’injection ainsi que de déterminer la stabilité du front d’injection.

14h40 : *Caractérisation hydrogéologique par rotopercussion et sondage in-situ*

Éric Fauveau¹, René Lefebvre, Richard Martel, Richard Fortier, Jean-Marc Ballard

1: INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

La caractérisation hydrogéologique nécessite l'utilisation de nouvelles approches pour fournir le niveau d'information requis pour la compréhension de sites complexes. Le rotopercussion et les sondages in-situ (piézocône et résistivité/teneur en eau) répondent à ces besoins grâce à la précision de leurs mesures continues pendant l'enfoncement et à leur faible coût comparativement aux méthodes conventionnelles.

Le rotopercussion nous informe, lors du forage, sur la force d'enfoncement, la vitesse de rotation, la pression de rotation, le nombre de coups de marteau nécessaires à l'enfoncement. Le piézocône mesure la résistance en pointe, la friction ainsi que la pression des pores. Fixés à l'arrière de ce dernier se trouvent des capteurs mesurant la teneur en eau et résistivité. La rotopercussion et les sondages in-situ sont complémentaires: le rotopercussion a un niveau d'information moins détaillé sur le matériel mais peut confirmer la profondeur du socle rocheux alors que le piézocône fournit un niveau détaillé d'information sur le matériel mais a une faible capacité de pénétration dans les sédiments grossiers.

Ces méthodes d'investigation ont été appliquées sur deux sites déjà bien caractérisés ayant des besoins différents: l'esker d'Amos étudié dans un contexte de ressource en eau souterraine régionale et la base militaire Valcartier étudiée dans un contexte de contamination. Les données obtenues sont comparées et corrélées avec les informations déjà disponibles sur les sites.

15h00-15h20 : Pause café

15h20 : *Le drainage minier acide. Formation, incidences, complexité des processus, prédiction, prévention et contrôle.*

Belkacem Lahmira¹, René Lefebvre¹, Michel Aubertin^{2,4} et Bruno Bussière^{3,4}

1: Institut national de la recherche scientifique, INRS-Eau, Terre et Environnement, 490, de la Couronne, Québec

2: Ecole Polytechnique, Université de Montréal
CP 6079, Sect Centre-Ville, Montréal, Québec

3: UQAT-URSTM, Département des sciences appliquées, 445 boul. De l'Université, Rouyn-Noranda, Québec, Canada

4: Chaire industrielle CRSNG Polytechnique-UQAT

La protection de l'environnement constitue un enjeu majeur pour la société. Depuis plus d'une trentaine d'années, les gouvernements, les entreprises et la population débattent des moyens à prendre pour établir un équilibre entre l'exploitation des ressources disponibles et la protection de l'environnement. Il faut élaborer des approches afin de satisfaire à la fois le désir légitime des personnes d'assurer un environnement sain et l'exploitation des

ressources. Cette dualité se retrouve dans le concept du développement durable, qui a pour objectif l'application du principe des 3R, soit la réduction, la réutilisation et le recyclage (connu aussi comme 3R-V, avec valorisation, ou 4R avec récupération). La mise en application de ces principes nécessite de bonnes connaissances scientifiques et techniques multidisciplinaires en environnement. Les préoccupations associées aux activités minières sont d'abord reliées aux quantités de rejets produits (solides et liquides), qui sont proportionnellement plus grandes que pour tout autre secteur d'activité humaine.

Les risques associés aux rejets miniers ont plusieurs natures, telle que la pollution par les effluents liquides communément appelés drainage minier acide. Le DMA est, de loin, le problème environnemental relié aux activités minières qui soulève le plus de préoccupations, car il s'agit en fait de la mobilisation (solubilisation) de métaux lourds et d'autres substances toxiques pour l'environnement. La prédiction, le contrôle et le traitement de DMA, que se soit pour des sites minières en opération ou désaffectés, nécessitent une bonne compréhension des processus impliqués dans sa génération. Les programmes de caractérisation et de surveillance mis en œuvre au cours de la dernière décennie ont permis d'améliorer la compréhension des mécanismes complexes qui contrôlent le DMA. On constate que l'on fait face à un phénomène à prendre très au sérieux tant en regard des incidences graves que le DMA peut avoir sur l'environnement que la complexité des processus engagés et des difficultés que posent sa prédiction et son contrôle. Tous les matériaux et les minerais en place peuvent conduire à la production d'eaux acides, lorsque les résidus minières ou les stériles contiennent des métaux ou des minéraux sulfurés. Ces derniers vont réagir en présence de l'eau, d'oxygène et de bactéries pour former entre autre de l'acide sulfurique. La diminution de pH associée à ces réactions d'oxydation va permettre la mise en solution des métaux contenus dans les stériles ou les résidus minières. Ces problèmes sont ceux qu'on associe au DMA

Dans les haldes à stériles, plusieurs mécanismes agissent lors de production de DMA : apport d'oxygène, réaction d'oxydation et de transformation de lixiviat, transfert de chaleur, écoulement de lixiviat et transport de la masse. Ces mécanismes étant couplés, leur interaction ne peut pas être analysée en étudiant chaque phénomène indépendamment. De plus, il est irréaliste d'expliquer le comportement des haldes par un modèle unique ou un seul processus. Chaque élément, les facteurs qui le contrôlent et les relations qui font le lien entre les éléments doivent être représentés dans un modèle global et général qui regroupe l'ensemble des processus à la fois. Les conditions physico-chimiques qui contrôlent le DMA sont extrêmement hétérogènes et anisotropes, ces conditions varient avec le temps, le taux, les tendances de production d'acide et les processus de drainage qui varient dans l'espace suivant la nature des matériaux. Le drainage minier peut ne pas opérer pendant quelques années mais, une fois déclenché, il se produit pour des centaines d'années. Sous cet angle, le DMA nécessite un contrôle extensif et des mesures de prévention. Le développement des moyens préventifs de DMA et la qualité de drainage est essentielle pour évaluer l'impact environnemental et adopter un plan convenable et adéquat à la fermeture des mines.

15h40 : Caractérisation par une approche multidisciplinaire de sols urbains contaminés par les métaux dans le cadre d'une stratégie de décontamination

Gérald DERMONT, Mario BERGERON, Marc RICHER-LAFLECHE, Guy MERCIER

INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

Dans le cadre de l'aménagement urbain de Montréal, certaines friches industrielles (brownfields) font l'objet d'un intérêt particulier car elles sont situées à proximité du centre ville. La nécessité de leur réhabilitation s'appuie donc sur une double motivation : environnementale et socio-économique. Dans le cas des sols urbains contaminés par les métaux, la problématique principale est l'hétérogénéité de la contamination. Celle-ci est majoritairement de nature particulière et répartie dans l'ensemble des fractions granulométriques. D'autre part, la connaissance de la spéciation des métaux à l'intérieur des sols est primordiale pour établir une stratégie de décontamination.

Le terrain étudié se situe le long du Canal Lachine sur un terrain de la Ville de Montréal montrant une forte contamination en métaux (Cu, Pb, Zn). La caractérisation s'appuie sur une approche pluridisciplinaire (pédologie, géophysique, chimie et minéralogie) et s'inscrit dans une stratégie de décontamination par un traitement physico-chimique du sol pour soutirer les métaux.

Les analyses chimiques des horizons du profil confirment la forte contamination en métaux (Cu, Pb, Zn). Les teneurs dépassent le critère C (critère de contamination du Ministère de l'environnement du Québec). En outre, certains profils sont couplés à des sections géophysiques de résistivité du sol.

La partie du profil la plus contaminée est échantillonnée et exploitée sous la forme d'un lot de sol pour subir une caractérisation exhaustive en vue des essais de décontamination. La caractérisation comporte une analyse granulochimique et minéralogique pour identifier les formes géochimiques des métaux et les localiser dans la matrice du sol.

Ces travaux montrent que la contamination en métaux est hétérogène et ne se limite pas aux particules fines. Les travaux de caractérisation doivent être complétés par une microanalyse (DRX, MEB et microsonde) afin de déterminer la nature des phases minéralogiques des métaux et de localiser précisément les phases métallifères dans les particules du sol. Cette caractérisation permet d'étudier le traitement de plusieurs lots de sols par une technique physico-chimique: la flottation.

16h00 : Sélection d'interstices chez les saumons atlantique juvéniles

Patricia Johnston et Normand Bergeron

INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

La disponibilité de refuges dans les interstices du substrat est connue comme étant une variable importante pour la survie hiver-

nale des salmonidés juvéniles. Bien que plusieurs études traitent de l'utilisation des interstices en milieu contrôlé, peu d'études ont été effectuées en milieu naturel sur le sujet. L'objectif de nos travaux était donc de documenter la sélection d'interstices chez les saumons atlantique juvéniles en milieu naturel. Pour ce faire, nous avons étudié les caractéristiques des interstices utilisés par des tacons marqués avec des transpondeurs passifs (pit-tags) sur trois sites de la rivière York (Gaspé, Qc). Deux suivis diurnes (mi-octobre et mi-novembre) ont été effectués au cours desquels chacun des interstices où se cachaient les individus localisés ont été mesurés. La disponibilité de différentes variables de l'habitat a aussi été évaluée (vitesse de l'écoulement, profondeur, substrat, etc.). Les résultats montrent que la taille de l'interstice choisi est corrélée significativement à la taille du poisson sur un des trois sites où la disponibilité de substrat non imbriqué était importante. Les interstices choisis se situent généralement le long des berges, dans des vitesses d'écoulement relativement rapides mais à proximité de zones de vitesses faibles. La grande variation observée dans la sélection de vitesses, de substrat et de profondeur suggère l'interaction de plusieurs facteurs dans le choix de l'interstice. Le deuxième suivi a permis de constater que la plupart des saumons marqués sont demeurés fidèles à leur micro-habitat et que certains individus sont même restés fidèles à leur interstice.

16h20 : L'effet des conditions hivernales sur la survie inter-stade du saumon atlantique en rivière

Jean-François Bisailon

INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

Dans le cadre de cette étude, nous avons analysé les données de pêche électrique récoltées par la FAPAQ entre 1983 et 1992 sur 83 sites de la rivière de la Trinité, afin de déterminer l'effet des conditions hivernales sur la mortalité entre les stades de l'œuf à l'alevin et entre ceux de l'alevin au tacon. Pour ce faire, la saison hivernale a été caractérisée par trente variables hydro-climatiques différentes.

Les résultats indiquent que la mortalité entre les stades de l'œuf à l'alevin est négativement corrélée avec le nombre de degrés-jour de gel cumulés entre le 1^{er} octobre de l'hiver et le 31 janvier ($r^2 = 0,807$, $p < 0,001$) et positivement corrélée avec le ratio des débits moyen de novembre et de février ($r^2 = 0,807$, $p < 0,001$). Lorsque utilisées ensemble dans un modèle de régression multiple, ces variables permettent d'expliquer plus de 92% de la mortalité entre l'œuf et l'alevin sur la rivière de la Trinité ($r^2 = 0,927$, $p < 0,001$). Nos analyses n'ont pas permis de trouver de relation significative entre la mortalité et les variables décrivant la débâcle et la crue printanière.

Concernant la mortalité entre les stades alevin et tacon, les résultats montrent une relation négative avec le nombre de degrés-jour de gel cumulés au cours des mois de janvier et février ($r^2 = 0,909$, $p < 0,0001$) ainsi qu'une relation positive avec le nombre de jours de novembre où la température est inférieure à -10°C ($r^2 = 0,772$, $p < 0,009$), une variable qui peut refléter le nombre d'événements de production de frasil et de glace de fond lors de la formation du

couvert. Dans un modèle de régression multiple, les degrés-jour de gel cumulés durant janvier et février et le nombre de jours où la température est inférieure à -12°C en décembre expliquent plus de 97% de la mortalité entre les stades alevin et tacon sur la rivière de la Trinité ($r^2 = 0,972$, $p < 0,001$). Pris seul, le débit de pointe lors de la débâcle printanière permet d'expliquer près de 72% de la mortalité ($r^2 = 0,717$, $p < 0,02$).

16h40 : Conclusion

Session Affiches

Nouvelles données géologiques préliminaires à propos des indices de Ni-Cu-EGP de la ceinture Portneuf-Mauricie, Québec

A.-A. Sappin, M. Constantin (U. LAVAL) et T. Clark (MRNFP)

La ceinture de Portneuf-Mauricie est située à environ 100 km à l'ouest de Québec, principalement dans les feuillettes SNRC 311 et 31P. Elle est composée des métasédiments et des métatufs du Groupe de Montauban (~ 1,45 Ga), recoupés par les intrusions dioritiques à granitiques calco-alkalines du Complexe de La Bostonnais (~ 1,40 Ga). L'assemblage s'est probablement formé dans un environnement d'arc magmatique. Cette séquence a été injectée de plutons mafiques-ultramafiques différenciés, contenant plusieurs minéralisations de sulfures massifs et disséminés de type Ni-Cu±EGP.

Les travaux de terrain de l'été 2004, effectués dans la région de La Tuque, ont permis d'étudier et d'évaluer sept de ces indices pour leur potentiel en sulfures. Il s'agit, du nord au sud, de l'indice du Réservoir Blanc, de l'indice du Lac Matte, de l'indice du Lac Kennedy, du gîte du Lac Édouard, de l'indice du Lac Boivin, de l'indice Rochette, et de l'indice du Lac-à-la-Vase. Dans ces indices, la minéralisation est caractérisée par des sulfures disséminés (jusqu'à 8 %) à semi-massifs comme dans le cas du gîte du Lac Édouard. Elle contient essentiellement de la pyrrhotite, de la chalcopryrite, de la pyrite, de la pentlandite et de la magnétite. Les unités porteuses de la minéralisation sont composées de gabbronorite, de norite, de pyroxénite (\pm plagioclase, \pm olivine) et, plus rarement, de périclase. L'indice Rochette constitue une exception. Les deux zones minéralisées qui le composent sont en effet encaissées dans de la pyroxénite (\pm plagioclase), de la norite, des paragneiss et des roches calco-silicatées. Un faciès de brèche a également été observé aux indices des lacs Matte, Kennedy et Édouard. Ce faciès est caractérisé par la présence d'enclaves centimétriques à décimétriques, de composition gabbroïque à pyroxénitique, et contenues dans une matrice gabbroïque amphibolitisée.

Grâce à ces premières informations ainsi qu'à des études métallogéniques, pétrologiques et géodynamiques ultérieures, ce projet permettra de comprendre la genèse de ce type de minéralisation dans la ceinture et d'évaluer son potentiel minier.

Precipitation of precious and base metal-bearing scales at the Berlin geothermal field, El Salvador

Jasmin Raymond, Anthony E. Williams-Jones and James R. Clark

Earth & Planetary Sciences, 3450 University St., Montreal, Qc.

Geothermal fluid and scale studies provide important opportunities to study ore-forming processes, and to assess the possible role of vapor as an agent of metal transport and deposition. Fourteen composite samples (scale, rock and corroded pipe fragments) were sampled at solid collectors and drains of two-phase, re-injection and vapor pipelines of the Berlin geothermal field, El Salvador. The samples consist mainly of: (1) sulfide- and electrum-bearing aluminum-rich amorphous silica that formed as scale in the wells; (2) sulfide- and electrum-bearing saponitic/vermiculitic clays that originated at depth close to the production horizon; and (3) altered metallic pipe fragments with As-S-bearing iron oxide-hydroxide grains formed at surface in vapor lines. Siliceous and clay-rich scales have Au and Ag concentrations averaging 60 and 739 ppm, respectively, and contain appreciable Cu, Pb and Zn (avg. 0.2 to 0.3 wt% each). Altered iron fragments contain an average 0.4 wt% As.

Copper, lead and zinc occur primarily as chalcopryrite, galena and sphalerite, respectively. Gold and silver occur mainly in the form of electrum, which was deposited with base metal sulfides in the wells. Measured concentrations of gold in the vapor are ~4 times greater than that in water sampled at associated well-heads. This suggests that gold can be transported relatively efficiently in vapor, and that this process may be applicable to some epithermal systems.

Carlin-type gold mineralization in the Gaspé Appalachians, Quebec, Canada: lithochemical and petrographic evidence

Virginie GARNIER, Michel MALO, Benoît DUBÉ, André CHAGNON

INRS-ETE 490 rue de la Couronne, Québec

In the southern Gaspé Appalachians, gold and copper mineralizations are spatially associated with the Acadian dextral strike-slip Grand Pabos-Restigouche fault system. At Saint-André-de-Restigouche, the Sb-Au-As prospect comprises two extension veins hosted by calcilutite and laminated silty and argillaceous limestones of the Early Silurian part of the White Head Formation. It is enclosed in a large halo of propylitic alteration characterized by illite, kaolinite and smectite, and the presence of dyke swarms.

The veins are composed of drusy quartz fibers (40-50%), stibnite (30-35%) and arsenopyrite (5%). Carbonates are also present (10-15%) in millimetric to centimetric altered angular fragments of the host-rocks containing arsenopyrite and framboidal pyrite. The mineralization is mainly confined to the veins. Grades average 6 g/

t Au with the best values reaching 39 g/t. The host-limestone is silicified along the contact with the veins over 2.5 m with local massive silica replacement. Stockwork of quartz veinlets (1 to 2 m thick) is also developed within the limestone. This silicification shares analogies with the jasperoids of Carlin-type deposits. The silicified limestone contains up to 90% of silica with clay minerals, and arsenopyrite and pyrite (1-5%). At a higher distance from the vein, the host-rock is carbonatized with up to 95% of carbonates, 2% of quartz and 1 % of pyrite and arsenopyrite. About 5 to 10% of the carbonates occur in late veinlets. In both the silicified and carbonatized zones, pyrite is present as framboids and as hydrothermal idiomorphic grains. Most of the later are rimmed by arsenian pyrite. The mineralizing fluid is aqueous and contains 6.6±0.5 wt% NaCl eq. with homogenisation temperatures of 172±16°C. The pressure-corrected temperatures of the mineralizing fluid are between 220-270°C, supposing a maximal depth of 5.5 km (tectono-stratigraphic data) for the formation of the veins.

The metallic signature of the mineralization is characterized by Au-As-Sb-Hg without Ag and base metals. Electron microprobe analyses show that the arsenian rims are characterized by 3 to 15wt% As, up to 2280ppm Au and traces of Sb (up to 2500ppm). Au and Sb are also contained in less-abundant arsenopyrite (up to 2500 and 2400ppm respectively). The geological setting, style of alteration, metallic signature and presence of auriferous arsenic-rich pyrite rims clearly indicate that the St-André-de-Restigouche prospect shares analogies with Carlin-type gold deposits and highlights the potential for such style of gold mineralization within the carbonate rock-units of the Canadian Appalachians.

LE SOUFRE ET SON ISOTOPE STABLE ³⁴S, QUELLE IMPLICATION DANS L'ÉVOLUTION BIOGÉOCHIMIQUE DES ÉCOSYSTÈMES LITTORAUX ?

Coffi Léonard Agassounon

Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

Dans les écosystèmes continentaux, toutes les formes organiques et inorganiques du soufre coexistent, mais cependant plus de 80 % du soufre présent est d'origine organique avec un rapport C/S ~ 100 :1. Les constituants majeurs du soufre organique sont le "soufre carboné", ou "carbon bonded sulfur". Le comportement du soufre vis-à-vis de la matière organique, en particulier lors de la maturation de cette dernière dans les tourbières, les sols et les sédiments organiques continentaux a fait l'objet de nombreux débats. Les discussions concernent notamment le cycle élémentaire du soufre dans le cadre des écosystèmes (Howarth et al., 1992), des changements climatiques globaux (Gorham, 1991) et de la formation des matières organiques fossiles comme le charbon (Casagrande et al., 1980). Un haut degré d'humification est associé généralement aux tourbes de forêts marécageuse et ligneuse et, dans une moindre mesure, aux tourbières de plaines (Phillips et Bustin, 1996). La distribution des formes organiques et inorganiques du S dans les sédiments tourbeux de milieux tropicaux dépend donc de la différence du couvert végétal et du climat. La comparaison entre des tourbes tropicales et des tourbes hautement sulfurées des milieux tempérés indique clairement que le cli-

mat est déterminant pour le type de végétation. De plus, si le climat n'a pas une influence forte sur l'accumulation totale du soufre, il agit assez directement sur la distribution des formes du soufre dans les fractions organiques et inorganiques (Brinkman, et al., 1993 ; Phillips et Bustin, 1996 ; Buri et al., 2000).

Nous proposons dans cette étude géochimique d'examiner les variations des valeurs du rapport isotopique d³⁴S dans des forages peu profonds (2 à 10 m). Les datations au radiocarbone et l'évolution du d³⁴S comparées avec les indicateurs liés à la matière organique, c'est-à-dire COT (mgg⁻¹), C/N et d¹³C (‰) permettent de discuter l'origine des matières organiques piégées dans notre zone d'étude (Bas-Bénin). Le processus de formation bactérienne des minéraux pyriteux explique les valeurs négatives du ³⁴S mesurées dans les niveaux plus ou moins tourbeux des forages étudiés sur la basse vallée de l'Ouémé-Sô. Cette activité microbienne singulière est associée à l'oxydation de la matière organique accumulée, en milieu anoxique, à la présence de fer libre dans la solution et d'une source importante ou constamment renouvelée de sulfates marins depuis l'Holocène. Il en résulte des assemblages de minéraux sulfurés dont l'habitus est caractéristique (framboïde) et dont la composition isotopique, d³⁴S, varie entre -18,5 et 0 ‰.

Caractérisation des intrusions kimberlitiques des secteurs Le Tac et Lac Shortt, Abitibi

Nancy Lafrance, Réjean Hébert

Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

Le champ intrusif de Desmaraisville comprend plusieurs intrusions de kimberlites dont celles des secteurs Le Tac et Lac Shortt découvertes en 1993 et en 2001 grâce à des campagnes de forage sur ces territoires. Elles sont localisées à environ 90 km au sud-ouest de la ville de Chapais et une distance d'une vingtaine de km les sépare. La présence de kimberlites dans ce secteur est connue depuis les années 70, mais peu de travaux ont été effectués sur ces intrusions puisque les recherches dans cette région se concentraient sur l'or et le cuivre. La localisation des ces deux intrusions se situe à la jonction de deux corridors intracrustaux. Le corridor de Waswanipi-Saguenay, qui est l'extension du rift de la rivière Saguenay, se prolonge jusqu'à la Baie James et rencontre le corridor de Nottaway à la hauteur de la région de Desmaraisville, ce qui en fait un secteur potentiel pour la remontée de magma kimberlitique.

La composition pétrographique comprend des minéraux comme l'olivine, dont quelques monticellite, le clinopyroxène, le grenat (pyrope), la phlogopite, la pérovskite, l'ilménite et l'apatite. Cet assemblage est caractéristique des magmas kimberlitiques. Les cristaux d'olivine de tailles variées se divisent en deux générations, soit mantellique et non-mantellique, phénomène caractéristique des kimberlites. Ils sont distribués aléatoirement dans les carottes de forage. Certains microphénocristaux d'olivine (< 3mm) sont dérivés du manteau tandis que d'autres ne le sont pas. Le même phénomène se produit pour des macrophénocristaux et pour des phénocristaux. Il n'y a donc pas de lien entre leur granulométrie et leur origine mantellique ou crustale. La phlogopite est zonée

et montre une chimie minérale caractéristique d'une interaction avec un magma kimberlitique. Une première phase montre une diminution en FeO (9 % poids à 4,5 % poids) avec une augmentation en Al_2O_3 (12 % poids à 14% poids) du cœur vers la bordure, et la deuxième phase est caractérisée par une augmentation en FeO (5 % poids à 15% poids) et une diminution en Al_2O_3 (13 % à <1 % poids) du cœur vers la bordure. Texturalement, l'apatite est sous forme squelettique ou en bâtonnets associés avec la serpentine et la calcite. La pérovskite est un minéral commun de la matrice apparaissant comme de formes subarrondies avec des valeurs faibles en SrO (< 0.3 % poids), typique des kimberlites et des roches ignées associées. L'énstatite et la diopside, présente en plus grande quantité, se retrouvent en petites cristaux < 1mm dans la matrice ou à l'intérieur des xénolites mantelliques. La chimie de la matrice kimberlitique donne des résultats se projetant dans le champ des kimberlites avec un appauvrissement en SiO_2 (30 % poids) et en Al_2O_3 (3 % poids) dus à leur faible contamination par l'encaissant. Les rapports des terres rares normalisées aux chondrites des profils de Le Tac et Lac Shortt démontrent un enrichissement en terres rares légères (100 et 300 fois les chondrites respectivement) et un appauvrissement en terres rares lourdes (6 fois les chondrites) se superposant au champ des kimberlites.

Plusieurs indices favorables rendent donc intéressante la région de Desmaraisville pour l'exploration diamantifère.

Métallogénie des indices de cuivre-oxydes de fer, Mont-de-l'Aigle, Gaspésie

Marjorie Simard, Geoges Beaudoin, Julie Bernard

Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

Le gîte du Mont-de-l'Aigle est situées dans la partie nord du Dôme de Lemieux, au sein du synclinorium de Connecticut Valley-Gaspé. Le Dôme de Lemieux est une structure antiforme subcirculaire de roches sédimentaires Siluro-Dévoniennes recoupées par de nombreuses intrusions mafiques et felsiques d'âge Silurien à Dévonien tardif. La signature géochimique des éléments incompatibles contenus dans les roches intrusives, indique une suite d'extension crustale classique.

Les indices de cuivre-oxydes de fer, forment des veines, des stockwerks, des brèches et des remplacements (mantos). La minéralisation possède une zonalité structurale et stratigraphique. Les indices de Cu-OxFe sont tous situés près ou le long d'un important système de failles et l'hématite et la magnétite prédominent dans la partie plus profonde de la stratigraphie. La minéralisation recoupe les intrusions mafiques et felsiques et la minéralisation épithermale typique du sud du Dôme. La séquence paragénetique de l'indice Pardiack est la suivante: (1) chloritisation et pyritisation de l'encaissant; (2) l'hématite, le quartz, la dolomite et la chalcopryrite cimentent les veines, les stockwerks et les brèches; (3) l'hématite est remplacée par la magnétite (mushketovite). Ce qui illustre l'augmentation en température ou un baisse de la fugacité de l'oxygène. La pyrite et la chalcopryrite donne des valeurs $d^{34}S$ entre -1.5 et 2.7 suggérant une source magmatique pour le soufre.

Les calcaires, les grès et les intrusions mafiques et felsiques sont chloritisées (\pm quartz) sur une épaisseur allant jusqu'à une centaine de mètres. Les chlorites sont ferrifères avec des compositions de brunsvigite, de pycnochlorite et de ripidolite ($0,3 = Fe/(Fe+Mg) = 0,8$). Dans les intrusions, la minéralisation est encaissée par une altération sodique (\pm calcique) proximale enrobée par l'altération potassique plus distale. L'altération sodique se caractérise par l'assemblage de quartz-albite-dolomite-apatite, tandis que l'altération potassique est composée d'orthose-quartz-apatite. L'altération potassique se superpose à l'altération sodique, ce qui pourrait représenter une baisse de température dans le système. Les roches sédimentaires montrent une altération proximale caractérisée par un lessivage en alcalis (K, Na, Ca) accompagné d'une décarbonatation des calcaires et d'une silicification. Une zone mineure d'altération potassique (5-10 m) est observée au pourtour accompagnée un faible enrichissement sodique.

La minéralogie, l'altération et la signature isotopique du soufre, du gîte du Mont-de-l'Aigle présentent plusieurs similitudes avec les gîtes Mésozoïques de cuivre-or-oxydes de fer andins. Le gîte du Mont-de-l'Aigle serait-il l'un des rares exemples de gîte de cuivre-or-oxydes de fer d'âge Paléozoïques ?

Les Ophiolites de la Zone de Suture du Yarlung Zangbo, Tibet : Une Synthèse

Carl Guilmette (1), Réjean Hébert (1), Céline Dupuis (1), Viviane Dubois-Côté (1), François Huot (2), Chengshan Wang (3), Yalin Li (3)

(1)Département de géologie et de génie géologique, Pavillon Adrien-Pouliot, Université Laval, Québec, QC

(2)Géo-Conseils TB, 4174 D'Estrée Street, Québec, QC, Canada, G2A 3P2

(3)Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, PR China

Métallogénie à l'Université Laval

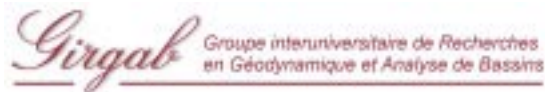
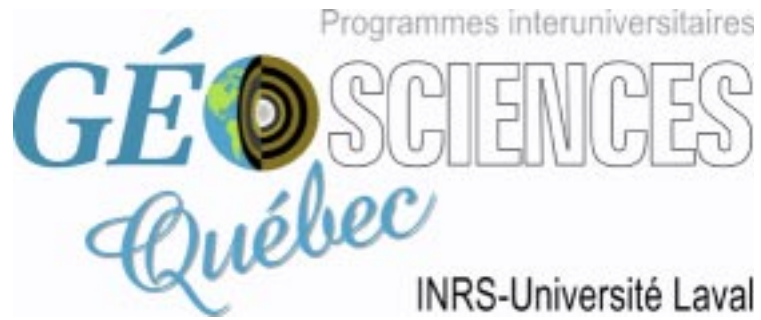
Alan D'hulst, Marjorie Simard, Julie Bernard, Catherine Savard

Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.

Métallogénie de Minas Gerais, Brésil

Nancy Lafrance, Marjorie Simard

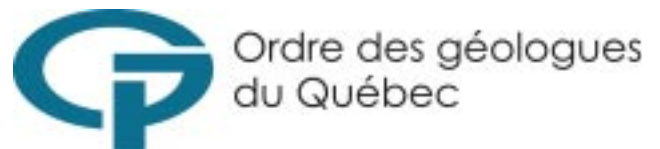
Département de Géologie et de Génie Géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qué.



GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA



COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA



Le journal d'information du département de Géologie et de Génie géologique de l'Université Laval
Pavillon Pouliot, 4^{ème} étage
Université Laval, Québec
G1K 7P4

<http://www.ggl.ulaval.ca>
journal@ggl.ulaval.ca

Rédacteur en chef : Réjean Hébert
Éditeur-journaliste : Carl Guilmette
Logo : Réjean Hébert (idée), Félix-Antoine Comeau (conception)
Spécialiste informatique : Pierre Therrien
Corrections éditoriales : Agathe Morin

Le Géoscope est publié mensuellement lors des sessions automnale et hivernale et financé par le Département de Géologie et Génie géologique de l'Université Laval.

Date de tombée pour le prochain numéro : Mercredi le 6 Avril 2005

Envoyez vos articles en remorque à l'adresse ci-contre, de préférence dans un fichier de traitement de texte Word. Les textes ne devraient pas dépasser 500 mots. Les images seront reçues de préférence en format .jpg selon une résolution de 300 dpi.