

# 30 ANS DE GÉOSCIENCES À L'INRS

DU GROUPE PÉTROLE  
AU CENTRE GÉORESSOURCES  
1971-2001



## TABLE DES MATIÈRES

1	Prologue
3	Historique
33	Entrevues : Groupe Pétrole 1971-1981
49	Entrevues : INRS-Géoressources 1981-1988
59	Entrevues : Centre géoscientifique de Québec 1988-2001
92	Remerciements



## PROLOGUE

Le Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-ETE), formé à partir du regroupement en 2001 des centres INRS-Eau et INRS-Géoresources, fêtera ses 10 ans à l'automne 2011. Lors de la fusion, l'INRS-Eau avait déjà un peu plus de 30 ans. Ses bâtisseurs ont pris l'initiative en 2009 de raconter l'histoire de ce centre qui avait vu le jour en même temps que l'INRS en 1969. Leurs récits relatent leurs rêves et les défis qu'ils ont eu à relever. Ils font revivre les débuts de l'INRS-Eau, l'apprentissage de la multidisciplinarité, le développement de la science, de l'enseignement, les aléas du financement de la recherche et la manière dont s'est structuré et organisé leur centre. Leur ouvrage constitue un travail de mémoire essentiel pour qui veut comprendre ce qu'est aujourd'hui l'INRS-ETE, du moins la partie qui provient de l'INRS-Eau. Une compréhension plus complète nécessitait l'histoire de l'autre partie, la composante Terre, issue de l'INRS-Géoresources. Yves Bégin, directeur de l'INRS-ETE, m'a demandé, à titre de doyenne et d'ancienne directrice de l'INRS-Géoresources, d'écrire l'histoire de ce centre qui avait aussi la trentaine lors du regroupement. J'acceptai avec plaisir cette tâche, à condition que je puisse compter sur le soutien et la collaboration de mes collègues géoscientifiques, ce qui me fut accordé.

La première idée a bien sûr été de produire un document similaire à celui de nos collègues de l'INRS-Eau. Une rapide consultation auprès des anciens de Géoresources montra cependant que l'approche utilisée pour raconter l'histoire de l'INRS-Eau pourrait difficilement être suivie. D'abord, l'INRS-Géoresources ne peut compter sur le récit de son pionnier et directeur fondateur Michel Desjardins, aujourd'hui décédé, ni sur celui de son second directeur, Robert Lamarche, que nous n'avons pu retrouver. Enfin et surtout, il apparut clairement qu'il nous serait difficile de nous limiter à quelques collègues pour raconter l'histoire de notre centre. Tous, à leur manière et à des degrés divers, ont façonné la personnalité et la culture de l'INRS-Géoresources, et ont participé à son développement.

Une approche basée sur l'histoire telle que perçue par les équipes qui ont contribué à faire évoluer les programmes de recherche, en les adaptant continuellement aux besoins socio-économiques du Québec, fut considérée comme étant la plus appropriée pour témoigner des événements, de la réalité et de la philosophie de l'INRS-Géoresources. Les façons de faire propres à notre centre, incontestablement liées à son histoire, témoignent d'une culture spécifique différente de celles qui se sont développées dans les autres centres de l'INRS. Cette diversité culturelle a fait la force et la richesse de l'Institut. Il m'est incombé la délicate tâche de rédiger les grandes lignes de l'histoire de l'INRS-Géoresources. Ce parcours permet de replacer l'origine des équipes et le développement des programmes de recherche dans le contexte de l'évolution du centre. L'histoire commence par la mise sur pied du Groupe INRS-Pétrole, se poursuit avec la création du Centre INRS-Géoresources, puis celle du Centre géoscientifique de Québec. Elle permet de jeter un regard sur 30 années de géosciences à l'INRS. La mémoire ne suffisant pas toujours, les faits rapportés dans l'historique sont généralement documentés dans les différents rapports annuels du centre. Malgré tout, ce regard est bien évidemment personnel et probablement partial. On en excusera donc les lacunes qui devraient être comblées par les entrevues avec les équipes.

**Aicha Achab**

# LES GÉOSCIENCES À L'INRS HISTORIQUE

Pour des géologues habitués à travailler sur des échelles temporelles de plusieurs centaines de millions d'années, trente ans peuvent paraître comme une période bien courte pour raconter l'histoire de la recherche en géosciences à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). Pourtant, il s'est passé bien des choses en trente ans dans le dernier-né des centres de recherche de l'INRS : le centre a grandi, changé de nom, déménagé trois fois, s'est associé, a fusionné, tout cela en répondant sans cesse aux besoins toujours changeants de la société québécoise, en adaptant continuellement ses programmes à ces besoins et aux exigences d'une science, dont les concepts, les progrès technologiques et les champs d'application ont été et demeurent en constante évolution.

Avec le recul, on constate que ces trente années reflètent assez fidèlement l'évolution des sciences de la Terre. Les activités, initialement orientées vers le secteur des ressources minières et pétrolières, ont progressivement intégré des dimensions plus sociétales et environnementales. Les géosciences se sont ainsi montrées attentives aux préoccupations d'une société souhaitant une utilisation plus rationnelle de ses ressources et, grâce à une bonne compréhension des processus, elles ont proposé des solutions originales à d'importants problèmes environnementaux.

On constate aussi qu'en plus de l'aventure scientifique, cette histoire a été une belle aventure humaine. L'approche multidisciplinaire indispensable pour répondre à la complexité des problèmes géoscientifiques, la cohésion et la solidarité du groupe pour faire face à certaines situations difficiles, le climat amical et chaleureux instauré dès les premiers jours par les pionniers, ont forgé un formidable esprit d'équipe doublé d'une franche et sincère cordialité qui ne se sont jamais démentis.

Avant de relater l'histoire de la recherche en géosciences à l'INRS, il serait bon de placer ses origines dans le contexte de la création de l'Université du Québec (UQ) et de l'INRS.

# LA CRÉATION DE L'UQ<sup>1</sup>

À la fin des années 1950, six universités constituaient le système universitaire québécois, soit trois francophones (les universités Laval, de Montréal et de Sherbrooke) et trois de langue anglaise (les universités McGill, Bishop's et Sir George Williams). Il s'agissait d'universités privées dont le financement provenait de dotations, de dons de congrégations religieuses, des frais de scolarité perçus, de campagnes de financement et d'appuis gouvernementaux discrétionnaires. La recherche menée par les professeurs ne bénéficiait pas de subventions institutionnalisées; elle reposait sur les seules commandites.

En 1961, le gouvernement libéral de Jean Lesage, nouvellement élu, crée la Commission royale d'enquête sur l'enseignement. Cette commission, présidée par monseigneur Alphonse-Marie Parent, recteur de l'Université Laval, publie de 1963 à 1965 un rapport qui recommande la création d'un ministère de l'éducation, d'un conseil supérieur de l'éducation et d'un conseil des universités.

Le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) fut créé en 1964 et s'engagea dans un processus de renouvellement en profondeur du système scolaire. L'éducation postsecondaire, réservée jusque-là à ceux qui pouvaient défrayer le coût des collèges classiques ou celui de la propédeutique universitaire, allait être rendue accessible aux cohortes de baby-boomers avec la création des Collèges d'enseignement général et professionnel (CÉGEP). Il était prévisible que ces pressions démographiques et démocratiques se répercutent sur l'accès à l'université. Des hauts fonctionnaires proposent donc en 1965 la création d'un réseau universitaire national public, « l'Université du Québec totale », qui devait réunir les six établissements existants. Ces derniers rejetèrent la proposition. Un modèle alternatif fut alors envisagé: une université publique, créée par l'État, dotée d'établissements en régions et fonctionnant en réseau. Le modèle préconisé était celui des universités d'État américaines, telle l'université multi-campus de l'état de New York. Ce concept deviendra, en 1968, l'Université du Québec (UQ) dont la création fut sanctionnée par la Loi 88 du 18 décembre 1968. L'UQ se voyait confier une triple mission: favoriser l'accessibilité à la formation universitaire, contribuer au développement scientifique du Québec et participer à l'essor des régions. Les trois premiers campus furent créés à Montréal (UQAM), Trois-Rivières (UQTR) et Chicoutimi (UQAC). Faute de bâtiment dédié, le siège social de l'UQ s'installa dans un premier temps dans des locaux de l'hôtel Clarendon à Québec. En 1969, l'École nationale d'administration publique (ENAP) et l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) s'ajoutèrent au réseau de l'UQ.

---

<sup>1</sup> Sources: Un entretien avec Charles E. Beaulieu, 1<sup>er</sup> directeur général de l'INRS et la communication de Louis Gill: *La défense de l'université publique*, prononcée dans le cadre du 72<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS le 12 mai 2004, dont le texte a été publié dans le *SPUQ-Info*, no 239, octobre 2004, pp. 8-10.

## LA CRÉATION DE L'INRS



Charles E. Beaulieu, premier directeur général de l'INRS

Les artisans de la création de l'INRS ont bien évidemment été les premiers dirigeants de l'UQ : Alfonso Riverin, président, Pierre Martin, vice-président à la planification et Louis Berlinguet, vice-président à la recherche. La création de l'INRS s'inscrivait en conformité avec la Loi de l'Université du Québec, qui l'habilitait à recommander la création d'instituts de recherche.

La réflexion préalable à la création de l'INRS touchait à la fois à sa ou ses vocations, sa structure et son fonctionnement. Elle semble avoir été influencée par deux rapports. Le premier, publié par l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE), portait sur la politique nationale de la science au Canada. Il constatait que la recherche universitaire, la recherche gouvernementale et celle pratiquée par l'industrie étaient très cloisonnées, constituant trois solitudes. Le second rapport émanait d'Ingénieurs Canada, un organisme national regroupant les ordres provinciaux et territoriaux. Il déterminait les besoins de recherche au Canada et définissait quinze thématiques ou objets d'étude auxquels le pays devait impérativement s'intéresser.

Plusieurs options étaient envisagées pour l'INRS, certains penchaient pour la création de plusieurs instituts, chacun portant sur une des thématiques considérées importantes pour le Québec, d'autres favorisaient un seul institut comportant plusieurs centres. La concertation et l'ancrage dans la réalité québécoise étant jugés essentiels, des discussions furent engagées avec les ministères et organismes publics impliqués en recherche, notamment avec le ministère des Richesses naturelles pour les recherches sur l'eau et le ministère des Affaires municipales pour les études urbaines et régionales.

C'est l'option d'un institut avec plusieurs centres qui a finalement été retenue dans les lettres patentes de décembre 1969 qui créaient l'INRS et nommaient Charles E. Beaulieu<sup>2</sup>, premier directeur général. L'institut avait pour mission la recherche fondamentale et appliquée de même que les études avancées. Il devait aussi collaborer avec le gouvernement du Québec à l'aménagement, à l'administration et au développement du Complexe scientifique de Québec que celui-ci venait de créer. C'est ainsi que les premiers locaux de l'INRS à Québec furent situés au Complexe scientifique, dans le parc technologique de Sainte-Foy.

Les lettres patentes confiaient au Conseil d'administration de l'INRS le mandat de constituer, en liaison avec les organismes publics compétents, des centres de recherche répondant aux besoins de développement de la société québécoise. Un centre de recherche sur l'eau et un en études urbaines et régionales étaient spécifiquement prévus, reflétant ainsi les discussions préalablement engagées. Les centres INRS-Eau et Urbanisation furent donc les deux premiers créés. Des discussions se sont poursuivies avec Hydro-Québec, l'hôpital Saint-Jean-de-Dieu (qui sera plus tard renommé Louis-Hippolyte-Lafontaine), Bell-Northern Research, l'Université du Québec à Rimouski, le ministère de l'Éducation et le ministère

<sup>2</sup> Charles E. Beaulieu avait été jusqu'alors directeur du département des Mines et métallurgie de l'Université Laval et ensuite directeur du tout nouveau campus de l'UQ à Rimouski.

des Richesses naturelles. Elles conduiront rapidement à la création des centres INRS-Énergie, Santé, Télécommunications, Océanologie, Éducation ainsi que du Groupe Pétrole.

La mission de l'INRS, telle que définie dans ses lettres patentes, cadrait parfaitement avec l'esprit global de l'UQ : contribuer par le biais de la recherche et de la formation au développement économique, social et culturel du Québec. Cette notion de recherche orientée différait radicalement de la recherche fondamentale de type libre qui prévalait alors dans les universités traditionnelles.

Le fonctionnement de l'INRS était aussi différent. Sur la base de son expérience et de sa connaissance des pratiques de consultations auxquelles se livraient les professeurs universitaires, Charles E. Beaulieu a fait valoir avec succès que la meilleure façon de créer, préserver et renforcer l'esprit d'équipe, essentiel selon lui au fonctionnement des centres, était de soumettre les professeurs à une exclusivité de service. Tous les revenus provenant de consultations et de contrats négociés par les professeurs devaient être gérés par l'INRS, un pourcentage des montants générés étant redistribué par la suite aux professeurs sous forme d'allocations professionnelles. Cette pratique constituait, et constitue encore, l'une des spécificités de l'INRS.

Une autre innovation introduite par l'INRS dans le système universitaire québécois fut la gestion rationnelle de la recherche. Un système de rationalisation des choix budgétaires permettait en effet de répartir les ressources en fonction d'objectifs définis au sein de l'établissement. L'introduction du *Program-Planning-Budgeting System* permettait aussi de planifier et d'effectuer un contrôle budgétaire des différents projets. Tous les employés de l'INRS devaient remplir, toutes les deux semaines, une feuille détaillant le nombre d'heures consacrées à chacun des projets. Ces modes de fonctionnement, nouveaux dans le milieu universitaire, furent acceptés de bonne grâce par les professeurs.

Malgré — ou en raison de — sa spécificité, la création de l'INRS ne fut pas accueillie favorablement par les autres universités québécoises. Par l'intermédiaire du Conseil des universités du Québec, celles-ci interpellaient l'UQ en 1972 en lui demandant de « répondre aux critiques formulées par des universitaires québécois à l'égard de l'INRS, particulièrement en ce qui a trait aux privilèges dont on le dit comblé, et à la fiction d'organisme national que semblerait véhiculer son titre ». En fait, les autres universités s'opposaient à la création d'un institut national, affilié à l'UQ, qu'elles percevaient comme devant présider au développement de la recherche au Québec. Pour apaiser ces réactions hostiles, la direction de l'INRS, par l'entremise de son directeur scientifique, Claude Geoffrion, explicita, dans un document intitulé *L'INRS ce qu'il est, ce qu'il n'est pas, ce qu'il fait*, la réalité de l'Institut. Ce document exposait, de façon remarquablement concise et en termes simples, les caractéristiques qui font encore aujourd'hui l'originalité, l'unicité et la nécessité de l'INRS.



Claude Geoffrion,  
premier directeur scientifique de l'INRS

## LE GROUPE INRS-PÉTROLE<sup>3</sup>



Michel Desjardins, directeur fondateur du Groupe Pétrole

Comme tous les centres de l'INRS, le Groupe Pétrole fut créé en réponse à une demande formulée par des partenaires socio-économiques du Québec, en l'occurrence Bernard Cloutier, président et directeur général de la Société québécoise d'initiatives pétrolières (SOQUIP) nouvellement créée, et André Marier, économiste et conseiller politique au ministère des Ressources naturelles (MRN, nommé Richesses naturelles à l'époque du Groupe Pétrole). Ce dernier avait travaillé à l'élaboration d'une politique énergétique qui s'était concrétisée vers le milieu des années 1960 par la création de divisions administratives dédiées à ces aspects : Direction générale de l'énergie et Direction des hydrocarbures. Cette dernière, sous la direction de Paul Simard, visait à promouvoir le potentiel pétrolier des bassins sédimentaires du Québec. La politique énergétique fut aussi à l'origine de la création de la SOQUIP en 1969, à qui on confia les activités d'exploration du sous-sol québécois. L'histoire de l'INRS-Pétrole et des programmes de recherche sur les hydrocarbures est donc intimement liée à celle de la SOQUIP et de la Direction des hydrocarbures du MRN.

En 1971, Michel Desjardins, premier directeur du Groupe Pétrole, fut mandaté par Charles E. Beaulieu — dont il avait été étudiant en métallurgie à l'Université Laval — pour former une équipe de recherche en géologie pétrolière. Cette équipe devait fournir l'expertise urgemment requise par la Direction des hydrocarbures du MRN et par la SOQUIP qui avait démarré ses activités d'exploration.

Michel Desjardins, qui avait travaillé à titre d'ingénieur dans les laboratoires de la Société nationale des pétroles d'Aquitaine, savait pertinemment ce qui était requis pour appuyer adéquatement une campagne d'exploration pétrolière et pour évaluer le potentiel pétrolier d'une région. Pour ce faire, il devait mettre en place un laboratoire de géologie pétrolière faisant intervenir plusieurs disciplines des sciences de la Terre, notamment la stratigraphie, la paléontologie, la sédimentologie, la géologie de la matière organique, la géologie des argiles et la géochimie organique. L'intégration des données fournies par ces différentes disciplines est essentielle en exploration pétrolière pour appuyer les campagnes de terrain, pour faire le suivi de forages pétroliers, pour corrélérer les unités géologiques rencontrées en sondage avec celles affleurant à la surface, pour identifier et caractériser les roches-mères et les roches-réservoirs, pour reconstituer l'histoire thermique d'une région et en évaluer le potentiel pétrolier, et ultimement, pour élaborer des modèles géologiques et pétroliers cohérents.

Former une équipe capable de mener à bien ces travaux se révéla un défi de taille, car l'expertise requise n'était pas disponible au Québec. Des cours de stratigraphie, de paléontologie, de sédimentologie, et même un cours sur le pétrole, se donnaient dans certaines universités québécoises, mais plusieurs des disciplines dont le Groupe Pétrole avait impérativement besoin pour remplir adéquatement sa mission n'étaient ni enseignées, ni l'objet de recherches. En fait, avant l'arrivée de l'INRS-Pétrole, aucune université québécoise ne possédait l'expertise pluridisciplinaire nécessaire au suivi des forages et à l'évaluation du potentiel pétrolier, et aucun cours ne portait sur la palynologie, la pétrographie,

<sup>3</sup> Bien que fonctionnant comme un centre normal de l'INRS et désigné comme tel, le Centre INRS-Pétrole n'a jamais été officiellement créé, la désignation « Groupe Pétrole » est donc plus appropriée. Le statut de centre formel a été octroyé en 1981 à l'INRS-Géoressources qui en a décollé.

la géochimie de la matière organique, ni sur la minéralogie des argiles en contexte pétrolier. Le Groupe n'a donc eu d'autre choix que de se tourner vers l'étranger pour faire venir les experts requis ou encore pour former son personnel tant professionnel que technique.

Grâce à ses contacts, Michel Desjardins réussit à constituer assez rapidement un premier noyau ayant les compétences souhaitées. C'est ainsi que Fred Van Oyen, géologue pétrolier et ancien de Shell, et Jean Charollais, spécialiste des microfaciès de l'Université de Genève, furent à l'œuvre dès le début de l'année 1972. Jean-Luc Pittion, un jeune géologue français, fut chargé de monter un laboratoire de pétrographie organique après un stage de quelques semaines auprès d'experts de la Commission géologique du Canada à Ottawa. Jacques Mihura, un ingénieur-physicien, mit en place le laboratoire de diffraction X. Ce noyau fut renforcé par André Chagnon qui préparait à l'Université d'Illinois un doctorat sur la minéralogie des argiles, et par Yvon Héroux dont l'expertise en sédimentologie fut vite mise à contribution pour l'identification et la caractérisation des roches-réservoirs de la Gaspésie. Richard Rousseau prit le relais de Jacques Mihura en diffraction X et en minéralogie. En 1973, Rudolf Bertrand se joignit au groupe d'analyse des microfaciès. Ayant terminé sa scolarité de doctorat, il travaillait comme assistant de recherche en paléontologie à l'Université de Montréal sur l'application de l'informatique à la paléontologie. Aicha Achab et John Utting, qui avaient œuvré pour l'industrie, vinrent un peu plus tard, à quelques mois d'intervalle, consolider le groupe. Ils mirent en place le premier laboratoire de palynologie.

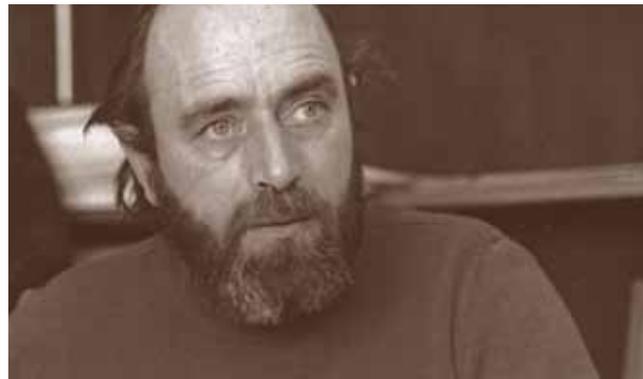


Équipe initiale de chercheurs du Groupe Pétrole: Aicha Achab, Rudolf Bertrand, André Chagnon, Yvon Héroux, Jean-Luc Pittion, Richard Rousseau, John Utting

Il s'agit là de l'équipe initiale qui, partie de rien, sans aucune expérience préalable, eut la tâche difficile, mais très stimulante d'implanter et de rendre opérationnelles, en un temps record, les différentes composantes d'un laboratoire de géologie afin qu'il soit en mesure de répondre aux exigences des campagnes d'exploration pétrolière. Ceci fut réalisé avec succès. Cependant, le plus stressant, surtout la première fois, mais aussi de façon récurrente, était de répondre aux demandes des géologues responsables des forages. Ceux-ci voulaient connaître la position stratigraphique précise des niveaux traversés par rapport au niveau où ils pensaient pouvoir trouver un réservoir pétrolier. En d'autres termes, ils voulaient savoir si le niveau cible était atteint et s'ils devaient poursuivre ou non le forage. Les forages étant des opérations très coûteuses, les réponses se devaient d'être justes, car lourdes de conséquences.

L'implantation rapide du laboratoire fut rendue possible grâce à des échanges avec plusieurs organisations françaises réalisés dans le cadre de la coopération franco-québécoise, à son apogée dans les années 1970. Ces échanges ont grandement contribué à la formation et au perfectionnement des chercheurs, professionnels et techniciens. Ils ont aussi permis l'instauration de fructueuses collaborations avec des organisations de prestige bien implantées dans le domaine des énergies fossiles : l'Institut français du pétrole, le Centre d'études et recherches des charbonnages, la Société nationale des pétroles d'Aquitaine, ainsi que plusieurs universités européennes : Genève, Strasbourg, Paris, Bordeaux. Le dynamisme de l'équipe de chercheurs du Groupe Pétrole obtint rapidement la reconnaissance de ses pairs de l'Ouest canadien avec lesquels s'instaurèrent des collaborations très profitables.

Sous l'impulsion de Bernard Kubler qui agissait comme coordonnateur scientifique, le Groupe Pétrole, fort de l'expérience et des résultats acquis, en concertation avec un comité de liaison composé de représentants des secteurs public, privé et universitaire, entreprit, moins de trois ans après sa création, une réflexion afin de mieux définir son programme scientifique et de cibler ses priorités de recherche.



Bernard Kubler, coordonnateur scientifique  
du Groupe Pétrole

Celles-ci tenaient compte des besoins des partenaires, mais essayaient aussi de les anticiper. Dès 1974, le programme scientifique était mieux structuré, avec des objectifs bien définis qui contrastaient avec celui très général énoncé dans le premier rapport annuel : « répondre à un besoin d'assistance des secteurs privé et public ». Le nouveau programme s'articulait autour de quatre axes principaux : 1) la stratigraphie surface-subsurface, 2) la sédimentologie, 3) la diagenèse organique et minérale, et 4) les méthodes physiques d'analyse en géologie. L'intégration de ces axes de recherche et leur application à la géologie pétrolière étaient uniques au Québec. Ils comportaient une composante de recherche appliquée, mais aussi une indispensable composante de recherche fondamentale. Ils s'appuyaient sur des laboratoires tout aussi uniques, car ceux-ci regroupaient la panoplie d'équipements requis en géologie pétrolière (microscope électronique couplé à de la microanalyse, diffractomètre de rayons X, appareil de mesure du taux de carbone fixe, lignes d'extraction de la matière organique, microscope pour la matière organique incluant la réflectométrie et la spectrofluorescence). Ils bénéficiaient également de l'appui d'un personnel technique motivé et très spécialisé.



Techniciens de laboratoire : Jean-Claude Bérubé (haut) et René Dessureault (bas), Réal Gosselin, Marc Greendale, André Hébert, Jean-Pierre Ricbourg, Lucie St-Gelais

De manière générale, tous les projets réalisés en réponse aux demandes d'expertises soumises par les partenaires nécessitaient un important soutien logistique. Ils exigeaient le recours à plusieurs techniques de laboratoire, aux services d'un laboratoire de dessin, de cartographie et de photographie; les résultats obtenus faisaient l'objet de rapports produits par un secrétariat scientifique maîtrisant parfaitement le vocabulaire technique et les règles complexes de la nomenclature géologique. L'ensemble de ces services était géré par le centre : les analyses et prestations étaient facturées aux projets en fonction de l'utilisation. Cette façon de procéder répondait à la nature des projets et à leurs exigences. Elle était héritée du milieu pétrolier et des pratiques en cours dans les laboratoires des organisations géoscientifiques. Elle différait sensiblement de celles utilisées dans d'autres centres de recherche, où chaque professeur avait son propre laboratoire, ses techniciens, sa secrétaire.



Autres membres du personnel technique : Nicole Boutet, bibliothécaienne, Luce Dubé et Yvon Houde, techniciens en dessin, Lise Michard, secrétaire scientifique

La majorité des projets était encore réalisée pour le compte de la SOQUIP et du MRN, cependant, la clientèle du Groupe Pétrole s'élargissait. Des demandes d'expertises provenaient de plusieurs intervenants du Québec, du Canada (BP Petroleum, Eastcan, Ultramar) et même de la Direction des hydrocarbures de la Côte d'Ivoire. Pour répondre à ces demandes, l'équipe eut recours à du personnel technique et professionnel contractuel.

L'avenir, qui s'annonçait prometteur, fut assombri par les crises pétrolières de 1973 et de 1979 et par les récessions qui leur firent suite. Celles-ci eurent un impact significatif sur le financement des activités de recherche du Groupe. Le faible niveau d'activité d'exploration au Québec engendra une importante diminution des contrats de recherche et conséquemment du nombre d'employés contractuels. Le Groupe prit alors conscience de sa vulnérabilité, du fait de sa dépendance à un nombre restreint de sources de financement et du nécessaire équilibre qu'il fallait trouver entre la recherche commanditée et celle subventionnée dont le financement était plus stable.

À cette époque, on considérait à l'INRS que les revenus externes (contrats et subventions) d'un centre devaient représenter entre 40 et 50 % du budget, à l'exclusion des loyers, ce qui laissait une part de 50 à 60 % pour les revenus institutionnels. On pensait de plus que les contrats et commandites reflétaient mieux que les subventions la pertinence socio-économique des activités de recherche.

Les centres devaient donc essayer de maintenir un équilibre entre ces deux sources de financement. Or, en 1977, les revenus externes du Groupe Pétrole ne représentaient que 33 % du budget. Un recours plus soutenu aux organismes subventionnaires fut entrepris, mais malgré les succès rencontrés, les montants obtenus ne purent compenser le manque à gagner des contrats et commandites. Durant cette même période, la mission de la SOQUIP fut révisée: la société d'État devait maintenant contribuer à la diversification des sources d'énergie et à la pénétration du gaz au Québec. La SOQUIP continuait toutefois ses activités en exploration pétrolière, mais hors Québec, en partenariat avec des entreprises canadiennes ou américaines. La même année paraissait *Assurer l'avenir*, le livre blanc sur la politique énergétique du Québec. On y mentionnait que le niveau de recherche dans le domaine des hydrocarbures était insuffisant et que seul l'INRS-Pétrole poursuivait quelques programmes dans ce domaine. Malgré ce constat, la Commission scientifique de l'INRS, surtout préoccupée par la situation financière de l'INRS en général et du Groupe Pétrole en particulier, remettait en question en 1978 la pertinence du Groupe et de ses travaux. Certains des membres de la Commission allaient même jusqu'à remettre en cause l'existence du Groupe. Le Conseil d'administration de l'Institut demanda alors à l'INRS-Pétrole de produire un mémoire sur ses orientations futures de recherche afin de pouvoir statuer sur son sort.

Pour répondre à cette demande, Michel Desjardins convia son équipe à un intense exercice de réflexion et entreprit une vaste consultation auprès de personnes ressources du monde universitaire, gouvernemental et parapublic. Il apparut rapidement et très clairement que le Groupe Pétrole détenait une expertise et un savoir-faire chèrement acquis. Il devait cependant essayer de les mettre à profit dans d'autres domaines d'étude. Celui de la minéralisation sédimentaire fut retenu sur la prémisse que l'expertise en diagenèse, jusqu'alors appliquée à l'exploration pétrolière, pouvait être adaptée pour mieux comprendre et expliquer la mise en place de concentrations en métaux dans les bassins sédimentaires du Québec. Cet axe de recherche était peu exploré dans les universités québécoises, l'essentiel des activités des compagnies minières ayant cours dans le Bouclier canadien. Le nouveau programme proposé comprenait trois axes principaux de recherche: 1) évolution et diagenèse des bassins sédimentaires, 2) minéralisation des bassins sédimentaires, et 3) combustibles fossiles.

Le rapport d'orientation fut soumis en novembre 1979 au Conseil d'administration de l'INRS. Celui-ci le reçut favorablement et confia à la direction du Groupe Pétrole la responsabilité de préparer un mémoire de création d'un centre. Un délai de deux ans fut accordé pour accomplir cette tâche.

En dépit des bouleversements provoqués par la remise en question du Groupe et par l'effort consacré à la préparation d'abord du rapport d'orientation, puis du mémoire de création d'un centre, la situation financière du Groupe s'améliora d'année en année. L'équipe réussissait à équilibrer son budget avec un ratio subventions/contrats conforme aux attentes institutionnelles.

Au terme de deux ans de travail intense, le mémoire de création d'un centre fut soumis aux instances de l'INRS et de l'UQ. Il reçut un avis favorable et unanime de l'ensemble des directeurs de centres, de la Commission de la recherche ainsi que du Conseil des études de l'Université du Québec. À la suite de ces recommandations, le 15 septembre 1981, le Conseil d'administration de l'INRS adoptait à l'unanimité la résolution 90A-81-80c créant le Centre INRS-Géoressources.



Équipe Pétrole au lendemain de la création du Centre Géorressources (absente de la photo: Luce Dubé)

Ce succès revient incontestablement à Michel Desjardins, qui sut mobiliser et rallier toute l'équipe. Il terminait ainsi son deuxième mandat en beauté, confiant à son successeur, Robert Lamarche, un centre solidement établi. Bon prince, il soulignait dans le dernier rapport annuel de l'INRS-Pétrole : « ce succès est le fruit d'un travail collectif dû aux efforts de tous les membres du Groupe, sans oublier les collaborateurs externes ».

Pendant que le Groupe travaillait à justifier son existence, celle de l'INRS était également remise en question dans deux documents publiés en 1979 par des instances gouvernementales : le rapport Angers (Commission d'études sur les universités) et le livre vert sur la politique scientifique. Dans ces deux publications, l'UQ et l'INRS étaient la cible de virulentes attaques par les autres universités. Le rapport du Comité Pagé de la Commission Angers préconisait, outre la contraction du siège social de l'UQ, le retrait de l'UQAM du réseau, la privatisation de l'Institut Armand-Frappier et rien de moins que le démantèlement de l'INRS. Il était proposé de rattacher les centres de l'INRS aux diverses universités québécoises afin de leur donner un « véritable statut universitaire ». Le livre vert n'était pas plus tendre envers l'INRS, le considérant comme une « véritable pomme de discorde » pour les milieux universitaires. Il y était proposé que l'INRS devienne un simple centre de recherche de l'UQ, et que, pour confirmer ce nouveau statut et éviter toute ambiguïté, le gouvernement change son appellation. Les recommandations de ces deux documents n'ont, fort heureusement, pas été suivies. Elles ont cependant créé beaucoup d'inquiétude au sein de la communauté de l'INRS, plus particulièrement celle du Groupe Pétrole qui voyait non seulement l'existence de son centre, mais aussi celle de son institut remises en cause.

Les épreuves pouvant avoir malgré tout des retombées bénéfiques, les attaques auxquelles l'INRS eut à faire face, eurent pour effet de développer un très fort sentiment d'appartenance institutionnel. Le difficile exercice qui mena à la création du Centre Géoressources forgea pour sa part un formidable esprit d'équipe. Si comme l'écrivait Michel Desjardins dans la revue *Réseau* de l'UQ : « l'INRS-Pétrole est mort, vive l'INRS-Géoressources! », l'esprit du Groupe Pétrole resta tout de même bien vivant.

## L'INRS-GÉORESSOURCES



Robert Lamarche, premier directeur du Centre Géoresources

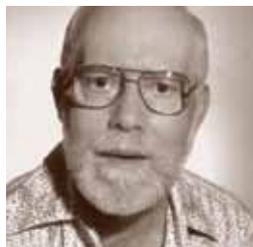
Le nouveau directeur du Centre, Robert Lamarche, arrivait du MRN où il travaillait comme géologue. Il avait peu d'expérience du milieu universitaire et de sa culture, il avait par contre une très bonne connaissance du secteur minier et des rouages du MRN et du gouvernement.

Le mémoire de création du Centre était accompagné d'un plan d'effectifs qui permit le recrutement des professeurs Kees Shrijver et Normand Tassé, ainsi que de l'associé de recherche Serge Chevé, qui eurent la responsabilité de développer le nouvel axe de recherche en métallogénie sédimentaire. Les problématiques identifiées se révélèrent d'intérêt et le MRN leur confia plusieurs études sur des minéralisations dans les basses-terres du Saint-Laurent, en Estrie et dans la Fosse du Labrador. Ces travaux, particulièrement ceux en zones éloignées au Labrador, impliquaient de grosses équipes de terrain. Ceci était nouveau dans un centre qui avait jusqu'alors surtout travaillé sur des projets ayant une forte composante de géologie de laboratoire.

Comme envisagé dans le mémoire de création du Centre, l'expertise en diagenèse fut mise à profit pour le développement de nouveaux outils pour l'exploration des sulfures et des sulfates dans les bassins sédimentaires. Outre l'appui du MRN, ce créneau de recherche bénéficia du Programme de coopération interprovinciale Québec-Ontario, qui favorisa le développement de fructueuses collaborations avec les universités de Waterloo et de Toronto. Il bénéficia aussi d'une importante subvention du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, dans le cadre de son programme de partenariat université-industrie. Plusieurs étudiants et stagiaires postdoctoraux se joignirent alors à l'équipe de recherche.



Serge Chevé, associé de recherche



Kees Shrijver, professeur



Normand Tassé, professeur

Afin de consolider l'équipe de professeurs, le Centre dégagea de leurs principales responsabilités deux de ses agents de recherches, Rudolf Bertrand et André Chagnon, afin qu'ils puissent terminer leur doctorat dans des domaines de recherche pertinents pour le Centre. Le doctorat de Rudolf Bertrand, orienté en géologie des hydrocarbures, lui permit d'acquérir une spécialisation en pétrographie et en géochimie de la matière organique. Il prenait ainsi la relève d'Yvon Héroux, qui orientait ses efforts vers l'application de la géologie de la matière organique à l'exploration minière.

Le doctorat d'André Chagnon portait sur l'application de la minéralogie des argiles à la prospection minérale. Il venait ainsi consolider le nouvel axe de recherche du Centre. Ces deux chercheurs se joignirent à l'équipe de professeurs de l'INRS-Géoresources en 1987 et 1988, respectivement.

Ayant délaissé ses activités au Québec, la SOQUIP était maintenant active dans l'est du Canada, où elle faisait partie du consortium PAREX, qui explorait en mer au large de Terre-Neuve. L'appui de l'INRS-Géoresources à ces activités fut sollicité, mais le Centre ne disposait pas de l'expertise biostratigraphique requise pour des séquences géologiques beaucoup plus jeunes que celles du Québec. Pour prêter main-forte à un partenaire privilégié, le Centre mit sur pied un important projet prévoyant le recrutement d'un expert dans le domaine. Un jeune palynologue français, Daniel Michoux, qui avait une bonne connaissance des séquences d'âge équivalent de la mer du Nord, se joignit à l'équipe en 1984. Pendant plus de deux ans, l'expertise en géologie pétrolière du Centre fut ainsi mise à contribution pour le suivi de forages pétroliers et les corrélations stratigraphiques dans des bassins sédimentaires au large de Terre-Neuve.

Le gouvernement du Québec menait à cette époque une politique du « faire faire ». Selon celle-ci, les travaux de recherche géoscientifique n'étaient plus menés par les géologues du ministère, mais devaient être réalisés par le biais de contrats octroyés à des intervenants québécois des secteurs universitaire et privé. Le Centre bénéficia de cette politique qui engendra une importante augmentation des revenus externes, ceux-ci représentèrent jusqu'à la moitié de son budget.

Robert Lamarche, qui avait une bonne expérience du secteur minier, savait que la géochimie minérale est à l'exploration minière ce que la géochimie organique est à l'exploration pétrolière. Pour mieux répondre aux besoins des partenaires dans le domaine de la métallogénie sédimentaire, il recruta en 1984 Mario Bergeron, un jeune géochimiste qui terminait son doctorat à l'Université McMaster. Il lui confia la charge d'implanter et de développer un laboratoire ainsi que de nouveaux champs d'activités en géochimie minérale. Sa première réalisation fut la mise sur pied d'un laboratoire d'analyse par activation neutronique, une méthode non destructive pour le dosage de l'or et des éléments traces dans les solides. Le réacteur expérimental de l'Université McMaster qui était utilisé procurait d'appréciables capacités d'analyse. Le Centre de recherches minérales du Québec, responsable entre autres des analyses pour tout le secteur de la géologie au Québec, se montra rapidement intéressé et



Mario Bergeron et  
Michel Malo, professeurs

bénéficia d'un transfert technologique qui lui fut très utile. Ces développements eurent d'importantes répercussions sur les recherches du Centre Géoressources, car ils ouvrirent de nouvelles perspectives non seulement en métallogénie, mais aussi en géologie régionale et plus tard en environnement.

Au même titre que la géochimie, la géologie structurale joue un rôle important en métallogénie. C'est dans cette perspective que Michel Malo, qui terminait sa thèse de doctorat à l'Université de Montréal sur la tectonique de la Gaspésie, fut engagé comme professeur en 1985. Il élaborait un programme de recherche axé sur l'étude des minéralisations à contrôle structural dans le bassin sédimentaire de la Gaspésie. Ce programme obtint un financement important du MRN, en lien avec la politique gouvernementale du « faire faire » mentionnée plus haut.

Le Centre Géoressources, avec ses équipes au Labrador, dans les basses-terres du Saint-Laurent et en Gaspésie, était indéniablement passé en mode terrain. Ses équipes cartographiaient et recueillaient des données et des échantillons sur le terrain. En même temps, elles affinaient leurs interprétations grâce aux diverses analyses réalisées dans les laboratoires nouvellement mis en place. L'évolution du programme de recherche avait fini par transformer considérablement le fonctionnement traditionnel du Centre jusqu'alors axé sur les travaux en laboratoire et l'analyse de données pour l'industrie.

Conformément au mandat de l'Institut, et pour jouer pleinement son rôle, le Centre devait maintenant s'impliquer formellement dans la formation d'étudiants. Jusque-là, les chercheurs du Centre contribuaient aux programmes d'études des autres universités en encadrant les aspects des projets de recherche d'étudiants à la maîtrise ou au doctorat qui touchaient à leur domaine d'expertise et en enrichissant d'un volet sur la diagenèse les cours de géologie sédimentaire. La taille encore restreinte de l'équipe professorale ne permettant pas au Centre de créer ses propres programmes de maîtrise et de doctorat, c'est avec enthousiasme que fut accueillie l'invitation de l'UQAC et de l'UQAM à participer à la préparation d'un projet conjoint de doctorat en ressources minérales. Compte tenu de la complémentarité des disciplines et des activités de recherche, l'occasion était belle de mettre en place un programme réseau dans les trois établissements de l'UQ impliqués en sciences de la Terre. Le projet avançait rondement lorsqu'il fut annoncé que le doctorat ne serait plus conjoint, comme prévu initialement. Il relèverait de l'UQAC et ne serait qu'« extensionné » à l'UQAM et à l'INRS. L'Institut décida alors de se retirer du dossier, laissant à ses deux consœurs le soin de le mener à bien, ce qui fut fait avec succès.

Au milieu des années 1980, plusieurs événements sociopolitiques, dont certains furent déterminants pour le Centre, firent suite à l'accession au pouvoir des conservateurs de Brian Mulroney. Un rapport sur la recherche et le développement au sein du gouvernement ainsi que les observations d'une commission parlementaire sur les langues officielles incitèrent plusieurs ministères fédéraux, dont celui de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à prendre des mesures pour renforcer leurs liens avec le Québec et accroître leur personnel francophone, en particulier dans le secteur scientifique. La Commission géologique du Canada (CGC) qui relevait de ce ministère, se sentit particulièrement interpellée, le niveau de ses activités au Québec étant très réduit. Elle décida d'entreprendre une série de consultations à Québec, Montréal, Chicoutimi et Sherbrooke pour renouer avec la communauté



géoscientifique québécoise et échanger sur la manière dont elle pourrait opérer un éventuel retour au Québec. Retour, car la CGC s'était établie à Montréal lors de sa création en 1842, et y était demeurée jusqu'en 1877, date à laquelle elle dut transférer bureaux, laboratoires et collections à Ottawa, la toute nouvelle capitale de la Confédération canadienne.

Les consultations furent accueillies plutôt tièdement par les différentes universités québécoises qui percevaient mal quels liens elles pouvaient tisser avec un organisme gouvernemental. Il faut mentionner, à leur décharge, que la CGC n'avait pas précisé la nature des activités qu'elle entendait poursuivre, ni clairement formulé la manière dont elle comptait s'y prendre. Fort de la philosophie de l'INRS qui favorisait l'expansion de la recherche orientée grâce à des ententes formelles de collaboration avec des partenaires universitaires, privés ou gouvernementaux, le directeur du Centre Géoressources, Robert Lamarche, perçut rapidement les retombées qu'un partenariat avec la CGC pourrait avoir sur le développement des programmes du Centre. Il maintint donc le contact avec les représentants de la CGC.

Au terme de l'exercice de consultation, la CGC avait identifié quelques intervenants qui pouvaient satisfaire, à des degrés divers, aux exigences qu'elle entrevoyait pour conclure un éventuel partenariat. L'INRS, avec sa structure administrative souple, sa solide expérience de collaboration, son engagement en recherche orientée, et surtout son corps professoral lié par une exclusivité de service fut en fin de compte retenu. L'exclusivité de service fut un critère déterminant. Elle offrait à la CGC la garantie qu'aucune situation de conflit d'intérêts ne pouvait émaner du partenariat et que tous les travaux des chercheurs serviraient strictement les intérêts du centre conjoint et des organisations partenaires. L'INRS offrait par ailleurs de partager ses locaux et ses laboratoires. Cette proposition s'avéra intéressante, car, dans le contexte de compressions budgétaires qui prévalait alors au gouvernement fédéral, la CGC pouvait, grâce à la mise en commun des ressources et au partage des coûts, minimiser les frais liés aux infrastructures et investir davantage dans le recrutement de chercheurs dans le but d'atteindre rapidement une masse critique intéressante. Des discussions s'engagèrent pour préciser les modalités de gestion et de fonctionnement du futur centre conjoint : le Centre géoscientifique de Québec (CGQ). Elles aboutirent en peu de temps. Le projet fut annoncé par les autorités fédérales en juillet 1988, et l'entente de partenariat, préalablement autorisée par le gouvernement du Québec, fut signée le 30 septembre de la même année.

L'entente, d'une durée de cinq ans renouvelable, stipulait que le CGQ devait devenir un centre de convergence et d'excellence ainsi qu'un haut lieu de collaboration et de participation des gouvernements et universités. De plus, il réunirait, sous un même toit et une direction commune, l'équipe de professeurs de l'INRS-Géoressources et une équipe de chercheurs de la CGC. Le directeur du Centre, Robert Lamarche, n'assista pas à la signature de l'entente à laquelle il avait pourtant consacré beaucoup d'énergie. Peu avant la signature, il quittait l'INRS pour retourner au MRN et y occuper les postes de sous-ministre adjoint et de directeur général de l'exploration géologique et minière. Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) démarrait officiellement ses activités le 1<sup>er</sup> octobre 1988, cette date constitue un autre point marquant dans l'évolution de l'INRS-Géoressources et des géosciences à l'INRS.

## L'INRS-GÉORESSOURCES ET LE CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC



Inauguration du CGQ en présence de la nouvelle directrice, Aicha Achab, en avant-plan à gauche

Les directions de l'INRS-Géoresources et du CGQ furent confiées à Aicha Achab, professeure à l'INRS, qui devenait du même coup directrice de la division Québec de la CGC (CGC-Québec). La structure particulière du CGQ, telle qu'imaginée dans l'entente, était unique au Canada. Elle suscita à la fois curiosité et scepticisme. Pour plusieurs, il était difficile de concevoir qu'une cohabitation entre professeurs universitaires et chercheurs fonctionnaires soit possible. Le fonctionnement fut pourtant, à la surprise de tous, des plus harmonieux, grâce à un mode opératoire qui favorisait la collaboration tout en respectant la personnalité propre des deux organisations partenaires. L'INRS-Géoresources continuait à fonctionner comme un centre de recherche de l'INRS avec ses propres règles administratives et sa mission de recherche orientée et de formation. Les chercheurs de la CGC-Québec opéraient pour leur part dans le cadre d'une division normale de la CGC, conformément aux politiques et procédures de la fonction publique fédérale. Si la structure administrative souple de l'INRS a pu être d'une certaine aide dans cette cohabitation, il faut aussi mentionner que celle-ci fut rendue possible et grandement facilitée par le dévouement et l'ingéniosité de Denise Boudreau et Brigitte Lafortune, les agentes administratives de chacune des deux organisations.



Denise Boudreau, agente administrative de l'INRS



Brigitte Lafortune, agente administrative de la CGC

Face au défi quasi quotidien de résoudre les problèmes toujours nouveaux et inattendus engendrés par la structure particulière du CGQ et de son fonctionnement, elles trouvaient, jour après jour, des solutions conformes aux règles administratives des deux partenaires.

Avec le recul, les tâches qu'il fallut accomplir pour mettre en place le nouveau centre conjoint paraissent énormes. Il fallait recruter près d'une vingtaine de chercheurs, gérer le personnel selon les procédures et les conventions collectives de l'INRS ou de la fonction publique, préparer et assurer le suivi de deux types de budget, développer et maintenir les liens avec les intervenants géoscientifiques régionaux, mettre sur pied un nouveau programme scientifique, élaborer des projets et coordonner les activités à l'intérieur de programmes de recherche intégrés allant du substrat rocheux aux formations superficielles. Grâce à une vision claire des objectifs à atteindre, à l'énergie conférée par la nouveauté et le désir de réussir, à l'appui inconditionnel des hauts gestionnaires de la CGC et de l'INRS, et grâce aussi, et surtout, à la motivation, à la créativité et à la bonne volonté de tous, le défi fut aisément relevé, peut-être même avec un certain plaisir.

En l'espace de quelques mois, la communauté scientifique du CGQ s'enrichissait de dix nouveaux chercheurs recrutés par la fonction publique fédérale. Pour leur faire de la place, la direction générale de l'INRS quitta les locaux qu'elle occupait au Complexe scientifique et déménagea ses bureaux à Place de la Cité. L'entente prévoyait la mise en place, au terme d'une période de trois ans, de deux équipes de recherche de 25 personnes chacune. Le développement fut plus rapide: moins de deux ans après sa création, le CGQ regroupait 47 personnes, dont 33 professeurs et chercheurs. Avec les géologues du MRN et les professeurs du département de Géologie et de génie géologique de l'Université Laval, la communauté géoscientifique de la Ville de Québec constituait la plus importante concentration d'experts en sciences de la Terre au Québec, et probablement dans l'est du Canada. Pour renforcer les liens entre les membres de cette communauté, un programme de conférences CGQ-MRN-Laval fut rapidement instauré. Pour entretenir la communication et favoriser des échanges réguliers, les conférences étaient données alternativement dans chacune des organisations.

Les services aux chercheurs furent améliorés et structurés pour tenir compte des nouvelles activités. Les laboratoires furent réaménagés pour accueillir de nouveaux types de projets, des services informatiques et documentaires plus formels furent mis sur pied et organisés et, enfin, un centre de distribution des publications de la CGC fut implanté pour augmenter la visibilité des produits.

Un nouveau programme scientifique fut défini en tenant compte des mandats des deux organisations, de l'expertise des chercheurs et des besoins en recherche identifiés pour appuyer les activités socio-économiques régionales. Le programme de l'INRS-Géoressources fut restructuré et trois nouveaux programmes plus globaux furent mis en place. Le programme de géologie régionale succéda à celui sur l'évolution et la diagenèse des bassins sédimentaires. Le programme sur les ressources intégra l'ensemble des activités en géologie pétrolière et minière. Enfin, un nouveau programme en géologie du Quaternaire et de l'environnement fut créé, du fait de la volonté de la CGC de développer des activités dans ce domaine. Empruntant d'emblée le virage numérique qui se présentait, ces programmes devaient contribuer à moderniser les façons de faire en cartographie du substrat rocheux et des formations superficielles. Plus que jamais, l'accent était mis sur l'étude des processus géologiques nécessaires à la compréhension des problématiques reliées aux ressources et à l'environnement.



Alain Tremblay, professeur

Un nouveau poste de professeur fut créé à l'INRS-Géoressources pour renforcer l'interaction entre le programme de recherche en géologie régionale et celui sur les ressources. Il fut octroyé en 1990 à Alain Tremblay, géochimiste et structurologue diplômé de l'Université Laval.

Dans le cadre du nouveau programme scientifique, les professeurs du Centre Géorressources continuaient à réaliser d'importants projets de recherche. La SOQUIP ayant abandonné ses activités d'exploration au Québec, l'expertise du Centre fut sollicitée par des compagnies canadiennes comme Bow Valley qui explorait dans les séquences profondes des basses-terres du Saint-Laurent. Les autres activités en géologie pétrolière portaient sur l'identification et la caractérisation de réservoirs pour le stockage du gaz naturel, tandis que celles en géologie régionale et en métallogénie se poursuivaient grâce au soutien du MRN.

Du fait de son mandat national, les activités de la CGC n'étaient pas restreintes aux limites provinciales. Des projets de grande envergure portant sur de grands ensembles géologiques ou sur de grandes thématiques furent développés au Québec et dans les Maritimes. Ils incluaient des chercheurs des commissions géologiques provinciales et des universités et étaient réalisés dans le cadre, entre autres, des ententes de développement minéral et du Programme national de cartographie géoscientifique (CARTNAT). Ces projets auxquels étaient associés les professeurs de l'INRS venaient compléter ceux que ces derniers menaient au Québec. Ils offraient aux chercheurs des deux groupes une opportunité unique de développer une vision globale tant sur l'évolution des grands ensembles géologiques que sur les processus. Ainsi, un projet sur l'étude des minéralisations aurifères à contrôle structural fut mené pour l'ensemble des Appalaches, du Québec à Terre-Neuve en passant par le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse, ce qui permit aux chercheurs de dégager une vision plus globale de la géologie et la métallogénie de ce système orogénique. Les activités portant sur la diagenèse et les minéralisations sédimentaires encaissées dans des roches carbonatées réalisées au Québec et dans les Territoires du



Équipe multidisciplinaire et multi-institutionnelle sur le terrain

Nord-Ouest par les chercheurs de l'INRS trouvèrent écho dans ceux que la CGC réalisait en Nouvelle-Écosse. La synthèse des résultats obtenus pour les Maritimes permit des contributions scientifiques significatives à cette problématique et firent l'objet d'un numéro spécial de la revue *Economic Geology*.

Compte tenu de leur grande implication dans le milieu, des importants liens de collaboration tissés avec les intervenants gouvernementaux et universitaires, ainsi que de l'impact tant scientifique qu'économique de leurs travaux, la réputation des chercheurs du CGQ eut tôt fait de dépasser les frontières du Québec. Leur solide expertise en géologie des Appalaches, combinée à celle des autres chercheurs de la CGC-Québec œuvrant dans la province géologique du Grenville, permit au CGQ de se positionner comme pôle de convergence et d'excellence dans l'est du Canada. Cette expertise fut reconnue par Shell Canada, qui la sollicita dans le cadre d'un important contrat de recherche pour cibler ses activités en Gaspésie et dans le bassin d'Anticosti. Chaque année, pour souligner l'anniversaire du CGQ, un séminaire portant sur les perspectives de recherche en géosciences dans l'est du Canada était organisé, il réunissait régulièrement plus d'une centaine de scientifiques québécois et canadiens.

Si la création du Centre INRS-Géoressources a été propice au développement du programme en minéralisation sédimentaire, la création du Centre géoscientifique de Québec a été sans contredit à l'origine d'une percée des géosciences environnementales. La présence d'un noyau de chercheurs de la CGC œuvrant en géologie du Quaternaire contribua à la création d'un axe de recherche en géologie du Quaternaire et de l'environnement. Ce nouveau domaine d'intervention s'inscrivait en harmonie avec le rapport Brundtland *Notre avenir à tous*, qui en 1987 venait d'être publié par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies. Il correspondait aussi aux orientations plus récentes de la géologie qui devenait véritablement « sciences de la Terre », en considérant notre planète comme un système complexe dont l'évolution résulte de l'interaction entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère.



Parc à résidus miniers East Sullivan

Forts de la richesse, de la diversité et de la complémentarité de leurs expertises, les chercheurs du CGQ furent en mesure de s'attaquer à diverses problématiques environnementales. Les projets mis de l'avant intégraient les connaissances sur la géologie du Quaternaire, la géologie du substrat rocheux, ainsi que sur les processus géologiques, géochimiques et hydrogéologiques.

C'est dans le cadre de ce nouvel axe que les chercheurs de la CGC amorcèrent, dès la première année, les premiers projets du CGQ sur les changements climatiques. Ils eurent pour cadre la vallée du Mackenzie et l'île d'Ellesmere. Des chercheurs du Centre d'études nordiques de l'Université Laval y furent associés. Par ailleurs, l'expertise des professeurs de l'INRS-Géoressources fut mise à profit par la Direction du développement minier du MRN qui essayait de trouver une solution durable aux dommages environnementaux causés par le drainage acide des parcs à résidus miniers. Les études sur cette problématique durèrent plusieurs années, mais prirent de l'ampleur en 1992 grâce à un nouveau mode de financement par épargne publique mis en œuvre à l'INRS. Le financement de la recherche était ainsi assuré par des investisseurs intéressés par le développement de nouvelles technologies et les retombées économiques espérées d'éventuels brevets. Un projet combinant restauration et valorisation de parcs à résidus miniers suscita l'intérêt d'investisseurs et obtint un financement de six millions de dollars sur deux ans. L'intérêt économique résidait dans la valorisation qui consistait à récupérer certains éléments que les résidus pouvaient encore contenir. Quelques années plus tard, un autre important projet financé à hauteur de 1,5 million de dollars par des investisseurs privés (UG Plus International) visait l'extraction des éléments du groupe du platine de chromites d'Afrique du Sud, métaux recherchés par le secteur des hautes technologies.



Signature de l'entente avec UG Plus International

Pour appuyer ces développements, le CGQ dut renforcer ses capacités d'analyse. Le laboratoire de géochimie minérale de l'INRS-Géoressources fit l'acquisition d'un spectromètre de masse à source plasma (ICP-MS) qui permettait de doser simultanément, avec exactitude et précision, une gamme impressionnante d'éléments. La CGC se porta, pour sa part, acquéreur d'un premier spectromètre de masse pour l'analyse des isotopes stables. Il constitua le noyau autour duquel se développa le futur Delta-Lab. Ces équipements ouvrirent la voie à de nouvelles avenues de recherche. Un jeune géochimiste, Marc Richer-Lafèche vint, en 1993, prêter main-forte à l'équipe à titre de nouveau professeur INRS.

La CGC poursuivit au CGQ sa longue tradition de recrutement d'étudiants d'été. Plusieurs d'entre eux se montrèrent intéressés par les projets auxquels ils avaient participé et voulurent poursuivre leur contribution dans le cadre de maîtrises ou de doctorats. Le Centre Géoroessources n'ayant pas de programme formel de formation, les étudiants devaient s'inscrire dans d'autres universités, le rôle des professeurs du Centre était réduit à celui de codirecteurs de thèse. Plusieurs d'entre eux contribuaient cependant à l'enseignement dans d'autres universités, notamment à l'Université Laval, par le biais de séminaires, de conférences ou de participation à des cours. Cette situation n'était pourtant pas pleinement satisfaisante pour l'INRS, car la contribution de ses professeurs à l'encadrement d'étudiants aux cycles supérieurs n'était pas reconnue par le ministère puisqu'elle n'était pas encadrée par une entente officiellement approuvée.

Comme la multiplicité des programmes en sciences de la Terre au Québec ne permettait pas à l'INRS-Géoressources d'envisager la création de nouveaux programmes, la direction scientifique de l'INRS demanda à la directrice du Centre de voir auprès des principaux départements de géologie du Québec comment pourrait être officialisée l'implication des professeurs et chercheurs du CGQ dans la formation. Une tournée de consultation fut menée. L'UQAC, maître d'œuvre du programme de doctorat en ressources minérales, se disait disposée à reconnaître le travail des chercheurs du CGQ à titre de membre de jury de thèse ou de codirecteur. L'inscription de l'étudiant et son diplôme devaient toutefois relever de l'UQAC. En clair, il s'agissait d'une réitération des conditions émises quelques années auparavant pour l'adhésion de l'INRS au programme de doctorat en ressources minérales, offre qui avait été déclinée. La proposition ne présentait aucun avantage supplémentaire par rapport à ceux que les chercheurs du CGQ avaient déjà dans plusieurs universités. L'Université Laval proposa pour sa part de formaliser les collaborations déjà en cours en rendant conjoints ses programmes de maîtrise et de doctorat en sciences de la Terre. La proposition fut jugée d'intérêt, et des discussions furent entreprises pour préciser les modalités de sa mise en application. Le protocole négocié stipulait que le comité de programmes serait conjoint et que les étudiants admis s'inscriraient dans l'université d'attache de leur directeur de recherche. Celle-ci se voyait confier la responsabilité de délivrer le diplôme, avec mention de la nature conjointe du programme. Les chercheurs de la CGC-Québec, en tant que professeurs associés de l'INRS-Géoressources, pouvaient non seulement contribuer aux programmes, mais aussi agir comme directeurs de recherche en titre des étudiants qu'ils encadraient.

Cette entente intervenait à point nommé, car au même moment, le gouvernement mettait en œuvre des mesures en vue de rationaliser les programmes d'études supérieures dans les universités du Québec. L'Université Laval et l'INRS se sont ainsi retrouvés à devancer ce mouvement. En 1993, première année d'opération des programmes conjoints, trois étudiants au doctorat et six à la maîtrise s'inscrivirent à l'INRS.



Signature de l'entente INRS-UL

Les programmes d'enseignement ont été un formidable instrument pour resserrer la collaboration entre les chercheurs de l'INRS, de la CGC et de l'Université Laval. Les étudiants étaient souvent intégrés dans des projets pluridisciplinaires de grande envergure. L'encadrement de la recherche était offert par plus d'une trentaine de spécialistes œuvrant dans un éventail de disciplines couvrant un large spectre des sciences de la Terre. L'offre de cours était des plus diversifiées. Les programmes fonctionnèrent très bien et connurent un vif succès. Plusieurs thèses eurent un impact considérable et furent considérées « meilleure thèse de l'année » par diverses associations scientifiques. L'évaluation des programmes, réalisée cinq ans après leur mise en place, fut très positive et les statistiques compilées annuellement par l'Association des universités et collèges du Canada montraient que ces programmes figuraient parmi les plus importants au pays.

Avec tous ces développements, le CGQ se trouva à l'étroit au Complexe scientifique. Le déménagement des laboratoires posant problème, le CGQ fut contraint en 1995 de vivre une scission : les chercheurs déménagèrent dans de nouveaux locaux au 2535, boulevard Laurier, les laboratoires restant au Complexe scientifique. Cette année-là fut également la plus difficile depuis le début de l'aventure CGQ, autant sur le plan humain que scientifique, car à la suite d'importantes compressions budgétaires fédérales, le CGQ dut se départir de cinq de ses scientifiques. Tout comme la remise en question vécue par le Groupe Pétrole, cet exercice fut vécu difficilement par la communauté. Il renforça cependant la cohésion du groupe et lui fit réaliser combien les partenariats et la pertinence des projets de recherche étaient importants. Les revenus générés par les professeurs, combinés à ceux engendrés par la récupération des coûts d'utilisation des services techniques et administratifs de l'INRS par les chercheurs de la CGC, permirent de consolider le redressement financier amorcé les années précédentes et de résorber le déficit jusqu'alors accumulé par l'INRS-Géorressources.

L'hydrogéologie occupa rapidement une position particulière au sein du Centre Géoressources. Nécessaire dans un premier temps pour bien comprendre les processus hydrogéochimiques ayant cours au sein des résidus miniers, l'hydrogéologie aborda de nouvelles dimensions avec l'entrée en fonction en 1994 de René Lefebvre, rejoint en 1996 par Richard Martel.



René Lefebvre et  
Richard Martel, professeurs

Ils formèrent une équipe dont l'expertise complémentaire venait s'ajouter à celle des hydrogéologues de l'Université Laval. Ils instaurèrent parmi les intervenants en hydrogéologie de la région un esprit de collaboration qui fut bénéfique à la discipline. Les travaux entrepris avec ces partenaires positionnèrent l'équipe de Québec comme un intervenant majeur en hydrogéologie au Canada, particulièrement au niveau de la caractérisation des aquifères à l'échelle régionale, que ce soit pour évaluer les ressources en eau ou pour les protéger d'activités potentiellement polluantes. Leur contribution au développement de l'hydrogéologie au CGQ fut déterminante. Ils apportèrent leur soutien scientifique et technique à leurs collègues de la CGC-Québec qui voulaient participer au tout nouveau programme national d'hydrogéologie que la CGC venait d'implanter. C'est ainsi qu'en collaboration avec le ministère de l'Environnement du Québec, ils contribuèrent au développement et à la réalisation des premiers projets d'hydrogéologie régionale du CGQ dans la région de Portneuf et des Basses-Laurentides adjacentes. Ces projets pilotes furent réalisés en partenariat avec les autorités municipales concernées, notamment les municipalités régionales de comté (MRC), qui y voyaient des outils intéressants pour assurer la gestion et la protection des ressources en eau souterraine de leur territoire. Ces projets nécessitaient de grandes équipes pluridisciplinaires et d'importantes ressources financières. Les bénéfices de ces projets furent à la hauteur des investissements : les chercheurs diffusèrent abondamment les résultats de leurs travaux, s'impliquèrent dans l'organisation d'ateliers nationaux et de sessions spéciales lors de congrès, témoignèrent de leur expérience aux consultations du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) sur la gestion de l'eau au Québec et formèrent d'importantes cohortes d'étudiants. La reconnaissance des travaux du groupe ne se fit pas attendre. La politique de l'eau, élaborée par le gouvernement du Québec quelques années plus tard, recommanda de poursuivre sur l'ensemble du Québec municipalisé l'approche de cartographie hydrogéologique régionale développée

par le CGQ. L'équipe, formée de personnel de la CGC, de l'INRS et d'étudiants, reçut en 2002 le prix du chef de la fonction publique du Canada, la plus haute reconnaissance d'excellence pour le service public. En 2003, René Lefebvre et Richard Martel recevaient le prix d'excellence en recherche de l'INRS. Enfin, une reconnaissance plus tangible fut témoignée par la CGC lorsqu'elle confia la gestion du programme national d'hydrogéologie à sa division de Québec et y basa l'hydrogéologue en chef.



Équipe d'hydrogéologie ayant reçu le prix d'excellence de la fonction publique

La collaboration entre les hydrogéologues et les géologues de la CGC fut également fructueuse pour la caractérisation et la restauration de sites contaminés par des produits organiques, notamment à Ville Mercier et à Valcartier, ainsi que pour la gestion environnementale des sites d'entraînement militaire contaminés par des matériaux énergétiques (explosifs). Les travaux sur les matériaux énergétiques, amorcés à Valcartier, se sont poursuivis sur la base de Dundurn en Saskatchewan et se sont progressivement étendus à l'ensemble des bases militaires des forces terrestres canadiennes. Ils ont mené à une collaboration internationale regroupant le Canada, le Royaume-Uni, l'Australie, les États-Unis et la Nouvelle-Zélande.

D'autres réalisations importantes ont découlé de la collaboration entre les chercheurs de l'INRS et de la CGC. La dendrogéochimie en est un bel exemple : combinant l'expertise en géochimie des éléments traces de l'INRS à celle en géochimie isotopique et en dendrochronologie de la CGC, elle permettait de détecter et de mesurer, dans les cernes de croissance des arbres, les variations de la concentration de contaminants inorganiques en provenance du sol ou de l'atmosphère. Les contaminants étant absorbés au cours de la croissance de l'arbre, l'apparition de la contamination pouvait être datée de manière précise par dendrochronologie. Cette approche de suivi biologique fut exploitée avec succès dans le cadre du programme national Métaux dans l'environnement (MEDE, ou MITE en anglais) pour documenter dans le temps et dans l'espace l'impact des émissions de fonderies, notamment celle de Rouyn-Noranda en Abitibi. La technique, permettant également de détecter le stress environnemental auquel les arbres ont été soumis, fut appliquée avec succès à des études sur le dépérissement d'écosystèmes forestiers et à des études sur les changements climatiques.

Les problèmes de pollution et les solutions pour les atténuer, le développement d'outils pour assister l'exploitation responsable des ressources naturelles (qu'elles soient minières, pétrolières ou hydriques), les effets des changements climatiques, toutes ces problématiques environnementales et sociétales nécessitent une bonne compréhension des processus géologiques et de leurs interactions. Sur la base de l'expertise acquise lors des projets visant la récupération des métaux dans les résidus miniers, une fructueuse collaboration se développa avec le groupe Verreault Navigation et le consortium COREM. L'objectif était de mettre au point, à faible coût, un traitement pour les sédiments du port de Montréal contaminés par des métaux et des hydrocarbures. Le procédé s'inspirant des technologies minières réputées pour leur faible coût fut transféré avec succès du laboratoire au stade semi-industriel.



Usine pilote pour le traitement de sédiments contaminés

En 1995, une dimension fut ajoutée à cet axe de recherche par l'arrivée de Normand Bergeron qui apportait à l'équipe son expertise sur les processus géomorphologiques fluviaux et leurs impacts sur les habitats des poissons. Cet axe fut consolidé quelques années plus tard, en 1998, par l'arrivée de Bernard Long, spécialiste en dynamique sédimentaire et érosion côtière. Ce dernier vint se joindre à l'INRS-Géoressources lorsque le centre auquel il appartenait, l'INRS-Océanologie, fut dissout et ses chercheurs intégrés à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) nouvellement créé. Il mit son expertise à profit dans le cadre de projets nationaux, traitant entre autres de l'architecture des dépôts quaternaires de l'estuaire du Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs, et internationaux, principalement en Tunisie pour la restauration des plages de Djerba et de Carthage. Grâce au soutien financier de la Fondation canadienne pour l'innovation, il mit en place un laboratoire multidisciplinaire de scanographie pour les ressources naturelles et le génie civil avec la collaboration de Forintek pour



Normand Bergeron et Bernard Long, professeurs

le bois, et celle du département de Génie civil de l'Université Laval pour le béton. Georges Drapeau, premier directeur du Centre INRS-Océanologie, qui prenait sa retraite au moment de la création de l'ISMER, vint également se joindre à l'INRS-Géoressources à titre de professeur émérite.

Le besoin de soutenir adéquatement la réalisation des projets de recherche, la volonté de bien gérer les données géoscientifiques qu'ils généraient et d'en diffuser efficacement les résultats, ont motivé la mise en place d'un laboratoire de cartographie et de dessin conséquent avec l'ampleur des projets en cours. Les technologies les plus nouvelles ayant révolutionné l'édition numérique, tant dans la manière de cartographier que de produire les cartes géologiques, y furent intégrées. Le modeste noyau initial prit de l'ampleur pour devenir en 1998 le Laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP).

Regroupant les scientifiques et le personnel technique intéressés par les nouvelles technologies et la gestion de l'information géoscientifique, le LCNP développait des outils pour la gestion, l'analyse et la représentation cartographique des données spatiales. Étant au service de tous les chercheurs, les outils développés pour un projet devenaient automatiquement disponibles pour les autres projets, d'où une propagation rapide du savoir-faire en cartographie numérique et modélisation des processus. Grâce à un très fort esprit d'équipe, à la complémentarité des talents et à beaucoup de créativité, le LCNP se tailla rapidement une solide réputation au sein de la CGC. Cette réputation eut tôt fait de se propager dans tout le Canada et même aux États-Unis.

Afin de promouvoir les sciences de la Terre auprès du grand public et surtout des jeunes, les chercheurs du CGC s'engagèrent activement dans des activités de sensibilisation aux sciences. Ils vulgarisaient les résultats de leurs projets, donnaient des conférences dans des écoles primaires ou secondaires et animaient des ateliers lors d'événements nationaux, provinciaux et locaux tels le Jour de la Terre, les Expos-science et la Quinzaine des sciences. Ces activités furent coordonnées et développées de façon magistrale par Pierrette Tremblay et devinrent d'excellents outils de promotion pour le CGC. Grâce



Excursion pour les jeunes au Mont Logan en Gaspésie pour les 150 ans de la CGC

au soutien financier de la CGC, de l'INRS et de divers partenaires, plusieurs projets de vulgarisation furent mis en ligne sous l'onglet *Géologie pour tous* du site Internet du CGQ. Le site *Si la terre m'était contée* connut un beau succès. Il reçut au cours des années plusieurs marques de reconnaissance, entre autres, l'attribution de quatre étoiles par Hachette Junior et de cinq étoiles par la revue *Guide Internet*. Il fut même désigné site du jour en février 2000 par *3X+Net*, une émission télévisée de France 3 consacrée à Internet.

En 1998, le CGQ dut encore une fois déménager pour s'installer dans l'édifice Bois-Fontaine, sur le chemin Sainte-Foy. La même année, il participa avec la communauté géoscientifique de Québec à l'organisation de la réunion annuelle conjointe de l'Association géologique et de l'Association minéralogique du Canada, auxquelles s'ajoutèrent l'Association des géologues et géophysiciens du Québec et l'Association internationale des hydrogéologues. L'événement, qui accueillit près de 1500 congressistes, connut un vif succès. Les programmes du CGQ furent à l'honneur dans le cadre de plusieurs sessions spéciales et événements organisés pour souligner son dixième anniversaire. Plusieurs marques de reconnaissance vinrent également souligner les dix années de réalisations au CGQ.



Dixième anniversaire du CGQ

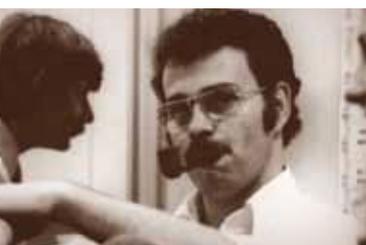
En 1999, Pierrette Tremblay reçut la médaille E.R. Ward Neale de l'Association géologique du Canada en reconnaissance de ses réalisations en sensibilisation aux sciences. Aicha Achab se vit décerner la médaille J. Willis Ambrose pour « sa contribution soutenue au développement des géosciences canadiennes par le biais de réalisations majeures dans les domaines de l'éducation, de la gestion et de l'administration ». Au fil des ans, la plupart des équipes du CGQ se virent décerner des primes au mérite du secteur des Sciences de la Terre de Ressources naturelles Canada pour souligner l'excellence et la pertinence de leurs contributions. En 2001, le dynamisme et la qualité des services de l'équipe administrative du CGQ étaient reconnus par un prix au mérite du ministère des Ressources naturelles du Canada.

En 2000, le CGQ organisait à Saint-Hyacinthe, à la demande du secrétariat à l'impact et à l'adaptation du Fonds d'action pour le changement climatique, un atelier réunissant les intervenants des secteurs universitaire, public, privé et associatif intéressés par cette problématique au Québec. La rencontre permit de faire le point sur les connaissances et les enjeux socio-économiques reliés aux changements climatiques et mit en évidence le nécessaire besoin de concertation. Cette aspiration se concrétisa peu après par la création du consortium Ouranos, né de la vision commune du gouvernement du Québec, d'Hydro-Québec et d'Environnement Canada, avec l'appui financier de Valorisation-Recherche Québec.

Depuis 1998, l'INRS réfléchissait sur sa structure en centres de recherche. Cette dernière était perçue comme un frein à la collaboration, engendrant une certaine compétition entre les centres et des doublons. Les huit centres de l'INRS pouvaient, en raison de l'objet même des recherches qui y étaient menées, être regroupés en quatre grands secteurs : la santé, avec les centres Santé et Institut Armand-Frappier; les sciences physiques, avec les centres Énergie et Télécommunications; les sciences sociales, avec les centres Urbanisation et Culture et société; les sciences naturelles, avec les centres Eau et Géoressources. Le regroupement en de tels secteurs visait à favoriser la synergie et la transdisciplinarité, à permettre un meilleur positionnement de l'INRS et à engendrer une réduction des frais de fonctionnement. Le principe retenu, des discussions furent menées entre les centres Eau et Géoressources pour dégager les grandes lignes d'un programme scientifique commun et trouver un nom pour le regroupement. L'appellation « Eau Terre Environnement » fut retenue, car elle reflétait de façon simple, mais claire, les activités menées dans les deux centres.

Le processus de regroupement des centres par secteurs une fois approuvé par le Conseil d'administration de l'INRS fut mis en place en juin 2001, date qui correspondait à la fin du mandat d'Aicha Achab à la tête du CGQ. Pour tenir compte de cette restructuration, l'entente de partenariat INRS-CGC fut amendée; la gestion unique des deux entités composantes du CGQ fut remplacée par deux structures indépendantes sous la responsabilité de deux directeurs, l'un pour le regroupement INRS, l'autre pour la CGC-Québec. Une belle aventure scientifique et humaine se terminait, une nouvelle, non moins exaltante, commençait avec la naissance de l'INRS-ETE dont l'acronyme ETE laissait présager un bel avenir.

### **Aicha Achab**



# ENTREVUES GROUPE PÉTROLE

1971-1981

## ÉVOLUTION DU PROGRAMME SCIENTIFIQUE

- Le démarrage du groupe
- La diagenèse
- La formation du personnel
- Le mode de fonctionnement
- Les débuts de l'informatique
- Les relations avec les autres universités
- L'élargissement du programme
- L'esprit INRS-Pétrole

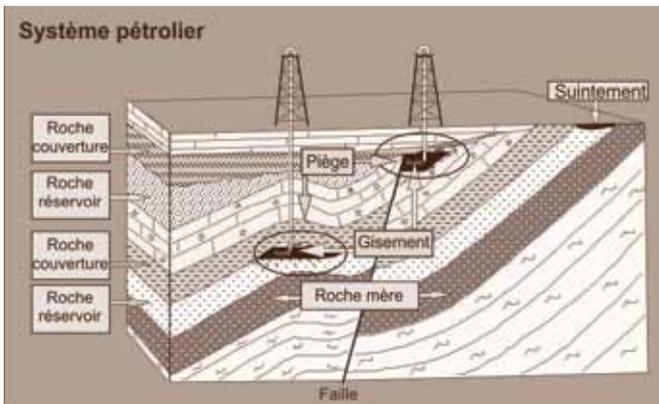
## LES INTERVENANTS (et leur domaine d'expertise)

Professeurs-chercheurs de l'INRS: Aicha Achab (palynologie), Rudolf Bertrand (sédimentologie et matière organique), André Chagnon (géologie des argiles), Jean Charollais (sédimentologie), Yvon Héroux (sédimentologie et matière organique), Normand Tassé (sédimentologie).

# LE DÉMARRAGE DU GROUPE

## Pouvez-vous expliquer le choix des premières disciplines mises en œuvre lors de la création du Groupe Pétrole?

**Héroux :** Pour qu'il y ait un gisement de pétrole ou de gaz, il faut qu'il y ait réunion, dans la croûte terrestre, de plusieurs facteurs : la présence d'une roche-mère capable de générer des hydrocarbures, la migration de ceux-ci, la présence d'une roche-réservoir pour les recueillir, celle d'un piège structural ou stratigraphique pour les retenir, et enfin, celle d'une couche de roche imperméable (roche couverture) pour empêcher leur fuite à long terme.



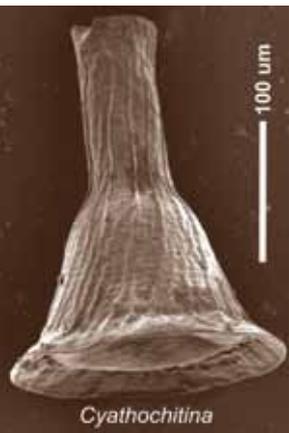
Système pétrolier montrant deux gisements d'hydrocarbures, le premier lié à une structure anticlinale et le second à une faille et une discordance. Notez le suintement en l'absence de roche couverture

Une fois ces conditions réunies, il faut en plus que l'évolution thermique des roches ait été suffisante pour permettre la formation des hydrocarbures, sans être importante au point de compromettre leur préservation. Ces notions clés de roche-mère et de conservation des hydrocarbures ont été à la base des activités de l'INRS-Pétrole. Ces notions étaient connues dans les départements de géologie du Québec, mais pas suffisamment pour pouvoir former des spécialistes et des praticiens compétents. Une roche-mère à hydrocarbures renferme par définition de la matière organique en quantité suffisante et de bonne qualité. La qualité dépend de la nature et des degrés de transformation et de conservation de cette matière. Ce concept permet de définir dans l'espace géologique ce qu'on appelle la « fenêtre à huile », c'est-à-dire une zone favorable à la présence d'hydrocarbures liquides. La détermination de cette zone requiert la combinaison de nombreuses expertises et analyses en laboratoire qui ont été progressivement implantées à l'INRS. L'évaluation de la quantité de matière organique fait appel à des

analyses de combustion (carbone organique total) et de pétrographie au microscope. Sa composition et son origine (algue-phytoplancton, zooplancton, végétaux supérieurs, etc.) sont obtenues par examen microscopique, auquel s'ajoutent des analyses en pyrolyse et des analyses élémentaires (rapports atomiques du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote). Finalement, on mesure le degré de maturation de la matière organique avec une panoplie d'outils dont les plus communs sont le pouvoir réflecteur (réflectance) et le rapport carbone/hydrogène. Lorsque le budget le permet, on fait effectuer le dosage des extraits de pétrole dans des laboratoires spécialisés. La géologie de la matière organique a ainsi été l'une des premières disciplines mises en œuvre au Groupe Pétrole.

**Chagnon :** La seconde discipline implantée a été la géologie des argiles. Il s'agissait aussi d'une discipline nouvelle au Québec dépassant la simple identification minéralogique. Les argiles étaient utilisées parallèlement à la matière organique pour déterminer le degré de maturité et l'évolution thermique des sédiments. L'intérêt pour cette discipline était d'autant plus grand qu'elle permettait de connaître, à partir de la composition minéralogique des argiles et de leur niveau de cristallisation, le degré de maturité ou d'évolution diagénétique des sédiments indépendamment des matières organiques. Les analyses sur les argiles s'inscrivaient donc en complémentarité d'études plus spécifiques incluant la pétrographie minérale, la sédimentologie, la géologie des matières organiques et la palynologie.

**Achab :** La palynologie est en effet venue compléter l'expertise du Groupe. C'est une des disciplines de la micropaléontologie — étude des fossiles de très petite taille — dont l'objet d'étude est les microfossiles ayant une paroi organique, par exemple les algues microscopiques, les spores, les pollens. La micropaléontologie permet de caractériser la succession des différentes strates et donc de dater les roches. C'est l'outil de stratigraphie le plus approprié pour la géologie pétrolière, car les déblais de forage pétrolier, pratiquement les seuls solides récupérés des sondages, sont de trop petites tailles pour recéler des restes reconnaissables de macrofossiles. La palynologie était d'autant plus intéressante à développer au Québec que les strates susceptibles de contenir des hydrocarbures sont d'âge paléozoïque (251 à 542 millions d'années) et que les microfossiles à paroi organique y sont les plus abondants. L'INRS-Pétrole a donc implanté le premier laboratoire de palynologie au Québec. En plus de renseigner sur la stratigraphie, la palynologie s'inscrit en complémentarité à la géologie des argiles et de la matière organique. Elle permet d'examiner la quantité, la nature et la qualité de la matière organique : la quantité permet d'identifier les éventuelles roches-mères, la nature indique la capacité à produire des hydrocarbures liquides ou gazeux, la qualité (c'est-à-dire la coloration) permet de déterminer si les roches ont été soumises à des conditions de température compatibles avec la préservation d'hydrocarbures, les températures trop élevées les détruisant.

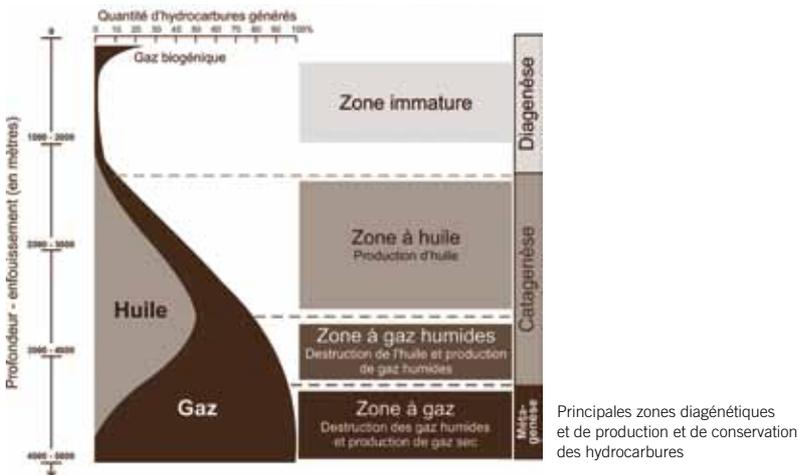


Chitinozoaire,  
microfossile organique  
de l'Ordovicien

# LA DIAGENÈSE

**Le point commun entre ces trois premières disciplines est leur capacité à déterminer le niveau de diagenèse des roches. Pouvez-vous définir celle-ci de manière simple?**

**Chagnon :** La diagenèse peut être définie comme l'ensemble des changements biochimiques et physico-chimiques subis par un sédiment après sa sédimentation. En termes simples, c'est la transformation progressive d'un dépôt meuble en roche. La diagenèse se distingue du métamorphisme par l'ampleur des transformations minéralogiques et les conditions de température et de pression, beaucoup plus élevées dans le métamorphisme. Lorsque le degré de diagenèse est peu élevé, on dit que la roche est immature. Cela sous-entend que les conditions nécessaires à la formation d'hydrocarbures n'ont pas été atteintes. Un degré de diagenèse plus élevé correspond à la zone mature, qui est compatible avec la présence potentielle d'hydrocarbures liquides. C'est la fameuse « fenêtre à huile ». Lorsque l'évolution diagénétique est plus poussée, la roche devient supramature, et seuls des hydrocarbures gazeux peuvent être présents. Au-delà de cette zone, on entre dans l'anchimétamorphisme (transition entre la diagenèse et le métamorphisme) et le métamorphisme, totalement incompatibles avec la présence d'hydrocarbures. Le degré de diagenèse est donc un paramètre essentiel pour évaluer le potentiel en hydrocarbures d'un bassin sédimentaire.



**Héroux :** La transformation de la matière organique en hydrocarbures et la transformation-conservation de ces hydrocarbures évoluent non seulement en fonction de la température, mais aussi en fonction du temps durant lequel cette température agit. Comme se plaisait à dire le coordonnateur scientifique du

groupe, Bernard Kubler : « La diagenèse de la matière organique se compare à la cuisson de la pomme de terre : elle peut cuire lentement à feu doux ou bien rapidement à feu intense, mais à température égale, la cuisson sera plus rapide si la pression est plus élevée, comme dans un chaudron sous pression (presto). » La littérature scientifique des années 1970 faisait état de plusieurs indicateurs utilisés pour mesurer le degré de diagenèse, mais leurs équivalences ne faisaient pas consensus. La première tâche à laquelle l'équipe du Groupe Pétrole s'est attelée a été de compiler et corrélérer les différents indicateurs. Lorsque cette compilation a été publiée, elle a suscité un grand intérêt dans la communauté scientifique. Consécration ultime, l'article a été cité parmi les meilleurs de l'année par l'American Association of Petroleum Geologists. L'équipe se dotait ainsi d'une excellente vitrine dans le milieu de la recherche pétrolière.

**Tassé :** À l'INRS-Pétrole, on s'attardait surtout à évaluer la maturation des matières organiques et des argiles pour en déduire le niveau de diagenèse par rapport à la fenêtre à huile. La diagenèse s'intéresse aussi aux processus qui favorisent la préservation, voire la genèse de pores (porogenèse) et leur oblitération (poronécrose). Elle n'est donc pas strictement liée à l'histoire thermique d'une séquence sédimentaire. En fait, elle englobe également des aspects de la géologie pétrolière, par exemple le cas des roches-réservoirs. Ce type d'étude se situe en aval de ce qui était les préoccupations de l'INRS-Pétrole à l'époque et n'a été que peu abordé. Les processus de porogenèse et de poronécrose sont toutefois de prime importance pour la minéralisation des roches. Ils jouent un rôle important dans la circulation des fluides et la mobilisation des métaux, leur déplacement, leur concentration et la formation éventuelle de gîtes. L'intérêt pour ce type de problématique allait bientôt s'imposer.

### **De quel genre d'infrastructure et d'instrumentation aviez-vous besoin pour évaluer le degré de diagenèse?**

**Achab :** Des investissements importants ont été requis pour monter en un temps record les laboratoires humides pour la fabrication de lames minces, l'extraction de la matière organique, les préparations palynologiques, la géologie des argiles et pour acquérir et mettre en fonction des appareils d'analyse à la fine pointe de la technologie de l'époque : microscopes, réflectomètre, fluoromètre, microscope électronique à balayage et microanalyse. À titre indicatif, le coût actuel d'un réflectomètre s'élève à plus de 300 000 \$ et les photomicroscopes Zeiss acquis alors seraient de nos jours difficilement achetables. À l'époque, quelques équipements similaires existaient dans d'autres universités québécoises, ils répondaient aux besoins de recherche spécifiques de certains professeurs. La nature pluridisciplinaire et multifonctionnelle du laboratoire de l'INRS-Pétrole en faisait son originalité et sa spécificité. Il réunissait sous un même toit l'ensemble des équipements requis pour fournir la panoplie de réponses complémentaires nécessaires à la compréhension de l'histoire diagénétique d'une région et pour en estimer le potentiel pétrolier.

**Charollais :** Les investissements étaient en effet majeurs. Personnellement, j'ai fait des commandes de microscopes pour des montants nettement supérieurs à ceux dont je disposais à l'Université de Genève d'où je venais. Le directeur, Michel Desjardins, allait souvent à la Société nationale des pétroles d'Aquitaine en France pour se renseigner sur les derniers développements technologiques et se faire conseiller dans l'acquisition d'appareillage.

**Chagnon :** Pour la géologie des argiles, nous avons procédé différemment. Nous avons remis en état de marche et partagé avec le ministère des Ressources naturelles (MRN, nommé Richesses naturelles à l'époque du Groupe Pétrole) un appareil de diffraction de rayons X que le ministère n'utilisait plus. Cet arrangement a permis de réduire les dépenses substantiellement. Il faut aussi noter qu'il ne suffisait pas d'avoir les équipements, encore fallait-il maîtriser le mode de préparation des échantillons et leur analyse. La plupart des disciplines étaient nouvelles et n'étaient pas enseignées au Québec. En plus des investissements financiers, il a donc fallu investir massivement dans la formation du personnel.

**Héroux :** Ce dernier point est très important. Les infrastructures étaient effectivement dispendieuses, mais s'y ajoutaient les coûts de formation, tant pour les chercheurs que pour les techniciens hautement spécialisés.



Sortie des résultats d'un spectre de diffraction X

## LA FORMATION DU PERSONNEL

### Comment s'est effectuée la formation du personnel scientifique et technique?

**Héroux:** Le laboratoire de réflectométrie a été monté par Jean-Luc Pittion, un jeune géologue français qui avait suivi un stage de quelques semaines auprès de Peter Hacquebard, un expert de réputation mondiale de la Commission géologique du Canada à Ottawa. Jean-Luc m'a initié à cette expertise avant son départ en 1976. Par la suite, dans le cadre de la coopération franco-québécoise, qui était à son apogée, j'ai effectué plusieurs stages de formation et de perfectionnement dans de hauts lieux de la recherche sur la matière organique en France: Société nationale des pétroles d'Aquitaine, Institut français du pétrole et Centre d'études et recherches des charbonnages.

**Chagnon:** Pour ce qui est de la géologie des phyllosilicates argileux dont j'étais responsable, j'avais eu une formation de base en minéralogie et en diffraction de rayons X avec le professeur Gaston Pouliot de l'École Polytechnique de Montréal. Par la suite, j'ai étudié à l'Université de l'Illinois avec le professeur Ralf Grimm qui était une sommité mondiale dans ce domaine. À mon arrivée à l'INRS, j'ai grandement bénéficié, toujours par le biais de programmes de coopération, de stages d'étude et de perfectionnement avec les réputés professeurs Georges Milot à Strasbourg, en France et Bernard Kubler à Neuchâtel, en Suisse. La formation du personnel technique a été faite en grande partie à l'INRS avec, en complément, des stages de perfectionnement en Europe et dans les laboratoires de la Commission géologique du Canada à Calgary.

**Achab:** En palynologie, le personnel technique a également suivi de nombreux stages de formation au Canada et en Europe. L'ingéniosité des techniciens est à souligner: une fois les techniques bien maîtrisées lors des stages, ils les adaptaient et les amélioraient au point qu'elles pouvaient par la suite être publiées et réexportées. Il faut aussi préciser que dans le cadre de la coopération franco-québécoise, les échanges étaient bilatéraux. Le personnel de l'INRS-Pétrole allait effectuer des stages en France, mais nous recevions aussi nos vis-à-vis français ce qui permettait de maintenir et de consolider les collaborations.



Premier laboratoire de réflectométrie



Fabrication de sections polies de matière organique

## LE MODE DE FONCTIONNEMENT

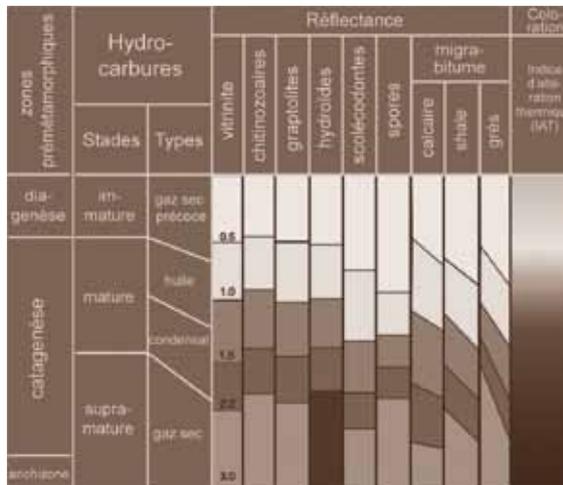
### Quelles ont été les façons de faire mises en place pour répondre aux demandes d'expertise?

**Achab :** Les demandes d'expertise étaient l'objet de contrats négociés par les professeurs du Groupe ou le coordonnateur scientifique. Chaque technique, chaque discipline apportait une partie de la réponse au problème qui nous était soumis. Tout le monde travaillant sur les mêmes échantillons, il fallait que les différents éléments de réponse soient cohérents; ils ne pouvaient sans raison logique être antagonistes. Chaque chercheur analysait et interprétait de manière indépendante les données pertinentes à sa discipline. Les différents résultats étaient alors présentés à l'ensemble de l'équipe pour comparaison et discussion. Si des discordances étaient observées, elles étaient analysées pour en trouver les raisons. Celles-ci pouvaient être variées, allant de la simple erreur d'échantillonnage, à un phénomène ou artefact local, ou encore à une interprétation alternative. Un rapport d'équipe mentionnant les éventuelles contradictions était alors rédigé. Cette façon de procéder s'appliquait à la majorité des projets, la multidisciplinarité et l'approche d'équipe étaient donc vécues au quotidien.

**Chagnon :** L'évolution diagénétique des assemblages de minéraux argileux et des matières organiques est tributaire de plusieurs paramètres. Certains comme la température agissent de la même manière sur les deux types de matériaux, d'autres, comme les conditions chimiques, agissent de manière différente. De ce fait, il arrive que ces deux techniques montrent, en apparence, des résultats contradictoires. Ainsi, une étude menée sur de l'île de Brion dans le golfe du Saint-Laurent indiquait une maturation élevée avec les argiles et une très faible avec les matières organiques. Sans aller dans les détails de l'étude, cela nous a permis de déterminer que la différence de maturation indiquée par les argiles était due à des conditions paléogéographiques particulières du bassin de sédimentation. Une étude similaire, dans la région de Matapédia en Gaspésie, suggérait que l'évolution thermique était trop élevée pour la préservation des hydrocarbures liquides ou gazeux, mais certains échantillons présentaient toutefois des assemblages minéraux différents, indicatifs de températures beaucoup plus basses. Après vérification et un échantillonnage plus serré, il est apparu que cette anomalie était le fait d'une altération hydrothermale reliée à des indices fortement minéralisés. Ces exemples illustrent bien la nécessité du dialogue entre les membres de l'équipe et l'importance de l'approche multidisciplinaire.

**Bertrand :** Ceci est tout à fait vrai, et en voici un autre exemple. À la lumière des résultats des différents projets, nous avons constaté que dans les successions constituées de roches terrigènes (provenant de l'érosion des continents) homogènes, les résultats de la matière organique et des argiles étaient concordants. Par contre, dans les successions de roches carbonatées et dans les grès, des divergences étaient notées. Cela s'explique par le fait que dans les successions argileuses, la réorganisation des argiles et de la matière organique s'opère sous l'effet de la seule température, sans apports de l'extérieur. Au contraire, du fait de la porosité des roches, les successions carbonatées et gréseuses sont ouvertes sur l'extérieur. Les fluides qui y circulent peuvent alors entraîner une transformation des minéraux argileux dans des directions différentes. Dans ce cas, les données de la matière organique et celles des argiles ne seront pas corrélables.

**Héroux :** Nous n'insisterons jamais assez pour dire combien la multidisciplinarité du Groupe Pétrole impliquait une concertation continue de tous les membres de l'équipe. Bernard Kubler a joué un rôle crucial en animant et en assurant la cohésion de l'équipe pendant plus d'une décennie. Rares sont les publications et les rapports confidentiels qui avaient un seul auteur, et pour cause, les indicateurs que nous utilisons pour mesurer le degré de diagenèse étaient nombreux et leurs équivalences pas toujours évidentes. La compilation-corrélation des principaux indicateurs de maturité thermique mentionnée précédemment, et à laquelle nous avons collectivement travaillé, a interpellé la majorité des chercheurs et techniciens du Groupe en montrant l'importance d'une coopération soutenue entre tous les chercheurs ainsi que d'une intégration des protocoles de laboratoire.



Corrélation des principaux indicateurs de maturité thermique

### Comment le laboratoire fonctionnait-il?

**Achab :** Le laboratoire était un élément clé de l'INRS-Pétrole, il se devait d'être pluridisciplinaire pour répondre efficacement aux besoins d'analyses des différents projets, eux-mêmes pluridisciplinaires. Étant donné que tout le monde travaillait sur les mêmes échantillons, une bonne coordination était nécessaire. Le laboratoire était donc géré centralement, les prestations rendues étant facturées aux projets les ayant sollicitées. Une certaine polyvalence des techniciens était requise. Chacun était responsable d'une technique qu'il maîtrisait parfaitement, et pour laquelle il était sous l'autorité du professeur spécialiste, il pouvait cependant, en fonction des besoins des projets et de leurs échéanciers, prêter main-forte à un de ses collègues dans une autre technique. Ce mode de fonctionnement différait sensiblement de celui des départements traditionnels et de certains autres centres de l'INRS où chaque professeur avait la responsabilité de son laboratoire, de son personnel technique et de ses équipements. Le laboratoire était ainsi un rouage essentiel, car toutes les activités de recherche commanditée ou subventionnée en dépendaient. L'ensemble du groupe était donc intéressé par son bon fonctionnement.

## LES DÉBUTS DE L'INFORMATIQUE

### Quelles ont été les premières applications de l'informatique à l'INRS-Pétrole?

**Charollais:** J'ai essayé, dès la première année, de mettre au point une méthode informatisée de description de microfaciès à partir de lames minces. Ce projet était ambitieux pour l'époque. Il a tout de même débouché sur l'édition d'un bouquin *Microfaciès et ordinateur* (Éditions Technip, 1976) avec la collaboration de Rudolf Bertrand et d'un excellent géologue-informaticien de Genève, Éric Davaud. À mon grand étonnement, ce livre est encore accessible aujourd'hui sur Internet!



**Bertrand:** La plupart des projets du Groupe Pétrole incluaient la description pétrographique des déblais de forage, souvent au fur et à mesure que les forages progressaient. Sur les chantiers, les déblais n'étaient étudiés que de façon grossière sous une loupe binoculaire. Ils étaient ensuite envoyés au laboratoire de l'INRS où une analyse détaillée et précise était effectuée au microscope à partir de lames minces de déblais ou de roche. C'est à cette étape qu'entrait en jeu l'utilisation de la méthode préconisée dans *Microfaciès et ordinateur*. À partir d'une description exhaustive et systématique des microfaciès, le programme permettait la sortie de descriptions sous forme de profils (*logs*) utiles aux géologues pétroliers. De fil en aiguille, l'utilisation de l'informatique pour traiter statistiquement les données de sondages pétroliers s'est étendue à l'interprétation des concentrations de gaz adsorbés sur les déblais de forages. Cette méthode était très à la mode dans les années 1970. Elle permettait de déterminer la profondeur de la fenêtre à huile et des fenêtres à gaz dans les forages en mer. Des méthodes statistiques multivariées, couramment utilisées à l'INRS-Eau, ont été appliquées pour interpréter les résultats d'analyses des gaz adsorbés dans des forages au large des côtes du Labrador, de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse. Ces travaux ont permis d'ajouter le paramètre des gaz adsorbés à la compilation-corrélation des principaux indicateurs de maturité thermique mentionnée précédemment.

## LES RELATIONS AVEC LES AUTRES UNIVERSITÉS

### **Connaissant les réticences des autres universités envers l'INRS, quel genre de relations entreteniez-vous avec vos confrères des autres universités?**

**Achab :** Il me semble que les réticences latentes ou exprimées envers l'UQ en général et l'INRS en particulier étaient surtout le fait des organisations. Les rapports avec nos collègues des autres établissements étaient cordiaux, d'abord guidés par des intérêts scientifiques réciproques. Notons cependant que des professeurs des autres universités siégeaient au comité de liaison du Groupe qui devait se prononcer sur nos activités et programmes de recherche. Ces professeurs étaient de fervents partisans de la recherche disciplinaire libre, ce qui était à l'époque implicitement encouragé par la nature des programmes de soutien à la recherche des organismes subventionnaires. Ils émettaient parfois des réserves sur nos activités, car ils avaient du mal avec la recherche orientée que nous pratiquions. Pour eux, la « vraie » recherche était par essence fondamentale et ne pouvait être dictée par des considérations pratiques et socio-économiques.

**Chagnon :** Bien sûr, il a fallu vaincre le scepticisme de nos confrères bien établis dans les autres départements de géologie à propos des nouvelles disciplines que nous mettions en place, notamment la géologie des argiles et de la matière organique. Peu à peu cependant, quelques chercheurs de l'Université Laval s'y sont intéressés, mais ce sont nos collègues de l'Université McGill qui ont manifesté le plus grand intérêt pour nos activités. Plusieurs étudiants des professeurs Anthony Williams-Jones et Reinhard Hesse sont venus réaliser la composante « diagenèse » de leurs projets de maîtrise ou de doctorat dans nos laboratoires. Ces travaux ont conduit à une fructueuse collaboration qui, en plus de la production de plusieurs thèses de maîtrise et de doctorat, a mené à la publication de plusieurs articles dans des revues scientifiques.

**Héroux :** Comme le mentionne André Chagnon, nos collègues de McGill ont été les premiers à montrer de l'intérêt pour nos programmes et les nouvelles techniques de laboratoire mises en place. Aicha Achab a cependant aussi raison : le Groupe Pétrole a dû faire face aux préjugés de certains professeurs qui siégeaient aux comités des organismes subventionnaires. Ils n'étaient pas favorables à la recherche orientée et laissaient entendre que les professeurs de l'INRS n'avaient pas besoin de subventions, puisque leurs recherches étaient financées par des contrats. De tels préjugés ont parfois eu un impact négatif sur les demandes de subventions que nous soumettions.

## L'ÉLARGISSEMENT DU PROGRAMME

### Comment la programmation des activités de recherche du Groupe Pétrole a-t-elle évolué au fil du temps?

**Achab :** Au départ, les travaux devaient essentiellement répondre aux besoins très spécifiques des campagnes d'exploration de la Société québécoise d'initiatives pétrolières (SOQUIP) et aux demandes d'évaluation du potentiel pétrolier du MRN. Des efforts étaient également consacrés au développement de techniques afin de mettre à profit l'important arsenal analytique du laboratoire. Des réflexions menées lors des exercices de planification triennale ou quinquennale de l'INRS ont permis de mieux structurer le programme scientifique. Celui-ci a toujours été plus ou moins articulé autour des spécificités disciplinaires et thématiques du Groupe, à savoir la stratigraphie et la diagenèse. En outre, il comportait un volet fondamental et un autre appliqué. Le volet fondamental, financé par les organismes subventionnaires, nourrissait les activités appliquées. Ces dernières étaient dictées par les grands courants qui guidaient les stratégies d'exploration au Québec. Ainsi, l'équipe a initialement travaillé sur les séquences paléozoïques en Gaspésie, dans les basses-terres du Saint-Laurent, sur l'Île d'Anticosti et dans le bassin carbonifère des Îles-de-la-Madeleine. Les projets en géologie pétrolière étaient fortement liés à la cyclicité de l'industrie. Ils ont été particulièrement affectés par les chocs des deux premières crises pétrolières de 1973 et 1979.



**Héroux :** Malgré la flexibilité des programmes et une constante adaptation, l'INRS-Pétrole a grandement souffert des crises qui ont périodiquement affecté le secteur des hydrocarbures. Lorsque l'un des organismes qui finançaient nos recherches prenait froid, tout le Groupe Pétrole attrapait le rhume. Le besoin d'élargissement des thématiques de recherche et la diversification des domaines d'intervention sont le résultat direct de ces crises.

### Quelles réflexions ont guidé l'élargissement du programme?

**Héroux :** Nous avons essayé de voir comment nous pouvions élargir le programme scientifique et ainsi le rendre moins dépendant du secteur des hydrocarbures. Nous sommes partis de la prémisse que la

matière organique et les phyllosilicates soumis aux influences des fluides métallifères, responsables de la mise en place des gîtes minéralisés, devaient afficher une signature thermique. Ainsi, les outils conçus pour mesurer la diagenèse en géologie pétrolière pouvaient être utilisés dans le domaine de la métallogénie. Ce concept prêtait donc plusieurs analogies entre la formation d'un gîte d'hydrocarbures et celle d'un gisement métallifère en encaissant sédimentaire. Nos premiers travaux en métallogénie ont porté sur le comportement des phases organiques et minérales en lien avec les conditions physico-chimiques ayant prévalu durant la formation des dépôts de minerais. Les gisements plombo-zincifères du type « Mississippi Valley » se prêtaient très bien à nos premières analyses. Ces dépôts de plomb et de zinc dans les encaissants sédimentaires calcaires renferment également de la matière organique, du pétrole et des argiles. Une année de ressourcement, en 1983-1984, dans les bassins charbonniers et métallifères du plateau mexicain ainsi que sur le gîte de Pine Point du Nord de l'Alberta a permis de corroborer la validité de notre approche scientifique.



**Chagnon :** Pour ne refléter que l'évolution de la diagenèse d'enfouissement ou thermique, les assemblages minéralogiques doivent avoir évolué en milieu fermé, c'est-à-dire sans apport de fluides externes ayant une composition chimique différente du milieu. C'est ce que l'on recherche en géologie pétrolière pour évaluer les températures atteintes et les zones potentielles à hydrocarbures. En métallogénie, c'est l'inverse. La formation de gîtes de métaux dans les roches sédimentaires, comme d'ailleurs dans les autres types de roches, implique la circulation de fluides minéralisants externes qui vont faire précipiter les minerais, sulfures, carbonates ou autres. On pouvait s'attendre à ce que les changements dans les conditions physico-chimiques induits par le processus de minéralisation transforment les assemblages de minéraux argileux et les matières organiques.

**Achab :** Ces réflexions et les prémisses qui les sous-tendaient ont servi à définir les orientations de recherche que le Groupe Pétrole envisageait afin de diversifier ses domaines d'intervention. Elles ont été confirmées par les intervenants externes lors des consultations menées par Michel Desjardins et ont été à la base de l'élargissement du programme présenté dans le mémoire de création du futur Centre INRS-Géoressources.

## L'ESPRIT INRS-PÉTROLE

### L'esprit convivial instauré par le directeur Michel Desjardins a marqué les gens. Comment s'est-il développé?

**Charollais :** Pour maintenir la cohésion et la bonne ambiance de l'équipe, Michel organisait chaque vendredi en fin d'après-midi une verrée avec du cidre. Il s'agissait de fêter un nouveau mandat, l'acquisition d'un appareil, l'arrivée d'un collègue, etc. Lorsqu'il n'y avait pas d'évènement particulier, nous faisons une verrée parce qu'il n'y avait rien à fêter!

**Chagnon :** On dit de certains qu'ils sont « à la personne » et d'autres qu'ils sont « à la tâche ». Michel Desjardins était plutôt du premier groupe. Bien que le travail soit très important pour lui, il attachait aussi une grande importance aux personnes. Comme le souligne Jean Charollais, les vendredis en fin de journée étaient le moment de joyeuses rencontres entre tous les membres du personnel et le statut professionnel de chacun n'avait pas d'importance. C'était comme une famille. Cela a quelques fois amené certains problèmes, grands ou petits, comme cela peut se produire dans une « familia ». Michel était très habile à concilier et réconcilier tous ces différends. Je regrette encore beaucoup sa perte.

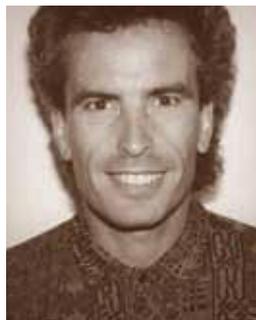
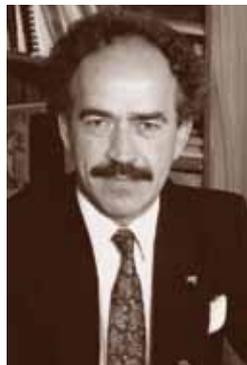
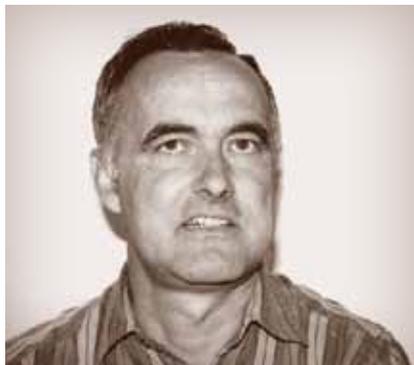


La convivialité à l'INRS-Pétrole

**Héroux :** Bien d'accord avec ces propos. L'un des traits de personnalité de Michel Desjardins était sa grande humanité. Tout comme lui, le coordonnateur scientifique Bernard Kubler était un bon vivant et y mettait aussi du sien, les techniciens et les secrétaires également, tout le monde participait pleinement. Il régnait en tout temps une atmosphère de franche camaraderie.

**Bertrand :** Michel montrait une telle cordialité dans ses relations personnelles et il était d'une telle générosité avec tout le personnel de l'INRS-Pétrole que le malaise courant qui existe entre un patron et ses employés n'existait pas avec lui. Sans lui, et sans l'esprit de solidarité qu'il suscitait, l'INRS-Pétrole n'aurait jamais survécu aux difficultés rencontrées à la fin des années 1970.

**Achab :** Il y avait les pots du vendredi, mais aussi les cafés au laboratoire et les repas communautaires du midi, autant d'occasions qui favorisaient la cordialité, la camaraderie et qui consolidaient les liens entre les membres du Groupe, quel que soit leur statut. Cet état d'esprit que Michel a inculqué — sûrement malgré lui — a survécu à l'INRS-Pétrole. Le besoin de se réunir, pour être informé des derniers développements, pour souligner les bons coups des uns et des autres, pour célébrer les événements marquants et les succès individuels ou collectifs, s'est poursuivi au Centre Géorressources et au CGQ. Ces rencontres ont créé un esprit de groupe qui est, je crois, un des traits caractéristiques de notre communauté géoscientifique.



# ENTREVUES INRS- GÉORESSOURCES

1981-1988

## **ÉVOLUTION DU PROGRAMME SCIENTIFIQUE**

- Le nouveau programme sur les minéralisations
- Deux nouvelles disciplines : la géochimie et la géologie structurale
- Les nouvelles orientations en géologie pétrolière
- Le partenariat avec la CGC

## **LES INTERVENANTS (et leur domaine d'expertise)**

Professeurs-chercheurs de l'INRS : Aicha Achab (palynologie), Mario Bergeron (géochimie), Rudolf Bertrand (géologie pétrolière et des matières organiques), André Chagnon (géologie des argiles), Yvon Héroux (minéralisations sédimentaires et géologie des matières organiques), Michel Malo (géologie structurale), Normand Tassé (minéralisations sédimentaires et sédimentologie).

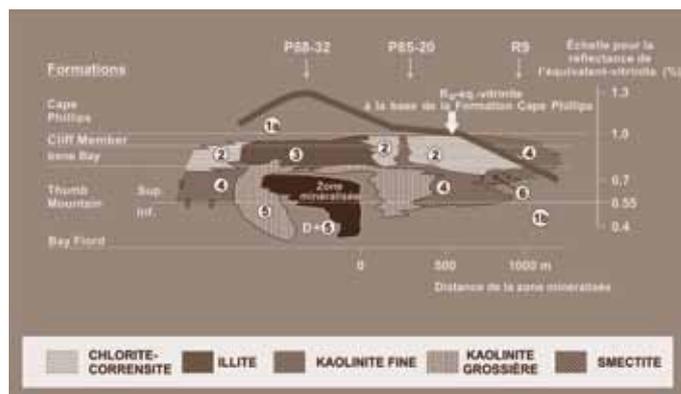
# LE NOUVEAU PROGRAMME SUR LES MINÉRALISATIONS

## Comment s'est effectuée la mise en place du programme en minéralisation sédimentaire?

**Héroux :** Des travaux réalisés au début des années 1980 avaient montré que la matière organique présentait une signature distincte en présence de minéralisations dans les encaissants sédimentaires du Paléozoïque. Il nous fallait cependant vérifier que la matière organique pouvait être utilisée dans des séquences à la fois minéralisées et plus vieilles, donc plus évoluées. Les résultats préliminaires ont été encourageants et laissaient entrevoir que ce genre d'étude pouvait contribuer à la compréhension des processus de minéralisation dans des séquences volcano-sédimentaires aussi vieilles que 2,5 milliards d'années.

**Chagnon :** Nous avons adopté une démarche similaire à celle pour les matières organiques et avons testé le comportement des argiles. Le premier projet, qui était l'œuvre d'une étudiante à la maîtrise de l'Université McGill, portait sur les altérations argilitiques et les minéralisations en Gaspésie. Plusieurs autres projets ont confirmé que les argiles pouvaient constituer un outil de prospection très efficace. En effet, dans tous les cas, on observait autour des gîtes ou des indices de métaux une zonation constituée d'auréoles caractérisées par des assemblages spécifiques de minéraux argileux. Les matières organiques montraient un comportement similaire, on pouvait aussi distinguer autour des indices minéralisés des zones concentriques caractérisées par des matières organiques présentant des propriétés particulières.

**Héroux :** Cette zonation était particulièrement évidente dans le cas des minéralisations dans les encaissants carbonatés. J'avais tissé de bonnes relations avec certains chercheurs experts du domaine de la métallogénie sédimentaire qui croyaient au potentiel des matières organiques comme outil de prospection.



Distribution des minéraux argileux et du pouvoir réflecteur de la matière organique autour du gîte Polaris

Je pense notamment à Roger Macqueen, de l'Université de Waterloo, ainsi qu'à Greg Anderson et à ses étudiants, de l'Université de Toronto. En fait, tout a réellement démarré avec les travaux de recherche doctorale de Roderic Randell (Université de Toronto–INRS-Géoressources) sur le gîte de Polaris, la plus importante et la plus nordique des mines de l'Arctique canadien. Ces travaux, réalisés grâce à une subvention en partenariat industriel du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), ont montré une belle zonation du pouvoir réflecteur de la matière organique et des assemblages des minéraux argileux autour de la minéralisation plombo-zincifère. Ces résultats prouvaient hors de tout doute le potentiel de l'approche. Ces collaborations ont été très fructueuses et ont permis à l'INRS-Géoressources de prendre sa place parmi les intervenants importants au niveau international sur la métallogénie des sulfures en encaissants sédimentaires.

**Tassé :** Le programme portant sur les minéralisations sédimentaires, tout comme celui sur la géologie pétrolière, est parti de rien. Nous avons donc aussi dû faire face au scepticisme, car nous n'avions pas d'expérience en métallogénie. Le premier projet a été amorcé un peu avant la création officielle du Centre par Gian Paolo Sassano, un professeur de l'Université Concordia en année sabbatique. J'ai rejoint l'INRS peu après, au tout début de Géoresources, en même temps que Kees Schrijver et Serge Chevé. Il nous est donc revenu la tâche de mettre en place le nouveau programme. Grâce à d'importants contrats octroyés par le ministère des Ressources naturelles (MRN, nommé Énergie et Ressources à l'époque du Centre Géoresources), deux projets ont été réalisés. Le premier portait sur les minéralisations dans les séquences sédimentaires des basses-terres du Saint-Laurent et l'autre sur celles de la Fosse du Labrador. Tous deux comportaient une importante composante de terrain, ce qui était nouveau dans un centre qui avait jusqu'alors fait essentiellement de la géologie de laboratoire.



Travaux de terrain en région éloignée

## Quels types de ressources minérales étaient connus ou pouvait-on espérer trouver dans les bassins sédimentaires du Québec?

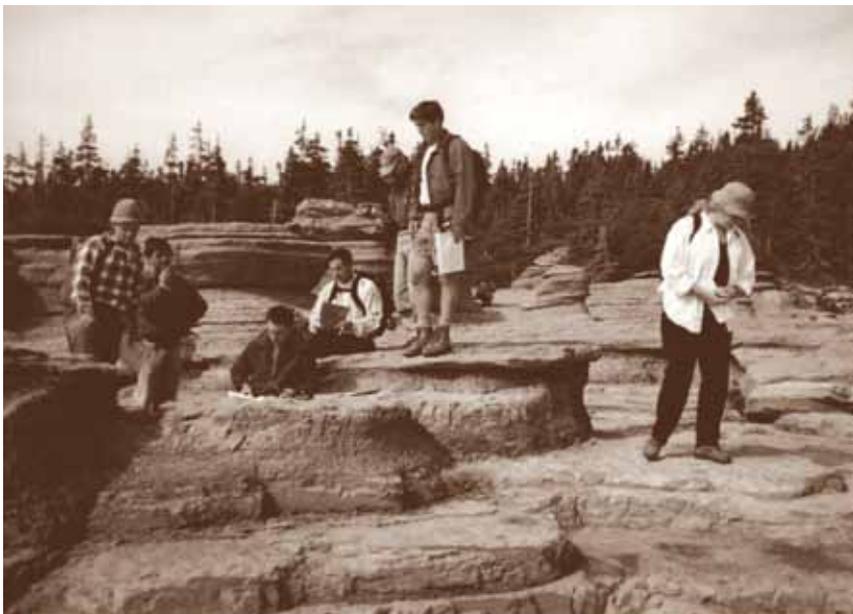
**Chagnon:** Bien avant la création de l'INRS-Géoressources, plusieurs indices minéralisés avaient été reconnus, et même quelques petits gisements étaient exploités au Québec. La plus grosse exploitation minière, qui peut être qualifiée d'exceptionnelle en comparaison des autres, était celle de Mines Gaspé. Elle a été à l'origine de la ville de Murdochville, et on y produisait principalement du cuivre. Bien que plusieurs de ces indices ou gisements soient encaissés dans des roches carbonatées, les processus ayant conduit à leur formation pouvaient être différents : magmatiques ou non, hydrothermaux, etc. Les principaux métaux retrouvés dans ces indices étaient tout aussi variés : cuivre, plomb, zinc, antimoine, or et argent. C'est précisément sur ces indices qu'ont porté des projets visant à vérifier si les argiles et les matières organiques pouvaient constituer des outils d'aide à l'exploration. À la suite de résultats concluants, plusieurs cibles potentielles ont été identifiées. Il est bien dommage qu'aujourd'hui au Québec plus personne ne travaille sur cette intéressante problématique et que cette expertise soit en voie de se perdre.

**Tassé:** Les projets ont été développés sur la base des indices existants, mais aussi en procédant par analogie avec des gîtes connus dans des contextes géologiques similaires à ceux du Québec. J'ai mené un projet dans les basses-terres du Saint-Laurent, on y suspectait la présence de plomb-zinc, car des séquences similaires de roches de plateforme étaient minéralisées au nord-est (à Terre-Neuve) et au sud-ouest (au Missouri). C'est au Missouri d'ailleurs que l'on retrouve la localité type pour les gîtes



Collecte d'échantillons dans les basses-terres du Saint-Laurent

aits « Mississippi Valley » (MVT). On était donc en lieu de se demander si on ne trouverait pas de MVT au Québec qui est situé entre ces deux endroits. Le premier projet effectué pour le compte du MRN portait précisément sur la typologie des indices minéralisés des basses-terres. Les observations que nous avons faites évoquaient fortement, pour certains géologues miniers, celles qui avaient précédé les découvertes au Missouri. Un projet a été mené sur les grès de Gaspé qui auraient pu contenir du plomb, comme c'est le cas à l'Argentière, dans les Alpes françaises, et un autre sur les grès minéralisés en plomb-baryum près de Saint-Fabien. L'autre projet d'envergure a été réalisé dans la Fosse du Labrador par Serge Chevé et Kees Schrijver. Bien que connue pour son fer, la Fosse du Labrador contenait aussi d'autres indices, notamment des indices de cuivre dans les dolomies protérozoïques (542 à 2500 millions d'années) de la Formation de Dunphy. Il était surprenant de réaliser qu'un indice aussi isolé, au milieu de nulle part entre Schefferville et Kuujuaq, était connu depuis avant la Deuxième Guerre mondiale! Mentionnons enfin les travaux sur les indices d'or alluvionnaires. Quelques pépites avaient été signalées à l'embouchure de la rivière Assemetquagan, dans la vallée de la Matapédia. La rivière traversant une séquence parcourue par des veines de quartz, nous avons analysé autant les veines que l'encaissant. Les résultats ont malheureusement été négatifs. Cela n'était guère surprenant puisqu'on savait depuis longtemps qu'il n'est pas facile de retracer l'or d'une pépité dans sa roche-mère. Par contre, il aurait été intéressant de voir ce qu'aurait pu apporter l'analyse des matières organiques et des argiles.



Équipe sur le terrain aux îles Mingan

## DEUX NOUVELLES DISCIPLINES : LA GÉOCHIMIE ET LA GÉOLOGIE STRUCTURALE

**Le nouveau programme sur les minéralisations sédimentaires rendait nécessaire la mise sur pied d'un laboratoire de géochimie minérale. Comment les premiers projets ont-ils démarré?**

**M. Bergeron :** J'ai fait un doctorat en géochimie dans un département de géologie, mais je suis issu du monde de la chimie. J'ai donc misé sur mes compétences en chimie analytique pour mettre en place un laboratoire qui répondait aux besoins d'analyses pour les campagnes d'exploration géochimique du MRN. La géochimie est un outil de prospection intéressant, car la composition chimique des sédiments peut servir à localiser une minéralisation ayant un intérêt économique. Étant donné que la plupart des éléments se trouvent à des concentrations de l'ordre de quelques parties par million, des techniques d'analyse fine étaient nécessaires. La première technique mise en œuvre a donc été l'analyse par activation neutronique, car elle se prêtait le mieux à l'exploration de l'or, des métaux de la famille du platine et des terres rares. Avec cette technique, il était possible d'analyser 40 éléments en 10 minutes. Le MRN, très intéressé, nous soumettait un nombre considérable d'échantillons. Il a fallu automatiser le processus de telle sorte que le laboratoire d'activation neutronique de l'INRS-Géoresources est devenu le seul au Québec permettant des analyses à grande échelle.

Peu après, des subventions du CRSNG nous ont permis d'acquérir un spectromètre de fluorescence X et un appareil d'absorption atomique. Ces appareils permettaient l'analyse élémentaire des éléments majeurs et traces, qui, une fois combinée aux résultats de l'activation neutronique, constituait une gamme tout à fait intéressante d'éléments analysés. Au début de ma carrière à l'INRS, j'ai ainsi consacré beaucoup de temps au développement de méthodes d'analyse fine, particulièrement celles visant les métaux nobles, comme l'or et les éléments du groupe du platine, ou encore les métaux de haute technologie.



Appareil d'absorption atomique équipé d'un four au graphite

### **En dehors des analyses pour le ministère, quels autres projets utilisaient la géochimie?**

**Malo:** La géochimie joue un rôle important en exploration minière, mais elle est aussi très utile en géologie régionale. C'est un des éléments fondamentaux de la classification des roches volcaniques et ignées. La pétrographie peut nous renseigner sur la nature d'une roche volcanique par exemple, et nous permettre d'identifier un basalte, mais c'est la géochimie des éléments traces, dont les terres rares, qui nous permet de préciser les conditions géotectoniques de sa formation et ainsi de savoir s'il s'agit d'un basalte d'îles volcaniques en arc ou d'un basalte de rides océaniques. La géochimie est donc primordiale pour connaître l'environnement tectonique des roches volcaniques et plutoniques. Alain Tremblay, arrivé plus tard dans l'équipe, a contribué vers la fin des années 1980 à développer cette utilisation de la géochimie pour affiner nos modèles géodynamiques des Appalaches.

**Tassé:** La géochimie a une importance loin d'être négligeable dans l'étude des minéralisations sédimentaires. Son rôle peut être essentiellement utilitaire comme pour l'évaluation de la valeur économique en exploration et exploitation minière où domine la préoccupation de rentabilité. Dans d'autres domaines, sans être aussi fondamentale qu'elle a pu l'être dans le développement de la planétologie et de la pétrologie, la géochimie reste un outil de caractérisation précieux et indispensable. Dans l'étude de la genèse des minéralisations sédimentaires et de leurs processus, c'est la géochimie des isotopes du soufre, de l'oxygène et du carbone qui est la plus utile. Les laboratoires capables de faire ce type d'analyses sont comparativement coûteux et complexes, de telle sorte que plusieurs types d'application, y compris en environnement, doivent permettre de justifier les efforts investis dans cette direction. Cela devait venir plus tard.

### **Tout comme la géochimie, la géologie structurale est venue apporter une dimension particulière aux programmes de l'INRS-Géoressources. Pourquoi?**

**Malo:** La géologie structurale et la tectonique sont des éléments de base pour comprendre la mise en place et la genèse des gisements métallifères et des réservoirs d'hydrocarbures. Plusieurs éléments géologiques d'une région doivent être considérés dans l'étude des gisements notamment les unités lithologiques, les failles, les discordances, les intrusions, le métamorphisme, la diagenèse, etc. Toutes ces données, obtenues lors de travaux de terrain et d'analyses de laboratoire, sont souvent mises en lien grâce à la géologie structurale. Le géologue structural joue un rôle important dans une équipe multidisciplinaire, en discutant avec ses collègues il permet de mieux cerner les éléments géologiques essentiels à la genèse des gisements. Pour illustrer l'importance de la géologie structurale en métallogénie, nous n'avons qu'à penser au contrôle structural des gisements d'or filoniens, c'est-à-dire en filons, le long des grandes failles telles que celles de l'Abitibi. C'est à l'époque de ce courant de recherche en métallogénie que j'ai commencé mon travail à l'INRS, ce qui m'a amené à me pencher sur les indices minéralisés le long des grandes failles des Appalaches en Gaspésie.

# LES NOUVELLES ORIENTATIONS EN GÉOLOGIE PÉTROLIÈRE

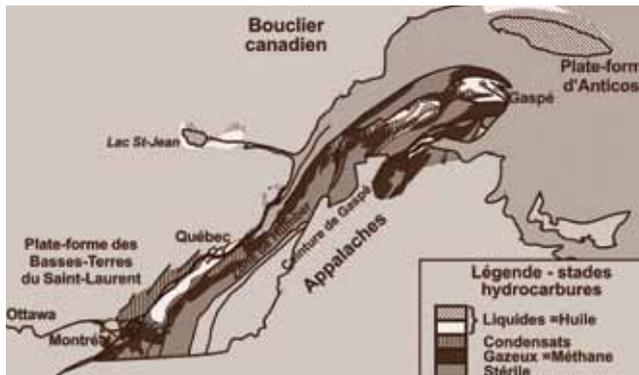
## Avec ces nouveaux développements, qu'est-il advenu du programme sur les hydrocarbures?

**Achab :** Le programme a évolué pour s'adapter aux nouveaux besoins. L'exploration au Québec étant ralentie, les activités se sont déplacées sur la côte est du Canada. La SOQUIP y menait des activités d'exploration, en association avec des compagnies pétrolières. C'est ainsi que nous avons réalisé, pour le compte du consortium PAREX, dans lequel était impliquée la SOQUIP, d'importants travaux sur la biostratigraphie des séquences mésozoïques des bassins pétroliers au large de Terre-Neuve. D'autres études ont également été menées sur les réservoirs gréseux traversés par des sondages effectués au large de la Nouvelle-Écosse pour le compte du Centre géoscientifique de l'Atlantique.

**Bertrand :** La SOQUIP s'est retirée de l'exploration au Québec en 1983. Cette décision faisait suite à un rapport qu'elle avait rédigé pour le gouvernement et dans lequel elle mentionnait qu'il n'y avait pas de pétrole au Québec. Cette affirmation fut contredite peu après par la découverte du gisement de Galt en Gaspésie, mais elle arrivait un peu trop tard et au mauvais moment! C'est un employé mis à pied par la SOQUIP, Jean-Yves Lavoie, qui a repris le permis d'exploitation de Galt pour le faire fructifier dans le cadre d'une nouvelle compagnie connue aujourd'hui sous le nom de Junex. Il a confié à l'INRS Géoresources plusieurs études sur ce puits et sur les terrains pour lesquels il détenait des permis. À partir des divers travaux que nous avons réalisés pour le compte de la SOQUIP et du MRN sur la maturité thermique et le potentiel roche-mère de l'est de la Gaspésie et d'Anticosti au début des années 1980, des données précieuses avaient été amassées. Elles constituaient une base importante de connaissances qui a d'abord permis de bien définir l'orientation d'une étude doctorale que j'ai terminée en 1987. Les résultats de cette étude ont depuis été appliqués, et le sont encore aujourd'hui, dans presque tous les travaux nécessitant une connaissance de la maturation thermique des roches du Paléozoïque inférieur des bassins du Québec, des provinces maritimes et de l'Arctique canadien sur lesquels l'INRS-Géoresources, le Centre géoscientifique de Québec et, plus tard, l'INRS-Eau Terre Environnement se sont penchés.



Forage Galt de la compagnie Junex, Gaspésie



Principales zones de maturité thermique du Québec

## LE PARTENARIAT AVEC LA CGC

**Le Centre semblait aller pour le mieux sur les plans scientifique et financier, comment expliquez-vous l'intérêt pour le partenariat que recherchait la CGC?**

**Malo:** L'INRS misait beaucoup sur les partenariats stratégiques pour le développement de ses centres. L'INRS-Énergie était associé au Centre de recherche d'Hydro-Québec à Varennes, l'INRS-Télécommunications à Bell-Northern Research et l'INRS-Santé à l'hôpital Louis-Hyppolite-Lafontaine. De tels partenariats étaient intéressants du point de vue scientifique, ils garantissaient la pertinence de la recherche, permettaient de fructueuses collaborations, et de plus, étaient avantageux économiquement. L'idée d'un partenariat avec la Commission géologique du Canada (CGC) s'inscrivait dans cette perspective.

**Achab:** Malgré des revenus en constante progression, l'équilibre budgétaire du Centre Géoressources demeurait relativement précaire. Il dépendait grandement des sources externes de financement. La subvention institutionnelle de base ne couvrait qu'une partie des salaires du personnel régulier, les revenus externes étaient donc essentiels pour soutenir l'importante infrastructure de recherche : laboratoires, équipements, personnel technique très spécialisé, et secrétariat scientifique. De son côté, la CGC souhaitait mettre en place une structure de recherche qui atteindrait rapidement une masse critique intéressante. Le directeur du Centre, Robert Lamarche, a eu l'idée de proposer à la CGC d'utiliser les laboratoires de l'INRS-Géoressources sur une base de recouvrement des coûts, un tel arrangement allégerait considérablement la charge financière du Centre. La proposition a été retenue par la CGC qui ne voulait pas dédoubler ce qui existait déjà à l'INRS. La CGC a donc choisi de recourir aux services du personnel technique du Centre et d'axer sa stratégie de développement sur le seul recrutement de chercheurs.



# ENTREVUES CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC

1988-2001

## ÉVOLUTION DU PROGRAMME SCIENTIFIQUE

- Le partenariat avec la CGC et son impact sur la recherche
- Les nouvelles orientations en géologie pétrolière
- Les résidus miniers : les débuts de la géologie de l'environnement
- L'hydrogéologie
- La géochimie et l'environnement
- Les processus géologiques actuels
- La formation de chercheurs : spécificité des programmes conjoints
- Le virage informatique et le LCNP
- La vulgarisation scientifique
- Les ingrédients du succès du CGQ

## LES INTERVENANTS (et leur domaine d'expertise)

Professeurs-chercheurs de l'INRS : Aicha Achab (palynologie), Mario Bergeron (géochimie), Normand Bergeron (géomorphologie fluviale), Rudolf Bertrand (géologie pétrolière et des matières organiques), André Chagnon (géologie des argiles), Yvon Héroux (minéralisations sédimentaires et géologie des matières organiques), René Lefebvre (hydrogéologie), Bernard Long (sédimentologie fluviale et côtière), Michel Malo (géologie structurale), Richard Martel (hydrogéologie), Marc Richer-Lafèche (géochimie), Normand Tassé (minéralisations sédimentaires et sédimentologie).

Chercheurs de la CGC-Québec : Christian Bégin (dendrochronologie), Benoit Dubé (métallogénie), Denis Lavoie (sédimentologie), Yves Michaud (géomorphologie), Michel Parent (géologie du Quaternaire), Alfonso Rivera (hydrogéologie), Martine Savard (sédimentologie et géochimie).

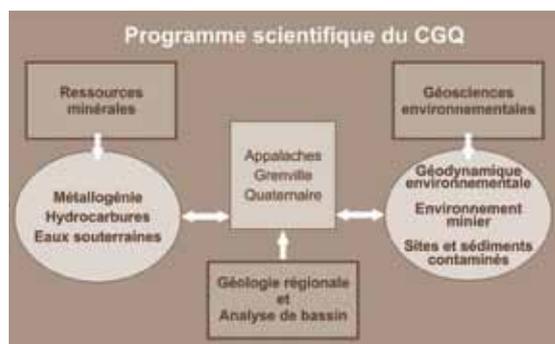
Employés de l'INRS et de la CGC : Pascale Côté (assistante à la direction et vulgarisation scientifique), Pierrette Tremblay (vulgarisation scientifique), Éric Boisvert, Marco Boutin, Jocelyn Hamel et Serge Paradis (cartographie numérique et bases de données).

# LE PARTENARIAT AVEC LA CGC ET SON IMPACT SUR LA RECHERCHE

## Comment avez-vous accueilli la création du CGQ et comment s'est déroulée la cohabitation avec les chercheurs de la CGC?

**Achab :** La création du CGQ fut très bien accueillie; tout le monde sentait que cette association avec la CGC, la plus importante organisation géoscientifique au pays, allait avoir un impact positif sur les programmes et le développement de la recherche. La cohabitation n'a posé aucun problème. La plupart des chercheurs recrutés par la CGC-Québec étaient jeunes et motivés; c'était souvent leur premier emploi. Comme cela avait été indiqué dans les annonces des postes, ils savaient qu'ils allaient travailler dans le contexte d'un centre conjoint et ils ont tout fait pour que cela se déroule bien. Pour leur part, les chercheurs de l'INRS voyaient d'un bon œil l'arrivée de jeunes chercheurs dynamiques qui allaient amener du sang neuf, accroître la multidisciplinarité des équipes et élargir les domaines d'intervention.

**Malo :** Les jeunes chercheurs de la CGC sont arrivés avec des expertises nouvelles qui n'existaient pas à l'INRS. Certains de ces nouveaux venus venaient de terminer des thèses sur les roches métamorphiques de la province de Grenville ou encore sur les séquences volcano-sédimentaires de l'Archéen en Abitibi. Des spécialistes du métamorphisme, de la métallogénie, de la géochimie des roches volcaniques et granitiques, de la pétrologie ignée, de la géochimie isotopique, et de la géologie structurale venaient donc accroître la gamme d'expertises de l'INRS orientée jusque-là vers les milieux sédimentaires. Dans d'autres domaines, en sédimentologie, en stratigraphie, en palynologie, les nouvelles recrues venaient enrichir l'expertise existante. Un groupe de chercheurs en géologie du Quaternaire a également pris forme pour combler un vide au Québec créé par l'abandon de cette discipline par le ministère des Ressources naturelles (MRN) quelques années auparavant. Les chercheurs du CGQ constituaient donc une équipe multidisciplinaire qui dans le cadre d'un nouveau programme menait des projets variés allant des levés de terrain aux analyses en laboratoire, et ce, dans les différentes provinces géologiques



du Québec et des autres provinces canadiennes. Cette équipe multidisciplinaire devenait attrayante pour les étudiants de maîtrise et de doctorat en offrant des projets encadrés par plus d'un professeur ou chercheur. Des projets sur des thématiques similaires, menés dans des régions différentes, permettaient de dégager une vision d'ensemble de l'histoire géologique régionale et des processus géologiques qui s'y sont déroulés. Enfin, la collaboration entre chercheurs sur un même projet permettait de s'attaquer à des problématiques plus complexes et de les aborder sous différents aspects.

**Héroux:** Il est vrai que l'arrivée de métallogénistes a été un catalyseur important pour les projets sur les minéralisations. La collaboration avec mes collègues de l'INRS, de la CGC-Québec et ceux des autres universités me rappelle de très beaux souvenirs. La décennie de 1985 à 1995 a foisonné de projets de recherche sur la métallogénie. Le fait que Martine Savard et Greg Lynch de la CGC-Québec travaillaient sur les minéralisations carbonatées en Nouvelle-Écosse a considérablement élargi la perspective des travaux que je menais au Québec, dans l'Arctique canadien et au Missouri sur les minéralisations plombo-zincifères. Cette thématique de recherche a permis d'accueillir plusieurs stagiaires postdoctoraux qui ont approfondi maints aspects fondamentaux de cette recherche. Cela nous a permis de dégager une vision plus globale des processus reliés à ce type de minéralisation.

#### Qu'entendez-vous par vision plus globale? Pouvez-vous donner quelques exemples?

**Malo:** Le projet que je venais de commencer en Gaspésie avait déjà un aspect multidisciplinaire avec la participation des collègues de l'INRS en diagenèse, géochimie organique et minéralogie des argiles. L'objectif était de développer de nouveaux outils d'exploration pour les skarns cuprifères le long de la faille du Grand Pabos en Gaspésie. Les skarns sont des roches carbonatées métamorphisées au contact d'une intrusion, ils peuvent être minéralisés, et dans le cas des cuprifères, ils contiennent du cuivre. Nous tentions également d'expliquer le contrôle structural des indices d'or filonien. Nos travaux étaient donc centrés sur le sud de la Gaspésie. Un des premiers projets de la CGC-Québec portait sur les indices d'or dans les Appalaches canadiennes dont plusieurs étaient localisés le long de grandes failles régionales. Des équipes se sont mises en place à Terre-Neuve avec Benoit Dubé et en Nouvelle-Écosse avec Greg Lynch, tous deux de la CGC-Québec, et au Nouveau-Brunswick avec Alain Tremblay de l'INRS.



Or et cuivre associés à des failles en Gaspésie



géologie de la région. L'étude visait à préciser les relations entre les différents domaines géologiques, reconstituer l'évolution de la marge du paléocontinent et de fournir les données fondamentales pour une évaluation moderne du potentiel économique des différentes entités géotectoniques.

**Héroux:** En plus des collaborations avec nos collègues de la CGC-Québec, particulièrement Martine Savard et Suzanne Paradis, se développaient des collaborations avec les chercheurs des autres bureaux de la CGC, notamment à Ottawa avec Don Sangster, et d'autres universités canadiennes. Je pense à la collaboration avec Roger Macqueen et Alex Tworo de l'Université de Waterloo, sur la matière organique et les minéralisations plombo-zincifères en Ontario et dans le nord de l'Alberta, également à celle avec Greg Anderson et Allen Henry de l'Université de Toronto sur les gisements du même type au Missouri, et finalement celle avec Alex Brown et Mohammed Bouabdellah, de l'École Polytechnique de Montréal, sur le district minier de Beddiane au Maroc. Tous ces projets réalisés en différents endroits portaient sur des problématiques ayant des similitudes intéressantes. Ils nous ont permis de dégager une compréhension globale des processus impliqués dans ce type de minéralisation. Ils ont aussi permis au CGQ de constituer une équipe d'une taille critique enviable, dont le rayonnement n'a pas tardé. Celui-ci nous a valu de présider, en 1995, une table ronde internationale sur les minéralisations plombo-zincifères, de type Mississippi Valley, qui a réuni des spécialistes américains, canadiens et européens.

# LES NOUVELLES ORIENTATIONS EN GÉOLOGIE PÉTROLIÈRE

**Vous faites surtout référence aux activités en géologie régionale et à celles portant sur les minéralisations, aviez-vous encore des activités en géologie pétrolière?**

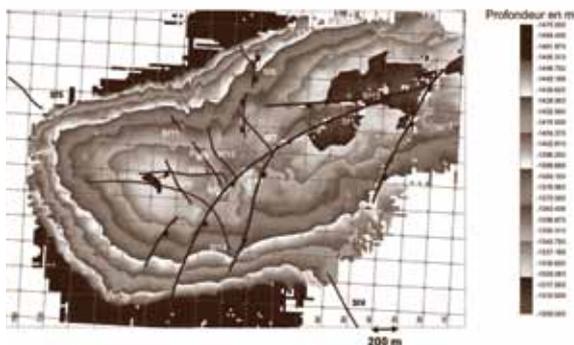
**Bertrand :** Malgré le fait que la SOQUIP se soit retirée du Québec, le programme en géologie pétrolière du Centre est resté relativement actif. Il a cependant évolué pour répondre aux stratégies des nouveaux intervenants en exploration. Ainsi, à la toute fin des années 1980 et au début des années 1990, après une période d'inactivité d'environ sept ans, l'intérêt des compagnies pétrolières s'est dirigé vers les séquences profondes autochtones qui se trouvent sous les nappes de chevauchement des Appalaches dans les basses-terres du Saint-Laurent. L'INRS a été sollicité pour travailler sur ces séquences par la compagnie Bow Valley. La méthode utilisée était celle développée dans ma thèse de doctorat préconisant l'utilisation de la réflectance de la matière organique des roches anciennes du Paléozoïque inférieur, comme on le faisait ailleurs dans des roches plus jeunes du Paléozoïque supérieur, du Mésozoïque et du Cénozoïque. La compagnie Bow Valley a foré trois puits dont la profondeur atteignait la plateforme autochtone, mais sans découvrir d'hydrocarbures en quantité suffisante. L'exploration pétrolière s'est donc une fois de plus arrêtée au Québec.

**Est-ce que cela entraîné l'abandon du programme?**

**Bertrand :** Non, car à la même époque, au début des années 1990, le gisement de gaz de Saint-Flavien dans les basses-terres du Saint-Laurent s'épuisait. Une campagne de forage a débuté pour stimuler le débit du gisement et explorer la possibilité d'en faire un réservoir pour le stockage du gaz naturel. Le programme du Centre s'est adapté à cette nouvelle réalité. Une équipe conjointe de l'INRS-Géoressources et de la CGC-Québec est intervenue auprès de la compagnie Intragaz pour réaliser une étude afin de mieux comprendre la nature du gisement de Saint-Flavien et, ainsi, diminuer le risque de forer des puits stériles et dépourvus de zones poreuses. Les travaux se sont poursuivis jusqu'à la fin de 1996 lorsque le réservoir de Saint-Flavien a été mis en service comme réservoir de stockage. Parallèlement aux travaux sur ce gisement, des analyses isotopiques sur le gaz du réservoir de Pointe-du-Lac ont permis de circonscrire les limites du réservoir principal par rapport aux réservoirs voisins.

**Malo :** L'étude du réservoir de Saint-Flavien est effectivement un autre bel exemple de travail d'équipe entre l'INRS et la CGC. Toutes les disciplines nécessaires pour comprendre la genèse et la géométrie du réservoir ont été regroupées afin de mieux l'exploiter comme réservoir de stockage souterrain de gaz naturel (méthane). Étaient impliqués de l'INRS-Géoressources, Rudolf Bertrand pour la matière

organique, André Chagnon pour la minéralogie des argiles, moi-même pour l'étude de la fracturation et la géologie structurale, et du côté de la CGC-Québec, Denis Lavoie pour la stratigraphie séquentielle et Martine Savard pour la géochimie isotopique. Nos travaux ont mené à un article de synthèse sur le réservoir de Saint-Flavien publié dans la revue *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. Cette revue hautement diffusée dans l'Ouest canadien présentait pour la première fois une synthèse sur un réservoir typique dans le groupe de Beekmantown des basses-terres du Saint-Laurent. Cet exemple me permet de revenir sur l'aspect « vision globale » discuté plus haut qui s'applique aussi au programme de géologie pétrolière. L'approche multidisciplinaire de l'équipe composée de chercheurs des deux organisations nous a permis de dégager une meilleure compréhension générale, une vision d'ensemble des réservoirs du type de celui de Saint-Flavien.



Carte des isocontours du toit du Beekmantown à partir du levé de sismique réflexion 3D d'Intragaz, réservoir de Saint-Flavien. Carte gracieuseté d'Intragaz

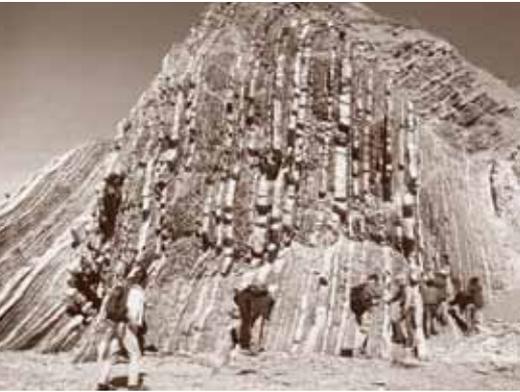


Forage de Saint-Flavien dans les basses-terres du Saint-Laurent. Photo gracieuseté d'Intragaz

**Bertrand :** Un peu plus tard, en 1995, la découverte de pétrole dans le sud-ouest de Terre-Neuve a engendré un regain d'intérêt pour l'exploration en Gaspésie et sur l'Île d'Anticosti. Une équipe CGC-INRS-Université Laval a mené, sous la direction de Denis Lavoie de la CGC-Québec, d'importants travaux pour le compte de la compagnie Shell. Cette dernière s'est toutefois retirée rapidement de la Gaspésie, mais est demeurée partenaire avec d'autres compagnies canadiennes pour forer quelques puits sur l'Île Anticosti où les travaux de Denis Lavoie et de son collègue Guoxiang Chi avaient permis d'identifier un type de réservoir à hydrocarbures excessivement prometteur dans des successions rocheuses équivalentes à celles du Midwest américain et du bassin appalachien de l'État de New York.

À la même époque, la compagnie PanCanadian se basant sur la découverte de pétrole à Terre-Neuve s'est intéressée aux successions appalachiennes du Bas-Saint-Laurent. Une importante étude en

collaboration avec les chercheurs de la CGC-Québec en a résulté. Elle impliquait principalement Alain Tremblay et Rudolf Bertrand de l'INRS ainsi que Denis Lavoie et Esther Asselin de la CGC. Cette étude n'a cependant pas engendré de nouveaux travaux de sismique ni de nouveaux forages. Enfin, l'activité s'est de nouveau accélérée avec l'arrivée d'Hydro-Québec Gaz et Pétrole au début des années 2000, accompagnée par la création de plusieurs compagnies québécoises d'exploration. Sous l'impulsion du MRN, de la CGC, mais aussi des compagnies pétrolières, l'évaluation de la maturité thermique régionale et du potentiel roche-mère de la majorité des bassins québécois a été réalisée, cela a conduit à la production de cartes de maturité thermique pour la Gaspésie, le Bas-Saint-Laurent, le Nouveau-Brunswick et les basses-terres du Saint-Laurent.



Équipes sur le terrain en Gaspésie

# LES RÉSIDUS MINIERES : LES DÉBUTS DE LA GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

## Comment en êtes-vous venus à vous intéresser à la problématique des résidus miniers?

**M. Bergeron :** C'était en réponse à une demande du MRN qui devait faire face aux dégâts environnementaux causés par le drainage acide des parcs de résidus d'anciennes mines. On parlait de parcs abandonnés ou orphelins, car ils n'appartenaient plus aux compagnies qui avaient exploité ces mines. Pour tenter de résoudre le problème, les résidus miniers avaient été recouverts de résidus forestiers qui étaient censés faire barrière à l'oxygène et empêcher l'oxydation des sulfures que contenaient encore les résidus miniers. Le MRN voulait s'assurer de l'efficacité de cette barrière. Le mandat a été confié à l'INRS-Géoressources sur la base de son expertise en géochimie et en processus diagénétiques. L'oxygène étant entre autres transporté par l'eau, il a fallu s'adjoindre l'expertise d'un hydrogéologue, Diane Germain, professeur sous-octroi à l'INRS.



Site minier East Sullivan en Abitibi

**Tassé:** Ce mandat nous a permis de développer une bonne expertise dans l'échantillonnage et l'analyse d'eau et de gaz. En effet, la composition de l'eau et de l'air qui s'infiltrent dans les pores des résidus miniers et forestiers est considérablement modifiée par les interactions avec les composantes organiques et minérales de ces résidus. De nombreux profils verticaux, reflétant ces modifications, ont été obtenus sur le terrain et des essais statiques et dynamiques en laboratoire nous ont permis de cerner les principaux facteurs influençant la réactivité des résidus forestiers en conditions d'oxydation aérobie et anaérobie. On a ainsi pu établir sur des bases solides des modèles hydrogéologiques et hydrogéochimiques nous permettant de bien cibler les interventions sur le terrain qui donneraient un maximum de résultats pour un minimum de coûts.

### **Avez-vous été en mesure d'apporter une réponse et de suggérer des solutions?**

**Tassé:** Nos études ont permis au MRN de constater que la solution qui lui avait été initialement proposée par une compagnie d'ingénierie (collecte des effluents autour du parc et assainissement dans un marécage artificiel) s'acheminait vers un cul de sac, en raison de la persistance de l'acidité dans le temps. Notre connaissance du système hydrogéochimique (résidus miniers et couverture de résidus forestiers) nous a permis de proposer un concept de purge et traitement unique et innovateur : l'eau acide collectée était pompée et remise en circulation au sein de la couverture organique. Résultat? Un traitement efficace et une atténuation progressive des paramètres problématiques : les pompes installées en 1998 ont pu être retirées en 2005. Bilan? Le MRN parlait d'une réduction appréciable des coûts de restauration : de 50 millions de dollars prévus avec des technologies traditionnelles, les dépenses effectuées grâce à la solution que nous avons préconisée n'étaient que de 9,5 millions en 2002.



Équipe sur le site minier East Sullivan

### **Est-ce que la solution préconisée pouvait être appliquée à d'autres sites?**

**Tassé:** L'expérience acquise au site East Sullivan a été très utile dans la résolution de problèmes de drainage minier neutre dans la région de Cadillac. En effet, les résidus aurifères abandonnés dans ce secteur étaient aussi oxydés. Le drainage n'était pas acide, mais par contre chargé d'arsenic, beaucoup plus soluble à pH neutre qu'à pH acide. Après avoir vérifié en laboratoire la capacité des résidus forestiers à réduire et à précipiter l'arsenic, un concept de piège réducteur a été proposé pour immobiliser le contaminant et permettre la restauration du ruisseau Pandora dont les berges étaient lourdement contaminées sur sept kilomètres. Les sites Canadian Malartic et Manitou ont également fait l'objet d'une auscultation intense. Cependant, leur histoire permet d'illustrer à quel point les solutions pour un site ne sont pas d'emblée transposables à un autre, ni même permanentes. Le site Canadian Malartic posait le problème particulier de contenir des résidus très sulfureux et réactifs déposés sur des résidus neutres. L'étude de la dynamique d'altération a permis d'orienter les travaux de restauration vers des interventions permettant de préserver le fragile équilibre qui s'était instauré avec le temps entre la production d'acide au sommet de l'empilement et sa résorption dans les résidus neutres sous-jacents. Malheureusement, la validité du concept de restauration n'a pas pu être évaluée à long terme. Le gîte Canadian Malartic n'avait pas entièrement livré la totalité de son contenu, de telle sorte que la corporation minière Osisko examinait au début des années 2000 comment elle pourrait récupérer l'or restant. Les résultats de cette initiative ont été que le parc de résidus restaurés se retrouve maintenant littéralement au centre des opérations de la plus grande mine aurifère commerciale au Canada, entre la fosse à ciel ouvert et l'usine de traitement! En ce qui concerne le site Manitou, une revalorisation des résidus devait permettre de les disposer dans une configuration conciliable avec les exigences environnementales modernes. Nos travaux sur le site visaient à déterminer des solutions alternatives de restauration si jamais la revalorisation ne pouvait se réaliser. C'a été le cas puisqu'un incendie des installations a mis un terme définitif aux opérations. Cependant, aucune des solutions alternatives déterminées de façon préliminaire n'a pu être mise en œuvre. En effet, l'actualité minière est venue encore une fois modifier la donne à Manitou comme à Malartic: une nouvelle mine d'or, une trentaine de kilomètres à l'ouest, rendait disponible des centaines de milliers de tonnes de résidus non réactifs. Ceux-ci ont été utilisés pour recouvrir les résidus générateurs d'acide de Manitou et les soustraire au contact direct de l'atmosphère.

### **Quel bilan faites-vous de ces activités?**

**Tassé:** Des années plutôt valorisantes à travailler sur des propositions et des solutions qui ont été appréciées. Des déceptions quand même, lorsqu'on réalise comment les réalités économiques et politiques peuvent s'opposer au déploiement d'idées ou d'observations nouvelles.

**M. Bergeron :** Les activités sur les résidus miniers ont eu un impact considérable, car elles m'ont ouvert d'importantes perspectives de recherche. Certains des projets que je mène actuellement y trouvent leurs racines. Par exemple, nos travaux de caractérisation des résidus miniers ont confirmé que ceux-ci contenaient encore des métaux. Ce n'était pas surprenant puisque le processus d'extraction des métaux dans les fonderies n'est pas efficace à 100 %. Ces travaux nous ont également permis de cerner les phases minérales contenant des métaux d'intérêt économique. Il nous est alors venu à l'idée de vérifier s'il était possible de les récupérer tant dans les résidus que dans les eaux de traitement. Cette récupération pouvant contribuer à réduire les coûts de restauration des sites. Nous avons aussi pensé que nos connaissances sur les processus qui génèrent le drainage acide des résidus permettaient de concevoir des parcs de résidus de deuxième génération, issus de l'exploitation de sites primaires, qui seraient moins polluants.

### **L'idée semble séduisante, a-t-elle été exploitée?**

**M. Bergeron :** Oui, le projet a été financé grâce au programme d'appel public à l'épargne mis en place par le gouvernement du Québec. Ce programme offrait des avantages fiscaux intéressants pour les investissements en technologie. Plusieurs universités l'ont mis à profit. À l'INRS, deux projets ont ainsi été financés, dont le nôtre d'une durée de deux ans pour un montant de 6 millions de dollars. Ce financement a permis la mise sur pied d'une solide équipe de recherche et l'acquisition d'un spectromètre d'émission atomique au plasma (ICP-MS). Les résultats ont été satisfaisants, mais n'ont pu être portés de l'avant par la compagnie qui a financé le projet. Ce dernier a cependant ouvert la porte à de nouvelles problématiques de recherche. D'un autre côté, l'expérience acquise sur le traitement des résidus miniers au Québec nous a permis de suggérer des solutions à la compagnie Norilsk Nickel qui opérait en Sibérie afin de réduire les effets polluants liés au traitement d'extraction du nickel. L'approche a aussi été transposée pour le traitement de sédiments contaminés. Un projet mené de l'échelle du laboratoire à celle de l'usine pilote a été réalisé sur des sédiments du port de Montréal contaminés par des métaux lourds et des hydrocarbures. La technologie proposée s'inspirait des méthodes minéralurgiques utilisant des concentrateurs gravimétriques dont l'industrie minière se sert pour traiter le minerai et qui sont peu coûteuses.



Site d'échantillonnage de sédiments contaminés du port de Montréal



Décontamination par un procédé minéralurgique

# L'HYDROGÉOLOGIE

## L'hydrogéologie a pris une dimension particulière au CGQ, pourquoi?

**Achab :** Comme l'ont mentionné Mario Bergeron et Normand Tassé, l'hydrogéologie et l'hydrogéochemie ont été d'abord utilisées dans le cadre de la problématique des résidus miniers. Avec la mise en place du programme national d'hydrogéologie de la CGC, l'hydrogéologie a été mise à profit dans une perspective différente. Elle s'intéressait maintenant à l'eau comme ressource ce qui cadrerait bien avec les objectifs scientifiques de l'INRS-Géoressources.

**Lefebvre :** Les projets en hydrogéologie ont porté à la fois sur les travaux régionaux (ressources en eau souterraine) et locaux (sites contaminés), mais avec des approches similaires basées sur une importante caractérisation de terrain et l'intégration de la géologie et de l'hydrogéologie. Les projets régionaux ont été fondamentalement des projets de la CGC auxquels ont activement participé des chercheurs de l'INRS, des collègues de l'Université Laval et du ministère de l'Environnement du Québec, ainsi que de nombreux autres partenaires.



Pression artésienne au fond  
d'une carrière

## Comment tout cela a-t-il démarré? Avec quel soutien?

**Lefebvre :** Les travaux en hydrogéologie régionale sont nés des intérêts convergents de la CGC, de l'INRS et du ministère de l'Environnement. La mesure incitative principale a cependant été la mise en œuvre du programme national d'hydrogéologie de la CGC auquel les chercheurs de la CGC-Québec voulaient participer. Richard Martel et moi avons contribué avec nos collègues de la CGC à définir et à mettre en place ces projets.

**Martel :** Le rôle du ministère a été crucial; il a soutenu, dès le début, les initiatives du CGQ sur l'eau souterraine. Les régions ciblées pour les trois premiers projets représentaient des régions prioritaires pour le ministère. En plus de son appui lors de la définition et de la conception des projets, celui-ci a contribué aux analyses chimiques dont il avait besoin. Il s'est aussi impliqué directement dans la gestion et la réalisation de certains projets.

### Quels ont été les principaux projets?

**Lefebvre :** Le premier projet a été réalisé dans la région de Portneuf qui possède à la fois des secteurs agricoles, urbains et industriels. Cette mixité d'activités pouvait engendrer des conflits d'usage, les eaux souterraines étant soumises à plusieurs pressions d'utilisation potentiellement antagonistes. Du point de vue de l'hydrogéologie, cette région fournissait un bel exemple d'aquifères situés dans des sédiments granulaires d'âge quaternaire. Le projet était d'ailleurs sous la responsabilité d'un géologue du Quaternaire, Yves Michaud, et impliquait ses collègues de la CGC-Québec, Andrée Bolduc et Michel Parent. Leur contribution a permis de bien définir le cadre géologique essentiel à une bonne caractérisation des aquifères.

**Martel :** Le projet de Portneuf portait sur des aquifères granulaires, cependant il existe des municipalités qui dépendent d'aquifères localisés dans des roches dures fracturées. Un deuxième projet a ainsi été réalisé dans les Basses-Laurentides, où les aquifères sont situés dans du roc fracturé. Il était sous la responsabilité de Martine Savard de la CGC-Québec. La définition du cadre géologique régional nécessitait cette fois la contribution de géologues à la fois du substrat rocheux et du Quaternaire.

**Lefebvre :** Devant le succès des projets réalisés dans Portneuf et dans les Basses-Laurentides, une approche similaire a été adoptée pour de nouvelles initiatives dans les Maritimes, la vallée d'Annapolis en Nouvelle-Écosse et dans les régions de Châteauguay et d'Amos au Québec.



Installation d'équipements pour la caractérisation de roc fracturé



Capteur de vitesse et de direction d'écoulement de l'eau souterraine

## Quelle approche caractérise l'ensemble de ces projets?

**Lefebvre:** Une approche régionale, plus globale caractérise indiscutablement ces projets. Celle-ci diffère de l'approche ponctuelle qui s'intéresse à un problème pour un site spécifique. L'objectif était d'avoir une bonne connaissance à l'échelle régionale des aquifères d'un secteur donné, de déterminer les zones de recharge et les zones où les aquifères étaient vulnérables. Cette approche, qui permet de prévoir quelle conséquence pourra avoir une intervention ponctuelle, est nécessaire pour gérer de manière rationnelle, et dans une perspective de développement durable, les ressources en eaux souterraines.

**Martel:** C'est une approche de caractérisation intégrée et multidisciplinaire. Les données de géologie, de géophysique, d'hydrogéologie et de géochimie sont intégrées pour en arriver à une compréhension quantitative, et enfin, à la modélisation numérique.

## Pouvez-vous donner des précisions sur les équipements et les ressources humaines qui ont été nécessaires?

**Martel:** Le programme d'hydrogéologie est parti de rien, aucun équipement n'était disponible. Au fil des ans, grâce à une bonne concertation entre les chercheurs de la CGC, les professeurs de l'INRS et ceux de l'Université Laval, et aussi grâce à une planification stratégique, des équipements ont été achetés par chacune des organisations au fur et à mesure des besoins des projets. Ces équipements étaient mis à la disposition de la communauté et pouvaient être utilisés selon les besoins des différents projets.

**Lefebvre:** L'approche régionale et multidisciplinaire des projets commandait d'importantes équipes. Celles-ci étaient composées de chercheurs de la CGC, de professeurs de l'INRS et de l'Université Laval, d'assistants de recherche, de techniciens et d'étudiants. Ces derniers étaient attirés par l'envergure des projets, la multiplicité des problématiques abordées et leur nature à la fois fondamentale et appliquée. Les étudiants pouvaient de plus compter sur l'appui et l'encadrement de plusieurs spécialistes. Les équipes étaient donc importantes et la qualité des cohortes étudiantes était remarquable. Par exemple, parmi les étudiants impliqués dans le seul projet des Basses-Laurentides, trois sont maintenant professeurs d'université.



Équipe du projet des Basses-Laurentides

### **Quel intérêt ces travaux ont-ils suscité? Quel a été leur impact?**

**Martel :** Les deux premiers projets ont donné lieu à deux guides méthodologiques pour la cartographie hydrogéologique, le premier portait sur les aquifères granulaires, l'autre sur les aquifères en milieu rocheux. Ces guides explicitant l'approche et la méthodologie utilisée par le CGQ ont été produits par le ministère de l'Environnement. Ils étaient destinés aux intervenants municipaux et régionaux ainsi qu'aux compagnies d'ingénierie qui pouvaient être appelées à réaliser de tels travaux pour les municipalités.

**Lefebvre :** Fort de ces expériences, le CGQ a soumis en 1999 un mémoire à la Commission sur la gestion de l'eau au Québec du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). Ce dernier a été si bien reçu que le BAPE a fait sienne la principale recommandation du mémoire qui était de réaliser la cartographie hydrogéologique de l'ensemble du territoire québécois. Cette recommandation a par la suite été reprise et intégrée à la Politique de l'eau du gouvernement du Québec, et en 2008, le ministère de l'Environnement a créé le Bureau des connaissances sur l'eau qui a mis en place le Programme de recherche sur la connaissance des eaux souterraines.

**Martel :** Les projets du CGQ ont sûrement contribué en partie à l'avance que le Québec détenait et détient encore par rapport au reste du Canada sur la caractérisation de ses ressources en eau souterraine. Cet axe a été très porteur, il demeure encore aujourd'hui important à la fois à l'INRS-ETE et à la CGC-Québec.

### **En plus de votre contribution aux projets d'hydrogéologie régionale du CGQ, quelles autres activités meniez-vous comme professeurs à l'INRS?**

**Lefebvre :** Nos activités portaient surtout sur les problèmes de contamination des aquifères. Ces activités étaient propres à l'INRS, mais nous faisons aussi appel à l'expertise de nos collègues de la CGC, je pense particulièrement à celle de Michel Parent en géologie du Quaternaire. Nos travaux portaient sur la caractérisation, mais surtout sur la modélisation numérique du drainage minier acide dans les stériles (les résidus de traitement du minerai), ainsi que sur la caractérisation de sites contaminés, particulièrement par des liquides organiques immiscibles légers ou denses. Nous travaillions également au développement de méthodes de réhabilitation de sols et d'aquifères contaminés par ces produits.

### **Pour qui étaient réalisés ces travaux?**

**Lefebvre:** Nos expertises et les résultats de nos travaux sur les sites contaminés majeurs que sont ceux de Ville Mercier à Montréal et de Shannon au nord de Québec ont été transmis aux gouvernements concernés. Les travaux ont démarré en 1995 et se poursuivent encore aujourd'hui, cette continuité a offert des occasions uniques de recherche scientifique appliquée et de formation de personnel hautement qualifié.

**Martel:** D'autres activités étaient réalisées pour le gouvernement du Canada. Ils avaient pour objet la caractérisation et la gestion des produits énergétiques (explosifs) en lien avec les activités d'entraînement militaire. Ces travaux comportaient un volet d'hydrogéologie régionale et un de restauration.



Travaux de terrain sur un site contaminé

### **Quels en ont été les impacts?**

**Lefebvre:** Les partenariats développés dans le cadre de ces projets ont été fructueux. Ils ont permis, grâce à l'appui de la Fondation canadienne pour l'innovation, la mise sur pied du Laboratoire INRS–RDDC-Valcartier en hydrogéologie des contaminants, un laboratoire conjoint avec Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC). Cette infrastructure de recherche est unique, elle permet de développer des méthodes de réhabilitation de sols et d'effectuer des essais sur le comportement et le devenir environnemental des contaminants grâce à de grands bacs de sable et à un système de suivi et de contrôle sous des conditions environnementales précises.

**Martel :** L'approche utilisée pour la caractérisation des sites contaminés par des explosifs a conduit l'INRS à participer au développement d'un protocole et à l'appliquer dans l'étude d'un ancien site australien de production d'explosifs. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre d'une collaboration internationale avec la RDDC-Valcartier et des scientifiques d'Australie (Defence Science and Technology Organisation), des États-Unis (US Army Corps Cold Regions Research and Engineering Laboratory) et du Royaume-Uni (Defense Science and Technology Laboratory).

### **Quelles autres problématiques votre expertise en hydrogéologie vous a-t-elle permis d'aborder?**

**Martel :** Nous avons aussi travaillé sur des problématiques reliées à la santé publique. Des résidants avaient été intoxiqués par du monoxyde de carbone (CO) à la suite de travaux de dynamitage à proximité de leurs maisons. L'INRS a été contacté par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour investiguer sur la cause de cette intoxication. Des essais ont été réalisés en champ pour comprendre les mécanismes de migration des gaz produits dans le roc autour des dynamitages, ainsi qu'évaluer l'étendue et la concentration en CO dans le roc fragmenté et le roc fracturé en périphérie. Sur la base des résultats obtenus, nous avons recommandé que lors des travaux, des détecteurs de monoxyde de carbone soient placés dans les maisons dans un certain rayon autour des zones de dynamitage. Nous avons aussi préconisé des pratiques préventives pour limiter la propagation du CO.

L'INRS en collaboration avec l'INSPQ a également été impliqué dans une étude provinciale visant à évaluer l'exposition de la population québécoise au radon domiciliaire. Près d'un millier de sites de mesure (970) répartis dans des zones à risque et non à risque ont été préalablement déterminés en se basant sur la géologie et sur la présence d'uranium dans les relevés géochimiques et radiométriques aéroportés. L'étude a permis de valider l'influence des facteurs géologiques sur la présence de radon dans les maisons. L'INRS a aussi collaboré à la délimitation de secteurs à risque faible, moyen et élevé pour la présence de radon domiciliaire dans la région d'Oka en se basant sur la géologie du secteur. Les zones identifiées ont été validées par une excellente corrélation entre les mesures de radon dans les maisons et les facteurs géologiques. Cette étude a eu comme conséquence un changement de la norme canadienne qui est passée de 800 à 200 becquerels par mètre cube d'air (Bq/m<sup>3</sup>).

## LA GÉOCHIMIE ET L'ENVIRONNEMENT

**Le potentiel analytique du laboratoire de géochimie de l'INRS combiné à l'expertise des chercheurs de la CGC a permis des réalisations intéressantes. Quelle a été la plus marquante?**

**Achab:** Le laboratoire de géochimie de l'INRS possédait un appareil capable de doser plusieurs éléments à partir de petites quantités de matériel. L'équipe de la CGC-Québec comptait un spécialiste de la dendrochronologie, Christian Bégin. La dendrochronologie est une méthode de datation (à l'année près) des cernes annuels de croissance des arbres. La combinaison de ces deux techniques précises, la dendrogéochimie, permet de suivre année après année la présence de certains éléments dans les arbres et donc dans l'environnement.

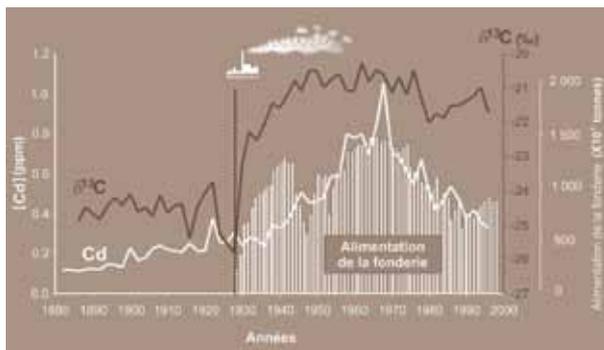
**Richer-Lafèche:** Avec Christian Bégin, nous avons testé la méthode sur des échantillons d'arbres du parc technologique de Québec. Nous voulions vérifier si on pouvait observer une réduction du plomb dans les cernes des arbres, réduction liée à l'arrivée de l'essence sans plomb sur le marché. Les résultats ont été encourageants. L'approche dendrogéochimique a ensuite été appliquée à l'étude du dépérissement des forêts sous l'effet des pluies acides dans le secteur de Duchesnay ainsi qu'à l'évaluation environnementale d'une ancienne emprise de chemin de fer devant être intégrée au réseau vert de la Ville de Montréal. Mais la plus importante contribution de la dendrogéochimie a été au programme Métaux dans l'environnement (MEDE, ou MITE en anglais).

**Achab:** La dendrogéochimie s'est développée dans le cadre de deux études reliées au programme MEDE de Ressources naturelles Canada. L'objectif premier de ce programme de recherche était de départager les contributions naturelles et anthropiques des métaux dans l'environnement, et ce, en faisant appel à plusieurs approches géoscientifiques, dont la dendrogéochimie. Le programme ciblait d'importantes sources ponctuelles de contamination; la première phase du programme (1997-2000) s'est déroulée dans le secteur de la fonderie Horne de Rouyn-Noranda, en Abitibi, alors que la seconde phase commencée en 2001 était centrée sur la fonderie de Flin Flon, au Manitoba.



Fonderie Horne, Rouyn-Noranda

L'analyse des métaux et des isotopes stables dans les arbres de plusieurs sites forestiers à proximité des fonderies a permis à Martine Savard et Christian Bégin de la CGC-Québec de déterminer avec précision l'historique de la contamination, d'en déterminer son étendue spatiale et d'en évaluer l'impact sur les forêts. Les traceurs dendrogéochimiques ont montré que la contamination s'amenuisait au fur et à mesure que l'on s'éloignait de la fonderie tandis que les analyses isotopiques de l'hydrogène ont révélé une relation entre les émissions de la fonderie et des changements physiologiques dans les arbres. Les résultats obtenus par les projets en dendrogéochimie du CGQ ont été parmi les plus significatifs du programme MEDE. Forts de l'expertise développée dans le cadre de ce programme, Martine Savard, Christian Bégin et leur équipe de recherche ont par la suite montré que la dendrogéochimie pouvait contribuer efficacement à l'étude des impacts de la pollution diffuse et des changements climatiques. Leurs plus récents travaux sur le corridor Windsor-Québec ont montré que, malgré un historique complexe en termes de types de polluants et de développement économique, il est possible de distinguer les effets des variations climatiques de ceux reliés aux activités anthropiques.



Évolution des teneurs en métaux (ici le cadmium) et du signal isotopique  $\delta^{13}\text{C}$  dans les cernes de croissance des arbres. Notez le lien avec le démarrage des activités de la fonderie et le volume de son alimentation en minéral.

**Tassé :** J'ai été associé à un autre projet du programme MEDE, avec Michel Parent de la CGC-Québec. Le projet visait à déterminer la distribution du plomb et de ses isotopes dans les sols de huit sites distants de quelques kilomètres situés à quelques centaines de kilomètres de la fonderie Horne de Rouyn-Noranda. L'objectif de distinguer les contributions naturelles et anthropiques a été atteint, ce qui a permis, peu après, une application très pragmatique et plutôt intéressante. Au gré des prises de contrôle et des rachats d'actifs, une compagnie minière s'était retrouvée propriétaire d'un site minier abandonné depuis les années 1950, non loin de Rouyn-Noranda. Les mines d'or utilisant au quotidien des quantités appréciables de plomb pour le dosage de minerai, une relation assez rapide de cause à effet avait été établie entre des tas de rebus plombifères du laboratoire de la mine et la présence de sols adjacents contaminés au plomb. Pour se conformer aux normes environnementales, la compagnie avait entrepris l'excavation de ces sols. Cependant, l'opération n'en finissait plus, les concentrations de plomb restant stables et élevées, y compris dans des sols qui n'auraient pas dû être affectés. Les isotopes ont été appelés à la rescousse : la composition isotopique du plomb des sols n'avait rien à voir avec celui des rebus et tout à voir avec les émissions de la fonderie Horne ! Les notions acquises avec le programme MEDE ont ici trouvé une application fort intéressante, et ce, à la grande satisfaction de la compagnie minière, qui cessait ainsi d'être pointée du doigt.

# LES PROCESSUS GÉOLOGIQUES ACTUELS

## Comment est née l'idée d'un tel programme?

**Achab :** Lors de la création du CGQ, la CGC souhaitait vivement mettre en place un programme en géologie du Quaternaire, or à l'INRS, aucun professeur ne travaillait dans ce domaine. Il est vite apparu qu'une bonne connaissance de la géologie de surface et des processus qui s'y déroulent était importante pour aborder plusieurs problématiques environnementales d'où l'idée de recruter quelqu'un qui pourrait contribuer au nouveau programme Géologie du Quaternaire et de l'environnement. Le Québec étant riche en rivières, la géomorphologie fluviale était une discipline tout indiquée. Un peu plus tard, le programme s'est élargi pour s'intéresser à la sédimentologie fluviale et littorale.

**N. Bergeron :** Au moment de la création du programme sur les processus géologiques actuels, la géomorphologie fluviale était pratiquement absente de la recherche et de l'enseignement universitaire dans la grande région de Québec. Il y avait donc là l'opportunité de développer un nouveau créneau pour le CGQ.

**Long :** Avec mon arrivée s'est mis en place le deuxième volet du programme sur les processus géologiques actuels. L'objectif était d'étudier les dépôts quaternaires sous le regard de la stratigraphie séquentielle appliquée aux dépôts récents. On cherchait à développer des modèles actuels que l'on pouvait transposer, dans le cadre de la recherche pétrolière, à des formations anciennes. Il s'agissait de développer, à partir des processus qui se sont mis en place au Québec sous l'effet du rebond glacio-eustatique, des modèles conceptuels pouvant être appliqués à des contextes sédimentaires similaires que l'on retrouve fossilisés de par le monde. En effet, au Québec, les corps sédimentaires se sont mis en place durant des phases de régression marine, ce qui est différent des systèmes de haut niveau marin observés dans le reste du monde. Or les signatures des effets allocycliques (liés au niveau marin) et autocyclus (liés aux tempêtes) en période de baisse du niveau marin n'étaient pas connues, mais sont essentielles pour comprendre la géomorphologie fluviale et l'évolution littorale.



Levés géophysiques dans le Saint-Laurent

Cette compréhension est particulièrement importante dans le cas des problématiques de sédimentation et d'érosion des systèmes estuariens soumis aux harnachements des rivières. Des recherches ont été réalisées à toutes les échelles spatiotemporelles, depuis la mise en place séculaire et décennale des dépôts deltaïques du Saint-Laurent jusqu'à leurs évolutions instantanées sous l'effet des courants, des marées ou de la bioturbation.

### Quelles ont été les premières activités mises de l'avant? Pourquoi?

**N. Bergeron:** De façon un peu inattendue, la dynamique de l'habitat du poisson en rivière s'est rapidement imposée comme un champ de recherche très demandé dans les milieux gouvernementaux et privés. Il faut dire que le grand nombre de projets hydroélectriques nécessitait une bonne compréhension de l'impact de la modification de l'écoulement et du transport sédimentaire des rivières harnachées sur les populations de poissons. Mon intégration au sein du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA) a permis de tisser des liens solides avec les intervenants des milieux universitaires, gouvernementaux et publics dont le mandat consiste à comprendre afin de protéger l'habitat du poisson en rivière.



Suivi du déplacement des saumons juvéniles en hiver à l'aide de la technologie des transpondeurs passifs (PIT), Saguenay

**Long:** Compte tenu des besoins de recherche identifiés, les premières activités en sédimentation fluviale et littorale s'inscrivaient dans le cadre de trois axes de recherche. Le premier portait sur la mise en place du corps sédimentaire constitué par la vallée de l'estuaire du Saint-Laurent au cours des fluctuations marines liées aux pulsions climatiques du Quaternaire. Il s'agissait d'appliquer la stratigraphie séquentielle à un bassin quaternaire actuel. Le second axe traitait de la caractérisation en 3D des cortèges sédimentaires mis en place sous l'influence des courants et de la houle ainsi que de leurs modifications sous l'effet de la bioturbation. Cette approche pouvait être extrapolée aux formations anciennes et à la dynamique des dépôts actuels. Enfin, le troisième axe avait pour objet la formation de l'architecture des figures sédimentaires et ses modifications en 4D sous l'effet d'une vitesse de courant constante (régime stationnaire) pour une redéfinition des équations de transport.

**En quoi ces problématiques étaient-elles importantes pour le Québec et en quoi votre approche différait-elle de celle des autres intervenants?**

**N. Bergeron :** La recherche au CGQ dans le domaine de la dynamique fluviale s'est naturellement portée vers une approche multidisciplinaire où la géographie, la biologie, le génie et les systèmes d'information géographique étaient utilisés afin d'aborder les problématiques identifiées dans le programme de recherche du CIRSA. La station de recherche de Sacré-Cœur, sur les bords de la rivière Sainte-Marguerite au Saguenay, est ainsi devenue un lieu privilégié de formation universitaire où les étudiants, en se frottant au jour aux projets de leurs collègues, ont appris à partager les connaissances spécifiques de leurs disciplines avec celles des autres. Ceci a donné lieu à une génération d'experts qui œuvrent maintenant à mettre en pratique leurs connaissances dans toutes les sphères de la société québécoise et à l'international (universités, ministères provinciaux et fédéraux, Hydro-Québec et son institut de recherche, consultants privés, etc.).

**Long :** Les problématiques étudiées au CGQ étaient et sont encore capitales pour comprendre l'évolution des dépôts sédimentaires côtiers et pour prédire l'évolution future des littoraux sous l'effet des aménagements anthropiques et des changements climatiques. Au Québec, personne n'approchait cette évolution sous cet angle global et chacun voulait utiliser des modèles sédimentaires qui étaient mal ou non adaptés aux conditions spécifiques du Québec. Il était urgent de prendre en compte ces questions pour résoudre les problèmes d'érosion des littoraux de l'Est-du-Québec et pour déterminer les impacts des constructions portuaires sur l'environnement. Il était donc nécessaire d'adopter une approche scientifique rigoureuse et de se doter d'outils spécifiques permettant d'appréhender ces phénomènes naturels complexes. Une première étape en ce sens a été franchie avec la mise sur pied, grâce au soutien de la Fondation canadienne pour l'innovation, du Laboratoire de scanographie pour les ressources naturelles et le génie civil.



Scanographe de l'INRS

# LA FORMATION DE CHERCHEURS : SPÉCIFICITÉ DES PROGRAMMES CONJOINTS



Deux des premières étudiantes diplômées de l'INRS en présence de leurs directeurs de recherche, Michel Malo (INRS) et Benoit Dubé (CGC)

## Quelles étaient les caractéristiques de ces programmes? En quoi étaient-ils importants?

**Malo :** Avant la création des programmes interuniversitaires en sciences de la Terre, les professeurs de l'INRS collaboraient avec des professeurs de l'Université Laval et encadraient comme codirecteurs des étudiants inscrits à Laval. L'entente signée en décembre 1992 entre l'INRS et l'Université Laval a permis au Centre Géoressources d'accueillir ses premiers étudiants à la maîtrise et au doctorat en janvier 1993. Certaines caractéristiques des programmes étaient uniques en raison de l'aspect interuniversitaire de ceux-ci : un comité mixte de programmes, un comité mixte d'admission et de supervision, une banque commune de cours dont certains étaient partagés par des professeurs des deux établissements, l'accessibilité aux laboratoires de recherche des deux établissements, une grande collaboration entre les professeurs, des codirections effectives des travaux de recherche et des étudiants, et enfin, un diplôme émis par l'un ou l'autre des établissements, tout ceci faisant état du caractère interuniversitaire des programmes. En tant que professeurs associés à l'INRS, les chercheurs de la CGC-Québec participaient à l'encadrement d'étudiants et à l'enseignement de certains cours.

Ces programmes étaient uniques au Canada. Les professeurs de l'INRS, de l'Université Laval, et les professeurs associés de la CGC-Québec formaient une masse critique capable d'offrir une variété de projets de recherche aux étudiants, d'encadrer ces derniers et de donner les cours. Le corps professoral constituait l'une des forces du programme reconnues par les étudiants interrogés après les cinq premières années d'opération. Les professeurs étaient jeunes, dynamiques et disponibles pour les étudiants. Le côté pratique des projets de recherche offerts aux étudiants était également un des points forts. Le comité d'évaluation des programmes notait par ailleurs que le regroupement avait pris le virage environnemental bien avant la majorité des autres programmes canadiens en sciences de la Terre, et ce, tout en maintenant une bonne expertise en géologie traditionnelle.

**Héroux :** Un des principaux défis à relever dans ces programmes de deuxième et troisième cycles a été d'actualiser et de compléter une banque de cours interuniversitaires qui, sans être trop lourde, pouvait combler les besoins de formation dans des créneaux de recherche de moins en moins traditionnels. De nombreux projets portaient sur des sujets à la marge des sciences de la Terre qui nécessitaient la contribution d'autres disciplines et faisaient appel à des technologies en émergence. Il était de plus en plus fréquent d'accepter dans les programmes en science de la Terre des étudiants n'ayant que peu ou pas de formation de base en géologie.

**Lefebvre :** Je soulignerais la grande concertation et la bonne collaboration avec nos collègues de l'Université Laval. Celles-ci se traduisaient entre autres dans l'élaboration des cours, la conception de projets mettant à profit l'expertise de chacun et la codirection de thèses de maîtrise et de doctorat.

# LE VIRAGE INFORMATIQUE ET LE LCNP

## Qu'est-ce que le LCNP? Comment et pourquoi a-t-il été créé?

**Achab :** De façon générale, à l'INRS-Pétrole et plus tard à l'INRS-Géoresources, l'informatique avait surtout été utilisée par certains professeurs pour enregistrer, analyser et modéliser leurs données de terrain et de laboratoire. Ceux-ci faisaient par la suite appel aux techniciens du laboratoire de dessin pour représenter graphiquement leurs résultats ou les cartographier. Lors de la création du CGQ, l'évolution rapide des technologies de l'information et des systèmes d'acquisition de données sur le terrain combinée à la volonté de chaque responsable de projet de développer une base de données géoréférencées a créé le besoin d'une certaine coordination et d'une homogénéisation des procédures. Le LCNP (Laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie) est né de ce besoin. Il a en outre bénéficié de la vision éclairée et de l'expertise à la fine pointe du développement de Jocelyn Hamel, responsable du service informatique et du réseau qu'il avait mis en place.

**Hamel :** Étant donné les contraintes budgétaires sévères de l'époque, la volonté du CGQ de se démarquer dans les produits cartographiques numériques et la difficulté de trouver de la main-d'œuvre qualifiée dans ce domaine, la solution de mettre en commun les ressources financières, humaines et les équipements informatiques s'imposait, d'où la création du LCNP. Il était important de recourir à de la main-d'œuvre que l'on pouvait former et garder par la suite pour répondre aux besoins des différents projets du CGQ. Cette approche nous a permis d'aller plus loin et de sortir du cercle vicieux qui consistait à engager des employés temporaires, dédiés à des projets particuliers, qui s'en allaient dès que ceux-ci étaient terminés. La création du LCNP a permis de concentrer les investissements en informatique (matériel et logiciel) pour l'achat de systèmes à haute puissance de calcul et pour l'implantation d'un centre de stockage de données dédié aux applications cartographiques numériques. Le travail de l'équipe pour standardiser les outils et les procédures allait engendrer des avancées exponentielles dans la manipulation de données scientifiques et leur diffusion.



Exemple de cartographie numérique de formations superficielles



**Paradis :** Le LCNP a découlé d'une vision institutionnelle d'aider les différents projets à mieux répondre à la nécessité de publier leurs résultats analytiques, cartographiques ou autres. Le but ultime était d'améliorer et d'accélérer la production des cartes et autres représentations graphiques grâce à la normalisation, l'informatisation et la mise en place de nouvelles méthodologies et façons de faire. Les résultats obtenus dès le début par le personnel du LCNP ont démontré que le regroupement d'équipements à la fine pointe de la technologie (grâce à l'appui de Jocelyn Hamel du service informatique) et d'une équipe jeune et enthousiaste avec des compétences et des expertises diverses était des plus positifs. S'en est suivie une reconnaissance de la part des chercheurs qui n'a pas été démentie depuis. Le personnel du LCNP a été impliqué dans la plupart des projets du programme scientifique et a participé à des groupes décisionnels en technologies et gestion de l'information. Le succès du LCNP a été tel qu'il sert maintenant de référence pour la mise en place de structures du même type dans l'ensemble des divisions de la CGC.

**Boutin :** Avant d'être reconnu comme un groupe, le LCNP est d'abord né de la volonté d'une poignée d'individus qui voulaient mettre en commun leur expertise et leurs ressources afin de répondre aux besoins croissants des projets. Défendu avec ardeur par la directrice du CGQ à ce moment-là, Aïcha Achab, et le responsable du laboratoire, Serge Paradis, le LCNP a su démontrer à la communauté que ce modèle d'organisation était de loin supérieur au modèle en silo utilisé jusque-là. En plus des ressources humaines, le LCNP a bénéficié d'un soutien important de la direction au niveau des ressources matérielles : ordinateurs, serveurs, stations de travail, technologie 3D; tout était en place pour offrir un service de pointe à chacun des projets.

**Boisvert :** Le LCNP est aussi né de la nécessité de mettre en commun les ressources qui étaient alors éparpillées dans les nombreux projets. Le modèle chercheur-assistant isolé au sein d'un seul projet ne répondait pas aux besoins de plus en plus spécialisés découlant de l'informatisation. L'idée était de regrouper non seulement les expertises acquises dans le cadre des différents projets, mais aussi les ressources matérielles, même si ces dernières l'étaient déjà au sein du laboratoire de dessin de l'INRS. La mise sur pied du LCNP a permis la constitution d'un bassin d'expertises rendues disponibles à l'ensemble des chercheurs. Le LCNP a aussi permis de distribuer les tâches plus efficacement en fonction des expertises et des disponibilités. Ceci a contribué à limiter les doublons entre des projets qui avaient souvent des besoins similaires.

### **Quels ont été les points marquants dans l'évolution du LCNP?**

**Paradis :** Dès mon arrivée à la CGC-Québec en 1989, j'avais des besoins en cartographie des formations géologiques superficielles qui dépassaient les capacités du personnel du laboratoire de dessin de l'INRS. Avec le temps, l'arrivée de nouveau personnel, dont Jocelyn Hamel, Marco Boutin et Ruth Boivin, a permis le démarrage en 1994 du Laboratoire de cartographie numérique (LCN) qui est devenu par la suite le LCNP (incluant la portion photogrammétrie). L'année 1997 a été une autre année charnière dans l'existence du LCNP lorsqu'Éric Boisvert, Pierre Brouillette, Kathleen Lauzière

et Christine Deblonde se sont joints au groupe. Ces quatre personnes de formations différentes, regroupées avec l'équipe existante permettaient de répondre à l'ensemble des besoins des différents projets en matière d'architecture et de normalisation depuis l'échantillonnage sur le terrain jusqu'à la présentation cartographique des résultats.

**Boisvert:** Certainement le regroupement dans un local unique. En effet, rien n'égale les relations directes, la proximité des expertises et des idées à quelques pas (et même à portée de voix!). Cette proximité a créé un environnement de travail stimulant et efficace au sein du laboratoire.

**Hamel:** En plus du regroupement dans un même local, le point marquant dans l'évolution au CGQ a été la prise de conscience qu'ensemble on pouvait faire mieux.

### Quelle a été la clé du succès?

**Paradis:** La clé du succès du LCNP est en grande partie attribuable au soutien que l'équipe a obtenu de la part de la direction (Aicha Achab) dès ses débuts. Le fait d'être regroupé dans un espace physique a permis de développer un sentiment d'appartenance qui n'a cessé de grandir depuis. L'ensemble du personnel du LCNP a toujours travaillé à améliorer les échanges et les façons de faire. Il existait une saine émulation et une parfaite volonté de collaboration entre les membres qui ont tout fait pour améliorer et faire constamment progresser les choses. La solidarité de l'équipe a aussi été remarquable. Éric Boisvert et Jocelyn Hamel ont été de fervents artisans et défenseurs du LCNP; Jocelyn, par ses connaissances techniques et sa vision d'un LCNP uni et toujours à la fine pointe de la technologie et Éric, comme ambassadeur du LCNP, qui en a fait la promotion en utilisant de manière systématique son logo et en le présentant partout au Canada et à l'extérieur du pays. La clé du succès a donc tout simplement été le travail d'équipe.



Prime du secteur des sciences de la Terre de Ressources naturelles Canada à l'équipe du LCNP

**Hamel :** Les membres du LCNP ont compris qu'ils accomplissaient des choses qui dépassaient leur simple prestation de travail parce qu'ils faisaient partie d'une équipe qui partageait ses connaissances. Donc la clé du succès a été la force du savoir mis en commun au bénéfice de la communauté.

**Boutin :** Je crois, moi aussi, que la clé du succès du LCNP a été l'appui et le soutien d'une direction qui croyait au succès de la démarche. En laissant place à l'initiative, en sortant des modèles habituels, et en acceptant de réinventer les façons de faire, la direction a permis à un groupe de gens de bâtir un modèle simple, efficace et qui avait la formidable capacité de s'adapter au gré des projets.

**Boisvert :** Nous avons eu la chance exceptionnelle de bien nous entendre dès le départ. Le groupe s'est formé spontanément, à l'opposé d'autres regroupements forcés. Les qualités de gestionnaire de Serge Paradis ont aussi joué un grand rôle. En imposant l'idée du LCNP, idée qui n'était pas comprise par tous au début, il a permis au groupe de résister durant les périodes incertaines. De telle sorte que le modèle LCNP est maintenant utilisé dans les autres divisions de la CGC. Le second élément du succès a été le rôle-conseil que le groupe offrait aux membres du CGQ et sa capacité d'encadrement des employés temporaires et des étudiants de passage. Avant la création du LCNP, les assistants et les étudiants d'été étaient souvent laissés à eux-mêmes, faute de ressources au sein des projets individuels. Grâce au LCNP, ils arrivaient dans une structure qui les prenait en charge, ils étaient informés des derniers développements et devenaient rapidement fonctionnels. Je n'ai jamais eu vent de commentaires négatifs suite à leur passage au LCNP.



## LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE

### D'où est venu l'intérêt du CGQ pour la vulgarisation?

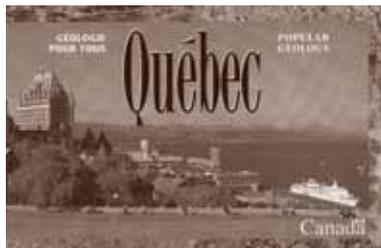
**Tremblay :** Mon implication en vulgarisation au sein du CGQ relève un peu du hasard. J'avais d'abord eu un petit contrat du MRN pour faire une étude de faisabilité d'une carte géotouristique pour le Québec. Quand le ministère a décidé d'aller de l'avant, j'ai été chargée du projet. Au moment où je terminais celui-ci, j'ai remplacé Pascale Côté au CGQ durant son congé de maternité. J'ai alors fait la connaissance de Louise Corriveau, chercheur à la CGC-Québec; elle songeait à un projet de vulgarisation sur la réserve faunique de Papineau-Labelle qui se trouvait sur le territoire d'un de ses projets de recherche. L'INRS a fait une demande au programme « Étalez votre science » qui a été acceptée, ce qui a permis de m'embaucher à temps partiel pour mener à bien ce projet.

**Côté :** L'arrivée de Pierrette Tremblay s'inscrivait dans la vocation de la CGC qui s'est toujours intéressée non seulement à la promotion des sciences de la Terre, mais aussi à la sensibilisation du public à leur importance au plan économique et social. La CGC encourageait fortement les chercheurs à vulgariser les résultats de leurs recherches et à expliquer leurs impacts.

### Quelles ont été les principales réalisations?

**Tremblay :** Le dépliant *Rallyes géologiques* et la brochure *Si la terre m'était contée* (avec sa version en ligne) ont probablement touché beaucoup plus de gens que toutes les autres initiatives. Nous avons aussi organisé des ateliers EdGEO dans le cadre d'un programme national visant à appuyer les enseignants canadiens en les dotant de ressources pédagogiques adaptées aux différents niveaux scolaires. À en juger par la satisfaction des participants, le besoin était manifeste.

**Côté :** Les premières réalisations vulgarisaient les résultats de projets de recherche individuels, elles connurent un vif succès. Plus tard, des activités plus régionales portant sur plusieurs thématiques et nécessitant l'expertise de plusieurs chercheurs ont été développées. Elles visaient à sensibiliser le grand public à l'environnement géologique qui l'entourait. Je pense plus précisément au Géopanorama de Québec et à celui de Montréal qui s'inscrivaient dans une série de géopanoramas pour les grandes villes canadiennes. La brochure *Géologie pour tous de la région de Québec* et le Géopanorama de Québec ont pavé la voie au développement d'excursions géologiques pour les non initiés qui étaient organisées, et continuent de l'être, lors de certains événements.



## Quel a été le rôle des chercheurs?

**Tremblay :** Louise Corriveau était très impliquée dans le projet de vulgarisation qu'elle avait proposé sur la réserve de Papineau-Labelle; plusieurs autres chercheurs ont été sollicités et ont accepté de participer en validant des textes reliés à leur expertise. Lors des ateliers EdGEO, plusieurs chercheurs étaient impliqués pour l'animation et les excursions de terrain.

**Côté :** Pierrette Tremblay a éveillé les chercheurs à l'importance de la sensibilisation du grand public aux sciences de la Terre. Elle les a incités à s'impliquer et ils se sont toujours montrés d'accord pour participer aux activités de transfert de connaissances. Leur intérêt et leur volonté à vulgariser leur savoir et les résultats de leurs recherches se sont maintenus jusqu'à ce jour.

## Quelles en furent les retombées?

**Tremblay :** Les documents de vulgarisation scientifique produits et les interventions des chercheurs dans les écoles et auprès des enseignants ont joué, sans que cela ait été prévu, un rôle important dans la visibilité et la promotion du CGQ auprès du grand public et des enseignants. Le Centre était devenu un intervenant majeur en science de la Terre et recevait de nombreuses demandes d'information auxquelles on se faisait un devoir de répondre.

**Côté :** La vulgarisation scientifique et la formation de la relève ont été intégrées à la plupart des projets du CGQ et faisaient partie de la mission que le Centre s'était donnée. Ces activités étaient appuyées par la direction de sorte que les équipes ont réussi à obtenir du financement et à développer des collaborations avec des partenaires externes. Le CGQ a également eu un rôle à jouer quant à l'identification des besoins, la production et la diffusion de ressources éducatives en français en sciences de la Terre.



Sensibilisation des jeunes aux sciences lors du Jour de la Terre

## LES INGRÉDIENTS DU SUCCÈS DU CGQ

### **Les activités des deux groupes auraient pu se développer en parallèle, quels ont été les ingrédients qui ont favorisé une franche collaboration?**

**Lefebvre:** Les relations interpersonnelles étaient excellentes, il n'existait aucune chasse gardée, aucune rivalité; tout le monde avait à cœur le bien-être du CGQ. La contribution des différentes disciplines étant essentielle aux projets, tout le monde y trouvait son compte et était « en mode service ». Il faut ajouter que les projets étaient d'envergure et s'attaquaient à des problématiques intéressantes et pertinentes. Ils étaient réalisés en collaboration avec des partenaires gouvernementaux ou municipaux qui en étaient parties prenantes.

**Martel:** En plus des bonnes relations humaines, du bon esprit qui régnait au sein des équipes, de l'intérêt collectif qui prédominait sur l'intérêt personnel, il y avait aussi un sens aigu du service public. On était tous plus ou moins conscients du bien-fondé, de la pertinence et de l'importance sociétale de nos travaux.

**Malo:** La collaboration avec nos collègues de la CGC-Québec est un bon exemple pour illustrer la synergie qui existait et les relations « gagnant-gagnant » qui en découlaient. Chacun tirait profit de cette collaboration et les résultats collectifs obtenus étaient de beaucoup supérieurs à la somme des résultats individuels.

**Héroux:** Il y avait aussi une forte volonté d'intégration des programmes de recherche et d'enseignement, comme le commandaient les ententes de partenariat et le souhaitait le comité scientifique du CGQ. Cette nécessité de collaborer, cette mentalité de coopération entre les chercheurs, a toujours existé selon moi, on peut en trouver la source dans les façons de faire du Groupe Pétrole.

**Chagnon:** Pendant les quelques années où j'ai été responsable des laboratoires, j'ai eu le grand avantage de travailler plus étroitement avec plusieurs collègues de la CGC-Québec. Cette période a été très enrichissante pour moi, tant des côtés scientifique et technique que du côté humain. Il s'agissait en général de véritables collaborations entre le chercheur et le personnel du laboratoire, et pas seulement des demandes pour un service technique. J'ai également eu des collaborations fructueuses en recherche pour le développement d'outils d'exploration de gîtes métallifères dans les roches sédimentaires, en particulier dans les calcaires. À vrai dire, pour moi, il n'y avait aucune différence entre les chercheurs de la CGC et ceux de l'INRS: nous faisons tous partie de la même famille.

## **Les professeurs de l'INRS ont fait part de leurs impressions sur la collaboration qu'ils ont eue avec les chercheurs de la CGC-Québec, quel est votre point de vue à ce sujet?**

**Lavoie :** J'ai été le premier chercheur engagé pour la nouvelle division de Québec de la Commission géologique du Canada. Ayant fait mes études à l'Université Laval, je connaissais déjà l'INRS-Géoressources qui était reconnu comme possédant l'un des meilleurs laboratoires de recherche dans le domaine de l'évaluation des ressources en hydrocarbures. Mon expertise en sédimentologie et en géochimie des carbonates s'intégrait aisément avec celles des professeurs-chercheurs de l'INRS. Cette complémentarité a été un atout pour le développement de mes activités de recherche en m'assurant l'accès aux expertises diverses nécessaires à la livraison de projets multidisciplinaires.

**Michaud :** Nous avons eu la chance de fonctionner dans un vrai modèle de collaboration où les échanges scientifiques et l'esprit d'équipe étaient à l'honneur. Le dynamisme des collègues était à la hauteur des défis que nous avions à relever pour positionner les géosciences au cœur des débats économiques et sociétaux.

**Rivera :** Lors de mon entrée en fonction au CGQ, j'ai vite constaté qu'il régnait une atmosphère spéciale au sein du groupe, comme je n'avais jamais connue auparavant, l'équipe était très soudée. Aïcha Achab a joué un rôle prépondérant dans le développement de la vision puis dans la mise en œuvre du programme d'hydrogéologie au sein de l'INRS-Géoressources et de la CGC-Québec. Elle n'a pas ménagé ses efforts pour que la responsabilité du programme national d'hydrogéologie de la CGC soit confiée à Québec. À titre d'hydrogéologue en chef de la CGC, j'ai eu à me pencher sur les activités des autres divisions de la CGC à travers le Canada. Je me suis alors vite rendu compte que l'ambiance qui régnait au CGQ était la clé de la réussite du groupe en hydrogéologie. Elle était le reflet d'une saine et étroite collaboration, d'un fort esprit d'équipe et d'un désir de bien faire et de réussir. La contribution des professeurs de l'INRS, je pense particulièrement à René Lefebvre et à Richard Martel, a été déterminante. Ils ont joué un rôle important dans le développement et la réalisation des projets, ils ont été de bons conseillers apportant leur grande expertise et leur savoir-faire dans le domaine de l'hydrogéologie.

**Parent :** Je pense que le sens du bien public qui a prévalu dans tout le groupe, ainsi que l'ouverture d'esprit et la qualité des relations interpersonnelles, ont joué un rôle déterminant dans la dynamique du CGQ. Ce sont d'ailleurs des valeurs que l'on a pu transmettre à la nouvelle vague de chercheurs et de professionnels qui se sont depuis joints aux équipes de recherche. D'autre part, les interactions entre les professeurs de l'INRS et les chercheurs de la CGC-Québec ont été très enrichissantes pour tous, donnant accès à des expertises de pointe très diversifiées, ainsi qu'à du financement beaucoup plus substantiel. Et tout cela, sans compter l'enrichissement et la vitalité qu'ont apportés les nombreux étudiants que nous avons encadrés et formés au fil des ans. Lorsque l'on compare notre milieu de travail à celui des autres divisions de la CGC, on se rend compte de notre chance d'avoir fait carrière au CGQ.

**Dubé :** La collaboration était franche, elle résultait de facteurs multiples incluant la vision et les qualités de direction d'Aïcha Achab, qui à la tête du CGQ dirigeait à la fois les chercheurs de l'INRS et de la CGC-Québec. Les programmes conjoints de maîtrise et de doctorat INRS-Laval permettaient d'avoir des étudiants sous la direction de chercheurs universitaires et gouvernementaux. La masse critique de chercheurs dans des domaines de spécialités multiples et la synergie du groupe permettaient d'aborder des problématiques complexes et variées. Enfin, il y avait une volonté commune de réussir, de s'entraider et d'avoir un impact sociétal.

**Savard :** De façon générale, les collaborations ont été faciles et fructueuses, car basées sur de bonnes relations interpersonnelles, des intérêts de recherche concordants, une complémentarité des expertises et des approches, et bien sûr, la volonté commune de réussir. Conformément à son mandat, les projets de l'INRS devaient répondre aux besoins socio-économiques du Québec. Cette approche, combinée à celle plus globale et non restreinte aux limites provinciales caractérisant les interventions de la CGC, a eu, comme l'ont souligné plusieurs professeurs de l'INRS, une incidence sur le développement de projets de recherche d'envergure, pertinents, centrés sur les besoins, souvent réalisés en partenariat et dont l'impact scientifique, économique et sociétal a été des plus significatifs.

**Côté :** Les gens — INRS et CGC, toute appartenance confondue — étaient très soudés. En plus des affinités personnelles et des exigences de la nécessaire multidisciplinarité, le fait d'être isolés au Complexe scientifique, comme nous l'avons été au début, a aidé. Avouons tout de même que la localisation s'est toujours améliorée au fil des nombreux déménagements, mais la cohésion ne s'est jamais effritée. La première décennie du CGQ a été sans contredit son âge d'or! Pas de problèmes, que des solutions! Des opportunités, des procédés administratifs au service du gros bon sens, une gestion facilitante en appui à la recherche. Aïcha Achab était sur tous les fronts pour positionner le Centre, développer de nouveaux créneaux, définir les mandats et saisir les opportunités. Une telle entreprise pourrait difficilement prendre forme de nos jours, le contexte a été favorable au CGQ et lui a permis de prendre un formidable essor. Nous sommes maintenant ailleurs, professionnellement et structurellement, mais les premières années ont été vraiment spéciales et sûrement déterminantes.



Équipe du CGQ lors du premier renouvellement de l'entente de partenariat

## REMERCIEMENTS

En acceptant de raconter l'histoire des géosciences à l'INRS, j'étais loin de me douter du temps que cela demanderait et surtout loin d'avoir estimé à sa juste valeur l'effort qu'ont dû fournir tous ceux et celles qui ont accepté de m'aider dans cette tâche et sans qui cette histoire n'aurait pu se faire ni se raconter.

En sollicitant cette contribution, Yves Bégin, directeur actuel du Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), parlait d'un travail de mémoire, il ne pensait pas si bien dire. Tous ont dû puiser au plus profond de leurs souvenirs pour décrire, le plus fidèlement possible, le contexte dans lequel s'est inscrit leur engagement dans le développement des programmes scientifiques et leur implication dans la vie du centre. Tous se sont livrés de bonne grâce, et avec un certain plaisir me semble-il, à cet exercice qui leur a permis de se replonger dans un passé qui a certainement forgé l'esprit et les valeurs qui ont caractérisé et caractérisent encore notre communauté et qui font maintenant partie de l'héritage de l'INRS-ETE. Je suis sûre qu'ils s'associeront tous, bien volontiers, à mes remerciements à l'endroit d'Yves Bégin pour les bons souvenirs que cet exercice a éveillé en nous.

Si la collaboration sans faille des acteurs de cette histoire et le soutien moral de la direction de l'INRS-ETE ont été essentiels au projet, celui-ci n'aurait pu se concrétiser sans l'incalculable contribution de Mathilde Renaud. Par son accompagnement continu, sa rigueur, ses conseils judicieux et toujours bienveillants, et par ses talents hors pair d'éditrice, elle a été incontestablement l'ingrédient nécessaire et indispensable à l'aboutissement du projet.

La mémoire est constituée de faits, mais aussi d'images. Plusieurs des photographies illustrant cette histoire ont été sélectionnées dans une collection judicieusement numérisée et mise à notre disposition par le personnel du Service de documentation et d'information spécialisées de l'INRS-ETE à partir du fonds d'archives de l'Institut. Pascale Côté, adjointe à la direction du bureau de Québec de la Commission géologique du Canada, les professeurs de l'INRS et les chercheurs de la CGC-Québec ont pour leur part aimablement fourni les illustrations relatives aux différents programmes de recherche.

Les conseils et commentaires de Sophie Magos de l'INRS-ETE, de Michel Rocheleau, ancien directeur du département de Géologie et de génie géologique de l'Université Laval, ainsi que ceux de Normand Tassé de l'INRS-ETE et d'Esther Asselin de la CGC-Québec ont permis d'améliorer le texte.

Au cours de ces trente années, d'innombrables professeurs, chercheurs, professionnels de recherche, techniciens, stagiaires, étudiants et autres sont passés par l'INRS-Pétrole, l'INRS-Géoressources et le Centre géoscientifique de Québec, même s'ils n'ont pu tous être cités dans ce document, qu'ils sachent qu'ils ont laissé trace de leur passage et ont contribué à cette histoire.

Sauf omission de ma part, les personnes dont les noms suivent ont été associées au projet par leurs contributions écrites ou orales, les illustrations fournies, leurs commentaires et l'intérêt manifesté, qu'elles en soient sincèrement remerciées : *Esther Asselin, Charles E. Beaulieu, Christian Bégin, Yves Bégin, Mario Bergeron, Normand Bergeron, Rudolf Bertrand, Éric Boisvert, Jean-Daniel Bourgault, Marco Boutin, André Chagnon, Jean Charollais, Pascale Côté, Benoit Dubé, Nicolas Francoeur-Leblond, Uta Gabriel, Jocelyn Hamel, Yvon Héroux, Pierre Lapointe, Kathleen Lauzière, Denis Lavoie, René Lefebvre, Bernard Long, Sophie Magos, Michel Malo, Joëlle Marion, Richard Martel, Yves Michaud, Miroslav Nastev, Serge Paradis, Michel Parent, Jean-Luc Pittion, Mathilde Renaud, Marc Richer-Lafèche, Christine Rivard, Alfonso Rivera, Michel Rocheleau, Martine Savard, Normand Tassé, Jean-Michel Thériault, Pierrette Tremblay, ainsi que le président de la société Intragaz, Roch Marois, et enfin le personnel des services d'Archives et de gestion documentaire et de Communications et affaires publiques de l'INRS.*

**Aicha Achab**



Responsable du projet : Aicha Achab

Conception graphique : France Lévesque communication

Impression : K2 impression

ISBN 978-2-89146-707-0

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2011

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2011

*Reproduction interdite sans autorisation*

