



CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC

Rapport annuel 2004-2005



Un
partenariat
stratégique
unique



Des
laboratoires
au service des
intervenants
régionaux



Des activités de
sensibilisation
auprès du public

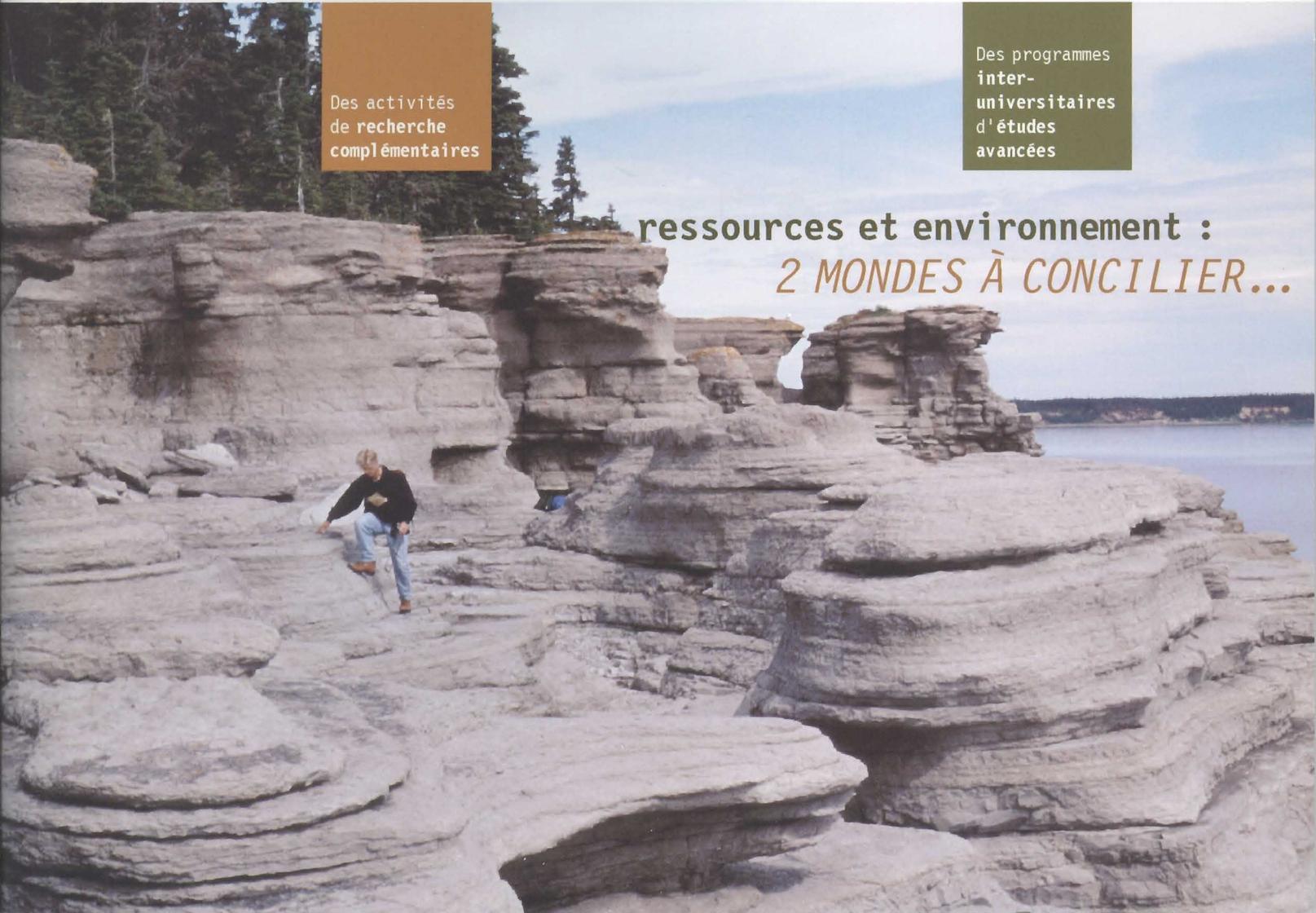


Des activités
de recherche
complémentaires



Des programmes
inter-
universitaires
d'études
avancées

ressources et environnement :
2 MONDES À CONCILIER...



CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC

Exemple unique de partenariat entre un centre universitaire et un organisme gouvernemental, le CGQ regroupe les scientifiques de l'INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE) et de la division de Québec de la Commission géologique du Canada (CGC-Québec).

Les chercheurs du CGQ orientent leurs travaux de façon à répondre à des enjeux socio-économiques pertinents en augmentant les connaissances relatives à la géologie régionale, aux géoressources (eaux souterraines, minéraux et combustibles fossiles) et aux géosciences de l'environnement (risques naturels, géodynamique environnementale, caractérisation et restauration de sites contaminés et changement climatique).

La CGC-Québec et l'INRS-ETE veulent faire de leur collaboration un centre de convergence et d'excellence en géosciences, ouvert à tous, tout en s'assurant de la coopération et de la participation des gouvernements, organismes et universités de l'Est du Canada.

Conjointement avec le département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval, l'INRS-ETE offre des programmes interuniversitaires d'études avancées en sciences de la Terre.

L'un des objectifs du CGQ est aussi de sensibiliser le grand public aux sciences de la Terre et de contribuer à la formation de la relève. À cette fin, le CGQ publie des documents de vulgarisation et organise des événements spéciaux visant à éveiller et à soutenir l'intérêt des jeunes envers les sciences.

Table des matières

- 1 Message des directeurs
- 3 Expertises en sciences de la Terre
- 5 Géologie régionale et analyse de bassins
- 11 Géoressources
- 16 Géosciences de l'environnement
- 23 Géomatique et géo-information
- 24 L'Équipe du Centre géoscientifique de Québec
- 26 Rayonnement scientifique
- 28 Activités de sensibilisation aux sciences
- 30 Géosciences Québec
- 35 Regroupements et installations de recherche
- 37 Sur le Web

Coordination : Pascale Côté
Mise en pages : Marie-Josée Tremblay
Page couverture : caroline poirier design graphique /
cpoirier@designgraf.com et Marie-Josée Tremblay

ISBN : 0-662-70381-2
Catalogue : M41-1/2-2005F

L'année 2004-2005 a été fertile en réalisations et en avancées scientifiques qui ont permis de mettre en valeur les recherches de l'INRS-ETE et de la CGC-Québec et de maintenir la vitalité du partenariat du Centre géoscientifique de Québec. Nous souhaitons que vous en prendrez connaissance avec intérêt et que les références citées en exergue vous conduiront vers des compléments d'information qui sauront vous être utiles.

Au moment où vous lirez ces lignes, l'immeuble INRS aura été officiellement inauguré et les occupants se seront approprié ce nouvel environnement de travail, qui se veut aussi ouvert et accueillant que notre dynamique quartier d'accueil.

L'inauguration de l'immeuble s'est tenu le 18 octobre 2005, lors d'une cérémonie à laquelle employés, partenaires et collaborateurs ont été conviés. Le directeur général de l'INRS, M. **Pierre Lapointe**, et le directeur du centre Eau, Terre et Environnement, M. **Jean-Pierre Villeneuve**, ont présidé l'événement auquel ont pris parole la ministre déléguée à la Protection de la jeunesse et à la Réadaptation, députée de Jean-Talon, Mme **Margaret F. Delisle**, le conseiller principal auprès du sous-ministre adjoint de Ressources naturelles Canada, M. **Jan Boon**, le maire de Québec, M. **Jean-Paul L'Allier**, et le président de l'Université du Québec, M. **Pierre Moreau**. Nous souhaitons que vous serez nombreux à fréquenter ces lieux, et, plus largement, la cité universitaire de l'Université du Québec déjà établie dans le quartier Saint-Roch.

Le nouveau bâtiment permet à l'INRS de loger, pour la première fois en 35 ans, toutes ses équipes de la région de Québec à une même enseigne, soit l'administration générale de l'INRS, le centre Eau, Terre et Environnement et son partenaire, la Commission géologique du Canada, ainsi que l'équipe de Québec du centre Urbanisation, Culture et Société. Le bâtiment de 17 280 m² regroupe près de 450 personnes, professeurs, chercheurs, étudiants et employés, et abrite un important parc d'équipements à la fine pointe de la technologie.



Lors de l'inauguration de l'édifice INRS le 18 octobre 2005. Dans l'ordre habituel, le directeur général de l'INRS, M. Pierre Lapointe, la ministre déléguée à la Protection de la jeunesse et à la Réadaptation, députée de Jean-Talon, Mme Margaret F. Delisle, le maire de Québec, M. Jean-Paul L'Allier, le directeur du centre Eau, Terre et Environnement, M. Jean-Pierre Villeneuve, le président de l'Université du Québec, M. Pierre Moreau et le conseiller principal auprès du sous-ministre adjoint de Ressources naturelles Canada, M. Jan Boon.



Daniel Lebel, directeur de la CGC-Québec sera co-signataire du rapport annuel du CGQ pour la dernière fois, ayant accepté de nouveaux défis à la Commission géologique du Canada.

Il s'agit du dernier d'une série de changements touchant le fonctionnement du CGQ, qui au cours de ses 17 années d'existence, a su s'adapter et préserver sa mission initiale, soit, d'être un pôle de convergence, de concertation et de collaboration en sciences de la Terre au Québec. Le CGQ, c'est une équipe solidaire, dynamique et imaginative et c'est un solide réseau de partenaires gouvernementaux et universitaires. C'est grâce aux efforts concertés du personnel de la CGC-Québec et de l'INRS-ETE, de nos partenaires et de nos clients que nous soutiendrons le rayonnement des sciences de la Terre et ferons face aux nouveaux défis et aux enjeux futurs, en développant des initiatives géoscientifiques pertinentes et alignées sur les priorités sociétales.



Daniel Lebel



Jean-Pierre Villeneuve



Le nouvel immeuble de l'INRS regroupe l'administration de l'INRS, ses centres «Eau, Terre et Environnement» et «Culture et Société» ainsi que les espaces de la CGC-Québec.

Note : Toutes les références bibliographiques citées dans le texte sont disponibles auprès du Service de documentation et d'information spécialisées de l'INRS, sdis@inrs.uquebec.ca

AXES DE RECHERCHE

Géologie régionale et analyse de bassins

Cette thématique est orientée vers la définition du cadre géologique régional ou vers l'étude de paramètres permettant de circonscrire l'évolution des bassins. Les activités de levés du substrat rocheux se concentrent dans la marge laurentienne de l'est du Canada avec quelques interventions dans le Supérieur. Les levés des formations superficielles, quant à eux, se déroulent principalement dans la partie orientale de l'Inlandsis laurentidien. Une attention particulière est apportée à la définition du contexte géologique afin de fournir une assise solide aux études thématiques sur les ressources et l'environnement.

Géoressources

Cette thématique implique des études métallogéniques détaillées, la proposition de métallotectes pouvant être appliqués dans le cadre de la mise en valeur du potentiel économique et le développement de guides pour l'exploration des hydrocarbures et des minéraux.

Géoscience de l'environnement

Les activités dans cette thématique visent à améliorer la compréhension de processus reliés à des problématiques environnementales telles que la caractérisation et la dynamique des eaux souterraines dans les aquifères régionaux, les risques géologiques, la géochimie environnementale, la dynamique des environnements actuels, la dynamique du pergélisol de même que la caractérisation et la restauration de sites contaminés

EXPERTISES

Géologie régionale et analyse de bassins

- Géologie des Appalaches et du Grenville
- Géologie du Quaternaire
- Géologie structurale, Tectonique
- Pétrologie métamorphique et ignée
- Géochimie des roches ignées et sédimentaires
- Sédimentologie, Stratigraphie
- Biostratigraphie, Paléogéographie
- Pétrographie organique, Diagenèse

Géoressources

- Métallogénie
- Métallurgie
- Géochimie, Lithogéochimie
- Relation minéralisations-stratigraphie-structure
- Géologie de la matière organique et des argiles
- Diagenèse, Hydrothermalisme
- Potentiel pétrologène et réservoir
- Prospection glacio-sédimentaire, Géologie du Quaternaire
- Prospection lithogéochimique
- Simulations physiques

Géoscience de l'environnement

- Géomorphologie glaciaire, périglaciaire, fluviale et littorale
- Glissements de terrain, Analyse des aléas géologiques
- Géochimie des éléments traces, Géochimie inorganique, Géochimie isotopique
- Dendrochronologie, Dendrogéochimie
- Paléolimnologie, Limnogéologie
- Processus sédimentaires
- Hydrogéologie régionale
- Géophysique de sous-surface (magnétisme, électromagnétisme et tomographie géoélectrique)
- Dynamique des fluides, Écoulement multiphase
- Caractérisation, restauration et gestion environnementale



PROFESSEURS INRS

ACHAB, Aïcha, Biostratigraphie, Palynologie
BERGERON, Mario, Géochimie
BERGERON, Normand, Géomorphologie
FRANCUS, Pierre, Sédimentologie, Paléoclimatologie
HARRIS, Lyal, Géologie structurale, tectonique, métallogénie
HÉROUX, Yvon, Pétrologie et géochimie de la matière organique
RICHER LAFLÈCHE, Marc, Géochimie
LAROCQUE, Isabelle, Paléolimnologie
LEFEBVRE, René, Hydrogéologie
LONG, Bernard, Dynamique sédimentaire, sismostratigraphie
MALO, Michel, Géologie structurale
MARTEL, Richard, Hydrogéologie
PANICONI, Claudio, Hydrogéologie
TASSÉ, Normand, Géochimie
VILLENEUVE, Jean-Pierre, Modélisation, Gestion des ressources en eau

CHERCHEURS CGC (Professeurs associés INRS)

BÉDARD, Jean H., Pétrologie ignée
BÉGIN, Christian, Paléoécologie, dendrochronologie
BOLDUC, Andrée M., Géologie du Quaternaire
CASTONGUAY, Sébastien, Géologie régionale, tectonique, géochronologie
CORRIVEAU, Louise, Géologie régionale, métamorphisme, plutonisme
DUBÉ, Benoît, Métallogénie, géologie structurale
LAVOIE, Denis, Sédimentologie des carbonates
LEBEL, Daniel, Géologie structurale, Géomatique
MICHAUD, Yves, Géomorphologie, Hydrogéologie
NADEAU, Léopold, Géologie régionale, tectonique
PARENT, Michel, Géologie du Quaternaire
PERRET, Didier, Géotechnique, Analyse des risques géologiques
PINET, NICOLAS, Tectonique, Géophysique
RIVERA, Alfonso, Hydrogéologie
RIVARD, Christine, Hydrogéologie
SAVARD, Martine M., Géochimie isotopique, hydrogéologie



La compilation et la validation des données palynologiques générées, depuis 1990, par les travaux biostratigraphiques de **Aïcha Achab** et **Esther Asselin** dans les bassins sédimentaires marins du Paléozoïque de la Plate-forme du Saint-Laurent et des Appalaches de l'Est du Canada a été complétée. Plus de 1500 entrées ont été intégrées dans la base de données du projet CARTNAT (Ponts géologiques de l'Est du Canada) et du projet sur le potentiel en hydrocarbures des bassins frontières appalachiens (Initiative géoscientifique ciblée, phase 2).

Le CGQ a poursuivi ses travaux sur les bassins orogéniques et non-déformés du Paléozoïque de l'Amérique du Nord afin de générer des modèles d'évolution essentiels pour l'évaluation des ressources en combustibles fossiles. **Sébastien Castonguay** a poursuivi une étude géochronologique dans les Appalaches visant à raffiner notre connaissance de l'évolution tectono-métamorphique du domaine interne de la zone de Humber et, dans le cadre de recherches pluridisciplinaires, d'en déduire les implications sur l'évolution globale de la chaîne appalachienne. **Denis Lavoie** a poursuivi sa recherche sur l'évolution des paramètres physico-chimiques enregistrés lors de l'enfouissement des successions paléozoïques en étant le premier à reconnaître la présence et l'importance du processus de dolomitisation hydrothermale en ce qui a trait au potentiel économique des successions paléozoïques de l'Est canadien. Ce processus contrôle les événements de porogénèse à la base de la formation de réservoirs à hydrocarbures de l'est de la Gaspésie (champ gazier de Galt). Ce type de réservoir constitue actuellement la cible des campagnes d'exploration pour les hydrocarbures dans le Paléozoïque de l'Est canadien.

Pour en savoir plus :

- Lavoie, D., Morin., C. 2004. Hydrothermal dolomitization in the Lower Silurian Sayabec Formation in northern Gaspé – Matapédia (Québec) : constraint on timing of porosity and regional significance for hydrocarbon reservoir; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, vol. 52, pp. 256-269.
- Lavoie, D., 2005. Hydrothermal dolomitization in the Lower Silurian La Vieille Formation in northeastern New Brunswick: field evidence and implication for hydrocarbon exploration. Commission géologique du Canada, Recherches en cours , n° 2005-D1, 2005, 10 pages. Téléchargement gratuit à : http://geopub.nrcan.gc.ca/moreinfo_f.php?id=220193

Les travaux sur les ophiolites du sud du Québec de **Jean Bédard** se sont poursuivis, en collaboration avec **Alain Tremblay** (UQAM), dans le cadre du projet de doctorat de **Philippe Pagé**. Ils visent à reconstituer l'histoire pré-obduction et post-obduction de la zone de Dunnage au Québec et à fournir un contexte géologique pour les études sur les minéralisations en chrome et en éléments du groupe du platine.

Pour en savoir plus :

- Schroetter, J-M, Tremblay, A., Bédard, J.H. 2004. Structural evolution of the Thetford-Mines Ophiolitic Complex, Canada: Implications for the southern Quebec Ophiolite Belt, Tectonics, Vol. 24, n° 1, 20 p. Accessible à : <http://dx.doi.org/10.1029/2003TC001601>
- Schroetter, J.-M.; Pagé, P.; Bédard, J.H.; Tremblay, A.; Bécu, V. 2004: Forearc extension and seafloor spreading in the Thetford Mines Ophiolite complex. In: Y.Dilek and P.T. Robinson (eds) Ophiolites in Earth History, Special publication of the geological Society of London, vol. 218, pp.231-251.



● Analyse de bassins ●

Les activités visent la définition du cadre géologique régional ou l'étude de paramètres permettant de circonscrire l'évolution des bassins.

Dans le cadre du projet de corrélations géologiques internationales (IGCP 410), des courbes de diversité des chitinozoaires ont été tracées pour les paléoplaques de Baltica, Gondwana, Laurentia et Avalonia. Ces courbes ont été analysées et comparées et les changements observés dans la diversité ont été mis en relation avec les processus géotectoniques ou environnementaux susceptibles d'avoir influencé la biodiversité à l'échelle régionale ou globale. Les résultats acquis contribuent au nouveau projet IGCP 503 sur la paléogéographie et le paléoclimat du Paléozoïque inférieur. **John Riva** a poursuivi ses études biostratigraphiques sur les faunes de graptolites de l'Ordovicien des Appalaches, plus spécifiquement sur la partie supérieure de la Formation de Cloridorme en Gaspésie ainsi que sur la Formation de Saint-Victor dans la Beauce. L'équipe des paléontologues du Centre a continué d'offrir son expertise en biostratigraphie et à collaborer avec plusieurs collègues universitaires. **Esther Asselin** a participé à la révision des mots-clés et du glossaire paléontologique associés aux méta-données et bases de données du système informatique de données géoscientifiques (SIDG) de la CGC.

Pour en savoir plus :

- Achab, A., Asselin, E., Soufiane, A., Bertrand, R.. 2004. Les Chitinozoaires: ce qu'ils nous révèlent sur l'histoire géologique, la paléogéographie et le potentiel en hydrocarbures du Québec. Dans: G. Prichonnet et M. A. Bouchard (éditeurs), Actes du premier colloque du Patrimoine géologique du Québec, Montréal, 8 et 9 septembre 2000, MB 2004-05, Québec: 87-93.
- Comeau, F.A., Kirkwood, D., Malo, M., Asselin, E., Bertrand, R. 2004. Taconian mélanges in the parautochthonous zone of the Quebec Appalachians revisited: implications for foreland basin and thrust belt evolution. Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 41, pp. 1473-1490.

Les travaux sur la tectonique des fronts orogéniques de **Michel Malo** se sont poursuivis avec la suite de l'étude comparative entre les cadres tectono-sédimentaires du front structural des Appalaches du Québec et de la ceinture de chevauchement des Pyrénées du sud. En 2004-2005, l'accent a été mis sur l'étude de l'anticlinal de Vilanova, un pli de détachement dans le bassin d'avant-pays de l'Èbre.

Lyal Harris et la stagiaire postdoctorale **Elena Konstantinovskaya** ont débuté un projet de simulation physique des structures créées pendant la formation et l'inversion d'un bassin à marge irrégulière. Le laboratoire de scanographie sera mis à profit pour la visualisation des modèles. Les structures créées lors du déplacement le long des rampes latérales seront étudiées en détail et les résultats des modèles contribueront à l'interprétation des structures dans les bassins sédimentaires déformés, tels que les Appalaches. Cette étude précisera le cadre géologique nécessaire aux études sur l'exploration des hydrocarbures et des gisements aurifères de type Carlin.

Pour en savoir plus :

- Harris, L., Byrne, D.R., Wetherly, S. et Beeson, J. (2004). Analogue modelling of structures developed above single and multiple mantle plumes : applications to brittle crustal deformation on Earth and Venus. Dans: GeoMod 2004 - From mountains to sedimentary basins : modelling and testing geological processes. Bertotti, G., Buiter, S., Ruffo, P. et Schreurs, G. (Eds). 301-303. (Bolletino di Geofiscia teorica ed applicata; 45).



● **Bouclier canadien** ●

Les activités ont pour but d'identifier et de caractériser le contexte structural et lithologique de certains secteurs du bouclier afin de fournir le cadre nécessaire à des études sur les ressources.

Les travaux menés par **Louise Corriveau** dans l'orogène du Grenville visaient la diffusion des résultats du projet de la phase 1 de l'Initiative géoscientifique ciblée ainsi qu'une contribution au projet de Synthèse minérale de la CGC. En collaboration avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, un volume spécial de la *Revue canadienne des sciences de la Terre* sur la métallogénie et la géologie de la Province de Grenville a été mis sur pied et sa publication est prévue pour l'hiver 2005. Les résultats ont également été discutés lors des ateliers sur le Front du Grenville tenus durant la conférence Québec Exploration 2004 et auprès de divers intervenants du secteur privé.

Sous la supervision de **Léopold Nadeau**, les travaux de maîtrise de **Nicolas Paradis** sur la modélisation gravimétrique et magnétique d'intrusions gabbronoritiques ont été complétés. Ces nouvelles interprétations ont permis de raffiner la compréhension de l'architecture crustale dans le secteur étudié.

Pour en savoir plus :

- Paradis, N. 2004. Modélisation gravimétrique et magnétique des intrusions gabbronoritiques de Lapeyrière et d'Édouard, région de Portneuf-Mauricie, Province de Grenville, Québec. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.). Université du Québec, 103 p.

François Leclerc, J. Bédard et **L. Harris**, en collaboration avec **Normand Goulet** (UQÀM), ont poursuivi une étude sur la géochimie et le contexte tectonique du Groupe de Roy et du Complexe de Cummings, dans la région de Chibougamau. Ce projet a pour premier objectif de réévaluer la stratigraphie du Groupe de Roy et la tectonostratigraphie du Complexe de Cummings dans la région de Chibougamau. L'interprétation stratigraphique proposée suggère l'introduction de la nouvelle Formation d'Allard, laquelle représente l'unité de tufs et de roches pyroclastiques qui marque la transition tholéiitique/calco-alcaline. Cette formation pourrait constituer un nouvel horizon à potentiel minéral élevé clairement identifié dans la stratigraphie de Chibougamau. Le second volet de ce projet vise à mieux comprendre la nature et l'histoire des couloirs de déformation qui affectent le Groupe de Roy, dans le synclinal de Chibougamau.

Jean Bédard a poursuivi sa synthèse géochimique des données provenant du Bloc de Minto, dans le nord-est de la province du Supérieur, en collaboration avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Pour en savoir plus :

- Cadéron, S., Trzcienski, W.E. Jr., Bédard, J.H., Goulet, N. 2005. A Sapphirine-Quartz assemblage in the Minto Block, Douglas Harbour Domain, Northeastern Superior Province, Quebec, Canada, *Canadian Mineralogist*, Vol. 43, pp. 463-478.

● **Quaternaire** ●

Les activités ont pour but de caractériser la dynamique de l'Inlandsis laurentidien et de ses calottes satellites au Quaternaire supérieur, dans des régions ciblées de l'Est du Canada, et d'établir des synthèses stratigraphiques et des schémas paléogéographiques régionaux.

● Analyse de bassin extracôtier ●

Les activités visent à compiler les données géoscientifiques sur les matériaux superficiels des fonds marins, élaborer de nouvelles normes de cartographie et réaliser des levés intégrés de zones prioritaires. Les connaissances géoscientifiques qui en découleront supporteront la prise de décision sur les territoires extracôtiers, la mise en valeur des ressources naturelles et l'utilisation du territoire, en tenant compte des considérations sociales, économiques et environnementales.

Une quarantaine d'intervenants des milieux universitaires, gouvernementaux (fédéral et provincial) et régionaux ont participé à un atelier de concertation sur la cartographie des océans organisé à Rimouski par la CGC, le Service hydrographique du Canada et le Centre interdisciplinaire de développement en cartographie des océans (CIDCO). Les participants ont été invités à discuter de contributions potentielles aux développements technologiques ou à la création de nouvelles connaissances en matière de cartographie des fonds et des habitats marins, en relation avec les enjeux liés à la gestion et au développement durable de ces territoires marins. Ce premier atelier a été suivi d'une rencontre visant à préciser les objectifs d'un projet-pilote d'un an mené par **Andrée Bolduc** dans l'estuaire du Saint-Laurent, avec l'appui de Pêches et Océans Canada (Service hydrographique du Canada). Ce projet-pilote jettera les bases d'un futur projet de quatre ans, qui débutera en 2006 et s'intéressera aux problématiques scientifiques qui auront été dégagées lors des levés bathymétriques de 2005.



Exemple de levés bathymétriques appliqués à la cartographie des fonds marins

FAITS SAILLANTS

● Métallogénie ●

Les activités ont pour but de déterminer la distribution spatio-temporelle des minéralisations, les sources, les modes et les mécanismes de mise en place, la nature des encaissants, le contexte structural et l'évolution des conditions physico-chimiques durant les événements minéralisateurs.

Les chercheurs du CGQ ont poursuivi plusieurs initiatives sous l'égide du projet DIVEX (Diversification de l'exploration minérale au Québec) financé par le programme de soutien aux projets structurants de Valorisation Recherche Québec (VRQ). Le projet DIVEX a été créé en 2002 et est coordonné par **Michel Malo** et **Michel Jébrak** (UQAM). Il regroupe une trentaine de géoscientifiques des milieux universitaires et gouvernementaux. Son mandat est de générer des données et des modèles portant sur des substances non traditionnelles, ou des environnements peu explorés, souvent très différents de ceux qui ont été explorés et exploités jusqu'ici. Pour plus d'information : <http://divex.ca>.

Le réseau DIVEX a participé, en collaboration avec le CONSOREM et l'UQÀM, à l'organisation d'un important colloque international, **les Journées de Launay**, qui se sont tenues à Montréal, dans le cadre du 72^e congrès de l'ACFAS, les 10 et 11 mai 2004. Les activités menées par **Louise Corriveau**, sur la reconnaissance des altérations hydrothermales métamorphisées en terrains de haut-grade métamorphique, et **Jean Bédard**, sur l'enrichissement des ÉGP dans les séquences ophiolitiques, menés sous l'égide de DIVEX, ont été mises en valeur dans le cadre des deux excursions liées au colloque.

Pour en savoir plus :

- Gauthier, M., Corriveau, L., Chouteau, M., 2004. Les gîtes minéraux métamorphisés et métamorphogéniques de la Ceinture centrale de métasédiments du sud-ouest du Québec et du sud-est de l'Ontario, Province de Grenville. Livret guide d'excursion DIVEX, 42 pages.
- Bédard, J.H., Pagé, P., 2004. L'ophiolite de Thetford-Mines, Québec, Canada. Livret d'excursion, Les Journées De Launay, 15-16 mai 2004, 4p.

Michel Malo et **Benoît Dubé** ont poursuivi leur projet sous l'égide du projet DIVEX sur les indices d'or en encaissants calcaires du sud de la Gaspésie et leur potentiel pour la découverte de gîtes d'or de type Carlin. La plupart des caractéristiques de ce type de minéralisation existent en Gaspésie à l'échelle régionale, à l'échelle du district minier et à l'échelle locale, comme l'indice aurifère de Saint-André-de-Ristigouche. Les travaux post-doctoraux de **Virginie Garnier** ont permis d'identifier pour la première fois en Gaspésie des couronnes de pyrite arsénifère en surcroissance sur des cœurs de pyrite. Ces couronnes contiennent de l'or microscopique, une caractéristique fondamentale des gîtes de type Carlin.

Le projet de la CGC de bases de données sur les gisements aurifères majeurs du Canada et du monde s'est terminé avec la diffusion des données et des cartes. Ce projet, mené par **Benoît Dubé** et **Patrice Gosselin** visait à fournir de l'information géologique, géographique et économique détaillée dans une structure bien ordonnée et pouvant être utilisée avec des SIG pour tous les gisements canadiens d'au moins 250 000 onces d'or et les gisements mondiaux de plus d'un million d'onces d'or. Depuis leur parution en avril 2005, les deux dossiers publics découlant de ce projet ont été les plus populaires de toutes les publications téléchargeables de la CGC.



Pour en savoir plus :

- Gold deposits of Canada: distribution, geological parameters and gold content; Gosselin, P; Dubé, B. Commission géologique du Canada, Dossier public 4896, 2005; 105 pages. Téléchargement gratuit à : http://geopub.nrcan.gc.ca/moreinfo_f.php?id=220380
- Gold deposits of the world: distribution, geological parameters and gold content; Gosselin, P; Dubé, B. Commission géologique du Canada, Dossier public 4895, 2005; 271 pages. Téléchargement gratuit à : http://geopub.nrcan.gc.ca/moreinfo_f.php?id=220379
- Gold deposits and gold districts of Canada; Gosselin, P; Dubé, B. Commission géologique du Canada, Dossier public 4894, 2005; 1 feuille. Téléchargement gratuit à : http://apps1.gdr.nrcan.gc.ca/mirage/mirage_list_f.php?id=220378
- Gold deposits and gold districts of the world; Gosselin, P; Dubé, B. Commission géologique du Canada, Dossier public 4893, 2005; 1 feuille. Téléchargement gratuit à : http://apps1.gdr.nrcan.gc.ca/mirage/mirage_list_f.php?id=220377

En collaboration avec Goldcorp et le service géologique de l'Ontario, **Benoît Dubé** et **Michel Malo** ont complété leurs activités à la mine de Red Lake en Ontario, qui bénéficie depuis 2001-2002 d'une subvention université/industrie/RNCan/CRSNG. L'article synthèse résultant de ces travaux a été retenu parmi les quatre finalistes en lice pour le prix Brian J. Skinner récompensant le meilleur article publié en 2004 par la revue *Economic Geology*. **Michel Malo** et **Benoît Dubé** ont obtenu un nouveau financement du CRSNG (2005-2009) pour l'étude métallogénique du gîte aurifère Roberto, à la Baie James, dans le cadre du programme *Subvention de recherche et développement coopérative (RDC)*. Ce projet sera réalisé en collaboration avec Mines d'Or Virginia, qui a récemment effectué cette découverte, une des plus importantes au Canada, sur sa propriété Éléonore dans le secteur du réservoir Opinaca. Le gîte Roberto est localisé dans une séquence de roches archéennes, au nord de l'Abitibi, dominée par des roches sédimentaires au faciès amphibolite. Un tel contexte géologique en terrain archéen n'est généralement pas considéré comme une cible d'exploration prioritaire par l'industrie minière mais de récents résultats positifs laissent croire que les modèles d'exploration sont à revoir. Le projet visera à documenter cette diversité de styles de minéralisation et de contextes géologiques pour aider l'exploration minière dans la recherche de nouveaux gisements.

Pour en savoir plus:

- Dubé, B., Williamson, K., McNicoll, V., Malo, M., Skulski, T., Twomey, T., Sanborn-Barrie, M.J., 2004. Timing of gold mineralization in the Red Lake gold camp, northwestern Ontario, Canada : new constraints from U-Pb geochronology at the Goldcorp High-grade Zone, Red Lake mine and at the Madsen mine, *Economic Geology*, vol. 99, n° 8, pp. 1611-1642.

Dans le cadre d'un projet à long terme financé par Ressources Minières Pro-Or et Développement Économique Canada (en collaboration avec General Motors et Amalgamet Canada), **Mario Bergeron** et **Marc Richer-LaFlèche**, ont poursuivi leurs travaux visant le développement d'un procédé permettant d'augmenter le rapport chrome sur fer des chromites et, par conséquent, leur valeur économique. Une variante du procédé permet l'extraction des éléments du groupe du platine (ÉGP) présents dans des chromites, des concentrés de flottation et des matériaux industriels. La mise au point de ces technologies est essentielle à l'exploitation du gîte de chromite platinifère Ménarik, détenu par Pro-Or. L'équipe a terminé la construction d'une usine-pilote à Saint-Augustin en collaboration



Le prototype de carbochloruration à l'usine-pilote du projet



avec Phytronics Technologies et Johnston-Vermette. Le prototype semi industriel d'un réacteur permettant de réaliser ces réactions chimiques y a été élaboré, construit et testé sur des matériaux réfractaires riches en métaux du groupe du platine et sur des concentrés de chromites provenant du gîte Ménérik. L'unité de pilotage a été employée pour réaliser des essais en continu sur l'enrichissement de la chromite ainsi que sur l'extraction des ÉGP. Deux brevets internationaux en PCT (Patent Cooperation Treaty) ont été acceptés. De plus, des travaux de géophysique et une évaluation du potentiel minéral de la propriété Ménérik ont été réalisés.

Benoît Dubé, Louise Corriveau et **Jean Bédard** ont complété leur participation au projet pan-canadien de synthèse minérale de la CGC en contribuant, respectivement, aux thématiques des minéralisations aurifères, en oxydes de fer-cuivre-or et en chrome et ÉGP. Ce projet de synthèse a pour principal objectif de soutenir à court et à long terme le développement des collectivités dont les activités sont axées sur les ressources. Il regroupe et résume les données et connaissances actuelles sur les principaux styles de minéralisations au Canada et facilite l'accès à ces données à l'aide d'applications Web. Des bases de données nationales et des synthèses sur la métallogénie, la géologie régionale et sur certains districts miniers ont été complétées.

Dans le cadre de ce projet, **Louise Corriveau** a étudié les ceintures gneissiques et granitiques des orogènes du Trans-Hudson et du Grenville afin d'identifier des contextes géologiques susceptibles de présenter un intérêt pour les oxydes de fer à cuivre-or-uranium-argent-terres rares, ainsi qu'une étude de reconnaissance de contextes métallifères métamorphisés au Manitoba. La contribution de **Jean Bédard** a porté sur le potentiel en chrome et ÉGP de la province ophiolitique du sud du Québec et celle de **Benoît Dubé**, sur la métallogénie aurifère.

Pour en savoir plus :

- Projet de ressources minérales de la CGC : http://ccgk.nrcan.gc.ca/minerals/x15ov_f.php
- Lydon, J W; Goodfellow, W D; Dubé, B; Paradis, S; Sinclair, W D; Corriveau, L; Gosselin, P., 2004. A preliminary overview of Canada's mineral resources; Commission géologique du Canada, Dossier public 4668, 2004; 20 pages (1 feuille). Téléchargement gratuit à : http://apps1.gdr.nrcan.gc.ca/mirage/mirage_list_f.php?id=215621

● Hydrocarbures ●

Ces activités ont pour but d'évaluer le potentiel des séquences sédimentaires du Québec pour l'exploration des hydrocarbures et le stockage du gaz dans des réservoirs géologiques.

En 2004-2005, le projet sur le potentiel en hydrocarbures des bassins frontières appalachiens du Paléozoïque inférieur et moyen s'est poursuivi dans le cadre de la phase 2 de l'Initiative géoscientifique ciblée, sous la direction de **Denis Lavoie**, en collaboration avec **Michel Malo, Nicolas Pinet** et **Bernard Long**. Le projet, mené en collaboration avec quatre divisions de la CGC, les quatre services géologiques des provinces de l'Atlantique, huit universités et cinq compagnies, a généré d'importantes données de base sur les systèmes à hydrocarbures dans les successions du Paléozoïque de l'Est canadien. D'importants levés aéromagnétiques de haute résolution ont été effectués dans le sud du Nouveau-Brunswick, pour couvrir le bassin carbonifère à potentiel en hydrocarbures et le substrat rocheux des hautes terres de Cobequid, et dans le sud de la Gaspésie, pour cibler la ceinture siluro-dévonienne de Gaspé.



De même, de nouvelles données gravimétriques de haute précision ont été acquises dans toute la péninsule gaspésienne. Une analyse de la fabrique structurale à l'aide des données satellitaires de RADARSAT a été réalisée par **Nicolas Pinet** et **Michel Malo** pour le compte de MIR-Téledétection et l'Agence spatiale canadienne. Ces données ont été analysées et mises en relation avec les données géologiques et géophysiques du projet. Les résultats de ces travaux ont été diffusés sous forme de dossiers publics de la CGC, qui peuvent être visualisés et téléchargés gratuitement sur le site de l'Entrepôt de données géoscientifiques, à : <http://gdr.nrcan.gc.ca>. Ces données sont actuellement intégrées dans une base de données interactive, l'Atlas géophysique de la Gaspésie, qui s'est immédiatement imposé pour guider l'industrie dans l'évaluation du potentiel et l'exploration des hydrocarbures sur de vastes segments des Appalaches, en fournissant une infrastructure géoscientifique pour réduire le risque d'exploration et générer des investissements significatifs dans l'Est du Canada. L'intérêt pour le potentiel en hydrocarbures de cette partie de la masse continentale canadienne a été clairement reconnu dans deux symposiums organisés à la demande de l'*American Association of Petroleum Geologists* et la *Canadian Society of Petroleum Geology*.

Pour en savoir plus :

- Lavoie, D. 2005. Paleozoic Basins in Eastern Canada: new concepts for hydrocarbon systems. A symposium for the GAC-MAC-CSPG Annual meeting, Halifax 2005. Accessible à : <http://sparky2.esd.mun.ca/~gac/ANNMEET/Halifax2005Abstracts.pdf>
- Lavoie, D., Smith, L. 2005. New perspectives on Exploring the Paleozoic of North America. A symposium for the AAPG-SSG Annual meeting, Calgary 2005. Accessible à : http://www.searchanddiscovery.com/documents/abstracts/2005annual_calgary/index.htm

Dans le cadre de ce projet, **Bernard Long** a supervisé une campagne d'acquisition de données géophysiques (sismique-réflexion de haute fréquence - Sparker). Près de 1700 km de nouvelles lignes sismiques ont été enregistrées à l'été 2004, dans l'estuaire du Saint-Laurent. Des enregistrements de haute qualité ont été acquis avec des systèmes d'acquisition monotraces (INRS-ETE) et multitraces (CGC). Ces données serviront à préciser l'architecture des dépôts quaternaires, leur relation avec le substrat rocheux et les différents types de concentrations de gaz dans les sédiments. Les données sismiques seront synthétisées et interprétées et serviront de données de base pour le nouveau projet d'analyse de bassin extracôtier qui débutera dans cette région en 2005 (voir p. 10). L'étude sur la maturation thermique menée par **Rudolf Bertrand** et **Michel Malo** dans le bassin de l'Ordovicien supérieur et du Siluro-Dévonien du nord-ouest du Nouveau-Brunswick s'est terminée en 2004-2005. Les roches mères et leur niveau de maturation thermique ont été identifiés par le biais d'études pétrographiques et géochimiques du kérogène (COT, Rock Eval) et par la détermination du pouvoir réflecteur de la matière organique.

Pour en savoir plus :

- Bertrand, R., Malo, M. 2005. Maturation thermique, potentiel roche mère des roches ordoviciennes à dévoniennes du nord-ouest du Nouveau-Brunswick. Commission géologique du Canada, Dossier public 4886, 109 pages.

Les travaux portant sur la maturation thermique, le potentiel en roches mères, et la géologie structurale des roches siluro-dévonniennes de l'ensemble du bassin de la ceinture de Gaspé se sont poursuivis dans le cadre des travaux de doctorat de **Stéphanie Roy** sous la direction de **Rudolf Bertrand** et **Michel Malo**.

Denis Lavoie a complété sa contribution au projet de synthèse énergétique de la CGC, sous la responsabilité de Martin Fowler. La synthèse du potentiel en hydrocarbures des bassins sédimentaires canadiens sera publiée sous forme de bulletin de la Commission géologique du Canada.

Pour en savoir plus :

- Projet de synthèse énergétique de la CGC : http://ccgk.nrcan.gc.ca/minerals/x02ov_f.php



● Outils d'exploration ●

Les activités ont pour but de déterminer des zones favorables à l'exploration, par le biais d'outils géochimiques et diagénétiques ou par l'étude des sédiments glaciaires.

Le projet de **Michel Parent** sur la dynamique glaciaire et l'exploration du diamant dans le nord du Québec s'est poursuivi, en complémentarité avec l'initiative Grand Nord du MRN dans le cadre du programme sur le développement du Nord de la CGC. Les levés quaternaires menés en appui de l'exploration pour le diamant dans les régions pionnières du nord du Québec ont conduit à la découverte d'une suite de minéraux indicateurs de kimberlites dans les eskers de la partie orientale du corridor Saindon-Cambrien, confirmant ainsi le potentiel diamantifère significatif de la région. Les données résultant de ce levé de reconnaissance ainsi que les nouvelles connaissances sur la dynamique de l'écoulement glaciaire régional ont été au centre d'une session sur la géologie du Quaternaire et l'exploration minérale au Québec, dans le cadre de la conférence Québec Exploration 2004. **Michel Parent** a continué d'agir à titre de conseiller auprès de la Table jamésienne de concertation minière, aidant celle-ci à planifier ses travaux en géologie du Quaternaire et exploration du diamant dans le Moyen-Nord québécois et en effectuant la liaison avec d'autres intervenants, tels que DIVEX et Développement économique Canada, dans le but de favoriser le développement de l'exploration du diamant dans le nord du Québec par la mise en place d'un réseau de télésismique.

Pour en savoir plus :

- Parent, M. , Beaumier, M., Girard, R., Paradis, S.J. , 2004 , Exploration pour le diamant dans le craton archéen du nord du Québec; Minéraux indicateurs de kimberlites dans les eskers du corridor Saindon-Cambrien, MB 2004-01, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, 15 p.

Lyal Harris et **Elena Konstantinovskaya** ont poursuivi la conception d'un laboratoire de simulations physiques, numériques et géophysiques des structures géologiques appliquées à la prospection minière et pétrolière. Les travaux visent à définir de nouvelles cibles d'exploration pour l'or, les métaux non précieux, le diamant et le pétrole. Ce laboratoire comporte une centrifugeuse adaptée à la modélisation physique des processus structuraux et tectoniques provenant de l'Université du Texas à Austin et d'autres appareils de type « bacs à sable ». De nouveaux matériaux pour simuler les roches ductiles ont été caractérisés au laboratoire de rhéologie des polymères à l'Université Laval. Les travaux de maîtrise de **Jimmy Poulin** ont permis de développer des techniques de visualisation de structures internes avec les installations de scanographie. Les premiers travaux porteront sur l'effet des structures de socle irrégulières et l'effet des rampes latérales sur les structures créées pendant l'ouverture et la fermeture des bassins sédimentaires.

FAITS SAILLANTS

● Eaux souterraines ●

Les activités ont pour but la cartographie, la caractérisation et la délimitation des aquifères dans le but de préciser le cadre hydrostratigraphique à des fins d'inventaire de la ressource en eau souterraine.



Le site web du Programme sur les eaux souterraines était lancé en octobre 2004, à l'adresse suivante : <http://pes.rncan.gc.ca>. Nous vous invitons à le visiter régulièrement pour obtenir de l'information à jour sur les activités scientifiques, ainsi que les bulletins d'information du programme.

De nombreuses activités de concertation sont à signaler dans le cadre de la gestion du programme sur les eaux souterraines (P.E.S.) du Secteur des sciences de la Terre, sous le leadership du gestionnaire du programme, **Alfonso Rivera**. Signalons notamment une participation formelle au programme au projet *RésEau*, coordonné par Environnement Canada qui vise le partage de données en ligne sur l'eau dans le cadre de l'initiative fédérale « Gouvernement en direct ». **Alfonso Rivera** a rédigé une étude de cas intitulée: *"How well do we understand groundwater in Canada"* qui accompagne le rapport de la Fondation Walter et Duncan Gordon sur le cadre de délivrance des permis et l'établissement des prix en ce qui concerne les eaux souterraines. Le rapport de la Fondation, intitulé « *Buried Treasure – Groundwater Permitting and Pricing in Canada* », aborde l'état actuel des politiques relatives aux eaux souterraines dans tout le pays et compare les processus provinciaux de délivrance des permis, d'établissement des prix, de participation du public à la prise de décision et d'accès à l'information. Enfin, le P.E.S. a encadré la finalisation de produits dérivant de projets antérieurs, tels que le projet d'hydrogéologie régionale du sud-ouest du Québec et l'initiative sur les eaux souterraines dans les Maritimes (IESM).

Pour en savoir plus:

- Rivera, A., 2005. How well do we understand groundwater in Canada, In *Buried Treasure – Groundwater Permitting and Pricing in Canada*, http://pes.rncan.gc.ca/waltergordon_f.php
- Hydropanoramas du Canada. Série d'affiches et de sites web qui illustrent les enjeux liés à l'eau pour diverses communautés à travers le Canada : http://geoscape.nrcan.gc.ca/h2o/index_f.php
- RésEau : Initiative de démonstration de Gouvernement en direct sur le partage d'information concernant l'eau. <http://map.ns.ec.gc.ca/reseau/fr/index.aspx>
- Rivard, C; Michaud, Y; Boisvert, V; Calvert, T; Morin, R H; Deblonde, C; Lefebvre, R; Pupek, D A. 2005. Hydrogeological data from the South-Central Area of the Maritimes Carboniferous Basin (MGWI project); Commission géologique du Canada, dossier public 4942, 143 pages. Téléchargement gratuit à : http://geopub.nrcan.gc.ca/moreinfo_f.php?id=220624



- Rivard, C., Deblonde, C., Michaud, Y., Boisvert, V., Carrier, C., Castonguay, S., Lefebvre, R. 2005. Hydrogeological atlas of the south-central area of the Maritimes Carboniferous basin; Commission géologique du Canada, Dossier public 4884, 2005; 69 pages. Téléchargement gratuit à : http://geopub.nrcan.gc.ca/moreinfo_f.php?id=216758
- Savard, M M; Lefebvre, R; Nastev, M; Paradis, D. 2004. Études locales de secteurs choisis du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec; Commission géologique du Canada, dossier public 4600, 163 pages.
- Ross, M., Martel, R., Lefebvre, R., Parent, M. et Savard, M.M. 2004. Assessing rock aquifer vulnerability using downward advective times from a 3D model of surficial geology: a case study from the St-Lawrence lowlands, Canada. Geofísica Internacional, Vol. 43, n° 3, pp. 1-12. Accessible à : <http://www.igeofcu.unam.mx/divulgacion/geofinter/2004/04/Ross.pdf>
- Nastev, M., Savard, M.M., Lapcevic, P., Lefebvre, R. et Martel, R. (2004) Hydraulic properties and scale effects investigation in regional rock aquifers, south-western Quebec, Canada. Hydrogeol. Journal, Vol. 12, n° 3, pp. 257-269.

L'étude sur les aquifères transfrontaliers du bassin versant de la rivière Châteauguay, co-dirigé par **Miroslav Nastev** et **Charles Lamontagne** (MDDEP), dans le cadre du projet d'inventaire des aquifères régionaux du P.E.S., a connu son dernier été de terrain. Les travaux ont été complétés dans la section québécoise et le service géologique des États-Unis (USGS) a poursuivi ses travaux dans l'état de New York. Le projet en est maintenant au stade final et les efforts de l'équipe porteront à la finalisation des produits et à la diffusion d'information sur le site web du projet à : http://pes.nrcan.gc.ca/p3/a8/index_f.php. Une publication sous forme d'atlas fera la synthèse des données du projet, autour des thèmes suivants : écologie, hydrogéologie et planification de l'utilisation des terres. Ce dernier thème fera la synthèse des connaissances scientifiques acquises, comme la définition des zones sujettes à une intense activité érosionnelle, des zones comportant des espèces en danger ou des zones sensibles à un pompage accru ou aux changements climatiques anticipés, et les mettra en parallèle avec les activités de gestion actuelles. L'objectif de cette section est d'aider les autorités locales à ajuster leurs plans de développement et à planifier la gestion du territoire en tenant compte des besoins des humains et de l'environnement.

Des travaux dirigés par **Serge J. Paradis** sur la dynamique de l'écoulement des eaux souterraines dans l'esker Saint-Mathieu/Berry ont été menés dans le cadre du projet d'études thématiques du P.E.S. Ils ont permis de terminer la compilation et la validation des données stratigraphiques, de construire des coupes stratigraphiques, de réaliser une carte de la topographie du socle rocheux, de poursuivre le développement du modèle géologique 3D, de déterminer les propriétés hydrogéologiques des dépôts et les niveaux d'eau pour définir l'écoulement à l'intérieur de l'esker, d'utiliser les résultats de la caractérisation et de la modélisation pour définir les aires d'alimentation et les interactions entre les principaux captages, de faire le bilan hydrologique, de définir le taux de recharge de l'eau souterraine et comparer cette recharge à l'utilisation de l'eau à partir d'un inventaire des usages de la ressource et de procéder à la modélisation de la circulation de l'eau dans l'aquifère et au calcul du bilan hydrologique (recharge, résurgence et utilisation).

Une étude hydrogéologique régionale s'est poursuivie dans la vallée d'Annapolis-Cornwallis en Nouvelle-Écosse, sous la direction de **Christine Rivard**, dans le cadre du projet d'inventaire des aquifères régionaux du P.E.S. L'objectif principal de cette étude est de caractériser et quantifier les ressources en eau souterraine des aquifères fracturés et granulaires d'une des régions économiques les plus importantes de la province, dont l'eau souterraine constitue la principale source d'approvisionnement. Ce projet est réalisé en collaboration avec les ministères de l'Environnement et des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse, l'Université Acadia, le Centre of Geographic Sciences (COGS), le Nova Scotia Agricultural College (NSAC), Agriculture et Agro-Alimentaire Canada, la Défense Nationale, et une association environnementale très active dans la région (Clean Annapolis River Project). Aux travaux de maîtrise déjà entrepris sur la vulnérabilité de la vallée et les interactions entre les eaux souterraines et de surface est venue s'ajouter un troisième projet de maîtrise sur la modélisation des nitrates et des bactéries dans un sous-bassin versant de la vallée. Les travaux de terrain de 2004-2005 ont permis d'acquérir de nouvelles données, principalement sur les



niveaux d'eau, les propriétés de certaines formations, la fracturation, ainsi que sur la signature de l'eau souterraine comparativement à celle des eaux de surface et des précipitations. Les travaux réalisés par **Andrée Bolduc** et **Serge Paradis**, relativement à la cartographie des formations superficielles, ont permis de mettre en évidence la complexité de leur architecture. La présence d'unités silto-argileuses en surface suggère la présence d'un lac éphémère, dont l'extension est mal connue, barré par le glacier à l'est et par le gauchissement glaciostatique à l'ouest. Ces unités pourraient représenter une bonne protection pour les aquifères sous-jacents. Des unités organiques interlitées dans la partie supérieure de la séquence quaternaire suggèrent qu'il y a eu une période de déglaciation partielle avant la déglaciation finale. Une carte des dépôts à l'échelle de 1/100 000 est en production. Vous pouvez visiter le site web de cette activité pour obtenir plus d'information à : http://pes.rncan.gc.ca/p3/a9/index_f.php.

Martine Savard a poursuivi ses travaux sur le cycle de l'azote dans des aquifères se trouvant dans des secteurs de l'Île-du-Prince-Édouard soumis à une intense activité agricole, dans le cadre du projet d'études thématiques du P.E.S. La caractérisation isotopique des nitrates présents dans les eaux souterraines a conduit à des avancées substantielles. En effet, l'analyse des isotopes de l'azote et de l'oxygène dans des échantillons saisonniers d'eau souterraine et de surface a mis en évidence pour la première fois que la nitrification microbienne des fertilisants dans les sols agricoles se poursuit toute l'année. Ceci contredit les modèles existants selon lesquels la nitrification de l'azote résiduel dans le sol se produit surtout en été. Cette conclusion a une incidence sur la modélisation du transfert des nitrates depuis les sols jusqu'aux eaux souterraines et aidera à formuler des recommandations à l'appui des décisions relatives à la mise en valeur des eaux souterraines. De plus, les rapports isotopiques ont aussi permis de reconnaître les sources des nitrates présents dans l'eau et de quantifier adéquatement les paramètres géoscientifiques ayant une incidence sur la santé humaine. Une thématique connexe sur les conséquences du changement climatique sur la contamination de l'eau potable par les nitrates est soutenue par le *Fonds d'action sur le changement climatique* et est mené en collaboration avec Agriculture et Agro-alimentaire Canada et le ministère de l'environnement de l'Île-du-Prince-Édouard. Les travaux de 2004-2005 ont permis de faire l'évaluation des coûts des systèmes privés et publics d'alimentation en eau de la province, qui servira d'assise pour mesurer l'impact du changement climatique sur la ressource.

● **Processus géologiques actuels** ●

Les activités portent sur l'acquisition, l'interprétation et la diffusion d'information géoscientifique sur les processus géologiques actuels et leur incidence sur l'environnement.

Métaux dans l'environnement

Christian Bégin a poursuivi sa contribution au projet de la CGC sur la quantification de la contribution des différentes sources de métaux dans l'environnement en utilisant les caractéristiques physiques et géochimiques des cernes de croissance des arbres aux environs de la fonderie de Flin Flon au Manitoba.

Marc R. LaFlèche et son équipe ont poursuivi leurs travaux dans la Vallée de la York, dans l'axe Murdochville-Gaspé. Ces travaux documentent l'impact des retombées de l'usine pyrométallurgique de Murdochville sur le milieu forestier, par le biais d'une étude pluridisciplinaire touchant la chimie des sols, la biogéochimie des cernes de croissance des arbres (dendrogéochimie), la chimie des aiguilles de conifère et des lichens arboricoles. Ces données ont été transférées dans un SIG et de nouveaux modèles variographiques et de diffusion ont été établis pour expliquer la dispersion des contaminants dans l'environnement forestier.



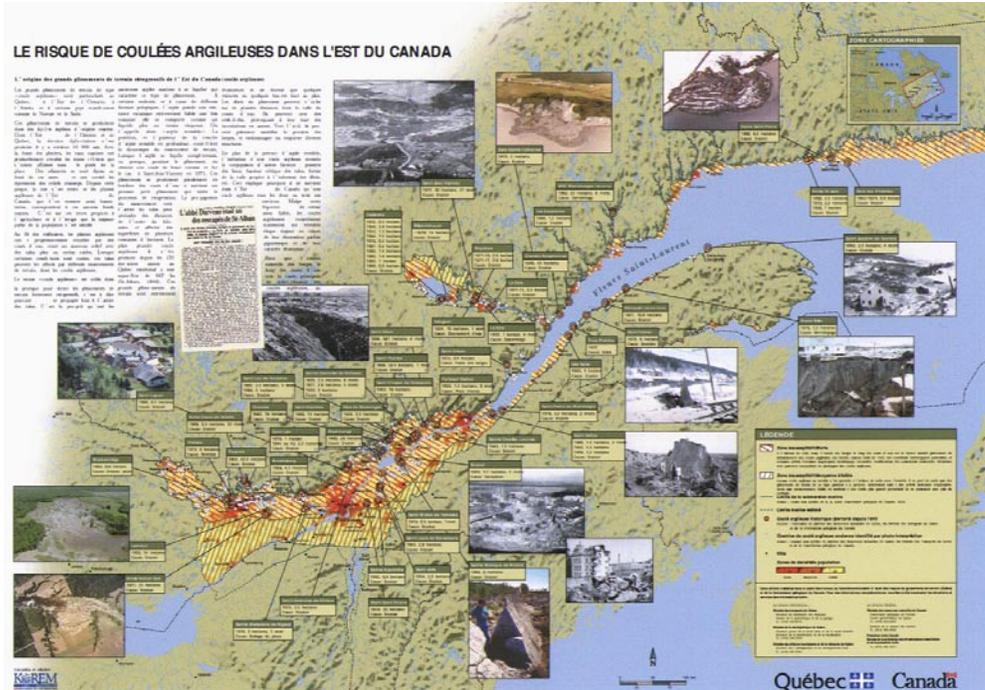
Pour en savoir plus :

- Savard, M., Bégin, C., Smirnoff, A., Marion, J., Sharp, Z., Parent, M. 2005. Fractionation change of hydrogen isotopes in trees due to atmospheric pollutants, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 69, no 15, pp. 3723-3731.
- Ndzangou, S.O., Richer-Lafleche, M. et Houle, D. (2005) Sources and evolution of anthropogenic lead in dated sediments from lake Clair, Quebec, Canada. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 34, n° 3, pp. 1016-1025. Accessible à : <http://jeq.scijournals.org/cgi/content/abstract/34/3/1016>

Risques naturels

Au cours de la dernière année, les travaux de cartographie des aléas menés par **Didier Perret** se sont concentrés dans l'Ouest du Canada. En concertation avec les urbanistes de la municipalité de Squamish et du Squamish-Lilloet Regional District (SLRD), des travaux ont porté sur l'établissement d'un microzonage sismique préliminaire, avec notamment la détermination des fréquences de résonance des dépôts et l'évaluation de la susceptibilité à la liquéfaction des sols. Pour les glissements de terrain, l'étude s'est focalisée sur le secteur le plus problématique du district, le Cheekeye fan, qui est soumis à une forte pression de développement. L'étude a porté sur l'harmonisation des échelles d'aléas définies pour le secteur par différents consultants privés. L'ensemble des données géologiques, hydrogéologiques, et géotechniques disponibles auprès des différentes instances provinciales, de la municipalité, et du secteur privé ont été compilées numériquement. Par ailleurs, suite au glissement de terrain qui a fait deux victimes à North Vancouver en janvier 2005,

une analyse a été effectuée afin d'estimer la robustesse du système d'alerte du district de North Vancouver. L'objectif était de montrer qu'il est extrêmement délicat d'utiliser de tels systèmes afin de gérer en temps réel l'occupation de zones urbanisées. L'étude mettant en relation l'hydrométéorologie et l'initiation des glissements de terrain s'est poursuivie en intégrant de nouveaux cas de glissements de terrain et en calculant des bilans hydriques mensuels pour chacune des périodes et des sites considérés dans les basses terres du sud du Québec et de l'Ontario.



L'affiche synthèse sur la cartographie à petite échelle du risque de coulée argileuse dans l'Est du Canada a été finalisée, en collaboration avec les ministères de la Sécurité publique et des Transports du Québec.



Le scanographe de l'INRS-ETE a été au centre d'études, menées sous la direction de **Bernard Long** et visant à préciser la formation et l'évolution des dépôts sédimentaires. Des travaux menés en collaboration avec le US Army Corps of Engineers visaient à déterminer l'évolution du coefficient de friction durant le transport sédimentaire et ont été réalisés en soumettant des rides sableuses à des courants unidirectionnels stationnaires à l'aide d'un canal hydraulique. Une collaboration avec l'ISMER a permis d'étudier l'évolution de la bioturbation des marais intertidaux par scanographie.

Pour en savoir plus :

- Dufour, S.C., Desrosiers, G., Long, B., Lajeunesse, P., Gagnoud, M., Labrie, J., Archambault, P., Stora, G. 2005. A new method for three-dimensional visualization and quantification of biogenic structures in aquatic sediments using axial tomodesitometry. *Limnology and Oceanography : Methods*, Vol. 3, pp. 372-380.

L'INRS a été mandatée pour mener des études sédimentaires et hydrodynamiques liées au développement d'importantes infrastructures. Dans le cadre du développement d'installations portuaires dans le Nord du Québec, **Bernard Long** a effectué pour le compte de la société Makivik l'étude des sites des ports d'Inukjuak et de Kuujuaaraapic. Il a aussi mené pour Hydro-Québec l'étude du delta de la rivière Romaine, dans l'optique de son développement hydro-électrique.

● **Caractérisation, restauration et gestion environnementales** ●

Les activités visent le développement de techniques de caractérisation, de modélisation et de restauration applicables à différents environnements géologiques.

L'équipe de **René Lefebvre** a fourni des expertises environnementales sur deux sites majeurs où des travaux se déroulent depuis plusieurs années. Pour le site des anciennes lagunes de Mercier, des travaux ont été réalisés pour simuler les conditions d'écoulement et pour identifier de nouvelles mesures de contrôle qui pourraient remplacer l'unité de pompage et traitement



Réalisation d'un essai de pénétration au cône (CPT) par Jean-Marc Ballard en bordure de l'esker Saint-Mathieu/Berry dans la région d'Amos. En médaillon, vue d'ensemble du système de sondage.



présentement en opération mais qui arrive à la fin de sa vie utile. Dans le cas de la contamination en trichloroéthène (TCE) dans le secteur Valcartier, l'équipe a analysé les données de la caractérisation préliminaire de grande envergure réalisée à Shannon par le Ministère de la Défense. Enfin, un système de sondage a été acquis grâce à une subvention de la *Fondation canadienne pour l'innovation* (FCI). Ce système comprend une foreuse Geotech 605D et des équipements de sondage par enfoncement et par rotoperçusion (CPT/SMR de Vertek, équipements d'échantillonnage d'eau et de sol). Ce système a été appliqué à la caractérisation de sites dans le



cadre de projets de l'INRS, de la CGC, de l'École Polytechnique et de l'Université Laval, à Valcartier, sur l'esker St-Mathieu/Berry de la région d'Amos, à la Mine Agnico dans Portneuf, et dans la vallée d'Annapolis en Nouvelle-Écosse.

Normand Tassé a continué à s'intéresser à l'utilisation des résidus forestiers dans la restauration des sites miniers abandonnés, contextes où l'absence d'infrastructures et de fonds de roulement requiert des interventions originales et économiques pour le contrôle de la contamination. La couverture de rebuts d'écorces d'abord déposée sur les résidus sulfureux d'East Sullivan pour en prévenir l'oxydation est utilisée depuis maintenant quelques années pour le traitement des effluents acides émanant du site. Le suivi sur plusieurs cycles saisonniers montre que la bonne performance initiale est soutenue et que cette avenue de restauration se montre à la hauteur des attentes. Au site Wood Cadillac, des résidus forestiers sont également utilisés dans un biofiltre réducteur pour réduire le niveau d'arsenic des effluents à un niveau acceptable. Encore là, la performance se maintient au cours des années, avec un minimum de coûts et d'intervention.

Pour en savoir plus :

- Germain, D., Tassé, N., Cyr, J., 2004. The East-Sullivan Mine Site : Merging Prevention and Treatment of Acid Mine Drainage. GéoQuébec 2004, 57^e Congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG, 23-27 octobre 2004, 8 p.
- Tassé, N., Germain, D., 2004. The East-Sullivan Mine Site : from Abandonment to Restoration. GéoQuébec 2004, 57^e Congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG, 23-27 octobre 2004, 7 p.
- Tassé, N., Germain, D., Isabel, D., Cyr, J., 2004. Treatment of Near Neutral Effluents Released from Abandoned Gold-Mine Tailings and Contaminated with Arsenic. Proceedings of the 2004 Ontario MEND Workshop, Ontario, May 26-27, 2004, 35 p.

Des travaux dirigés par **Mario Bergeron** se sont intéressés au développement de technologies de décontamination efficaces d'anciennes zones industrielles ou portuaires souvent localisées près des centres-villes, dans l'optique de leur mise en valeur. Actuellement, la majorité des sols contaminés sont excavés et disposés dans des sites d'enfouissement et contiennent des contaminants mixtes de types organiques et inorganiques. En collaboration avec COREM, le Centre d'excellence de Montréal en réhabilitation de sites (CEMRS) et Dragage Verreault, l'équipe a développé deux procédés de traitement des contaminants mixtes, l'un applicable aux sédiments, l'autre aux sols contaminés. Les procédés ont été testés aux échelles laboratoire et pilote. Plusieurs brevets ont été obtenus afin de protéger les technologies développées. Une étude technico-économique visant la construction d'une usine mobile de décontamination de sols opérant à un tonnage de 50 tonnes à l'heure a été réalisée, en cours d'année, pour Dragage Verreault Inc. En parallèle, des travaux de recherche exécutés par des étudiants gradués ont été poursuivis afin de mieux comprendre et d'optimiser ces techniques de décontamination.

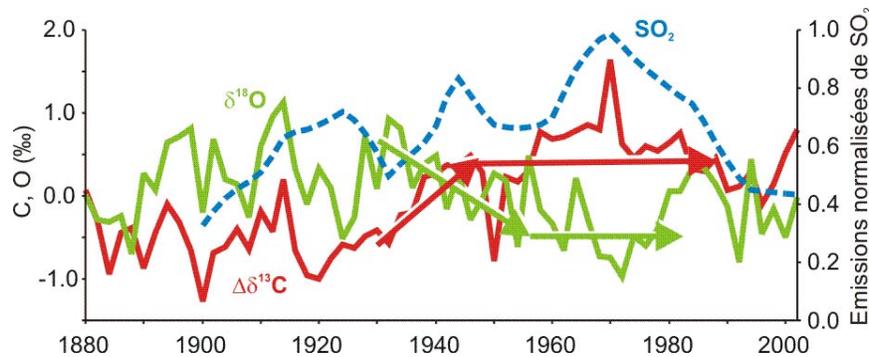
● **Changement climatique** ●

Les activités visent à établir des relations entre le climat et les systèmes géologiques afin de déterminer les impacts potentiels des changements climatiques futurs et des événements climatiques catastrophiques et de proposer des stratégies d'adaptation à ces phénomènes.



Christian Bégin et **Martine Savard** ont poursuivi une contribution au programme sur les changements climatiques de la CGC dans le cadre d'une activité sur la reconstitution des anciens régimes hydriques et de température dans la forêt boréale canadienne. Les travaux visent à produire des données de paléotempératures et de paléo-précipitations de haute résolution en utilisant l'analyse isotopique des cernes de croissance des arbres pour reconstituer le régime hydrologique au cours des 300 dernières années. Ces résultats permettront de prévoir plus précisément les conditions hydrologiques futures dans le nord du Québec. Cette étude multi-institutionnelle et multidisciplinaire est dirigée par le Centre d'études nordiques de l'Université Laval, et financée par une subvention de recherche Université-Industrie du CRSNG. Les travaux de la dernière année ont principalement porté sur la production d'une série dendro-isotopique dans le secteur amont du bassin de la rivière La Grande. À cette fin, des travaux de terrain se sont déroulés dans le secteur du Lac Hurault et des techniques de sous-échantillonnage de cernes très étroits ont été développées et testées.

Martine Savard et **Christian Bégin** ont poursuivi une activité sur le cycle du CO_2 , en collaboration avec le Service canadien des Forêts, le New Brunswick Forest Office et l'Université McGill, et ont raffiné leur modèle sur l'effet des polluants urbains sur le fonctionnement des arbres dans la région péri-urbaine de Montréal. La combinaison des traceurs dendro-isotopiques du carbone et de l'oxygène a permis d'estimer à 1940, l'année où l'impact des polluants industriels et urbains se traduit par des changements physiologiques dans le pin. Les travaux prévus pour la dernière année du projet permettront d'estimer la réduction de la séquestration du CO_2 atmosphérique engendrée par cet impact.



La tendance à long terme des isotopes de carbone et d'oxygène combinés indique qu'un stress majeur dans les arbres étudiés, entre 1940 et 2000. Cette période correspond au plus haut niveau de pollution urbaine tel qu'approximé par le SO_2 modélisé (meilleur indicateur de pollution urbaine jusqu'en 1990).

Pierre Francus et **Isabelle Larocque** ont poursuivi des études sur les enregistrements fossiles du climat à haute résolution sur des sédiments lacustres, estuariens et océaniques. Les étudiants **Stéphanie Cuvén** et **Nicolas Rolland** ont entrepris respectivement l'analyse des sédiments annuellement laminés du lac de Cape Bounty dans l'île de Melville, au Nunavut, en collaboration avec l'Université Queen's et l'analyse des sédiments lacustres dans l'île de Southampton, au Nunavut. Ces enregistrements permettent d'étendre dans le temps et l'espace la base de données utilisables. Ils permettent de mieux comprendre les systèmes climatiques et hydrologiques, en plaçant le réchauffement climatique actuel dû à des causes anthropiques dans une perspective temporelle plus longue.

FAITS SAILLANTS

Les activités dans ce domaine visent le développement de technologies pour intégrer l'information géoscientifique du Centre dans des bases de données relationnelles à références spatiales et d'en accroître la diffusion et l'accessibilité à nos clients et partenaires. Ces développements sont supportés par l'équipe du Laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP).

Géomatique

Bernard Long, a obtenu le financement d'un nouveau projet GEOIDE qui consistera à effectuer des levés en Gaspésie à l'aide d'un double laser aéroporté dans le but de développer un outil de gestion intégré des zones littorales. Le système SHOALS (Scanning Hydrographic Open LIDAR Survey) sera calibré en fonction de divers paramètres physiques afin de comparer les résultats obtenus avec ceux qui sont générés par des appareils marins multi-faisceaux. Le projet sera mené en collaboration avec les universités York et du Nouveau-Brunswick, la division de l'Atlantique de la Commission géologique du Canada et la société Optech.

Développements méthodologiques

Cette année le Laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP) a poursuivi son effort de conformité au protocole OGC (Open Geospatial Consortium) dans le cadre des programmes GeoLink (projet de Livraison d'un système intégré laboratoire-terrain), RCCST (Réseau canadien des connaissances sur les sciences de la Terre) et des eaux souterraines (base de donnée nationale sur les eaux souterraines). Le LCNP a participé à des ateliers internationaux sur la définition de normes d'interopérabilité en sciences de la Terre, sous les auspices de la IUGS (International Union of Geological Sciences) et collaboré avec des ministères fédéraux (Environnement Canada et Défense nationale) à la mise en place d'échange de données.

Gestion de l'information

Dans le contexte du programme sur les eaux souterraines, le projet de base de données a entraîné la transition vers les normes du *Open Geospatial Consortium* (OGC). Pour faire progresser cette initiative, **Éric Boisvert** a poursuivi sa participation à la Commission pour la gestion et l'application de l'information géoscientifique, de l'Union internationale des sciences géologiques (IUGS). Plusieurs pays, dont le Canada, ont adopté les normes OGC comme infrastructure de données géospatiales. L'implantation de cette infrastructure requiert un modèle de données commun pour permettre le développement d'un standard d'échange basé sur GML (Geographic Markup Language). L'intérêt de ces travaux pour le projet de base de données sur les eaux souterraines est la création d'un modèle international qui suit les normes de l'Infrastructure canadienne sur les données géospatiales (ICDG), piloté par GéoConnexions. De plus, l'expertise en gestion de données géoscientifiques numériques du LCNP sera mise à contribution dans le cadre du projet fédéral RésEau dirigé par Environnement Canada, dans le cadre duquel la base de données nationale sur les eaux souterraines apportera une contribution substantielle.

Pour en savoir plus :

- Base de données nationale sur les eaux souterraines, à : <http://ntserv.gis.nrcan.gc.ca/gwp/ngwd/exploration>

DIRECTION CGC-QUÉBEC

LEBEL, Daniel, Ph.D., Directeur
Géologie structurale, géomatique
MICHAUD, Yves, Ph.D., Coordonnateur
scientifique
Géomorphologie, hydrogéologie
CÔTÉ, Pascale, M.A., Adjointe à la direction
LAFORTUNE, Brigitte, Gestionnaire des services
administratifs et financiers
TREMBLAY, Marie-Josée, Adjointe
administrative

DIRECTION INRS-ETE

VILLENEUVE, Jean-Pierre, D.Sc.
Modélisation, gestion des ressources en eau
LAFLAMME, Nicole, Administration et finances
ST-JACQUES, Isabelle, Secrétaire de direction

PROFESSEURS INRS

ACHAB, Aïcha, D.Sc.
Biostratigraphie, Palynologie
BERGERON, Mario, Ph.D.
Géochimie
BERGERON, Normand, Ph.D.
Géomorphologie
FRANCUS, Pierre, Ph.D.
Sédimentologie, Paléoclimatologie
HARRIS, Lyal, Ph.D.
Métallogénie
HÉROUX, Yvon, Ph.D.
Pétrologie et géochimie de la matière organique
LAFLÈCHE, Marc R., Ph.D.
Géochimie
LAROCQUE, Isabelle, Ph.D.
Paléolimnologie
LEFEBVRE, René, Ph.D.
Hydrogéologie
LONG, Bernard, Ph.D.
Dynamique sédimentaire, sismostratigraphie
MALO, Michel, Ph.D.
Géologie structurale
MARTEL, Richard, Ph.D.
Hydrogéologie
PANICONI, Claudio, Ph.D.
Hydrogéologie

TASSÉ, Normand, Ph.D.
Géochimie

CHERCHEURS CGC (Professeurs associés INRS)

BÉDARD, Jean H., Ph.D.
Pétrologie ignée
BÉGIN, Christian, Ph.D.
Paléoécologie, dendrochronologie
BOLDUC, Andrée M., Ph.D.
Géologie du Quaternaire
CASTONGUAY, Sébastien, Ph.D.
Géologie structurale
CORRIVEAU, Louise, Ph.D.
Géologie régionale, métamorphisme, plutonisme
DUBÉ, Benoît, Ph.D.
Métallogénie, géologie structurale
LAVOIE, Denis, Ph.D.
Sédimentologie des carbonates
NADEAU, Léopold, Ph.D.
Géologie régionale, tectonique
PARENT, Michel, Ph.D.
Géologie du Quaternaire
PERRET, Didier, Ph.D.
Géotechnique, Analyse des risques géologiques
PINET, Nicolas, Ph.D.
Géologie régionale, Tectonique
RIVERA, Alfonso, Ph.D.
Hydrogéologie
RIVARD, Christine, Ph.D.
Hydrogéologie
SAVARD, Martine, Ph.D.
Géochimie isotopique, hydrogéologie

PROFESSIONNELS DE RECHERCHE INRS

AIT-SSI, Lahcen, Ph.D.
Hydrogéologie
BALLARD, Jean-Marc, M.Sc.
Hydrogéologie
BERTRAND, Rudolf, D.Sc.
Pétrologie de la matière organique
BÉRUBÉ, Francis
Géomorphologie
BOUCHARD, Nathalie
Hydrogéologie
CADIEUX, Anne-Marie, M.Sc.
Métallogénie



CHAGNON, André, D.Sc.

Minéralogie des argiles

CLOUTIER, Vincent, Ph.D.

Hydrogéologie

GABRIEL, Uta, Ph.D.

Hydrogéologie

GIRARD, Étienne

Gestion de données

HÉBERT, Alexandre

MARION, Joëlle, M.Sc.

Géographie

NDZANGOU, Omer

TRÉPANIÉ, Luc, M.Sc.

Sciences de l'eau

VIGNAULT, Harold

Hydrogéologie

PROFESSIONNELS DE RECHERCHE CGC

ASSELIN, Esther, M.Sc.

Biostratigraphie, Palynologie

BOISVERT, Éric, M.Sc.

Géologie du Quaternaire, Géoinformation

BOIVIN, Ruth, B.A. Info SST

Géographie, Géoinformation

BROUILLETTE, Pierre, B.Sc.

Géologie régionale, Géoinformation

DEBLONDE, Christine, B.Sc.

Géoinformation

GOSSELIN, Patrice, M.Sc.

Métallogénie

HAMEL, Jocelyn, B.Sc.

Informatique

JULIEN, Héryk, M.Sc.

Géoinformation

KULKARNY, Tanuja, M.Sc. Science des terrains

Géosciences environnementales

LAUZIÈRE, Kathleen, M.Sc.

Métallogénie, Géoinformation

NASTEV, Miroslav, ing. Ph.D.

Hydrogéologie

PARADIS, Daniel, M.Sc.

Hydrogéologie

PARADIS, Serge, M.A.

Géologie du Quaternaire

SMIRNOFF, Alex, Ph.D.

Programmation informatique

SMIRNOFF, Anna, M.Sc.

Géochimie isotopique

ADMINISTRATION / FINANCE

BOLDUC, France

Finance et administration

LABERGE, Christine

Finance et administration

SECRÉTARIAT

DION, Pascale

Secrétariat

DUSSAULT, Suzanne

Dossier Étudiants

JULIEN, Julie

Secrétariat

SOUTIEN À LA RECHERCHE

BÉRUBÉ, Jean-Claude

Pétrographie, lames minces

BOURGAULT, Jean-Daniel

Documentation et services informatiques

BOUTIN, Marco

Photogrammétrie, dessin

DESAULNIERS, Lyne

Informatique

DUBÉ, Luce

Dessin

GOSSELIN, Réal

Géochimie

GREENDALE, Marc

Géochimie

HÉBERT, André

Géochimie

LUZINCOURT, Marc R.

Géochimie isotopique

MARTINEAU, Isabelle

Documentation, Publications CGC

PAQUIN, Chantal

Documentation

PRÉMONT, Stéfane

Responsable des laboratoires

RENAUD, Sophie

Responsable, bibliothèque INRS

ROBITAILLE, Anne

Documentation

Aïcha Achab a complété son mandat au sein du comité de sélection des subventions en sciences de la Terre du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

Jean Bédard a fait partie d'un groupe de 20 chercheurs invités à participer à des levés de terrain dans l'Antarctique qui se sont déroulés en janvier 2005, à la station McMurdo, sur la plate-forme de Ross. L'objectif de son étude pétrologique consistait à examiner la rhizosphère des basaltes de plateau continentaux qui ont fait éruption lors de l'ouverture de l'Atlantique Sud, il y a 185 millions d'années. Les connaissances qui en découleront permettront de mieux comprendre le mouvement de métaux précieux dans les magmas résiduels et de développer de nouveaux modèles métallogéniques.

Andrée Bolduc a été invitée à agir à titre de rédactrice associée pour la revue *Géographie physique et Quaternaire*. Elle a agi comme secrétaire-trésorière de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire (AQQUA) et comme conseillère régionale de l'Association canadienne pour l'étude du Quaternaire (CANQUA).

Louise Corriveau a poursuivi son rôle d'éditrice associée à la *Revue canadienne des sciences de la Terre* et de coordinatrice de l'association informelle des *Amis du Grenville*.

Benoit Dubé a agi à titre de président du fonds *Howard Street Robinson* de l'Association géologique du Canada. Il a aussi poursuivi son mandat comme éditeur associé à la revue *Economic Geology*.

Denis Lavoie a été nommé éditeur associé pour la revue *Géoscience Canada* et a poursuivi son rôle d'éditeur associé pour la *Revue canadienne des Sciences de la Terre*. Il a agi comme membre du comité aviseur du programme de subventions *Petroleum Research Atlantic Canada*. Il a reçu le support de la *Société canadienne des géologues du pétrole* (CSPG) pour effectuer une tournée de six universités des provinces de l'Atlantique pour y présenter ses résultats de recherche sur le potentiel en hydrocarbures des bassins du Paléozoïque de l'Est canadien.

Un article publié par l'équipe de **Richard Martel** a été récompensé par la médaille Thomas C. Keefer 2004, octroyée par la Société canadienne de génie civil.

- Martel, R., Trépanier, L., Lévesque, B., Sanfaçon, G., Brousseau, P., Lavigne, M.-A., Boutin, L.-C., Auger, P., Gauvin, D., Galarneau, L. Carbon monoxide poisoning associated with blasting operations close to underground enclosed spaces – Part 1 and Part 2, *Canadian Geotechnical Journal*, Volume 41, n° 3, pp. 371-382, pp. 383-391.

Yves Michaud a poursuivi son mandat de coordonnateur des activités et de la visibilité nationale du nœud « Dangers pour les paysages » du Réseau canadien de recherche sur les impacts et l'adaptation climatiques (C-CIARN). Il a été nommé membre du comité scientifique du réseau GEOIDE.

Michel Parent a agi comme membre du comité de rédaction de la revue *Géographie physique et quaternaire*, comme président-sortant de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire (AQQUA) et comme conseiller régional de l'Association canadienne pour l'étude du Quaternaire (CANQUA).

Alfonso Rivera a complété son mandat au sein du comité de sélection des subventions en géosciences environnementales du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

Martine Savard a agi à titre de membre du comité interdisciplinaire pour l'évaluation des propositions de chaires et de subventions université-industrie du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada. Elle a été invitée à agir à titre d'éditrice associée pour le *Canadian Bulletin of Petroleum Geology*. Elle est conseillère de l'Association minéralogique du Canada et co-présidente de la Division de la science isotopique de l'Association géologique du Canada (2004-2007).

Activités de rapprochement auprès des enseignants

Juin 2004 : Le CGQ a fourni des exemplaires de la brochure « Si la Terre m'était contée... » au Centre d'interprétation de la géologie du Grenville et au CLD Papineau qui en ont supervisé la distribution dans les écoles, les bibliothèques et les kiosques d'information touristique de la région.

Août 2004 : Le CGQ a fait la promotion des sites web 'Si la Terre m'était contée... » et des Géopanoramas de Québec et de Montréal dans le *Guide annuel 2004-2005 de l'école branchée*. Cette initiative a donné lieu à plusieurs reportages dans *l'Infobourg*, le magazine électronique des enseignants.

Octobre 2004 : Dans le cadre de la *Semaine nationale de la science et de la technologie* du gouvernement fédéral, le CGQ a offert, le 8 octobre 2004, une excursion géologique vulgarisée dans le Vieux-Québec à 20 enseignants et stagiaires en sciences-technologie, en géographie et en histoire. L'excursion d'une journée était arrimée à l'affiche Géopanorama de Québec et des animateurs de Parcs Canada ont valorisé des points d'intérêt historique liés aux fortifications. L'itinéraire a permis d'aborder des notions arrimées au patrimoine géologique et historique de la région, dans une perspective multidisciplinaire, qui s'aligne avec l'intégration des matières mise de l'avant dans la réforme de l'éducation au Québec.

- Côté, P., Bolduc, A., Asselin, E., Careau, S., Morin, N., Pincivy, A., Achab, A. 2004. Guide d'excursion. Québec ville fortifiée : patrimoine géologique et historique, Ressources naturelles Canada, 46 pages. Aussi accessible à : <http://www.cgq-qgc.ca/excursion>

Le CGQ a participé au *Congrès de l'Association des professeurs de science du Québec* qui s'est tenu à Sherbrooke, du 28 au 30 octobre 2004. Les documents de sensibilisation du CGQ, de la CGC et des centres de recherche fédéraux au Québec y ont été présentés.

Activités de promotion du patrimoine géologique

Novembre 2004 : Le 26 novembre 2004, le CGQ a présenté ses produits de sensibilisation aux géosciences et les sites géologiques exceptionnels qui y sont mis en valeur au **Colloque sur le patrimoine géologique** organisé par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

- Côté, P., Corriveau, L. 2004. Valoriser le patrimoine géologique et historique : du terrain aux sites web grand public. Deuxième Colloque sur le patrimoine géologique du Québec, 26 novembre 2005, Québec.

Mai 2005 : **Andrée Bolduc** et **Léopold Nadeau** ont offert un atelier annuel sur la géologie et la lecture du paysage aux naturalistes du Parc national de la Mauricie, Parcs Canada.

Le 4 mai 2005, **Léopold Nadeau** a donné une session de formation à une dizaine de guides-interprètes de Parcs Canada dans la région de Québec. Cette formation visait à transmettre des informations sur le type, la provenance et les propriétés des roches utilisées dans la construction des fortifications afin d'inclure des notions géologiques aux scénarios d'animation.

Le CGQ a présenté ses produits de sensibilisation aux géosciences et sa démarche de partenariat avec des collaborateurs et de rapprochement avec les enseignants à la réunion annuelle conjointe des associations géologique et minéralogique du Canada, qui s'est tenu à Halifax du 16 au 18 mai 2004.

- Côté, P., Corriveau, L. 2005. Promotion of the geological and historical heritage : From field projects to general websites. Halifax 2005, Réunion annuelle conjointe AGC-AMC-SCGP-SCSS, Recueil des résumés, p. 37.

Activités de sensibilisation auprès du grand public

Janvier 2005 : Lancement de la série documentaire télévisée *Les Éclaireurs*, produite par les Productions Tout Écran, sur la chaîne TFO. Cette série proposait des rencontres de trente minutes avec douze scientifiques francophones de différents horizons qui se sont illustrés au Canada et dont les travaux de recherche ont des retombées concrètes. **Martine Savard** y a présenté ses travaux de géochimie isotopique et leur impact sur la recherche sur le changement climatique.

Avril 2005 : **Jean Bédard** a relaté son expérience de terrain dans l'Antarctique dans un article intitulé *Journal d'un chercheur dans l'Antarctique : Un scientifique de la CGC raconte la vie sur la glace*, paru dans *La Source*, le site web interne des employés de Ressources naturelles Canada.

Le 22 avril 2005 s'est tenu le 1^{er} Forum des sciences de la Terre et de l'environnement, au Pavillon Desjardins de l'Université Laval, dans le cadre des activités au programme du **Jour de la Terre**. L'initiative de ce Forum revient au CGQ et à l'Université Laval, qui se sont concertés et adjoints plusieurs partenaires : les départements de géologie et de génie géologique, de géographie et du Centre d'études nordiques de l'Université Laval, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Hydro-Québec et l'Association minéralogique du Canada. Cet événement visait à mettre en lumière l'expertise régionale dans le domaine des sciences de la Terre et à contribuer aux débats en cours sur l'avenir environnemental de la planète. Les participants ont également animé des stands d'information et de vulgarisation en géosciences sur le site.

Dans le cadre d'un programme de réinsertion sociale des détenus, **Didier Perret** a animé un atelier sur les catastrophes naturelles au Centre de détention de Québec. Le débat a été retransmis par la station de radio CKRL.



Le Jour de la Terre a été organisé par des représentants du milieu géoscientifique de la région de Québec pour mettre en lumière l'expertise régionale dans le domaine des sciences de la Terre et à contribuer aux débats en cours sur l'avenir environnemental de la planète. sur la photo, la table ronde intitulée Ressources et environnement dans le corridor du Saint-Laurent, animée par la journaliste Hélène Raymond.

● Programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la Terre ●

Trois programmes, deux universités

Depuis 1993, l'INRS et le département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval se sont joints pour élaborer des programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la Terre. Les étudiants, inscrits dans l'institution d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent donc leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète et un accès aux services offerts par les deux universités. Les étudiants profitent également du partenariat entre l'INRS et la Commission géologique du Canada qui permet d'élargir à près de 35 le nombre de directeurs de recherche potentiels.

Trois programmes sont dispensés: la maîtrise en sciences de la Terre avec mémoire, la maîtrise en sciences de la Terre avec essai et le doctorat en sciences de la Terre.

Comprendre et agir

La formation des étudiants s'articule autour d'une douzaine d'axes de recherche regroupés sous deux grands thèmes: **Géodynamique et Ressources** et **Géoingénierie et Environnement**. Ces thématiques sont le reflet des domaines dans lesquels se distinguent les professeurs-chercheurs. La formation est abordée sous un angle multidisciplinaire et pratique. Elle favorise l'intégration des sciences fondamentales et appliquées de façon à permettre à l'étudiant non seulement de comprendre le milieu dans lequel il se trouve mais aussi d'agir afin de le maintenir, l'améliorer, l'exploiter ou le restaurer.

Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval

Diane Moreau

656-2131, poste 4916

diane.moreau@ggl.ulaval.ca

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

INRS-Eau, Terre et Environnement

Suzanne Dusseault

(418) 654-2622

Suzanne_DUSSAULT@inrs-ete.quebec.ca

<http://www.inrs-ete.quebec.ca>

● Les stages postdoctoraux ●

Fort de son importante mission en recherche fondamentale et appliquée dans des thèmes à pertinence sociétale, le Centre géoscientifique de Québec accorde une attention toute particulière à l'accueil de stagiaires postdoctoraux pour l'enrichissement de ses équipes de recherche. Deux programmes s'offrent aux personnes intéressées: les bourses postdoctorales de l'INRS et les bourses de recherche dans les laboratoires du gouvernement canadien. Pour en savoir plus :

Stages postdoctoraux de l'INRS :

<http://www.inrs.quebec.ca>

Bourses de recherche dans les laboratoires du gouvernement canadien :

<http://www.nserc.ca/indexfr.htm>

● Laboratoires ●

Laboratoire du CGQ (géochimie analytique)

Le laboratoire de caractérisation des roches, des sédiments et des arbres du CGQ est un laboratoire conjoint INRS-CGC dont les équipements et les services analytiques multidisciplinaires (préparation d'échantillons de roches et de sédiments, pétrographie minérale et organique, micropaléontologie, sédimentologie, géochimie des éléments majeurs et des traces) soutiennent les activités de recherche menées par les chercheurs de la CGC et de l'INRS. Le laboratoire comporte sept composantes: 1) préparation d'échantillons de roches et de sédiments; 2) pétrographie minérale et organique; 3) analyses géochimiques; 4) analyses sédimentologiques; 5) paléontologie et palynologie; 6) dendrochronologie et 7) conservation des échantillons.

Pour plus d'information, veuillez contacter : Stéfane Prémont, stefane_premont@inrs-eau.quebec.ca ou Yves Michaud, Yves.Michaud@rncan.gc.ca

Géochimie des isotopes stables (Delta-Lab)

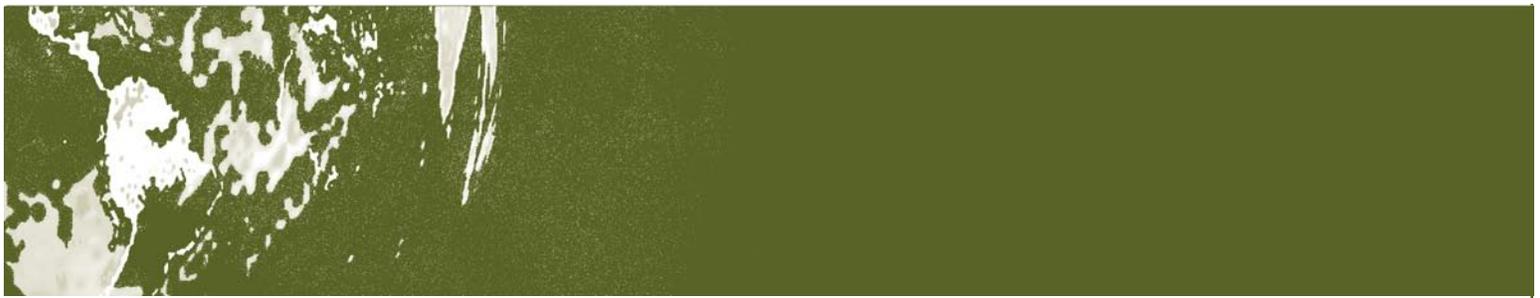
Le laboratoire de géochimie isotopique Delta-Lab analyse les isotopes stables de l'hydrogène, du carbone, de l'azote, de l'oxygène et du soufre à l'aide d'un spectromètre de masse PRISM-III avec système d'analyse en mode statique (Dual Inlet) et systèmes d'analyse en mode dynamique (GC-IRMS, EA-CF-IRMS) et d'un spectromètre de masse Delta Plus XL avec trois systèmes d'analyses en mode dynamique: Gas Bench II, TC/EA-IRMS, GC/TC-IRMS. Ces appareils permettent de couvrir toute la gamme des traceurs isotopiques stables appliqués aux études hydrogéologiques, environnementales, métallogéniques, diagénétiques et sédimentologiques, en analysant les isotopes des eaux, des encaissants réactifs et des composants dissous.

Pour plus d'information, veuillez contacter Martine M. Savard, Martine.Savard@rncan.gc.ca ou visitez : <http://www.cgq-qgc.ca/services-laboratoires6.htm>

Laboratoire multidisciplinaire de scanographie du Québec

Le laboratoire multidisciplinaire de scanographie pour les ressources naturelles et le génie civil est la première infrastructure du genre au Canada. Outre la salle de préparation des échantillons, la chambre froide pour le stockage provisoire des échantillons périssables et un laboratoire de traitement d'images, l'installation comprend la pièce du scanographe et la salle de contrôle. Le local abritant le scanographe doit être plombé aux normes de sécurité d'une salle radiologique d'hôpital, en raison des Rayons-X qui s'en dégagent. Le scanographe dont les dimensions sont de 2 m de hauteur, 0,89 m d'épaisseur et 2,2 m de largeur pèse 2100 kilos; son ouverture est de 70 cm et il se déplace sur des rails de 3,5 m de longueur. Il est muni d'un ensemble de source-détecteurs qui tournent sur 360 degrés autour de l'échantillon. À chaque rotation, une image est acquise par barrette et ces images peuvent être incrémentées en continu. Une reconstitution en 3D des structures internes est établie à l'échelle sous millimétrique avec une définition de 0,1 % de densité.

Pour plus d'information, veuillez contacter Bernard Long, bernard_long@inrs-ete.quebec.ca



Hydrogéologie et caractérisation environnementale

Les principaux services du laboratoire touchent les équipements de terrain et la modélisation numérique. Les équipements disponibles pour l'acquisition de données sur le terrain comprennent le matériel nécessaire pour la caractérisation de l'écoulement de l'eau souterraine et incluent, entre autres : la conception et l'installation de puits et de piézomètres, l'évaluation et le contrôle des aquifères (pompage, perméabilité *in situ* (slug test), injection à charge constante, etc.), mesures de débits, mesures d'écoulement de l'eau souterraine, monitoring de la qualité de l'eau souterraine et échantillonnage de l'eau souterraine, source de contamination et délimitation du panache, levés et instrumentation, géophysique de surface et de puits. Les équipements disponibles pour la modélisation numérique comprennent deux stations de travail ainsi que les logiciels Feflow, Sutra, Modflow, Aqtesolv, SEEP/W, Surfer/Grapher, Tecplot, MapInfo, GS+, Sigma Plot, Fed. L'élaboration de modèles mathématiques tri-dimensionnels tient compte de conditions d'écoulement saturé en régime permanent ou transitoire.

Pour plus d'information, veuillez contacter Yves Michaud, Yves.Michaud@rncan.gc.ca

Dendrochronologie et dendrogéochimie

Reposant sur l'utilisation des séquences de cernes de croissance des arbres comme bio-indicateurs des perturbations environnementales naturelles et anthropiques, les installations comprennent un micromètre Unislide de haute précision (0,001 mm) relié à un système d'acquisition QC-1000 Metronics Inc. permettant le transfert de données sur ordinateur. Ce système permet notamment la production et le traitement statistique des patrons de croissance des arbres. Couplée à l'analyse géochimique, cette technique permet de reconstituer les conditions paléoenvironnementales et d'établir l'évolution temporelle des contaminants.

Pour plus d'information, veuillez contacter Christian Bégin, Christian.Begin@rncan.gc.ca

Décontamination *in situ* des sols et des eaux souterraines contaminées

Ce laboratoire a été mis sur pied avec l'appui de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et du ministère de l'Éducation. Il a été réalisé en partenariat avec le Centre de recherche pour la défense Valcartier (CRDV) et est installé dans un de leurs bâtiments. Les tests sont effectués dans des bacs d'acier inoxydable pouvant contenir 9 m³ de sol. Les chercheurs peuvent y reproduire toute la gamme des conditions de sol possibles ainsi que divers cas de contamination par des polluants récalcitrants aux méthodes habituelles de nettoyage. Ils travaillent aussi sur des cristaux de TNT et d'autres produits explosifs provenant de munitions qui n'ont pas éclaté.

Pour plus d'information, veuillez contacter Richard Martel, richard_martel@inrs-ete.uquebec.ca

Système de sondage par enfoncement et rotoperçusion

Une foreuse géotechnique Geotech 605D de même que des équipements de sondage ont été acquis grâce à une subvention de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et du ministère de l'Éducation. Ce système est disponible pour la réalisation de projets de R&D ou de formation impliquant la caractérisation des sols ou des massifs rocheux. Ce système permet la réalisation de sondages par enfoncement (*direct push*) dans les sols, tels que des essais de pénétration au cône (CPTu), de même que de sondages par rotoperçusion dans



les sols ou les massifs rocheux. De plus, ce système peut être utilisé pour l'échantillonnage de sol et d'eau de même que la réalisation d'essais de perméabilité sans nécessiter l'installation de puits d'observation permanents. Des piézomètres légers peuvent tout de même être installés grâce au système. Ces capacités sont applicables à des travaux de caractérisation géologique, hydrogéologique ou géotechnique, notamment pour la définition des ressources en eau souterraine ou pour la compréhension des sites contaminés.

Pour plus d'information, veuillez contacter René Lefebvre, rlefebvre@ete.inrs.ca

Laboratoire d'analyses paléoclimatiques à haute résolution (LAPHR)

L'infrastructure, financée par une subvention de la FCI, est constituée d'un microscope électronique à balayage environnemental, équipé d'un détecteur d'énergie de dispersion (analyse chimique). Il permet l'observation d'échantillons biologiques et géologiques de grande taille (chambre de 365 mm de diamètre et 255 mm de hauteur), à des pressions de 1 à 750 Pascals, et de collecter des images numériques de très bonne qualité (jusqu'à 3072 x 2304 pixels en 8 ou 16 bits). Le microscope sera couplé à un pilote logiciel qui automatisera une technique originale et unique d'analyse d'images de lames minces de sédiments meubles. L'infrastructure est complétée par scanographe de micro-fluorescence X (ITRAX) permettant l'analyse élémentaire non-destructive à très haute résolution (jusqu'à 100 microns) directement sur la surface des carottes sédimentaires.

Pour plus d'information, veuillez contacter Pierre Francus : pierre.francus@inrs-ete.uquebec.ca
ou Isabelle Larocque : isabelle_larocque@inrs-ete.uquebec.ca

Laboratoire de simulation physique, numérique et géophysique

Un laboratoire de simulation physique, numérique et géophysique appliquée à la prospection minière et pétrolière est élaboration avec le financement de la FCI et du ministère de l'Éducation. Une centrifugeuse qui peut atteindre plus de 1000G sera employée pour augmenter la force de gravité sur des modèles élaborés à partir de mastics de silicone et de pâtes à modeler afin de simuler la déformation des roches dans la croûte profonde. D'autres appareils sont disponibles pour simuler l'évolution et la géométrie tridimensionnelle des structures dans les bassins sédimentaires et les chaînes de montagnes. La simulation numérique utilisera les ordinateurs puissants pour créer des animations de processus géodynamiques et pour étudier la circulation des fluides et l'évolution métamorphique pendant la déformation dans des régimes tectoniques différents. Les simulations géophysiques montreront comment les structures créées dans les modèles apparaîtraient sur les profils sismiques ou sur des images du champ magnétique.

Pour plus d'information, veuillez contacter Lyal Harris, lyal_harris@inrs-ete.uquebec.ca

Laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP)

Le LCNP, doté d'équipements informatisés et d'une gamme de logiciels, offre aux utilisateurs une expertise ainsi que des services de haute qualité en matière d'acquisition, de gestion, d'analyse et de diffusion de données géoscientifiques. L'infrastructure informatique du LCNP comprend entre autres, des traceurs de grands formats, un videorestituteur, des tables à numériser ainsi que différents types de serveurs. Au cours des dernières années, le LCNP a développé une expertise de premier plan en ce qui a trait à la structure des données géoscientifiques dans le cadre d'initiatives provinciales, nationales et internationales, telles que le *North American Data Model* (NADM).

Pour plus d'information, veuillez contacter Serge J. Paradis, Serge.J.Paradis@rncan.gc.ca
ou visitez : http://cgq.rncan.gc.ca/carto_f.html



● Service de documentation de l'INRS ●

Dans le contexte de l'opération du CGQ, la bibliothèque de l'INRS gère les collections documentaires de la CGC-Québec et le SDIS (Services de documentation et d'information spécialisées) de l'INRS-ETE. La collection de la **CGC-Québec** comprend des livres, des périodiques et des cartes spécialisées en sciences de la Terre. Elle porte principalement sur la géologie régionale, la minéralogie, la géologie structurale, la tectonique, la stratigraphie, la pétrologie, l'hydrogéologie, la géologie du Quaternaire et la géomorphologie. Le Service de documentation de l'**INRS-ETE** gère une collection spécialisée en sciences de l'eau et de l'environnement, dont les forces se situent principalement en hydrologie, pollution agricole, assainissement et modélisation statistique. Le centre de documentation assure la distribution pour les Amériques de la *Revue des Sciences de l'Eau (Journal of Water Science)*, une co-édition du GIS en sciences de l'eau (France) et de l'INRS-ETE, dont la publication est assurée par Lavoisier (France).

Pour plus d'information, veuillez contacter le Service de documentation et d'information spécialisées de l'INRS, sdis@inrs.quebec.ca

● Centre de distribution de la Commission géologique du Canada ●

Le centre de distribution et de vente des publications de la CGC-Québec offre les services suivants : distribuer les publications et cartes de la CGC, ou donner accès par téléchargement gratuit aux produits récents, répondre aux demandes d'information de la clientèle et assister les clients dans leurs recherches, promouvoir l'expertise, les activités et les publications de la CGC auprès de la clientèle scientifique, scolaire et du grand public.

Pour plus d'information, veuillez contacter Isabelle Martineau, CGCQ_librairie@rncan.gc.ca

● Regroupements de recherche ●

Association minéralogique du Canada

Depuis avril 2002, l'Association minéralogique du Canada (AMC) occupe un bureau au Centre géoscientifique de Québec. Cet échange de services offre à l'AMC un milieu de recherche stimulant pour répondre à ses préoccupations: s'adapter aux nouvelles technologies de l'information, s'ouvrir sur le monde, développer un créneau d'expertise. L'AMC, qui aura 50 ans en 2005, a été fondée à l'origine pour assurer la survie d'une revue consacrée à la minéralogie et la pétrologie, publiée une fois l'an par la contrepartie américaine : la *Mineralogical Society of America*. Cela a mené à la création de la revue *The Canadian Mineralogist*, publiée depuis 1962. En 2005, l'AMC a débuté, en partenariat avec quatre autres organismes américains et européens, la publication d'*Elements*, un nouveau magazine international visant à mettre en valeur la minéralogie, la géochimie et la pétrologie.

Pour plus d'information, veuillez contacter Pierrette Tremblay, coordonnatrice exécutive de l'AMC, pierrette.tremblay@INRS-ETE.quebec.ca
ou visitez le: <http://www.mineralogicalassociation.ca>



DIVEX

DIVEX est un réseau de recherche géoscientifique qui regroupe une trentaine de chercheurs en sciences de la Terre possédant l'objectif commun de soutenir les efforts de diversification de l'exploration minérale par la recherche scientifique. Cette nouvelle organisation de recherche scientifique, une première au Québec, a été rendue viable grâce à un financement de Valorisation-Recherche Québec, une division du Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie.

Pour plus d'information, veuillez contacter Michel Malo, michel_malo@inrs-ete.uquebec.ca ou visitez le site web : <http://www.divex.ca>

Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CIARN)

Nœud Dangers pour les paysages

Le nœud *Dangers pour les paysages* du C-CIARN, financé par le Fonds d'action sur le changement climatique (FACC) est un élément sectoriel qui a été créé pour étudier les enjeux croissants des changements climatiques. Le C-CIARN englobe six régions et sept secteurs reliant les chercheurs et les personnes intéressées de l'ensemble du pays. Les régions et les secteurs du C-CIARN collaborent afin d'élargir les connaissances sur les impacts des changements climatiques et les mesures d'adaptation, d'identifier les lacunes dans les connaissances actuelles et de définir les priorités en matière de recherche.

Pour plus d'information, veuillez contacter Yves Michaud, Yves.Michaud@rncan.gc.ca

GIRGAB

Groupe interuniversitaires de recherches en géodynamique et analyse de bassins

Le GIRGAB vise à mener des travaux de recherche en géodynamique et analyse de bassins géologiques dans le but d'en arriver à une analyse globale intégrant plusieurs disciplines géoscientifiques. Cette analyse est basée sur six principaux axes de recherche : l'analyse sédimentaire et paléoécologique, l'analyse diagénétique, l'analyse structurale et la tectonique, le magmatisme et la dynamique du manteau, la géodynamique continentale et océanique, la métallogénie et la géologie du pétrole.

Pour plus d'information, veuillez contacter Michel Malo, michel_malo@inrs-ete.uquebec.ca ou visitez le : <http://www.ggl.ulaval.ca/Girgab/girgab.accueil.html>

Accès aux données

Atlas du Canada

<http://atlas.gc.ca>

Géobase: Information géospatiale gratuite:

<http://www.geobase.ca>

GéoGratis: Téléchargement gratuit de données géospatiales:

<http://geogratias.cgdi.gc.ca>

Géopub: Téléchargement gratuit, documents de la Commission géologique du Canada:

<http://geopub.nrcan.gc.ca>

Géoscan: Catalogue des publications de la Commission géologique du Canada:

http://sst.nrcan.gc.ca/esic/geoscan_f.php

MIRAGE: Téléchargement gratuit, cartes de la Commission géologique du Canada:

<http://rgsc1.rgsc.nrcan.gc.ca/mirage>

Géologie pour tous

Le changement climatique:

<http://climatechange.nrcan.gc.ca>

Affiches illustrant les changements climatiques au Canada:

<http://adaptation.nrcan.gc.ca/posters>

Statistiques en ligne sur les minéraux et l'exploitation minière:

<http://mmsd1.mms.nrcan.gc.ca/mmsd>

Les noms géographiques du Canada:

<http://geonames.nrcan.gc.ca>

Origine des toponymes du Canada :

http://geonames.nrcan.gc.ca/education/index_f.php

Cartes topographiques du Canada:

<http://maps.nrcan.gc.ca>

Renseignements aux collectionneurs:

http://cgc.nrcan.gc.ca/bookstore/collect/index_f.php

Patrimoine géoscientifique du Canada :

<http://collections.ic.gc.ca/geoscience/index.html>

Géopanorama du Canada:

<http://geoscape.nrcan.gc.ca>

Matériaux géologiques du Canada :

http://geoscape.nrcan.gc.ca/canada/index_f.php

Hydropanorama du Canada :

http://geoscape.nrcan.gc.ca/h2o/index_f.php

Paysages canadiens:

http://gsc.nrcan.gc.ca/landscapes/index_f.php

Questions et réponses sur les tremblements de terre:

http://seismo.nrcan.gc.ca/questions/faq_f.php

Si la Terre m'était contée...

<http://www.cgq-qgc.ca/tous/terre>

Québec ville fortifiée : Patrimoine géologique et historique. Guide d'excursion

<http://www.cgq-qgc.ca/excursion>

Répertoire des sites géologiques exceptionnels

http://sigeom.mrnfp.gouv.qc.ca/sge/classes/I5101_accueil

Centre géoscientifique de Québec
Ressources pédagogiques en sciences de la Terre
www.cgq-qgc.ca

Découvrez la géologie en visitant ces sites éducatifs. Ou explorez notre rubrique de liens utiles pour accéder à une foule de références en sciences de la Terre.

Si la Terre m'était contée est un site d'introduction aux sciences de la Terre et s'adresse à tous. Les roches, les minéraux, les volcans, les glaciers, l'eau, les mines, le métier de géologue... Vous y trouverez une série de thèmes bien expliqués, dans un langage simple, tout aussi fascinants les uns que les autres.

www.cgq-qgc.ca/tous/terre



Les Géopanoramas de Québec et Montréal

présentent la richesse du patrimoine géologique en abordant des thèmes concrets ancrés dans l'environnement immédiat. Les pierres architecturales, les caprices de la nature, les îles, le mont Royal, les cultures, l'eau, le fleuve, l'évolution du paysage...

www.cgq-qgc.ca/geopanorama/mtl
www.cgq-qgc.ca/geopanorama/qc



Ressources naturelles
Canada

Commission géologique
du Canada

Natural Resources
Canada

Geological Survey
of Canada



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

Eau, Terre et Environnement