

Rapport annuel



TABLE DES MATIÈRES



LE MOT DE LA DIRECTION 3

LE CENTRE EN BREF 6



LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Géologie régionale et analyse de bassins 8

Géoressources 14

Géosciences de l'environnement 19

LE DÉVELOPPEMENT EN GÉOMATIQUE 25



LES RESSOURCES HUMAINES 26



LES PROGRAMMES DE FORMATION

Les programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat
en sciences de la Terre 29

Les stages postdoctoraux 32

Les autres contributions à la formation 32

LE CENTRE EN 1997-1998

L'année 1997-1998 aura marqué le dixième anniversaire de la création du Centre géoscientifique de Québec, partenariat unique gouvernement-université, où professeurs et chercheurs travaillent en interaction dans le cadre de programmes intégrés. Au cours des ans, le CGQ a réussi à se tailler une place dans la communauté géoscientifique de l'Est du Canada et à resserrer les liens avec les agences provinciales et municipales, de même qu'avec l'industrie et les universités. Lors du dernier exercice, le positionnement de l'INRS-Géoressources et de la CGC-Québec au sein de leur organisation respective a fait l'objet d'un examen auquel ont participé les chercheurs des deux instances. Dans cette optique, la contribution de la CGC-Québec aux programmes nationaux de la CGC s'est affirmée avec la confirmation de son rôle en hydrogéologie, ainsi que dans les domaines de la géologie de la Marge laurentienne et la géologie du Quaternaire dans l'Est du Canada. La division continuera par ailleurs à s'impliquer activement dans le programme sur les risques géologiques et l'environnement. De son côté, la réflexion suscitée par le Comité d'orientation du Conseil d'administration de l'INRS a permis de proposer des mécanismes pour favoriser la collaboration et accroître la synergie entre les centres dans les grands domaines d'intervention de l'INRS.

On soulignait également, cette année, le cinquième anniversaire des programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat avec l'Université Laval. Suite à l'évaluation très positive de ces derniers, le protocole liant les deux institutions sera reconduit à l'automne 1998. Dans le cadre de ces programmes, trois maîtrises et un doctorat ont été complétés, et huit nouveaux étudiants sont venus enrichir l'effectif (cinq à la maîtrise et trois au doctorat). La contribution à la formation s'est étendue à l'encadrement de six stagiaires postdoctoraux, de vingt-quatre étudiants inscrits à d'autres institutions, de vingt-sept stagiaires et étudiants d'été et de sept bénévoles. **Patrice Carbonneau**, étudiant au doctorat, s'est illustré à deux congrès scientifiques. Il a reçu le prix de la meilleure présentation étudiante décerné par le "Geomorphology specialty Group" lors du congrès de l'Association américaine des géographes et par l'Union géophysique canadienne, lors de la réunion annuelle conjointe de l'AGC-AMC-APGGQ. Afin de mieux faire connaître les infrastructures de laboratoire du Centre auprès de la clientèle étudiante et d'accroître le recrutement, une cassette vidéo "Objectif thèse" a été produite par **Normand Bergeron**.

Des scientifiques du Centre se sont illustrés dans la communauté géoscientifique nationale et internationale. **Alain Tremblay** a été élu *membre-fellow* de la "Geological Society of America". **Benoît Dubé**, à titre de "Conférencier Robinson" 1997-1998 de la division des gîtes minéraux de l'Association géologique du Canada, a présenté les résultats de ses travaux sur la métallogénie aurifère dans seize universités canadiennes. **Michel Malo** a été invité à présenter ses travaux sur la tectonique des Appalaches de la Gaspésie dans le cadre d'une session technique de la Canadian Society of Petroleum Geologists (CSPG). **Martine Savard** a été co-éditrice d'un numéro spécial de la revue "*Economic Geology*" sur la migration des fluides minéralisants dans les encaissements carbonatés, synthèse de quatre années de recherche sur les gîtes de plomb-zinc dans le Bassin des Maritimes. D'autres se sont illustrés dans des problématiques de recherche qui ont eu un impact direct sur le public. Ainsi, les travaux sur les glissements de terrain causés par les pluies diluviennes de juillet 1996 au Saguenay, réalisés par **Didier Perret** et **Christian Bégin** pour le compte du ministère du Conseil Exécutif du Québec, ont été pris en compte lors des audiences publiques sur les deux décès survenus lors de la catastrophe. De plus, l'identification des paramètres à l'origine des ruptures a été essentielle aux travaux de stabilisation des versants argileux dans la ville de La Baie. **Léopold Nadeau** et **Pierre Brouillette** ont prêté main forte aux séismologues de la CGC, au lendemain du tremblement de terre

LE MOT DE LA DIRECTION

du 5 novembre qui a secoué la région de Québec. Enfin, les travaux de recherche du Centre ont fait l'objet de transferts technologiques. **Yves Michaud** a été invité à présenter des ateliers sur la géophysique en géomorphologie, dans le cadre d'une formation intensive organisée par le Groupe canadien de recherche en géomorphologie, à l'Université Queen's. **Michel Malo** a offert à la compagnie d'exploration Ressources Appalaches une formation intensive en géologie structurale, métallogénie et tectonique des Appalaches, qui comprenait des cours théoriques et des visites de terrain. **Marc R. LaFlèche** a donné une formation sur les systèmes hydrothermaux volcanogènes à la société Noranda Exploration (divisions du Canada et du Brésil) et, dans le cadre d'un contrat de la CGC en Argentine, **Benoît Dubé** a dispensé une formation intensive sur les styles et la distribution des minéralisations aurifères aux membres du service géologique et minier argentin (SEGEMAR).

Les activités de recherche au sein des différents programmes ont été définies en concertation avec nos partenaires. Les activités de **géologie régionale** se sont poursuivies au Québec et dans les provinces de l'Atlantique grâce au support et à la collaboration des ministères provinciaux et des organismes subventionnaires. Dans l'optique d'accroître l'infrastructure de connaissances sur la géologie de l'Est du Canada, les efforts ont été maintenus pour structurer les banques de données géoscientifiques, améliorer la production informatisée de cartes et intégrer les données géoréférencées dans les systèmes d'information provinciaux. Le programme des **géoressources** a bénéficié d'un niveau d'activité et d'intérêt soutenu pour les hydrocarbures dans l'Est du pays. Il a de plus répondu aux besoins de plusieurs partenaires et clients. Les récents enjeux reliés aux ressources en eaux souterraines et l'importance de la contribution des géosciences à cette problématique ont permis de consolider et d'élargir nos activités en cartographie hydrogéologique. Enfin, d'intéressants développements ont vu le jour en **géosciences de l'environnement**. Ainsi, l'expertise des chercheurs du Centre sur la stabilité des versants et la géomorphologie fluviale a permis de répondre à diverses problématiques reliées aux inondations du Saguenay. Le Centre a intensifié ses activités sur l'étude de la contamination des sols par les métaux toxiques. Les activités reliées à la restauration de sites contaminés se sont consolidées autour de thématiques dans les domaines du contrôle du drainage minier acide, du lavage "in situ" d'aquifères contaminés par des BPC, de la caractérisation de sols contenant des produits énergétiques et de la décontamination de sols, de sédiments et de poussières d'aciérage par des procédés physico-chimiques. Enfin, le Centre a consolidé son expertise sur les processus géochimiques et biogéochimiques responsables du dépérissement de certains écosystèmes forestiers du Québec (forêt de Duchesnay et bassin du lac de la Tirasse, région du Lac-St-Jean) affectés par les précipitations acides et les retombées de polluants atmosphériques.

La participation à l'organisation de "**Québec 1998**" a canalisé beaucoup d'efforts. La réunion annuelle de l'Association géologique du Canada et de l'Association minéralogique du Canada, qui était pour la première fois organisée conjointement avec l'Association professionnelle des géologues et géophysiciens du Québec, la section canadienne de l'Association internationale des hydrogéologues et l'Union géophysique canadienne, s'est avérée un franc succès. Outre leur participation au sein du comité organisateur, les membres du Centre ont largement contribué au programme scientifique, soit comme organisateurs de séances spéciales, présidents de session, responsables d'excursions ou conférenciers. Une session spéciale sur l'évolution de la Marge laurentienne soulignait le dixième anniversaire du CGQ.

Le Centre a poursuivi ses activités de sensibilisation aux sciences de la Terre. Dans le cadre de "Québec 1998", il a participé à la troisième édition du **Salon du monde minéral** et a organisé sur le site du congrès des expositions sur la géologie et l'art ainsi que des conférences-midi destinées à l'ensemble de la population. Encore cette année, le CGQ a récompensé le meilleur projet en sciences de la Terre présenté à l'Expo-sciences régionale de Québec et de Chaudière-Appalaches. Les travaux en cours au Centre

LE MOT DE LA DIRECTION

géoscientifique de Québec sur la cartographie hydrogéologique dans le piémont laurentien (MRC de Portneuf) ont fait l'objet d'un segment de l'émission télévisée "Découvertes" diffusée à Radio-Canada, le 28 septembre. L'émission radiophonique "Les Années lumière" de Radio-Canada a mis en valeur les travaux de **Benoît Dubé** en métallogénie de l'or, ceux de **Christian Bégin** en dendrogéochimie et ceux de **Mario Bergeron** sur la décontamination des sols et des sédiments. **Jean Bédard** a pour sa part expliqué les processus volcaniques, dans le cadre d'une émission diffusée sur le réseau francophone de Radio-Canada dans la région de Vancouver. Enfin, le Centre a poursuivi son association avec les Consultants H.G.E. pour donner, dans les principales régions du Québec, des sessions de formation sur l'importance de la cartographie hydrogéologique dans l'optique d'une gestion rationnelle de la ressource.

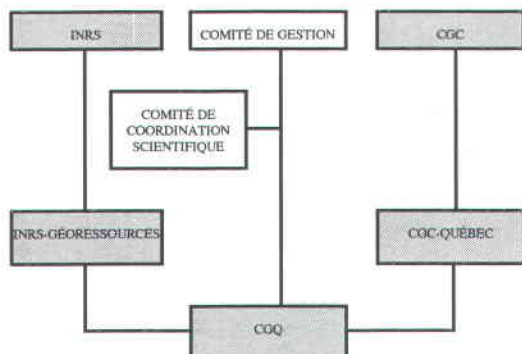
Sur le plan des ressources humaines, c'est avec regret que le Centre a vu partir **Greg Lynch**, spécialiste en métallogénie et en géologie structurale, qui avait conçu et mené à terme avec succès le projet CARTNAT du Bassin des Maritimes. Suite à ce départ, **Daniel Lebel** viendra renforcer l'équipe des Appalaches. Son expertise en géologie régionale, géologie structurale et géomatique s'avérera un atout pour les développements futurs. **Didier Perret**, spécialiste en géotechnique et en géologie appliquée au génie civil a joint les rangs de notre équipe de chercheurs sur les risques géologiques. Enfin, de nombreux professionnels de recherche ont été recrutés pour supporter l'ensemble des activités du Centre.

Le Centre a lancé son site Internet qui comprend un volet "Géologie pour tous", incluant une visite géotouristique des sites populaires de la région de Québec réalisée par **Pierrette Tremblay** avec le soutien financier du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie du Québec et le soutien technique de **Martin De la Fontaine**.

Encore cette année, malgré les contraintes budgétaires, les efforts déployés par tous ont permis de maintenir, parfois même d'accroître, le niveau d'activité scientifique et de terminer l'année en équilibre budgétaire. L'appui de nos partenaires, tant du domaine des ressources pétrolières et minières que du secteur de l'environnement, dans le financement de projets spécifiques ne s'est pas démenti et s'est avéré crucial à l'expansion des activités du Centre géoscientifique de Québec en 1997-1998.

Aicha Achab

STRUCTURE ORGANISATIONNELLE DU CGQ



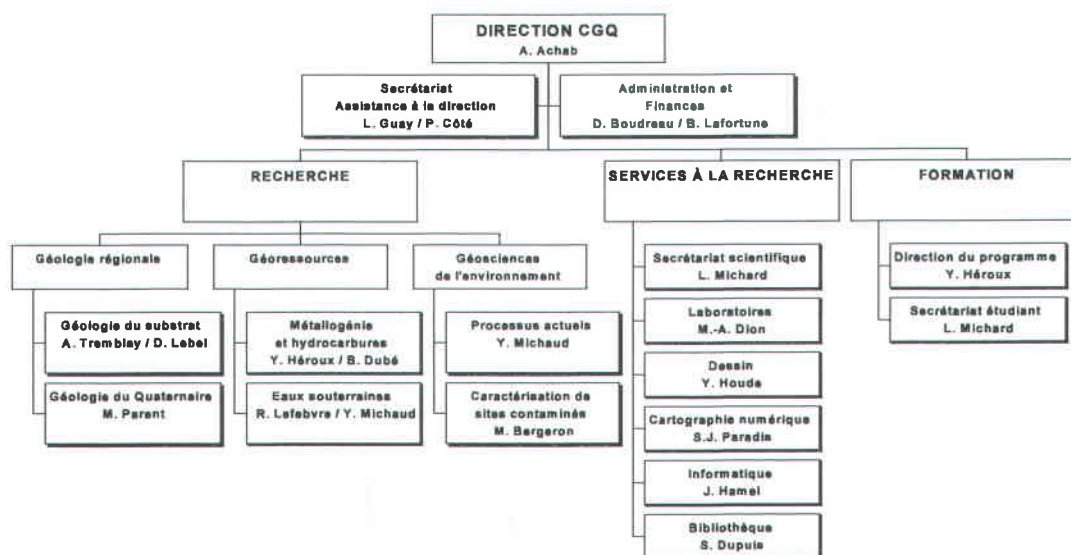
COMITÉ DE GESTION

A. Achab	Directrice CGQ
R.T. Haworth	Directeur général CGC
J.M. Franklin	Scientifique principal CGC
P. Lapointe	Directeur Scientifique INRS
A. Soucy	Directeur général INRS

COMITÉ DE COORDINATION SCIENTIFIQUE

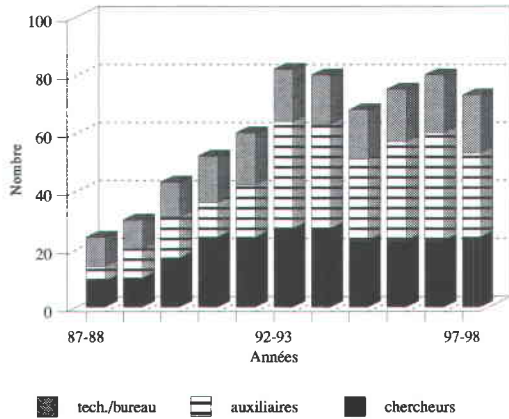
A. Achab	Directrice CGQ
P.A. Bourque	Professeur Université Laval
J. Carignan	Professeur UQAC
J.M. Franklin	Scientifique principal CGC
P. Lapointe	Directeur Scientifique INRS
G. Riverin	Géologue de projets Corporation minière METAL
A. Simard	Chef Service géologique MRN

Organigramme du Centre géoscientifique de Québec

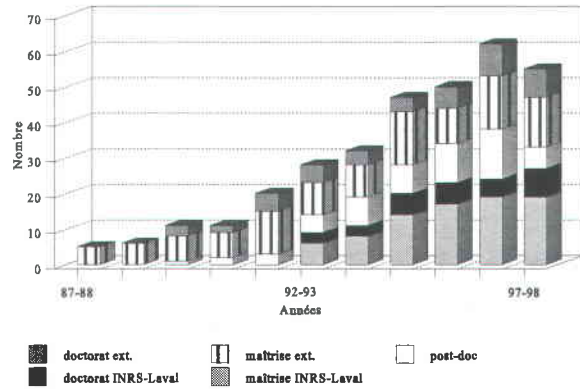


LE CENTRE EN BREF

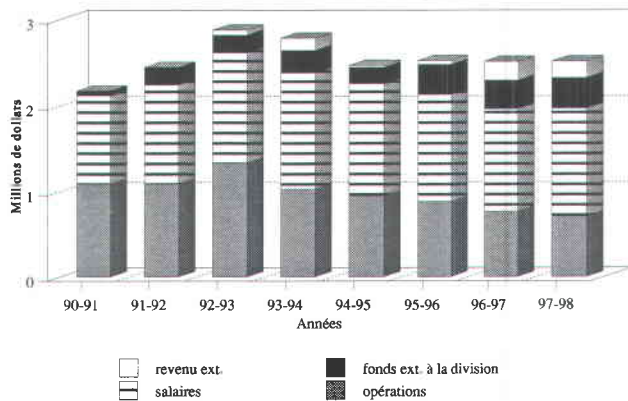
ÉVOLUTION DU PERSONNEL DU CENTRE



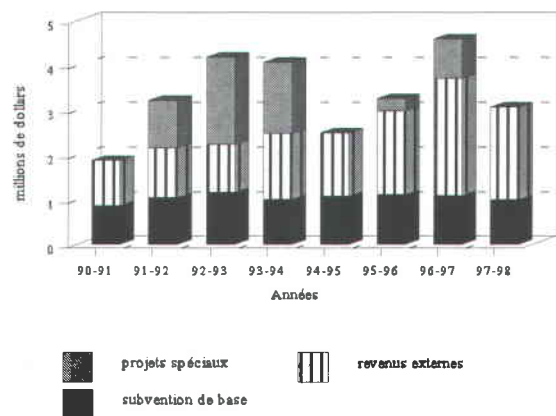
ÉVOLUTION DE LA CLIENTÈLE ÉTUDIANTE DU CENTRE



ÉVOLUTION DU BUDGET DE LA CGQ-QUÉBEC



ÉVOLUTION DU BUDGET DE L'INRS-GÉORESSOURCES



EXPERTISE DU CENTRE

http://www.inrs.quebec.ca/cgq/centre_ress.html

“Bottin des expertises”

PUBLICATIONS

http://www.inrs.quebec.ca/cgq/centre_ress.html

“Publications”

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.

Nos partenaires et clients

- Ministère des Ressources naturelles du Québec
- Newfoundland Department of Mines and Energy
- Nova Scotia Department of Natural Resources
- New Brunswick Department of Natural Resources and Energy
- CRSNG
- FCAR

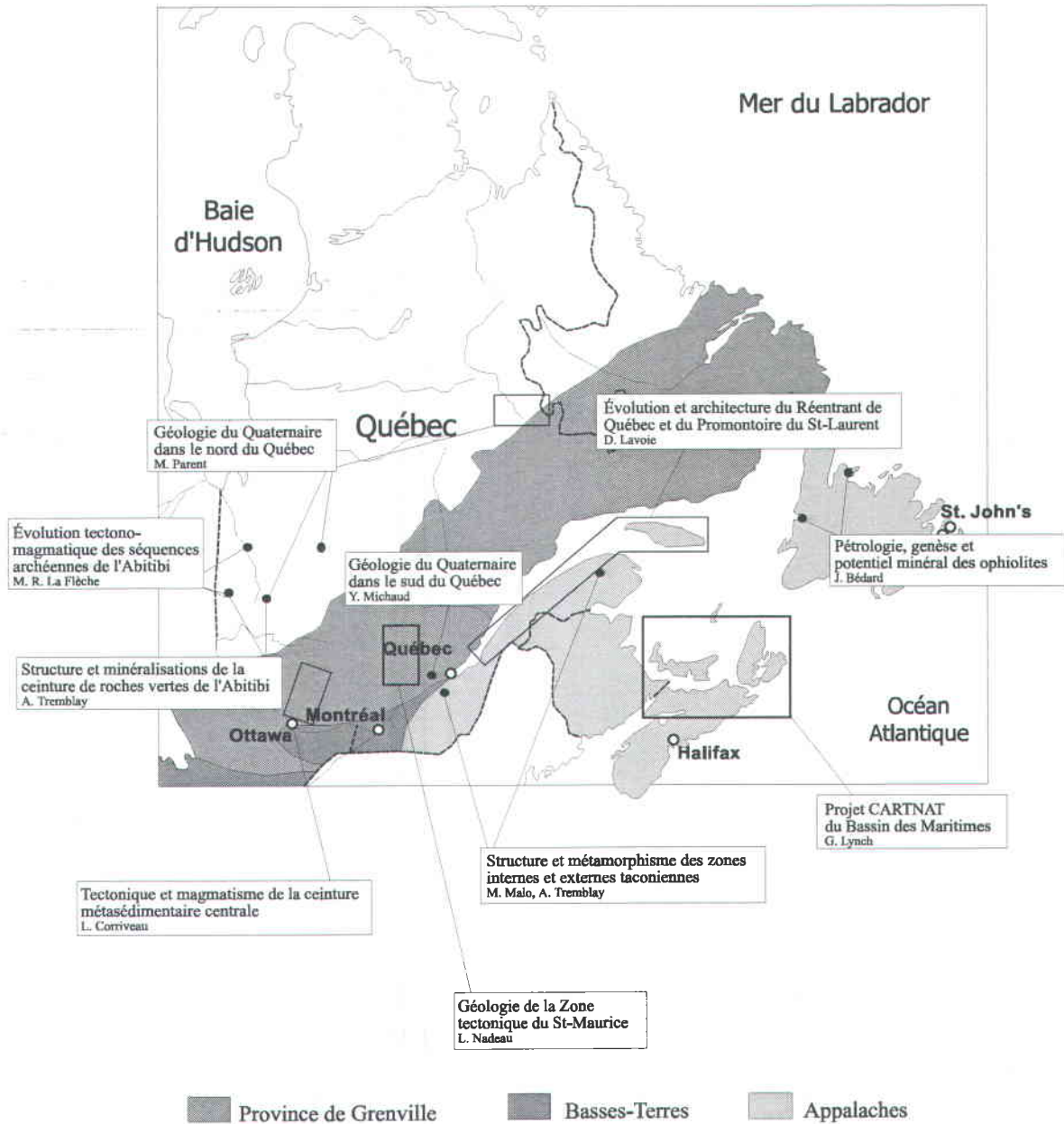
Nos expertises

- ▶ 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-Géoressources** : Aïcha Achab, Yvon Héroux, Michel Malo, Alain Tremblay
- **Chercheurs CGC-Québec** : Jean Bédard, Andrée Bolduc, Louise Corriveau, Daniel Lebel, Denis Lavoie, Yves Michaud, Léopold Nadeau, Michel Parent
- **Professionnels de recherche** : Esther Asselin, Rudolf Bertrand, André Chagnon, Serge Chevé, Pierre Brouillette, Kathleen Lauzière, Serge J. Paradis, Azzedine Soufiane
- **Étudiants** : Olivier Blein, Weimin Fu, Sébastien Castonguay, Frédéric Girard, Patrice Gosselin, Sébastien Maisonneuve, David Morin

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

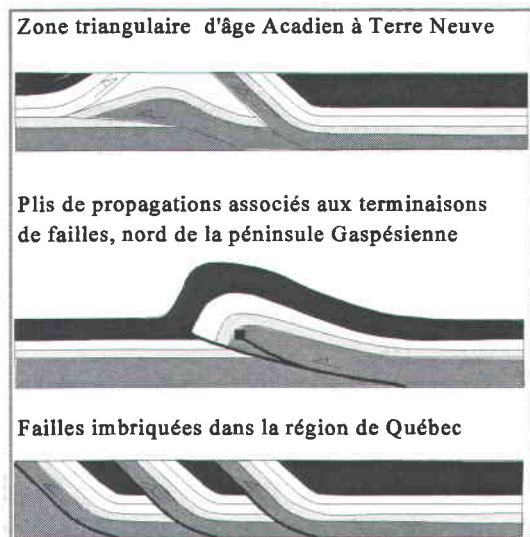


FAITS SAILLANTS

APPALACHES :

La dernière année du projet **CARTNAT du Bassin de la Madeleine** s'est conclue par la synthèse des données géologiques et la rédaction finale des cartes numériques couvrant le nord de la Nouvelle-Écosse et le sud-est du Nouveau-Brunswick. La diffusion d'un CD-ROM sur le projet ajoutera à l'infrastructure de connaissances requise pour l'évaluation des ressources minérales et en hydrocarbures du Bassin carbonifère des Maritimes. Le CD-ROM renferme près d'une quarantaine de cartes à diverses échelles, dont trois synthèses à 1/250 000, complétées par une base de données géoréférencée. Un outil de visualisation convivial permet d'accéder aisément aux données et aux cartes et d'effectuer un tour guidé interactif.

De nouvelles études stratigraphiques, sédimentologiques et diagénétiques sur les unités ordoviciennes de plate-forme de l'Île d'Anticosti ont été amorcées en collaboration avec les sociétés Shell et Encal. Une nouvelle vision paléogéographique de ce secteur situé à la jonction du Réentrant de Québec et du Promontoire du Saint-Laurent a commencé à prendre forme.



Variation dans le style structural de la zone de Humber externe, dans les Appalaches canadiennes.

Les travaux multidisciplinaires initiés l'an dernier dans la **zone de Humber externe** des Appalaches du Québec se sont étendus à l'étude de profils tectonostratigraphiques dans le segment Gaspésie - Bas Saint-Laurent. Les secteurs de Rivière-au-Renard, Grande-Vallée, Matane et Montmagny ont fait l'objet d'études stratigraphiques et structurales détaillées. Les levés de terrain ont été couplés à des données de maturation thermique, biostratigraphie et diagenèse minérale afin de préciser l'histoire géologique de ce segment de l'ancienne marge continentale. Les résultats suggèrent un style structural classique de bassin d'avant-pays et ont permis de proposer un premier schéma lithostratigraphique intégrant les variations observées depuis le sud-ouest de Terre-Neuve jusqu'à la région de Québec.

Les activités se sont poursuivies dans la **zone de Humber interne** des Appalaches du Québec. La caractérisation structurale et la géochronologie par la méthode $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ du métamorphisme et de la déformation régionale indiquent la coexistence d'âges ordoviciens et siluriens, respectivement attribués à des phases de déformation en compression et en extension.

L'analyse tectonométamorphique, structurale et métallogénique de la faille de Shickshock-Sud, combinée à de nouvelles données biostratigraphiques, a permis de proposer un modèle temporel et spatial d'évolution tectonique des zones interne et externe des Appalaches de la Gaspésie, de l'Ordovicien moyen au Dévonien moyen. Les concentrations minérales de nickel le long de la faille de Shickshock-Sud seraient reliées à des failles dévoniennes.

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Une étude géochimique sur les laves cambro-ordoviciennes des groupes de Caldwell et de Maquereau a permis de raffiner le contexte stratigraphique et tectonique de la Marge laurentienne.

La cartographie finale à 1/20 000 de l'ophiolite de Betts Cove à Terre-Neuve a été complétée, de même que la synthèse géologique de cette région. L'étude géochimique des boninites appuie les nouveaux modèles tectoniques proposés pour expliquer la mise en place de ce complexe ophiolitique.

SUPÉRIEUR :

Des travaux d'analyse structurale et de géochronologie par la méthode $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ se sont poursuivis dans le camp minier de Val d'Or grâce à l'appui du MRNQ et des compagnies minières Aurizon et Ressources Aur. Une étude détaillée des structures cassantes de la mine Beaufor a permis de caractériser la rhéologie et la cinématique de deux générations distinctes de failles recoupant le gisement aurifère. Les structures anciennes sont des failles inverses, ductiles/fragiles, contemporaines de la minéralisation aurifère et sont recoupées par un système de failles cassantes nettement postérieures à la minéralisation. Les résultats préliminaires d'une étude géochronologique $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ du gisement de sulfures massifs de la mine Louvicourt confirment la présence d'événements thermiques reconnus ailleurs dans la province du Supérieur.

Une synthèse volcanologique, chimicostratigraphique et métallogénique du camp minier de Cléricy (région de Rouyn-Noranda) a été réalisée pour le compte de la société Cambior. De nouveaux travaux, portant sur la géochimie des actinides et lanthanides dans les horizons exhalatifs et sulfurés, ont été amorcés sur la propriété des mines Bouchard-Hébert et Mobrùn.

En collaboration avec Noranda Exploration, le Centre a amorcé une étude géochimique des principaux amas sulfurés volcanogènes des camps miniers de Noranda, Joutel, Matagami, Chibougamau et Timmins. Cette étude vise à mieux comprendre l'origine et les caractéristiques physicochimiques des fluides hydrothermaux responsables de la formation des grands gisements volcanogènes polymétalliques.

GRENVILLE :

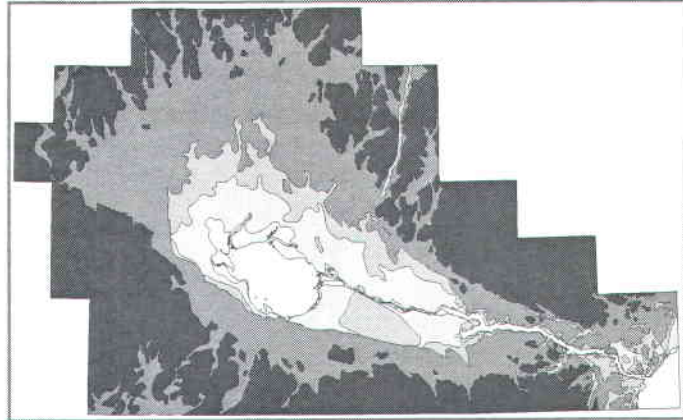


Les xénolithes de la brèche de Rivard, à 15 km du transect Lithoprobe, constituent une fenêtre directe sur la lithosphère. Couplés aux données sismiques, de terrain et RADARSAT, ils appuient les reconstitutions tri-dimensionnelles.

Les travaux de cartographie du Grenville, qui visent la reconstitution de l'architecture et de l'évolution de cet orogène dans le sud-ouest du Québec, se sont intégrés dans la problématique plus globale de l'évolution des supercontinents précambriens par la participation à un projet international parrainé par le *Tectonics Special Research Centre* de l'université de Western Australia. Les résultats des travaux de recherche du Centre permettront d'apporter une contribution au niveau de la reconstitution de la marge laurentienne, de la compréhension des processus de croûte profonde dans le Grenville, leur rôle dans l'édification des grandes chaînes de montagnes et l'incidence des racines orogéniques sur les orogènes futurs ainsi que l'emplacement des ressources.

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

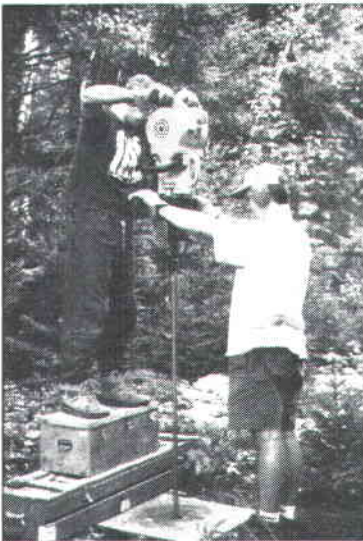
Le séisme de magnitude 5,2 de Cap-Rouge, survenu en novembre dernier, a remis en évidence le rôle clef joué par les structures anciennes tel que le paléo-rift du Saint-Laurent dans la néoséismicité de l'Est du Canada. En effet, le sud du Québec est fréquemment affecté par des petits tremblements de terre et occasionnellement par des séismes de magnitude supérieure à 4. L'événement de Cap-Rouge a permis à la CGC d'obtenir un des meilleurs enregistrements disponibles d'une séquence sismique dans cette région, et ainsi de documenter les principaux paramètres physiques et le contexte géologique régional de l'événement. De plus, en collaboration avec l'Université du Québec à Chicoutimi, l'étude du patron régional des failles associées au graben du Saguenay a permis de préciser le contexte géologique du tremblement de terre de magnitude 6 qui s'est produit à Chicoutimi en 1988. Ces études contribuent à une meilleure compréhension de la néoséismicité intraplaque de l'Est du Canada.



Carte d'analyse topographique mettant en relief l'effondrement du graben du Saguenay

International :

L'expertise du Centre a été mise à profit dans le cadre de travaux de cartographie géologique réalisés en Afrique de l'Ouest et financés par la Banque Mondiale. Le Centre a supervisé des travaux de cartographie faisant l'objet d'un contrat entre la République de Guinée et le Bureau de recherches géologiques et minières. Au Mali, une expertise en géologie structurale et en tectonique a été fournie pour réaliser une compilation géologique et métallogénique, et développer une banque de données géoscientifiques à références spatiales, dans le cadre d'un contrat réalisé par la firme Tecsub de Montréal.



Échantillonnage des formations superficielles par forage de type Pionjar. Ces données de terrain permettent d'étayer les reconstitutions tri-dimensionnelles.

QUATERNAIRE :

La cartographie des sédiments quaternaires du Piémont laurentien s'est poursuivie dans le secteur de Trois-Rivières et Shawinigan. En plus de fournir l'infrastructure géoscientifique nécessaire au projet de cartographie hydrogéologique régionale (voir page 16), l'information recueillie a pu être utilisée par les commissaires du Bureau d'audiences publiques en environnement (BAPE), qui avaient demandé de consulter tout document pouvant aider la prise de décision lors de la consultation publique visant la construction d'un site d'enfouissement de matériaux secs à Saint-Alban.

Les levés de géologie du Quaternaire dans la région d'Ashuanipi ont mis à jour un nouvel outil pour la recherche sur la dynamique polyphasée d'écoulement glaciaire; il s'agit de patrons d'interférence dans les formes profilées d'origine sous-glaciaire. La reconnaissance de ces formes

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

surimposées sur de vastes secteurs vient étayer et compléter les modèles d'écoulement glaciaire fondés sur les indicateurs conventionnels dans la région.

La cartographie des formations superficielles s'est poursuivie dans la région de Chibougamau. La reconnaissance des dépôts dans ce secteur a permis de mieux définir la limite nord du sous-bassin lacustre profond reconnu dans le secteur des lacs Piquet et Margry. Ces travaux ont aussi permis la cartographie détaillée des moraines de De Geer.

GÉORESSOURCES

Ce programme implique des études métallogéniques détaillées, la proposition de métallotectes 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 formations aquifères.

Nos partenaires et clients

- Akka Gold Mining, Cambior, Cominco, Compagnie minière de Touissit, Corporation Lithos, Encal, Exploration Stratégique, Falconbridge, Intragaz, Mines Aurizon, Monopros, Noranda Exploration, Pan Canadian Petroleum, Ressources Appalaches, Ressources Aur, Royal Oak Mines, SOQUEM, Shell Canada
- Ministère des Ressources naturelles du Québec
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF)
- MRC de Portneuf

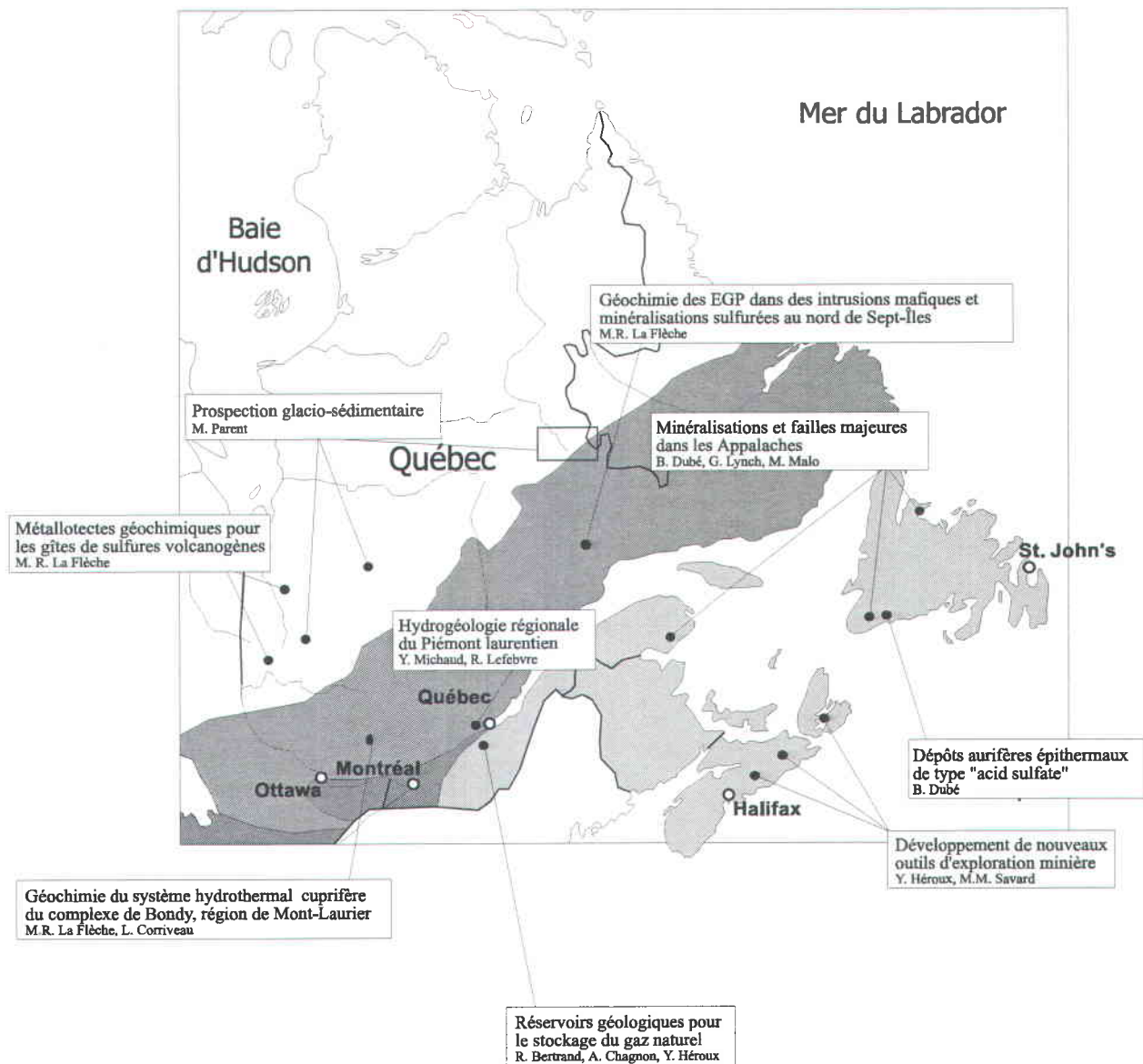
Nos expertises

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

Notre équipe

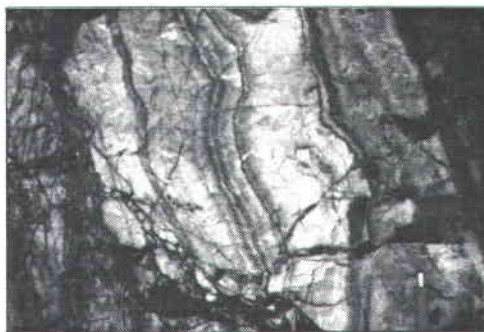
- ☞ **Professeurs INRS-Géoressources** : Yvon Héroux, Marc R. LaFlèche, René Lefebvre, Michel Malo, Alain Tremblay
- ☞ **Chercheurs CGC-Québec** : Jean Bédard, Guoxiang Chi, Benoît Dubé, Denis Lavoie, Yves Michaud, Michel Parent, Martine Savard
- ☞ **Professionnels de recherche** : Rudolf Bertrand, Éric Boisvert, Édith Bourque, André Chagnon, Serge J. Paradis, Nathalie Roy
- ☞ **Étudiants** : Alain Carrier, Nathalie Fagnan, Kamel Ferkous, Daniel Larose-Charette, James Moorhead, Valérie Murat, Miroslav Nastev, Daniel Paradis

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE



FAITS SAILLANTS

MÉTALLOGÉNIE :



Veine de quartz-adulaire-hématite rubanée: exemple classique de minéralisation aurifère épithermale d'âge tardi-protérozoïque. Indice Steep Nap, zone d'Avalon, Terre-Neuve.

La première année du projet de collaboration avec la province de Terre-Neuve dans la zone d'Avalon s'est terminée avec la parution, dans une publication provinciale, d'un nouveau modèle métallogénique pour les minéralisations aurifères de l'Est de Terre-Neuve et une revue des gîtes contemporains dans l'ensemble de la ceinture avalonienne qui s'étend sur 3 000 km de Terre-Neuve jusque dans les états de la Caroline aux États-Unis. Cette zone se caractérise par deux épisodes distincts de minéralisations épithermales et porphyriques, contrôlés par des entités géologiques bien définies, et présente de fortes similarités avec les arcs magmatiques présents dans le cercle de feu du Pacifique. Les résultats obtenus ont clairement fait ressortir le potentiel important de cette ceinture métallogénique sous-explorée.

Toujours à Terre-Neuve, l'étude sur l'ophiolite de Betts Cove a fourni un cadre stratigraphique et structural aux gîtes de cuivre et d'or qui s'y trouvent. Un nouveau modèle sur les chromitites intra-crustales a été proposé et permettra de mieux comprendre ce type de gisement.

Dans le sud de la Gaspésie, l'analyse des indices minéralisés de cuivre et d'or associés au système de failles de Grand Pabos-Restigouche a indiqué une association possible avec un même système magmatique hydrothermal. Le contexte géologique de plusieurs de ces indices encaissés dans des calcaires siluriens et la nature de certaines minéralisations aurifères ont permis d'envisager un potentiel de découverte de gîtes de type Carlin, un nouveau type de minéralisation pour le sud de la Gaspésie et éventuellement le nord du Nouveau-Brunswick.

Une étude géochimique, isotopique et minéragraphique a été réalisée sur la propriété aurifère de Douay-Ouest (les Mines Aurizon). Les résultats suggèrent un modèle de mise en place tardive de la minéralisation. Cette dernière s'est faite par percolation et remplacement métasomatique des épontes volcaniques. Ce type de minéralisation aurifère est atypique et contraste fortement avec les minéralisations filoniennes des camps miniers de Casa Berardi et de Val d'Or.

L'expertise du Centre en métallogénie aurifère a connu des applications à l'international. Le Centre a contribué à un contrat de la CGC en Argentine, financé par la Banque Mondiale. Un modèle géologique a été proposé pour un important district aurifère situé dans la province de Santa Cruz, dans le sud du pays, et des recommandations ont été formulées pour appuyer la mise en valeur du potentiel minier à court et moyen terme.

L'étude structurale du gîte aurifère d'Iourim s'est poursuivie dans le sud-ouest du Maroc avec la compagnie Akka Gold Mining. Les résultats ont permis d'établir la chronologie de la mise en place de la minéralisation aurifère par rapport aux phases de déformation.

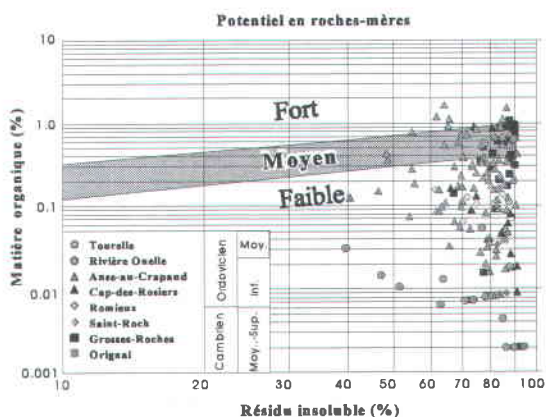
Outils d'exploration :

Le volet de recherche sur l'utilisation de la matière organique, des argiles et des dolomites comme guides d'exploration pour les métaux de base en bassin sédimentaire s'est poursuivi en collaboration avec l'École Polytechnique et le support de la compagnie minière de Touissit au Maroc. Les travaux réalisés ont permis d'identifier huit types différents de dolomites, parmi lesquels deux étaient cogénétiques à la minéralisation et spatialement associés au halo d'altération du corps minéralisé. L'étude des dolomites, combinée à la réflectance de la matière organique et au cortège des minéraux argileux, offre donc un potentiel intéressant pour l'identification de nouvelles réserves dans ce secteur.

Des travaux de recherche portant sur l'utilisation de la géochimie des ultratrace ont été menés dans les principaux camps miniers archéens du Québec, pour caractériser les principaux amas sulfurés volcanogènes. Menée en collaboration avec Falconbridge, Noranda Exploration, SOQUEM et le MRNQ, cette étude a permis de développer un métalotecte d'exploration puissant pour évaluer le potentiel minéral en minéralisations de sulfures massifs polymétalliques en terrains tectonisés.

Un volet de recherche combinant dynamique glaciaire et composition des sédiments quaternaires s'est poursuivi dans le cadre du projet Ashuanipi du ministère des Ressources naturelles du Québec, dans le Moyen Nord. Un modèle régional, intégrant le secteur d'Ashuanipi aux autres données du Québec-Labrador, a mis en évidence plusieurs réorientations majeures des lignes d'écoulement durant la dernière glaciation. La dispersion polyphasée résultant de cette histoire glaciaire complexe a pu être testée avec succès à l'aide d'un programme ciblé de prospection glacio-sédimentaire, réalisé à proximité d'une série d'indices minéralisés dans le secteur du lac Courcy.

Hydrocarbures :



Les rapports entre les résidus insolubles et le contenu en matière organique permettent d'identifier dans la succession cambrienne supérieure - ordovicienne inférieure, bon nombre de roches mères potentielles à hydrocarbures dans l'est du Québec.

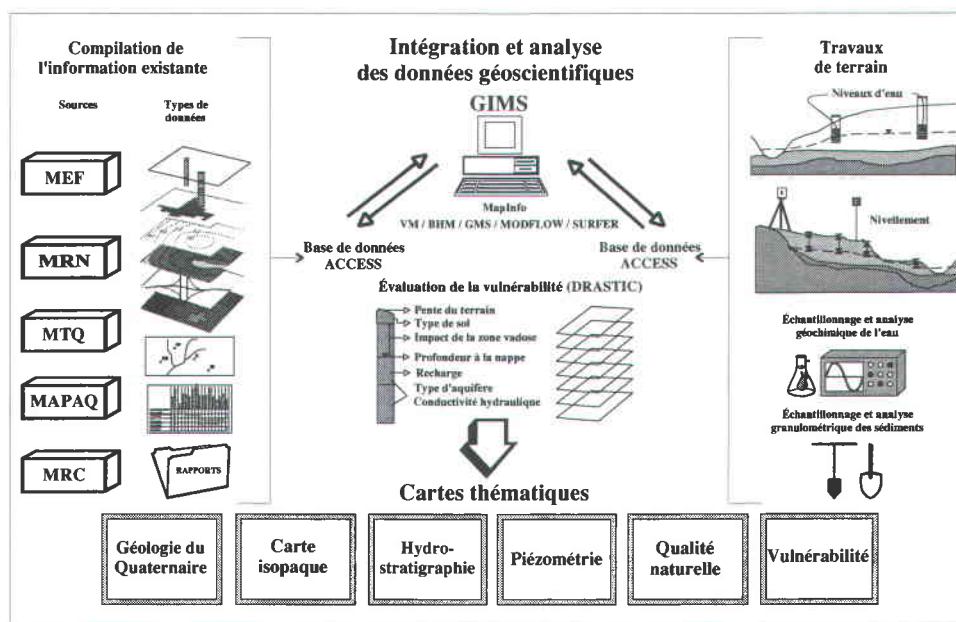
Les données stratigraphiques, structurales et diagenétiques générées dans le cadre des transects effectués dans le Réentrant de Québec ont permis de cibler des réservoirs potentiels et des pièges à hydrocarbures, notamment les grès poreux de la Formation de Kamouraska. Les premières données de maturation thermique pour ce secteur indiquent la présence de roches-mères à hydrocarbures (Ordovicien inférieur) et permettent de reconnaître les secteurs à potentiel gazier. La diffusion préliminaire de ces données a immédiatement suscité l'intérêt de la société PanCanadian Petroleum et des travaux de recherche seront amorcés en collaboration à l'été 1998 dans cette région. À la demande de la société Shell Canada, le Centre a effectué des études sur le potentiel en réservoirs des unités ordoviciennes de l'Île d'Anticosti. Les résultats obtenus ont eu un impact majeur sur la décision de la société d'investir vingt millions de dollars dans ce secteur, incluant quatre forages, d'ici l'an 2000.

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Des travaux effectués pour le compte d'Intragaz avaient pour but de clarifier notre compréhension quant à la complexité stratigraphique et le potentiel réservoir de la séquence paléozoïque de la région comprise entre Louiseville et Batiscan. Plus spécifiquement, ces travaux voulaient confirmer la présence de la faille de Pointe-du-Lac et caractériser la porosité des grès de base. Des outils spécifiques ont été développés pour étudier ces problématiques, notamment l'étude diagénétique pour expliquer le comportement et l'évolution de la perméabilité et l'identification des assemblages minéralogiques pour définir des marqueurs lithostratigraphiques. Les résultats ont mis à jour une porosité offrant une similitude avec les niveaux gréseux de la mer du Nord, montrant une ponocrose et une porosité effective conditionnées par la néoformation de phyllosilicates. De plus, les assemblages minéralogiques se sont avérés de bons marqueurs lithostratigraphiques pour l'ensemble de la plate-forme des Basses-Terres sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, élucidant une bonne partie de la complexité structurale et stratigraphique. La caractérisation et la valorisation des réservoirs ont été complétées par l'examen microscopique du kérogène.

Eaux souterraines :

Les travaux de caractérisation des aquifères granulaires se sont poursuivis dans le cadre du projet d'hydrogéologie régionale du Piémont Laurentien. La cartographie de ce grand domaine hydrogéologique du Québec méridional, qui s'étend de l'Outaouais jusqu'à Charlevoix, a permis de démontrer la relation étroite entre les sources d'eau potable et les grands deltas sableux de la Mer de Champlain. Ainsi, pour la seule région de Portneuf, quatorze aquifères distincts ont été cartographiés dans les bassins versants des rivières Sainte-Anne, Jacques-Cartier et Portneuf. Un guide méthodologique est en développement et fournira aux intervenants provinciaux et municipaux les outils nécessaires à l'évaluation et la gestion rationnelle des eaux souterraines.



Représentation schématique illustrant le type d'information et la méthodologie élaborée pour la réalisation de cartes hydrogéologiques à l'échelle régionale, projet pilote du Piémont laurentien.

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

- Environnement et Faune (MEF), Transports (MTQ), Sécurité publique, Conseil exécutif, Ressources naturelles (MRN)
- Ville de Montréal, Complexe environnemental de Saint-Michel
- Défense nationale, Environnement Canada, Pêches et Océans
- Dessau-Soprin, Cambior, Lauralco, UG Plus, Verreault Navigation

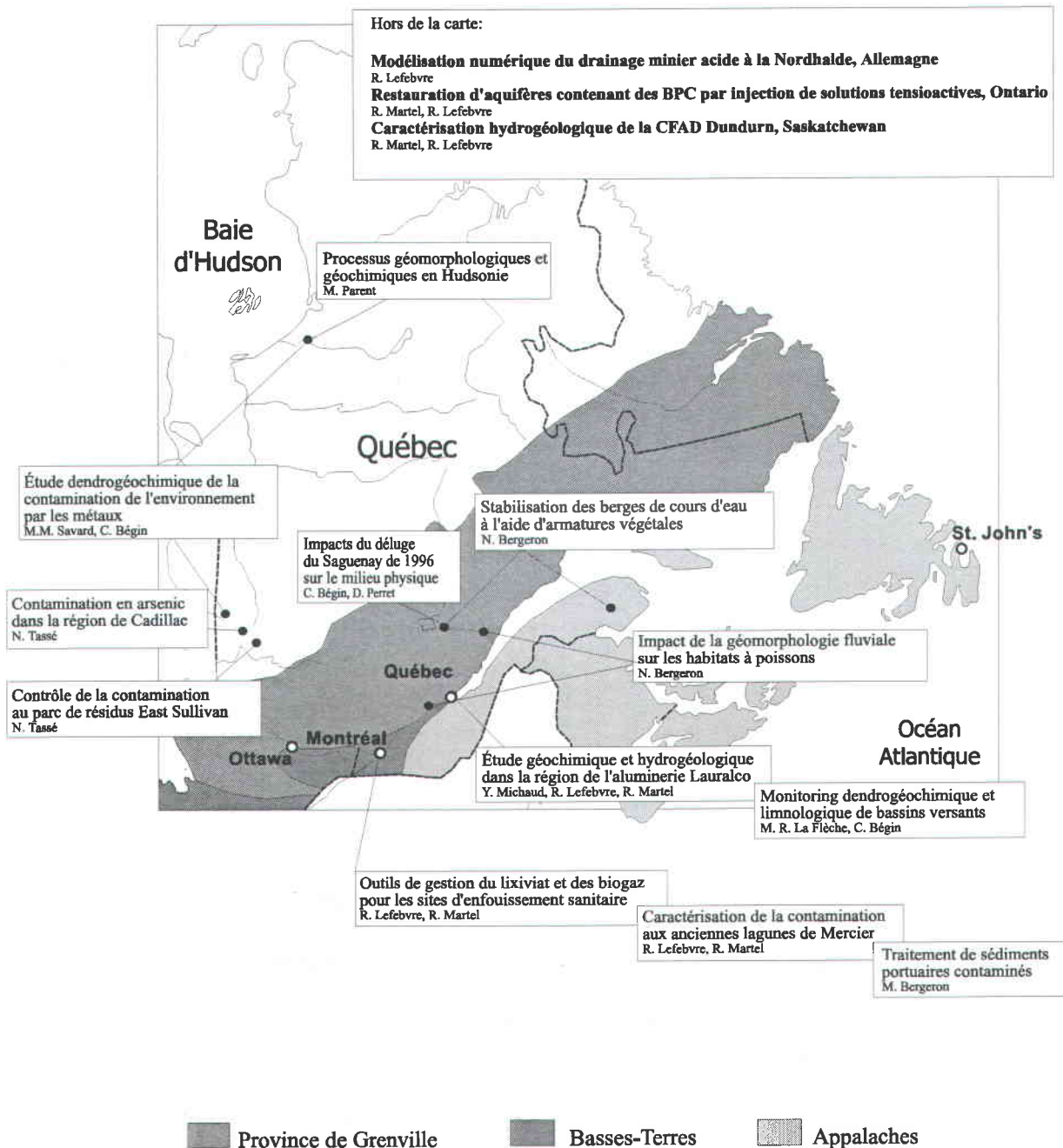
Nos expertises

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

Notre équipe

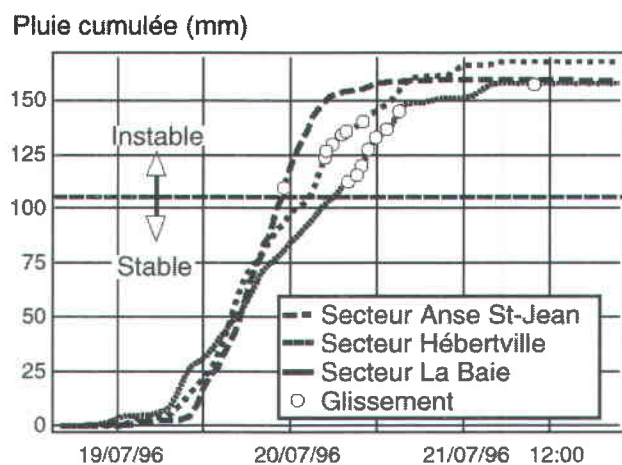
- ☞ **Professeurs INRS-Géoressources** : Mario Bergeron, Normand Bergeron, Marc R. LaFlèche, René Lefebvre, Richard Martel, Normand Tassé
- ☞ **Chercheurs CGC-Québec** : Christian Bégin, Yves Michaud, Michel Parent, Didier Perret, Martine Savard
- ☞ **Professionnels de recherche** : Caroline Béland-Pelletier, Catherine Blais, Cyril Clerk, Julie Cloutier, Pierre Fournier, Anne Gosselin, Marc R. Luzincourt, Hugo Saint-Laurent, Benoît Saint-Martin, Anna Smirnov, Pierrette Vaillancourt
- ☞ **Étudiants**: Annie Bélanger, Claudine Boyer, Patrice Carbonneau, Maurice Djona, Anne-Claire Flamant, Sébastien Fortin, Khalid Gueddari, Sylvain Hains, Héryk Julien, Douglas Pankewich, Isabelle Papineau, Magella Pelletier, Annie Roy, Chantal Saint-Pierre, Sabary Omer Ndzangou, François Turgeon, Harold Vigneault, Frédéric Vitali

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE



FAITS SAILLANTS

INTERVENTIONS AU SAGUENAY - LAC-SAINT-JEAN



Relation entre la quantité de pluie tombée et le déclenchement des glissements de terrain. Le seuil de précipitation fixé à 100 mm ne s'applique qu'aux événements de la mi-juillet 1996.

Outre les inondations, les pluies diluviennes de juillet 1996 ont provoqué plus de 1 000 glissements de terrain. Pour aider à caractériser ces phénomènes et fournir les données géoscientifiques nécessaires à une gestion sécuritaire du territoire, le Centre a développé ses interventions dans le cadre du Plan d'action fédéral et en collaboration avec les intervenants provinciaux. Des études ont été effectuées sur la gestion des zones exposées au risque de glissements de terrain et la redéfinition des paramètres géoscientifiques utilisés dans le zonage du risque. L'inventaire des glissements de terrain réalisé dans cette optique, pour le compte du ministère du Conseil exécutif du Québec, a constitué un élément-clé lors des audiences publiques sur les deux décès survenus lors de la catastrophe. De plus, l'identification des

paramètres à l'origine des ruptures a été essentielle aux travaux de stabilisation des versants argileux dans la ville de La Baie.

La reconstitution de l'historique des catastrophes naturelles exceptionnelles au cours des derniers millénaires a été précisée dans le but de documenter la récurrence des crues et des glissements et de les situer à l'intérieur de la trame paléogéographique holocène. De plus, en support aux activités menées par le ministère du Transport du Québec, des levés ont été effectués à Ville de La Baie. Ils ont permis d'identifier les versants instables et de produire une dizaine de cartes géomorphologiques au 1/1000 pour les secteurs les plus affectés. Une cartographie au 1/20 000 des sédiments quaternaires et des grands ensembles géomorphologiques a été réalisée pour la région de La Baie.

En collaboration avec les consultants en environnement Argus, le Centre a poursuivi des travaux de stabilisation des cours d'eau à l'aide d'armatures végétales. Ces techniques, développées sur les rivières Cap-Rouge et Grande-Caspédia, seront appliquées sur les rivières touchées par le déluge du Saguenay.

Processus géologiques actuels

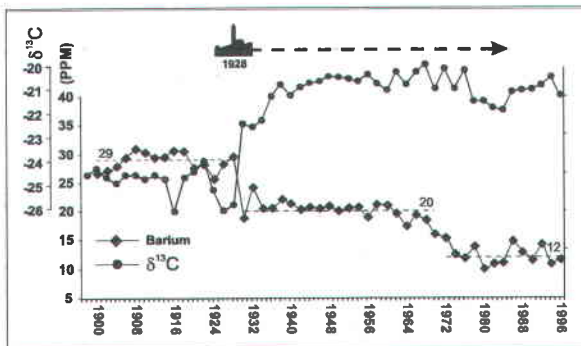
Le Centre a mené deux études sous l'égide de l'initiative MITE (**Metals in the Environment**) de la CGC. Cette initiative vise à distinguer l'origine anthropique ou naturelle des métaux dans l'environnement.

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Dans le cadre de la première étude, les résultats générés autour de la fonderie Horne à Rouyn ont confirmé le potentiel d'un outil innovateur de caractérisation et de monitoring des changements environnementaux, combinant la dendrochronologie et la géochimie analytique.



Fonderie Horne à Rouyn



Résultats isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et élémentaires [Ba] obtenus sur une série dendrochronologique prélevée dans un site à 7 km de la fonderie Horne. Le changement abrupt en 1928 suggère un effet significatif des polluants sur les activités physiologiques de l'arbre.

Les premiers résultats ont montré que les isotopes stables du carbone et les nutriments varient inversement et brusquement à partir de 1927, année marquant le début des activités de la fonderie. Les activités futures viseront à confirmer les résultats obtenus dans ce secteur et à les comparer avec ceux provenant de sites non pollués.

La deuxième étude, menée dans le nord du Québec, concernait la distribution du mercure dans les sols dérivés de tills. Les résultats ont démontré que l'enrichissement en mercure dans l'horizon illuvial (Bhf, Bf) des podzols des régions boréales est principalement commandé par le cheminement de la matière organique dans ces sols. Le temps de résidence de 1 000 ans et plus de la matière organique dans ces horizons suggère que d'importantes quantités de mercure étaient présentes dans ces écosystèmes bien avant la période industrielle.

Une équipe de recherche du Centre a entrepris, conjointement avec des chercheurs de l'INRS-Eau, des travaux en géochimie et sédimentologie de lacs situés en bassins versants forestiers. Les travaux ont principalement porté sur les bassins versants des lacs Clair (station de Duchesnay) et de la Tirasse (réserve d'Ashuapmushuan). Les résultats préliminaires permettent d'évaluer les variations historiques des taux d'accumulation sédimentaire et de mettre en évidence l'importance des retombées atmosphériques en métaux lourds en régions forestières éloignées des grands centres urbains.

Les travaux effectués dans le cadre de la subvention de recherche du MRNQ sur le monitoring limnologique et dendrogéochimique de stations du RESEF (Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers) ont permis de démontrer l'importance des précipitations acides dans le processus de dépérissement d'éraiblières et de pessières du bouclier. Entre autres, les études sur le processus de lessivage des cations basiques des sols

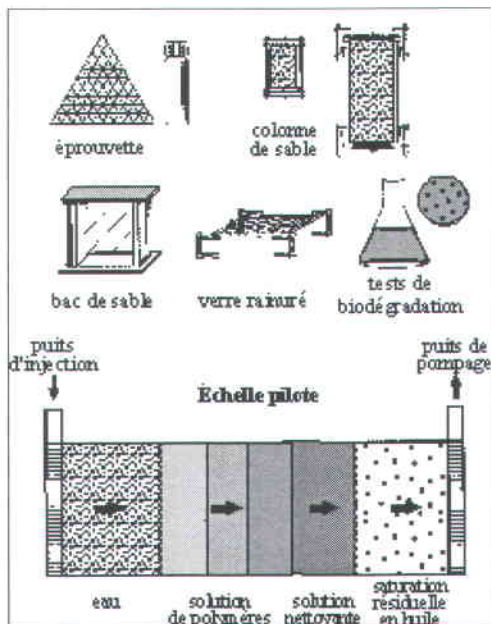
LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

forestiers démontrent que les précipitations acides affectent fortement des régions de la forêt boréale (réserve faunique d'Ashuapmushuan), très éloignée des grandes villes du sud du Québec.

En collaboration avec le Centre Interuniversitaire de Recherches sur le Saumon Atlantique (CIRSA), le Centre a poursuivi des recherches sur l'effet des processus fluviaux d'hiver sur le développement des oeufs de saumons de l'Atlantique. Les résultats indiquent que l'infiltration de sédiments fins dans les nids de saumons constitue une importante cause de mortalité.

Sols, sédiments et résidus contaminés

Des travaux de caractérisation hydrogéologique et environnementale ont été complétés à trois sites. Dans la région de l'aluminerie Lauralco, une collaboration avec des chercheurs des sciences du sol de l'Université Laval a permis de déterminer les contextes géologiques et hydrogéologiques du site et de comprendre les mécanismes de migration des chlorures. L'expertise sur la caractérisation de la contamination en liquides immiscibles denses aux anciennes lagunes de Mercier a apporté une meilleure compréhension des mécanismes de migration des contaminants. Enfin, nos chercheurs ont été parmi les premiers à étudier les mécanismes de migration des produits énergétiques, comme le TNT, grâce aux travaux réalisés à la CFAD Dundurn, en Saskatchewan.



Échelles des essais pour la décontamination in-situ des sols par injection de solutions nettoyantes.

Les développements de la technologie de restauration par lavage de sol avec des solutions tensioactives se sont poursuivis selon deux axes. D'abord, des essais en laboratoire et sur le terrain ont été réalisés pour restaurer une contamination en BPC. Ensuite, de nouvelles solutions de lavage ont été développées pour les solvants chlorés, tels que le TCE.

Le développement de simulations numériques de processus multiphasés avec réaction s'est poursuivi. Ces travaux ont trouvé des applications dans l'étude de la production et de la migration des biogaz dans les sites d'enfouissement sanitaire, en particulier au complexe environnemental de Saint-Michel. Le site de la Nordhalde, en Allemagne, a aussi fait l'objet d'une modélisation pour y comprendre les mécanismes de production du drainage minier acide.

Des travaux amorcés en 1995 sur le développement d'un procédé de traitement de matériaux contaminés solides se sont poursuivis en collaboration avec le Centre de Recherche Minérale, Environnement Canada et Verreault Navigation. La technologie qui a été développée est basée sur l'utilisation de méthodes minéralurgiques couramment utilisées dans le secteur du traitement des minerais. Initialement, l'application

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

du procédé a été vérifiée sur des sédiments portuaires contaminés par des métaux lourds et des hydrocarbures pétroliers. Depuis, une approche similaire a été vérifiée sur des sols contaminés. Des essais en laboratoire sur la récupération des BPC ont aussi été effectués. Le procédé développé par le Centre a fait l'objet d'un devis technique pour la construction d'un prototype de traitement à l'échelle 1/100. Il présente plusieurs avantages, notamment de s'avérer efficace à traiter des matériaux affectés par une contamination mixte, c'est-à-dire comprenant des contaminants organiques et inorganiques. De plus, il permet de traiter efficacement les particules inférieures à 63 microns, présentant souvent les plus fortes teneurs en contaminants, et son coût d'utilisation est inférieur aux technologies concurrentes.

Un procédé de traitement des poussières d'aciérage a été développé à l'échelle laboratoire. Ces poussières, résultant de la vaporisation partielle des concentrés de fer et des ferrailles, sont considérées selon les normes environnementales actuellement en vigueur comme des déchets dangereux. Les procédés de traitement existants sont coûteux, ce qui restreint leur application à de grandes quantités de matériel. Le procédé de chloruration à sec développé au Centre permet de traiter les poussières avec un mélange gazeux contenant du chlore, dans des conditions telles que tout le zinc, le plomb et le calcium contenus dans les poussières sont transformés en leurs chlorures respectifs alors que les autres éléments, incluant le fer, demeurent sous forme d'oxydes. Ce procédé, qui permet un recyclage complet des poussières et leur transformation en quatre produits non toxiques et à valeur commerciale, a fait l'objet d'une demande de financement à la société Innovatech afin d'en poursuivre le développement.

La région de Cadillac montre plusieurs parcs de résidus miniers abandonnés après extraction de l'or (Darius-O'Brien, Thompson-Cadillac, Wood-Cadillac). Ces résidus, tant dans les parcs que dans les déchets remobilisés le long des ruisseaux, sont à l'origine d'une contamination importante en arsenic. Un projet de recherche a examiné les mécanismes de dispersion de l'arsenic dans l'environnement alors qu'un autre a testé la possibilité d'implanter un système de bio-filtre passif visant à réduire l'arsenic et les sulfates dissous pour immobiliser le contaminant sous forme de sulfure comme l'orpiment.

Un autre axe de recherche était lié à la restauration de parcs de résidus miniers par le recours à des barrières réactives de résidus forestiers. Ce type de barrière vise à consommer l'oxygène atmosphérique avant son contact avec les minéraux sulfureux, inhibant ainsi la production de drainage minier acide. Les recherches visaient à déterminer la longévité potentielle de ce type de barrière et identifier les facteurs qui contrôlent cette longévité, principalement par l'examen de profils de gaz interstitiels mesurés in situ et par l'analyse des isotopes stables du carbone des biogaz générés.

GÉOMATIQUE

L'implication du Centre dans ce domaine mérite d'être soulignée. Dans le cadre de "GEOIDE" (Geomatics for Informed Decisions), les chercheurs du Centre ont participé à l'élaboration de deux projets dans le cadre de la proposition du Réseau de géomatique pour des interventions et des décisions éclairées "GEOÏDE" soumise au programme fédéral de Réseaux de Centres d'excellence. Une proposition a été financée par le RCCG (Réseau canadien des connaissances géoscientifiques). Elle vise la conversion de cartes et figures géologiques en images numériques accessibles par Internet. Enfin, une collaboration avec la société SIAL Géosciences a été développée dans le but d'intégrer un levé géophysique haute résolution effectué en Gaspésie avec diverses données géoscientifiques et d'en effectuer l'analyse.

Nos partenaires

- Centre de recherche en géomatique de l'Université Laval, Département de génie géomatique de l'Université de Calgary, Université de l'Alberta, Southern Alberta Institute of Technology (SAIT)
- CGC-Calgary, Division de la Géophysique
- Centre canadien de télédétection
- Centre de développement de la géomatique
- SIAL Géoscience

Nos expertises

- ▶ Gestion et modélisation de banque de données géospatiales
- ▶ Photogrammétrie (imagerie numérique aérienne et satellitaire)
- ▶ Analyse spatiale
- ▶ Intégration de données géoscientifiques multisources et multidimensionnelles
- ▶ ArcInfo, Autocad, Microstation, Mapinfo, MapObjects, DBase

Notre équipe

- ☛ **Chercheurs CGC-Québec :** Daniel Lebel, Didier Perret
- ☛ **Professionnels de recherche :** Éric Boisvert, Ruth Boivin, Christine Deblonde, Serge J. Paradis

LE PERSONNEL

Dans la foulée des développements Internet, une rubrique "*Bottin des expertises*" donnant accès aux professeurs et aux chercheurs du Centre est maintenant accessible à partir du site web du CGQ à l'adresse suivante:

http://www.inrs.quebec.ca/cgq/centre_ress.html

DIRECTION

ACHAB, Aïcha, D.Sc.,
Biostratigraphie

PROFESSEURS RÉGULIERS

BERGERON, Mario, Ph.D.,
Géochimie
HÉROUX, Yvon, Ph.D.,
Pétrologie et géochimie de la matière organique
LA FLÈCHE, Marc R., Ph.D.,
Géochimie
LEFEBVRE, René, ing. jr Ph.D.
Hydrogéologie
MALO, Michel, Ph.D.,
Géologie structurale
MARTEL, Richard, ing. Ph.D.,
Hydrogéologie
TASSÉ, Normand, Ph.D.,
Géochimie
TREMBLAY, Alain, Ph.D.,
Géologie structurale, géochimie

PROFESSEUR SOUS OCTROI

BERGERON, Normand, Ph.D.,
Géomorphologie

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

CHI, Guoxiang, Ph.D.,
Pétrologie, inclusions fluides
CORRIVEAU, Louise, Ph.D.,
Géologie régionale, métamorphisme, plutonisme
DUBÉ, Benoît, Ph.D.,
Métallogénie, géologie structurale
GARNEAU, Michelle, Ph.D.,
Paléo-environnements
LAVOIE, Denis, Ph.D.,
Sédimentologie des carbonates
LEBEL, Daniel, Ph.D.
Géologie structurale, géomatique
LYNCH, Gregory, Ph.D.,
Métallogénie, géologie structurale
MICHAUD, Yves, Ph.D.,
Géomorphologie
NADEAU, Léopold, Ph.D.,
Géologie régionale, tectonique
PARENT, Michel, Ph.D.,
Géologie du Quaternaire
PERRET, Didier, Ph.D.,
Géotechnique
SAVARD, Martine, Ph.D.,
Géochimie isotopique

ASSOCIÉ DE RECHERCHE

CHEVÉ, Serge, Ph.D.,
Gîtologie, métallogénie

AGENTS DE RECHERCHE / LABORATOIRE, INFORMATIQUE

BERTRAND, Rudolf, D.Sc.,
Pétrologie de la matière organique
CHAGNON, André, D.Sc.,
Minéralogie des argiles
DION, Marc-Antoine, Bacc.,
Chimie, Responsable des laboratoires

GIRARD, Étienne,
Géocartographe
MORIN, Réal,
Informatique
TREMBLAY, Pierrette, M.Sc.,
Vulgarisation scientifique

PROFESSIONNELS DE LA CGC

ASSELIN, Esther, M.Sc.,
Palynologie
BOISVERT, Éric, M.Sc.
Géologie du Quaternaire
BOIVIN, Ruth, Bacc.,
Géomatique
BOURQUE, Édith, ing. M.Sc.,
Hydrogéologie
BROUILLETTE, Pierre, B.Sc.,
Géologie régionale
DEBLONDE, Christine, Bacc.,
Géomatique
HAMEL, Jocelyn, Bacc.,
Informatique
LAUZIÈRE, Kathleen, M.Sc.,
Métallogénie
LUZINCOURT, Marc R., Bacc.,
Géochimie isotopique
PARADIS, Serge, M.A.,
Géologie du Quaternaire

ASSISTANTS DE RECHERCHE

BACON, Jonathan, Bacc.,
Chimie
BÉLAND-PELLETIER, Caroline, Bacc.,
Risques géologiques
BLAIS, Catherine, Bacc.,
Chimie
CLERK, Cyril, M.Sc.,
Chimie analytique
CLOUTIER, Julie, M.A.,
Dendrogéochimie
FOURNIER, Pierre, M.Sc.,
Géochimie
GOSSELIN, Anne, M.Sc.,
Génie chimique
NASTEV, Miroslav, Ph.D.
Hydrogéologie
ROY, Nathalie, Ing. jr M.Sc.,
Hydrogéologie
SAINT-LAURENT, Hugo, Bacc.,
Génie chimique
SAINT-MARTIN, Benoit, Bacc.,
Génie civil

SOUFIANE, Azzedine, M.Sc.,
Palynologie
VAILLANCOURT, Pierrette, M.Sc.,
Hydrogéologie

PROFESSEURS INVITÉS

FERAUD, Gilbert,
Centre national de la recherche scientifique, Nice
KÜBLER, Bernard,
Institut de géologie, Université de Neuchâtel, Suisse
LALANCETTE, Jean-Marc,
Consultant
MÜLLER, Wülf,
Université du Québec à Chicoutimi
RIVA, John F.V.,
Paléontologie
SCHRIJVER, Kees, D.Sc.,
Métallogénie

ADMINISTRATION / FINANCE

BOUDREAU, Denise,
Finance et administration, INRS
CÔTÉ, Pascale
Assistance à la direction
COUTURE, Carole,
Administration
LABERGE, Christine,
Finance et administration
LAFORTUNE, Brigitte,
Finance et administration, CGC

SECRETARIAT

GUAY, Louise,
Secrétariat de direction
MICHARD, Lise,
Secrétariat scientifique et dossier Étudiants

TECHNICIENS

BÉLANGER, Isabelle,
Géochimie
BÉRUBÉ, Jean-Claude,
Pétrographie, lames minces
BOUTIN, Marco,
Photogrammétrie, dessin
DESAULNIERS, Lyne,
Informatique
DUBÉ, Luce,
Dessin

LES RESSOURCES HUMAINES

DUPUIS, Sonia,
Bibliotechnique
GIRARD, Jean-François,
Géomorphologie fluviale
GOSELIN, Réal,
Géochimie
GREENDALE, Marc,
Géochimie
HÉBERT, André,
Géochimie
HOUE, Yvon,
Dessin
RICBOURG, Jean-Pierre,
Géochimie
ROBITAILLE, Anne,
Bibliotechnique

BÉNÉVOLES DE LA CGC

GAGNÉ, Christelle
LAPRISE, Gilles
MORISSETTE, Sabrina
MÜLLER, Nicolas
TASSÉ, Clotilde
TREMBLAY, Marylise
VEILLEUX, Martin

PROGRAMMES INTERUNIVERSITAIRES DE MAÎTRISE ET DE DOCTORAT EN SCIENCES DE LA TERRE

Depuis 1993, l'INRS-Géoresources 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 et une liste de cours plus complète et supporte deux grands axes de formation: "GÉODYNAMIQUE ET RESSOURCES" et "GÉOINGÉNIERIE ET ENVIRONNEMENT".

De façon complémentaire aux différentes activités de recherche menées dans le domaine des ressources et de l'environnement, l'INRS-Géoresources développe des projets dans les domaines de la géologie régionale et de l'analyse des bassins, des ressources minérales, des hydrocarbures, de la géochimie, de l'hydrogéologie et des géosciences de l'environnement.

La recherche au CGQ favorise la multidisciplinarité et l'intégration. Elle est appuyée par des laboratoires offrant une capacité analytique de haut calibre et des installations d'analyse spatiale et de cartographie assistée par ordinateur. L'étroite collaboration entre les chercheurs et l'intégration des résultats des différentes disciplines contribuent à l'approfondissement et à l'élargissement des connaissances relatives aux problématiques étudiées. De plus, la collaboration avec des partenaires gouvernementaux, universitaires et du secteur privé est un facteur stimulant pour la recherche géologique au Québec.

De plus amples renseignements sur nos programmes sont accessibles sur le site web du CGQ à l'adresse suivante:

<http://www.inrs.quebec.ca/cgq/formatio.html>

Pour accéder à la liste des projets de recherche disponibles, veuillez consulter l'adresse suivante:

http://www.inrs.quebec.ca/cgq/liste_projet_dispo_doctorat.html

LA MAÎTRISE

Ce programme permet à l'étudiant d'acquérir des connaissances générales avancées; d'approfondir un domaine particulier de la géologie ou du génie géologique; de s'initier à la recherche scientifique et d'acquérir une préparation adéquate à la pratique professionnelle de la géologie ou du génie géologique.

ÉTUDIANTS INSCRITS À L'INRS-GÉORESSOURCES

Bélanger, Annie. Étude de la récupération du zinc dans des sols par flottation en colonne. Projet dirigé par M. Bergeron.

Carbonneau, Patrice. Interactions entre le transport de sédiments en charge de fond et les turbulences de l'écoulement. Projet dirigé par N. Bergeron.

Fagnan, Nathalie. Cartographie hydrogéologique régionale et vulnérabilité des eaux souterraines dans la MRC de Portneuf. Projet dirigé par R. Lefebvre et Y. Michaud.

LES PROGRAMMES DE FORMATION

Fortin, Sébastien. Spéciation de l'arsenic lors de sa dispersion à partir des résidus miniers dans la région de Wood Cadillac. Projet dirigé par N. Tassé.

Girard, Frédéric. Hydrostratigraphie d'un complexe morainique et deltaïque dans la région de Portneuf. Projet dirigé par M. Parent et R. Lefebvre.

Gosselin, Patrice. Structure-minéralisation le long de la faille de Shickshock-sud, Gaspésie. Projet dirigé par M. Malo et G. Beaudoin (Laval).

Hains, Sylvain. Caractérisation hydrogéologique d'un site contaminé par des produits énergétiques (nitroaromatiques). Projet dirigé par R. Martel et R. Lefebvre.

Julien, Héryk. Étude de l'habitat d'hiver du saumon atlantique (*Salmo salar*). Projet dirigé par N. Bergeron.

Larose-Charette, Daniel. Modélisation de l'hydrodynamique des aquifères de la MRC de Portneuf. Projet dirigé par R. Lefebvre, Y. Michaud et R. Therrien (U. Laval)

Maisonneuve, Sébastien. Étude structurale et métallogénique du gîte de Du Reine (Au) et de la mine Duvan (Cu) près de Lasarre en Abitibi. Projet dirigé par A. Tremblay.

Murat, Valérie. Évaluation de la vulnérabilité des aquifères de la MRC de Portneuf. Projet dirigé par R. Martel, R. Therrien (U. Laval) et Y. Michaud.

Pankewich, Douglas. Composition isotopique du carbone dans les gaz interstitiels d'une couverture de résidus forestiers. Projet dirigé par N. Tassé et M.M. Savard.

Papineau, Isabelle. Contexte hydrogéologique autour des installations de l'usine Lauralco à Deschambault. Projet dirigé par R. Martel, Y. Michaud et R. Lefebvre.

Paradis, Daniel. Détermination des périmètres de protection autour des ouvrages de captage des eaux souterraines. Projet dirigé par R. Martel, R. Lefebvre et Y. Michaud.

Pelletier, Magella. Géochimie des sédiments de lacs dans le nord du Québec. Projet dirigé par M. R-LaFlèche et M. Parent.

Roy, Annie. Modélisation d'un essai d'injection de solutions tensio-actives pour la restauration d'un site contaminé par des BPC. Projet dirigé par R. Lefebvre et R. Martel.

Saint-Pierre, Chantal. La décontamination de sols contaminés par des solvants chlorés par lavage. Projet dirigé par R. Martel et R. Lefebvre.

Turgeon, François. Étude de la récupération du cuivre dans des sols par flottation en colonne. Projet dirigé par M. Bergeron.

Vigneault, Harold. Modélisation numérique du contrôle des biogaz dans les sites d'enfouissement. Projet dirigé par René Lefebvre.

ÉTUDIANTS INSCRITS À LAVAL

Bernardez, Leticia. Modélisation numérique de la récupération de diesel par lavage de sol. Projet dirigé par R. Therrien et par R. Martel et R. Lefebvre (INRS).

Cadieux, Anne-Marie. Caractérisation géologique et structurale de l'indice aurifère Clearwater, Baie James, Québec. Projet dirigé par G. Beaudoin et par B. Dubé (CGC)

Foy, Stephan. Essai de récupération de BPC dans des sols. Projet dirigé par P. Gélinas et par R. Martel (INRS).

Gauthier, Carl. Modélisation numérique d'un système de biodégradation in situ de composés organiques. Projet dirigé par R. Therrien et par R. Lefebvre (INRS).

Hébert, Alain. Analyses des mécanismes de récupération des liquides immiscibles lors de l'essai de lavage à la sablière Thouin (L'Assomption, Québec). Projet dirigé par P. Gélinas et par R. Martel (INRS).

Ndzangou, Sabary Omer. Bioconstruction et évolution paléoclimatique de la marge laurentienne (Ordovicien tardif). Projet dirigé par P.-A. Bourque et par D. Lavoie (CGC).

Pagé, Philippe. Géochimie des éléments du groupe du platine et des ultratracés incompatibles dans les péridotites de la zone de Garrett et de certaines ophiolites appalachiennes. Projet dirigé par R. Hébert et par M. R.-LaFlèche (INRS)

LES PROGRAMMES DE FORMATION

Pouget, Richard. Modélisation numérique de l'écoulement multiphase dans les milieux fracturés. Projet dirigé par R. Therrien et par R. Lefebvre (INRS).

Saumure, Laurent. Mise au point de solutions tensioactives pour le lavage in situ d'un sol contaminé aux BPC. Projet dirigé par P. Gélinas et par R. Martel (INRS).

Sohier, Maryse. Modélisation numérique du contrôle du lixiviat en milieu fracturé. Projet dirigé par R. Therrien et par R. Lefebvre (INRS).

Williamson, Ken. Analyse structurale de la mine Beacon, Val d'Or. Projet dirigé par D. Kirkwood et par A. Tremblay (INRS).

LE DOCTORAT

Ce programme est largement axé sur des activités de recherche et permet une spécialisation avancée dans divers domaines de la géologie fondamentale ou appliquée. Il vise: à rendre l'étudiant apte à élaborer et à mettre sur pied des projets de recherche originaux; à le rendre autonome dans la conduite de ces projets; et à lui permettre d'exceller dans des activités professionnelles de recherche et(ou) d'enseignement universitaire.

ÉTUDIANTS INSCRITS À L'INRS-GÉORESSOURCES

Carbonneau, Patrice. Habitat d'hiver du saumon atlantique. Projet dirigé par N. Bergeron.

Carrier, Alain. Pétrogenèse et métallogénie du volcanisme rhyolitique dans la partie nord du camp minier de Rouyn-Noranda. Projet dirigé par M. R-La Flèche et par W. Müller (UQAC).

Castonguay, Sébastien. Les relations entre la déformation, les structures et le métamorphisme dans l'espace et le temps, dans la partie interne de la zone de Humber. Projet dirigé par A. Tremblay.

Flamant, Anne-Claire. Étude dendrochronologique et dendrogéochimique de la forêt expérimentale du bassin du lac de la Tirasse (Lac-St-Jean). Projet dirigé par M. R-La Flèche, par R. Ouimet (MRNQ) et par C. Bégin (CGC).

Fu, Weimin. Métallogénie du Complexe de Bondy. Projet dirigé par L. Corriveau et M. R.-LaFlèche.

Moorhead, James. Caractérisation du contexte structural de la Mine Louvicourt. Projet dirigé par A. Tremblay et par G. Beaudoin (U. Laval).

Morin, David. Étude des composantes ultramafiques de la ceinture métasédimentaire du Grenville par l'analyse pétrographique, minéralogique et géochimique de la brèche intrusive de Rivard. Projet dirigé par L. Corriveau et par R. Hébert (U. Laval).

Sabary Omer, Ndzangou. Monitoring dendrogéochimique (éléments traces et isotopes stables) des stations de monitoring environnemental de Duchesnay et de Ashuapmushuan. Projet dirigé par M.R.-LaFlèche.

ÉTUDIANTS INSCRITS À LAVAL

Berclaz, Alain. Hydrothermalisme dans la croûte ophiolitique du massif de North Arm, Bay of Islands, Terre-Neuve: infrastructure tectonique et pétrologie métamorphique. Projet dirigé par R. Hébert et par J.H. Bédard (CGC).

Ghogomu Ngouh, Frédéric. Développement d'un simulateur tridimensionnel de transport avec réactions dans les massifs fracturés. Projet dirigé par R. Therrien et par R. Lefebvre (INRS).

Mounji, Driss. Sédimentogenèse, évolution diagénétique et effets de l'hydrothermalisme sur les séquences carbonatées dévoniennes du Tafilalt-Maïder, Anti-Atlas oriental, Maroc. Projet dirigé par P.-A. Bourque et par M.M. Savard (CGC).

Nastev, Miroslav. Modélisation de la production et la migration de biogaz dans les sites d'enfouissement. Projet dirigé par P. Gélinas, R. Therrien et par R. Lefebvre (INRS).

Varfalvy, Veronica. Interactions magma-manteau: implications sur la genèse des magmas en contexte océanique et ophiolitique. Projet dirigé par R. Hébert et par J.H. Bédard (CGC).

LES STAGES POSTDOCTORAUX

Fort de son importante mission en recherche fondamentale et appliquée dans des thèmes à pertinence sociale, 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 sur les stages postdoctoraux au CGQ, visitez le:

www.inrs.quebec.ca/cgq/stages_postdoc.html

Blein, Olivier. Caractérisation géochimique d'un complexe gneissique grenvillien et du système hydrothermal associé. Projet sous la direction de L. Corriveau et de M. R.-La Flèche.

Boyer, Claudine. Restauration de cours d'eau et suivi géomorphologique et hydrodynamique des aménagements de berges. Projet sous la direction de N. Bergeron.

Djona, Maurice. Récupération des matières minérales et détoxification des poussières d'aciérage par chloruration sélective au chlore gazeux. Projet sous la direction de M. Bergeron.

Ferkous, Kamel. Étude structurale des indices d'or d'Iourirn, boutonnière d'Akkad, Anti-Atlas occidental, Maroc. Projet sous la direction de M. Malo et B. Dubé.

Gueddari, Khalid. Géochimie du Nb, Hp, Zr et Ta et des éléments du groupe du platine dans les komatites de l'Abitibi. Projet sous la direction de M. R.-LaFlèche.

Vitali, Frédéric. Caractérisation isotopique des aquifères granulaires du Piémont laurentien. Projet sous la direction de M.M. Savard et Y. Michaud.

LES AUTRES CONTRIBUTIONS À LA FORMATION

Le Centre coopère avec d'autres institutions universitaires québécoises, canadiennes et étrangères dans le domaine de la recherche. Il favorise 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.

ÉTUDIANTS INSCRITS À LA MAÎTRISE DANS D'AUTRES UNIVERSITÉS

Andrews, Olof. Pétrologie du magmatisme alcalin potassique à travers la chimie de l'apatite. Projet dirigé par R.F. Martin (U. McGill) et par L. Corriveau. Mémoire déposé le 4 décembre 1996.

Kone, Macoura. Pétrographie et maturation thermique des déblais de forage du puits IVCO-10 du bloc CI-02 du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Projet dirigé par P. Cousineau (UQAC) et par R. Bertrand.

Ménard, Éric. Influence des conditions naturelles de surface sur la répartition du pergélisol et du gel saisonnier au Détroit de Manitousuk, Hudsonie. Projet dirigé par M. Allard (U. Laval) et par Y. Michaud.

ÉTUDIANTS INSCRITS AU DOCTORAT DANS D'AUTRES UNIVERSITÉS

Aboutahir, Naima. Étude de l'altération hydrothermale et de la dolomitisation dans le contexte des gîtes de type Vallée du Mississippi. Projet dirigé par A. Brown (École polytechnique) et par M.M. Savard.

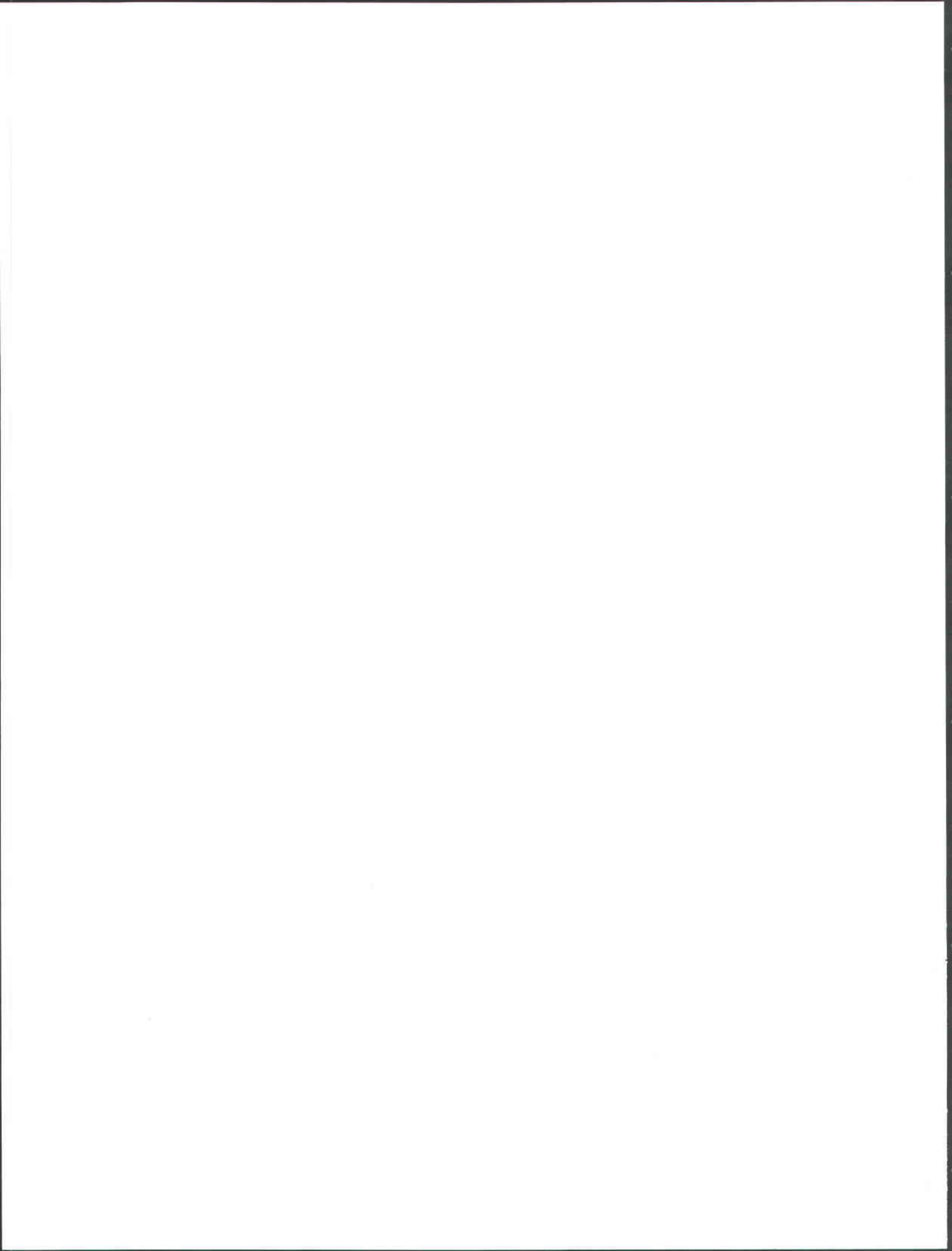
Martin, Nadine. Géomorphologie et biologie de la rivière Sainte-Anne à Sainte-Anne-de-la-Pérade. Projet dirigé par A. Roy (U. de Montréal) et par N. Bergeron.

Larbi, Yoosef. Géochimie isotopique des métasédiments du Super Groupe de Wakeham, Grenville, Québec. Projet dirigé par R. Stevenson (UQAM) et par M. R.-LaFlèche.

STAGIAIRES CO-OP/ÉTUDIANTS D'ÉTÉ

Bérubé, Francis (Université Laval)
Boies, Michel (CEGEP de Sainte-Foy)
Boivin, Pascal (Association des PME)
Boudreau, Jocelyn (Université Laval)
Cadieux, Anne-Marie (Université Laval)
Cloutier, Julie (INRS-Géoressources)
Cochennec, Gaëlle (CEGEP de Sainte-Foy)
Côté, Pierre (Université Laval)
De la Fontaine, Martin (INRS-Géoressources)
Fagnan, Nathalie (INRS-Géoressources)
Foy, Stéfan (Université Laval)
Gasbarro, Guido (Université Laval)
Germain, Daniel (Université Laval)
Girard, Frédéric (U. Sherbrooke)

Hébert, Alain (Université Laval)
Julien, Héryk (UQTR)
Larose-Charette, Daniel (Université Laval)
Leblanc-Boily, Véronique (Université Laval)
Lenormand, Frédéric (U. Sherbrooke)
Papineau, Isabelle (INRS-Géoressources)
Paradis, Daniel (INRS-Géoressources)
Petitpas, Pierre (Institut Carrière et Développement Ltée)
Saint-Pierre, Chantal (INRS-Géoressources)
Sévigny, Éric (Université Laval)
Smirnov, Anna (INRS-Géoressources)
Valois, Sylvie (Université Laval)
Vigneault, Harold (INRS-Géoressources)



Visitez le site WEB du CGQ : www.inrs.quebec.ca/cgq

COORDINATION

Pascale Côté

MISE EN PAGE

Louise Guay

PAGE COUVERTURE

Luce Dubé, Louise Corriveau

IMPRESSION

Les Copies de la Capitale

Netscape - [INRS prod_serv]

File Edit View Go Bookmarks Options Directory Window Help

Back Forward Home Reload Images Open Print Find Stop

Location: http://www.inrs.quebec.ca/ogo/prod_serv.html

What's New! What's Cool Handbook Net Search Net Directory Software

Services à la Recherche

Le Centre gère des installations qui, bien que conçues et développées pour répondre spécifiquement aux impératifs de ses programmes de recherche, sont accessibles à l'ensemble de la communauté géoscientifique régionale :

POUR PLUS D'INFORMATION:

Marc-Antoine Dion, responsable des laboratoires

Téléphone: (418) 654-2608

Télocopieur: (418) 654-2625

C. élec.: mdion@gsc.nrcan.gc.ca.



LE LABORATOIRE DE GÉOCHIMIE ISOTOPIQUE

Renseignements : Martine M. Savard

Téléphone : (418) 654-2634

Télocopieur : (418) 654-2615

C. élec. : msavard@rncan.gc.ca

LE LABORATOIRE DE GÉOCHIMIE DES ULTRATRACES

Renseignements : Marc R. La Flèche

Téléphone : (418) 654-2670

Télocopieur : (418) 654-2625

C. élec. : lafleche@gsc.rncan.gc.ca



LE LABORATOIRE DE CARTOGRAPHIE NUMÉRIQUE ET DE PHOTOGRAMMÉTRIE

Renseignements : Serge J. Paradis

Téléphone : (418) 654-2556

Télocopieur : (418) 654-2615

C. élec. : sparadis@rncan.gc.ca

LE CENTRE DE DOCUMENTATION ET DE DISTRIBUTION

Renseignements : Sonia Dupuis

Téléphone : (418) 654-2677

Télocopieur : (418) 654-2615

C. élec. : sdupuis@rncan.gc.ca

LE LABORATOIRE DE GÉODYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE ET DE SÉDIMENTOLOGIE

Renseignements : Michel Parent / Yves Michaud

Téléphone : (418) 654-2657 / (418) 654-2673

Télocopieur : (418) 654-2615

C. élec. : miparent@rncan.gc.ca, ymichaud@rncan.gc.ca

LE LABORATOIRE DE DENDROCHRONOLOGIE ET DE DENDROGÉOCHIMIE

Renseignements : Christian Bégin

Téléphone : (418) 654-2648

Télocopieur : (418) 654-2615

C. élec. : cbegin@rncan.gc.ca