

**PARTENAIRES DU CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC**



**Rapport Annuel  
2002-2003**

*ressources et environnement:  
deux mondes à concilier.*



## Centre Géoscientifique de Québec

- 1 Message des directeurs
- 3 Les projets de recherche du CGQ
- 6 Géologie régionale et analyse de bassins
- 10 Géoressources
- 18 Géosciences de l'environnement
- 24 Géomatique et géo-information
- 27 Prix et distinctions
- 30 L'équipe du CGQ
- 33 Géosciences Québec
- 37 Regroupements et installations de recherche

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.

### **Coordination**

*Pascale Côté*

### **Mise en page**

*Marie-Josée Tremblay*

### **Page couverture**

*Erick Villeneuve*

ISBN : M41-1/2-2003F

Catalogue : 0-662-75261-9

### Quelle est la place des géosciences?

Les attentes de la société de 2003 envers les gouvernements sont élevées: soutenir une économie florissante tout en maintenant un environnement global sain; former des citoyens informés et capables de faire des choix démocratiques éclairés; privilégier la santé et la sécurité des citoyens, tout en ayant à cœur le développement des nations les moins favorisées de la Terre. C'est tout un défi, qui appelle à l'innovation, à la recherche en collaboration et à la multidisciplinarité dans toutes les sphères scientifiques!

Qu'en est-il des géosciences? Les scientifiques sont-ils à l'affût des besoins de la société? Ont-ils des réponses aux problèmes qui nous guettent? Peuvent-ils nous aider à développer de façon durable nos ressources naturelles? À comprendre et à s'adapter aux changements climatiques? À protéger les infrastructures et les personnes contre les désastres naturels? La relève scientifique se développe-t-elle et est-elle adaptée aux nouveaux besoins? Voilà autant de questions qui appellent les géoscientifiques à mettre l'épaule à la roue.

Au Centre géoscientifique de Québec, nous pouvons répondre : Oui, présent! Pour en témoigner, nous vous invitons à lire ce rapport d'avancement qui dresse de façon succincte les faits saillants de l'année 2002-2003. Il montre toute la gamme des expertises et des services réunis à Québec par le biais de ce partenariat stratégique unique, visant à livrer les programmes géoscientifiques complémentaires de la Commission géologique du Canada (CGC) et du Centre Eau, Terre et Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-ETE).

La dernière année a été marquée, d'une part, par l'ambitieuse réforme de la programmation scientifique de la CGC, pour mieux l'arrimer aux besoins du gouvernement fédéral, et, d'autre part, par l'essor du nouveau centre INRS-ETE, marqué par l'arrivée de plusieurs nouveaux professeurs. Par le dynamisme de ses chercheurs, le Centre géoscientifique de Québec a continué de se positionner à l'avant-garde pour répondre aux questions géoscientifiques de l'heure. Les pages qui suivent mettent en lumière les nouveaux projets, qui sont le fruit des multiples financements obtenus pour la recherche et les infrastructures, et la gamme des clients et partenaires à qui s'adressent une large gamme de nos activités. Soulignons ici, les efforts entamés par le nouveau comité aviseur du CGQ, qui nous aidera à orienter nos programmes scientifiques et favorisera la concertation avec les intervenants du Québec. Vous trouverez ainsi plusieurs listes, dont la liste des projets en cours, celle des laboratoires et des groupes de recherche et enfin, celle des récipiendaires de marques de reconnaissance importantes.

La formation continue d'être au cœur des activités du Centre. Cette année près d'une dizaine d'étudiants gradués ont accédé au marché du travail et plusieurs étudiants d'été et de stagiaires ont acquis une solide expérience scientifique au CGQ. Nous avons aussi poursuivi nos efforts pour sensibiliser le grand public aux géosciences, en particulier la génération montante.

C'est donc avec beaucoup de fierté que nous vous invitons à prendre connaissance de cette 13<sup>e</sup> édition du rapport annuel du Centre géoscientifique de Québec. Nous vous invitons aussi à rester en étroit contact avec toute notre équipe. À cet effet, vous pourrez bientôt nous visiter au Centre-Ville de Québec, où nous nous établirons sous peu dans notre nouvel édifice, dont la construction est déjà bien avancée.

Invitation multiple donc, à laquelle vous répondrez, nous l'espérons, avec tout l'enthousiasme que nous mettons pour faire une place de choix aux géosciences!



*L'équipe du projet d'hydrogéologie régionale des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec (AFSOQ), comprenant des scientifiques de la CGC et de l'INRS, a reçu le Prix du Chef de la Fonction publique du Canada, la plus haute reconnaissance d'excellence pour le service public. Apparaissent sur la photo, en compagnie de M. Ronald Bilodeau, secrétaire associé du Cabinet, de gauche à droite, rangée du bas: Martine Savard, Kathleen Lauzière, Édith Bourque, Nathalie Fagnan; de gauche à droite, rangée du haut: Richard Martel, Miroslav Nastev, René Lefebvre et Michel Parent.*

Daniel Lebel

Jean-Pierre Villeneuve

Ce rapport peut également être consulté en format pdf sur le site du CGQ à :

[www.cgq-qgc.ca](http://www.cgq-qgc.ca)

Pour de plus amples renseignements :

INRS-Eau, Terre et Environnement

[www.inrs-ete.uquebec.ca](http://www.inrs-ete.uquebec.ca)

Commission géologique du Canada, division de Québec

[www.cgq.rncan.gc.ca](http://www.cgq.rncan.gc.ca)

# LES PROJETS DE RECHERCHE DU CGQ

## Géologie régionale

### *Appalaches et Plate-forme du Saint-Laurent*

- **Évolution de la Marge laurentienne au Paléozoïque: les ponts géologiques de l'Est du Canada (CARTNAT)**, D. Lavoie, M. Malo, A. Tremblay
- **Analyse des données géologiques et de sismique réflexion, région de la zone frontalière Québec/New York**, M. Malo
- **Tectonique des fronts orogéniques et ressources naturelles**, M. Malo
- **Apport des chitinozoaires à la compréhension des systèmes ordovicien et silurien**, A. Achab
- **Tectonique des fronts orogéniques et ressources naturelles**, M. Malo
- **Caractérisation structurale et géochronologie de l'avant-pays appalachien et du système de rift du Saint-Laurent, Québec**, A. Tremblay

### *Grenville*

- **Cadre lithotectonique de la partie orientale de la province de Grenville: Transect Labrador-Québec, (IGC)**, L. Nadeau, L. Corriveau

### *Quaternaire*

- **Glaciations quaternaires dans l'Est du Canada**, M. Parent, A. Bolduc, S.J. Paradis

## Géoresources

### *Minéraux*

- **Métallogénie des systèmes aurifères reliés à des intrusions dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick, (IGC)**, G. Chi, S. Castonguay
- **Métallogénie du district Doyon-Bousquet-LaRonde, Abitibi, (IGC)**, B. Dubé
- **Minéralisation aurifère à haute teneur à la mine Red Lake, en Ontario**, B. Dubé, M. Malo
- **Origine et contexte structural et stratigraphique des gîtes de chromite dans les Appalaches du sud du Québec**, J. Bédard, A. Tremblay
- **Diversification de l'exploration minérale au Québec – Réseau DIVEX**, M. Malo, M. Jébrak (UQÀM)
- **Géologie et métallogénie des indices de sulfures de Pb-Zn des encaissants carbonatés protérozoïques de la région des lacs Mistassini et Albanel**, Y. Héroux
- **Géochimie des lanthanides dans les minéralisations polymétalliques**, M. R. La Flèche
- **Prospection géologique et géophysique de minéralisations chromifères riches en ÉGP sur la propriété minière Ménarik (Baie-James)**, M. Richer-Laflèche
- **Développement d'un procédé d'enrichissement de la chromite et d'extraction des métaux du groupe du platine, Phase I**, M. Bergeron

### *Hydrocarbures*

- **Étude de synthèse du territoire de Gaspésie-Matapédia-Témiscouata à des fins d'exploration pétrolière et d'évaluation de son potentiel en hydrocarbures**, M. Malo
- **Étude de la diagenèse et du potentiel en hydrocarbures des successions paléozoïques de la région du Lac Matapédia**, R. Bertrand, M. Malo
- **Analyse structurale des lignes sismiques 4a, 4b, 4c et 6 dans la vallée de la rivière Matapédia**, M. Malo
- **Maturation thermique, potentiel en roche mère et géologie structurale des roches siluro-dévonienues de la région des monts Berry, Gaspésie**, R. Bertrand, M. Malo

- **Forage DITEM Explorations Dundee No 1 : analyses lithostratigraphiques du potentiel roche réservoir et roche mère à hydrocarbures**, Y. Héroux
- **Caractérisation des lithologies et de la porosité du champ gazier de Saint-Flavien : étude des puits Saint-Flavien n° 15, 16 et 17**. Yvon Héroux

#### *Diamant*

- **Dynamique glaciaire et exploration du diamant dans le nord du Québec**, (IGC), M. Parent, S.J. Paradis

#### *Eau souterraine*

- **Initiative d'hydrogéologie des Maritimes**, Y. Michaud
- **Cartographie des aquifères fracturés des Basses-Terres du St-Laurent du Sud-Ouest du Québec (AFSOQ)**, M. Savard
- **Programme de connaissances sur les eaux souterraines et bassin pilote de la rivière Châteauguay**, R. Martel
- **Développement et application d'outils scientifiques pour la gestion et la préservation des ressources en eau souterraine de la municipalité de Lac-Beauport**, R. Lefebvre, R. Martel

## Géosciences environnementales

#### *Processus géologiques actuels*

- **Aléas et risques de glissements de terrain dans les dépôts meubles de l'Est du Canada**, D. Perret
- **Mouvements de terrain déclenchés par sollicitations dynamiques dans les basses terres de l'Est du Canada - Le cas de Rigaud**, D. Perret
- **Étude des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin versant de la rivière Cascapédia**, N. Bergeron
- **Fluvial geomorphology and the winter habitat of stream salmonids**, N. Bergeron
- **Impact de la réponse des rivières aux changements environnementaux (naturels et anthropiques) sur l'habitat physique du poisson**, N. Bergeron
- **Ensamblage de l'embouchure de la rivière Sainte-Anne**, N. Bergeron
- **Évaluation et aménagement du substrat des frayères de la rivière Betsiamites**, N. Bergeron
- **Étude hydrosédimentologique dans le cadre de la rénovation ou de la construction d'installations portuaires dans l'Est du Canada**, B. Long
- **COSTA-CANADA : A Canadian contribution to the study of continental slope stability**, B. Long
- **Étude d'impact des élevages de mollusques sur l'habitat benthique lagunaire de Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine**, B. Long
- **Eastmain 1A Rupert : résumer des connaissances d'océanographie acquises lors des études de 1975 à 1992**, B. Long
- **Étude de synthèse géologique du domaine marin à l'ouest de l'Île d'Anticosti**, B. Long
- **Étude bibliographique des impacts potentiels au programme d'exploration et de production de gaz et pétrole dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent**, B. Long
- **Évaluation de l'impact de l'exploitation d'une tourbière sur la sédimentation dans l'estuaire de Richibouctou**, B. Bobée
- **Étude de l'adéquation d'un bassin de sédimentation pour une tourbière exploitée dans la région de Richibouctou**, B. Bobée

#### *Métaux dans l'environnement*

- **Mobilité géochimique des métaux dans les sédiments de surface : influence sur la diagenèse des sédiments**, A. Tessier

- **Étude sur le cycle du mercure dans le fleuve Saint-Laurent**, M. Amyot
- **Chimie rédox du mercure et du soufre dans un marécage**, A. Tessier
- **Évolution du mercure dans les écosystèmes terrestre et aquatiques**, M. Amyot
- **Étude dendrogéochimique de la contamination par les métaux (DINAMITE)**, M. Savard, C. Bégin
- **Biogéochimie des métaux de l'environnement**, M. Amyot

#### *Changement climatique*

- **Impact des changements climatiques sur la ressource en eau dans l'Est du Canada**, Y. Michaud
- **Assessing sustainable sulfur and nitrogen deposition rates for northeastern North American forests**, M. Richer-Laflèche

#### *Gestion environnementale*

- **Approche physique et mathématique de la contamination des eaux souterraines en milieux hétérogènes**, O. Banton
- **Étude et prévention de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses agricoles**, P. Lafrance
- **Extraction et récupération des métaux dans l'environnement**, J-F Blais
- **Restauration des sols contaminés par le sel : revue de la littérature**, N. Tassé
- **Site minier Manitou : caractérisation du milieu et des processus en vue d'une restauration**, N. Tassé
- **Développement d'un procédé de traitement des contaminations mixtes organiques et inorganiques applicables aux sols et aux sédiments**, M. Bergeron
- **Essais de lavage en bacs de sable pour la restauration in situ de sites contaminés par des liquides immiscibles**, R. Martel, R. Lefebvre
- **Comportement et réhabilitation des nitroaromatiques et autres polluants organiques persistants dans les sols et les eaux souterraines**, R. Martel, R. Lefebvre
- **Évaluation de la production de monoxyde de carbone suite à des dynamitages en milieu urbain**, R. Martel
- **Développement et application d'un protocole de caractérisation d'un site australien contaminé par des explosifs (EFM Marybirnong)**, R. Martel
- **Impact environnemental des sites d'entraînement sur les bases militaires de Shilo, Gagetown et Valcartier**, R. Martel, R. Lefebvre
- **Optimisation du contrôle du panache d'eau souterraine contaminée de Ville Mercier**, R. Lefebvre

#### *Géochimie*

- **Étude géochimique de sols forestiers de bassins versants du TADPA**, M. Richer-Laflèche
- **La présence de formaldéhyde dans les produits de l'érable étudiée par spectrométrie de masse de rapports isotopiques à débit continu en mode d'extraction membranaire**, M. Savard

## Technologies de l'information

- **Géo-Atlas du Saint-Laurent: Bibliothèque virtuelle sur la géologie de l'Est du Canada**, D. Lebel, K. Lauzière
- **HYDROLINK: Bibliothèque virtuelle en hydrogéologie**, Y. Michaud, A. Rivera
- **Cartographie géologique et modélisation 3D, Projet GEOIDE Moose Mountain**, D. Lebel, M. Malo
- **Geosalar - Modelling Atlantic salmon smolt production using remote-sensing and GIS based methods (GEOIDE)**, N. Bergeron
- **Applications géomatiques adaptées pour l'exploitation des ressources et des risques**, B. Long

# GÉOLOGIE RÉGIONALE ET ANALYSE DE BASSINS

*Ce programme est orienté 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.*

## Nos partenaires et clients

**Organismes provinciaux :** Ministères des Ressources naturelles et de l'Environnement du Québec, New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Newfoundland Department of Mines and Energy, FCAR, SOQUIP

**Organismes fédéraux :** CRSNG

**Secteur privé :** TechnoRem

**Universités :** Laval, UQAC, INRS, Dalhousie, Memorial, Alberta, Ottawa

## Nos expertises

Géologie des Appalaches et du Grenville  
Géologie du Quaternaire  
Géologie structurale, tectonique  
Pétrologie métamorphique et ignée  
Géochimie des roches ignées et sédimentaires  
Sédimentologie et stratigraphie  
Biostratigraphie et paléogéographie  
Pétrographie organique et diagenèse

## Notre équipe

**Professeurs INRS-ETE:** Aïcha Achab, Marc R. La Flèche, Michel Malo, Alain Tremblay

**Chercheurs CGC-Québec:** Jean Bédard, Andrée Bolduc, Sébastien Castonguay, Louise Corriveau, Denis Lavoie, Daniel Lebel, Léopold Nadeau, Michel Parent

**Professionnels de recherche:** Esther Asselin, Pierre Brouillette, Kathleen Lauzière, Serge J. Paradis

**Étudiants:** Vincent Boisvert, Anne-Laure Bonnet, Weimin Fu, Félix Gervais, François Hardy, Nicolas Paradis, Philippe Saint-Germain, Sharon Parsons, Alix Pincivy, Martin Ross, Guy Scherrer, Stephan Séjourne, Azzedine Soufiane, Julie Vallières

# Faits Saillants

## Appalaches

Les activités visent à mieux comprendre l'architecture et les processus responsables de l'édification de la chaîne appalachienne dans le sud du Québec et les provinces de l'Atlantique.

Sous la direction de **Denis Lavoie**, les travaux du projet CARTNAT des Ponts géologiques de l'Est du Canada ont été menés par près de 25 chercheurs gouvernementaux et universitaires sur les cinq transects du projet et ce sur l'ensemble des domaines géologiques formant l'ancienne marge continentale de Laurentia. Les travaux, excursions de terrain et rencontres de planification scientifique ont bénéficié d'une forte synergie entre les intervenants impliqués dans l'étude des bassins du Paléozoïque inférieur de l'Est du Canada. Ces diverses activités ont permis de générer de nouvelles connaissances sur la géométrie et l'évolution de l'ensemble de la marge paléozoïque et de sa couverture quaternaire. Un volume spécial faisant la synthèse de ces nouvelles connaissances sur la marge cambro-ordovicienne a été publié par la *Revue canadienne des sciences de la Terre* (2003, v. 40, no. 2). La mise à jour des nouveaux modèles appalachiens a été présentée dans le cadre d'un symposium canado-américain au congrès de la section nord-est de la *Geological Society of America*, à Halifax et une session spéciale sur le potentiel en hydrocarbures des bassins du Paléozoïque de l'Est du Canada a été organisée à Calgary en juin 2002 lors du congrès annuel de la *Canadian Society of Petroleum Geology*.



<http://www.cgq-qgc.ca/recherche/bridges/fran>

Les travaux en tectonique des Appalaches de **Michel Malo** se sont poursuivis cette année en étudiant plus particulièrement les mécanismes des déformations crustales dans les fronts orogéniques pour comprendre leur influence sur le développement de la porosité et de la perméabilité des roches qui pourraient contenir des réservoirs d'hydrocarbures ou des gisements métallifères. Après avoir étudié en détail le réservoir de Saint-Flavien au cours des années précédentes, les travaux se sont déplacés vers le sud le long du front structural appalachien pour englober les régions des écailles de Saint-Dominique et de Philipsburg. Une collaboration avec MIR-Téledétection a permis d'étudier des lignes sismiques qui traversent le front structural pour appuyer les études d'images satellitaires Radarsat et d'autres données géoscientifiques (géologie, topographie, aéromagnétisme, gravimétrie). Le but de cette collaboration consistait à tester l'utilisation de Radarsat pour la reconnaissance de grandes structures géologiques susceptibles de contenir des réservoirs de gaz naturel dans la partie nord de l'État de New-York et la région adjacente du Québec. Enfin, une étude comparative entre les cadres tectono-sédimentaires du front structural des Appalaches du Québec et de la ceinture de chevauchement des Pyrénées du sud a été amorcée.

## Nord du Québec

### Pétrologie et géochimie

Les activités visent à étudier le contexte structural et lithologique de certains secteurs et à déterminer l'influence génétique et cinématique de la structure régionale et des plutons pré et syn-orogéniques.

**Jean Bédard** a finalisé sa contribution au projet Grand-Nord du MRN. Les résultats de ses études pétrologiques et structurales ont permis de proposer un nouveau modèle tectonique pour clarifier les relations entre les différents ensembles géologiques et pour classer les composantes des principales suites intrusives. Ces conclusions seront intégrées au rapport de synthèse sur le Grand-Nord du MRN.

### Grenville

Les activités ont pour but d'identifier et de caractériser les domaines lithotectoniques qui composent l'orogène de Grenville dans le sud-ouest du Québec, de préciser leur nature, leur extension et leur évolution tectonique ainsi que de caractériser la marge méridionale du Bouclier canadien.

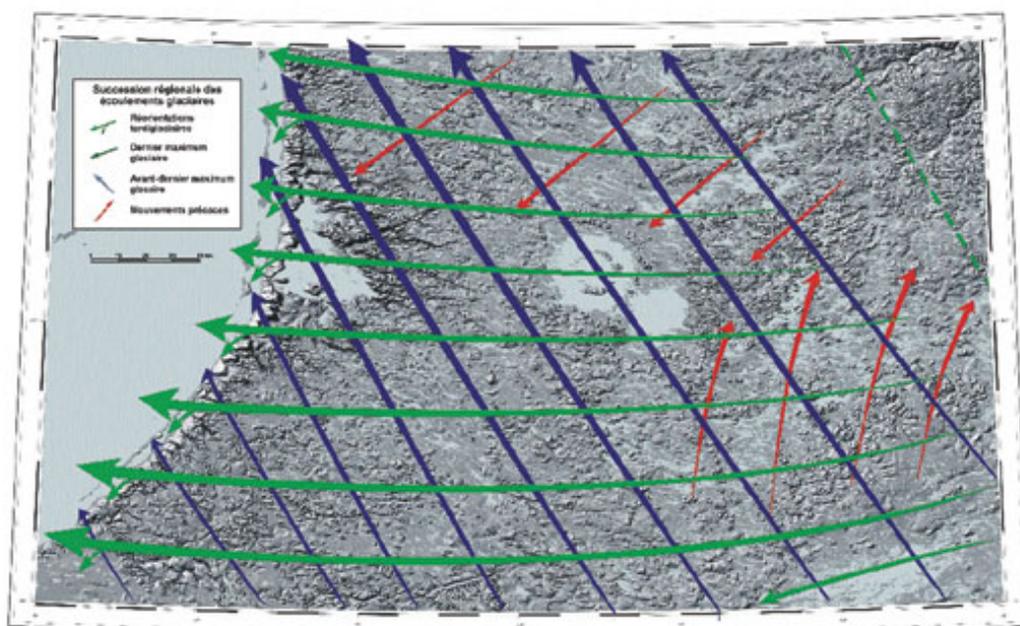
Le projet Grenville financé par le biais de l'Initiative géoscientifique ciblée (IGC) de la CGC est réalisé en partenariat avec les services géologiques du Québec et de Terre-Neuve et les universités. Il a pour but de dresser de nouvelles cartes et de mettre au point de nouveaux outils et modèles afin d'élargir les connaissances et d'établir de nouveaux cadres d'exploration pour l'est du Québec et le Labrador, connus pour leurs gisements de nickel-cuivre, de fer et de titane de rang mondial. Les levés de cartographie régionale menés par **Léopold Nadeau** et **Louise Corriveau** de 2000 à 2002 visaient entre autres la reconnaissance de systèmes hydrothermaux volcanogènes métamorphisés. Ils ont conduit à l'identification d'une mince ceinture volcanique minéralisée en cuivre associées aux métasédiments du Groupe de Wakeham. L'identification de ce nouveau contexte géologique, propice à l'exploration minérale a mené à la découverte de nouveaux indices minéralisés par l'industrie.

### 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.

Les levés cartographiques des formations superficielles des secteurs Abitibi et Chibougamau, réalisés par **Serge Paradis** entre 1989 et 2000, ont connu de nouvelles applications. Les cartes découlant de ces travaux, réalisées au départ pour soutenir l'exploration minière, avaient été au cours des ans utilisées par les compagnies forestières et les municipalités, comme outil d'aide à la décision pour le tracé de nouvelles routes. Elles serviront sous peu de documents de base pour les nouveaux projets du Centre en exploration diamantifère et en hydrogéologie. L'utilisation qu'en a fait la ville de Chibougamau est un exemple de retombée concrète. La ville était en effet à la recherche d'un nouveau site pour la prise d'eau municipale, suite à un problème de contamination de la source actuelle. La carte des formations superficielles ont permis de délimiter les formations géologiques favorables pour supporter l'approvisionnement en eau de la ville.

Un amalgame de levés de reconnaissance et de levés préliminaires ont été effectués par **Michel Parent** et **Serge Paradis** dans le cadre d'un projet sur le potentiel diamantifère du Grand-Nord québécois, mené en complémentarité avec le MRN. Ces levés ont permis de reconstituer les systèmes d'écoulement glaciaire le long d'un transect allant de la baie d'Hudson aux monts Torngat à la hauteur du 59<sup>e</sup> parallèle. Outre ce transect, appelé TOMOHUB, mettant en évidence pour la première fois la coalescence du dôme de Mistassini avec celui de l'Ungava, un autre transect du socle archéen a été initié à la latitude du 56<sup>e</sup> parallèle dans une zone profondément fracturée, celle de l'aulacogène du golfe de Richmond et du corridor Saindon-Cambrien. Ces travaux ont permis de documenter une dynamique glaciaire fort complexe mettant en évidence notamment le rôle de centres de dispersion précoces lors de la croissance du secteur oriental de l'Inlandsis laurentidien. En 2002-2003, les travaux ont également généré cinq rapports gouvernementaux conjoints avec le MRN et deux nouvelles cartes.



*Succession des systèmes d'écoulement glaciaire dans l'ouest du corridor Saindon-Cambrien*

# GÉORESSOURCES

*Ce programme implique des études métallogéniques détaillées, la proposition de métalotectes pouvant être appliqués dans le cadre de la mise en valeur du potentiel économique, le développement de guides pour l'exploration des hydrocarbures et des minéraux et des études sur la caractérisation et la délimitation des ressources en eaux souterraines.*

## Nos partenaires et clients

**Secteur privé :** Agnico-Eagle, Barrick Gold, Cambior, Ditem Explorations, Freewest, Goldcorp, Intragaz, Junex, Questerre, Mines Aurizon, Mistassini Geological Resources Centre, Monopros, Noranda Exploration, Pétrolia, Ressources Allican, Ressources Appalaches, Ressources minières Pro-Or, Shell Canada

**Organismes provinciaux :** Fonds d'action québécois pour le développement durable (FAQDD), Hydro-Québec, ministères des Ressources naturelles et de l'Environnement du Québec, Service géologique de l'Ontario, ministères de l'environnement du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard, Nunavik Mineral Exploration Fund, Valorisation Recherche Québec.

**Organismes fédéraux :** Environnement Canada, Développement Économique Canada, CRSNG

**Universités :** Laval, UQAC, Université Laurentienne, Queen's, Nouveau-Brunswick, Columbia, Musée Royal de l'Ontario

**Municipalités :** Conseil régional de développement des Laurentides, MRC de Portneuf, d'Argenteuil, de Mirabel, de Thérèse-de-Blainville et de Deux-Montagnes

**International :** United States Geological Survey (USGS)

## Nos expertises

Métallogénie  
Géochimie et lithogéochimie  
Relation minéralisations/stratigraphie/structure  
Géologie de la matière organique et des argiles  
Diagenèse et hydrothermalisme  
Potentiel pétrologène et réservoir  
Prospection glacio-sédimentaire  
Prospection lithogéochimique  
Hydrogéologie régionale

## Notre équipe

**Professeurs INRS-ETE:** Yvon Héroux, Marc R. LaFlèche, René Lefebvre, Michel Malo, Alain Tremblay, Richard Martel

**Chercheurs CGC-Québec:** Jean Bédard, Sébastien Castonguay, Benoît Dubé, Denis Lavoie, Yves Michaud, Michel Parent, Christine Rivard, Alfonso Rivera, Martine Savard

**Professionnels de recherche:** Rudolf Bertrand, Éric Boisvert, André Chagnon, Patrice Gosselin, Joëlle Marion, Valérie Murat, Miroslav Nastev, Serge J. Paradis, Nicolas Pinet, Luc Trépanier

**Étudiants:** Christine Beausoleil, Valérie Bécu, Alain Carrier, Vincent Cloutier, Bocar Hamet Diagana, Éric Hoffmann, Gilbert Karanta, Patrick Mercier-Langevin, James Moorhead, Claude Morin, Philippe Pagé, Stéphanie Roy, Jean-Michel Schroetter, Kenneth Williamson

# 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 débuté plusieurs initiatives sous l'égide du projet DIVEX financé par Valorisation Recherche Québec (VRQ) dont les faits saillants sont rapportés plus loin. Pour plus d'information:

<http://www.divex.ca>

L'industrie minière canadienne continue de porter un vif intérêt envers l'exploration aurifère et la CGC a maintenu un certain nombre d'activités thématiques afin de supporter les efforts du secteur privé. Dans cette optique, la base de données mondiale des gisements aurifères majeurs, qui a complété sa cinquième année, a pour but de fournir de l'information géologique, géographique et économique détaillée dans une structure bien ordonnée et pouvant être utilisée en conjonction avec des logiciels de systèmes d'information géospatiale (SIG). Sous la direction de **Benoît Dubé**, **Patrice Gosselin** a terminé l'analyse et la saisie des gisements contenant plus d'un million d'onces d'or. Des démarches ont été entreprises pour inclure tous les gisements canadiens d'au moins 250 000 onces d'or, en guise de supplément d'information dans la base de données. Ceci constituera une analyse complète sur les gisements aurifères, ainsi qu'une source d'information importante pour l'industrie minière, les services gouvernementaux et les intervenants universitaires.

En collaboration avec Goldcorp et le service géologique de l'Ontario, **Benoît Dubé** et **Michel Malo** ont poursuivi leurs activités à la mine de Red Lake en Ontario, qui bénéficie depuis 2001-2002 d'une subvention université/industrie/RNCan/CRSNG. L'étude de cette zone exceptionnellement riche en or, qui représente le meilleur exemple de minéralisation aurifère à haute teneur en exploitation à l'échelle mondiale, aura des incidences sur l'exploration dans les ceintures de roches vertes archéennes. Les résultats suggèrent que les discordances régionales constituent



Vue aérienne du couloir de déformation de Red Lake en Ontario, qui renferme plus de 23 millions d'onces d'or.

une cible d'exploration privilégiée, étant donné que la plupart des gisements aurifères de classe mondiale, tels que ceux de Timmins, Kirkland Lake et Red Lake, sont adjacents à de telles unités conglomératiques marquant la paléosurface.

L'initiative géoscientifique ciblée de la CGC a supporté des projets dans le secteur Doyon-Bousquet-Laronde, en Abitibi, et dans les systèmes aurifères reliés à des intrusions magmatiques au Nouveau-Brunswick. Les travaux menés en Abitibi par **Benoît Dubé** s'intègrent dans un projet du MRN, mené en collaboration avec l'industrie (Cambior, Agnico-Eagle, Barrick Gold, Ressources Yorbeau), le musée Royal de l'Ontario et l'UQAC. Ils ont pour objectif de comprendre la formation de ce gisement qui constitue un des plus importants complexes de sulfures massifs aurifères volcanogènes connus dans le monde. Parmi les paramètres géologiques clés à prendre en considération dans les stratégies d'exploration, les résultats ont mis en évidence la diversité des signatures hydrothermales.

Les travaux menés dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick par **Sébastien Castonguay** prennent appui sur la découverte de quelques occurrences aurifères significatives, qui semblent présenter des analogies avec un nouveau type de gîte aurifère associé à des intrusions granitiques, qui est de plus en plus intéressant au niveau mondial. Les différents assemblages lithostratigraphiques, ainsi que la nature et la position des structures hôtes de la minéralisation aurifère, donnent à penser que les stratégies d'exploration ne devraient pas se restreindre à la proximité d'intrusions ou de zones de cisaillement spécifiques mais prendre également en considération le rôle des phases de déformation régionale et les zones de cisaillement cassante-ductile majeures dans la mise en place de la minéralisation.

L'étude génétique, structurale et stratigraphique des gîtes de chromite dans les Appalaches du sud du Québec menée par **Jean Bédard**, qui a bénéficié en 2002-2003 d'un appui du projet DIVEX, a conduit à plusieurs conclusions intéressantes sur le complexe ophiolitique de Thetford Mines (COTM). Les premiers résultats tendent à valider l'hypothèse d'une corrélation stratigraphique entre les complexes ophiolitiques des Appalaches, ce qui favorisera l'exploration minière du chrome et des éléments du groupe du platine.

L'activité de démarrage du volet DIVEX sur les altérations hydrothermales en terrains gneissiques felsiques à haut rang métamorphique visait à affiner la stratégie de terrain de reconnaissance des systèmes hydrothermaux. Réalisée par **Louise Corriveau**, en collaboration avec **Georges Beaudoin** (Université Laval), cette activité préliminaire a permis d'initier plusieurs étudiants gradués à cette approche. La rédaction du guide pratique qui découlera de ces travaux sera effectuée en 2003-2004 et apportera des éléments-clés pour la recherche de gîtes métallifères non traditionnels dans les terrains gneissiques protérozoïques du Bouclier canadien.

**Mario Bergeron** a poursuivi ses travaux visant le développement d'une nouvelle technologie d'enrichissement de la chromite et d'extraction des métaux du groupe du platine par une approche employant la carbochloruration à sec. Cette technologie pourrait être déterminante pour l'exploitation du gîte de chromite platinifère de Ménarik. La société Pro-Or, qui détient cette propriété, a financé des travaux portant sur la synthèse de données géologiques, géochimiques métallogéniques, métallurgiques et géophysiques du gîte Ménarik, qui a conduit à l'élaboration d'un programme de recherche détaillé sur une nouvelle approche métallurgique très prometteuse et bien adaptée à l'exploitation de gîtes du type Ménarik. Cette approche a été testée avec succès à l'échelle laboratoire. Une étude cinétique de l'étape d'enrichissement de la chromite par extraction du fer a été financée par le projet DIVEX.

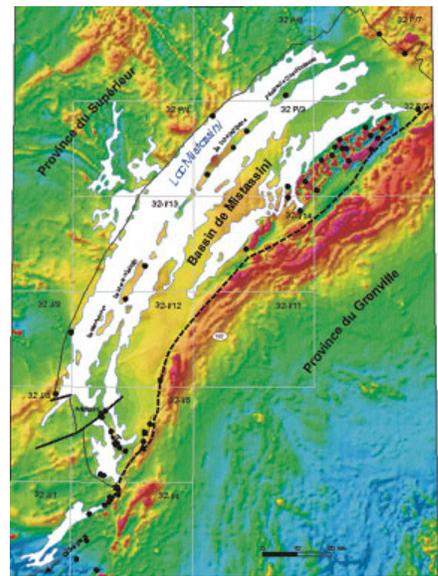
### **Outils d'exploration**

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

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 et le financement de l'Initiative géoscientifique ciblée de la CGC. Les levés de sédiments d'esker dans la partie ouest du corridor Saindon-Cambrien ont permis de découvrir des minéraux indicateurs kimberlitiques, identifiant ainsi une nouvelle région-cible pour l'exploration du diamant dans l'Est du Canada.

En collaboration avec le Mistassini Geological Resources Centre, et avec l'appui du projet DIVEX, **Yvon Héroux** a poursuivi le développement d'une nouvelle stratégie d'exploration pour les sulfures de métaux de base dans le bassin de Mistassini. Le bassin paléoprotérozoïque de Mistassini, situé à environ 70 km au nord de Chibougamau, couvre une superficie de près de 6 000 km<sup>2</sup>. Vu l'absence d'affleurements minéralisés montrant une altération identifiable, les travaux visent à développer une nouvelle méthode qui s'appuie sur des outils empruntés à l'exploration pétrolière. Ces outils, très sensibles aux sollicitations thermiques et chimiques de faibles amplitudes, permettent de discerner entre les contraintes thermiques et chimiques qui reflètent celles du dépôt initial de celles résultant des fluides hydrothermaux métallifères et du métamorphisme. Les résultats de l'été 2002 ont été positifs, permettant d'identifier au moins trois types de minéralisations et de confirmer l'utilisation de ces outils de prospection minière. La dernière étape de ce projet, qui sera réalisée en 2003-2004, aura pour objectif de définir la maille d'échantillonnage permettant de cartographier les signatures d'altération associées aux minéralisations du bassin de Mistassini.

Contexte tectonostratigraphique du bassin de Mistassini



La mine de cuivre Icon, la seule exploitation dans le bassin de Mistassini, a été active de 1967 à 1973. Il ne subsiste plus rien de ce site aujourd'hui. Photo : Gilles Allard, 1972



**Yvon Héroux** a réalisé, pour le compte d'Intragaz, l'étude du champ gazier de Saint-Flavien visant à décrire les divers types de lithologies et de porosité (intercristalline, vacuolaire et de fracture) et, s'il y a lieu, les phénomènes de dissolution qui contrôlent la porosité de ce réservoir pour le stockage des gaz. La réalisation d'un atlas pétrographique viendra compléter les objectifs du projet. Les travaux réalisés pour DITEM Exploration se sont intéressés au puit Dundee n° 1, foré en 2002 dans la région de Huntingdon à l'ouest de Montréal, qui montre des indices de gaz naturel associés avec des venues d'eau salée dans la Formation de Beauharnois. L'objectif de ces travaux consiste à préciser la nature des lithofaciès et leurs attributions stratigraphiques dans le forage, à qualifier et quantifier la porosité dans les niveaux réservoir, à reconstituer l'histoire de cette porosité et à déterminer l'origine du gaz rencontré en cours de forage.

Le Centre a également appuyé les efforts de la société Hydro-Québec qui s'est tournée vers le gaz naturel comme nouvelle source d'énergie. Dans le but de mieux cerner le potentiel du territoire appalachien de Gaspésie-Matapédia-Témiscouata, Hydro-Québec a confié à une équipe de chercheurs du Groupe interuniversitaire de recherche en géodynamique et analyse de bassins (GIRGAB) le mandat de réaliser une synthèse géologique visant à supporter l'exploration et l'évaluation du potentiel en hydrocarbures de ce secteur. Le groupe de chercheurs était constitué de **Rudolf Bertrand, Michel Malo, Denis Lavoie** ainsi que **Pierre-André Bourque** et **Donna Kirkwood** de l'Université Laval. On peut accéder au site web du GIRGAB à : <http://www.ggl.ulaval.ca/Girgab/girgab.accueil.html>

### 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 projet sur les aquifères fracturés du sud-ouest du Québec (AFSOQ), dirigé par **Martine Savard** et **Miroslav Nastev**, débuté en 1998, s'est terminé cette année. La dernière année du projet a permis de finaliser les aspects touchant à la modélisation numérique de la quantification du bilan volumique de l'eau souterraine et de sa dynamique, la vulnérabilité de l'aquifère au roc à partir d'une méthode utilisant le temps de parcours de l'eau de la surface du sol à l'aquifère, l'évaluation de la propagation d'erreur lors de la production des cartes de vulnérabilité de type DRASTIC et l'identification des secteurs les plus favorables à l'exploitation de l'eau souterraine. Le précis d'information, préparé en collaboration avec le service des communications de RNCAN, et présentant les réalisations du projet, en termes de qualité, quantité, utilisation et protection de la ressource en eau souterraine sur le territoire étudié, peut être consulté à l'adresse suivante:

[http://www.rncan-rncan.gc.ca/media/newsreleases/2002/2002131a\\_f.htm](http://www.rncan-rncan.gc.ca/media/newsreleases/2002/2002131a_f.htm)



*La fin du projet d'hydrogéologie des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec (AFSOQ) a été marquée par une conférence de presse qui s'est tenue le lundi 28 octobre 2002 à Rosemère et qui réunissait les représentants des organismes partenaires et des collaborateurs de recherche du projet.*

La distribution et l'architecture des sédiments quaternaires jouent un rôle important pour la société canadienne, certaines formations plus perméables constituant des aquifères très productifs, d'autres peu perméables assurant la protection des aquifères contre la contamination de surface. De plus, ces sédiments contrôlent généralement les conditions de confinement et la recharge des aquifères qu'ils recouvrent, tels les grands aquifères rocheux fracturés du sud-ouest du Québec. Dans cette région, la diversité et la complexité géométrique des formations quaternaires sont telles qu'elles requièrent la construction de modèles géologiques tridimensionnels. Ceux-ci permettent d'intégrer l'information de surface et de sous-surface et d'évaluer semi-quantitativement la vulnérabilité des aquifères à la contamination. Puisque les méthodes traditionnelles n'ont pas été conçues pour évaluer les aquifères recouverts de plusieurs couches discontinues, d'épaisseur et de nature variables, une approche novatrice a été développée par **Martin Ross**, sous la direction de **Michel Parent**, afin d'évaluer à l'échelle régionale la vulnérabilité de ce type d'aquifères. Cette méthode (V-TOT) permet d'estimer le temps de parcours vertical d'un contaminant dissous et conservateur entre la surface et l'aquifère ciblé par l'évaluation à l'aide d'un modèle tridimensionnel et de paramètres hydrogéologiques.

L'initiative sur les eaux souterraines dans les Maritimes (IESM) s'est aussi terminée en 2002-2003. Il s'agit d'une vaste étude hydrogéologique s'intéressant à une portion représentative du Bassin carbonifère des Maritimes, où sont situés quelques-uns des aquifères les plus productifs du Canada. La région à l'étude inclut une partie du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse et couvre approximativement 20 000 km<sup>2</sup>, dont 15 000 km<sup>2</sup> sont constitués de roches sédimentaires. Ce projet, dirigé par **Yves Michaud** et **Christine Rivard**, implique de nombreux participants, dont les ministères de l'Environnement des provinces touchées, Environnement Canada, les universités du Nouveau-Brunswick, l'INRS-ETE et Laval, ainsi que le service géologique des États-Unis (USGS). Le projet a permis d'améliorer la compréhension de l'hydrodynamique des aquifères de ce bassin et de fournir des informations et des outils pour la caractérisation régionale de la ressource en eau souterraine.



Travaux d'échantillonnage hydrogéologique effectués dans les Maritimes.

Un projet sur les ressources en eau souterraine dans la municipalité de Lac-Beauport a été dirigé par **René Lefebvre**, en collaboration avec TechnoRem. Il visait à développer et appliquer des outils supportant la gestion des ressources en eau dans cette municipalité où la majorité des résidents s'alimentent à partir de puits domestiques. Ces mêmes résidences sont munies de systèmes de fosses septiques et de champs d'épuration qui émettent des nitrates qui

peuvent atteindre les aquifères rocheux fracturés dans lesquels se trouvent les puits. Ce projet a permis de mieux comprendre l'écoulement souterrain en terrain montagneux et dans des milieux rocheux fracturés du Bouclier canadien. Enfin, les résultats du projet aideront à définir la densité de développement résidentiel permettant la préservation de la qualité de l'eau souterraine dans une perspective de développement durable en milieux péri-urbain.



*Dans le secteur du Lac Beauport, examen des débris de forage pour l'identification lithologique.*

# GÉOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

*Ce programme comprend des activités qui visent à améliorer la compréhension de processus reliés à des problématiques environnementales telles que 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.*

## Nos partenaires et clients

**Secteur privé:** Association minière du Canada, Biogénie S.R.D.C., Consultants Genium, Exosystems Research Group, Forintek, Groupe conseil Génivar, Groupe conseil La Salle, Onyx Industries, Robertson GeoConsultants, Société de restauration du saumon de la Betsiamites, Verreault Navigation

**Organismes provinciaux:** ministères de l'Environnement, des ressources naturelles, des Transports, de la Sécurité publique, des Affaires municipales, de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, et de la Santé et des services sociaux du Québec, Société de la Faune et des Parcs, Hydro-Québec, COREM, FQRNT, CEMRS, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail.

**Organismes fédéraux:** ministères de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire, de la Défense nationale (RDDC-Val), de l'Environnement, de la Pêche et des Océans, Protection civile Canada, ACDI, CNRC, CRSNG, FCAR, FCI, Chaires de recherche du Canada

**Universités:** Laval, Guelph, Western Ontario, McGill, Montréal, Concordia, CIRSA, ISMER-UQAR.

## Nos expertises

Géomorphologie glaciaire, périglaciaire, fluviale et littorale  
Stabilité des versants et prévention des aléas géologiques  
Géochimie des éléments traces et géochimie inorganique  
Géochimie isotopique  
Dendrochronologie et dendrogéochimie  
Hydrogéologie  
Dynamique des fluides et écoulement multiphase  
Caractérisation, restauration et gestion environnementale

## Notre équipe

**Professeurs INRS-ETE:** Marc Amyot, Mario Bergeron, Normand Bergeron, Jean-François Blais, Bernard Bobée, Peter G.C. Campbell, Marc R. LaFlèche, Pierre Lafrance, René Lefebvre, Bernard Long, Richard Martel, Normand Tassé, André Tessier

**Chercheurs CGC-Québec:** Christian Bégin, Yves Michaud, Michel Parent, Didier Perret, Martine Savard

**Professionnels de recherche:** Francis Bérubé, Patricia Johnston, Joëlle Marion, Marc-André Pouliot, Anna Smirnov

**Étudiants:** Maxime Aubert, Nathalie Arel, Jean-Christophe Aznar, Jean-Marc Ballard, Annie Bélanger, Pascal Bergeron, Alexandre Boutin, Emmanuel Cagnat, Patrice Carbonneau, Pascale Collin, Jean-François Crémer, Gérald Dermont, Mathieu Duchesne, Caroline Gauthier, Sylvain Hains, Xiaohong Hou, Patricia Johnston, Macoaura Kone, Alain Langlais, Mylène Levasseur, Jeff K. Lewis, Michel Mailloux, Annie Ménard, Francis Moore, Sabary Omer Ndzangou, Douglas Pankewich, Olivier Pontlevoy, Cintia Racine, Caroline Roberge, Thomas Robert, Maud Ullman

# Faits Saillants

## 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

Les résultats du projet de dendrogéochimie isotopique réalisé sous la direction de **Martine Savard**, **Christian Bégin** et **Michel Parent** ont été cités dans l'édition de février du magazine Québec Science parmi les dix découvertes scientifiques de 2002. Ce projet, mené sous l'égide du programme sur les métaux dans l'environnement (MEDE) du Secteur des sciences de la Terre, a livré ses derniers résultats en démontrant que la concentration de substances potentiellement toxiques dans la forêt boréale, comme le dioxyde de soufre émis par les fonderies, diminue considérablement la consommation de CO<sub>2</sub> par les arbres. Il semblerait donc qu'un air plus sain favoriserait la diminution de l'effet de serre et permettrait à la forêt de jouer pleinement son rôle de puits de carbone en captant le gaz carbonique. Ces conclusions sont basées sur les derniers calculs suggérant que les émissions de la fonderie Horne ont affecté l'environnement (sol-air) des arbres situés jusqu'à 116 km de Rouyn-Noranda.

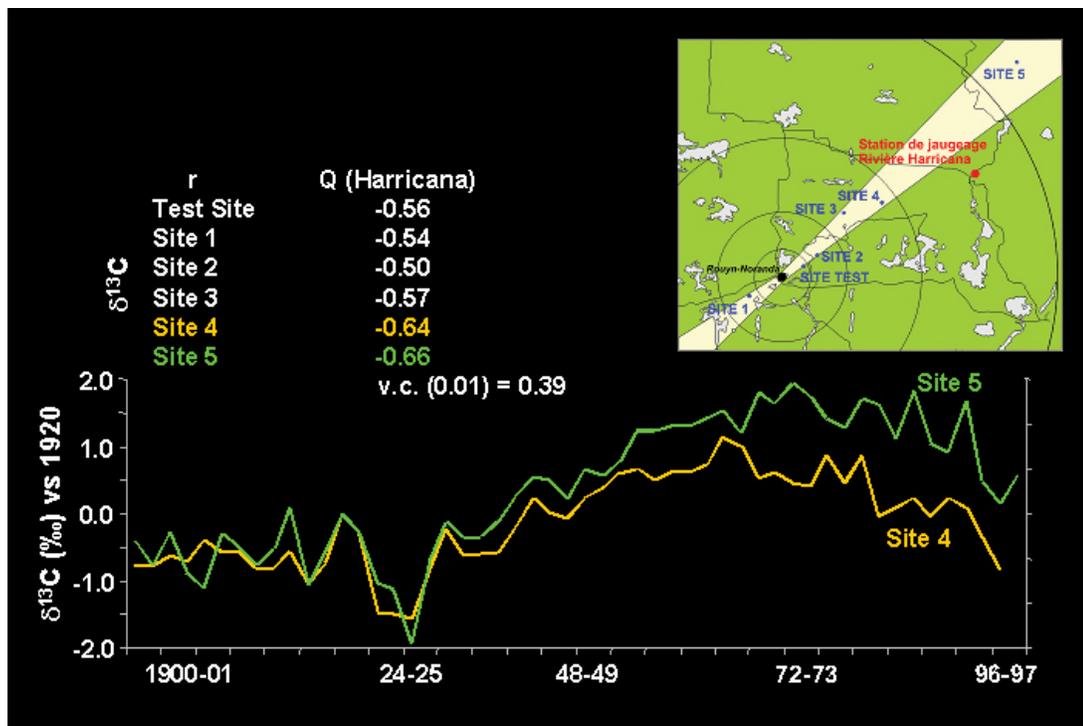


Diagramme montrant la forte influence des conditions hydriques sur les fluctuations mineures de  $\delta^{13}\text{C}$

## Stabilité des versants

Les dépôts argileux postglaciaires de l'Est du Canada peuvent être affectés par des glissements de terrain, dont la fréquence et l'ampleur représentent un risque parfois important pour les personnes et les biens. En 2002-2003, les activités de recherche de **Didier Perret** ont porté, d'une part, sur le développement d'outils facilitant la prise de décision en matière d'aménagement et de gestion du territoire, et d'autre part, sur l'analyse des principaux facteurs

naturels de déclenchement des glissements de terrain (pluies, associées ou non à la fonte des neiges, et séismes). Les travaux portant sur l'évaluation qualitative et quantitative du risque se sont poursuivis, notamment pour les glissements de terrain superficiels affectant la croûte argileuse altérée et fissurée des talus, les plus nombreux à se produire. Dans le cadre du second volet, l'analyse complémentaire d'un glissement de terrain fortement rétrogressif (Rigaud, 1978) a confirmé l'importance des niveaux de faible résistance mécanique, appelés « couches molles », dans l'initiation des grands étalements latéraux.

## Processus érosionnels et sédimentaires

Sous la direction de **Bernard Long**, l'INRS-ETE a poursuivi sa contribution au projet COSTA-Canada, rattaché au projet européen du même nom, qui s'intéresse à la stabilité des pentes continentales et l'architecture 3-D des dépôts. Pour plus d'information : [www.costa-Canada.ggl.ulaval.ca](http://www.costa-Canada.ggl.ulaval.ca).

Pour le compte du MAPAQ, **Bernard Long** a dirigé la première phase d'une campagne effectuée dans la lagune de la Grande-Entrée, aux Îles-de-la-Madeleine, afin d'évaluer l'impact des cultures de mollusques sur la sédimentation de la lagune. Étant donné que les élevages de mollusques augmentent la sédimentation fine et le pourcentage de matière organique dans le milieu, les travaux visaient à déterminer la capacité d'accueil des sites d'aquaculture.

Deux études ont été effectuées pour le compte d'Hydro-Québec par **Bernard Long**. La première consistait à effectuer une revue bibliographique sur les aspects touchant à la sédimentologie et la géologie de la région du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent, jusqu'à l'Île d'Orléans, afin de planifier les futures campagnes géophysiques visant à améliorer les connaissances relatives aux dépôts quaternaires et au substrat rocheux. Ces recherches bibliographiques ont été effectuées dans le but de servir d'assise à une collaboration de recherche avec Hydro-Québec et le CGQ. La deuxième étude visait à évaluer les impacts des activités de prospection des hydrocarbures en mer, notamment la sismique marine et les forages. Les résultats ont permis de préciser les seuils de tolérance de la faune marine communément reconnus au niveau mondial.

Inauguré en 2001, le scanographe de l'INRS-ETE a été au centre de collaborations avec l'Université de Southampton, en Angleterre, et le Parc de Miguasha visant, respectivement, la détermination de la bioturbation dans les sédiments et la visualisation en 3-D de fossiles non dégagés des formations rocheuses.



*Ci-contre, deux applications du scanographe dans l'étude de l'architecture de différents types de corps géologiques. Il s'agit, à gauche, d'une espèce de poisson du Dévonien, provenant du gisement de Miguasha et, à droite, d'une palourde provenant d'une carotte sédimentaire intacte prélevée dans les batture du Bic.*

## 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'INRS-ETE a poursuivi ses travaux sur les sols et les sédiments contaminés par des sources mixtes de types organiques et inorganiques découlant d'activités industrielles près des zones urbaines et portuaires. L'étude, dirigée par **Mario Bergeron**, vise à élaborer un procédé de traitement des sols et des sédiments contaminés à la fois par des composés organiques et inorganiques. De façon à minimiser les coûts de restauration, l'utilisation de méthodes de traitement peu coûteuses utilisées par l'industrie minière, s'est imposée. Dans l'optique d'une application environnementale, ces méthodes ont pour fonction de concentrer les contaminants afin de produire un rejet décontaminé. Plusieurs projets sont en cours sur de nouvelles utilisations des techniques minéralurgiques à des fins environnementales. Ainsi, on examine actuellement la récupération de fines particules métalliques et divers contaminants organiques par des techniques de flottation en colonne agitée.

Le site des anciennes lagunes de Ville Mercier émet un panache de contaminants dissous à la fois dans un aquifère rocheux fracturé et dans un aquifère granulaire sus-jacent localisé dans un esker. Le panache est présentement contrôlé par un système de pompage et de traitement qui arrive à la fin de sa vie utile. Le MENVQ a confié à l'INRS-ETE le mandat de faire la sélection de nouvelles mesures de contrôle qui viendraient remplacer le présent système. Ce projet, sous la responsabilité de **René Lefebvre**, implique le développement d'un modèle numérique d'écoulement et l'analyse comparative ainsi que l'optimisation de technologies de contrôle du panache.

**Richard Martel** a travaillé sur la production de monoxyde de carbone (CO) associé aux travaux à l'explosif en milieu urbain. Dans le cadre de ces travaux, ayant une incidence sur la santé publique, il a conçu et réalisé des essais de terrain pour évaluer la migration du CO dans le roc fracturé suite à des dynamitages. Des méthodes de mitigation ont aussi été testées pour limiter la propagation des gaz. Ces résultats, uniques au niveau mondial, servent présentement à modifier les techniques de dynamitage en milieu urbain ainsi que la réglementation québécoise actuelle afin d'éviter d'autres intoxications involontaires de résidents et de travailleurs.



*Problématique de l'infiltration du monoxyde de carbone à Rock Forest. Le gaz circule dans le roc fracturé vers les résidences avoisinant les zones de dynamitage.*

En collaboration avec des scientifiques du Canada, de l'Australie, des États-Unis et du Royaume-Uni, **Richard Martel** a participé au développement et à l'application du protocole de caractérisation d'un site contaminé par des explosifs. L'étude a été effectuée sur une partie d'un ancien site australien de production d'explosifs. L'étude d'application du protocole de caractérisation comprenait des travaux de terrain (sécurisation, échantillonnage et instrumentation) et de laboratoire visant à évaluer le niveau de contamination des sols et des eaux souterraines et les propriétés de transport et de transformation des matériaux énergétiques dans ces milieux.



*Travaux d'évaluation des quantités d'explosifs résiduels dans les sols et l'eau souterraine au site EFM Marybirnong, à Victoria en Australie.*

Après plusieurs années d'essais de revalorisation des résidus miniers, les propriétaires du site minier Manitou, près de Val d'Or, ont dû déclarer faillite. Le site est donc maintenant sous la responsabilité de la Couronne, qui doit procéder à sa restauration. Plusieurs millions de tonnes de résidus sulfureux libérant de l'acide et des métaux lourds se trouvent dans deux parcs aux marges instables et la restauration pose un défi important, tant au point de vue technique que financier. Après identification précise de tous les besoins d'intervention, le projet, réalisé par **Normand Tassé** pour le compte du MRN, vise à recueillir toute l'information requise pour caractériser le milieu et planifier une restauration permettant une démarche véritablement intégrée. Il est en effet certain que plusieurs technologies de restauration devront être mises en oeuvre, et le projet entend réunir tous les éléments requis pour faire un choix éclairé de techniques complémentaires et efficaces au meilleur coût possible.

Les sols contaminés par des sels communs, suite à des activités agricoles ou industrielles, acquièrent des propriétés physiques extrêmement nuisibles au rendement des cultures. Les civilisations mésopotamiennes leur doivent leur disparition, il y a plus de 5 000 ans, et ce problème affecte de nos jours une grande proportion des régions subtropicales, souvent déjà affligées de sous-développement. **Normand Tassé** réalise pour la société Biogénie un projet qui vise dans un premier temps à identifier les technologies de décontamination éprouvées et potentielles, à déterminer leur impact observé ou potentiel sur les propriétés pédologiques des sols et à circonscrire les avantages et désavantages techniques et financiers associés à leur mise en oeuvre.

### 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.

Le projet d'**Yves Michaud** visant à évaluer l'impact potentiel du changement climatique sur la recharge en eau souterraine au Québec et dans les Maritimes s'est terminé. Des séries chronologiques de niveaux d'eau dans les puits, de températures, de précipitations et de débits de rivière ont été utilisées pour étudier la relation existant entre le climat et le niveau d'eau dans différentes formations aquifères (granulaires ou fracturées) et dans divers types d'aquifères (libres ou semi-confinés). La base de données développée pour les besoins de cette étude a permis de montrer que la recharge annuelle semble rester stable ou diminuer depuis les dernières décennies alors que les précipitations et les températures tendent à augmenter depuis le début du siècle. Les causes de ce phénomène sont encore inconnues, mais les changements climatiques, combinés ou non à l'activité humaine, font partie des facteurs à considérer.

# GÉOMATIQUE ET GÉO-INFORMATION

*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).*

## Nos partenaires

**Universités** : Laval, Alberta, Calgary, Queen's, McGill, UQTR, de Montréal, York, Leeds (R-U), CIRSA

**Organismes fédéraux** : Centre canadien de télédétection, RCE GEOIDE, Environnement Canada, Agence spatiale canadienne

**Organismes provinciaux** : Services géologiques de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve, ministère des Transports du Québec, Hydro Québec

**Secteur privé** : American Association of State Geologists, Génivar, Husky Oil, MIR Télédétection, Secrétariat Inter-Conseils, Shell Canada, SIAL Géoscience, Talisman Energy, VIASAT Géo-technologie

**International** : United States Geological Survey

## Nos expertises

Gestion et modélisation de banque de données géospaciales

Photogrammétrie (imagerie numérique terrestre, aérienne et satellitaire)

Cartographie numérique 2.5 D et 3D

Analyse spatiale

Intégration de données géoscientifiques multisources et multidimensionnelles

Arclnfo, Autocad, Microstation, Mapinfo, MapObjects, bases de données relationnelles, programmation (AML, VB, Delphi, C++)

## Notre équipe

**Professeure de l'INRS-ETE** : Normand Bergeron, Bernard Long

**Chercheurs CGC-Québec**: Daniel Lebel, Didier Perret

**Professionnels de recherche**: Éric Boisvert, Ruth Boivin, Marco Boutin, Christine Deblonde, Luce Dubé, Héryk Julien, Hugo Laroque, Annie Morin, Serge J. Paradis (responsable du LCNP)

**Étudiants**: Magalie Levasseur, Christine Saint-Laurent

# Faits Saillants

## Géomatique

Sous la direction de **Bernard Long**, les travaux ont débuté dans le cadre du projet GEOIDE visant la mise au point de mesures d'érosion côtière en utilisant le laser aéroporté (LIDAR) et des systèmes de vidéogrammétrie. Les premiers levés aériens ont été effectués en mai 2002 le long des 120 km de côte de la baie des Chaleurs. Des levés terrestres de géotechnique et de sédimentologie ont été effectués simultanément pour étalonner les valeurs de retour des signaux LIDAR. Dans le cadre de ce projet, réalisé en collaboration avec les universités York et Laval et avec la division de l'Atlantique de la Commission géologique du Canada, un atelier de travail a rassemblé à Ottawa une quarantaine de participants qui ont discuté des principes de la cartographie 3-D.

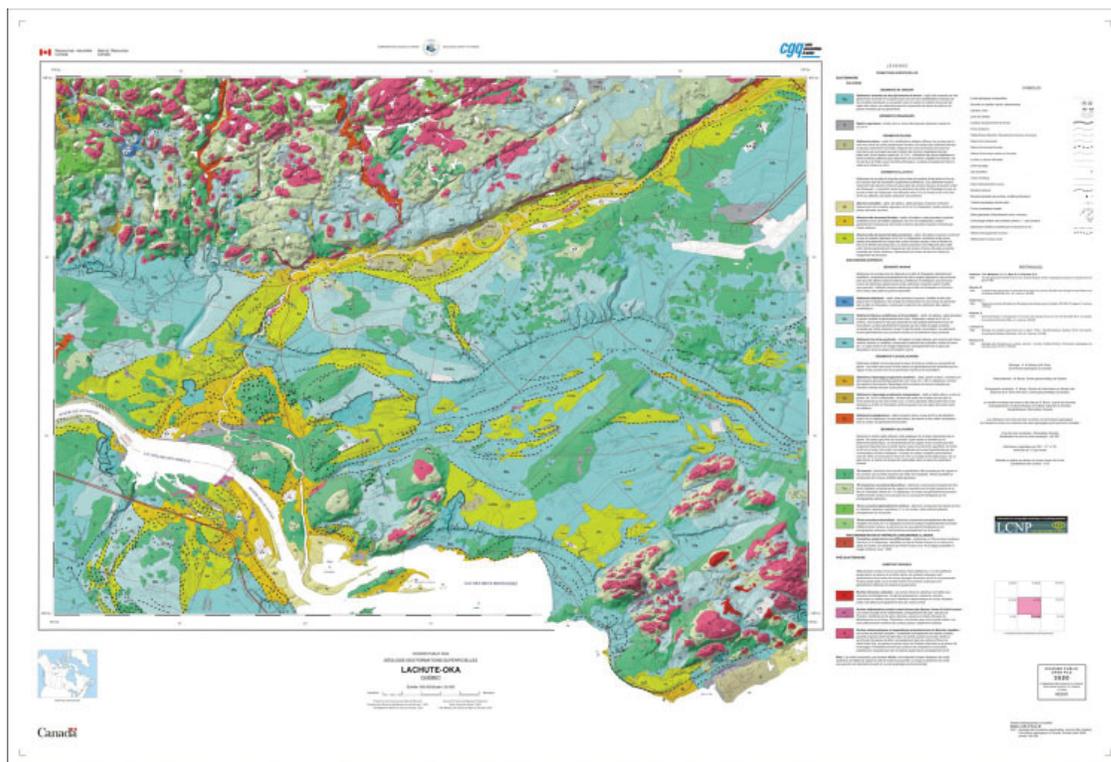


Travaux d'échantillonnage à l'Anse-à-Beaufils, en Gaspésie.

## Développements méthodologiques

Le Laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP) collabore activement à la mise en place du GDR (Geoscience Data Repository). Le GDR est un ensemble de serveurs de haute capacité opérant sous Oracle et permettant le stockage de données dans des serveurs distribués dans les cinq bureaux de la Commission géologique du Canada. **Éric Boisvert** et les membres du LCNP travaillent à la mise au point d'une architecture permettant la synchronisation des données dans des serveurs distants et le partage des données grâce à un portail unique.

La procédure semi-automatique, développée à partir d'ArcInfo par **Serge Paradis** et le personnel du LCNP pour la production de cartes en relief ombragé, combinant modèle numérique de terrain (MNT) et cartographie géologique, a encore été reconnue dans le milieu cartographique. La carte des formations superficielles de la région Lachute-Oka (dossier public no 3520 de la CGC), réalisée par **Andrée Bolduc** et **Martin Ross** a été choisie par ESRI Canada pour illustrer le mois de juin de l'édition 2003 de son calendrier et figurer sur une affiche promotionnelle et un kiosque institutionnel.



*Géologie des formations superficielles de la région de Lachute-Oka. Cartographie réalisée dans le cadre du projet CARTNAT de l'avant-pays des Appalaches et de la Plate-forme du Saint-Laurent.*

**Ruth Boivin** a coordonné le développement d'une procédure permettant de généraliser des cartes géologiques quaternaires de l'échelle de 1/50 000 à 1/100 000 avec ARC/INFO Workstation v. 8.2 (langage AML). Le travail de documentation et de développement a porté sur 16 cartes géologiques quaternaires, réalisées dans le secteur de Chibougamau par **Serge Paradis**, qui ont été reliées, généralisées et publiées sous forme de quatre cartes de Série A à l'échelle 1/100 000. Cette procédure, largement automatisée, contribuera à résoudre des problèmes liés à l'analyse spatiale des systèmes d'information.

L'équipe du LCNP a développé au cours des ans des fiches de saisie permettant de compiler l'information de terrain recueillie dans le cadre des projets d'hydrogéologie de la CGC-Québec (Piémont laurentien, AFSOQ, Maritimes) et de constituer des bases de données hydrogéologiques normalisées. Ces développements ont été raffinés avec le développement, par **Éric Boisvert** et **Christine Deblonde** d'une version de ces mêmes fiches de terrain accessibles par l'internet. Ainsi, les membres des équipes de terrain, peu importe leur nombre, leur affiliation ou leur localisation, peuvent dorénavant, et pour n'importe quel projet, saisir leurs données dans une base de données hydrogéologique commune. Des sites intranet de projet ont également été mis en ligne pour permettre d'interroger et de visualiser les données.

### Avril 2002 :

L'équipe administrative du CGQ, composée de **Aïcha Achab, Denise Boudreau, Christine Laberge, Lynda Michaud, Pascale Côté et Brigitte Lafortune** a reçu une prime au mérite de RNCAN pour l'élaboration de procédures et mécanismes originaux ayant favorisé la synergie, la participation de tous et la création d'un milieu de travail stimulant et ouvert.

### Mai 2002 :

**Sonia Dupuis** a reçu le prix Manon-Bourget de l'Association professionnelle des techniciennes et techniciens en documentation du Québec, qui a récompensé ses réalisations professionnelles et son implication dans la formation.

### Juin 2002 :

**Peter Campbell** a été élu à l'Académie des sciences de la Société royale du Canada en reconnaissance du caractère innovateur de ses travaux qui conduisent à de meilleures méthodes de prédiction et de contrôle de l'impact des polluants sur l'environnement.

**Jean-Pierre Villeneuve** a reçu le Prix Adrien-Pouliot 2002 / Coopération scientifique avec la France décerné par l'Association francophone pour le savoir (Acfas). Cette récompense vise à souligner l'excellence de ses travaux sur la gestion intégrée des ressources en eau, réalisés en collaboration avec des partenaires français, et leurs retombées autant au Québec qu'en France, où ils lui ont valu le grade de Chevalier de l'Ordre National de la Légion d'honneur.

**Patrick Mercier-Langevin** a reçu une bourse de la *Society of Economic Geologists Canada Foundation 2003* remise à un étudiant effectuant des recherches dans le domaine de la géologie économique, qui comportent une importante composante de terrain. Son projet de doctorat portant sur le gisement aurifère de la mine Laronde est dirigé par Benoît Dubé et co-dirigé par Marc R. Laflèche.

### Novembre 2002 :

Au séminaire d'information du ministère des Ressources naturelles du Québec, **Yvon Héroux** a reçu le mérite géoscientifique pour les ressources décerné par l'Ordre des géologues du Québec. Cette distinction récompensait ses réalisations constantes et remarquables au service de la connaissance et de la gestion des ressources.

L'équipe composée de **Benoît Lafrance, James Moorhead, Pierre Pilote, Benoît Dubé, Patrick Mercier-Langevin, Don W. Davis et Wulf Mueller** a gagné le marteau d'or au séminaire d'information du ministère des Ressources naturelles du Québec pour leur affiche: Synthèse métallogénique du camp minier de Doyon-Bousquet-Laronde - levé géologique de la portion est de la Formation de Bousquet.

L'équipe du projet « Dynamique glaciaire et prospection de diamant » composée de **Michel Parent, Serge Paradis et Marc Beaumier** (MRN) a reçu une prime au mérite du Secteur des sciences de la Terre en reconnaissance de la pertinence de la problématique scientifique du projet ainsi que l'impact des travaux sur le développement durable du Nord.

L'équipe du projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la Plate-forme du Saint-Laurent (Initiative des Ponts géologiques), composée de **Denis Lavoie, Sébastien Castonguay, Kathleen Lauzière, Michel Malo et Alain Tremblay**, a reçu une prime au mérite du Secteur des sciences de la Terre en reconnaissance du leadership et des efforts de coordination exceptionnels déployés dans le cadre de ce projet.

**Martine Savard et Christian Bégin** ont reçu une prime au mérite du Secteur des sciences de la Terre accordée aux participants du programme des Métaux dans l'environnement pour le caractère innovateur des travaux menés dans l'ensemble des projets et l'impact de leurs résultats.

**Brigitte Lafortune** a reçu une prime au mérite du Secteur des sciences de la Terre accordée au personnel administratif qui a revu les processus administratifs supportant le nouveau mode de gestion scientifique du Secteur.

Décembre 2002 :

Les membres de l'équipe d'hydrogéologie régionale des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec, dirigée par **Martine Savard** et comprenant **Édith Bourque, Nathalie Fagnan, Kathleen Lauzière, René Lefebvre, Richard Martel, Miroslav Nastev, Daniel Paradis et Michel Parent**, ont reçu le Prix du Chef de la Fonction publique du Canada en reconnaissance de l'excellence de leur travail scientifique, mais aussi pour leur professionnalisme et leur souci constant de vulgarisation dans le but de rendre l'information accessible aux décideurs locaux et régionaux.

Février 2003

*Le projet DINAMITE élevé au rang de découverte scientifique de l'année 2002 par Québec Science.*

The image shows a page from a report titled "Les 10 découvertes de l'année 2002" under the "environnement" (environment) category. The main article is titled "Bronchite forestière" (Forest Bronchitis) and discusses how atmospheric pollution significantly limits the capacity of trees to absorb carbon. The article includes a photograph of a dense forest, a line graph showing CO2 levels from 1958 to 2002, and several columns of text explaining the scientific findings and their implications. The graph shows a steady increase in CO2 levels over the period, with a notable spike around 1992. The text mentions researchers like Christian Bégin, Michel Parent, and others, and discusses the impact of fossil fuel combustion and forest fires on atmospheric CO2 levels.

Mars 2003 :

Les membres du Comité national ad-hoc sur l'eau souterraine ont reçu une prime au mérite de Ressources naturelles Canada pour avoir favorisé la synergie entre les différents intervenants dans le domaine de l'hydrogéologie et avoir amorcé un dialogue productif entre les provinces et les institutions fédérales. Il s'agit de **Alfonso Rivera**, **Maurice Lewis** (Association canadienne des eaux souterraines), **Nolan Shaheen** (Saskatchewan Water), **Allan Crowe** (Environnement Canada), **Al Kohut** (Min. de l'Eau, de la Terre et de la Protection de l'air, C.-B.), **Cam Baker** (Service géologique de l'Ontario), **Darryl Pupek** (Min. de l'Environnement et des gouvernements locaux, N.-B.) et **Dave Rudolf** (Université de Waterloo).

Juin 2003 :

Le Conseil fédéral du Québec a récompensé **Gérald Vigeant** (Environnement Canada) et **Yves Michaud** pour l'organisation de trois ateliers qui visaient à identifier les problématiques transversales prioritaires et à maximiser la synergie entre les chercheurs fédéraux dans le domaine du changement climatique.

## L'ÉQUIPE DU CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC

### 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**

### PROFESSEURS INRS

**ACHAB, Aïcha, D.Sc.**

Biostratigraphie

**AMYOT, Marc, Ph.D.**

Biologie

**BERGERON, Mario, Ph.D.**

Géochimie

**BERGERON, Normand, Ph.D.**

Géomorphologie

**BERNIER, Monique, Ph.D.**

Téledétection appliquée au suivi des ressources en eau

**BLAIS, Jean-François, Ph.D.**

Biohydrométallurgie environnementale

**BOBÉE, Bernard, D.Sc.**

Hydrologie statistique

**CAMPBELL, Peter, G.C., Ph.D.**

Biogéochimie

**FRANCUS, Pierre, Ph.D.**

Sédimentologie

**HARRIS, Lyal, Ph.D.**

Métallogénie

### DIRECTION INRS-ETE

**VILLENEUVE, Jean-Pierre, D.Sc.**

Modélisation, gestion des ressources en eau

**LAFLAMME, Nicole, Administration et finances**

**ST-JACQUES, Isabelle, Secrétariat de direction**

**HÉROUX, Yvon, Ph.D.**

Pétrologie et géochimie de la matière organique

**LA FLÈCHE, Marc R., Ph.D.**

Géochimie

**LAFRANCE, Pierre, D.Sc.**

Biogéochimie des contaminants organiques

**LEFEBVRE, René, ing. Ph.D.**

Hydrogéologie

**LONG, Bernard, Ph.D.**

Dynamique sédimentaire, sismostratigraphie

**MALO, Michel, Ph.D.**

Géologie structurale

**MARTEL, Richard, ing. Ph.D.**

Hydrogéologie

**PANICONI, Claudio, Ph.D.**

Hydrogéologie

**TASSÉ, Normand, Ph.D.**

Géochimie

**TESSIER, André, D.Sc.**

Biogéochimie

**TREMBLAY, Alain, Ph.D.**

Géologie structurale, 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

## PROFESSIONNELS DE RECHERCHE INRS

**BALLARD, Jean-Marc,**

Hydrogéologie

**BERTRAND, Rudolf, D.Sc.**

Pétrologie de la matière organique

**CHAGNON, André, D.Sc.**

Minéralogie des argiles

**GABRIEL, Uta, Ph. D.**

Hydrogéologie

**GERMAIN, Diane, Ph. D.**

Hydrogéologie

**JOHNSTON, Patricia, M.Sc.**

Géomorphologie

## PROFESSIONNELS DE RECHERCHE CGC

**ANCTIL, Martin,**

Programmation informatique

**ASSELIN, Esther, M.Sc.**

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

**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

**RIVERA, Alfonso, Ph.D.**

Hydrogéologie

**RIVARD, Christine, Ph.D.**

Hydrogéologie

**SAVARD, Martine, Ph.D.**

Géochimie isotopique, hydrogéologie

**LAVIGNE, Marc-André, Bacc.**

Hydrogéologie

**MARION, Joëlle, M.Sc.**

Géographie

**MOAR, Roger**

**MURAT, Valérie, M.Sc.**

Hydrogéologie

**POULIOT, Marc-André**

**SHEN, Shaobo**

**TRÉPANIÉ, Luc, M.Sc.**

Sciences de l'eau

**VIGNAULT, Harold**

Hydrogéologie

**JULIEN, Héryk, M.Sc.**

Géoinformation

**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, Anna, M.Sc.**

Géochimie isotopique

**VIGNAULT, Harold, M.Sc.**

Hydrogéologie

## ADMINISTRATION / FINANCE

**LABERGE, Christine**

Finance et administration

## SECRETARIAT

**DION, Pascale**

Secrétariat

**DUSSAULT, Suzanne**

Dossier Étudiants

**JULIEN, Julie**

Réception

## SOUTIEN À LA RECHERCHE

**BÉLANGER, Isabelle**

Géochimie

**BÉRUBÉ, Francis**

Géomorphologie

**BÉRUBÉ, Jean-Claude**

Péetrographie, lames minces

**BOUTIN, Marco**

Photogrammétrie, dessin

**DESAULNIERS, Lyne**

Informatique

**DUBÉ, Luce**

Dessin

**DUPUIS, Sonia**

Bibliotechnique

**GOSSELIN, Réal**

Géochimie

**GREENDALE, Marc**

Géochimie

**HÉBERT, André**

Géochimie

**LUZINCOURT, Marc R.**

Géochimie isotopique

**MORIN, Annie**

Programmation informatique

**PAQUIN, Chantal**

Documentation

**PRÉMONT, Stéphane**

Responsable des laboratoires

**ROBITAILLE, Anne**

Documentation



## 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.

### Profil de la clientèle étudiante

En 2002-2003, dix nouveaux étudiants se sont inscrits à l'INRS-ETE aux programmes interuniversitaires en science de la Terre (sept à la maîtrise et trois au doctorat), ce qui portait le nombre d'étudiants inscrits à 59. Pendant cette même période, six étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de la Terre de l'Université du Québec. Il s'agit de :

**Pascal Bergeron.** Dynamique récente de quelques versants argileux des régions de La Baie et de la rivière des Outaouais : une analyse dendrochronologique. Projet de maîtrise dirigé par Christian Bégin et co-dirigé par Jean-Claude Dionne (Laval).

**Sylvain Hains.** Détermination des propriétés de transport du TNT dans les sols et les eaux souterraines en relation avec la démonstration de l'atténuation naturelle, à un site de production d'explosifs. Projet de maîtrise dirigé par Richard Martel et Pierre Gélinas (Laval).

**Patricia Johnston.** Facteurs de l'habitat physique influençant le comportement et la croissance des saumons atlantiques juvéniles (*Salmo salar*) des rivières Petite Rivière Cascapédia et Bonaventure (Gaspésie, Québec). Projet de maîtrise dirigé par Normand Bergeron et Julian Dodson.

**Gilbert Karanta.** Étude comparative de méthodes de détermination de périmètres de protection autour des ouvrages de captage dans les aquifères captifs fracturés du sud-ouest du Québec. Projet de maîtrise dirigé par Richard Martel et co-dirigé par Miroslav Nastev.

**Michel Mailloux.** Caractérisation et modélisation numérique du comportement des matériaux énergétiques dans les sols et l'eau souterraine d'un site d'entraînement anti-char. Projet de maîtrise dirigé par Richard Martel et co-dirigé par René Lefebvre.

**Philippe St-Germain.** Caractérisation magmatique et géochimique du Complexe de gabbronorite et de monzonite de Matamec, région de Sept-Îles, Grenville oriental (Québec). Projet de maîtrise dirigé par Louise Corriveau et co-dirigé par Marc R. La Flèche.

Les professeurs et chercheurs du CGQ ont encadré les étudiants suivants inscrits à l'INRS-ETE :

## MAÎTRISE

### Géoressources

**Aubert, Maxime.** Direction par M. R. La Flèche.

**Beausoleil, Christine.** Direction par M. Malo.

**Bécu, Valérie.** Direction par J. Bédard et co-direction par A. Tremblay.

**Boisvert, Vincent.** Direction par M. Parent.

**Caron, Yves.** Direction par M. Richer-Lafèche.

**Collin, Pascale.** Direction par M.R. Lafèche et co-direction par A. Bolduc.

**Gervais, Félix.** Direction par L. Nadeau et co-direction par M. Malo.

**Hoffmann, Éric.** Direction par A. Tremblay.

**Hou, Xiaohong.** Direction par M. Parent et M. Savard et co-direction par N. Tassé

**Morin, Claude.** Direction par Y. Héroux.

**Paradis, Nicolas.** Direction par L. Nadeau et co-direction par R. Fortier (Laval).

### Environnement

**Arel, Nathalie.** Direction par R. Martel et R. Lefebvre.

**Ballard, Jean-Marc.** Direction par R. Lefebvre.

**Bergeron, Pascal.** Direction par C. Bégin, D. Perret et co-direction par J.-C. Dionne (Laval).

**Boutin, Alexandre.** Direction par R. Lefebvre et R. Martel. **Cagnat, Emmanuel.** Direction par B. Long et co-direction par S. Occhietti (UQAM).

**Gauthier, Catherine.** Direction par R. Lefebvre.

**Langlais, Alain.** Direction par M. Bergeron et co-direction par R. Martel.

**Levasseur, Magalie.** Direction par D. Perret et co-direction par J. Locat (Laval).

**Ménard, Annie.** Direction par N. Bergeron.

**Moore, Francis.** Direction par B. Long.

**Pontlevoy, Olivier.** Direction par R. Lefebvre et co-direction par R. Therrien (Laval).

**Racine, Cintia.** Direction par R. Lefebvre.

### Géoressources - suite

**Parsons, Sharon.** Direction par L. Nadeau

**Roy, Stéphanie.** Direction par M. Malo et co-direction par R. Bertrand.

**Saint-Laurent, Christine.** Direction par D. Lebel et co-direction par M. Malo.

**Scherrer, Guy.** Direction par L. Nadeau et co-direction par M.R. Laflèche.

**Vallières, Julie.** Direction par J.H. Bédard.

### Environnement - suite

**Roberge, Caroline.** Direction par B. Long.

**Robert, Thomas.** Direction par R. Martel et R. Lefebvre.

## DOCTORAT

### Géoressources

**Aznar, Jean-Christophe.** Direction par M. R. La Flèche.

**Bonnet, Anne-Laure.** Direction par L. Corriveau et co-direction par A. Tremblay.

**Carrier, Alain.** Direction par M. R. La Flèche et co-direction par W. Müller (UQAC).

**Fu, Weimin.** Direction par L. Corriveau et co-direction par M.R. La Flèche.

**Hardy, François.** Direction par M. Parent, R. Fortier (Laval) et co-Direction par M. Lamothe (UQAM).

**Mercier-Langevin, Patrick.** Direction par B. Dubé et co-direction par M.R. Laflèche.

**Moorhead, James.** Direction par A. Tremblay et co-direction par G. Beaudoin (Laval).

**Ndzangou, Sabary Omer.** Direction par M.R. La Flèche et co-direction par D. Houle (MRNQ).

**Pagé, Philippe.** Direction par J. Bédard et co-direction par A. Tremblay.

**Pincivy, Alix.** Direction par M. Malo et co-direction par A. Tremblay.

**Schroetter, Jean-Michel.** Direction par A. Tremblay et co-direction par J. Bédard.

**Séjourné, Stephan.** Direction par M. Malo et co-direction par M. Savard, D. Lebel.

**Soufiane, Azzedine.** Direction par A. Achab.

**Williamson, Kenneth.** Direction par B. Dubé et co-direction par M. Malo.

### Environnement

**Carbonneau, Patrice.** Direction par N. Bergeron.

**Cloutier, Vincent.** Direction par R. Lefebvre et co-direction par M.M. Savard et R. Therrien (Laval).

**Dermont, Gérald.** Direction par M. Bergeron et la co-direction de M. Richer-Laflèche et G. Mercier.

**Duchesne, Mathieu.** Direction par B. Long.

**Kone, Macoura.** Direction par M. Bergeron.

**Levasseur, Mylène.** Direction par N. Bergeron et co-direction par B. Long.

**Lewis, Jeffrey Keith.** Direction par R. Martel et co-direction par S. Thiboutot et G. Ampleman.

**Medina-Lopez, Jorge Enrique.** Direction par M. Bergeron et co-direction par M. Richer-Laflèche et R. Del Villar.

**Ross, Martin.** Direction par M. Parent et co-direction par R. Lefebvre, R. Martel.

**Ullman, Maud.** Direction par B. Long.

Les professeurs et chercheurs du CGQ collaborent étroitement avec l'Université Laval et avec d'autres institutions universitaires québécoises, canadiennes et étrangères dans le domaine de la recherche. Ils favorisent la concertation avec les organismes nationaux et internationaux ayant comme objectifs l'accroissement des connaissances relatives au milieu physique, à l'évaluation des ressources et à la protection de l'environnement.

## 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>

**Crémer, Jean-François.** Développement de l'analyse des faciès sédimentaires au scanographe. Projet dirigé par B. Long.

**Diagana, Bocar Hamet.** Cartographie des indices minéralisés de la formation Albanel, bassin de Mistassini, Québec. Projet dirigé par Y. Héroux.

# REGROUPEMENTS ET INSTALLATIONS DE RECHERCHE

## LABORATOIRES

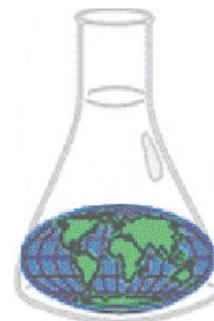
### Laboratoire de géochimie analytique

Pour répondre aux besoins des projets de recherche, les chercheurs du CGQ ont accès à un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radioisotopes, d'analyses chimique, de préparation d'échantillons, de microscopie, de métaux traces, de sédimentologie, etc. Les principaux équipements disponibles au laboratoire sont : Spectrophotomètre d'absorption atomique (flamme et four au graphite), Spectrophotomètre d'émission atomique au plasma (ICP), Spectrophotomètre UV/visible, Compteur à scintillation, Compteur gamma, Compteur de particules, Microscopes et salle de traitement d'image, Chromatographie liquide, gazeuse et ionique, Analyseur de carbone organique et inorganique, Analyseur NCS, Autoanalyseurs de type Technicon, Tensionnomètre, Salles environnementales, Salle blanche.

Pour plus d'information, veuillez contacter Stéfane Prémont, chef de laboratoire,  
[stefane\\_premont@inrs-eau.quebec.ca](mailto:stefane_premont@inrs-eau.quebec.ca)

### Géochimie des ultratracés

Plusieurs méthodes d'analyses ont été montées pour la plupart des éléments du tableau périodique. On y effectue en routine le dosage des éléments majeurs et de certaines traces dans les échantillons géologiques et miniers ainsi que certaines méthodes EPA pour le dosage d'éléments traces dans les échantillons environnementaux. Il est constitué de deux pièces maîtresses: un plasma inductif d'argon couplé à un spectromètre de masse (ICP-MS) Plasmaquad II Fison Instrument et un plasma inductif d'argon couplé à un détecteur multicanaux à émission atomique (ICP-AES) Optima 3000 Perkin Elmer. Au fil des ans, le laboratoire a développé une expertise dans l'analyse de terres rares (REEs), des éléments du groupe du platine (PGEs), et des traces dans les échantillons géologiques et plus récemment dans les échantillons environnementaux tels que le bois et les feuilles d'arbres ainsi que les sédiments.



Pour plus d'information, veuillez contacter Marc R. La Flèche, chef de laboratoire,  
[marc\\_lafleche@inrs-ete.quebec.ca](mailto:marc_lafleche@inrs-ete.quebec.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, chef de laboratoire,  
[msavard@rncan.gc.ca](mailto:msavard@rncan.gc.ca)

## 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, chef de laboratoire, [bernard\\_long@inrs-ete.quebec.ca](mailto: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 Miroslav Nastev, chef de laboratoire, [mnastev@rncan.gc.ca](mailto:mnastev@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, chef de laboratoire, [cbegin@rncan.gc.ca](mailto:cbegin@rncan.gc.ca)

## Décontamination *in situ* des sols et des eaux souterraines contaminés

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 m<sup>3</sup> 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, chef de laboratoire, [richard\\_martel@inrs-ete.uquebec.ca](mailto:richard_martel@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 différents 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, participant ainsi à des initiatives internationales telles que le *North American Data Model* (NADM).

Pour plus d'information, veuillez contacter Serge J. Paradis, chef de laboratoire, [sparadis@rncan.gc.ca](mailto:sparadis@rncan.gc.ca)

## SERVICES DE DOCUMENTATION

Dans le contexte de l'opération du CGQ, la bibliothèque de la CGC-Québec et le SDIS (Services de documentation et d'information spécialisées) de l'INRS-ETE partagent des ressources humaines, matérielles et documentaires.

La bibliothèque de la **CGC-Québec** est une bibliothèque régionale du Secteur des sciences de la Terre (SST) de Ressources naturelles Canada (RNCan). La bibliothèque développe une collection de livres, de périodiques et de cartes spécialisées en sciences de la Terre. Cette collection 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. De plus, le centre de documentation distribue les publications de la Commission géologique du Canada.



Pour plus d'information, veuillez contacter Sonia Dupuis, responsable du service de documentation de la CGC-Québec, [sdupuis@rncan.gc.ca](mailto:sdupuis@rncan.gc.ca)

Le Service de la 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 Sophie Renaud, responsable du service de documentation de l'INRS-ETE, [sophie\\_renaud@inrs-eau.uquebec.ca](mailto:sophie_renaud@inrs-eau.uquebec.ca)

# REGROUPEMENTS DE RECHERCHE

## CHAIRE DE RECHERCHE DU CANADA en écotoxicologie des métaux

La chaire de recherche développera des méthodes d'évaluation du risque écologique utilisées pour les micropolluants organiques en fonction des propriétés particulières des métaux. Les travaux permettront, à court terme, de mieux connaître les impacts des métaux sur le milieu aquatique et de mettre au point des outils écotoxicologiques de diagnostic. À plus long terme, les outils mis au point permettront aux entreprises, aux gouvernements et aux scientifiques de définir des normes de rejet des métaux plus respectueuses de l'environnement.

Pour plus d'information, veuillez contacter Peter G.C. Campbell, [peter\\_campbell@inrs-eau.quebec.ca](mailto:peter_campbell@inrs-eau.quebec.ca)

## CHAIRE DE RECHERCHE DU CANADA en décontamination environnementale

La chaire de recherche tentera de mettre au point des procédés novateurs pour décontaminer certains types d'environnements et de rejets industriels et urbains, notamment les boues générées lors du traitement des eaux usées, les cendres volantes issues de l'incinération de déchets, les résidus de l'exploitation minière et les sols pollués par les métaux toxiques. Le groupe de recherche tentera également de trouver des façons d'utiliser les résidus à des fins industrielles (en tant que fertilisants par exemple).

Pour plus d'information, veuillez contacter J-F Blais, [jf\\_blais@inrs-ete.quebec.ca](mailto:jf_blais@inrs-ete.quebec.ca)

## Groupe de recherche en biogéochimie

La pollution de l'environnement aquatique par les substances toxiques est un des problèmes majeurs auxquels doit faire face la société actuelle. Ces substances entrent dans les systèmes aquatiques par des sources ponctuelles et diffuses, tendent à s'accumuler dans les sédiments et, dans plusieurs cas, à se concentrer dans les chaînes alimentaires aquatiques. Cette dégradation de la qualité des ressources a des répercussions sociales et économiques importantes. En principe, des actions peuvent être entreprises pour restaurer la qualité des milieux aquatiques. Pour être efficaces, ces actions, qui sont coûteuses, doivent s'appuyer sur une connaissance des processus qui contrôlent les échanges des substances toxiques entre les sédiments, l'eau et les organismes aquatiques. Elles doivent également s'appuyer sur une évaluation objective de leurs effets sur l'écosystème aquatique. Le groupe de recherche en biogéochimie s'efforce de caractériser ces processus en eaux douces pour améliorer le pouvoir de prédiction des effets des changements de conditions environnementales sur les écosystèmes aquatiques. L'accent est mis actuellement sur les métaux traces.

Pour plus d'information, veuillez contacter Peter G.C. Campbell, [peter\\_campbell@inrs-eau.quebec.ca](mailto:peter_campbell@inrs-eau.quebec.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 paléocéologique, 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](mailto:michel_malo@inrs-ete.uquebec.ca)

# GÉOSCIENCES

Québec

INRS UNIVERSITÉ LAVAL

## Géodynamique et ressources

## Géoingénierie et environnement

Processus orogéniques



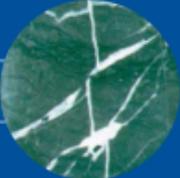
Processus lithosphériques



Analyse de bassin



Géofluides



Ressources minérales et pétrolières



L'EXPERTISE DE 35  
PROFESSEURS-  
CHERCHEURS

UNE FORMATION  
AXÉE SUR LE TERRAIN  
ET LA PRATIQUE  
PROFESSIONNELLE

UN ACCÈS AUX COURS  
ET RESSOURCES DE  
DEUX UNIVERSITÉS

UNE APPROCHE  
MULTIDISCIPLINAIRE

Géochimie et Géophysique



Processus actuels et environnements quaternaires



Hydrogéologie



Gestion et restauration de sites contaminés



Géotechnique



Géomatériaux



TROIS PROGRAMMES > DEUX UNIVERSITÉS

Maîtrise et doctorat en sciences de la Terre et maîtrise professionnelle en technologies environnementales



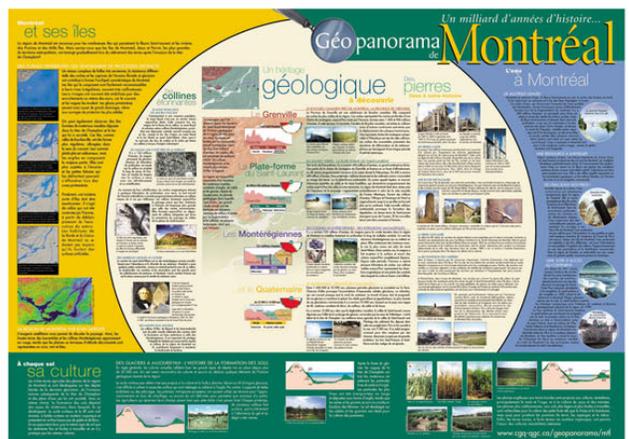
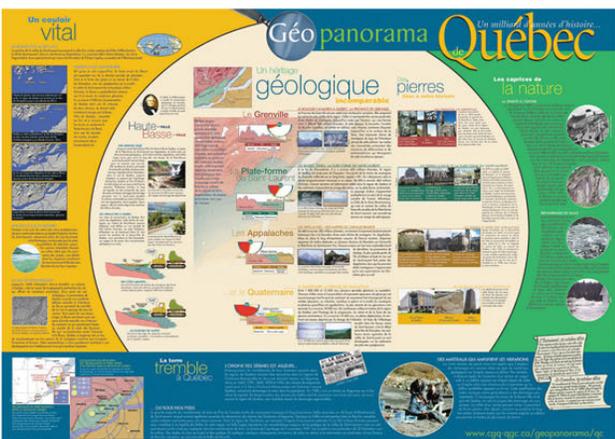
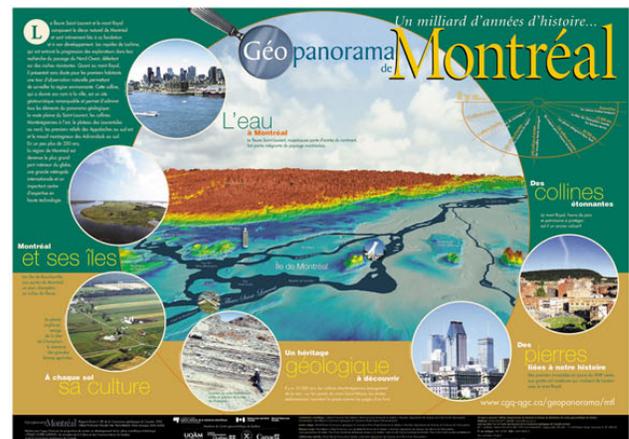
# Géo panorama

## un outil de sensibilisation aux géosciences

Les Géopanoramas sont des outils multidisciplinaires visant à supporter l'enseignement des sciences de la Terre en se basant sur une meilleure compréhension du patrimoine naturel et géologique des régions de Québec et Montréal. Les Géopanoramas de Québec et Montréal ont été réalisés par le CGQ avec l'appui financier du ministère de la Culture et des Communications du Québec, en collaboration avec l'UQAM, l'Université Laval et le ministère des Ressources naturelles du Québec. Il s'agit d'affiches recto-verso qui présentent des notions sur l'évolution géologique et la formation des paysages et documentent l'impact du milieu naturel sur le plan social, culturel et économique.

En plus des régions de Québec et Montréal, des projets semblables sont disponibles pour Vancouver, Victoria, Calgary, Fort Fraser, Totonto et Whitehorse. D'autres sont en préparation pour Nanaimo, Winnipeg, Ottawa, Halifax, le bassin fluvial de la rivière Grand, le sud de la Saskatchewan et le Nunavut.

Pour plus d'informations: Sonia Dupuis, (418) 654-2677 ou [sdupuis@rnca.n.gc.ca](mailto:sdupuis@rnca.n.gc.ca)



[www.cgq-qgc.ca/geopanorama/qc](http://www.cgq-qgc.ca/geopanorama/qc)

[www.cgq-qgc.ca/geopanorama/mtl](http://www.cgq-qgc.ca/geopanorama/mtl)

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE WEB

Base de données des publications du personnel de l'INRS-ETE :

[www.inrs-ete.quebec.ca](http://www.inrs-ete.quebec.ca)

Base de données des publications du personnel de la CGC-Québec :

[www.cgcq.nrcan.gc.ca](http://www.cgcq.nrcan.gc.ca)

Publications de la Commission géologique du Canada et contributions du personnel de la CGC aux publications externes sur GEOSCAN :

[www.nrcan.gc.ca/ess/esic/geoscan\\_f.html](http://www.nrcan.gc.ca/ess/esic/geoscan_f.html)

Recherches en cours de la Commission géologique du Canada :

[www.nrcan.gc.ca/gsc/bookstore/free\\_f.html](http://www.nrcan.gc.ca/gsc/bookstore/free_f.html)

Catalogue des publications de la Commission géologique du Canada :

[www.nrcan.gc.ca/gsc/bookstore](http://www.nrcan.gc.ca/gsc/bookstore)

## GÉOLOGIE POUR TOUS SUR LE WEB

Si la Terre m'était contée...

[www.cgq-qgc.ca/tous/terre](http://www.cgq-qgc.ca/tous/terre)

Géopanorama du Canada

[http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/geoscape/home\\_fr.asp](http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/geoscape/home_fr.asp)

Paysages canadiens

[http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/clf/landscapes\\_fr.asp](http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/clf/landscapes_fr.asp)

Affiches illustrant le changement climatique au Canada

[http://adaptation.nrcan.gc.ca/posters/home-accueil\\_fr.asp](http://adaptation.nrcan.gc.ca/posters/home-accueil_fr.asp)

Tremblements de terre au Canada

<http://www.seismo.nrcan.gc.ca>

À la découverte des pierres de construction et d'ornement du Vieux-Québec: un circuit pédestre

<http://www.ggl.ulaval.ca/ledoux/accueil.html>

Excursion sur la pierre de taille et ornementale de la rue Sherbrooke ouest et du Square Dorchester

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