

Centre Eau Terre Environnement
Rapport annuel 2013-2014



Rapport annuel du 1^{er} mai 2013 au 30 avril 2014

Disponible en format électronique : www.ete.inrs.ca/ete/publications#rapports_annuels

Rédaction et mise en page

Mathilde Renaud

Révision

Sophie Magos

Photo principale de la page couverture

Heide Ibrahim

Crédits photos

Paschale Bégin, Yves Bégin, Denis Bernier, Kate Boicour, Jean-Daniel Bourgault, Satinder Kaur Brar, Cindy Cormier, Arnaud De Coninck, Mathieu Des Roches, Emdx, Christian Fleury, Jannette B. Frandsen, Pierre Francus, Erwan Gloaguen, Sarah Goubet, Lyal Harris, Josée Lecompte, René Lefebvre, MDA et Agence spatiale canadienne, Arvin Nickzad, Renaud Quilbé, Elke Reichwaldt, Thomas Robert, Marc Robitaille, Pierre-Simon Ross, Jean-Michel Thériault, Nam Tran, US Dept of Agriculture.

Pour information

Institut national de la recherche scientifique

Centre Eau Terre Environnement

490, de la Couronne

Québec (Québec) G1K 9A9

CANADA

Téléphone : 418 654-2524

Télécopie : 418 654-2600

Courriel : info@ete.inrs.ca

Site Internet : www.ete.inrs.ca

© INRS, Centre Eau Terre Environnement, 2014

Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec

Dépôt légal, Bibliothèque et Archives Canada

Centre Eau Terre Environnement

Institut national de la recherche scientifique (INRS)

Université consacrée à la recherche fondamentale et appliquée orientée vers le développement culturel, économique et social du Québec. L'objectif est de former des professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et de s'assurer du transfert des connaissances et des technologies dans ses secteurs de spécialités. L'INRS offre à ses étudiants et professeurs un milieu de recherche innovant centré sur les besoins de la société québécoise.

L'INRS est composé de quatre centres :

- Eau Terre Environnement
- Énergie Matériaux Télécommunications
- INRS–Institut Armand-Frappier
- Urbanisation Culture Société

Le Centre est activement engagé dans le développement durable du Québec, particulièrement dans les domaines des sciences de l'eau, des géosciences et de l'environnement. Œuvrant en recherche de pointe, le Centre se situe au cœur des développements scientifiques et technologiques visant à favoriser la protection et la mise en valeur des ressources naturelles. Il offre des programmes de maîtrise et de doctorat en sciences de l'eau et de la terre. Des stages sont aussi offerts pour tous les niveaux universitaires.

Le programme scientifique comporte quatre grands axes de recherche, soit l'hydrologie, l'assainissement et la valorisation des résidus, la biogéochimie aquatique et les problématiques de contamination, et les géosciences.

Le Centre est situé au centre-ville de Québec, sur le campus urbain de l'Université du Québec. Il a aussi des laboratoires au Parc technologique du Québec métropolitain et une station de recherche en milieu naturel au Saguenay.



C'est avec grand plaisir que nous présentons le treizième rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique pour l'année 2013-2014.

La mission de notre Centre est orientée vers le développement durable et la protection de l'environnement dans les domaines des sciences de l'eau et de la terre. La formation aux cycles supérieurs, la diffusion des connaissances et le transfert technologique font partie intégrante de cette mission; à ce chapitre, l'année a été prolifique en événements et en retombées.

Ce rapport fait état des projets importants de l'année dans les différents domaines de recherche du Centre. Citons comme exemples, la nouvelle chaire de recherche du Canada en assimilation de données géophysiques et géologiques pour la modélisation géologique, le développement et l'adaptation d'un outil multimodule pour la prévision hydrologique et thermique, l'élaboration de nouveaux procédés pour dégrader les composés pharmaceutiques présents dans l'eau, ainsi que l'étude de l'impact du réseau routier forestier sur la fragmentation de l'habitat du saumon. Ces quelques exemples de projets, comme bien d'autres, font état du dynamisme et de l'imagination de notre corps professoral et de leurs équipes de recherche.

En ce qui concerne le financement, les professeurs ont obtenu de bons succès. Sept nouvelles subventions pour l'engagement partenarial ont été obtenues favorisant ainsi la collaboration avec les entreprises. De plus, de nouveaux équipements de terrain et un nouveau laboratoire sont attendus prochainement grâce à d'importantes subventions de la Fondation canadienne pour l'innovation.

En ce qui a trait à la formation, 23 étudiants au doctorat et 25 à la maîtrise de recherche ont reçu cette année leur diplôme en sciences de la terre ou en sciences de l'eau. De plus, six étudiants ont complété la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau.

Le présent rapport se veut donc un survol des grandes réalisations du Centre Eau Terre Environnement pour l'année 2013-2014. Les succès obtenus sont le résultat de la contribution exceptionnelle de tous les membres, professeurs, étudiants, stagiaires, personnel de recherche, chercheurs associés, notamment ceux de la Commission géologique du Canada avec qui nous cohabitons, ainsi que de l'ensemble du personnel de soutien.

Nous adressons de sincères remerciements à tous les membres de notre Centre et à nos collaborateurs et les encourageons à poursuivre sur cette excellente voie.

Équipe de la direction
Jean-François Blais, Yves Gratton, Yves Bégin

Hydrologie

2013-2014

Le Canada possède près de 9% des ressources en eau douce de la planète

La gestion durable de cette ressource vitale est une priorité au Centre Eau Terre Environnement qui regroupe la plus forte concentration d'experts universitaires dans le domaine de l'eau au Canada.

L'expertise des chercheurs du Centre dans le développement et l'application de nouvelles approches numériques permet d'offrir des outils d'analyse et d'aide à la décision applicables à divers contextes. L'équipe multidisciplinaire s'intéresse autant à la disponibilité des ressources qu'aux problématiques environnementales. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et le transfert de connaissances et de technologies font partie de la mission du Centre.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Algues bleu vert sous la loupe satellitaire

Les fleurs d'eau de cyanobactéries (souvent appelées algues bleu vert) résultent d'une prolifération excessive. Un grand nombre de lacs du Québec sont touchés par cette problématique et un plan d'intervention gouvernemental existe, mais la surveillance des fleurs d'eau par échantillonnage exige beaucoup de ressources. Un des volets du projet de recherche de l'INRS est de développer un algorithme de détection par satellite des fleurs d'eau adapté pour le Québec et permettant une surveillance en temps quasi réel de leur dynamique spatiale. Cet outil de suivi pourra être mis à la disposition des gestionnaires des plans d'eau.



Débordements dérangeants

Les effluents d'eaux usées municipales contiennent des polluants qui peuvent présenter des risques pour la santé et l'environnement. Une des stratégies pour réduire ces risques est de minimiser les débordements des réseaux d'égouts unitaires (combinant les eaux usées et pluviales). En effet, lors de pluies, même de faible intensité, les eaux contaminées provenant de ces réseaux sont rejetées sans traitement dans les milieux récepteurs par des ouvrages de surverse. Le projet de recherche de l'INRS vise à développer une approche statistique pour relier la fréquence des débordements et les caractéristiques de la pluie afin de pouvoir mieux estimer les fréquences de surverses dans l'ensemble de ces ouvrages au Québec.



Photo : Kate Boicourt | IAN

Modélisation sous le pont

Le pont de l'île d'Orléans construit en 1935 atteindra bientôt sa durée de vie utile et doit être remplacé. L'INRS a été mandaté pour modéliser l'habitat des poissons dans ce secteur du fleuve où l'écoulement est complexe et peu documenté. Les logiciels Modeleur et Hydrosim ainsi que l'expertise de l'INRS en modélisation 2D à haute résolution seront mis à profit afin de construire un modèle capable de décrire avec précision la dynamique complexe de ce tronçon du fleuve. Une collecte de données sur le terrain sera aussi nécessaire en vue de calibrer et de valider le modèle.



Photo : Emdx [GFDL] via Wikimedia Commons

Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE

Normand Bergeron | Géomorphologie et habitat fluvial
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Yves Secretan | Hydro-informatique
yves.secretan@ete.inrs.ca



HYDROLOGIE DES BASSINS VERSANTS

Monique Bernier | Télédétection
monique.bernier@ete.inrs.ca

Karem Chokmani | Télédétection
karem.chokmani@ete.inrs.ca

Alain N. Rousseau | Modélisation
alain.rousseau@ete.inrs.ca

Jean-Pierre Villeneuve | Gestion intégrée
jean-pierre.villeneuve@ete.inrs.ca



HYDROLOGIE STATISTIQUE

Fateh Chebana | Modélisation et événements extrêmes
fateh.chebana@ete.inrs.ca

Taha B. M. J. Ouarda* | Hydrométéorologie

André St-Hilaire | Hydrologie environnementale
andre.st-hilaire@ete.inrs.ca



HYDROLOGIE URBAINE

Sophie Duchesne | Infrastructures
sophie.duchesne@ete.inrs.ca

Alain Mailhot | Modélisation et gestion
alain.mailhot@ete.inrs.ca

Jean-Pierre Villeneuve | Aquarespabilité municipale
(photo et courriel ci-haut)

* absence prolongée

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Carrer, G. E., Rousseau, A. N., St-Hilaire, A.** et Jutras, S. (2014). Mosaic surface storages of a small boreal catchment. *Hydrological Processes*, EN LIGNE.
DOI : 10.1002/hyp.10195
- **Chokmani, K., Bernier, M.** et Royer, A. (2013). A merging algorithm for regional snow mapping over eastern Canada from AVHRR and SSM/I data. *Remote Sensing*, 5 : 5463-5487.
DOI : 10.3390/rs5115463
- **Dugdale, S. J., Bergeron, N. E.** et **St-Hilaire, A.** (2013). Temporal variability of thermal refuges and water temperature patterns in an Atlantic salmon river. *Remote Sensing of Environment*, 136 : 358-373.
DOI : 10.1016/j.rse.2013.05.018
- **Lekina, A., Chebana, F.** et **Ouarda, T. B. M. J.** (2014). Weighted estimate of extreme quantile: an application to the estimation of high flood return periods. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28 : 147-165.
DOI : 10.1007/s00477-013-0705-2
- **Quellet, V., Secretan, Y., St-Hilaire, A.** et Morin, J. (2014). Daily averaged 2D water temperature model for the St. Lawrence river. *River Research and Applications*, 30 : 733-744.
DOI : 10.1002/rra.2664
- **Raymond, S., Mailhot, A., Talbot, G., Gagnon, P., Rousseau, A. N.** et Moatar, F. (2014). Load estimation method using distributions with covariates: A comparison with commonly used estimation methods. *Journal of the American Water Resources Association*, 50 : 791-804.
DOI : 10.1111/jawr.12147
- **Toumbou, B., Villeneuve, J. P., Beardsell, G.** et **Duchesne, S.** (2014). General model for water-distribution pipe breaks: Development, methodology and application to a small city in Quebec, Canada. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 5 : 04013006.
DOI : 10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000135

Une diversité de partenaires de recherche

- Agence spatiale canadienne
- Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)
- Centre de recherches pour le développement international (CRDI)
- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Environnement Canada
- Gouvernement du Québec (Développement durable, Environnement, Faune et Parcs; Ressources naturelles; Santé et Services sociaux; Transports)
- Ville de Québec



Assainissement et valorisation

2013-2014

Au Québec, 25 tonnes de matières résiduelles non dangereuses sont produites chaque minute; ces déchets ont un énorme potentiel de valorisation

Les défis auxquels est confrontée la société d'aujourd'hui en matière de récupération et de valorisation des déchets demandent une adaptation continue des méthodes et technologies utilisées.

Le Centre Eau Terre Environnement est un chef de file dans le développement de technologies environnementales. Ses chercheurs ont une vaste expérience du traitement et de la valorisation des boues d'épuration, d'effluents et de résidus contaminés. De plus, le Centre possède un parc d'équipements pilotes et d'instruments analytiques des plus complets et flexibles. Les procédés élaborés font régulièrement l'objet de brevets et de transferts technologiques vers les entreprises. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs fait également partie de la mission.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Des effluents polluants

Les effluents d'un centre de transfert et de décharge de déchets dangereux doivent de toute évidence être soumis à des traitements avancés de décontamination afin de protéger l'environnement. Ce traitement avancé peut être effectué à l'aide de procédés électrolytiques pour lesquels l'INRS possède l'expertise. Le projet de recherche comporte trois parties : la caractérisation des effluents afin d'identifier les polluants présents, le choix des électrodes les plus appropriées pour le traitement, et enfin, la conception, la mise à l'essai et l'optimisation de l'unité expérimentale de traitement.



Recycler plus, polluer moins

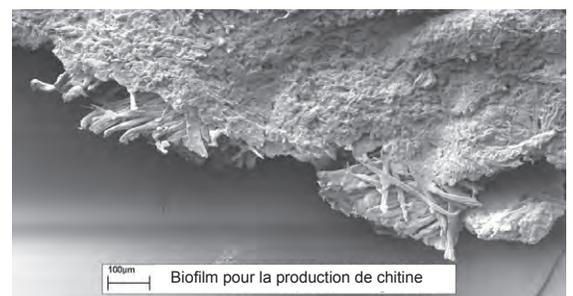
Actuellement, moins de 10 % des piles et des batteries jetées sont recyclées, le reste étant incinéré ou enfoui avec les déchets domestiques. Les procédés de recyclage des piles et batteries développés jusqu'à présent ne s'appliquent qu'à certains types spécifiques, ce qui nécessite leur triage avant traitement et limite leur recyclage. L'objectif du projet de recherche de l'INRS est de mettre au point une ou des filières de traitement combinant des procédés de séparation physique et hydrométallurgique afin de récupérer sélectivement les métaux présents dans les déchets non triés de piles (alcalines, salines et au lithium) et de batteries (rechargeables nickel-cadmium, nickel-hydrure métallique et lithium-ion).



Photo : Marc Robitaille

Valoriser les crustacés

Les biopolymères de chitosane ont de nombreuses applications dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires et agricoles. Ces biopolymères sont produits à partir de chitine extraite de coquilles de crustacés marins. Ce procédé réduit l'utilisation de produits chimiques, mais nécessite de l'eau douce. Soumise à des quotas d'eau douce, l'industrie cherche à la remplacer par de l'eau salée, cependant les sels réduisent l'efficacité de l'extraction. Deux types de procédés (chimique et enzymatique) sont utilisés avec de l'eau douce pour obtenir la chitine. Le projet de recherche de l'INRS est novateur parce qu'il propose de nouvelles technologies enzymatiques et combinées (enzymatique-chimique) utilisant l'eau de mer.



Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



ASSAINISSEMENT ET VALORISATION

Jean-François Blais | Décontamination et valorisation
jean-francois.blais@ete.inrs.ca

Patrick Drogui | Électrotechnologies d'assainissement
patrick.drogui@ete.inrs.ca

Guy Mercier | Décontamination et valorisation
guy.mercier@ete.inrs.ca



CHIMIE MINÉRALE ET ENVIRONNEMENTALE

Mario Bergeron | Chimie du silicium, du platine, chloruration
mario.bergeron@ete.inrs.ca

Normand Tassé* | Géochimie



BIOCONVERSION DE RÉSIDUS ET DE BIOMASSES

Satinder Kaur Brar | Biovalorisation et contaminants émergents
satinder.brar@ete.inrs.ca

Rajeshwar Dayal Tyagi | Bioprocédés
rd.tyagi@ete.inrs.ca

* retraite en cours d'année

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Coudert, L., Blais, J. F., Mercier, G.,** Cooper, P., Janin, A. et Gastonguay, L. (2014). Demonstration of the efficiency and robustness of an acid leaching process to remove metals from various CCA-treated wood samples. *Journal of Environmental Management*, 132 : 197-206.
DOI : 10.1016/j.jenvman.2013.11.028
- **Daghrir, R., Drogui, P., Tshibangu, J.,** Delegan, N. et El Khakani, M. A. (2014). Electrochemical treatment of domestic wastewater using boron-doped diamond and nanostructured amorphous carbon electrodes. *Environmental Science and Pollution Research*, 21 : 6578-6589.
DOI : 10.1007/s11356-014-2558-8
- **Das, R. K. et Brar, S. K.** (2014). Enhanced fumaric acid production from brewery wastewater and insight into the morphology of *Rhizopus oryzae* 1526. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 172 : 2974-2988.
DOI : 10.1007/s12010-014-0739-z
- **Lambert, A., Drogui, P., Daghrir, R., Zaviska, F.** et Benzaazoua, M. (2014). Removal of copper in leachate from mining residues using electrochemical technology. *Journal of Environmental Management*, 133 : 78-85.
DOI : 10.1016/j.jenvman.2013.11.036
- **Magdoui, S., Yan, S., Tyagi, R. D.** et Surampalli, R. Y. (2014). Heterotrophic microorganisms: A promising source for biodiesel production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44 : 416-453.
DOI : 10.1080/10643389.2012.728523
- **Mohapatra, D. P., Brar, S. K., Tyagi, R. D.,** Picard, P. et Surampalli, R. Y. (2014). Analysis and advanced oxidation treatment of a persistent pharmaceutical compound in wastewater and wastewater sludge-carbamazepine. *Science of the Total Environment*, 470-471 : 58-75.
DOI : 10.1016/j.scitotenv.2013.09.034
- **Veetil, D. P., Mercier, G., Blais, J. F. et Chartier, M.** (2014). Optimization of operating parameters for the selective flotation of heavy metals from contaminated fine sediment using response surface model. *Soil and Sediment Contamination : An International Journal*, 23 : 107-125.
DOI : 10.1080/15320383.2013.783556

Une diversité de partenaires de recherche

- CelluForce
- Centre technologique des résidus industriels (CTRI)
- Consortium de recherche et innovation en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ)
- NanoQuébec
- Office national de l'électricité et de l'eau (Maroc)
- Premier Tech
- Produits chimiques Magnus

Biogéochimie

2013-2014

La pollution de l'eau est un enjeu environnemental majeur

Les polluants qui entrent dans les écosystèmes aquatiques s'accumulent dans les sédiments et se concentrent dans les chaînes alimentaires. Pour s'attaquer à ce problème, il est essentiel de comprendre les processus qui contrôlent les échanges de polluants entre les sédiments, l'eau et les organismes vivants, ainsi que leurs effets sur les écosystèmes aquatiques.

Les chercheurs du Centre Eau Terre Environnement mènent des recherches concertées sur la dispersion des contaminants, l'assimilation et les effets des métaux chez les organismes aquatiques et la détection des changements environnementaux dans les écosystèmes grâce notamment à des organismes sentinelles. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et le transfert de connaissances et de technologies font partie de la mission du Centre.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Des étangs pas assez performants

Les étangs de stabilisation sont des bassins peu profonds dans lesquels on traite les eaux usées par des processus physiques, chimiques et biologiques. Il s'agit d'une méthode de traitement très répandue à travers le monde. La performance de ces étangs n'est cependant pas toujours optimale. Ce projet de recherche australien auquel participe un chercheur de l'INRS étudie les facteurs qui influencent l'efficacité du traitement dans ces étangs et les risques environnementaux liés à une faible performance. Ceux-ci incluent l'éclosion de fleurs d'eau de cyanobactéries et l'émission de gaz à effet de serre. C'est ce dernier aspect en particulier qui sera étudié à l'INRS.



Des mers plus corrosives

Les océans du globe s'acidifient en absorbant l'excès de CO₂ libéré par les activités humaines. Un projet de recherche interuniversitaire auquel participe un chercheur de l'INRS étudie ce phénomène dans le Saint-Laurent où le pH en profondeur a diminué depuis 75 ans. Cette acidification est associée à une diminution des teneurs en oxygène dissous résultant d'un changement de la circulation des eaux qui alimentent le golfe et l'estuaire et d'une augmentation de la concentration du CO₂ issu de la dégradation de la matière organique. L'ampleur de l'actuelle acidification en profondeur du Saint-Laurent est du même ordre que celle prévue pour les océans d'ici la fin du siècle.



Des poissons perturbés

Les effluents municipaux sont d'importantes sources de contamination et de toxicité pour les écosystèmes aquatiques. Leurs effets comme perturbateurs endocriniens sont connus. Ces effets peuvent nuire à la maturation sexuelle, à la compétence immunitaire et à la reproduction des organismes aquatiques. Des chercheurs de l'INRS participent à un projet du Réseau canadien de l'eau visant à déterminer la présence et les effets de contaminants à potentiel de perturbation endocrinienne sur des poissons en laboratoire et sur le terrain, dans le Saint-Laurent. Différents secteurs du fleuve qui reçoivent des effluents plus ou moins contaminés seront comparés.



Photo : US Department of Agriculture

Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



ÉCOTOXICOLOGIE AQUATIQUE

Peter G. C. Campbell | Contaminants métalliques
pgc.campbell@ete.inrs.ca

Patrice Couture | Effets sur les poissons
patrice.couture@ete.inrs.ca

Paul Drevnick* | Contamination par le mercure

Claude Fortin | Contaminants métalliques
claudio.fortin@ete.inrs.ca

Landis Hare | Effets sur les invertébrés
landis.hare@ete.inrs.ca



GÉOCHIMIE ENVIRONNEMENTALE

Charles Gobeil | Contamination aquatique
charles.gobeil@ete.inrs.ca

Pierre Lafrance | Contaminants organiques
pierre.lafrance@ete.inrs.ca



LIMNOLOGIE

Isabelle Laurion | Écologie et bio-optique
isabelle.laurion@ete.inrs.ca



OCÉANOGRAPHIE

Yves Gratton | Océanographie physique
yves.gratton@ete.inrs.ca

* départ en cours d'année

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Jautzy, J.**, Ahad, J. M. E., **Gobeil, C.** et Savard, M. M. (2013). Century-long source apportionment of PAHs in Athabasca oil sands region lakes using diagnostic ratios and compound-specific carbon isotope signatures. *Environmental Science and Technology*, 47 : 6155-6163.
DOI : 10.1021/es400642e
- **Lafrance, P.** et **Caron, E.** (2013). Impact of recent manure applications on natural estrogen concentrations in streams near agricultural fields. *Environmental Research*, 126 : 208-210.
DOI : 10.1016/j.envres.2013.05.008
- **Lavoie, M.**, **Campbell, P. G. C.** et **Fortin, C.** (2014). Predicting cadmium accumulation and toxicity in a green alga in the presence of varying essential element concentrations using a biotic ligand model. *Environmental Science and Technology*, 48 : 1222-1229.
DOI : 10.1021/es402630z
- Mundy, C. J., Gosselin, M., **Gratton, Y.**, Brown, K., Galindo, V., Campbell, K., Levasseur, M., Barber, D., Papakyriakou, T. et Bélanger, S. (2014). Role of environmental factors on phytoplankton bloom initiation under landfast sea ice in Resolute Passage, Canada. *Marine Ecology Progress Series*, 497 : 39-49.
DOI : 10.3354/meps10587
- **Ouellet, V.**, **Pierron, F.**, Mingelbier, M., Fournier M., Fournier M. et **Couture, P.** (2013). Thermal stress effects on gene expression and phagocytosis in the common carp (*Cyprinus carpio*): A better understanding of the summer 2001 St. Lawrence River fish kill. *The Open Fish Science Journal*, 6 : 99-106.
DOI : 10.2174/1874401X01306010099
- **Proulx, I.** et **Hare, L.** (2014). Differences in feeding behaviour among *Chironomus* species revealed by measurements of sulphur stable isotopes and cadmium in larvae. *Freshwater Biology*, 59 : 73-86.
DOI : 10.1111/fwb.12247
- **Sánchez-Marín, P.**, **Fortin, C.** et **Campbell, P. G. C.** (2014). Lead (Pb) and copper (Cu) share a common uptake transporter in the unicellular alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *BioMetals*, 27 : 173-181.
DOI : 10.1007/s10534-013-9699-y

Une diversité de partenaires de recherche

- Affaires autochtones et Développement du Nord Canada
- Australian Research Council
- Commission de la capitale nationale - Ottawa
- Environnement Canada
- Réseau ArcticNet
- Société des établissements de plein air du Québec (SÉPAQ)
- Ville de Lévis

Géosciences

2013-2014

Gaz de schiste, eau souterraine, exploitation minière, érosion des côtes : les géosciences sont très présentes dans l'actualité au Québec

La forte demande pour les ressources minérales, pétrolières et gazières, la gestion durable des eaux souterraines, les risques environnementaux liés aux processus géologiques et l'impact des changements climatiques sont autant de problématiques auxquelles les chercheurs tentent de répondre.

Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) résulte d'une entente de partenariat unique au Canada entre un établissement universitaire, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, et un organisme du gouvernement fédéral, le bureau de Québec de la Commission géologique du Canada (une division de Ressources naturelles Canada). Cette collaboration a permis de constituer l'un des plus importants regroupements multidisciplinaires de recherche en géosciences au pays. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et le transfert de connaissances font partie de la mission du CGQ.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Des archives climatiques dans les lacs

Dans le fond de certains lacs, les sédiments s'accumulent en fines couches annuelles nommées varves. L'étude de ces archives naturelles uniques permet de reconstruire la variabilité interannuelle du climat et ainsi de mieux appréhender la variabilité et les extrêmes hydro-climatiques d'une région. Quatre lacs profonds de la Côte-Nord ayant un fort potentiel de préservation de varves sont étudiés dans le cadre d'un projet de recherche interuniversitaire dont fait partie l'INRS. Les travaux de terrain incluent la cartographie des bassins lacustres et le carottage de sédiments. Les carottes sont analysées en laboratoire.



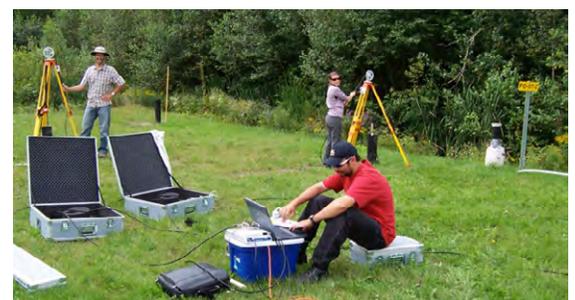
Des côtes menacées d'érosion

L'érosion côtière est une préoccupation grandissante au Québec comme ailleurs en raison des changements climatiques. L'INRS s'est doté d'un canal hydraulique de grande dimension dans lequel on peut simuler la houle, les marées et les courants. Un des projets de recherche mettant à profit cet équipement vise à modéliser l'impact des vagues sur un mur vertical en soumettant celui-ci à des vagues de différentes hauteurs plus ou moins rapprochées. Un enrochement peut également être ajouté devant le mur pour évaluer son efficacité. Les résultats de cette étude pourront servir entre autres à concevoir de meilleurs systèmes de protection des routes côtières.



Une nouvelle chaire en géosciences

L'étape de la modélisation géologique est reconnue comme étant le maillon faible dans l'estimation et la gestion des ressources du sous-sol. Une nouvelle chaire de recherche à l'INRS propose d'améliorer la justesse des modèles géologiques en 3D et d'évaluer leur incertitude en utilisant une approche d'intégration statistique de données de sources multiples (géophysiques et géologiques). Le but est de mieux estimer les variables géologiques de sites ayant un intérêt environnemental ou économique. Ce type de recherche est essentielle au Québec dans le contexte actuel de développement minier, d'exploration pétrolière et gazière et de programme de caractérisation des aquifères.



Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



ENVIRONNEMENTS GÉOLOGIQUES ET RESSOURCES NATURELLES

Lyal Harris | Géologie structurale et géophysique
lyal.harris@ete.inrs.ca

Michel Malo | Géologie structurale
michel.malo@ete.inrs.ca

Marc Richer-Lafèche | Géosciences appliquées
marc.richer-lafèche@ete.inrs.ca

Pierre-Simon Ross | Volcanologie et géologie économique
pierre-simon.ross@ete.inrs.ca



GÉOPHYSIQUE

Bernard Giroux | Géophysique appliquée
bernard.giroux@ete.inrs.ca

Erwan Gloaguen | Géophysique et géostatistique
erwan.gloaguen@ete.inrs.ca



HYDROGÉOLOGIE

René Lefebvre | Ressources en eaux souterraines
rene.lefebvre@ete.inrs.ca

Richard Martel | Contamination des eaux souterraines
richard.martel@ete.inrs.ca

Claudio Paniconi | Modélisation hydrogéologique
claudio.paniconi@ete.inrs.ca



PALÉOENVIRONNEMENTS

Yves Bégin | Dendroécologie
yves.begin@ete.inrs.ca

Pierre Francus | Limnécologie
pierre.francus@ete.inrs.ca



SCIENCES CÔTIÈRES ET MARINES

Jannette B. Frandsen | Dynamique des fluides
jannette.frandsen@ete.inrs.ca

Bernard Long* | Sédimentologie marine

* retraite en cours d'année

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Claprod, M., Gloaguen, E., Sauvageau, M., Giroux, B. et Malo, M.** (2013). Stochastic seismic inversion to reduce the bias in simulated porosity field for CO₂ injection in the Saint-Flavien reservoir, Québec, Canada. *First Break*, 31 : 45-52. DOI : 10.3997/1365-2397.2013024
- **Drolet, J. P., Martel, R.**, Poulin, P. et Dessau, J. C. (2014). Methodology developed to make the Quebec indoor radon potential map. *Science of The Total Environment*, 473-474 : 372-380. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2013.12.039
- **Dufréchu, G., Harris, L. B.** et Corriveau, L. (2014) Tectonic reactivation of transverse basement structures in the Grenville orogen of SW Quebec, Canada: insights from potential field data. *Precambrian Research*, 241 : 61-84. DOI : 10.1016/j.precamres.2013.11.014
- **Francus, P.**, von Suchodoletz, H., Dietze, M., Donner, R. V., **Bouchard, F.**, Roy, A. J., Fagot, M., Verschuren, D. et Kröpelin, S. (2013). Varved sediments of Lake Yoa (Ounianga Kebir, Chad) reveal progressive drying of the Sahara during the last 6100 years. *Sedimentology*, 60 : 911-934. DOI : 10.1111/j.1365-3091.2012.01370.x
- Gennaretti, F., Arseneault, D. et **Bégin, Y.** (2014). Millennial stocks and fluxes of large woody debris in lakes of the North American taiga. *Journal of Ecology*, 102 : 367-380. DOI : 10.1111/1365-2745.12198
- **Konstantinovskaya, E.**, Rutqvist, J. et **Malo, M.** (2014). CO₂ storage and potential fault instability in the St. Lawrence Lowlands sedimentary basin (Quebec, Canada): Insights from coupled reservoir-geomechanical modeling. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 22 : 88-110. DOI : 10.1016/j.ijggc.2013.12.008
- **Lahmira, B.** et **Lefebvre, R.** (2014). Numerical modelling of transfer processes in a waste rock pile undergoing the temporal evolution of its heterogeneous material properties. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, EN LIGNE. DOI : 10.1080/17480930.2014.889362
- Niu, G. Y., **Paniconi, C.**, Troch, P. A., Scott, R. L., Durcik, M., Zeng, X., Huxman, T. et Goodrich, D. C. (2014). An integrated modelling framework of catchment-scale ecohydrological processes: 1. Model description and tests over an energy-limited watershed. *Ecohydrology*, 7 : 427-439. DOI : 10.1002/eco.1362
- **Rogers, R., Ross, P.-S.**, Goutier, J. et Mercier-Langevin, P. (2014). Using physical volcanology, chemical stratigraphy, and pyrite geochemistry for volcanogenic massive sulfide exploration: an example from the Blake River Group, Abitibi Greenstone Belt. *Economic Geology*, 109 : 61-88. DOI : 10.2113/econgeo.109.1.61

Une diversité de partenaires de recherche

- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Défense; Ressources naturelles)
- Gouvernement du Québec (Développement durable, Environnement, Faune et Parcs; Ressources naturelles; Sécurité publique; Transports)
- Hydro-Québec
- IAMGOLD
- TechnoRem
- Orbite Aluminae
- Ville de Québec

Projets de recherche des professeurs-chercheurs, leurs équipes et collaborateurs

HYDROLOGIE

Hydraulique environnementale

Normand Bergeron

- Analyse à l'échelle de la rivière des relations poisson-habitat
- Analyse d'une mosaïque d'images satellitaires couvrant le système hydrographique des rivières Koksoak-Mélèze-Duguay-Delay au Nunavik
- Imagerie aérienne de la rivière Restigouche
- Impact du réseau routier forestier sur la fragmentation de l'habitat du saumon atlantique (*Salmo salar*) des rivières gaspésiennes (autre équipe INRS impliquée : André St-Hilaire)
- Quantification et qualification des impacts des enrochements dans les cours d'eau sur les habitats aquatiques dans le cadre de projets d'infrastructures routières

Normand Bergeron et André St-Hilaire

- [Hydronet](#) : un réseau canadien de recherche pour la promotion du développement durable de l'hydroélectricité et de la santé des écosystèmes aquatiques

Yves Secretan

- Appui au ministère des Transports du Québec pour la réalisation d'une étude hydraulique et pour le développement d'une expertise en modélisation 2D
- Développement et amélioration du système de modélisation hydrodynamique du Saint-Laurent
- Modélisation de l'hydrodynamique dans le secteur du pont de l'île d'Orléans en vue de modéliser l'habitat des poissons
- Modélisation échohydraulique de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent

André St-Hilaire

- Analyse comparative des méthodes de nettoyage des bassins de sédimentation pour l'industrie de la tourbe horticole
- Établissement d'un réseau de suivi de la température de l'eau dans les rivières à saumon (autre équipe INRS impliquée : Normand Bergeron)
- Étude des impacts du possible démantèlement du barrage Mactaquac sur le régime thermique du fleuve St-Jean ([Canadian Rivers Institute](#))
- Sélection d'une méthode d'échantillonnage des concentrations de sédiments de l'eau de drainage pour l'industrie de la tourbe horticole
- Vers un cadre de suivi régional pour l'évaluation des impacts cumulatifs dans le détroit de Northumberland : relations entre l'utilisation du sol, les charges d'éléments nutritifs et sédimentaires et l'intégrité biologique près des côtes ([Réseau canadien de l'eau](#))

Hydrologie des bassins versants et télédétection

Monique Bernier

- Atlas interactif sur la probabilité de l'aléa glace à l'échelle des infrastructures maritimes et côtières dans un contexte de changements climatiques
- Développement d'outils pour l'utilisation de la polarimétrie radar comme source d'information en hydrologie/glaciologie
- Développement d'un algorithme SMAP de suivi du gel/dégel du sol adapté à la toundra canadienne
- Permafrost and climate change in Northern Coastal Canada: Impacts and adaptations for communities ([Réseau ArcticNet](#))
- [Projet Avativut : la science au Nunavik](#) : un apprentissage des élèves du secondaire en lien avec leur territoire – implantation de situations d'apprentissage et d'évaluation liées au suivi de la glace côtière
- Suivi du front du couvert de glace sur la rivière de la Paix dans le nord de l'Alberta

Karem Chokmani

- Développement d'approches stochastiques de suivi spatiotemporel du couvert nival à l'aide des données de télédétection
- Développement d'une méthodologie d'estimation du débit en rivière dans les sites non jaugés à l'aide de l'imagerie RADARSAT dans l'est du Canada (autres équipes INRS impliquées : Monique Bernier et André St-Hilaire)
- Dynamique spatiotemporelle des fleurs d'eau d'algues et de cyanobactéries dans les écosystèmes lacustres du sud du Québec : utilisation des propriétés optiques *in vivo*, de l'imagerie satellitaire et de la modélisation stochastique (autre équipe INRS impliquée : Isabelle Laurion)
- Traitement de données hyperspectrales reliées au statut azoté de la pomme de terre
- Traduction du modèle Soil Temperature and Moisture Model (STM²)

Alain Rousseau

- Adaptation des outils PHYSITEL/HYDROTEL au milieu boréal québécois : modélisation des processus hydrologiques et analyses de sensibilité, d'identifiabilité et d'incertitudes (autres équipes INRS impliquées : Alain Mailhot et André St-Hilaire)
- Développement d'outils de modélisation hydrologique distribuée pour appuyer le développement durable et l'adaptation aux changements climatiques
- Développement d'un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation de précision dans les cultures maraîchères en sols organiques
- Évaluation des apports des rivières Lorette et Duberger à la contamination bactériologique de la rivière Saint-Charles
- Impact des changements climatiques sur le risque de contamination de l'eau par les produits phytosanitaires (autre professeur INRS impliqué : Pierre Lafrance)
- Ressources et approvisionnement en eau – étude et modélisation de processus hydrométéorologiques en appui à la gestion de la ressource

- Valorisation sous forme d'articles scientifiques de travaux réalisés en collaboration avec Ouranos

Jean-Pierre Villeneuve

- Gestion intégrée du bassin de la rivière Cau (Vietnam)

Hydrologie statistique et climatologie

Fateh Chebana

- Adaptation des modèles hydrologiques d'analyse régionale des crues (ARC-Québec) et des étiages (ARIDE) au Québec (autre équipe INRS impliquée : Taha B. M. J. Ouarda)
- Développement d'un indice de rigueur hivernale pour le Québec
- Études appliquées à la relation maladies cardiovasculaires-météorologie/climat au Québec (autre équipe INRS impliquée : Taha B. M. J. Ouarda)
- Méthodes statistiques flexibles et optimales pour l'analyse fréquentielle régionale des variables hydrologiques
- Modélisation et prévision hydrologique avec des approches fonctionnelles, les cas du Québec et de la France (autre équipe INRS impliquée : Taha B. M. J. Ouarda)

Taha B. M. J. Ouarda

- Faire face aux changements ensemble (FACE) : mieux s'adapter aux changements climatiques au Canada et en Afrique de l'Ouest dans le domaine des ressources en eau

Alain Rousseau

- Calcul de la précipitation maximale probable et de la crue maximale probable sous des conditions climatiques changeantes : évaluation de la sécurité des barrages en fonction du changement climatique

André St-Hilaire

- Développement de modèles pour les prévisions d'ensemble de la température de l'eau en rivière
- Développement et adaptation d'un outil multimodule de prévision hydrologique et thermique dans un contexte d'assimilation de données (autre équipe INRS impliquée : Fateh Chebana)
- Impacts des changements climatiques sur les apports en eau au système Grands Lacs/Saint-Laurent (autre équipe INRS impliquée : Fateh Chebana)

Hydrologie urbaine et changements climatiques

Sophie Duchesne

- Évaluation des avantages et inconvénients de la séparation des réseaux d'égout unitaires
- Gestion optimale des réseaux de distribution d'eau potable

Alain Mailhot

- Analyse de la corrélation entre fréquence des surverses et pluviométrie
- Développement d'indices caractérisant l'influence de l'opération des barrages sur les observations faites aux stations hydrométriques
- Mise à jour de certains paramètres du Manuel de conception des ponceaux et recommandations sur les majorations à utiliser pour le calcul de l'intensité des précipitations futures

- Structures spatiotemporelles des précipitations en climat historique et futur – applications en gestion du risque et en conception hydraulique
- Valeur scientifique et opérationnelle de jeux alternatifs de données en science hydrologique

ASSAINISSEMENT ET VALORISATION

Assainissement et valorisation

Jean-François Blais

- Développement, optimisation et évaluation technico-économique de filières avancées de valorisation des déchets mixtes non triés de piles et de batteries
- État de l'art en matière d'analyse des cyanobactéries et des cyanotoxines (autres équipes INRS impliquées : Guy Mercier et Isabelle Laurion)
- Traitement et réutilisation des effluents de décontamination de matrices polluées par des métaux et des composés organiques toxiques

Autre équipe INRS impliquée dans les projets suivants : Guy Mercier

- Avenues possibles de valorisation des membranes de revêtements
- Couplage de la dénitrification autotrophe sur soufre aux systèmes de traitement biologique des eaux usées domestiques applicables au secteur de l'assainissement décentralisé
- Décontamination de sols pollués par le pentachlorophénol, les dioxines et furanes, l'arsenic, le cuivre et le chrome
- Devenir et valorisation des sous-produits d'élimination des éléments nutritifs lors de l'épuration décentralisée des eaux usées domestiques
- Immobilisation et récupération des métaux dans les mélanges réactifs ayant servi dans des biofiltres utilisés pour traiter le drainage minier contaminé
- Ocre ferreuse : diagnostic, caractérisation et prévention du colmatage
- Traitement passif d'eaux contaminées par l'industrie minière en climat froid : amélioration de l'extraction des métaux d'eaux froides à l'aide de procédés biologiques-chimiques dans des bioréacteurs anaérobies à lit fixe
- Valorisation de copeaux de bois provenant de la décontamination de déchets de bois traité pour la fabrication de panneaux particules

Patrick Drogui

- Bioréacteur à membrane adapté au traitement des micropolluants réfractaires
- Biotraitement à membrane adapté au traitement de micropolluants à fortes et faibles charges organiques
- Conception et vulgarisation d'un prototype portatif et mobile de traitement d'eau de consommation pour une utilisation en milieu rural
- Consultant pour le développement et l'adaptation des électrotechnologies dans le traitement des eaux usées sur le marché chinois
- Développement de procédés avancés de dépollution électrolytique des eaux résiduaires adaptés à l'assainissement non collectif
- Développement de procédés électrophotocatalytiques innovants utilisant des électrodes nanostructurées pour l'élimination des polluants émergents des eaux

- Développement d'une filière électrolytique pour la production de sulfate ferrique à partir de sulfate ferreux heptahydraté
- Développement d'une technologie innovante de production de biohydrogène et de molécules plateformes par électrosynthèse microbienne (autres équipes INRS impliquées : Satinder Kaur Brar et Rashewar Dayal Tyagi)
- Élaboration de photoanodes nanostructurées pour le développement de procédés électrophotocatalytiques destinés au traitement des eaux industrielles
- Étude comparative des coûts de traitement d'eau potable en fonction de la source d'approvisionnement en eau brute
- Traitement avancé de dépollution électrolytique des eaux résiduaires issues de centres de transfert et de décharge de déchets dangereux
- Traitements avancés de dépollution électrolytique des eaux et effluents industriels
- Traitement de décarbonatation et de désinfection simultanée des eaux de tours de refroidissement

Guy Mercier

- Traitement de sols contaminés par des métaux et des composés organiques toxiques et valorisation de résidus industriels

Autre équipe INRS impliquée dans les projets suivants : Jean-François Blais

- Applicabilité du procédé de carbonatation minérale pour le piégeage du CO₂ des émissions industrielles des exploitations de minerai de fer et d'autres industries minières
- Carbonate production by sequestration of industrial CO₂: Revalorization of mine and industrial waste ([Réseau Carbon Management Canada](#))
- Nouveau mode de gestion des déchets putrescibles
- Traitement de sols pollués par des métaux et des composés organiques toxiques et nouveau procédé de traitement des concentrés de polluants organiques
- Valorisation des résidus de sidérurgie pour leur valeur en métaux primaires et secondaires

Bioconversion de résidus et de biomasses

Satinder Kaur Brar

- Développement d'alternatives à l'ajout des nitrites et des nitrates dans les produits carnés
- Devenir des composés pharmaceutiques durant la valorisation des boues d'épuration municipales en bioproduits
- Étude de la pyrolyse des Pyro-Blok™ et analyse stœchiométrique des émissions
- Nouveaux micro et nanosystèmes de type « biochar-enzymes » pour dégrader efficacement les composés pharmaceutiques actifs présents dans les eaux usées et l'eau potable
- Nouvelle approche pour obtenir des produits biochimiques de grande valeur tout en retirant les contaminants émergents de biomasses résiduelles à l'aide de réacteurs à biofilm
- Nouveau procédé environnemental d'extraction de chitine de résidus de crustacés en utilisant de l'eau de mer
- Production efficace de biobutanol comme biocarburant en utilisant des déchets de l'industrie agroalimentaire
- Nanoparticules enduites de surfactant pour la séparation des sucres d'un acide

- Valorisation des déchets agro-industriels par la bioconversion en produits à valeur ajoutée comme des enzymes et des produits chimiques

Rajeshwar Dayal Tyagi

- Chaire de recherche du Canada en bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée
- Étude de couverture des bassins anaérobies pour deux stations d'épuration des eaux usées de type lagunage
- Production de lipides pour la conversion en biodiésel grâce à de nouveaux microorganismes isolés dans les eaux usées en utilisant des boues d'épuration comme matière première
- Production de lipides pour la conversion en biodiésel à partir de glycérol brut en utilisant de nouveaux microorganismes isolés
- Teneur en lipides produits lors de la fermentation d'une solution préparée avec du glycérol et un microorganisme isolé

Chimie minérale et environnementale

Mario Bergeon

- Détermination des démarches techniques les plus propices au développement du procédé de récupération des métaux du groupe platine
- Nouveau procédé de production de SiCl₄ et de GeCl₄ à partir de silicium et de résidus de fibres optiques
- Nouveau procédé de production de terres rares du groupe du cérium

BIOGÉOCHIMIE AQUATIQUE

Écotoxicologie aquatique

Peter G. C. Campbell

Autres équipes INRS impliquées dans les projets suivants : Patrice Couture, Claude Fortin et Landis Hare

- Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux
- Spéciation, géochimie et écotoxicologie des éléments traces métalliques dans le milieu aquatique

Patrice Couture

- Accumulation et effets chez les poissons de mélanges complexes de métaux
- Effets combinés d'agents stressants naturels et anthropiques sur la physiologie des poissons
- Endocrine disruption of emerging compounds in municipal wastewaters-impacts to wildfish in the St. Lawrence River ([Réseau canadien de l'eau](#))
- Impacts de la contamination de l'habitat sur la santé de populations d'anguilles américaines et européennes en déclin (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell)

Paul Drevnick

- Étude de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus oquassa*) et de la qualité de son habitat en lac
- Influence du réchauffement climatique sur la dynamique du mercure dans les lacs arctiques

- Méthylmercure chez les poissons : comprendre ses effets et cibler des approches afin de réduire l'exposition des poissons à ce contaminant

Claude Fortin

- Chaire de recherche du Canada en biogéochimie des éléments traces
- De l'échelle du mésocosme à celle du Nunavik : développement d'un bio-indicateur pour le suivi de la contamination métallique en région minière
- Identification des diatomées du cercle de feu
- Impact des facteurs environnementaux sur la biodisponibilité d'éléments traces en milieu aquatique
- Variabilité interannuelle dans l'intégrité biologique de cours d'eau du parc de la Gatineau à l'aide de l'indice diatomées de l'est du Canada

Autre équipe INRS impliquée dans les projets suivants : Peter G. C. Campbell

- BIOMET: biodisponibilité, toxicité, mobilité et modélisation de métaux pour lesquels ces données sont peu ou pas disponibles
- Développement durable de l'industrie minière au Québec : évaluation des risques pour les métaux émergents
- Métaux dans l'environnement : atténuer le risque pour l'environnement et favoriser le développement durable
- Suivi des nanomatériaux à base d'argent dans les écosystèmes aquatiques

Landis Hare

- Évaluer l'exposition aux métaux traces dans l'environnement à l'aide d'organismes aquatiques

Géochimie environnementale

Charles Gobeil

- Cycles du carbone et des éléments traces dans les sédiments des lacs boréaux
- Retombée atmosphérique et transport réactif de contaminants en milieu aquatique (autres équipes INRS impliquées : Paul Drevnick et André Tessier)

Pierre Lafrance

- Évaluation de l'efficacité de pratiques de gestion bénéfiques (PGB) mises en place dans le bassin hydrographique agricole de la rivière Bras d'Henri
- Transport de pesticides vers les hydrosystèmes et prévention des impacts environnementaux

Limnologie

Isabelle Laurion

- Approche par bassin versant pour caractériser les causes de dégradation de la qualité de l'eau du lac Baie d'Or (autres équipes INRS impliquées : Karem Chokmani et Sophie Duchesne)
- Dynamique microbienne en milieu aquatique : influence du régime thermique et lumineux
- Freshwater resources of the Eastern Canadian Arctic: Quantity, quality and indicators of ecological change ([Réseau ArticNet](#))

- Performance des étangs de stabilisation des eaux usées : facteurs de contrôle, nouveaux indicateurs de performance et évaluation des risques

Océanographie

Yves Gratton

- Acidification du Saint-Laurent : biogéochimie, plancton et climat
- Étude des processus physiques de la méso-échelle et de leurs impacts sur la biogéochimie des océans
- Marine biological hotspots: Ecosystem services and susceptibility to climate change ([Réseau ArticNet](#))

GÉOSCIENCES

Environnements géologiques et ressources naturelles

Lyal Harris

- Évolution structurale et tectonique de la sous-province de l'Abitibi (chercheur CGC-QC impliqué : Jean Bédard; collaboration : M. Jébrak, UQAM)
- Géochronologie des corridors magmatiques hydrothermaux fini-Archéens du Québec (collaboration : M. Jébrak, UQAM)
- Interprétation de données géophysiques et structurales, île Victoria (chercheur CGC-QC impliqué : Jean Bédard)
- Modélisation physique en centrifugeuse de la réactivation des structures du socle dans les chaînes de collision (collaboration : L. Godin, Queen's)
- Nouveaux modèles pour l'évolution des ceintures de granites-roches vertes archéennes sans la tectonique des plaques – comparaisons avec Venus (chercheur CGC-QC impliqué : Jean Bédard)
- Rôle des structures de la croûte profonde et du manteau supérieur sur l'évolution tectonique, la localisation de la minéralisation, la mise en place des kimberlites et les séismes : interprétations géophysiques (Canada, États-Unis, Australie, Inde, chaîne himalayenne) (collaboration : L. Godin, Queen's et G. Dufrechou, France)
- Structure et évolution tectonique de la province de Grenville, Québec et État de New York (chercheuse CGC-QC impliquée : Louise Corriveau)

Michel Malo

- [Chaire de recherche sur la séquestration géologique du CO₂](#) (autres équipes INRS impliquées : Bernard Giroux, Erwan Gloaguen, René Lefebvre et Normand Tassé; chercheurs CGC-QC impliqués : Mathieu J. Duchesne et Denis Lavoie)
- Étude du gisement Westwood, Abitibi (chercheurs CGC-QC impliqués : Benoît Dubé et Patrick Mercier-Langevin)
- Géochimie des hydrocarbures gazeux – région de Saint-Édouard (chercheurs CGC-QC impliqués : Denis Lavoie et Christine Rivard)
- Gisement d'or de Roberto, Baie-James (chercheur CGC-QC impliqué : Benoît Dubé)
- Gîte d'or Wabamisk, Baie-James (chercheur CGC-QC impliqué : Benoît Dubé)
- Paramètres de fertilité aurifère des failles majeures dans la province du Supérieur (chercheurs responsables à la CGC-QC : Benoît Dubé et Patrick Mercier-Langevin)

- Potentiel de la géothermie profonde au Québec (autres équipes INRS impliquées : Bernard Giroux, Erwan Gloaguen, Lyal Harris, René Lefebvre, Richard Martel et Marc Richer-Laflièche; chercheur CGC-QC impliqué: Mathieu J. Duchesne)
- Potentiel en hydrocarbures des bassins de la baie d'Hudson et de Foxe – Synthèse de la maturation thermique (chercheur responsable à la CGC-QC : Denis Lavoie)
- Reconnaissance optimale des environnements aurifères à l'intérieur de formations de fer rubanées (chercheurs responsables à la CGC-QC : Sébastien Castonguay et Benoît Dubé)
- Systèmes liés aux intrusions dans les terrains anciens : potentielle source aurifère non reconnue (chercheurs responsables à la CGC-QC : Benoît Dubé et Patrick Mercier-Langevin)

Marc Richer-Laflièche

- Étude audiomagnétotellurique et réinterprétation des données géophysiques hélicoptérées VTEM du secteur du gîte de sulfures massifs polymétalliques de Champagne (Bellechasse)
- Étude du potentiel minéral de la région de Belleterre (Témiscamingue) – Phase II : étude gravimétrique
- Imagerie géoélectrique et levé audiomagnétotellurique dans la région de St-Damase : apports de la géophysique à l'évaluation du potentiel en argilites alumineuses
- Intégration de la géochimie des sols forestiers, de la géologie et des données géophysiques aéroportées de la région du lac Ewart (Baie-James) : évaluation du potentiel en minéralisations aurifères orogéniques et en minéralisations porphyriques (Cu, Mo, Au)

Pierre-Simon Ross

- Analyse multiparamètre à haute résolution de carottes de forage dans la région de Chibougamau
- Architecture volcanique de la formation de Waconichi, région de Chibougamau, sous-province de l'Abitibi – Implications pour la compréhension et l'exploration des sulfures massifs volcanogènes (chercheur CGC-QC impliqué : Patrick Mercier-Langevin)
- Géochimie des roches volcaniques du groupe de Blake River (chercheur CGC-QC impliqué : Patrick Mercier-Langevin)
- Géologie du gisement Lalor, Manitoba (chercheurs CGC-QC impliqués : Patrick Mercier-Langevin et Benoît Dubé)

Géophysique

Bernard Giroux

- Développement de modules de traitement et d'interprétation des données de suivi électromagnétique de réservoirs pétroliers pour intégration dans un logiciel
- Étude de détection sismique et acoustique pour la discrimination des ordres de réaction de détonation
- Étude géophysique des aquifères profonds dans une perspective de gestion des ressources énergétiques
- Exploration des ressources géothermiques profondes au Québec
- New approach to quantitative CO₂ injection monitoring with geo-electrical methods ([Réseau Carbon Management Canada](#))

Erwan Gloaguen

- Caractérisation de l'hétérogénéité spatiale des paramètres hydrauliques des aquifères par intégration géostatistique de données hydrologiques et géophysiques (autre équipe INRS impliquée : Bernard Giroux)
- Chaire de recherche du Canada en assimilation de données géophysiques et géologiques pour la modélisation stochastique géologique
- Intégration géostatistique de mesures géophysiques et hydrogéologiques en forages pour la caractérisation des aquifères à l'échelle locale et régionale
- Traitement de données sismiques haute résolution de faibles profondeurs

Hydrogéologie

René Lefebvre

- Analyses des n-alcane, gaz rares et de leurs isotopes dans les aquifères des basses-terres du Saint-Laurent : indicateurs de la migration des fluides reliés aux gaz de shale
- Caractérisation et modélisation de l'hétérogénéité dans les systèmes aquifères locaux et régionaux
- Compréhension de la contamination potentielle des eaux souterraines en lien avec l'exploitation du gaz de schiste, bassin du Saint-Laurent, Québec
- Contexte hydrogéologique du secteur Haldimand à Gaspé (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen; chercheur CGC-QC impliqué : Jason Ahad)
- Projet de connaissances sur les eaux souterraines en Chaudière-Appalaches (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen; chercheur CGC-QC impliqué : Michel Parent)
- Soutien scientifique à la préparation du modèle conceptuel de l'aquifère Milk River (chercheur CGC-QC impliqué : Alfonso Rivera)

Richard Martel

- Analyse environnementale avec un instrument Raman portable sur un site d'échantillonnage : mesure des matériaux énergétiques dans les eaux souterraines
- Cartographie de la potentialité d'émission de radon au Québec
- Cartographie des grottes de l'arrondissement Beauport à partir de méthodes quantitatives en sciences de la terre (autres équipes INRS impliquées : Monique Bernier et Erwan Gloaguen; chercheurs de la CGC-QC impliqués : Denis Lavoie et Michel Parent)
- Devenir environnemental des matériaux énergétiques
- Étude de synthèse du suivi de l'eau souterraine à l'ancienne centrale thermique de Cap-aux-Meules aux Îles-de-la-Madeleine
- Optimisation du balayage par des solutions tensioactives lors de l'application d'un train de technologies pour la réhabilitation de contaminations organiques en sols hétérogènes (autre équipe INRS impliquée : René Lefebvre)
- Réhabilitation/gestion des sols contaminés par des résidus de munitions dans les secteurs d'entraînement des bases militaires canadiennes
- Étude de la surexploitation de l'eau souterraine et de la subsidence dans le bassin Lerma-Santiago-Pacífico (chercheur de la CGC-QC impliqué : Alfonso Rivera)

- Travaux de recherche pour l'amélioration des connaissances sur les performances de captage et de rétrolavage de la prise d'eau sous-fluviale de la Ville de Beaupré (autres équipes INRS impliquées : René Lefebvre et Claudio Paniconi)

Claudio Paniconi

- CLIMB : approches intégrées pour la réduction des incertitudes dans les analyses des impacts du changement climatique sur la ressource en eau (autres équipes INRS impliquées : Monique Bernier, Karem Chokmani et Taha B. M. J. Ouarda)
- Modélisation physique intégrée des processus hydrologiques se produisant à l'échelle de la pente et du bassin versant

Paléoenvironnements

Yves Bégin

- [ARCHIVES](#) : analyse rétrospective des conditions hydroclimatiques à l'aide des indicateurs de leur variabilité à l'échelle séculaire (autre équipe INRS impliquée : Pierre Francus; chercheurs CGC-QC impliqués : Christian Bégin et Martine Savard)
- Freshwater resources of the Eastern Canadian Arctic ([Réseau ArticNet](#))
- Tendances séculaires des régimes hydrologiques saisonniers à l'interface boréal-subarctique de l'Est canadien

Pierre Francus

- Base de données paléoenvironnementales géoréférencées (autres équipes INRS impliquées : Yves Bégin, Paul Drevnick, Charles Gobeil, Bernard Long et André Tessier)
- Climat des hautes latitudes au cours des épisodes « chauds » du passé récent de la Terre : élément de validation des modèles de simulation numérique du climat futur
- Lacs profonds de la Côte-Nord : des archives paléoenvironnementales uniques à explorer
- Participation canadienne au [International Continental Scientific Drilling Program \(ICDP\)](#)
- Reconstruction des variations climatiques passées dans des régions désertiques à partir de sédiments laminés

Sciences côtières et marines

Jannette B. Frandsen

- Modélisation de l'impact des vagues sur un mur vertical
- Modélisation en canal d'un profil de plage en vue de sa recharge
- Validation des paramètres à introduire dans le modèle paramétrique utilisé pour le calcul de la granulométrie et du profil de recharge de plages

Les publications

Revue des Sciences de l'eau

www.rse.inrs.ca

Revue électronique internationale éditée conjointement avec le Groupement d'intérêt scientifique des sciences de l'eau (France). Disponible sur la plateforme [Érudit](#).

Publications scientifiques

La liste annuelle des publications et communications scientifiques des chercheurs du Centre peut être consultée en ligne :

www.ete.inrs.ca/ete/publications#rapports_annuels

La majorité des rapports de recherche, des mémoires et des thèses du Centre sont disponibles en ligne :

www.ete.inrs.ca/ete/publications/rapports

www.ete.inrs.ca/ete/publications/theses-memoires

Capsules INRSciences

www.ete.inrs.ca/ete/publications#CapsulesINRSciences

Articles de vulgarisation visant à mettre en valeur et à rendre accessible la recherche menée par les étudiants du Centre.

Les activités d'animation

Midis-conférences

Le Centre présente tout au long de l'année des conférences en lien avec ses domaines de recherche.

Congrès, colloques et ateliers

9-10 mai 2013 : Deux colloques géoscientifiques tenus dans le cadre du 81^e congrès de l'ACFAS ont été organisés par des chercheurs du Centre : [La séquestration du carbone : solutions pour réduire et compenser nos émissions de CO₂ dans l'atmosphère](#) (Michel Malo) et [Hydrogéophysique : la physique au service de l'environnement](#) (Erwan Gloaguen).

12-13 février 2014 : [Colloque annuel du Centre d'études nordiques](#) (CEN), regroupement interuniversitaire dont l'INRS fait partie, tenu cette année au Centre sous la supervision de la professeure Monique Bernier.

20 mars : [15^e édition de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement](#) (JSTE), un colloque annuel permettant aux étudiants de maîtrise et de doctorat du programme conjoint en sciences de la terre INRS-Université Laval de présenter leur projet de recherche. Cette année le colloque a été organisé par les étudiants de l'INRS.

30 avril-1^{er} mai : L'INRS en collaboration avec le réseau DIVEX a offert un cours intensif (30 avril) et a tenu un colloque (1^{er} mai) sur le [Potential de la géothermie au Québec et dans l'est du Canada](#).

L'excellence de la recherche

Plusieurs membres du Centre ont reçu cette année des distinctions soulignant l'excellence de leurs travaux de recherche ou la qualité de leurs communications scientifiques.

Ainsi, en 2013, de nombreux étudiants ont reçu des prix pour la meilleure présentation étudiante orale ou par affiche dans divers congrès tant au Québec qu'à l'international :

- Thomas Robert, au doctorat dans l'équipe de R. Martel : prix pour la qualité de sa présentation lors du congrès international NGWA Summit 2013 – The National and International Conference on Groundwater (28 avril-2 mai)
- Audrey Maheu, étudiante au doctorat dans l'équipe de A. St-Hilaire : prix Bill Stolte pour la qualité de sa présentation lors du premier congrès conjoint SCMO-UGC-ACRH (26-30 mai)
- Jade Bergeron, étudiante à la maîtrise dans l'équipe de C. Gobeil : prix pour la qualité de sa présentation lors du 96^e Congrès canadien de chimie (26-30 mai)
- Cette même étudiante a aussi reçu le prix de la meilleure affiche scientifique au congrès Québec Mines (11-14 novembre)

En mai 2013, lors de la collation des grades de l'INRS, plusieurs diplômés du Centre se sont distingués :

- Médaille académique d'or du Gouverneur général du Canada, bourse d'excellence du directeur général de l'INRS et prix pour l'innovation : Geneviève Bordeleau, diplômée au doctorat en sciences de l'eau sous la direction de R. Martel et la codirection M. Savard de la Commission géologique du Canada (CGC).



Geneviève Bordeleau (au centre) lors de la collation des grades, avec Yves Bégin, directeur scientifique de l'INRS (à gauche) et Denis Coderre, directeur général de l'INRS, à droite. Crédit photo : Josée Lecompte.

- Prix pour la meilleure thèse de doctorat : Michel Lavoie, diplômé en sciences de l'eau sous la direction de C. Fortin et la codirection de P. G. C. Campbell.
- Prix pour le meilleur mémoire de maîtrise : Châtelaine Beaudry, diplômée en sciences de la terre sous la direction de R. Lefebvre et la codirection de C. Rivard de la CGC.
- Prix du rayonnement international : Kristin Mueller, diplômée du doctorat en sciences de l'eau sous la direction de P. G. C. Campbell, pour l'excellence de ses présentations au cours de ses études.
- Prix du leadership : Valérie Ouellet, diplômée du doctorat en sciences de l'eau sous la direction de A. St-Hilaire, pour son engagement social et humanitaire, en plus de son implication au sein de l'association étudiante.

Aussi en mai, Sandra Proulx-McInnis, diplômée à la maîtrise en sciences de l'eau sous la direction de A. St-Hilaire et la codirection de A. Rousseau, a reçu le prix pour le meilleur mémoire de maîtrise au Canada dans le domaine du génie et de la gestion de l'eau de la part de la Société canadienne de génie civil.

En août, le professeur Bernard Long a été reçu au Cercle d'excellence de l'Université du Québec en reconnaissance de sa contribution scientifique remarquable dans le domaine de la sédimentologie marine.

En septembre, Jasmin Raymond, postdoctorant dans l'équipe de M. Malo, a reçu la prestigieuse bourse Banting pour la poursuite de ses travaux en géothermie profonde.

En janvier 2014, la professeure Sophie Duchesne a reçu un prix d'excellence et de reconnaissance du Centre d'expertise et de recherche en expertise urbaine (CERIU) soulignant son apport à la saine gestion des infrastructures urbaines.

Aussi en janvier, le projet « Production de carbonates par piégeage du CO₂ industriel » du professeur Guy Mercier a été sélectionné comme finaliste à la 24^e édition du Concours Énergia dans la catégorie Innovation technologique.

En février, Josué Jautzy, doctorant en sciences de la terre dans l'équipe de J. Ahad de la CGC et en codirection avec C. Gobeil, a été nommé lauréat du concours Étudiants-chercheurs étoiles du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies.

En mars, Antoine Caté, doctorant en sciences de la terre dans l'équipe de P. Mercier-Langevin de la CGC et en codirection avec P.-S. Ross, a reçu le prix Mountjoy Exchange Award, assorti d'une bourse, de l'Association géologique du Canada. Cet étudiant a également reçu une bourse du réseau DIVEX (Diversification de l'exploration minérale au Québec). La seconde bourse DIVEX a été attribuée à Anne-Marie Beauchamp, étudiante à la maîtrise dans l'équipe de B. Dubé de la CGC et en codirection avec M. Malo.

En avril, Carole-Anne Gillis, doctorante dans l'équipe de N. Bergeron, a reçu une bourse de la Fédération québécoise du saumon atlantique pour ses travaux sur une espèce d'algue qui menace l'habitat du saumon en rivière.

L'effort de vulgarisation

De façon régulière, les membres du Centre donnent des entrevues et contribuent à des articles dans les médias (presse écrite, radio, télévision, Internet) dans leur domaine de spécialité.

En 2013-2014, les personnes suivantes ont collaboré à la vulgarisation des travaux de recherche de leur équipe dans le magazine *Planète INRS* : les professeurs Jean-Pierre Villeneuve et Sophie Duchesne, Karem Chokmani, Guy Mercier, Yves Gratton, Jean-François Blais, Monique Bernier et Jannette B. Frandsen, ainsi que les stagiaires postdoctoraux Geneviève Bordeleau et Jasmin Raymond.

Tout au long de l'année, des étudiants du Centre ont animé des chroniques radio de vulgarisation scientifique à l'émission *Futur simple* de CKRL : Yannick Duguay et Marion Tanguy (doctorat avec M. Bernier), Sébastien Ouellet-Proulx et Myriam Samson-Dô (doctorat et maîtrise avec A. St-Hilaire), Pierre-Érik Isabelle (maîtrise avec A. Rousseau), Ophélie Drevet (maîtrise avec P. Couture), Dikra Khedhaouria (doctorat avec A. Mailhot) et Pauline Pannetier (maîtrise professionnelle).

En mai 2013, un article intitulé « [Enterrement le CO₂ au Québec](#) » est paru dans la revue *Découvrir* à la suite du colloque sur le sujet organisé par le professeur Michel Malo dans le cadre du congrès de l'ACFAS.

En juillet, à la suite de la tragédie de Lac-Mégantic, un reportage intitulé « [Centre-ville à décontaminer](#) » avec comme spécialiste invité le professeur Guy Mercier a été diffusé à l'émission de vulgarisation scientifique *Les Années lumière* de Radio-Canada.

En octobre, un reportage intitulé « [Or bleu vs Or noir : les aquifères menacés par le gaz et le pétrole du sous-sol](#) » avec comme spécialistes invités le professeur René Lefebvre et le chercheur de la CGC Alfonso Rivera a aussi été diffusé à l'émission de vulgarisation scientifique *Les Années lumière* de Radio-Canada.

En novembre, à la suite de la parution d'un [article scientifique dans la revue PLoS ONE](#) dont la doctorante Karita Negandhi et sa directrice Isabelle Laurion étaient coauteurs, plusieurs médias électroniques ont repris la nouvelle concernant l'importance de tenir compte des émissions de méthane des mares nordiques dans le Nord canadien.

En février 2014, à la suite de la parution web d'un [article scientifique dans le Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques](#) dont Carole-Anne Gillis (au doctorat avec N. Bergeron) était une des coauteurs, plusieurs médias électroniques ont repris la nouvelle indiquant que l'algue *dydimon* ne serait pas une espèce envahissante dans l'est du Canada, mais que ses éclosions seraient plutôt liées aux changements climatiques.

Le 9 février, Jasmin Raymond (stagiaire postdoctoral dans l'équipe de M. Malo) était interviewé sur ses travaux sur la géothermie profonde dans le cadre des [capsules Doc\Post-doc](#) de l'émission de vulgarisation scientifique *Les Années lumière* de Radio-Canada.

Le 15 février, 18 étudiants du Centre, surtout des étudiantes, ont participé avec enthousiasme à l'animation de l'événement « Les filles et les sciences : un duo électrisant pour la région de Québec » qui avait lieu à l'Université Laval.

Le 13 mars, un après-midi découverte pour les étudiants des cégeps de la région de Québec a eu lieu au Centre. L'activité comprenait des démonstrations expérimentales dans certains domaines de spécialité ainsi qu'un café-rencontre avec les étudiants du Centre.



Enfin, le 31 mars, Yves Gauthier (associé de recherche dans l'équipe de M. Bernier) était interviewé dans le cadre d'un reportage intitulé « [Lire la glace](#) » à l'émission de vulgarisation scientifique *Les Années lumière* de Radio-Canada.

Les programmes d'études

www.ete.inrs.ca/ete/etudier/programmes

Six programmes en sciences de l'eau et de la terre sont offerts au Centre. La maîtrise en sciences de l'eau est un programme exclusif à l'INRS au Québec. Les programmes en sciences de la terre sont offerts en collaboration avec l'Université Laval. De plus, le Centre Eau Terre Environnement et la Commission géologique du Canada (CGC-Québec) sont partenaires d'une collaboration scientifique appelée Centre géoscientifique de Québec. Les chercheurs de la CGC sont ainsi professeurs associés à l'INRS et peuvent diriger des mémoires et des thèses. Ces deux collaborations en sciences de la terre bonifient l'offre de cours et de domaines d'étude.

Deuxième cycle

- Maîtrise de recherche en sciences de l'eau
- Maîtrise professionnelle en sciences de l'eau
- Maîtrise de recherche en sciences de la terre
- Maîtrise professionnelle en sciences de la terre – technologies environnementales

Troisième cycle

- Doctorat en sciences de l'eau
- Doctorat en sciences de la terre



Cindy Cormier, étudiante à la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau, sur le terrain dans le secteur de la ville de Témiscaming, Abitibi-Témiscamingue.

Les stages

Le Centre Eau Terre Environnement encourage la venue de stagiaires postdoctoraux pour l'enrichissement de ses équipes de recherche. Des bourses postdoctorales de l'INRS sont disponibles. De plus, chaque été, les équipes de recherche du Centre accueillent des étudiants du premier cycle universitaire pour un stage, une façon stimulante pour les étudiants d'acquérir une expérience en recherche tout en contribuant à l'avancement d'un projet.

Stages postdoctoraux à l'INRS :

www.inrs.ca/recherche/stages-postdoctoraux

Stages d'été au Centre :

www.ete.inrs.ca/ete/etudier/projets-etudes-stages

La réalisation de la mission de formation et de recherche appliquée du Centre se fait grâce à l'expertise de haut niveau détenue par ses professeurs-chercheurs ainsi que par le biais de laboratoires, d'installations et d'équipements spécialisés dédiés à l'innovation.

Les principales infrastructures dont le Centre est doté comprennent des laboratoires de recherche modernes, des laboratoires à grande échelle, des infrastructures mobiles, ainsi qu'une station de recherche en milieu naturel.



Édifice INRS au centre-ville de Québec

Les **laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique en environnement (LISTE)** sont situés au Parc technologique du Québec métropolitain. Ils servent, entre autres, à la mise à l'échelle des technologies développées en partenariat avec les entreprises. Dotés d'équipements permettant l'expérimentation préindustrielle essentielle à l'analyse de la viabilité économique des innovations, ces laboratoires constituent un atout majeur pour les entreprises québécoises et canadiennes.

Le Centre dispose également d'**infrastructures mobiles** permettant de réaliser sur le terrain des travaux spécialisés de décontamination environnementale, d'hydrogéologie et d'analyse géologique.

La **station de recherche CIRSA**, située à Sacré-Cœur au Saguenay près de l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, offre aux équipes de recherche du Centre un espace de travail et de formation dans un environnement naturel exceptionnel. Elle comprend un laboratoire et peut accueillir jusqu'à 30 personnes.

L'ensemble de ces infrastructures appuie la recherche fondamentale et appliquée liée à l'hydrologie, la biogéochimie, les géosciences, ainsi qu'à l'assainissement et à la valorisation des matières résiduelles.

Ces outils d'innovation et l'expertise qui y est associée sont accessibles aux entreprises et aux agences par le biais de projets de recherche en collaboration orientés vers leurs besoins spécifiques. Le Centre offre ainsi l'opportunité aux acteurs de l'activité économique et aux organismes législateurs de contribuer à l'amélioration des connaissances tout en servant leur mission respective et en s'appropriant le savoir.

Les **laboratoires de recherche** sont localisés sur le campus urbain de l'Université du Québec au centre-ville de Québec. Ils comprennent un ensemble très complet d'équipements d'analyse essentiels à la recherche avancée ainsi que d'importantes capacités de modélisation et de traitement de données. Le Centre dispose notamment d'une salle blanche de classe 1000 incluant un espace de travail de classe 100, de salles environnementales pour des expériences à température contrôlée et d'équipements de préparation d'échantillons géologiques.



Laboratoires au parc technologique



Station de recherche CIRSA de l'INRS au Saguenay

POUR EN SAVOIR PLUS, VEUILLEZ CONTACTER : **Carole Parent**, agente de valorisation, carole.parent@ete.inrs.ca, 418 654-2531

LABORATOIRES DE RECHERCHE

Les laboratoires de recherche comprennent un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés ainsi que des salles de microscopie et de préparation des échantillons. Les laboratoires spécialisés permettent d'analyser des échantillons d'eau par colorimétrie, fluorométrie, spectroscopie, radioisotopie et chromatographie, ainsi que d'analyser les composés organiques et les métaux traces présents dans différentes matrices (eau, effluents, boues d'épuration, sols, sédiments, tissus biologiques), et enfin, d'analyser les éléments présents dans des échantillons solides (roches, sols, sédiments, boues).

POUR EN SAVOIR PLUS, VEUILLEZ CONTACTER : **Stéfane Prémont**, responsable des laboratoires, stefane.premont@ete.inrs.ca

Scanographie par microfluorescence X

Analyses non destructives par radiographie couplées à l'analyse chimique par microfluorescence X de roches, de sols et de sédiments

L'**ITRAX Core Scanner** permet l'acquisition à très haute résolution (100 μm) de la composition chimique d'échantillons solides sans prélèvement. L'instrument utilise le principe de la microfluorescence X (XRF) qui permet la mesure de la plupart des éléments allant de l'aluminium à l'uranium. La configuration du système permet d'analyser des demi-carottes et *U-channels* de 1,8 m de long, des roches, des déblais de forage et d'autres matériaux fins. Ces analyses sont accompagnées d'une radiographie et d'une photographie de l'échantillon à très haute résolution. Des mesures de la susceptibilité magnétique sont également possibles.



Scanographe de microfluorescence X (ITRAX)

Une des applications est la reconstitution, à diverses échelles temporelles, du climat du passé de régions peu documentées à partir de l'analyse de sédiments lacustres et marins.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Pierre Francus, pierre.francus@ete.inrs.ca

ete.inrs.ca/giras

Microscopie électronique à balayage

Production d'images en haute résolution de la surface et de la composition d'un échantillon à l'aide d'une technologie utilisant les interactions électrons-matière

Le microscope électronique à balayage (MEB) **Zeiss EVO® 50** permet d'obtenir des images de la surface de matériaux solides à des grossissements allant de 100 X à 60 000 X.

Le MEB est équipé de trois types de détecteurs pour différentes applications : caractérisation morphologique (détecteurs d'électrons secondaires), densité atomique des phases et granulométrie (détecteurs à électrons rétrodiffusés), analyse ponctuelle de la composition chimique et affichage des éléments par cartographie (détecteur à rayons X). Le MEB peut fonctionner en pression contrôlée permettant l'observation d'échantillons sans métallisation préalable.



Microscope électronique à balayage (MEB)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Pierre Francus, pierre.francus@ete.inrs.ca

ete.inrs.ca/meb

Biogéochimie aquatique et limnologie

Analyse des métaux traces dans des échantillons liquides ou solides (tissus biologiques, matières en suspension, sédiments, sols) et analyse bio-optique

Les principaux équipements sont les suivants :

- Compteurs de particules et de radioactivité (émissions bêta et gamma)
- Spectromètres d'émission atomique et de masse par plasma à couplage inductif (ICP-AES et ICP-MS)
- Appareils de chromatographie liquide, gazeuse et ionique (HPLC, LC-MS-MS, GC, GC-MS)
- ICP-MS couplé à un HPLC
- Analyseur de mercure

Ces instruments appuient les recherches sur le cheminement des métaux toxiques dans la chaîne alimentaire, la biodisponibilité des contaminants, les impacts des activités anthropiques et l'évaluation de la sensibilité du milieu naturel.



Appareil de chromatographie en phase gazeuse

Les travaux en limnologie visent à évaluer les effets des changements climatiques sur la dynamique de mélange et la transparence de l'eau en milieu lacustre, et leur interaction avec le réseau alimentaire microbien. La bio-optique permet de caractériser et dénombrer les petites particules (bactéries, picophytoplancton), faire le suivi *in situ* des microorganismes possédant une fluorescence naturelle, décrire leur morphométrie et leur taxonomie et étudier leur physiologie.

RESPONSABLE DU LABORATOIRE :

Stéfane Prémont, stefane.premont@ete.inrs.ca

Géodynamique

Orientation des efforts de prospection minière et pétrolière par l'interprétation structurale et tectonique des données géophysiques et de terrain, ainsi que par la simulation de processus géologiques

Les études de terrain et le traitement avancé des données de géophysique et de télédétection combinés à des simulations physiques basées sur ces informations permettent d'interpréter la géométrie et l'évolution des structures géologiques ainsi que de déterminer les contrôles structuraux et tectoniques des gîtes minéralisés et des pièges à pétrole. La tomodynamométrie permet d'observer la déformation progressive des modèles physiques de simulation. Les recherches portent également sur des aspects fondamentaux de la tectonique ancienne de la Terre et d'autres planètes.

Les principaux équipements sont les suivants :

- Centrifugeuse d'accélération élevée (1000 *g*) permettant la mise à l'échelle de déformation de modèles en pâte à modeler et en mastic de silicone pour simuler la déformation ductile des roches et le diapirisme
- Bacs à sable permettant de réaliser des déformations à contrainte et vitesse contrôlées pour simuler la déformation fragile ou fragile-ductile des roches, les effets des structures et hétérogénéités lithologiques. Les calculs de la déformation finie sont réalisés par imagerie PIV (StrainMaster, LaVision)
- Stations de travail équipées d'écrans interactifs et de logiciels spécialisés pour le traitement des données géophysiques (Oasis Montaj™, Geosoft), l'analyse géotechnique en 2D (UDECT™ 5.0, Itasca) et la reconstruction en 3D (GOCAD®, Gocad Research Group)

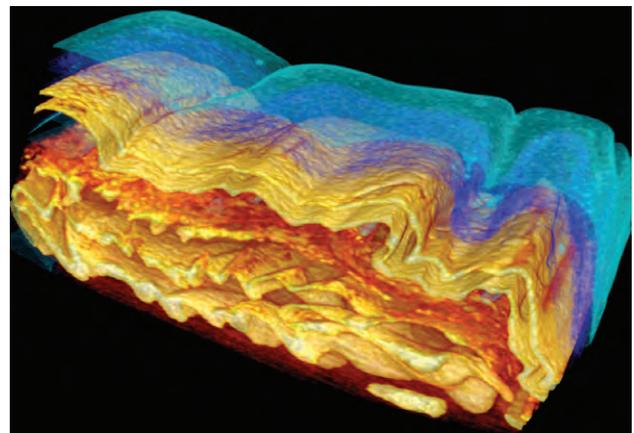


Image en 3D d'un modèle de plissement durant l'écoulement canalisé

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

Lyal Harris, lyal.harris@ete.inrs.ca

Téledétection appliquée

Traitement et analyse d'images d'observation de la terre en vue de cartographier et de modéliser les phénomènes liés notamment à la ressource en eau dans un environnement nordique

L'utilisation d'images satellitaires radars (RADARSAT, ASAR, TerraSAR-X) et optiques (GeoEye, Quickbird, Ikonos, NOAA) permet le développement d'applications pour la mesure et le suivi de la ressource hydrique, de la cryosphère (neige, glace, sol gelé) et de la ressource éolienne. Le Centre dispose d'une banque de plusieurs centaines d'images, en plus de logiciels spécialisés pour le traitement et l'analyse de celles-ci (Geomatica®, eCognition, ArcGIS et MATLAB®).

Les mesures réalisées grâce à l'instrumentation de terrain (carottiers à neige, géoradar, GPS, caméra GPS, station météo et sondes d'humidité) permettent l'étalonnage et la validation des algorithmes développés par les chercheurs.

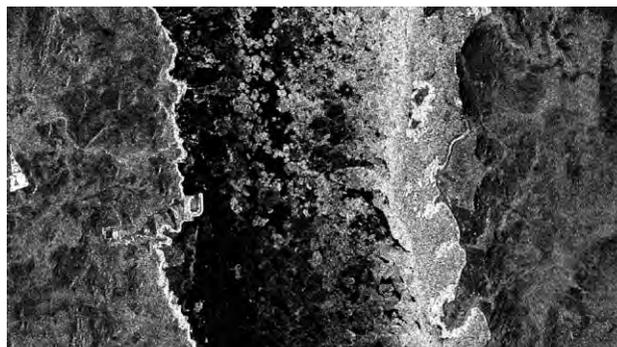


Image RADARSAT-2 centrée sur le port de Kuujuaq (© MDA et Agence spatiale canadienne)

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:

Monique Bernier, monique.bernier@ete.inrs.ca

Karem Chokmani, karem.chokmani@ete.inrs.ca

Modélisation hydrologique

Plusieurs logiciels de modélisation hydrologique ont été développés au Centre.

En appui à l'hydraulique fluviale

H2D2/MODELEUR: H2D2 est un logiciel modulaire et extensible utilisant la méthode des éléments finis pour résoudre des équations de Saint-Venant, de convection-diffusion avec différentes cinétiques et de transport des sédiments de fond. Il peut être couplé au logiciel MODELEUR, un système d'information géographique (SIG) spécialisé dans le domaine de l'hydraulique fluviale.

gre-ehn.ete.inrs.ca/H2D2

En appui à la gestion des eaux de surface à l'échelle des bassins versants

HYDROTEL/PHYSITEL: HYDROTEL est un modèle hydrologique distribué intégrant des données de télédétection et de SIG. Il permet de simuler toute une gamme de processus hydrologiques tels que les apports aux réservoirs hydroélectriques, les crues maximales probables afin d'évaluer la sécurité des barrages, le rôle des milieux humides et de l'aménagement du territoire dans l'hydrologie des bassins versants. PHYSITEL est un SIG spécialisé permettant de préparer la base de données pour différents modèles hydrologiques distribués.

GIBSI: Système intégré de modélisation et de gestion des données attributs et spatiales d'un bassin versant incluant un système de gestion de la base de données et un SIG. GIBSI est un outil d'aide à la décision qui permet aux gestionnaires de l'eau d'explorer divers modes d'aménagement des ressources et du territoire à l'échelle du bassin versant (par exemple: évaluation de pratiques de gestion bénéfiques d'assainissement agricole; évaluation des risques de contamination ponctuelle et diffuse des sources d'eau potable).

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:

H2D2: **Yves Secretan**, yves.secretan@ete.inrs.ca

HYDROTEL et GIBSI: **Alain N. Rousseau**, alain.rousseau@ete.inrs.ca

LABORATOIRES POUR L'INNOVATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE EN ENVIRONNEMENT

Ces laboratoires regroupent des équipements plus imposants qui ne cadrent pas avec des laboratoires de recherche traditionnels ainsi que des unités préindustrielles de recherche appliquée demandant un environnement de travail plus robuste.

Hydraulique environnementale

Simulation dans un canal de grande dimension de houles, marées et courants de rivières à fort débit dans le but de développer des approches durables de gestion du littoral

Ce canal hydraulique multifonctionnel intègre marées et courants. Sa grande taille permet de faire des simulations à des échelles 1:5 jusqu'à 1:1 selon les processus.

Il offre un riche potentiel d'applications, par exemple pour :

- Modéliser le profil d'équilibre des plages
- Modéliser la sédimentation dans les ports et les marinas
- Étudier l'interaction des courants et des vagues sur les structures près des côtes et en mer
- Modéliser les dépassements et débordements sur les littoraux causés par la hausse du niveau marin
- Simuler l'effet des marées sur les aménagements portuaires
- Simuler l'effet des glaces sur les rives en présence de houle et de courants
- Modéliser la diffusion des polluants dans des systèmes hydrauliques complexes
- Concevoir des aménagements ou solutions douces de protection des côtes

D'une **longueur de 120 m**, d'une **largeur** et d'une **profondeur de 5 m**, le canal est muni d'un portique de levage de 10 tonnes en plus des éléments suivants :

- Batteur pour simuler différentes houles
- Atténuateur en enrochement
- Système de vidange et de remplissage connecté à un réservoir de 3500 m³ pour simuler des marées
- Système bidirectionnel de circulation d'eau pouvant atteindre un débit de 5 m³/s généré par un propulseur
- Série de 13 supports multifonctionnels pour instruments de mesure (vitesse d'écoulement, turbidité, topographie, etc.) et 13 autres pour des mesures de niveau d'eau
- Système d'acquisition de données pouvant accueillir plus de 1600 capteurs

Des analyses sédimentologiques peuvent être réalisées sur place grâce à un tomodynamomètre (voir section suivante) sur lequel s'adaptent des canaux à échelle réduite permettant notamment de simuler des courants stationnaires, de la houle et des mouvements gravitaires.



Canal hydraulique (© Denis Bernier)

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES :

Jannette B. Frandsen, jannette.frandsen@ete.inrs.ca

Bernard Long (retraite en cours d'année)

he.ete.inrs.ca

Tomodensitométrie

Mesures non destructives des variations internes de densité sur des corps statiques (structure interne, porosité, etc.) ou mesures de phénomènes dynamiques principalement en hydrologie

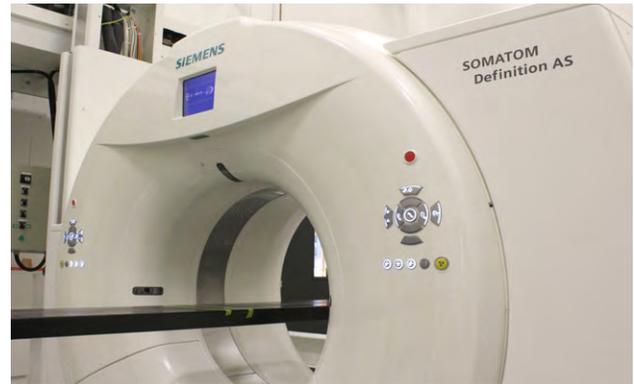
L'infrastructure est composée d'un tomodensitomètre **Siemens SOMATOM Definition AS+ 128**, d'une unité de traitement et de stockage des données, d'un laboratoire de sédimentologie et d'appareils d'hydraulique, de biosédimentologie et d'hydrologie. L'ampleur de cette infrastructure est unique au Canada et dans une classe à part au niveau mondial.

Cet équipement médical adapté permet l'étude dynamique en 4D de structures solides et d'écoulements de fluides grâce à un volume créé à partir d'une séquence d'images simultanées d'une définition sous millimétrique.

Différents dispositifs confèrent à cet équipement une flexibilité d'application unique. Le tomodensitomètre est sensible à des variations de densité de 0,1%. Il est doté d'une ouverture de 78 cm de diamètre et d'une configuration sources/détecteurs permettant des mesures à 360° autour du corps analysé. Il est installé sur des rails de 4,3 m de longueur permettant l'analyse d'objets de grande taille (troncs d'arbres, carottes de sédiments, etc.).

Il comprend également un granulomètre laser, des aquariums et des caissons de pression pour des mesures de bioturbation, ainsi que des canaux hydrauliques pouvant reproduire des courants unidirectionnels, de la houle et des mouvements gravitaires. Des instruments de mesure tels que courantmètre, turbidimètre, sonde de résistivité, laser et caméra les accompagnent. Un canal hydraulique de grande dimension (voir section précédente) est disponible pour valider à large échelle les mesures sous tomodensitomètre.

Les champs d'application de cet équipement d'une grande précision sont multiples et extrêmement variés: génie maritime (mesure du transport sédimentaire), génie géologique (risques géologiques et comportement des hydrates de gaz), hydrogéologie (migration des fluides et des polluants), foresterie (impacts d'insectes nuisibles), dendrochronologie (variations densimétriques des cernes de croissance), paléontologie (recherche de microfossiles dans les sédiments), écologie marine (comportement de la faune benthique), métallogénie (analyse de la structure 3D d'alliages), pétrographie (analyse de carottes de roches) et archéologie (analyse de la structure interne de pièces métalliques).



Tomodensitomètre SOMATOM Definition AS+ 128

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:

Pierre Francus, pierre.francus@ete.inrs.ca

Bernard Long (retraite en cours d'année)

ctscan.ete.inrs.ca

Bioprocédés

Mise en œuvre des principales étapes de transformation biologique de matières résiduelles visant à mettre au point ou à optimiser des procédés de conversion en produits à valeur ajoutée

Des unités modulaires permettent de réaliser toutes les étapes incluant le conditionnement de la matière première, sa transformation et la récupération du produit fini. L'objectif général est de développer, optimiser et mettre à l'échelle de nouveaux bioprocédés, ainsi que de récupérer, purifier et caractériser divers dérivés issus de la fermentation.

Les substrats de base utilisés peuvent être des matières résiduelles d'origine urbaine, industrielle, agricole, ou encore des milieux de culture synthétiques. Les produits générés peuvent être, notamment, des biopesticides microbiens et fongiques, des inoculants microbiens, des promoteurs de croissance végétale, des enzymes industrielles, des biopolymères, des biocarburants, des biosurfactants et du biohydrogène.

Deux hydrolyseurs d'une capacité respective de 150 et de 2000 litres servent au prétraitement des substrats.

Pour la fermentation, le complexe dispose de deux laboratoires de fermentation entièrement instrumentés, réservés respectivement aux matières résiduelles ou aux milieux synthétiques afin d'éviter toute contamination. Chaque laboratoire dispose de fermenteurs d'une capacité respective de 5, 15, 150 et 2000 litres.

À l'étape de la récupération du produit fini, les modules suivants servent au traitement des bouillons fermentés :

- Centrifugeuse en continu
- Unité de microfiltration et d'ultrafiltration
- Système de chromatographie par échange d'ions (séparation des protéines)
- Lit fluidisé (production de particules solides)
- Lyophilisateur

Les principaux instruments analytiques complétant l'installation sont les suivants :

- Cytomètre de flux
- Cycleur thermique pour ADN
- Appareil à électrophorèse



Hydrolyseurs de 150 et de 2000 litres



Centrifugeuse en continu

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

Rajeshwar Dayal Tyagi, rd.tyagi@ete.inrs.ca

Électrotechnologies environnementales

Développement de procédés électrolytiques, membranaires et oxydatifs pour optimiser le traitement des eaux et d'effluents industriels

L'objectif du LEEPO (Laboratoire d'électrotechnologies environnementales et de procédés oxydatifs) est de développer des procédés novateurs pour améliorer les systèmes existants de traitement des eaux et d'effluents industriels, voire remplacer les technologies classiques peu efficaces pour l'élimination des contaminants organiques réfractaires, inorganiques et microbiens. On vise en particulier à mettre au point des unités compactes portatives ayant un large spectre de dépollution.

Les principaux équipements sont les suivants :

- Potentiostat/galvanostat
- Titrateur potentiométrique
- Spectrophotomètres UV-vis et de photoluminescence
- Cellules d'électrophotocatalyse et d'ozonation
- Réacteurs de photocatalyse et de sonochimie
- Deux réacteurs d'électrooxydation/électrodéposition de type laboratoire (2 – 5 L) et une unité de type préindustriel (100 – 150 L)
- Deux réacteurs d'électrocoagulation/électroflocculation de type laboratoire et une unité de type préindustriel
- Bioréacteur à membrane de type laboratoire (4 – 6 L) et une unité de type préindustriel (100 – 150 L)
- Unités de traitement membranaire allant de la microfiltration à l'osmose inverse

Certains des modules d'électrotechnologies peuvent être intégrés au laboratoire mobile d'assainissement et de décontamination.



Équipements du LEEPO pour expérimentation préindustrielle

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

Patrick Drogui, patrick.drogui@ete.inrs.ca

leeco.ete.inrs.ca

Contamination souterraine

Étude du comportement des contaminants dans le sol et l'eau souterraine et mise au point de procédés de traitement in situ à une échelle intermédiaire entre le laboratoire et le terrain

Les principaux équipements suivants permettent de simuler des écoulements souterrains, de suivre le transport des contaminants et d'expérimenter des technologies novatrices de décontamination des sols et de l'eau souterraine :

- Deux réservoirs de 4 et 9 m³ pour tester des stratégies de restauration *in situ* en reproduisant différents patrons d'injection/pompage
- Unités mobiles d'extraction multiphase et de lavage de sols avec équipements de suivi des procédés
- Colonnes pour étudier la migration des contaminants dans le sol et évaluer différentes méthodes passives (atténuation naturelle, mur de réaction)
- Colonnes de différents volumes pour évaluer la performance de différentes méthodes actives (barbotage, ventilation, biodégradation, lavage aux tensioactifs et oxydation chimique)
- Espace laboratoire réfrigéré jusqu'à 6°C pour reproduire la température l'eau souterraine
- Instruments de mesures permettant la caractérisation des sols et des phases aqueuses et organiques échantillonnés lors des essais (granulométrie, courbe caractéristique, densité, viscosité, tension interfaciale, angles de contact)



Essai d'extraction multiphase et de lavage de sol

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

Richard Martel, richard.martel@ete.inrs.ca

INFRASTRUCTURES MOBILES

Ces infrastructures sont utilisées pour réaliser des essais ou des analyses directement sur les sites d'intérêt. Outre les infrastructures décrites ci-dessous, un camion-laboratoire de biogéochimie est également disponible afin de préparer et traiter, lorsque nécessaire, des échantillons prélevés sur le terrain avant leur transport.

Assainissement et décontamination

Mise en œuvre à échelle préindustrielle d'un train de technologies impliquant des processus chimiques, physiques et biologiques afin de développer ou optimiser des procédés de décontamination tant en filière liquide que solide

Cet équipement mobile permet de tester des technologies d'assainissement directement sur le site d'où provient l'effluent ou le sol contaminé à traiter. La remorque est spécialement aménagée pour accueillir divers modules correspondant à des systèmes disponibles sur le marché et pouvant être assemblés de manière à répondre aux besoins spécifiques de traitement.

En filière liquide, il est possible de traiter des eaux souterraines contaminées ainsi que des eaux usées municipales, industrielles ou agroalimentaires. En filière solide, des procédés de décontamination des sols, des matières résiduelles industrielles et dangereuses, et des boues d'épuration peuvent être développés ou optimisés. Certains montages permettent de répondre à des problématiques complexes de contamination mixte ou encore impliquant des contaminants récalcitrants.

Les principales unités modulaires sont les suivantes :

Filière liquide

- Décanteur lamellaire
- Bioflottation/biofiltration/réacteur biologique séquentiel
- Filtre presse
- Filtre à plateaux
- Centrifugeuse
- Pressoir rotatif
- Échangeur d'ions
- Colonne d'adsorption

Filière solide

- Unité de tamisage
- Séparateur magnétique
- Table à secousses
- Lit fluidisé
- Banc de cellules de flottation



Remorque laboratoire



Décanteurs lamellaires avec instrumentation

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES :

Jean-François Blais, jean-francois.blais@ete.inrs.ca

Guy Mercier, guy.mercier@ete.inrs.ca

Caractérisation des aquifères

Développement d'approches de caractérisation détaillée des aquifères sur le terrain permettant une modélisation numérique représentative

Le principal équipement permettant de caractériser les propriétés physiques et géochimiques des aquifères est une foreuse spécialisée Geotech 605. Avec les données recueillies, il est possible de modéliser l'écoulement de l'eau et le transport des contaminants dans les aquifères. Il est également possible d'évaluer la vulnérabilité des aquifères à la contamination, de déterminer les modalités de protection et les modes d'exploitation les plus adaptés en vue d'une gestion durable de la ressource en eau souterraine.

Cette foreuse sur chenille dispose d'un système d'enregistrement en temps réel des réponses mécanique et électrique des sols. Elle permet aussi l'échantillonnage du sol ou de l'eau souterraine par l'installation de puits d'observation. Le système possède deux têtes de forage :

une sert à faire des sondages par enfoncement (pénétration au cône) dans les dépôts meubles et l'autre est munie d'un marteau hydraulique pour faire des sondages par rotoperçusion jusqu'à 50 m dans le roc et les dépôts meubles selon les conditions.



Foreuse Goetech sur le terrain

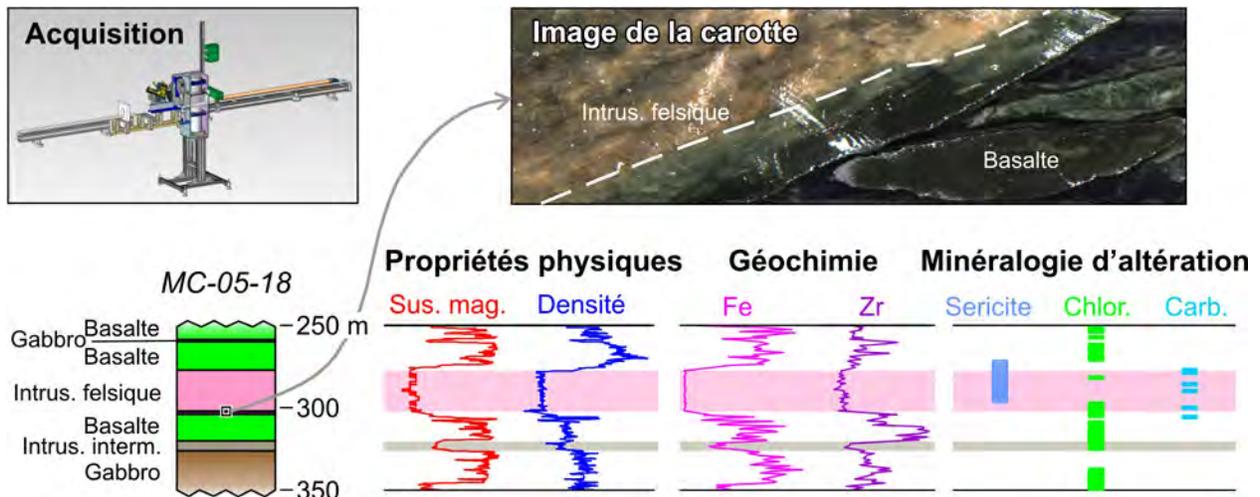
RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

René Lefebvre, rene.lefebvre@ete.inrs.ca

Caractérisation des roches

Mesures non destructives à haute résolution spatiale de paramètres physiques, minéralogiques et chimiques sur des carottes de forage

Le LAMROC (Laboratoire mobile de caractérisation physique, minéralogique et chimique des roches) permet de mesurer la densité et la susceptibilité magnétique et d'analyser la géochimie et la minéralogie de carottes de forage au diamant grâce à un système semi-automatisé. Celui-ci permet également l'acquisition d'une image continue de la carotte. Il est installé dans une unité mobile ce qui permet de tirer un maximum d'information de la carotte directement sur le site d'entreposage.



Plusieurs instruments portables sont aussi disponibles pour mesurer les propriétés physiques des roches sur le terrain (susceptibilité magnétique, densité, rayonnement gamma naturel).

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

Pierre-Simon Ross, pierre-simon.ross@ete.inrs.ca

lamroc.ete.inrs.ca

La recherche et l'enseignement

Équipes de recherche

Yves Bégin (P) Dendroécologie

Cristian Alvarez (At)
Sandy Erni (PhD)
Nanie Ayotte (MSc)
Yves Bouthilier (MSc)
Marie-Janick Robitaille (MSc)
Simon Williams (S)

Mario Bergeron (P) Chimie minérale et environnementale

Alain Langlais (Ag)

Normand E. Bergeron (P) Géomorphologie et habitat fluvial

Francis Bérubé (T)
Clément Clerc (At)
Danielle Fréchette (At)
Stephen Dugdale (PhD)
Carol-Anne Gillis (PhD)
Elsa Goerig (PhD)
Pierre-Marc Constantin (MSc)
Jean-Baptiste Torterotot (MSc)
André Boivin (superviseur de la station de recherche)
Andre Barreto de Cena (S)
Lucie Buchet (S)
Alex Calsamiglia Reguant (S)
Charlie Couchoud (S)

Monique Bernier (P) Télédétection

Yves Gauthier (Ag)
Jimmy Poulin (Ag)
Andrès Jacome (As)
Stéphanie Bleau (At)
Clément Clerc (At)
Yannick Duguay (PhD)
Rebecca Fillion (PhD)
Charles Gignac (PhD)
Kim Huong Hoang (PhD)
Parvin Kalantari (PhD)
Marion Tanguy (PhD)
Stéphane De Munck (MSc)
Laurence Provencher-Nolet (MSc)
Tahiana Solonjatovo Ratsimbazafy (MSc)
Étienne Nadeau (S)
Antoine Padel (S)
Manon Talazac (S)

Jean-François Blais (P) Assainissement et décontamination

Myriam Chartier (Ag)
Lucie Coudert (As et PhD)
Malika Bendouz (PhD)
Jihen Ben Khaled (PhD)
Sonia Desjardins (PhD)
Leila Ghorbel (PhD)
Dikenane Kombila (PhD)
Khalifa Lounate (PhD)

Sara Magdoui (PhD)
Guillaume Nielsen (PhD)
Kulchaya Tanong (PhD)
Sabrina Metahni (MSc)
Ikbel Mouedhen (MSc)
Elisabeth Portal (MSc)
Rim Snoussi (MSc)
Alexandre Blonski (S)
Charlotte Cumet (S)
Anthony Morel (S)
Bruno Raphael César Ramos (S)
Mohamed Touati (S)

Satinder Kaur Brar (P) Biovalorisation et contaminants émergents

Fatma Gassara (As)
Dipti Prakash Mohapatra (As et PhD)
Tarek Rouissi (As)
Ratul Kumar Daas (PhD)
Araceli Dalila Larios Martinez (PhD)
Sampa Maiti (PhD)
Vinayak Pachapur (PhD)
Rama Pulicharla (PhD)
Saurabh Jyoti Sarma (PhD)
Olfa Abid (S)
Noémie Bergeron (S)
Jessica Elizabeth de la Torre Torres (S)
Jori Junior Denis-Fontaine (S)
Jérémy Reigner (S)

Peter G. C. Campbell (P) Géochimie et écotoxicologie aquatique

Sophie Cooper (As)
Bérénice Bougas (Postdoc)
Zhongzhi Chen (Postdoc)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Postdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire
En italique : diplôme ou départ en cours d'année

Fateh Chebana (P) **Hydrologie statistique**

Jean-Xavier Giroux (At)
Dorra Hammami (At)
Yiping Han (At)
Jaewon Kwak (Postdoc)
Mohamed Aymen Ben Aissia (PhD)
Mohamed Ali Ben Alaya (PhD)
Yohann Moanahere Chiu (PhD)
Martin Durocher (PhD)
Fatima Laanaya (PhD)
Pierre Lucas Masselot (PhD)
Reza Modarres (PhD)
Dhouha Ouali (PhD)
Hussein Wazneh (PhD)
Sarra Ben Tamansourt (S)
Pauline Couet (S)
Charles Gasse (S)
Jean-Philippe Giroux (S)
Camille Jourdan (S)
Ana Isabel Requena Rodriguez (S)

Karem Chokmani (P) **Téledétection et hydrologie**

Andrès Jacome (As)
Simon Perreault (At)
Rody Nigel (Postdoc)
Anas El Alem (PhD)
Khalid Oubennaceur (PhD)
Sophie Roberge (PhD et MSc)
Noumonvi Yawu Sena (PhD)
Thomas Morier (MSc)
Julio Novoa Iniguez (MSc)
Chaima Touati (MSc)
Yassine Aljane (S)
Asma Ben Salem (S)
Jaime Alejandro Calderon Quintero (S)
Mohamed Zrida (S)

Patrice Couture (P) **Écotoxicologie aquatique**

Bérénice Bougas (Postdoc)
Michel Amery Defo (PhD)
Mariem Fadhlou (PhD)
Julie Grasset (PhD)
Audrey Moffett (PhD)
Géraldine Patey (PhD)
Antoine Caron (MSc)
Ophélie Drevet (MSc)
Isabelle Fournier (MSc)
Simon Boisvert (S)
Élodie Ollivier (S)
Pauline Pannetier (S)

Paul Drevnick (P) **Biogéochimie des contaminants**

Benjamin Barst (PhD)
Karista Hudelson (PhD)
Romain Léonard (S)

Patrick Drogui (P) **Électrotechnologies et traitement des eaux**

Brahima Seyhi (As)
Ahmad Dirany (Postdoc)
Oumar Dia (PhD)
Rimeh Dagherir (PhD)
Mandé Léa Rosine Guitaya (PhD)
Nam Tran (PhD)
Mehdi Zolfaghari (PhD)

Anne Carabin (MSc)
Karam Jardak (MSc)
Yassine Ouarda (MSc)
Fatou Senghor (MSc)
Raúl Barrera (S)
Valentin Barth (S)
Simon Pierre Komtchou Kamdem (S)
Ana Victoria Martinez (S)
Joel Tshibangu (S)

Sophie Duchesne (P) **Hydrologie et infrastructures urbaines**

Nomessi Kokutse (Postdoc)
Mouna Doghri (PhD)
Hind El-Housni (PhD)
Thai Nam Pham (PhD)
Lise Audet (MSc)
Amélie Thériault (MSc)
Danilo Costa de Almeida (S)
Jean-David Cuzin (S)
Guillaume Jacquin-Couchette (S)
Maxim Ouellet (S)

Claude Fortin (P) **Biogéochimie des métaux**

Isabelle Lavoie (As)
Zhongzhi Chen (Postdoc)
Sébastien Leguay (Postdoc)
Anne Crémazy (PhD)
Camille Guilleux (PhD)
Cédric Beaubien (MSc)
Simon Leclair (MSc)
Kim Racine (MSc)
Guillaume Tétrault (MSc)
Vincent Laderrière (S)

Pierre Francus (P) **Limnogéologie**

Arnaud De Coninck (Ag)
Jean-Philippe Jenny (Postdoc)
Charly Massa (Postdoc)
Geneviève Treyvaud (Postdoc)
Guillaume Jouve (PhD)
François Lapointe (PhD)
Obinna Peter Nzekwe (PhD)
Gabriel Rodrigue (MSc)
Timothée Jautzy (S)
Thomas Kasper (S)

Jannette B. Frandsen (P) **Sciences marines et côtières**

Constant Pilote (At)
Geoffrey Favero (S)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Postdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire
En italique : diplôme ou départ en cours d'année

Bernard Giroux (P) **Géophysique appliquée**
Abderrezak Bouchedda (Postdoc)
Linda Armelle Nzumotcha Tchoumkam (PhD)
Lorenzo Perozzi (PhD)
Issam Bakari (MSc)
Simon Gonzalez-Sirois (MSc)
Benjamin Gosselin-Cliche (MSc)
Amine Barhoumi (S)
Julian Falardeau (S)
François Papillon (S)
Arushi Sanexa (S)

Erwan Gloaguen (P) **Géophysique et géostatistique appliquées**
Martin Blouin (PhD)
Véronique Bouzaglou (PhD)
Camille Dubreuil-Boisclair (PhD)
Gabriel Fabien-Ouellet (PhD)
Patrick Simard (PhD)
Mathieu Sauvageau (MSc)
Pranshu Ratre (S)

Charles Gobeil (P) **Géochimie aquatique**
François Clayer (PhD)
Jade Bergeron (MSc)
Claire Laperruque (MSc)
Roger Lévasseur (MSc)
Cindy Beaulieu (S)
Antony Laberge (S)

Yves Gratton (P) **Océanographie physique**
Claude Bélanger (As)
Somayah Nahavandian Esfahani (PhD)
Caroline Sévigny (PhD)
Axel Mariotti (S)

Landis Hare (P) **Écotoxicologie et écologie d'eau douce**
Dominic Ponton (PhD)
Isabelle Proulx (PhD)
Maikel Rosabal Rodriguez (PhD)

Lyal Harris (P) **Géologie structurale et géophysique**
Anne-Sophie Corriveau (S)
Pablo Santolaria Otin (S)

Pierre Lafrance (P) **Biogéochimie des contaminants organiques**

Isabelle Laurion (P) **Écologie aquatique et bio-optique**
Delphine Rolland (As)
Frédéric Bouchard (Postdoc)
Maciej Bartosiewicz (PhD)
Karita Negandhi (PhD)
Olga Patrica Gomez (MSc)

René Lefebvre (P) **Hydrogéologie**
Xavier Malet (T)
Annie Therrien (T)
Jean-Marc Ballard (Ag)
Marc-André Carrier (Ag)
Harold Vigneault (Ag)
Laurie Tremblay (As et PhD)
Châtelaine Beaudry (At et MSc)
Laureline Berthot (At)
Emmanuelle Millet (At et MSc)

Marc Laurencelle (PhD)
Daniel Paradis (PhD)
Patrick Brunet (MSc)
Morgan Peel (MSc)
Mélanie Raynauld (MSc)
Debora Janos (S)
Fanny Rossi (S)
Klervi Roudot (S)
Gilles Valdez Tagne (S)

Bernard Long (P) **Sédimentologie marine**
Louis-Frédéric Daigle (T)
Mathieu Des Roches (Ag)
Régis Xhardé (As)
Thibault Labarre (At)
Stéphane Montreuil (PhD)
Constant Pilote (MSc)
Louis-François Rinfret (aide général)
Frédéric Gaillard (S)
Anabel Racine Rattthé (S)

Alain Mailhot (P) **Hydrologie urbaine**
Guillaume Talbot (Ag)
Samuel Bolduc (At)
Claudine Fortier (At et MSc)
Gérémy Panthou (Postdoc)
Silvia Innocenti (PhD)
Dikra Khedhaouria (PhD)
Imen Ghannem (MSc)
Karine Guinard (MSc)

Michel Malo (P) **Géologie structurale**
Karine Bédard (Ag)
Félix-Antoine Comeau (Ag)
Jean-Philibert Moutenet (Ag)
Jean-Christophe Aznar (As)
Maxime Claprood (As)
Elena Konstantinovskaya (As)
Tien Dung Tran Ngoc (As)
Jasmin Raymond (Postdoc)
Gaëlle Grundman (PhD)
Jean-François Grenier (MSc)
Maher Nasr (MSc)
Benjamin St-Pierre (MSc)
Diego Tovar (MSc)
Edwin Fabian Cabascango (aide général)
Linda Aubert (agente de secrétariat)
Micha Horswill (S)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Postdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire
En italique : diplôme ou départ en cours d'année

Richard Martel (P) **Hydrogéologie**

Clarisse Deschênes-Rancourt (T)
Fanny Fortier-Fradette (T)
Richard Lévesque (T)
Angus Calderhead (Ag)
Cintia Racine (Ag)
Luc Trépanier (Ag)
Veronika Varfalvy (Ag)
Uta Gabriel (As)
André Guy Tranquille Temgoua (As)
Pascal Castellazzi (PhD)
Jean-Philippe Drolet (PhD)
Adriana Furlan Gumière (PhD)
Jean-Sébastien Gosselin (PhD)
Marie-Claude Lapointe (PhD)
Thomas Robert (PhD)
Marie-Juliette Jouveau (MSc)
Guillaume Lefrançois (MSc)
Mélanie Longpré-Girard (MSc)
Linda Aubert (agente de secrétariat)
Catherine Domingue (S)
Jeanne Lavoie-Deraspe (S)
Charles-Élie Mercier (S)
Fannie Tremblay (S)

Guy Mercier (P) **Décontamination et valorisation**

Myriam Chartier (Ag)
Emmanuelle Cecchi (As)
Lucie Coudert (As)
Dileep Palakkeel Veetil (As)
Lan Huong Tran (As)
Guillaume Nielsen (At)
Nassima Kemache (Postdoc)
Alia Ben Ghachem (PhD)
Karima Guemiza (PhD et MSc)
Philippe Jobin (PhD)
Julien Mocellin (PhD)
Louis-César Pasquier (PhD)
Sanoopkumar Puthiya Veetil (PhD)
Catherine Gauthier Dion (MSc)
Tengfei Xu (MSc)
Maria José Moreno Correia (S)

Taha B. M. J. Ouarda (P) **Hydrométéorologie statistique**

Christian Charron (Ag)
Kaddour Mehri (As)
Amir Mohammad Yadghar (Postdoc)
Bouchra Nasri (MSc)

Claudio Paniconi (P) **Modélisation hydrogéologique**

Cintia Racine (Ag)
Damiano Pasetto (Postdoc)
Asma Chemingui (PhD)
Emma Mamifarananahary (PhD et S)
Carlotta Scudeler (PhD)
Saida Farah Badreddine (S)
Karina Cano Paoli (S)
Marcello Fiorentini (S)

Marc Richer-Lafèche (P) **Géosciences appliquées**

Mahamed Koita (PhD)
Charlotte Athurion (MSc)
Samuel Simard (MSc)
Luc Bélanger (aide général)
Jean-François Boily (aide général)
Gino Fontaine (aide général)
Gaétan Gatien (aide général)
Cécile Van der Kallen (S)

Pierre-Simon Ross (P) **Volcanologie et géologie économique**

Alexandre Bourke (At)
Julie Anaïs Debreil (PhD)
Séverine Delpit (PhD)
Alexandre Richard Boulerice (MSc)
Bastien Fresia (MSc)
Sarane Sterckx (MSc)
Jean-Philippe Pomerleau (S)

Alain N. Rousseau (P) **Modélisation hydrologique**

Alain Royer (T)
Sébastien Tremblay (T)
Stéphane Savary (Ag)
Iris Klein (At)
Daniel Nadeau (Postdoc)
Gwenaél Carrer (PhD)
Maxime Fossé (PhD)
Étienne Foulon (PhD)
Mushombe Muma (PhD)
Imene Ben Nasr (MSc)
Gabriel Hould Gosselin (MSc)
Pierre-Érik Isabelle (MSc)
Mathieu Oreiller (MSc)
Claudie Ratté-Fortin (MSc)
Fatima Bensalma (S)
Rahel Buss (S)
Macarena Nazareth Martin Martinez (S)
Benjamin Schwebel (S)
Martin Silvan Vogt (S)

Yves Secretan (P) **Hydro-informatique**

Sélim Ahmed (Postdoc)
Pascal Matte (PhD)
Patricia da Silva Holanda (S)
Mario Juan Dominguez (S)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Postdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire
En italique : diplôme ou départ en cours d'année

André St-Hilaire (P) Hydrologie environnementale et statistique

Loubna Benyahya (As)
Gwenael Carrer (As)
Julie Corriveau (As)
Anik Daigle (As)
Rabah Aider (At)
Iris Klein (At)
Sandra Proulx-McInnis (At)
Jaewon Kwak (Postdoc)
Amir Mohammad Yadghar (Postdoc)
Deepti Joshi (PhD)
Samah Larabi (PhD)
Audrey Maheu (PhD)
Julien Mocq (PhD)
Bouchra Nasri (PhD)
Sébastien Ouellet-Proulx (PhD et MSc)
Zacharie Sirabahenda (PhD)
Alida Nadège Thiombiano (PhD)
Laurie Beaupré (MSc)
Christian Saad (MSc)
Myriam Samson-Dô (MSc)
Faiza Lazrak (S)
Marc-Antoine Vézina (S)

Normand Tassé (P) Géochimie

Rajeshwar Dayal Tyagi (P) Bioconversion des résidus

Jean-Robert Gnepe (As)
Song Yan (As)
Xiaolei Zhang (As et PhD)
Shyam Krishna (Postdoc)
Dhouha Ayed (PhD)
Indrani Bhattacharya (PhD)
Mathieu Drouin (PhD)
Nouha Klai (PhD)
Lalit Lalit Kumar (PhD)
Amine Mahmoudi (PhD)
Kuttiraja Mathiazhakan (PhD)
Tanaji More (PhD)
Sridhar Pili (PhD)
Jay Shankar Singh Yadav (PhD)
Adama Ndao (MSc)
Soumia Sakaki (MSc)
Louis-Philippe Théroux (MSc)
Jean-Loup Belloccq (S)
Clément Clero-Tisserra (S)
Gautier Evrard (S)
Rémi Quinet (S)

Jean-Pierre Villeneuve (P) Gestion intégrée des ressources en eau

Babacar Toumbou (As)
Nomessi Kokutse (Postdoc)
Phu Duc Nguyen (PhD)
Xuan Tuan Nguyen (PhD)
Thi Thu Ha Pham (PhD)
Julie Fortin (agente de secrétariat)
Ariane Leduc (agente de secrétariat)
Claudia Bergeron (S)

Autre personnel de recherche

Hooshang Pakdel (Ag)
Diane Bélanger (As)
Roland Pierre Ngom (As)
Gabriel Huot-Vézina (At)
Annick Morin (At)
Teegwindé Diane Carole Compaoré (S)
Ouejdene Samoud (S)

Autres étudiants

En sciences de la terre sous la supervision d'un professeur associé

Cristian Alvarez (MSc, Christian Bégin)
Anne-Marie Beauchamp (MSc, Benoît Dubé)
Antoine Caté (PhD, Patrick Mercier-Langevin)
Anthony-Franco De Toni (MSc, Louise Corriveau)
Lauriane Dinis (PhD, Martine M. Savard)
Arnaud Fontaine (PhD, Benoît Dubé)
Vivien Janvier (PhD, Sébastien Castonguay)
Josué Jautzy (PhD, Jason Ahad)
Pierre Ladevèze (PhD, Christine Rivard)
Guillaume Légaré-Couture (PhD, Michel Parent)
Jean-François Montreuil (PhD, Louise Corriveau)
Maud Naulier (PhD, Martine M. Savard)
William Oswald (PhD, Sébastien Castonguay)
Mireille Pelletier (MSc, Patrick Mercier-Langevin)
Marie-Amélie Pétré (PhD, Alfonso Rivera)
Rachel Thériault (MSc, Martine M. Savard)
David Yergeau (PhD, Patrick Mercier-Langevin)

À la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Marjorie Allaire-Verville
Maria Carolina Braga
Cindy Cormier
Joanie Carrier
David Collins-Fekete
Audrey Lucchesi Lavoie
Carène Mariska Mamoun
Rachel Pagé
Pauline Pannetier

Autres professeurs

Émérites

Bernard Bobée
Georges Drapeau
Michel Slivitzky

Honoraires

Aïcha Achab
Jean-Christian Auclair
Jean-Pierre Fortin
Michel Leclerc
Sinh Lequoc
Guy Morin
Jean-Louis Sasseville
Alain Soucy
André Tessier

Associés

Jason M. E. Ahad, CGC-Québec
Jean H. Bédard, CGC-Québec
Christian Bégin, CGC-Québec
Sébastien Castonguay, CGC-Québec
Louise Corriveau, CGC-Québec
Benoît Dubé, CGC-Québec
Mathieu J. Duchesne, CGC-Québec
Michel Houlé, CGC-Québec
Donna Kirkwood, CGC-Québec
Denis Lavoie, CGC-Québec
Patrick Mercier-Langevin, CGC-Québec
Yves Michaud, CGC-Québec
Jean Morin, Environnement Canada
Miroslav B. Nastev, CGC-Québec
Michel A. Parent, CGC-Québec
Didier Perret, CGC-Québec
Nicolas Pinet, CGC-Québec
Christine Rivard, CGC-Québec
Alfonso Rivera, CGC-Québec
René Roy, Hydro-Québec - IREQ
Martine M. Savard, CGC-Québec
Bernard Vigneault, CGC-Québec

Invités

Belkacem Abdous, Université Laval
Marc Amyot, Université de Montréal
Simon Barnabé, UQTR
Louis Bernatchez, Université Laval
Marie-Amélie Boucher, UQAC
Thomas Buffin-Bélanger, UQAR
Daniel Caissie, Pêches et Océans Canada
Michel Chouteau, École Polytechnique de Montréal
Paul Cooper, University of Toronto
Daniel Cossa, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)
Simon Charles Courtenay, Pêches et Océans Canada
Richard A. Cunjak, Canadian Rivers Institute, University of New-Brunswick
Jean-Pierre Dedieu, LARHRA - CNRS (France)
Salah-Eddine El Adlouni, Université de Moncton
Nassir El-Jabi, Université de Moncton
Anne-Catherine Favre, Université de Grenoble (France)
Jaime Max Gárfias Soliz, Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA, Mexique)
Pierre-Louis Gosselin, Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ)
Sylvio Jose Gumiere, Université Laval
Katy Haralampides, University of New-Brunswick
Klaus Holliger, Université de Lausanne (Suisse)
Eric Lee Johnson, Hartwick College (New York, États-Unis)
Sylvain Jutras, Université Laval
Sandra Kentish, University of Melbourne (Australie)
Scott Lamoureux, Queen's University
Véronique Lapaige, Université de Montréal
Robie W. Macdonald, Pêches et Océans Canada
Jean-Louis Morel, Institut national polytechnique de Lorraine (INPL, France)
Mir Abolfazl Mostafavi, Université Laval
Michel Nolin, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Reinhard Pienitz, Université Laval
John F. V. Riva, retraité, Université Laval

Fabiola Sandoval-Salas, Instituto tecnológico superior de Perote (Mexique)
Marie-Odile Simonnot, INPL (France)
Minh Y Tran, Académie des sciences et des technologies du Vietnam (Vietnam)
Bruno Tremblay, Université McGill
Gozo Tsujimoto, Kobe City College of Technology (Japon)
José R. Valéro, retraité, Service canadien des forêts
Fumihiko Yamada, Kumamoto University (Japon)
Fatiha Zidane, Université Hassan II (Maroc)

Chercheurs invités

Guy Ampleman, Recherche et Développement pour la défense Canada (RDDC) - Valcartier
Patrick Atheba, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
Antonio Avalos Ramirez, Centre national en électrochimie et en technologies environnementales (CNETE)
Gilles Bellefleur, Commission géologique du Canada
Rudolf Bertrand, retraité, Centre Eau Terre Environnement de l'INRS
Simon Besner, Institut de recherche d'hydro-Québec (IREQ)
Claudia Blais, Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ)
Gerardo Buelna, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)
Athyna Cambouris, Agriculture et Agroalimentaire Canada
François Caron, retraité, Ministère des Ressources naturelles du Québec
Daniel Caya, Consortium Ouranos
Marie Clément, Pêches et Océans Canada
Catherine Couillard, Pêches et Océans Canada
Mélanie Desrosiers, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP)
Emmanuela Diaz, RDDC - Valcartier
Bernard Doyon, Collège F.X. Garneau
Sylvie Dufour, CNRS (France)
Peter S. Galbraith, Pêches et Océans Canada
David Huard, Consortium Ouranos
Amélie Janin, Yukon Research Centre
Yann Le Bihan, CRIQ
Mickaële Le Ravalec-Dupin, IFP Énergies nouvelles (IFPEN, France)
Yvon Maranda, MDDEFP
Stéphane Masson, Parc Aquarium du Québec
Emma Michaud, CNRS (France)
Marc Mingelbier, Ministère des Ressources naturelles du Québec
Marie Minville, Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ)
Luc Perreault, IREQ
Louis Prieur, Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (France)
André Pugin, Commission géologique du Canada
Milla Rautio, UQAC
Rao Y. Surampalli, United States Environmental Protection Agency (EPA, États-Unis)
Muriel Thibaut, IFPEN (France)
Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier
Richard Turcotte, Centre d'expertise hydrique du Québec (MDDEFP)

Les services

Direction

Équipe de direction : Jean-François Blais, Yves Gratton (par intérim), Yves Bégin

Isabelle St-Jacques (adjointe)
Ariane Leduc (*agente de secrétariat*)

Administration

Ginette Belleau (responsable)
Dominique Cantin
Hugo Jean
Cathy Lachance
Diane Lortie
Marie-Noëlle Ouellet
Manon Poitras
Mathieu Robitaille-Boutin
Guylaine Vallée

Cartographie

Marco Boutin

Documentation et information

Jean-Daniel Bourgault (responsable)
Pascale Dion
Chantal Paquin
Mathilde Renaud
Anne Robitaille
Jean-Michel Thériault

Enseignement

Suzanne Dussault
Johanne Desrosiers

Immeubles

Serge Marcoux (responsable)
Céline Bélanger
Étienne Bérubé
Bruno Drolet
Sylvain Dufour
Gilles Guérin
Sophie Magos
Alain Poirier
Luc Rose
Pierre Tailleur

Informatique et télécommunications

Claude Blanchette (responsable)
Alexis Beaudoin
Claude Champagne
Gustavo Da Silva
Luc Jalbert
Marc St-Pierre

Laboratoires

Stéfane Prémont (responsable)
Anissa Bensadoune
Mathieu Drouin
Jean-François Dutil
Sébastien Duval
Julie Fortin
Philippe Girard
Sandra Jobidon
Marie Létourneau
Stéphane Moïse
Julie Perreault
Sylvain Perrier
Lise Rancourt
René Rodrigue

Valorisation de la recherche

Carole Parent
Stéphanie Racine

Stagiaires (service)

Marion Grampfort (laboratoires)
Anthony Landry (laboratoires)
Mathieu Lepage (informatique)
David Mendonca Bezerra (informatique)
Marie-Lyne Tatlock (laboratoires)



WWW.INRS.CA

INRS
Université d'avant-garde