



# GÉOSCOPE

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

## Mot du directeur



Je souhaite tout d'abord à tous les membres du département une très bonne année 2009 et une bonne rentrée pour la session d'hiver qui vient tout juste de commencer.

Vous pourrez lire dans ce numéro plusieurs nouvelles sur des activités qui ont eu lieu à l'automne dernier, qui a été très occupé pour tous. La session d'hiver s'annonce aussi tout aussi occupée, avec au menu plusieurs présentations et

conférences. J'attire tout particulièrement votre attention sur la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement (JSTE) qui aura lieu à l'université Laval le vendredi 27 mars 2009. La JSTE a lieu à chaque année et elle est organisée par les étudiants gradués du Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval et du Centre Eau-Terre-Environnement de l'Institut national de recherche scientifique (INRS-ETE). Cet événement annuel permet à des étudiants de maîtrise et de doctorat de présenter leurs travaux. Cette année sera spéciale car le JSTE fête son 10ème anniversaire. J'invite donc tous les membres du département, en particulier les étudiants des programmes de géologie et génie géologique, à réserver leur journée du vendredi 27 mars 2009 et prendre part à cet événement.

J'invite aussi fortement tous les membres du département à contribuer au Géoscope, soit en soumettant des articles ou tout simplement en prenant quelques minutes pour nous communiquer toute bonne nouvelle concernant les membres du département (comme l'obtention d'une bourse ou d'un prix par un étudiant au 1er cycle, le dépôt d'un mémoire de maîtrise, la soutenance d'une thèse de doctorat...). L'appel est donc lancé à tous, étudiants et employés.

Je vous souhaite une bonne lecture.

## Agenda

### Activités passées :

**10 novembre.** Jaqueline Leroux, Mines Opinaca : Avancement du projet Éléonore-Les mines Opinaca.

**14 novembre.** Séminaire INRS-ETE / CGC-Q. Médard BOUDA: salle 2417, INRS-ETE.

**20 novembre.** Conférence de Jean-Michel Lemieux, ETH Zurich: salle 4108, Pavillon Pouliot.

**20 novembre.** Séminaire INRS-ETE / CGC-Q. Jean-

Philippe Belenger: salle 2417, INRS-ETE.

**25 novembre.** Pierre Andrieux, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI): salle 1444 Pavillon La Laurentienne.

**28 novembre.** Séminaire de maîtrise, Jean-François Montreuil: salle 4118, Pavillon Pouliot.

**1 décembre.** Conférences de l'ICM: auditorium 1334, Pavillon La Laurentienne.

**2 décembre.** Séminaire INRS-ETE / CGC-Q. Fateh Chebana, INRS-ETE: salle 2417, INRS-ETE.

**11 décembre.** Journée des Biogéosciences de l'environnement: salle 4112, Pavillon Pouliot.

**15 décembre.** Conférence de Thomas Graf, Alberta Geological Survey.

**16 décembre.** Conférence de Francis Meilliez, Université de Lille 1: salle 1444, Pavillon La Laurentienne.

## Conférences

**14 novembre. Séminaire INRS-ETE / CGC-Q. Médard BOUDA.**

Lieu: salle 2417, INRS-ETE.

Titre

*Mise au point d'un Progiciel (fonctionnant sur le logiciel MS Excel) de traitement d'effluents métalliques : PITEM.*

Résumé

La contamination de l'environnement par les métaux toxiques, constitue une menace réelle et grandissante pour notre société. D'où une prise de conscience, pour un développement durable, par la mise au point de méthodes pratiques et théoriques (simulation) de gestion et de traitement de ces métaux.

À cet effet, la simulation de la spéciation des espèces ioniques et non-ioniques est d'une importance capitale dans de nombreux domaines tels que la chimie environnementale, la géochimie, le génie environnemental, ainsi que la chimie analytique. De ce fait, divers modèles numériques ont été développés et ont connu un essor ces dernières décennies.

Cependant, en dépit de la disponibilité de certains logiciels, consacrés essentiellement à trois domaines principaux, c'est-à-dire la simulation d'équilibres chimiques, la détermination de paramètres thermodynamiques et la modélisation géochimique, la nécessité d'avoir des outils faciles d'utilisation et flexibles est toujours présente.

Pour répondre à cette préoccupation grandissante, un programme convivial de simulation du traitement d'effluents métalliques en

VBA, fonctionnant sous le logiciel MS Excel et prenant en compte les paramètres physico-chimiques et économiques, a été mis au point. Ce programme (PITEM) de part sa simplicité et sa flexibilité se dessine comme un outil de base dans divers domaines et pour le développement d'autres modèles.

Mots clés : Métaux lourds, Spéciation chimique, Simulation, Progiciel, Ms Excel.

**20 novembre. Séminaire INRS-ETE / CGC-Q. Jean-Philippe Belenger, Princeton Environmental Institute, Princeton University.**

Lieu: salle 2417, INRS-ETE.

Titre

*Recent developments on metal acquisition and homeostasis by free-living nitrogen fixers; Implications for the nitrogen cycle within terrestrial environments?*

Résumé

Since trace metals bioavailability, while potentially toxic, affects key enzymatic activities, the cycling of metal in the environment can play a critical role in impacting the cycling of major nutrients such as nitrogen or carbon. N<sub>2</sub> fixation, which is the main natural route of entry of new nitrogen to ecosystems, is catalyzed by the enzyme nitrogenase in a few prokaryotes. Three nitrogenases have thus far been identified (Mo-, V- and Fe-Nase). Interestingly, beside the well studied iron, the acquisition and homeostasis of Mo and V are still poorly known likely resulting in misconception of the terrestrial nitrogen cycle. Here, I present an overview of recent findings on trace metals (Mo, V and Fe), requirements, uptake and homeostasis by free-living nitrogen fixing bacteria. Our data show that siderophores, which are small organic ligands excreted by the bacteria, are used to acquire molybdenum and vanadium, in addition to their traditional role in iron acquisition. These results resolve the long standing debate regarding the existence of molybdophores, as well as the corollary question regarding vanadophores. Further, "siderophores", (which are really metallophores) are also used to bind metals and decrease their toxicity at high concentrations. Thus, siderophores are used either to increase the bioavailability of metals or (and) to decrease their toxicity and contribute significantly to the homeostasis of metals. Our finding also shows that the efficiency of the V- nitrogenase is close to that of the Mo-nitrogenase, which is usually considered to be dominant in terrestrial ecosystems. Since soils V concentrations are about 100 times higher than those of Mo, nitrogen fixers might benefit from being able to utilize this additional metal source. This, and recent work, including ours, showing that Mo may be limiting N<sub>2</sub> fixation in a variety of terrestrial systems suggest that the worldwide dominance of Mo-nitrogenase may have been overestimated in terrestrial environments, and that alternative nitrogenases, associated to free-living nitrogen fixers, need to be taken into account to understand the present nitrogen cycle in soils and

to anticipate the possible responses of terrestrial environments to global change.

**25 novembre. Pierre Andrieux, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI).**

Lieu: salle 1444 Pavillon La Laurentienne.

Titre

*Les ressources énergétiques et minérales en France, en Europe et dans le monde*

Résumé

Il n'y aura plus de pétrole ni de gaz à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. Le charbon «propre» sera très présent au cours des deux siècles à venir. Le nucléaire ne peut en aucun cas, contribuer à plus de 25 % de la consommation mondiale d'énergie en 2050. Les réserves mondiales d'uranium sont limitées.

Ces prévisions relèvent-elles du politique, de l'économique ou des géosciences ?

Les mêmes questions se posent pour les métaux ferreux et non ferreux, les métaux précieux, les granulats et toutes les substances minérales industrielles. Les géosciences ont un rôle clé à jouer pour l'avenir de la Planète.

**2 décembre. Séminaire INRS-ETE / CGC-Q. Fateh Chebana, INRS-ETE.**

Lieu: salle 2417, INRS-ETE.

Titre

*Analyse fréquentielle régionale des crues: une nouvelle approche basée sur les fonctions profondes*

Résumé

En analyse fréquentielle régionale des crues, la restriction à une région particulière correspond à une perte d'information. De plus la définition d'une région produit un effet de frontière (de bord). Pour surmonter ces difficultés, une nouvelle méthode est proposée pour le modèle de régression. Cette méthode se base sur trois éléments: (i) une fonction de poids pour traiter l'effet de bord, (ii) une fonction pour évaluer le degré de similarité de chacun des sites par rapport au site cible, et (iii) une procédure itérative pour améliorer les résultats de l'estimation. Les approches classiques représentent des cas particuliers de la présente approche. Outre sa souplesse et sa généralité, la méthode proposée produit de meilleures estimations que celles obtenues par l'approche de l'analyse des corrélations canoniques. Enfin, la méthode est générale et peut s'avérer utile quand le modèle de régression est

applicable.

## 16 décembre. Francis Meilliez, Université de Lille 1.

Lieu.: salle 1444, Pavillon La Laurentienne.

### *Le géosystème et la prose, vous connaissez ?*

Lorsque j'ouvre un robinet d'eau chez moi, lorsque je rejette des eaux usées, j'interviens dans le fonctionnement du géosystème auquel je participe. Exactement comme Monsieur Jourdain, en 1670, découvrait qu'il faisait de la prose dès lors qu'il s'exprimait. A l'époque, ni son maître de philosophie, ni son maître d'armes ne lui ont révélé que, de surcroît, il participait à un géosystème. Eux, d'ailleurs, n'en étaient pas conscients non plus. Pourtant ils n'étaient guère excusables : en tirant l'eau du puits ils savaient que la ressource est localisée dans le sous-sol ; en jetant l'eau dans la cour, ils la voyaient s'écouler puis s'infiltrer peu à peu. Ils pouvaient donc accéder à l'expérience de la ressource puisée pour satisfaire un besoin d'êtres vivants puis, souillée par ceux-ci, s'en retourner au gisement en s'épurant par filtration.

Oui mais, en 1670, notre connaissance des milieux naturels était encore bien pauvre, alors que la disponibilité des observations était plus facile qu'elle ne l'est aujourd'hui. Leuwenhoek n'avait pas encore mis au point son microscope et la seule observation d'êtres vivants invisibles par notre oeil n'était même pas encore à portée d'intuition. Quant à démontrer la réalité de leur action, il faudrait attendre Pasteur, 200 ans plus tard. Combien de malades et de morts a-t-il fallu pour établir une relation de cause à effet entre la proximité d'une eau putride et les affections issues de sa consommation ? Et pourtant, l'observation était à portée de regard, mais la méthode manquait.

En 1670, la France ne comptait que 25 millions d'habitants environ. Et devenir sexagénaire n'était guère plus fréquent que devenir centenaire aujourd'hui. La faible densité de population n'imposait pas de construire n'importe quoi n'importe où, comme permet de le faire la technologie d'aujourd'hui. Les fonds de vallées, plats, étaient réservés au bétail qui pouvait paître en tranquillité ... entre deux inondations. Sur les plateaux crayeux et limoneux (Artois, Ternois, Haut-Boulonnais, Cambrésis), les zones boisées le disputaient à la culture, sans engrais, sans pesticides, mais avec de faibles rendements. Les villages s'égrenaient le long des flancs de vallée, là où, l'été, les sources alimentaient les hommes et la rivière. Dans les plaines alluviales, argileuses, inondées chaque année, une eau souterraine de qualité était accessible à peu près partout, permettant la dispersion de l'habitat. La plus petite éminence de terrain, en relief de 1 à 2 m par rapport au voisinage, accueillait le logement. Une culture de quasi jardinage, enserrée entre forêt et zone inondable, mettait à profit les apports alluvionnaires annuels. Par cumul d'expérience au fil des générations, un réseau de ruisseaux artificiels (becques, rus, ...) tentait de faciliter le drainage de l'eau en excès. Mais il ne serait venu à personne l'idée de réclamer contre le risque d'inondation, ou les effets destructeurs des alternances sécheresse / saturation ... que d'ailleurs on ignorait.

En 1670, l'ingénieur militaire Vauban savait déjà qu'en franchissant la barrière naturelle des collines d'Artois, il découvrirait un pays déjà très habité, comptant de nombreuses zones humides et d'eau à faible circulation, favorisant la diffusion de fièvres qui affectaient

les trop nombreuses troupes de passage. Il élaborait son pré carré, achevant la citadelle de Lille qu'il considérait comme « la fille aînée dans la fortification ». Il avait compris que l'orientation naturelle du réseau hydrographique, coulant vers le NE, permettait de progresser dans l'intérieur des terres avec des barques plates, mais gênait considérablement les déplacements transverses. Il entreprit alors la construction de liaisons transverses : le canal d'Aire, le canal de Neufossé, le canal reliant la Scarpe à la Deûle. Il mettait en place ainsi un ouvrage de régulation hydraulique d'importance régionale et une voie de communication transversale, totalement nouvelle. Aujourd'hui ce tracé a été repris par le canal à grand gabarit qui relie Dunkerque à Bouchain, et qui sera partiellement emprunté par le lien Seine – Mer du Nord dans les prochaines années.

Vauban observait un paysage et l'utilisait selon ses objectifs. Il a compris le fonctionnement de la partie superficielle de chaque géosystème qu'il visitait, mais sans en avoir la conscience que nous pouvons en avoir aujourd'hui. Admettre qu'aucun paysage n'est immuable et chercher à comprendre les mécanismes naturels qui le font évoluer n'étaient pas encore des questions pertinentes. Le problème d'aujourd'hui - et de l'avenir si nous ne tirons pas profit de l'analyse des expériences passées - est que nous avons créé, et que nous créons encore des situations à risque pour l'individu à l'échelle de quelques années, et pour l'agglomération à l'échelle du siècle. Nos ouvrages de protection nous mettent à l'abri d'effets destructeurs mais nous font aussi perdre la conscience que ces effets sont des conséquences naturelles de dispositifs dont nous sommes les auteurs.

Toutes nos constructions masquent une bonne part de ce qui était naturellement observable. Nos « lunettes » modernes améliorent la précision de notre capacité de vision, mais il semble que, corrélativement, elles en restreignent le champ. Il nous faut réapprendre à observer, apprendre la prose du géosystème.

## Nouvelle vitrine au musée

### Nouvelle vitrine #7 du Musée de géologie René-Bureau

*Les pegmatites granitiques (version corrigée par Réjean Hébert et Littera)*

Les pegmatites sont des roches ignées intrusives à grains grossiers (supérieurs à 1 cm) et proviennent de la cristallisation lente de magmas en profondeur dans la croûte terrestre. Les pegmatites granitiques sont les plus fréquentes des pegmatites mais ces dernières peuvent avoir, en théorie, des compositions minéralogiques très variables.

Les pegmatites se forment tardivement dans le processus de cristallisation magmatique. Il en résulte que certaines d'entre elles présentent un enrichissement en volatils et en éléments chimiques, initialement en faible teneur dans le magma d'origine, comme le béryllium, le lithium, le césium, l'étain, le tantale, le niobium, les terres rares et l'uranium. Ces pegmatites présentent parfois une zonalité interne complexe et une grande variété de minéraux rares y sont trouvés. Plusieurs pegmatites sont simplement composées de quartz, et feldspath et de mica comme les granites.

### SÉMINAIRE DE MAÎTRISE

de

**Jean-François Montreuil**

**Directeur:**

Marc Constantin

***Pétrologie et géochimie du terrane de Renzy (Québec) :  
implications sur le contexte paléogéodynamique de formation***

Vendredi

28 novembre 2008

11h00

Local PLT-4118

Pavillon Adrien-Pouliot

Département de géologie et de génie géologique

### Résumé

La Province géologique du Grenville représente les vestiges d'une marge continentale active au Protérozoïque et par conséquent pourrait être aussi fertile en gîtes minéraux que les Andes et autres chaînes andines. La particularité de cette province géologique est que la reconnaissance de signatures géochimiques d'arcs continentaux, océaniques et de bassins arrière-arc dans ses composantes très métamorphisées est récente et n'a pas encore conduit à de nouvelles stratégies d'exploration axées sur ces percées scientifiques. Qui plus est, la reconnaissance du potentiel minéral des arcs anciens en sulfures magmatiques de Ni-Cu est elle aussi très récente et repose principalement sur la découverte dans un contexte paléotectonique collisionnel du gisement d'Aguablanca en Espagne. Dans la province du Grenville, il y a présence de lentilles de sulfures magmatiques de Ni-Cu dont l'origine et le contexte de formation demeurent inconnus. Le but de mon mémoire de maîtrise est de m'appuyer sur ces percées pour retracer le contexte géodynamique de terrains gneissiques hôtes de minéralisation en sulfures magmatiques et d'en évaluer la fertilité potentielle en utilisant comme étude de cas les minéralisations sub-économiques en Ni-Cu du terrane de Renzy en Outaouais. Trois ensembles lithologiques constituent ce terrane: une série de petites intrusions ultramafiques, des lentilles et dykes d'amphibolites à grenat, et un ensemble de roches sédimentaires et volcaniques hautement métamorphisées. Cet éventail lithologique correspond à ce qui est anticipé dans une séquence d'arcs et représente donc une cible de choix pour valider le modèle. De plus, il donne au terrane de Renzy une signature magnétique particulière et contrastée, qui permet de le reconnaître très facilement sur les cartes magnétiques régionales. Pour établir l'affinité paléogéodynamique du terrane de Renzy, l'accent est mis sur les caractéristiques pétrographiques et géochimiques des amphibolites et de l'ensemble méta-sédiments/méta-volcanites appuyés par les résultats intégrés

Les pegmatites qui se forment assez près de la surface terrestre contiennent souvent des cavités *miarolitiques ou géodes* provenant de la séparation et de l'accumulation des composés volatils de ce magma. Ces géodes contiennent alors des minéraux aux formes très bien développées ou idiomorphes. Les hautes pressions associées à la formation de pegmatites à de plus grandes profondeurs inhibent toute ségrégation et accumulation de ces volatils et, conséquemment, la formation de ces cavités.

La forme de ces intrusions est très variée, mais on retrouve fréquemment des filons de forme tabulaire, recoupant la roche encaissante, que l'on appelle des *dykes*.

De nombreuses pegmatites sont exploitées commercialement, car plusieurs contiennent des concentrations intéressantes en éléments rares. Au Québec, des pegmatites ont été exploitées en Abitibi (lithium, béryllium, molybdène) et en Outaouais (feldspath, mica).

C'est aussi à travers le monde la roche hôte de plusieurs pierres gemmes comme la tourmaline, le béryl, le grenat et la topaze.

Certaines pegmatites peuvent produire des cristaux individuels de dimensions exceptionnelles, comme un cristal de béryl de 10 mètres de long trouvé en 1950 dans la carrière Bumpus, près de Bethel dans le Maine, et certains cristaux de quartz de plusieurs tonnes au Brésil.

### Rayonnement du département

Devant 50 personnes de l'Association des Retraités de l'Université Laval, le professeur Réjean Hébert a prononcé la conférence ayant pour titre : « Une mission géologique au Tibet : ou la petite histoire d'un programme scientifique en région sensible ».

### Rayonnement de nos étudiants

Lors de son congrès annuel *Progrès dans le domaine du béton 2008 tenu à Montréal* les 2 et 3 décembre dernier et auquel participaient plus de 300 intervenants du domaine de la construction au Québec, la section du Québec et de l'est de l'Ontario de l'ACI (American Concrete Institute) a décerné une bourse de niveau maîtrise à Mme Véronique Villeneuve en support de ses travaux de recherche portant sur l'évaluation des causes et de l'état d'endommagement du béton par méthode d'analyse pétrographique quantitative. Ces travaux sont réalisés sous la supervision des professeurs Benoit Fournier et Josée Duchesne. – Bravo Véronique !!

### Nouvelles publications

Bédard, É., Hébert, R., Guilmette, C., Wang, C.S., Dostal, J. Petrology and geochemistry of the Saga and Sangsang ophiolitic massifs, Yarlung Zangbo Suture Zone, southern Tibet: additional evidence of an arc-barc-arc origin for the YZSZ ophiolites. LITHOS accepté le 12 novembre 2008.



des campagnes de terrain et de données géophysiques tant à l'échelle régionale qu'à celle du gîte. Les signatures géochimiques sur l'ensemble des amphibolites du terrane de Renzy sont diversifiées et compatibles avec un contexte d'arc océanique/bassin d'arrière-arc. Certaines amphibolites ont des signatures de roches formées dans un contexte d'arc océanique alors que d'autres ont des signatures géochimiques caractéristiques d'un environnement en extension comme les dorsales océaniques actuelles. Le terrane de Renzy représente ainsi les vestiges d'un arc océanique formé au Méso-Protérozoïque auquel un épisode de magmatisme ultramafique a conduit à la formation de minéralisations sub-économiques en Ni-Cu. Cette étude confirme le modèle de formation de minéralisations de sulfures magmatique de Ni-Cu en contexte de marges actives, ce qui ouvre de nouveaux territoires à l'exploration dans le Grenville pour ce type de gisements. La mise en valeur de la signature magnétique caractéristique du terrane de Renzy sera également un outil précieux pour guider les futures campagnes d'exploration minérale, facilitant l'identification des environnements propices à l'échelle régionale.

## Présentation des stages des étudiants de premier cycle

3 novembre

Sean Beauchemin : Stage au Fonds Exploration minérale.  
Jennifer Blain : trois mois chez Arcelor Mittal au Mont Wright.  
Benjamin St-Pierre : Stage chez Aurizon, division Casa Berardi (Abitibi).  
Emmanuel Charrois, Stage chez Inspec-Sol, bureaux de Montréal et Québec.

5 novembre

Jacinthe Légaré-Laganière et François Lafontaine : Stage au sein de la compagnie d'exploration minérale Mines Virginia.  
Tania Doucet : Stage chez Dessau.

10 novembre

Érick Giroux et Marie-Pier Lacroix-Beaupré : Stage au Laboratoire d'expertises de Québec Inc.  
Pascal Bouchard : Stage chez IOS Services Géoscientifiques Inc.  
Julie Francoeur : Stage au Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (cartographie géologique - région de Labrieville).  
Julien Faucher : Stage au Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (projet Granulats Charlevoix).

11 novembre

Cindy Larocque : Stage de recherche à l'Université Laval (technologie des granulats).  
Marie-Ève Roy : Stage au Ministère des Ressources Naturelles du Canada.  
Nicolas Roy : Stage chez Inno-Explo Inc. (experts-conseils en géologie minière).  
Valérie Carange : Stage chez LVM-Technisol (consultant en génie civil).

12 novembre

Joannie Poupart et Andrée-Anne Fortin-Rhéaume : Stage au Ministère des Transports du Québec (secteur mouvements de terrain).  
Christine Bélanger : Stage de recherche à l'Université Laval (géophysique et géotechnique appliquées aux régions froides).  
Yannick Tourigny : Stage chez Intragaz.

17 novembre

Maude Lévesque-Michaud : Stage chez Ressources Sirios (Baie James).  
Pascal Delisle : Stage chez Agnico-Eagle Ltd. (Mine Goldex).  
Nicolas Déry : Stage au Ministère de l'Environnement de la Ville de Québec (Division Qualité du milieu).  
Caroline Dumas : Stage au Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (région de Chibougamau-Chapais).

18 novembre

Terry Bélanger et Penny Fiset : Stage chez Ressources Strateco Inc.  
Julie Lavoie : Stage chez Agnico-Eagle, Division Laronde.  
Véronique Morin : Stage au Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (projet Opinaca).  
Charles-Frédéric Amringer : Stage aux Laboratoires d'expertise de Québec.  
Jean-François Bélanger : Stage chez X-Strata Nickel (Mine Raglan).

19 novembre

Kevin Simoneau : Stage au sein de la firme de génie-conseil Dessau (génie de l'environnement).  
Louis-Philippe Richard : Stage chez Ressources Minières Pro-Or Inc. (projet Ménarik).  
Thomas Fournier : Stage au Ministère des Transports du Québec, Service des Chaussées.

## Projets de fins d'études

Mardi 9 décembre 2008

Salle 4103 à 11:30hrs

Présentation d'un projet de fins d'études  
(GGL-21440 - Conception en génie géologique 2)

**Thomas Fournier**

Titre

*Relation entre la distance de recul et la hauteur des talus pour les glissements de terrain rotationnels*

Résumé

Ce projet de fin d'étude a pour but de déterminer de façon empirique la relation existante entre la distance de recul des glissements de terrain rotationnels et la hauteur dans les talus de sols argileux québécois, afin de pouvoir effectuer plus précisément et plus

efficacement l'analyse de risque et le zonage des régions susceptibles à ces mouvements de terrain. Actuellement, au ministère des Transports du Québec, le zonage des régions susceptibles à ces mouvements de terrain est basé sur l'expérience des spécialistes dans ce domaine mais aucune compilation statistique n'avait été établie jusqu'à ce jour. Une considérable banque de données, qui contient plus de 1800 dossiers de glissements de terrain de 1840 à aujourd'hui, a été bâtie depuis quelques années à ce ministère. Celle-ci a permis de recueillir une quantité appréciable de données sur différents mouvements de terrain du Québec, lesquelles ont pu être utilisées pour effectuer l'étude. Le système informatique a également permis de ne retenir que les cas appropriés. Ainsi, seulement ceux dont le type de phénomène et le type de sol correspondent à ceux recherchés pour l'étude ont été conservés. Avec les résultats obtenus, une étude plus approfondie de plusieurs dossiers a pu être effectuée pour vérifier la validité de l'information se retrouvant dans les dossiers. L'analyse de ces données a permis de démontrer que les critères actuellement utilisés sont appropriés et suffisamment sécuritaire. Les résultats pourront éventuellement permettre de raffiner l'analyse de risque et de conduire à des décisions plus éclairées.

Mercredi 10 décembre 2008

Salle 4108 à 11:30hrs

Présentation d'un projet de fins d'études

(GGL-21440 - Conception en génie géologique 2)

**Christine Bélanger**

Titre

*Caractérisation du sol à l'aide d'un géoradar – imagerie en 3D*

Résumé

Ce projet consistait à réaliser des profils avec le géoradar Pulse Ekko Pro sur quatre sites d'étude situés au Nord Ouest du Québec, sur les côtes de la Baie d'Hubson, dans le village inuit d'Umiujaq à l'intérieur de la zone du pergélisol discontinue. Deux buttes de pergélisol, un ancien delta et la route menant à l'aéroport ont été choisis comme sites d'étude en raison de leur pertinence dans les recherches du professeur Richard Fortier et pour la vérification de leur stratigraphie. Le géoradar utilise les ondes électromagnétiques pour obtenir des profils faisant ressortir des réflecteurs qui sont des indications de changement de milieu dans le sol. L'objectif du travail était de déterminer si le rendement des logiciels informatiques obtenus par M. Richard Fortier dans le cadre de ses études en géotechnique et géophysique des régions froides sont adéquats à l'obtention d'images satisfaisantes en trois dimensions du sous-sol. Les logiciels utilisés dans le cadre de cette étude étaient EKKO View Deluxe, GPF Edit, EKKO Mapper et Voxler. Pour se faire, trois grilles ont été réalisées dans le but de créer des modèles en trois dimensions des trois premiers sites d'étude. Sur ces grilles, des profils en réflexion de chaque ligne ont été amassés. Des levés de point milieu commun ont été effectués sur chaque site pour connaître la vitesse de propagation. De plus, un levé topographique a été réalisé sur les sites pour corrélérer les réflecteurs sous-terrains avec le relief de la surface. Les filtres imposés aux profils, les inversions de lignes, la création des grilles, les paramètres de

l'interpolation et les transformations des images en trois dimensions résultantes sont des paramètres modifiables à l'intérieur des logiciels qui permettent d'obtenir les images souhaitées. La qualité de ces images tridimensionnelles résultantes varie. En effet, certains sites donnent des résultats assez convaincants comme pour une butte de pergélisol et l'ancien delta où l'imagerie fait ressortir les principaux réflecteurs. Pourtant, la deuxième butte de pergélisol, qui est constituée d'argile sableuse, a obtenu de pauvres résultats probablement dus à la faible pénétration du signal dans le sol à cet endroit. Les réflecteurs et leurs significations selon le site devraient ressortir à travers ces images témoignant de la qualité de la modélisation. Une discussion sur l'utilisation des logiciels permet d'évaluer leur efficacité. Ainsi, il peut être conclu que l'interpolation n'est pas suffisamment efficace en raison du peu de paramètres qui peuvent être modifiés. Il faudrait remplacer le logiciel EKKO Mapper par un autre qui effectue l'interpolation avec les paramètres souhaités ou même en créer une version maison. De même, il faudrait corriger certaines procédures de prise de données pour améliorer la qualité des données de départ.

Mots clés : géoradar, Pulse Ekko Pro, réflecteur, antenne, modélisation en trois dimensions, ondes, projet de fin d'études, EKKO View Deluxe, GPF Edit, EKKO Mapper, Voxler

Mercredi 10 décembre 2008

Salle 4108 à 12:00hrs

Présentation d'un projet de fins d'études

(GGL-21440 - Conception en génie géologique 2)

**Patrick Brunet**

Titre

*Modélisation du transport de masse de contaminant dans une vallée enfouie pour évaluer le risque environnemental pour les récepteurs.*

Résumé

Les travaux documentés dans ce rapport font suite à la synthèse du contexte hydrogéologique d'une vallée deltaïque enfouie réalisée préalablement dans le cadre d'une problématique de contamination des eaux souterraines dans le secteur. Un modèle numérique d'écoulement avait déjà été développé sur la base de l'ensemble des données disponibles. Cette vallée présente une accumulation de sédiments de 30 à 40 m en son centre, où se trouvent une nappe libre supérieure et une nappe captive sous-jacente à un aquitard continu composé d'une couche silteuse prodeltaïque permettant des échanges entre les deux nappes. Une rivière s'écoule d'est en ouest sur le secteur et draine la nappe libre supérieure, affectant son réseau d'écoulement. La nappe captive s'écoule des hauts topographiques vers le centre de la vallée, puis vers l'est où les quatre puits municipaux qui y sont aménagés drainent pratiquement toute cette nappe. Les échanges entre les aquifères à travers l'aquitard se font principalement vers le bas, sauf dans le secteur ouest à proximité de la rivière où ils se font vers le haut. Le panache de contaminants est bien délimité à l'ouest du secteur, s'étendant sur près de 600 mètres en aval des zones sources présumées, tout près d'une ligne de partage des eaux présente à l'ouest de la région

d'étude. Le panache se retrouve à la base de l'aquifère libre à proximité de la ligne de partage et atteint la nappe captive où il migre vers le bas et l'est suivant les directions d'écoulement. Sur la portion finale de la migration du panache à partir de 200 m de la rivière, les gradients hydrauliques verticaux s'inversent et le panache migre vers le haut à travers l'aquitard à partir de la nappe captive vers la nappe libre pour enfin émerger dans la rivière.

L'objectif de cette étude est de mieux définir les voies de migration potentielles du panache et les concentrations futures aux principaux récepteurs, la rivière et les puits municipaux, afin de caractériser le risque posé à ces derniers par la présence du panache de contaminant. Des simulations numériques de transport de masse par éléments finis ont été réalisées à partir du modèle d'écoulement développé sur le logiciel Feflow®. La masse est produite en imposant les valeurs connues de concentrations à proximité de la partie amont du panache sur 200 m, générant ainsi un flux de masse connu. Les simulations sont réalisées en régime d'écoulement permanent et en transport de masse transitoire jusqu'à l'obtention des concentrations maximales aux récepteurs. Les effets de divers paramètres sont étudiés par des analyses de sensibilité : dispersivité ( $\alpha_L/\alpha_T$ ), résolution du maillage, facteur de retard dans l'aquitard et méthodes de résolution numériques. La simulation la plus représentative présente un  $\alpha_L$  de 5 m, un facteur de retard de 1.7, un nombre de Peclet de 5 à 6 au centre de la vallée et de moins de 2 aux principaux récepteurs. Le flux de masse à l'origine est de 5.75 g/j et les flux maximaux atteints aux récepteurs sont de 5.1 g/j à la rivière, 3 mg/j au puits A et 659 mg/j au puits C. Les voies de migration vers la rivière à travers l'aquitard sont relativement complexes et celles-ci constituent la proportion principale de l'émission aux récepteurs du contaminant (88%), alors que les puits A et C interceptent la partie inférieure du panache dans l'aquifère captif en proportions plus faibles (0.05 % et 1.45 % respectivement). Les temps d'arrivée du front advectif du panache à la rivière et aux puits A et C sont de 12.5 ans, 40 ans et 35 ans avec des concentrations de 0.16 µg/l, 0.0035 µg/l et 0.6 µg/l respectivement, comprenant le facteur de dilution particulièrement important à la rivière. Ces concentrations ne posent pas un risque significatif, puisqu'elles respectent le règlement sur l'eau potable du Québec (50 µg/l), les recommandations de Santé Canada (5 µg/l), ainsi que le critère de rejet dans les plans d'eau du CCME (21 µg/l). Les valeurs prédites s'approchent du seuil de détection de 0.1 µg/l et ne permettent pas de reproduire celles obtenues historiquement au puits A qui est le plus touché (détection 27 fois sur 30, moyenne de 0.62 µg/l). Une part de cet écart pourrait s'expliquer par un panache secondaire encore mal défini qui se situe dans l'aire de captage de ce puits. Bien que le transport de masse ait permis de préciser les conditions de migration de la contamination, les limites de l'étude tiennent à la détermination de la source de contaminants, au flux de masse réel généré et à sa définition dans le modèle. Le champ d'écoulement généré par le modèle ainsi que l'impact de la valeur de conductivité hydraulique verticale de l'aquitard ( $K_v$ ) sur le transport de masse devraient également être précisés.

Mots clés : aquifère, simulation numérique, transport de masse, dispersivité, Peclet

## Catherine Cloutier

Titre

*Concrétions calcaires : Revue des modèles de formations proposés dans la littérature et application au cas de la rivière de Betsiamites*

Résumé

Trois concrétions calcaires ont été trouvées dans un forage géotechnique performé à l'été 2008 dans les dépôts quaternaires, maintenant émergés, du delta de la rivière Betsiamites sur la Côte-Nord québécoise. Deux d'entre-elles sont formées de disques concentriques superposés, alors que la troisième est de forme ovale à cylindrique. Elles se situent dans une séquence constituée de laminations de sable fin et de silt argileux mise en place dans la mer de Goldthwait, qui a submergée les terres lors de la dernière déglaciation. Ce travail effectué dans le cadre du cours «Projet de fin d'étude» a comme premier objectif de répertorier l'information disponible sur les concrétions au Québec. Les conclusions des recherches de Hillaire-Marcel et Soucy (1979), de Hillaire-Marcel et Causse (1988), de Cailleux et Dionne (1972) ainsi que de Lamothe et Hillaire-Marcel (1982) sont présentées. De plus, le deuxième objectif de cette analyse vise à comprendre, en se basant sur la littérature existante, les modes de formations des concrétions calcaires. L'argument le plus révélateur dans la littérature en faveur d'une croissance lors de la diagénèse précoce est la découverte de fossiles non-compactés à l'intérieur de concrétion. Ceci implique que le ciment a dû être formé avant la consolidation du sédiment pour protéger la structure de l'organisme. Il est proposé que les concrétions résultent de la précipitation de carbonates (calcite) dont la nucléation est initiée sur des noyaux organiques. Par contre, plusieurs concrétions sans noyaux distincts sont identifiées. De plus, les multiples paramètres géochimiques qui influencent la précipitation de la calcite viennent augmenter la complexité du phénomène. Certains auteurs dont Raiswell (2000) suggèrent que la réduction du sulfate exercée par certains organismes microbiens influencerait de façon importante la précipitation de la calcite.

Les concrétions exposent en général des valeurs appauvries de  $\delta^{18}O$  et de  $\delta^{13}C$  favorisant un carbonate d'origine biogène. L'étude des rapports isotopiques permet de déterminer les conditions environnantes qui régnaient lors de la formation des corps. Enfin, les auteurs qui discutent des modes de croissances ont travaillé sur des concrétions de grandes dimensions (métriques) datant du Jurassique et du Crétacé. L'environnement régnant à cette période est très différent de celui glaciaire du Pléistocène et les concrétions plus récentes ne sont pas d'aussi grandes tailles (décimétriques). Il est possible que les mécanismes de concrétionnement varient entre les régions chaudes et froides. Au Québec, des concrétions ont été répertoriées dans les varves des lacs glaciaires de Deschailons, de Gayhurst, de Lampilis, de Ojibway et dans le parc des Laurentides dans les dépôts glaciolacustres. Enfin, les concrétions du delta de la rivière Betsiamites sont présentement soumises à des analyses pour connaître les rapports des isotopes de l'oxygène et du carbone.

Mots clés : Concrétions calcaires, rivière Betsiamites, modes de croissances concentrique et évusif, réduction du sulfate, rapports isotopiques, Quaternaire, cimentation, diagénèse précoce.

Mercredi 17 décembre 2, salle 4108 à 1:00hrs  
Présentation d'un projet de fins d'études  
(GGL-21440 - Conception en génie géologique 2)  
**Caroll Desormeaux**

Titre

*Utilisation de la méthode du Damage Rating Index pour l'évaluation de l'état d'endommagement du béton du barrage Sartigan.*

Résumé

La réaction alcalis-silice (RAS) affecte plusieurs infrastructures du Québec et menace leur stabilité à long terme. Lorsque les conditions sont favorables, la réaction est déclenchée, ce qui entraîne l'expansion et la fissuration du béton. Le barrage de Sartigan situé à St-Georges de Beauce sur la rivière Chaudière est un cas spectaculaire de détérioration associée à la RAS. Ce dernier remplit plusieurs fonctions vitales pour les habitants de la région (pont, contrôle des crues). Des travaux majeurs pour installer une vanne supplémentaires sur le barrage seront prochainement entrepris. L'inspection visuelle des composantes de béton intérieures et extérieures de la structure a révélé plusieurs indices de détérioration : gonflement, motifs de fissuration polygonale «map cracking» et exsudations de gel silico-alcalin. Deux méthodes ont été utilisées pour l'évaluation préliminaire de l'endommagement du béton. L'essai de Damage Rating Index (DRI) modifié a été développé lors de la présente étude dans le but de diminuer la variabilité des résultats de l'essai. L'essai a démontré un état d'endommagement élevé associé à la RAS. Du gel de silice a été retrouvé dans les fissures et les vides d'air de la pâte de ciment. L'essai de Stiffness Damage Test (SDT) a fourni des indications similaires. La bonne corrélation entre les résultats des deux essais est expliquée par la fissuration importante des granulats et de la pâte de ciment.

Mercredi 19 novembre salle 4108 à 1:00hrs  
Présentation d'un projet de fins d'études  
(GGL-21440 - Conception en génie géologique 2)  
**Geneviève Robert**

Résumé

À ce jour, le MRNF dénombre 55 aires d'accumulation de déchets miniers au Québec. Ces stériles miniers qui sont caractérisés comme acides, ont suscité un intérêt pour l'extraction d'énergie géothermique qui s'y retrouve. Cette énergie provient de la chaleur libérée par l'oxydation de ceux-ci. Une partie de cette énergie est transportée par conduction vers le socle rocheux qui emmagasine la chaleur en provenance de la halde. L'optique de ce projet est de caractériser les propriétés thermiques de la roche hôte qui se retrouve sous la halde pour parvenir à l'extraction de cette énergie souterraine.

Un test de réponse thermique (TRT) a donc été réalisé à la mine Doyon en Abitibi-Témiscamingue, plus précisément dans le roc et le mort-terrain situé sous la halde Sud de ce site. Ce TRT s'effectuera à l'aide d'un nouveau montage constitué de câbles chauffants et qui se base sur la théorie de l'Active Line Source [Pehme]. La viabilité de ce montage a d'abord été testée à l'aide de deux essais

pilotes à l'université Laval pour ensuite être utilisé à la mine Doyon. Deux tests de réponse thermique ont été effectués dans des puits d'observation (BH-91-107 et W3) en périphérie de la Halde Sud. Ils ont permis d'évaluer la conductivité thermique ainsi que la capacité thermique volumique du mort-terrain (till) et du roc directement sous la halde. La valeur de capacité thermique volumique du till et du roc qui est ressortie de l'analyse est de 1400000 [J/m<sup>3</sup>K] et demeure constante d'un essai à l'autre. Au niveau de la conductivité thermique, les valeurs sont quelque peu variables, se situant entre 0.75 et 3.5 [W/mK] pour le till et entre 0.9 et 3 [W/mK] pour le roc. Les haldes à stériles consistent en un type de réservoir possédant des valeurs de conductivité thermique typiques plutôt moyennes, soit dans un intervalle de valeurs variant entre 1 et 3 [W/mK]. Ce spectre de valeurs agit à titre indicatif afin de valider les résultats d'analyse issue des données relevées sur le terrain. Malgré ces valeurs de propriétés thermiques modestes, il demeure que le volume d'énergie géothermique disponible dans la roche hôte située sous la halde est important et ainsi, l'installation d'échangeurs de chaleur au sol est envisageable. De plus, ce type d'installation permettrait de réduire les coûts de travaux futurs puisqu'en ciblant directement le matériel géologique sous-jacent à la halde, il y a réduction de la profondeur des forages, les échangeurs de chaleur au sol étant plus en surface. Cette extraction d'énergie potentielle consiste en une alternative à l'énergie électrique et au combustible fossile pour le chauffage des bâtiments et de l'eau. L'exploitation de cette énergie géothermique que l'on retrouve sur plusieurs sites miniers, qu'ils soient en exploitation ou non, pourrait contribuer à la diminution des émissions de gaz à effet de serre.

Mots clés : halde à stériles, conductivité thermique, capacité thermique volumique, test de réponse thermique, énergie géothermique

## Journée des Biogéosciences de l'environnement

11 décembre 2008, 10h00  
Présentée par les finissants au programme de maîtrise en Biogéosciences de l'Environnement  
Université Laval  
Faculté des sciences et de génie  
Pavillon Adrien-Pouliot  
Local 4112

**Michèle Dupont-Hébert (10h00)**  
*CARACTÉRISATION DU MARAIS DE L'ISLE-VERTE DANS LE CADRE D'UN PROJET PILOTE DE RESTAURATION DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP*

**Kim Mathieu (10h30)**  
*ÉVOLUTION DU MARAIS DE KAMOURASKA SUITE À SON ENDIGUEMENT : CARTOGRAPHIE DES ZONES VÉGÉTALES*

**Caroline Gagné (11h00)**  
*DES OUTILS CARTOGRAPHIQUES POUR LE RÉTABLISSEMENT DE LA TORTUE DES BOIS AU QUÉBEC*



## Dons au musée depuis 2006

André Lafontaine : mars 2006  
Pierre Gonin : mars 2006  
Alain Proulx : sept 2006, nov 2008  
Tony Gordian : déc 2006, mars 2007  
Éric David : déc 2006, nov 2007  
Jacques Spattz : déc 2007, nov 2007  
Janik Spattz : nov dec 2007  
Mario Dubé : déc 2007  
Nicole Bourque : fév 2007  
Denis Villeneuve : juin 2007  
Bernard Baudin : juin 2007  
Jacques Chabot : sept 2008  
Jean-Yves Langis : jan 2008

## Nouvelles du groupe de sédimentologie

### Nouveaux projets:

*Early diagenesis of deep-water coral mounds, Atlantic Ocean. Subvention, Conseil de recherches en sciences naturelles et génie Canada, Programme d'occasions spéciales de recherche (OSR)*

Les monticules carbonatés modernes à coraux d'eaux profondes de la région du Circum Nord Atlantique sont connus pour supporter une grande biodiversité, pour leur enregistrement des changements climatiques et océanographiques passés ainsi que pour leur vulnérabilité vis-à-vis des perturbations environnementales actuelles telles que «l'acidification» des océans. Depuis leur redécouverte au début des années 90, ces monticules à coraux d'eaux profondes sont l'objet d'un intérêt pérenne dans la mesure où ils pourraient représenter un analogue moderne de ce que les géologues connaissent et décrivent comme des «mud-rich carbonate mounds». Les «mud-rich carbonate mounds» sont d'importantes structures géologiques (évolution des métazoaires, roches réservoirs d'hydrocarbures) qui, cependant, défient les géologues car leur formation ne peut s'expliquer de façon évidente. En effet, leur contenu en organismes fossiles ne permet pas de conclure pour un simple réseau squelettique construit comme il en existe dans le cas des récifs modernes et anciens. De nombreuses évidences géologiques indiquent que ces monticules ont littéralement grandi «de l'intérieur» via la précipitation authigène de minéraux carbonatés lors de la dégradation et du recyclage des tissus d'organismes métazoaires et de la matière organique dissoute qui leur est associée. Ce projet profite de l'opportunité d'une large campagne de forage dédiée aux monticules modernes à coraux d'eaux froides au large des côtes marocaines. Ces monticules sont présentement dans un stage de dégradation suboxique et ils vont donc permettre d'explorer l'impact microbien et organochimique sur la formation des monticules, pris en quelque sorte «sur le fait». Cette recherche est réalisée dans le cadre d'une contribution canadienne invitée à joindre les projets «MiCROSYSTEMS» et «CHEMECO», deux projets de recherche de collaboration interdisciplinaire du programme «EuroCores-EuroDiversity et EuroDeep» de la Fondation Européenne pour la Science (ESF). L'étudiante au doctorat Stéphanie Larmagnat a participé à une première mission en mer au large des côtes marocaines (Océan Atlantique, Golf de Cadiz) à bord du navire de recherche

scientifique français, le Marion Dufresne. Cette campagne océanographique d'une durée de 10 jours a permis d'échantillonner près de 10 sites de monticules carbonatés dans le secteur de l'escarpement Pen Duick. Les photos jointes illustrent cette première campagne océanographique à bord du Marion Dufresne (Photo 1, 2 et 3).



Photo 1 : Le Marion Dufresne à quai, avant le départ de Brest.

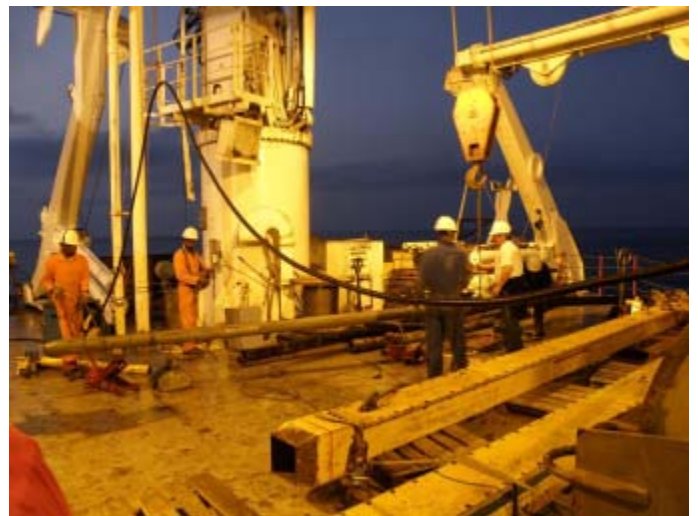


Photo 2 : Au travail, aux petites heures du matin...quelque part dans le golfe de Cadiz!



Photo 3: Photo de groupe avec la majorité des participants: scientifiques, membres d'équipage et étudiants européens participant au programme de l'université flottante.



Photo 4 : Localité d'Ait Moussa dans le Moyen Atlas (Maroc) montrant du bitume en remplissage des fractures tardives.

*Geological field work and hydrocarbon exploration, Gaspé Peninsula, Contrat, Mundiregina Resources Canada Inc.*

Ce contrat de recherche comporte du travail de géologie de terrain, des analyses de géochimie organique et inorganique en association avec des campagnes de géophysique (méthodes magnétotelluriques et sismiques) pour réévaluer le potentiel à hydrocarbures régional.

### **Nouvelle collaboration:**

Une nouvelle collaboration a été établie entre le groupe de Biosédimentologie et le Prof. Ralf Littke titulaire de la chaire du groupe Géologie et Géochimie du Pétrole et du charbon (RWTH Aachen). Cette collaboration s'inscrit dans le cadre du projet de doctorat de Merouane Rachidi et de Melle Victoria Sachse de l'université d'Aachen. Cette collaboration met à notre disposition un matériel et des techniques d'analyses géochimiques très pointues et permet à Merouane Rachidi d'acquérir des techniques modernes indispensables dans le domaine de la Géochimie organique et de l'exploration pétrolière. La collaboration a commencé en Octobre 2008 par une première mission de terrain réalisée au Maroc (Moyen Atlas, Photo 4). Une partie des échantillons collectés lors de cette mission vont être traités en Allemagne et feront l'objet d'une nouvelle approche d'analyse géochimique. Une deuxième mission de terrain est prévue pendant la session d'été et sera focalisée sur la partie centrale du Haut-Atlas (Maroc).

### **Présentations récentes:**

Turner, Neuweiler, Burdige, 2008, *Possible evidence of early Neoproterozoic metazoans, Little Dal Group, NWT.*- Canadian Palaeontological Convention, Winnipeg, September, 2008.

Wilmsen, Neuweiler, 2008, *Biosedimentology of a post-extinction carbonate depositional system (Early Jurassic, central High Atlas, Morocco).* Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft Erlangen, 2008, Erlanger geologische Abhandlungen - Sonderband 6, p.71.

Turner, Neuweiler, Burdige, 2008, *Evidence of early Neoproterozoic metazoans (animals), Little Dal Group, NWT.* 36th Annual Yellowknife Geoscience Forum, Nov 17-19, 2008.

### **Publication:**

Wilmsen & Neuweiler, 2008. *Biosedimentology of the Early Jurassic post-extinction carbonate depositional system, central High Atlas rift basin, Morocco.*- *Sedimentology*, 55, 773-807.

### **Divers:**

Le Luminoscope (Nuclide ELM-2E) se trouvant au local PLT-4116 a fait l'objet d'opérations de réparation et de maintenance (frais de 1000\$). Un grand merci à nos techniciens Martin Plante et Eric David pour leur aide.



Le journal d'information du département de Géologie  
et de Génie géologique de l'Université Laval  
Pavillon Pouliot, 4<sup>ème</sup> étage  
Université Laval, Québec  
G1V0A6

---

<http://www.ggl.ulaval.ca>  
[journal@ggl.ulaval.ca](mailto:journal@ggl.ulaval.ca)

**Rédacteur en chef** : Réjean Hébert

**Logo** : Réjean Hébert (idée), Félix-Antoine Comeau (conception)

**Spécialiste informatique** : Pierre Therrien

**Corrections éditoriales** : Danielle Pichette

Le Géoscope est publié bi-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** : mars 2009.

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.