

Centre - Eau Terre Environnement
Rapport annuel 2012-2013



Rapport annuel du 1^{er} mai 2012 au 30 avril 2013

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

Rédaction et mise en page

Mathilde Renaud

Révision

Jean-Daniel Bourgault
Sophie Magos

Photo principale de la page couverture

Jean Bédard

Crédits photos

Paschale Bégin, Yves Bégin, Denis Bernier, Jean-Daniel Bourgault, Julie Breton, Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge (CBRCR), Arnaud De Coninck, Sonia Desjardins, Mathieu Des Roches, équipes de Patrick Drogui et de Pierre Francus, Christian Fleury, Peggy Greb, Lyal Harris, Guillaume Jouve, René Lefebvre, Michel Malo, MDA et Agence spatiale canadienne, Antoine Nicault, Danae Pitre, Marc Richer-Lafèche, Thomas Robert, Pierre-Simon Ross, Jean-Michel Thériault, Josianne Trottier.

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

C'est avec grand plaisir que nous présentons le douzième rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique pour l'année 2012-2013.

La mission du 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 riche en réalisations.

Ce rapport fait état des projets porteurs de l'année dans les différents domaines de spécialité du Centre. Citons pour exemple, le développement d'un indice de rigueur climatique hivernale, d'un nouveau mode de gestion des déchets putrescibles et d'indicateurs d'exploitation durable des ressources en eau souterraine et des ressources minières. Mentionnons également la mise sur pied de l'Institut international de l'aquarresponsabilité municipale (iiAm) conjointement par l'INRS et l'Université Laval. Autant d'initiatives qui témoignent d'un dynamisme porté par un corps professoral et un personnel de recherche débordant d'idées et d'initiatives.

En ce qui concerne le financement, les professeurs ont eu de bons succès. Deux nouvelles subventions québécoises de partenariat pour l'innovation et sept du gouvernement fédéral pour l'engagement partenarial ont été obtenues favorisant ainsi l'innovation et la collaboration avec les entreprises.

À la collation des grades de l'automne 2012, seize étudiants au doctorat et neuf à la maîtrise ont reçu leur diplôme en sciences de la terre ou en sciences de l'eau. De plus, deux étudiants ont complété la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau.

En mars 2013, l'INRS a rendu hommage à un pionnier, le professeur émérite Michel Slivitzky, fondateur du premier centre de recherche multidisciplinaire dans le domaine des sciences de l'eau, en lui remettant un prix reconnaissance pour son œuvre scientifique.



Le présent rapport se veut donc le reflet des grandes réalisations du Centre Eau Terre Environnement pour l'année 2012-2013. Les succès obtenus sont attribuables à 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.

J'adresse de sincères remerciements à tous en les encourageant à poursuivre sur cette excellente voie.

Le directeur,
Yves Bégin

Centre Eau Terre Environnement

Institut national de la recherche scientifique (INRS)

L'INRS est une université consacrée à la recherche fondamentale et appliquée orientée vers le développement culturel, économique et social du Québec. Il s'agit d'un établissement universitaire qui a comme objectif de former des professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et de s'assurer du transfert des connaissances et des technologies dans l'ensemble des secteurs où il œuvre. L'INRS offre à ses étudiants et professeurs un milieu de recherche innovant et centré sur les besoins de la société.

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 professionnelle et de recherche ainsi que de doctorat en sciences de l'eau et de la terre. Des stages de formation à tous les niveaux universitaires sont aussi offerts.

Le programme scientifique comporte quatre grands axes de recherche, soit l'hydrologie, l'assainissement environnemental 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.

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



Hydrologie

2012-2013

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

Améliorer pour mieux modéliser

Le modèle hydrologique HYDROTEL développé à l'INRS appuie la gestion des eaux de surface à l'échelle d'un bassin versant en simulant divers processus hydrologiques. Des améliorations au modèle sont en cours afin de le doter de la capacité de simuler le rôle des milieux humides et ainsi de rendre compte des services hydrologiques qu'ils procurent (p. ex. atténuation des crues et des étiages). Une autre des améliorations visées est d'augmenter la résolution de calcul du modèle afin que celui-ci puisse être utilisé pour de grandes échelles spatiales. Ces améliorations sont requises pour les études d'impacts des changements climatiques et la mise en place de stratégies d'adaptation.



La sédimentation comme solution

L'exploitation des tourbières à des fins horticoles entraîne des impacts environnementaux. Par exemple, les eaux de ruissellement des tourbières exploitées sont la source de différentes particules en suspension dans l'eau des rivières ainsi que de leur couleur foncée. Afin d'améliorer la qualité des eaux de drainage provenant des sites d'exploitation, une des solutions proposées est l'utilisation de bassins de sédimentation pour retenir les particules. L'objectif du projet de recherche en cours est de modéliser différents types de bassins pour déterminer leur efficacité respective et ainsi améliorer leur conception. Ce projet fait partie du [Réseau canadien de l'eau](#) qui vise entre autres la protection des bassins versants et des écosystèmes.



Photo : sparkleice via photopin

Prévenir l'érosion sans nuire aux poissons

Lors de la construction d'infrastructures routières près ou au-dessus d'un cours d'eau, on doit dans certains cas procéder à l'enrochement des rives et du lit du cours d'eau pour les stabiliser et prévenir l'érosion. Ces modifications du milieu ont un impact sur la qualité des habitats aquatiques. Les objectifs du projet de recherche en cours sont de déterminer l'influence des caractéristiques hydrauliques et géomorphologiques du cours d'eau et du type d'enrochement (matériel, longueur, etc.) sur la sédimentation future et d'évaluer les effets de l'enrochement sur la qualité de l'habitat pour les poissons, sur la fréquentation du site par ceux-ci et sur leur capacité de passage lors de périodes de faible niveau d'eau.



Photo : CBRCC

Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



HYDROLOGIE DES BASSINS VERSANTS

Logiciels de modélisation hydrologique et d'aide à la décision pour la gestion intégrée de l'eau par bassin versant | Télédétection et outils géomatiques pour l'évaluation et le suivi des sols et des ressources en eau

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 URBAINE

Diagnostic de l'état structural des infrastructures d'eau et prévision des besoins d'intervention | Vulnérabilité au changement climatique de l'approvisionnement en eau potable | Aquareponsabilité municipale

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

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

Jean-Pierre Villeneuve | Aquareponsabilité



HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE

Outils de modélisation de la dynamique et de la qualité de l'eau à l'échelle de tronçons fluviaux | Caractérisation des rivières, modélisation de l'habitat du poisson et effets des perturbations anthropiques sur ceux-ci

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

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



HYDROLOGIE STATISTIQUE

Modélisation et estimation de variables hydrologiques et d'événements extrêmes en contexte de changements climatiques | Analyse statistique des ressources en eau et des réseaux de mesure | Outils d'aide à la conception et gestion des ouvrages | Écohydrologie statistique appliquée à la caractérisation et à la gestion des habitats aquatiques

Fateh Chebana | Modélisation | fateh.chebana@ete.inrs.ca

Taha B. M. J. Ouarda | Hydrométéorologie | taha.ouarda@ete.inrs.ca

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

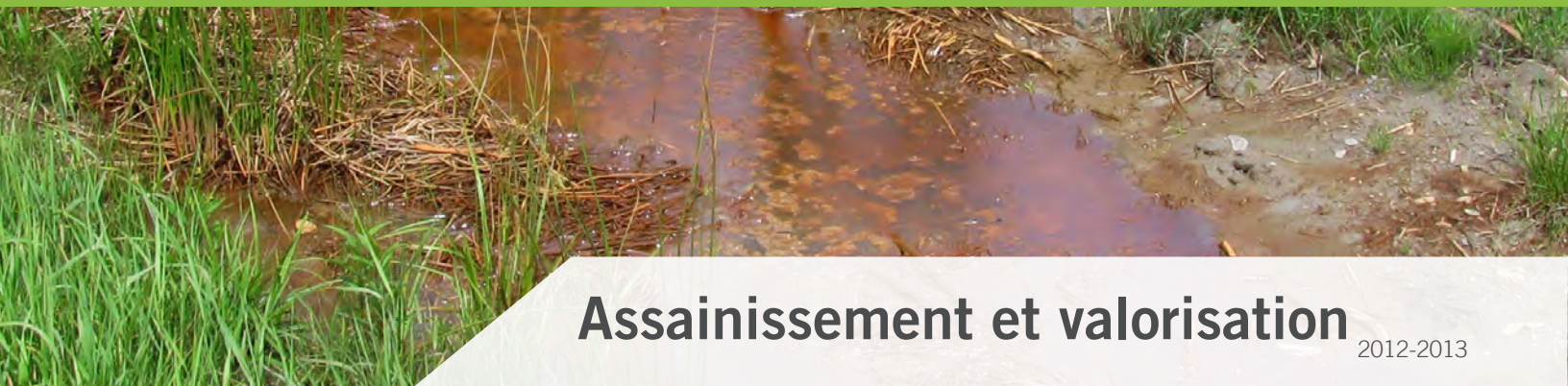
Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Chebana, F., Ouarda, T. B. M. J.** et Duong, T. C. (2013). Testing for multivariate trends in hydrologic frequency analysis. *Journal of Hydrology*, 486: 519-530. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2013.01.007
- **Dribault, Y., Chokmani, K.** et **Bernier, M.** (2012). Monitoring seasonal hydrological dynamics of minerotrophic peatlands using multi-date GeoEye-1 very high resolution imagery and object-based classification. *Remote Sensing*, 4(7): 1887-1912. DOI: 10.3390/rs4071887
- **Duchesne, S., Beardsell, G., Villeneuve, J. P., Tombou, B.** et **Bouchard, K.** (2013). A survival analysis model for sewer pipe structural deterioration. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 28(2): 146-160. DOI: 10.1111/j.1467-8667.2012.00773.x
- **Gagnon, P., Rousseau, A. N., Mailhot, A.** et Caya, D. (2013). A Gibbs sampling disaggregation model for orographic precipitation. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 22: 16-26. DOI: 10.1016/j.jag.2011.11.002
- Jeong, D. I., **St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J.** et Gachon, P. (2013). Projection of future daily precipitation series and extreme events by using a multi-site statistical downscaling model over the great Montreal area, Quebec, Canada. *Hydrology Research*, 44(1): 147-168. DOI: 10.2166/nh.2012.183
- **Mailhot, A.,** Lachance-Cloutier, S., **Talbot, G.** et Favre, A. C. (2013). Regional estimates of intense rainfall based on the Peak-Over-Threshold (POT) approach. *Journal of Hydrology*, 476: 188-199. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.10.036
- **Proulx-Mcinnis, S., St-Hilaire, A., Rousseau, A. N.,** Jutras, S., **Carrer, G.** et **Levrel, G.** (2013). Seasonal and monthly hydrological budgets of a fen-dominated forested watershed, James Bay region, Quebec. *Hydrological Processes*, 27(10): 1365-1378. DOI: 10.1002/hyp.9241
- Roy, M. L., Roy, A. G., Grant, J. W. A. et **Bergeron, N. E.** (2013). Individual variability in the movement behaviour of juvenile Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70(2): 339-347. DOI: 10.1139/cjfas-2012-0234

Une variété de partenaires de recherche

- Agences spatiales canadienne et européenne
- Conseil de gestion du bassin-versant de la rivière Restigouche
- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Environnement; Ressources naturelles; Pêches et Océans)
- Gouvernement du Québec (Agriculture, Pêcheries et Alimentation; Développement durable, Environnement, Faune et Parcs; Santé et Services sociaux; Sécurité publique; Transports)
- Hydro-Québec
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
- Ville de Québec



Assainissement et valorisation

2012-2013

Au Québec, il se produit 25 tonnes de matières résiduelles non dangereuses 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 bactéries dont on se passerait bien!

Lors d'expertises en bâtiment, les inspecteurs découvrent souvent de l'ocre ferreuse dans les conduits d'acheminement d'eau. Il s'agit d'un dépôt orangé constitué de précipités d'hydroxydes ferriques causés par une réaction biochimique à laquelle participent des bactéries ferrugineuses. Ce dépôt obstrue les drains ou les fosses bloquant en partie ou complètement le passage de l'eau. Le projet de recherche en cours vise à caractériser le comportement des ferrobactéries qui est peu connu afin de prévenir leur propagation. L'objectif est de contribuer à une meilleure évaluation des risques de colmatage des conduits et des dommages qui s'en suivent par les services d'expertises en bâtiment.



Se débarrasser du glycol

Le glycol (ou éthylène glycol) est un produit toxique utilisé entre autres dans les systèmes de refroidissement industriels. Afin de limiter la contamination de l'environnement, les eaux usées industrielles doivent être déglycolisées. Dans ce but, les techniques d'oxydation photo-électrocatalytique combinant des procédés photocatalytiques et électrolytiques sont intéressantes, car elles produisent des radicaux hydroxyles capables de réagir rapidement avec la plupart des composés organiques dont il est difficile de se débarrasser par des traitements conventionnels. Le but du projet de recherche en cours est de mettre au point un procédé efficace pour traiter les eaux résiduaires industrielles contaminées au glycol.



Une solution originale pour nos déchets

La gestion des déchets est un défi grandissant pour les municipalités québécoises. De nouvelles solutions doivent être envisagées dans le but de réduire les problématiques liées au transport et à l'enfouissement. Un projet de recherche est en cours afin de tester une solution originale pour la gestion des déchets domestiques putrescibles. Ces déchets seront broyés et envoyés avec les eaux usées vers une fosse de rétention où les matières solides seront décantées. Les solides seront ensuite récupérés à intervalles réguliers pour être acheminés à un système de valorisation énergétique comme la méthanisation. Un suivi sera effectué avant et après l'installation des broyeurs afin de bien évaluer l'effet de tous les paramètres.



Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



ASSAINISSEMENT ENVIRONNEMENTAL

Développement et optimisation de procédés d'extraction des métaux toxiques et d'élimination de contaminants organiques de matrices contaminées | Mise au point de technologies de traitement de boues d'épuration et d'effluents urbains et industriels

Jean-François Blais | Décontamination

jean-francois.blais@ete.inrs.ca

Patrick Drogui | Électrotechnologies

patrick.drogui@ete.inrs.ca

Normand Tassé | Géochimie

normand.tasse@ete.inrs.ca



VALORISATION DE RÉSIDUS ET DE BIOMASSES

Valorisation de résidus industriels et récupération de leurs métaux | Développement de procédés de transformation et de biovalorisation de divers types de rejets urbains et industriels | Bioconversion de boues d'épuration en produits à valeur ajoutée

Satinder Kaur Brar | Biovalorisation et contaminants émergents

satinder.brar@ete.inrs.ca

Guy Mercier | Décontamination et valorisation

guy.mercier@ete.inrs.ca

Rajeshwar Dayal Tyagi | Bioconversion

rd.tyagi@ete.inrs.ca



CHIMIE MINÉRALE ET ENVIRONNEMENTALE

Mise au point de technologies de transformation et de valorisation de résidus industriels

Mario Bergeron | Chimie du silicium, du platine, chloruration

mario.bergeron@ete.inrs.ca

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Coudert, L., Blais, J. F., Mercier, G.,** Cooper, P., Morris, P., Gastonguay, L., Janin, A. et **Zaviska, F.** (2013). Optimization of copper removal from ACQ-, CA-, and MCQ-treated wood using an experimental design methodology. *Journal of Environmental Engineering*, 139(4): 576-587.
DOI: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000639
- **Drogui, P., Bureau, M. A., Mercier, G. et Blais J.F.** (2013). Effectiveness of electrooxidation process for stabilizing and conditioning of urban and industrial wastewater sludge. *Water Environment Research*, 85(1): 35-43.
DOI: 10.2175/106143012X13415215907257
- **Mohapatra, D. P., Brar, S. K.,** Picard, P. et **Tyagi, R. D.** (2013). Preparation of a new class of whey-stabilized ZnO nanoparticles for degradation of bisphenol A in water. *Science of Advanced Materials*, 5(1): 57-63.
DOI: 10.1166/sam.2013.1431
- **Reynier, N., Blais, J. F., Mercier, G. et** Besner, S. (2013). Treatment of arsenic-, chromium-, copper- and pentachlorophenol-polluted soil using flotation. *Water Air & Soil Pollution*, 224(4): 1514.
DOI: 10.1007/s11270-013-1514-4
- **Rouissi, T., Mahmoudi, A., Tyagi, R. D., Brar, S. K.,** Prévost, D. et Surampalli, R. Y. (2013). Optimisation of spray drying by response surface methodology for the production of *Sinorhizobium meliloti* powder formulation by using starch industry wastewater. *Biosystems Engineering*, 114(3): 334-343.
DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2013.01.003
- **Zaviska, F., Drogui, P., Grasmick, A., Azais, A. et** Héran, M. (2013). Nanofiltration membrane bioreactor for removing pharmaceutical compounds. *Journal of Membrane Science*, 429: 121-129.
DOI: 10.1016/j.memsci.2012.11.022

Une variété de partenaires de recherche

- Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ)
- Centre technologique des résidus industriels (CTRI)
- Consortium de recherche et innovation en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ)
- Gouvernement du Québec (Agriculture, Pêcheries et Alimentation; Développement économique, Innovation et Exportation; Relations internationales)
- Industrie Canada
- Hydro-Québec
- Premier Tech
- Technorem



Biogéochimie 2012-2013

La pollution de l'eau est l'enjeu environnemental n°1 au Canada selon un récent sondage

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 contaminants scrutés à la loupe

La contamination des lacs du Québec méridional est scrutée à loupe dans ce projet de recherche sur le transport réactif des contaminants en milieu aquatique. Les polluants sont mesurés dans des carottes de sédiments datés et dans l'eau interstitielle des sédiments. Les objectifs sont d'identifier les réactions dans lesquelles les contaminants sont impliqués, de déterminer les constantes de vitesse de ces réactions, de reconstituer la chronologie des retombées atmosphériques des contaminants et de développer des modèles permettant de prédire le comportement des contaminants dans les écosystèmes aquatiques lorsque les conditions du milieu varient.



Des terres rares au Québec ?

Le développement durable de l'industrie minière passe par une bonne évaluation du risque écologique que pose l'exploitation des métaux. Cette évaluation repose sur les connaissances acquises sur la spéciation (formes chimiques), la mobilité (transport), la biodisponibilité (potentiel d'accumulation) et la toxicité des métaux. Pour l'instant, il y a un important manque de connaissances sur les métaux de la série des terres rares. Ces éléments sont très recherchés, car essentiels à l'industrie des hautes technologies. Il y a un potentiel d'exploitation de terres rares au Québec. L'objectif des recherches en cours est donc de développer l'expertise nécessaire sur l'exposition et les effets de plusieurs de ces terres rares dans les écosystèmes aquatiques.



Photo : Peggy Greb (USDA) via [Wikimedia Commons](#)

Double menace sur les estuaires

Les estuaires sont des écosystèmes extrêmement productifs aux conditions très variables. Ils sont soumis à de nombreuses menaces environnementales, dont en particulier l'action combinée de la pollution et des changements climatiques qui constitue un stress anthropique majeur. Les invertébrés benthiques contrôlent la productivité biologique en produisant une grande quantité de biomasse; ils peuvent ainsi servir de sentinelles pour évaluer les impacts environnementaux dans les écosystèmes aquatiques. Le but du projet est de constituer une boîte à outils basée sur des données scientifiques permettant d'évaluer les effets synergiques de la pollution et des changements climatiques dans les estuaires.



Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



GÉOCHIMIE ENVIRONNEMENTALE

Identification des sources, transport atmosphérique et sédimentation des contaminants dans les lacs et les océans | Transport et devenir des contaminants organiques en milieu agricole

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

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



ÉCOTOXICOLOGIE AQUATIQUE

Mécanismes d'accumulation des métaux et détection de leurs effets chez les organismes vivants, de la cellule jusqu'aux communautés | Outils pour évaluer les risques associés à la contamination du milieu aquatique pour les populations animales et la biodiversité

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
paul.drevnick@ete.inrs.ca

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

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



LIMNOLOGIE ET OCÉANOGRAPHIE

Effets des changements climatiques sur le mélange et la transparence de l'eau dans les lacs et interactions avec la productivité microbienne | Processus physiques (circulation et mélange) et leurs impacts sur la production biologique dans les océans

Isabelle Laurion | Limnologie et biooptique
isabelle.laurion@ete.inrs.ca

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

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Defo, M. A.**, Pierron, F., Spear, P. A., Bernatchez, L., **Campbell, P. G. C.** et **Couture, P.** (2012). Evidence for metabolic imbalance of vitamin A2 in wild fish chronically exposed to metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 85: 88-95. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2012.08.017
- **Drevnick, P. E.**, Yang, H., Lamborg, C. H. et Rose, N. L. (2012). Net atmospheric mercury deposition to Svalbard: Estimates from lacustrine sediments. *Atmospheric Environment*, 59(5): 509-513. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2012.05.048
- **Feyte, S.**, **Gobeil, C.**, **Tessier, A.** et Cossa, D. (2012). Mercury dynamics in lake sediments. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 82: 92-112. DOI: 10.1016/j.gca.2011.02.007
- Forest, A., Babin, M., Stemmann, L., Picheral, M., Sampei, M., Fortier, L., **Gratton, Y.**, Belanger, S., Devred, E., Sahlin, J., Doxaran, D., Joux, F., Ortega-Retuerta, E., Martin, J., Jeffrey, W. H., Gasser, B. et Miquel, J. C. (2013). Ecosystem function and particle flux dynamics across the Mackenzie Shelf (Beaufort Sea, Arctic Ocean): An integrative analysis of spatial variability and biophysical forcings. *Biogeosciences*, 10: 2833-2866. DOI: 10.5194/bg-10-2833-2013
- **Lafrance, P.** et **Caron, E.** (2012). Impact of vegetated filter strips on sorbed herbicide concentrations and sorption equilibrium in agricultural plots. *Journal of Environmental Science and Health B*, 47 (10) : 967-974. DOI: 10.1080/03601234.2012.706565
- **Rosabal, M.**, **Hare, L.** et **Campbell, P. G. C.** (2012). Subcellular metal partitioning in larvae of the insect *Chaoborus* collected along an environmental metal exposure gradient (Cd, Cu, Ni and Zn). *Aquatic Toxicology*, 120: 67-78. DOI: 10.1016/j.aquatox.2012.05.001
- **Sánchez-Marín, P.**, **Fortin, C.** et **Campbell, P. G. C.** (2013). Copper and lead internalisation by freshwater microalgae at different carbonate concentrations. *Environmental Chemistry*, 10(2): 80-90. DOI: 10.1071/EN13011

Une variété de partenaires de recherche

- Affaires autochtones et Développement du Nord Canada
- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Commission de la capitale nationale - Ottawa
- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Environnement Canada
- Réseau ArcticNet



Géosciences

2012-2013

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

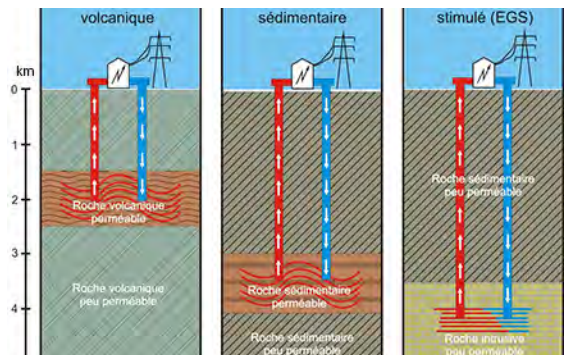
La forte demande pour les ressources minérales, pétrolières et gazières, la gestion durable des eaux souterraines, les risques environnementaux liés aux processus géologiques et l'impact des changements climatiques sont autant de problématiques auxquelles les chercheurs tentent de répondre.

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

De l'électricité géothermique au Québec?

La géothermie est une filière de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable en expansion à travers le monde. On peut extraire l'énergie géothermique à partir de divers réservoirs géologiques : volcanique, sédimentaire (ressources conventionnelles) et stimulé (ressources non conventionnelles). Le Québec pourrait posséder des ressources géothermiques hydrothermales dans les bassins sédimentaires du sud et des ressources associées à des réservoirs stimulés pourraient exister dans le socle sous-jacent. Le projet de recherche en cours comprend une exploration géologique et une évaluation des ressources, des travaux d'ingénierie des réservoirs et de simulation de l'exploitation, et une évaluation des impacts environnementaux potentiels.



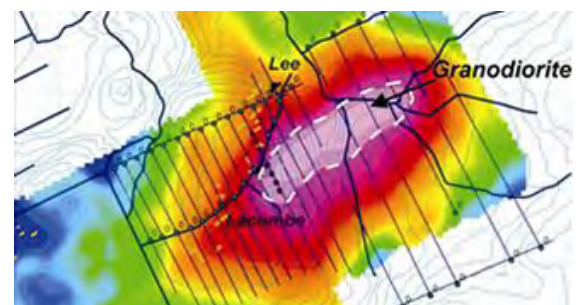
Focus sur le gaz de shale

Afin d'éclairer le débat au Québec sur l'exploration et l'éventuelle exploitation des gaz de shale (terme utilisé par les géologues), il est important combler les lacunes dans les connaissances scientifiques sur le sujet. Le gaz en question est piégé dans une formation sédimentaire appelée shale d'Utica que l'on retrouve dans la vallée du Saint-Laurent. Le projet de recherche en cours, auquel collaborent des chercheurs de la Commission géologique du Canada, vise à évaluer le degré d'imperméabilité géologique des successions rocheuses entre les shales cibles et les réservoirs aquifères peu profonds. Des données de levés sismiques et de forages existants sont utilisées pour développer des modèles géologiques et déterminer les propriétés pétrophysiques des roches.



Regain d'intérêt pour des mines abandonnées

Selon la fluctuation mondiale du prix des métaux, d'anciennes mines abandonnées peuvent susciter de nouveau l'intérêt, et cela peut être particulièrement vrai dans le cas de gisements polymétalliques. Un projet de recherche est en cours sur le site d'une ancienne mine dont la minéralisation polymétallique comprend du plomb, de l'argent, du zinc, de l'antimoine, du bismuth et du tungstène. Les données minières, géologiques, géophysiques et géochimiques du site sont compilées et réinterprétées pour ensuite effectuer une cartographie géologique détaillée. Différentes techniques d'imagerie géophysique sont aussi utilisées afin de comprendre la géométrie du sous-sol et la mise en place des minéralisations.



Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



GÉOPHYSIQUE ET GÉOLOGIE ENVIRONNEMENTALE

Modélisation et imagerie en géophysique appliquée | Intégration des méthodes géophysiques et hydrogéologiques pour des applications environnementales et géotechniques | Érosion des littoraux

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

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

Bernard Long | Sédimentologie marine | bernard.long@ete.inrs.ca



HYDROGÉOLOGIE

Caractérisation, modélisation et gestion des ressources en eaux souterraines | Comportement des contaminants dans le sol et les aquifères et réhabilitation *in situ* de sites contaminés | Impacts des changements climatiques

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



ENVIRONNEMENTS GÉOLOGiques ET RESSOURCES NATURELLES

Analyse de bassins sédimentaires, des relations structure-minéralisation et géologie régionale | Environnements géologiques associés à l'activité volcanique et magmatique | Développement de modèles de l'origine et de la présence des ressources minérales et pétrolières et d'outils pour aider l'industrie à cibler les zones à potentiel élevé

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

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

Marc Richer-Lafleche | Géosciences appliquées
marc.richer-lafleche@ete.inrs.ca

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



PALÉOENVIRONNEMENTS

Dynamique naturelle des cycles climatiques et hydrologiques et effets des changements climatiques | Reconstruction des environnements du passé à l'aide d'indicateurs biologiques et sédimentologiques

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

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

Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Blouin, M., Martel, R. et Gloaguen, E.** (2013). Accounting for aquifer heterogeneity from geological data to management tools. *Groundwater*, 51(3): 421-431. DOI: 10.1111/j.1745-6584.2012.00982.x
- **Claprod, M., Gloaguen, E., Giroux, B., Konstantinovskaya, E., Malo, M.** et Duchesne, M. J. (2012). Workflow using sparse vintage data for building a first geological and reservoir model for CO₂ storage in deep saline aquifer. A case study in the St. Lawrence Platform, Canada. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, 2(4): 260-278. DOI: 10.1002/ghg.1292
- **Collin, A., Long, B.** et Archambault, P. (2012). Merging land-marine realms: Spatial patterns of seamless coastal habitats using a multispectral LIDAR. *Remote Sensing of Environment*, 123: 390-399. DOI: 10.1016/j.rse.2012.03.015
- **Dufréhou, G. et Harris, L. B.** (2013). Tectonic models for the origin of regional transverse structures in the SW Grenville Province interpreted from regional gravity. *Journal of Geodynamics*, 64: 15-39. DOI: 10.1016/j.jog.2012.12.001
- **Lapointe, F., Francus, P., Lamoureux, S. F., Saïd, M. et Cuvén, S.** (2012). 1750 years of large rainfall events inferred from particle size at East Lake, Cape Bounty, Melville Island, Canada. *Journal of Paleolimnology*, 48(1): 159-173. DOI: 10.1007/s10933-012-9611-8
- **Paradis, D. et Lefebvre, R.** (2013). Single-well interference slug tests to assess the vertical hydraulic conductivity of unconsolidated aquifers. *Journal of Hydrology*, 478: 102-118. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.11.047
- Savard, M. M., Bégin, C., Marion, J., Arseneault, D. et **Bégin, Y.** (2012). Evaluating the integrity of C and O isotopes in sub-fossil wood from boreal lakes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 348-349: 21-31. DOI : 10.1016/j.palaeo.2012.06.003
- Sulis, M., **Paniconi, C.**, Marrocu, M., Huard, D. et Chaumont, D. (2012). Hydrologic response to multimodel climate output using a physically based model of groundwater/ surface water interactions. *Water Resources Research*, 48(12): W12510. DOI: 10.1029/2012WR012304
- Valentine G. A., White J. D. L., **Ross P.-S.**, Amin J., Taddeucci J., Sonder I. et Johnson P. J. (2012). Experimental craters formed by single and multiple buried explosions and implications for volcanic craters with emphasis on maars. *Geophysical Research Letters*, 39: L20301. DOI: 10.1029/2012GL053716

Une variété de partenaires de recherche

- Aramco Services Company
- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Défense; Ressources naturelles)
- Gouvernement du Québec (Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire; Développement durable, Environnement, Faune et Parcs; Développement économique, Innovation et Exportation; Ressources naturelles; Santé et Services sociaux)
- Hydro-Québec
- IAMGOLD
- Les Mines J.A.G.
- Orbite Aluminae

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

HYDROLOGIE

Hydrologie des bassins versants et télédétection

Monique Bernier

- [Avativut : la science au Nunavik](#) – Un apprentissage des élèves du secondaire en lien avec leur territoire – volet télédétection
- Cartographie à haute résolution de la vitesse des vents dans les régions côtières à partir d'images RSO ([Réseau stratégique sur l'énergie éolienne WESNet](#))
- Développement d'outils pour l'utilisation de la polarimétrie radar comme source d'information en hydrologie/glaciologie
- Développement d'outils pour optimiser l'utilisation des images satellitaires de RADARSAT-2 pour une meilleure gestion des inondations en eau libre et par embâcle
- Développement d'un algorithme SMAP de suivi du gel /dégel du sol adapté à la toundra canadienne
- [North Hydrology](#) (Support to Science Element Programme de l'Agence spatiale européenne)
- Permafrost and climate change in Northern Coastal Canada : Impacts and adaptations for communities ([Réseau ArcticNet](#))
- Prolongation du suivi de la glace autour des infrastructures maritimes de Quaqtaq, Umiujaq et Kuujjuaq
- Suivi du front du couvert de glace sur la rivière de la Paix dans le nord de l'Alberta

Karem Chokmani

- Caractérisation de la salinité des sols à l'aide de l'imagerie radar satellitaire et les approches de classification orientée-objet : cas de la Tunisie et du Maroc
- Caractérisation des bandes riveraines par télédétection satellitaire à très haute résolution spatiale
- Cartographie d'érosion hydrique du sol par télédétection satellitaire à très haute résolution spatiale – Application aux terres agricoles à proximité des bandes riveraines
- Développement d'approches stochastiques de suivi spatio-temporel du couvert nival à l'aide des données de télédétection
- Projet pilote d'application du système HAZUS sur des cours d'eau méridionaux du Québec

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)
- Adaptation du modèle hydrologique HYDROTEL pour des applications à grandes échelles afin d'appuyer l'étude des impacts des changements climatiques sur le régime hydrique
- Contribution de systèmes agroforestiers multifonctionnels à la capacité d'adaptation aux changements climatiques des agroécosystèmes
- Développement d'un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation de précision dans les cultures maraîchères en sols organiques

- Intégration de l'impact des changements climatiques dans la détermination des crues maximales probables afin d'appuyer les usagers dans l'évaluation de la sécurité des barrages (autre équipe INRS impliquée : Alain Mailhot)
- Modélisation hydrologique dans le bassin hydrographique du Bras d'Henri et élaboration d'un système de modélisation économique et hydrologique intégrée (GIBSI)
- Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses terres du Saint-Laurent
- Ressources et approvisionnement en eau : modélisation des processus naturels

Jean-Pierre Villeneuve

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

Hydrologie urbaine et changements climatiques

Sophie Duchesne

- Évaluation des avantages et inconvénients de la séparation des réseaux d'égout unitaires
- Modélisation mathématique appliquée à la gestion des ressources en eau et des infrastructures d'eau

Alain Mailhot

- ALICE : un laboratoire virtuel hydrologique
- Analyse des extrêmes de précipitation simulés par le Modèle régional canadien du climat
- Développement d'indices caractérisant l'influence de l'opération des barrages sur les observations faites aux stations hydrométriques
- Gestion des eaux pluviales et changements climatiques
- Hydrologie urbaine, infrastructures urbaines et changements climatiques
- Impacts et adaptations aux changements climatiques des infrastructures municipales en eau de la rivière des Prairies
- Mise à jour des normes et procédures de conception des ouvrages hydro-agricoles dans un contexte de changements climatiques

Jean-Pierre Villeneuve

- Audit de la ville de Québec sur l'aquarresponsabilité municipale (autre équipe INRS impliquée : Sophie Duchesne)

Hydraulique environnementale

Normand Bergeron

- Analyse SIG d'imagerie satellitaire haute résolution pour la cartographie de l'habitat fluvial de la rivière Koksoak au Nunavik
- Évaluation de l'effet des ponceaux forestiers sur la fragmentation de l'habitat de l'omble de fontaine (autres équipes INRS impliquées : Patrice Couture et Taha B. M. J. Ouarda)
- Imagerie aérienne de la rivière Restigouche

- Imagerie thermique de la rivière Miramichi
- Impact des enrochements dans les cours d'eau sur les habitats aquatiques
- Preuve de concept d'un système multi-antennes de détection de transpondeurs passifs pour le suivi des saumons

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
- Importance des refuges thermiques en rivière pour les salmonidés dans l'est du Canada

Yves Secretan

- Advection-diffusion 2D dans l'estuaire fluvial du Saint-Laurent de la région de Québec
- Développement et amélioration du système de modélisation hydrodynamique du Saint-Laurent
- Intégration des ponceaux routiers au logiciel H2D2
- Modélisation de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent : campagne LIDAR couvrant les berges du fleuve Saint-Laurent (secteur Montmagny - Trois-Rivières)
- Modélisation échohydraulique de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent

André St-Hilaire

- Adaptation des modèles d'efficacité de bassins de rétention aux conditions des réseaux de drainage de tourbières exploitées ([Réseau canadien de l'eau](#))
- Meilleure compréhension de la sédimentation, des courants et de l'écologie aquatique dans le port de Saint-John au Nouveau-Brunswick
- 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 statistique et climatologie

Fateh Chebana

- Étude des variables hydrologiques dans le cadre de l'analyse de données fonctionnelles (autre équipe INRS impliquée : Taha B. M. J. Ouarda)
- 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

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

André St-Hilaire

- Collection de données sur la température de l'eau en aval des barrages

- Conception de réseaux de mesure de la qualité de l'eau
- Modélisation des crues et des étiages des rivières du Nouveau-Brunswick et du Québec
- Modélisation et analyse statistique des variables de quantité et de qualité de l'eau pour l'estimation de débits réservés

ASSAINISSEMENT ET VALORISATION

Assainissement environnemental

Jean-François Blais

- Couplage de la dénitrification autotrophe sur soufre aux systèmes de traitement biologique des eaux usées domestiques applicables au secteur de l'assainissement décentralisé (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier)
- Décontamination de sols pollués par le pentachlorophénol, les dioxines et furanes et les métaux (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier)
- Développement de filières de décontamination de sols pollués par des polluants métalliques et organiques
- Étalonnage portant sur la performance des infrastructures québécoises d'assainissement des eaux usées (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier)
- Immobilisation et récupération des métaux dans les mélanges réactifs ayant servi dans des biofiltres servant à traiter le drainage minier contaminé (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier)
- Ocre ferreuse : diagnostic, caractérisation et prévention du colmatage (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier)
- Traitement de matrices polluées par les métaux toxiques

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
- Développement de procédés électro-membranaires innovants pour le traitement des eaux et des effluents résiduaires contaminés par des micropolluants émergents (Programme maillage MRI Québec-Mexique)
- Développement de technologies électrolytiques innovantes adaptées au traitement et à la gestion décentralisée des eaux usées résiduaires en zones rurales, urbaines et périurbaines (autres équipes INRS impliquées : Jean-François Blais et Guy Mercier)
- Développement des électrotechnologies pour le traitement d'effluents résiduaires contaminés par des perturbateurs endocriniens et autres polluants inorganiques et microbiens
- Étude comparative des coûts de traitement d'eau potable en fonction de la source d'approvisionnement en eau brute
- Mise au point d'une filière de traitement électrolytique des eaux résiduaires industrielles contaminées par des composés phénoliques de type pentachlorophénol
- Traitement de décarbonatation et de désinfection simultanée des eaux de tours de refroidissement
- Traitement électrolytique et d'oxydation avancée des eaux et des effluents contaminés par des micropolluants émergents réfractaires (Programme maillage MRI Québec-Shandong)

Guy Mercier

- Traitement et valorisation de sols et résidus contenant des métaux et/ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques

Valorisation de résidus et de biomasses

Jean-François Blais

(autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier)

- Recyclage du bois traité avec des produits de préservation contenant des métaux
- Valorisation des coproduits de la chaux (poussières de fours à chaux et autres dérivés du procédé de fabrication de chaux)

Satinder Kaur Brar

- Approche intégrée de fermentation en milieu solide en vue de produire des enzymes et d'autres produits à valeur ajoutée à partir de résidus de la transformation de fruits en jus (autre équipe INRS impliquée : Rajeshwar Dayal Tyagi)
- Devenir des composés organiques toxiques à partir des stations d'épuration des eaux usées jusqu'aux procédés de valorisation et de détoxification enzymatique
- Devenir des composés pharmaceutiques durant la valorisation des boues d'épuration municipales en bioproduits
- Élimination du phosphore dans les eaux usées industrielles en utilisant des microorganismes ayant un fort pouvoir de solubilisation du phosphore
- Nouvelles nanoformulations écoefficaces à base de polymères pour le contrôle des pathogènes fongiques en agriculture
- Valorisation des déchets agro-industriels par la bioconversion en produits à valeur ajoutée comme des enzymes et des produits chimiques

Guy Mercier

(autre équipe INRS impliquée : Jean-François Blais)

- Carbonate production by sequestration of industrial CO₂: Revalorization of mine and industrial waste ([Réseau Carbon Management Canada](#))
- Nouveau mode de gestion des déchets putrescibles
- Production de carbonates par piégeage du CO₂ industriel : revalorisation des résidus d'amiante et d'autres matériaux ultrabasiqes québécois
- Récupération du cuivre d'éluats acides dans une aciérie
- Séquestration des émissions de CO₂ industriel par utilisation de roches ultramafiques
- Valorisation des résidus de sidérurgie pour leur valeur en métaux primaires et secondaires

Rajeshwar Dayal Tyagi

- Chaire de recherche du Canada en bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée
- Production de lipides pour la conversion en biodiesel grâce à de nouveaux microorganismes isolés dans les eaux usées en utilisant les boues d'épuration comme matière première
- Production de polyhydroxyalkanoates (bioplastiques) en utilisant des boues de papetières et transfert technologique du procédé
- Teneur en lipides produite lors de la fermentation d'une solution préparée avec du glycérol et un microorganisme isolé
- Transfert technologique d'une nouvelle formulation performante d'un biopesticide à base de Btk (autre équipe INRS impliquée : Satinder Kaur Brar)

Chimie minérale et environnementale

Mario Bergeon

- 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

Géochimie environnementale

Charles Gobeil

- Géochimie des éléments traces en milieu aquatique
- Retombée atmosphérique et transport réactif de contaminants en milieu aquatique (autres équipes INRS impliquées : Paul Drevnick et André Tessier)

Pierre Lafrance

- Synthèse des résultats obtenus (2009 à 2012) pour le glyphosate et l'AMPA sur le micro-bassin d'intervention du ruisseau du Bras d'Henri
- Transport de pesticides vers les hydrosystèmes et prévention des impacts environnementaux

Écotoxicologie aquatique

Peter G. C. Campbell

(autres équipes INRS impliquées : 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
- 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)
- IPOC : Évaluation des effets biologiques de l'action combinée des principaux agents stressants anthropiques (pollution et changements climatiques) sur les milieux aquatiques

Paul Drevnick

- Étude de la toxicité du mercure chez l'omble chevalier dans des lacs du Haut-Arctique canadien (autres équipes INRS impliquées : Peter G. C. Campbell et Claude Fortin)
- Méthylmercure chez les poissons : comprendre ses effets et cibler des approches afin de réduire l'exposition des poissons à ce contaminant
- Santé des poissons dans une région cible de contamination au mercure, Parc national de la Mauricie, Québec

Claude Fortin

- BIOMET : biodisponibilité, toxicité, mobilité et modélisation de métaux pour lesquels ces données sont peu ou pas disponibles (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell)
- Biosuivi de l'intégrité écologique des ruisseaux et des lacs du Parc de la Gatineau à l'aide des diatomées et des autres groupes d'algues
- Chaire de recherche du Canada en biogéochimie des éléments traces
- Détection et quantification des nanomatériaux dans l'environnement (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell)
- Développement durable de l'industrie minière au Québec : évaluation des risques pour les métaux émergents (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell)
- Impact des facteurs environnementaux sur la biodisponibilité d'éléments traces en milieu aquatique
- Métaux dans l'environnement : atténuer le risque pour l'environnement et favoriser le développement durable (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell)
- Suivi des nanomatériaux à base d'argent dans les écosystèmes aquatiques (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell)
- 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

Landis Hare

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

Limnologie

Yves Gratton

- Impacts des changements climatiques sur l'habitat des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec (autres équipes INRS impliquées : Isabelle Laurion et André St-Hilaire)

Isabelle Laurion

- Dynamique microbienne en milieu aquatique : influence du régime thermique et lumineux
- Freshwater resources of the Eastern Canadian Arctic ([Réseau ArticNet](#))

Océanographie

Yves Gratton

- Acidification du Saint-Laurent : biogéochimie, plancton et climat
- Étude des processus physiques de la mésoéchelle et de leurs impacts sur la biogéochimie des océans
- Long-term observatories in Canadian Arctic waters ([Réseau ArticNet](#))
- Marine biological hotspots: Ecosystem services and susceptibility to climate change ([Réseau ArticNet](#))

GÉOSCIENCES

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 la détection sismique pour la discrimination des réactions de détonation en entraînement (autres équipes INRS impliquées : Erwan Gloaguen et Richard Martel)
- Étude géophysique des aquifères profonds dans une perspective de gestion des ressources énergétiques
- Modélisation poroviscoélastique des indicateurs sismiques d'hydrocarbures dans le Haut-Arctique canadien (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen)
- New approach to quantitative CO₂ injection monitoring with geoelectrical 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
- Intégration géostatistique de mesures géophysiques et hydrogéologiques en forages pour la caractérisation des aquifères à l'échelle locale et régionale

Hydrogéologie

René Lefebvre

- Analyse des réservoirs aquifères en socle rocheux fracturé (chercheuse CGC-Qc impliquée : Christine Rivard)
- Base de données des projets de cartographie hydrogéologique régionale réalisés antérieurement au sein du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES)
- Caractérisation hydrogéochimique régionale appliquée à la compréhension intégrée de systèmes aquifères (chercheuse CGC-Qc impliquée : Christine Rivard)
- Caractérisation et modélisation de l'hétérogénéité dans les systèmes aquifères locaux et régionaux
- Compréhension de la contamination potentielle des eaux souterraines associée avec l'exploitation du gaz de shale
- Impacts des milieux géologiques sur la conception, la simulation et la performance des échangeurs géothermiques verticaux couplés à une pompe à chaleur
- Modèle géologique et caractéristiques des unités sus-jacentes au shale Utica, Appalaches (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen; chercheur CGC-Qc impliqué : Denis Lavoie)
- Projet de connaissances sur les eaux souterraines en Chaudière-Appalaches (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen; chercheur CGC-Qc impliqué : Michel Parent)
- Projet de développement d'indicateurs d'exploitation durable des ressources en eau souterraine (chercheuse CGC-Qc impliquée : Christine Rivard)
- Proposition de travaux hydrogéologiques dans le cadre du plan de réalisation de l'étude environnementale stratégique sur les gaz de shale — volet études spécifiques eau souterraine
- Soutien scientifique à la préparation du modèle conceptuel de l'aquifère Milk River (chercheur CGC-Qc impliqué : Alfonso Rivera)

Richard Martel

- Cartographie de la potentialité d'émission de radon au Québec
- 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
- Exploitation durable et vulnérabilité de l'eau souterraine dans l'aquifère de la vallée de Toluca au Mexique (chercheur CGC-Qc impliqué : Alfonso Rivera)
- 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

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)
- Guide d'implantation des prises d'eau horizontales sous-fluviales et en berges au Québec (autres équipes INRS impliquées : René Lefebvre et Richard Martel)
- Modélisation hydrologique intégrée pour l'amélioration de la gestion des ressources en eau et l'analyse des impacts du changement climatique
- Modélisation physique intégrée des processus hydrologiques se produisant à l'échelle de la pente et du bassin versant

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)
- 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 inclure 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 la déformation régionale et la localisation de la minéralisation
- 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)
- Structure et évolution tectonique de la province de Grenville, Québec et état de New York (autre équipe INRS impliquée : Marc Richer-Laflièche; chercheur 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)
- 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)
- Gisements d'or dans les formations de fer – Musselwhite et Meadowbank (chercheurs CGC-Qc impliqués : Benoît Dubé, Sébastien Castonguay et Patrick Mercier-Langevin)
- 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)

Marc Richer-Laflièche

- Étude géologique, géophysique et géochimique d'un gîte aurifère (Belleterre)
- Évaluation géophysique du potentiel en argilite alumineuse d'une partie de la vallée de la rivière Blanche, St-Damase
- Levé de résistivité électrique sur le site du gîte de silice de St-Urbain
- Tomographie géoélectrique d'un placer aurifère en Beauce (chercheur CGC-Qc impliqué : Didier Perret)

Pierre-Simon Ross

- Analyse multiparamètres 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)
- Fonctionnement des volcans de type maar-diatrème, incluant les kimberlites (autre équipe INRS impliquée : Lyal Harris)
- Géochimie des roches volcaniques du groupe de Blake River (chercheur CGC-Qc impliqué : Patrick Mercier-Langevin)
- Géologie du gisement Lalor, Manitoba (chercheur CGC-Qc impliqué : Patrick Mercier-Langevin)

Paléoenvironnements

Yves Bégin

- [ARCHIVES](#) : analyse rétrospective des conditions hydro-climatiques 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

- 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
- Participation canadienne au [International Continental Scientific Drilling Program \(ICDP\)](#)
- Reconstruction des variations climatiques passées dans des régions désertiques à partir de sédiments laminés

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

7-8 mai 2012 : [Les connaissances sur les eaux souterraines régionales : acquisition et transfert](#), colloque qui a eu lieu dans le cadre du 80^e congrès de l'Acfas auquel les chercheurs René Lefebvre, Erwan Gloaguen, Richard Martel et leurs équipes ont participé.

10 mai 2012 : [Modélisation des événements hydrométéorologiques extrêmes](#), colloque co-organisé par le professeur émérite Bernard Bobée dans le cadre du 80^e congrès de l'Acfas auquel les équipes des chercheurs Fateh Chebana et Taha Ouarda ont participé.

25-26 septembre 2012 : Colloque [GaGiLau \(Garonne, Gironde, St-Laurent\)](#) co-organisé au Centre par le professeur Patrice Couture et auquel plusieurs des équipes du Centre en sciences de l'eau ont participé.

20 mars 2013 : Lancement de l'[Institut international de l'aquarresponsabilité municipale \(iiAm\)](#) mis en place par l'INRS et l'Université Laval. L'iiAm a pour mission de structurer les connaissances scientifiques en gestion de l'eau, mettre en place un programme international de certification en aquarresponsabilité, assurer la communication des meilleures pratiques, produire une reddition de comptes sur les améliorations globales, régionales et locales des pratiques aquarresponsables.



25-26 avril 2013 : [La recherche hydrologique au Québec dans un contexte de changements climatiques : État des lieux et perspectives](#), colloque co-organisé par les professeurs Alain Mailhot et Alain Rousseau et leurs équipes. Plusieurs des autres équipes du Centre en sciences de l'eau y ont participé.

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 2012, 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 :

- Julien Mocq, doctorant dans l'équipe d'André St-Hilaire, a mérité le 3^e prix pour la meilleure présentation étudiante lors de la 15^e édition du colloque annuel du Centre Interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (3 et 4 mai)
- David Yergeau, doctorant dirigé par le professeur associé Patrick Mercier-Langevin (CGC) et codirigé par Michel Malo (INRS) et Benoît Dubé (CGC), a obtenu une mention d'honneur pour son affiche lors de la conférence conjointe annuelle du GAC-MAC (Geological Association of Canada - Mineralogical Association of Canada) (27 au 29 mai)
- Deux étudiantes au doctorat, Anne Crémazy (dirigée par Claude Fortin) et Isabelle Proulx (dirigée par Landis Hare) se sont distinguées en gagnant respectivement les 1^{er} et 2^e prix pour leurs présentations orales lors du colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent (7 et 8 juin)
- Geneviève Bordeleau, doctorante dans l'équipe de Richard Martel (codirigée par Martine M. Savard de la CGC), a mérité le prix de la meilleure affiche (catégorie jeunes hydrogéologues) lors du 39^e congrès de l'International Association of Hydrogeologists (16 au 21 septembre)
- Lucie Coudert, doctorante dans l'équipe de Jean-François Blais, a mérité le 2^e prix d'excellence Philip H. Jones de l'Association canadienne pour la qualité de l'eau (ACQE) pour sa présentation orale lors du 27^e Congrès de l'est du Canada de l'ACQE (26 octobre)

En mai 2012, Grégory Dufrechou, diplômé de l'équipe de Lyal Harris (codirigé par la Louise Corriveau de la CGC) a obtenu le prix Jack Henderson pour la meilleure thèse de doctorat au Canada en géologie structurale et tectonique décerné par l'Association géologique du Canada.

Encore en mai, Thomas Morier, étudiant à la maîtrise dans l'équipe de Karem Chokmani, a reçu le prix Precision Agriculture Outstanding Graduate Student Award 2012 décerné par l'International Society of Precision Agriculture pour la qualité de son travail de recherche.

La qualité du projet de maîtrise de Claudine Fortier, étudiante dans l'équipe d'Alain Mailhot, a été récompensée deux fois plutôt qu'une en cours d'année. En septembre, elle a reçu une bourse de 2500 \$ décernée par la Fondation des ingénieurs municipaux du Québec pour la pertinence de son projet de maîtrise pour le secteur municipal. Et en novembre, le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) lui a décerné un des trois prix Relève (incluant une bourse de 1000 \$) qui soulignent l'initiative et la créativité de projets d'étude en infrastructures.

Le 3 novembre, lors de la collation des grades de l'INRS, plusieurs diplômés du Centre se sont distingués :

- Pour le leadership étudiant : Charles Gignac, diplômé de la maîtrise en sciences de l'eau, pour son passage remarqué au sein de l'association étudiante
- Pour le rayonnement international : Grégory Dufrechou, diplômé au doctorat en sciences de la terre de l'équipe de Lyal Harris (codirigé par Louise Corriveau de la CGC)
- Pour l'innovation : Nicolas Reynier, diplômé au doctorat en sciences de la terre dirigé par Jean-François Blais et codirigé par Guy Mercier
- Pour la meilleure thèse : Annick Doucet, diplômée en sciences de la terre sous la direction de Martine M. Savard et la codirection de Christian Bégin, professeurs associés de la CGC
- Pour le meilleur mémoire de maîtrise : Simon Perreault, diplômé en sciences de l'eau de l'équipe de Karem Chokmani

Michel Lavoie, diplômé de l'équipe de Claude Fortin, a été lauréat en février 2013 du concours Étudiants-chercheurs étoiles du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies. Ce prix lui a été décerné pour son article « Influence of essential elements on cadmium uptake and toxicity in a unicellular green alga: The protective effect of trace zinc and cobalt concentrations » paru dans la revue *Environmental Toxicology & Chemistry*. Cet article lui avait d'ailleurs déjà valu en novembre le prix pour le meilleur article rédigé par un étudiant dans cette revue pour l'année 2012.

Le 12 mars, l'INRS a rendu hommage à un pionnier, le professeur émérite Michel Slivitzky, fondateur du premier centre de recherche multidisciplinaire dans le domaine des sciences de l'eau, en lui remettant un prix reconnaissance pour son œuvre scientifique.



Dans l'ordre habituel, Daniel Coderre, Bernard Bobée, Michel Slivitzky et Yves Bégin

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 2012-2013, les professeurs suivants ont collaboré à la vulgarisation des travaux de recherche de leur équipe dans le magazine *Planète INRS* : Claude Fortin (et son étudiant au doctorat Michel Lavoie), Michel Malo, Normand Bergeron (et son étudiante au doctorat Carole-Anne Gillis), Monique Bernier, André St-Hilaire, Bernard Giroux et Yves Bégin.

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 : Charlotte Athurion (à la maîtrise avec Marc Richer-Lafleche), Sandy Erni (au doctorat avec Yves Bégin), François Lapointe (au doctorat avec Pierre Francus), Lucie Coudert (au doctorat avec Jean-François Blais), Julien Mocq et Christian Saad (au doctorat et à la maîtrise avec André St-Hilaire) et Yohann Chiu (au doctorat avec Fateh Chebana).

Le projet pilote de l'Institut international de l'aquarésponsabilité municipale (iiAm) avec la ville de Québec en 2012 ainsi que l'inauguration officielle de l'Institut en mars 2013 ont été suivis de nombreuses entrevues dans les médias des professeurs Sophie Duchesne et Jean-Pierre Villeneuve.

Le 12 mai, dans le cadre de la 7^e édition du festival 24 heures de science, dont le thème en 2012 portait sur l'eau, une projection du documentaire *Jusqu'à la mer : L'épopée en eau douce des jeunes saumons atlantiques* coréalisé par Normand Bergeron a été organisée par des étudiants de ce professeur.

Le 2 juin, Karista Hudelson, étudiante au doctorat dans l'équipe de Paul Drevnick, a donné une causerie à l'intention des visiteurs du parc américain Rocky Mountain intitulée « Who's Eating Who: High Elevation Aquatic Food Webs and Ecosystem Functioning ».

Le 26 septembre, un reportage qui a été diffusé à l'émission *Daily Planet* du Discovery Channel portait sur des expériences de terrain réalisées par l'équipe de Pierre-Simon Ross et qui consistaient à reproduire des explosions souterraines dans diverses couches de matériaux afin de mieux comprendre certains processus éruptifs de volcans.

Le 11 octobre, un après-midi découverte pour les étudiants des cégeps de la région de Québec a eu lieu au Centre. L'activité consistait en démonstrations expérimentales dans certains domaines de spécialité ainsi qu'en un café-rencontre avec les étudiants du Centre.

Elsa Goerig, étudiante dans l'équipe de Normand Bergeron a vu son projet de doctorat mis en vedette à deux reprises en cours d'année. Un article qu'elle a rédigé est d'abord paru en octobre 2012 dans la revue *Découvrir* publiée par l'Acfas. Et en avril 2013, un reportage sur son projet a été diffusé à l'émission *Campus* du Canal Savoir de Télé-Québec. Le projet d'Elsa porte sur la capacité des poissons à franchir des ponceaux routiers.

Dans le numéro de novembre de l'édition nord-américaine de la revue *International Innovation*, un article portait sur le projet international ARCHIVES dirigé par Yves Bégin, directeur du Centre.

Le 18 novembre, les professeurs Bernard Giroux et Michel Malo étaient les invités de l'émission de vulgarisation scientifique *Les Années lumière* à la radio de Radio-Canada pour parler de la séquestration géologique du CO₂.

Le 22 novembre, le Centre a tenu des portes ouvertes en collaboration avec UCS-Québec pour les étudiants universitaires de la région. Au menu : une visite des installations de recherche et des présentations « Mon projet en 300 sec » par des étudiants du Centre. La visite optionnelle des Laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique en environnement du Parc technologique a été très populaire.

En décembre, un article intitulé « Détection et suivi des fleurs d'eau par imagerie satellitaire dans les eaux douces du Québec méridional » rédigé par Isabelle Laurion, Karem Chokmani et leurs collaborateurs est paru dans *Les Chroniques GÉOinfo* publiées en ligne par le gouvernement du Québec.

Au début décembre, suite à l'obtention en 2012 d'une importante subvention de Carbon Management Canada, le projet de production de carbonates par séquestration de CO₂ industriel dirigé par le professeur Guy Mercier a fait l'objet de nombreux articles sur le web.

Deux reportages de l'émission de vulgarisation scientifique *Découverte* de la télévision de Radio-Canada sont également à mentionner. Le 2 décembre 2012, une entrevue avec Yves Bégin, spécialiste des questions nordiques, était présentée dans le cadre d'un grand reportage sur le Plan Nord. Et le 3 mars 2013, un reportage sur le laboratoire hydraulique environnemental du Centre a été diffusé.

Le 16 février, une quinzaine de bénévoles du Centre ont participé de façon exceptionnelle 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. Soulignons l'implication de Lucie Coudert (photo), étudiante au doctorat, dans le comité organisateur de l'événement.



Au cours du printemps, trois visites ont eu lieu aux Laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique de l'environnement (LISTE) au Parc technologique :

- 4 mars : Une vingtaine d'étudiants du groupe Poly-Monde 2013 de l'École Polytechnique de Montréal dans le cadre de leurs visites industrielles sur le thème de l'environnement en vue de leur mission en Australie.
- 18 mars : Un groupe d'une soixantaine d'étudiants du profil sciences de secondaire V de l'école secondaire Keranna de Trois-Rivières.
- 10 avril : Portes ouvertes dans le cadre des activités offertes aux travailleurs du Parc technologique du Québec métropolitain. La visite a affiché complet.

Le 4 avril, le Centre a présenté en soirée une conférence publique intitulée « Global Warming and Political Intimidation » par le professeur Raymond S. Bradley de l'Université du Massachusetts. L'événement organisé par le comité de vie scientifique de l'Association étudiante (AECETE) a attiré environ 125 personnes.

Le 22 avril, à l'occasion du Jour de la Terre 2013, une exposition sur le thème des déchets de plastique qui étouffent les écosystèmes de la planète a été installée dans le hall du 490, de la Couronne. L'occasion a également servi à lancer une campagne interne d'information sur le recyclage.

Les programmes d'études

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

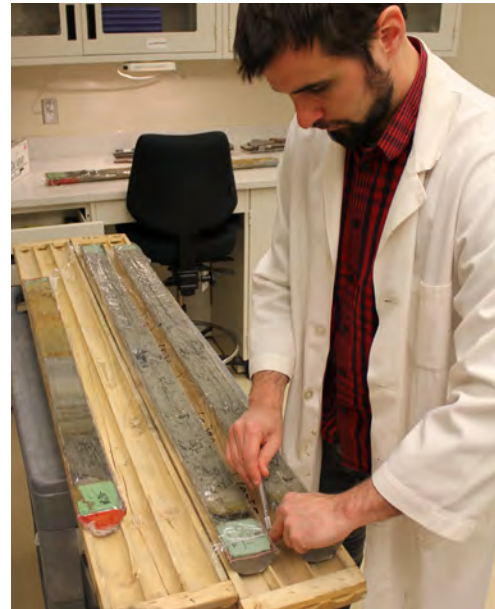
Six programmes de deuxième et troisième cycles sont offerts au Centre Eau Terre Environnement en sciences de l'eau et de la terre. Les programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la terre sont le fruit d'une collaboration avec le département de Géologie et Génie géologique de l'Université Laval. Les étudiants, inscrits dans l'établissement d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval.

Deuxième cycle

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

Troisième cycle

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



Frédéric Bouchard, finissant au doctorat en sciences de la terre, au travail au laboratoire

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. Le Centre accueille également chaque année des étudiants du premier cycle universitaire pour un stage d'été, une façon stimulante d'acquérir une expérience en recherche.

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

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

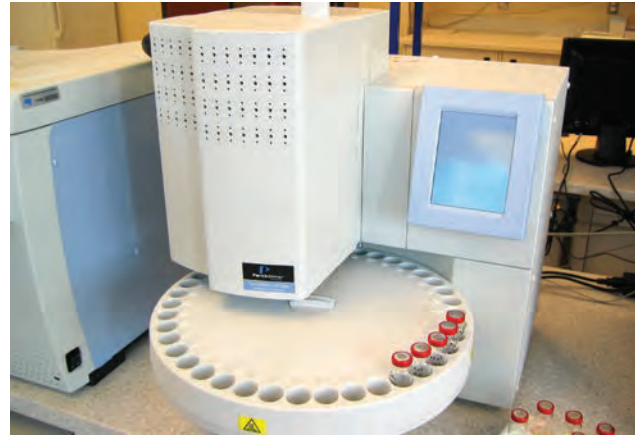
Biogéochimie aquatique et limnologie

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

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 biooptique 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)

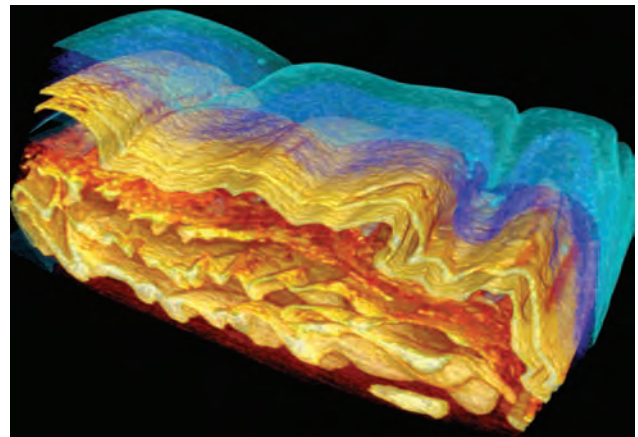


Image en 3D d'un modèle de plissement durant l'écoulement canalisé

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.

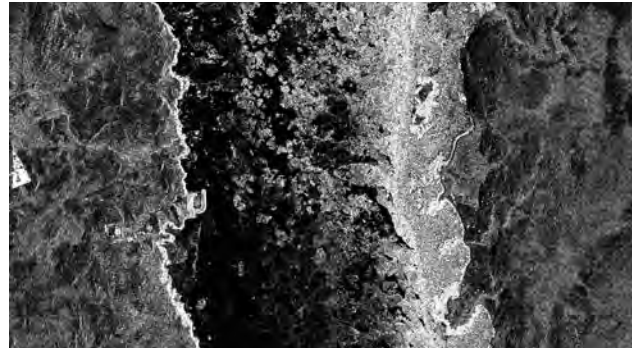


Image RADARSAT-2 centrée sur le port de Kuujuaq (© MDA et Agence spatiale canadienne)

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

Quatrième plus grande infrastructure du genre au monde, ce canal hydraulique intégrant marées et courants est de loin le plus multifonctionnel de tous. 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



Canal hydraulique (© Denis Bernier)

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.

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES :

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

Bernard Long, bernard.long@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

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

Bernard Long, bernard.long@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 Geotech sur le terrain

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.

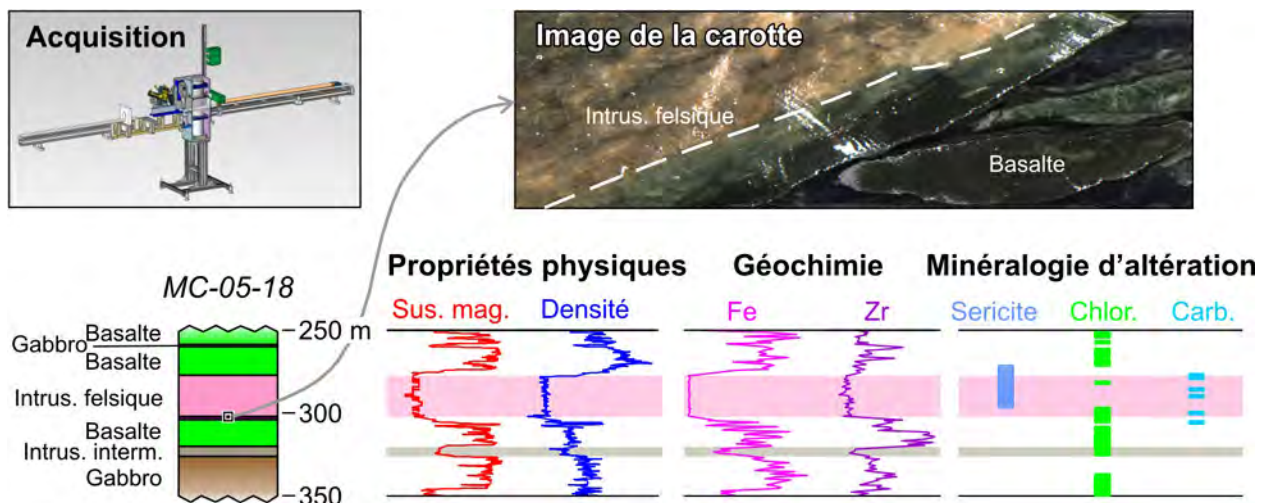
RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

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

Hooshang Pakdel (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)
Maxime Sirois (T)
Flavien Pichon (At)
Marc-André Pouliot (At)
Mehdi Mekni (Postdoc)
Stephen Dugdale (PhD)
Carol-Anne Gillis (PhD)
Elsa Goerig (PhD)
Jean-Baptiste Torterotot (MSc)
Alexandra Blanchette (S)
Charles-Olivier Boulianne (S)
Jordane Clermont (S)
Marion Tisserand (S)
André Boivin (superviseur de la station de recherche)

Monique Bernier (P) Télédétection

Yves Gauthier (Ag)
Jimmy Poulin (Ag)
Andrès Jacome (*As et Postdoc*)
Clément Clerc (At)
Maria Dissanska (PhD)
Yannick Duguay (PhD)
Rebecca Filion (PhD)
Charles Gignac (PhD)
Kim Huong Hoang (PhD)
Parvin Kalantari (PhD)
Marion Tanguy (PhD)
Stéphanie Bleau (MSc)
Stéphane De Munck (MSc)
Laurence Provencher-Nolet (MSc)
Tahiana Solonjatovo Ratsimbazafy (MSc)
Émilie Duhamel-Beaudry (S)
François-Xavier Lafortune (S)

Jean-François Blais (P) Assainissement et décontamination

Myriam Chartier (Ag)
Nicolas Reynier (*As et PhD*)
Malika Bendouz (PhD)
Jihen Ben Khaled (PhD)
Lucie Coudert (PhD)
Sonia Desjardins (PhD)
Dikenane Kombila (PhD)

Stéphanie Lafond (PhD)

Khalifa Lounate (PhD)

Sabrina Metahni (MSc)

Ikbel Mouedhen (MSc)

Rim Snoussi (MSc)

Sara Bounakta (S)

Stella Camezuli (S)

Julien Mocellin (S)

Bruno Payet (S)

Heldiane Souza Dos Santos (S)

Satinder Kaur Brar (P) Biovalorisation et contaminants émergents

Fatma Gassara (*As et PhD*)

Mausam Verma (As)

Emna Chaabouni (PhD)

Ratul Kumar Daas (PhD)

Gurpreet Singh Dhillon (PhD)

Dipti Prakash Mohapatra (PhD)

Saurabh Jyoti Sarma (PhD)

Amal El Bardai (S)

Salvador Gonzalez Arroyo (S)

Redouane Horr (S)

Lorène Igounet (S)

Rabeb Louchichi (S)

Cédric Macoin (S)

Jérémy Reigner (S)

Sta Sawseen (S)

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

Sophie Cooper (As)

Bérénice Bougas (Postdoc)

Zhongzhi Chen (Postdoc)

Paula Sanchez-Marin (Postdoc)

Kristin Mueller (PhD)

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)
Alexandre Lekina (Postdoc)
Roland Pierre Ngom (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)
Jean-Philippe Giroux (S)
Camille Ternynck (S)

Karem Chokmani (P) **Télé-détection et hydrologie**

Andrès Jacome (Postdoc)
Rody Nigel (Postdoc)
Anas El Alem (PhD)
Khalid Oubennaceur (PhD)
Sophie Roberge (PhD)
Noumonvi Yawu Sena (PhD)
Yann Dribault (MSc)
Thomas Morier (MSc)
Julio Novoa Iniguez (MSc)
Simon Perreault (MSc)
Chaima Touati (MSc)
Yassine Aljane (S)
Saida Farah Badreddine (S)
Meriem Barbouchi (S)
Asma Ben Salem (S)
Imen Ghannem (S)
Rachid Lhissou (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 *et S*)
Lamia Bouazizi (S)
Élodie Ollivier (S)

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

Benjamin Barst (PhD)
Karista Hudelson (PhD)

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

Brahima Seyhi (As *et PhD*)
François Zaviska (As)
Rimeh Daghri (PhD)
Mandé Léa Rosine Guitaya (PhD)
Nam Tran (PhD *et At*)
Karam Jardak (MSc)
Yassine Ouarda (MSc)
Fatou Senghor (MSc)
Khalil Adib (S)
Aicha Dimboukou Mpira (S)
Celestino Garcia Gomez (S)

Chaona Li (S)

Carlos Alberto Neira Saenz (S)
Xiaohua Ren (S)
Joel Tshibangu (S)

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

Nomessi Kokutse (Postdoc)
Babacar Toumbou (Postdoc)
Hind El-Housni (PhD)
Thai Nam Pham (PhD)
Lise Audet (MSc)
Amélie Thériault (MSc)
Jihène Zaiem (MSc)
Lucas Bezzerra Baptista (S)
Jean-David Cuzin (S)
Nhan Hue Nguyen (S)

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

Isabelle Lavoie (As)
Zhongzhi Chen (Postdoc)
Sébastien Leguay (Postdoc)
Jacqueline Levy (Postdoc)
Paula Sanchez-Marin (Postdoc)
Anne Crémazy (PhD)
Camille Guilleux (PhD)
Michel Lavoie (PhD)
Cédric Beaubien (MSc)
Simon Leclair (MSc)
Guillaume Tétrault (MSc)

Pierre Francus (P) **Limnogéologie**

Arnaud De Coninck (Ag)
Frédéric Bouchard (PhD)
Guillaume Jouve (PhD)
François Lapointe (PhD)
Gabriel Rodrigue (MSc)
Timothée Jautzy (S)
Charly Massa (S)
Bijana Narancic (S)
Maria Jesus Rubio de Ingles (S)
Guiomar Sanchez Lopez (S)

Bernard Giroux (P) **Géophysique appliquée**

Linda Armelle Nzumotcha Tchoumkam (PhD)
Lorenzo Perozzi (PhD)
Issam Bakari (MSc)
Guillaume Cyr (MSc)
Benjamin Gosselin-Cliche (MSc)
Benoît Larouche (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

- Erwan Gloaguen (P) **Géophysique et géostatistique appliquées**
Roland Pierre Ngom (Postdoc)
 Martin Blouin (PhD)
 Véronique Bouzaglou (PhD)
 Camille Dubreuil-Boisclair (PhD)
 Patrick Simard (PhD)
 Mathieu Sauvageau (MSc)
Jade Ghaoui (S)
- Charles Gobeil (P) **Géochimie aquatique**
 Jade Bergeron (MSc)
 Claire Laperruque (MSc)
 Roger Lévassieur (MSc)
- Yves Gratton (P) **Océanographie physique**
 Claude Bélanger (As)
 Somayeh Nahavandian Esfahani (PhD)
 Caroline Sévigny (PhD)
Jessy Barrette (MSc)
Marielle Douville (S)
- Landis Hare (P) **Écotoxicologie et écologie d'eau douce**
 Dominic Ponton (PhD)
 Isabelle Proulx (PhD)
 Maikel Rosabal Rodriguez (PhD)
Karine Bertrand (MSc)
- Lyal Harris (P) **Géologie structurale et géophysique**
Grégory Dufrechou (PhD)
- Pierre Lafrance (P) **Biogéochimie des contaminants organiques**
Emmanuelle Caron (Postdoc)
- Isabelle Laurion (P) **Écologie aquatique et biooptique**
 Maciej Bartosiewicz (PhD)
 Karita Negandhi (PhD)
Xavier Egler (S)
- René Lefebvre (P) **Hydrogéologie**
 Xavier Malet (T)
 Annie Therrien (T)
 Jean-Marc Ballard (Ag)
 Marc-André Carrier (Ag)
 Harold Vigneault (Ag)
 Laureline Berthot (At)
 Tien Dung Tran Ngoc (Postdoc)
 Marc Laurencelle (PhD)
 Daniel Paradis (PhD)
 Laurie Tremblay (PhD)
 Châtelaine Beaudry (MSc et At)
 Patrick Brunet (MSc)
 Pierre Ladevèze (MSc)
 Emmanuelle Millet (MSc)
 Morgan Peel (MSc)
 Mélanie Raynauld (MSc)
 Fanny Rossi (S)
 Gilles Valdez Tagne (S)
- Bernard Long (P) **Sédimentologie marine**
 Louis-Frédéric Daigle (T)
 Régis Xhardé (As)
Corinne Brunelle (At)
 Mathieu Des Roches (At)
 Thibault Labarre (At)
 Stéphane Montreuil (PhD)
 Constant Pilote (MSc)
Seiya Suenaga (S)
Louis-François Rinfret (aide de terrain)
- Alain Mailhot (P) **Hydrologie urbaine**
 Guillaume Talbot (Ag)
 Samuel Bolduc (At)
 Silvia Innocenti (PhD)
 Dikra Khedhaouiria (PhD)
 Claudine Fortier (MSc)
 Imen Ghannem (MSc)
 Karine Guinard (MSc)
Laurence Edward (S)
Julie Garneau (S)
Flore Salicis (S)
- 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 et Postdoc)
Hilda Paucar (At)
 Gaëlle Grundman (PhD)
 Jean-François Grenier (MSc)
 Benjamin St-Pierre (MSc)
 Diego Tovar (MSc)
Edwin Fabian Cabascango (aide de terrain)
Luis Males Cabascango (aide de terrain)
Claire Kernin (aide de terrain)
Lenin Cristian Lopez Palacios (aide de terrain)
Louis-François Rinfret (aide de terrain)
 Linda Aubert (agente de secrétariat)

Légende

- P : professeur-chercheur
 T : technicien de recherche
 Ag : agent de recherche
 As : associé de recherche
 At : assistant de recherche
 Posdoc : 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)
Sébastien Côté (Ag)
Luc Trépanier (Ag)
Veronika Varfalvy (Ag)
Geneviève Bordeleau (As)
Uta Gabriel (As)
André Guy Tranquille Temgoua (As)
Jérémy Dostie (At)
Pascal Catellazzi (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)
Abraham Nvaloua Bamba (S)
Muria Mélina Ossibi (S)
Charles-Élie Mercier (S)
Andrée Poirier (S)
Linda Aubert (agente de secrétariat)

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

Myriam Chartier (Ag)
Emmanuelle Cecchi (As)
Dileep Palakkeel Veetil (As et PhD)
Lan Huong Tran (As)
Guillaume Nielsen (At)
Michel Plourde (At et MSc)
Nassima Kemache (Postdoc)
Alia Ben Ghachem (PhD)
Sara Bisone (PhD)
Philippe Jobin (PhD)
Julien Mocellin (PhD)
Louis-César Pasquier (PhD)
Sanoopkumar Puthiya Veetil (PhD)
Karima Guemiza (MSc)
Tengfei Xu (MSc)
Carlos Sierra Fernandez (S)

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

Christian Charron (Ag)
Alexandre Lekina (Postdoc)
Amir Moham Yadghar (Postdoc)
Bouchra Nasri (PhD)
Dorra Hammami (MSc)
Iris Klein (MSc)

Claudio Paniconi (P) **Modélisation hydrogéologique**

Cintia Racine (Ag)
Damiano Pasetto (Postdoc)
Asma Chemingui (PhD)
Carlotta Scudeler (PhD et S)
Saida Farah Badreddine (S)

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

Mahamed Koita (PhD)
Charlotte Athurion (MSc)
Samuel Simard (MSc)

Jean-François Boily (aide de terrain)

Gino Fontaine (aide de terrain)

Lenin Cristian Lopez Palacios (aide de terrain)

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

Alexandre Bourke (At)
Julie Anaïs Debreil (PhD)
Séverine Delpit (PhD)
Bastien Fresia (MSc)
Sarane Sterckx (MSc)
Jérémy Arsenault (S)
Marie-Chantal Carette (S)
Pierre Huu Tri Nguyen (S)
Jean-Philippe Pomerleau (S)

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

Alain Royer (T)
Sébastien Tremblay (T)
Stéphane Savary (Ag)
Iris Klein (At)
Dennis Hallema (Postdoc)
Daniel Nadeau (Postdoc)
Gwenaël 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)
David Anabel (S)
Léon Cantin (S)
Simone Grindat (S)
Simon Lambert Girard (S)
Jean-Christophe Leclerc-Massé (S)
Édith Maroy (S)
Martin Silvan Vogt (S)

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

Sélim Ahmed (Postdoc)
Bocar Amadou Wane (Postdoc)
Pascal Matte (PhD)
Pascale Dubé (agente de liaison)

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

Leila Faham (Ag)
Julie Corriveau (As)
Anik Daigle (As)
Sandra Proulx-McInnis (At)
Chunping Ou (Postdoc)
Amir Moham Yadghar (Postdoc)
Deepti Joshi (PhD)
Audrey Maheu (PhD)
Julien Mocq (PhD)
Valérie Ouellet (PhD)
Zacharie Sirabahenda (PhD)
Alida Nadège Thiombiano (PhD)
Laurie Beaupré (MSc)
Sébastien Ouellet-Proulx (MSc)
Christian Saad (MSc)
Jérôme Landry (S)
Gabrielle Pichette (S)

Normand Tassé (P) Géochimie

Rajeshwar Dayal Tyagi (P) Bioconversion des résidus

Jyothi Bezawada (As)
Jean-Robert Gnepe (As)
Song Yan (As)
François Chabot (At)
Matheyambath Ajila Chandran (Postdoc)
Shyam Krishna (Postdoc)
Indrani Bhattacharya (PhD)
Mathieu Drouin (PhD)
Lalit Lalit Kumar (PhD)
Sarrah Magdoui (PhD)
Amine Mahmoudi (PhD)
Kuttiraja Mathiazhakan (PhD)
Tanaji More (PhD)
Sridhar Pili (PhD)
Manju Shahare (PhD)
Jay Shankar Singh Yadav (PhD)
Xiao Lei Zhang (PhD)
Adama Ndao (MSc)
Elisabeth Portal (MSc)
Soumia Sakaki (MSc)
Mélanie Bonneau (S)
Damien Fouilloux (S)
Narmin Horchani (S)
Hajar Khedid (S)
Florence Laporte-Daube (S)
David Mellet (S)
Abdelouahed Mrabti (S)
Amal Sahi (S)
Mohamed Ayoub Tarik (S)

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

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

Autre personnel de recherche

Diane Bélanger (As)
Angus Calderhead (Ag)
Dorra Hammami (At)
Gabriel Huot-Vézina (At)
Lise Lamarche (As)
Annick Morin (At)
Roland Pierre Ngom (As)
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)
Catherine Fontaine (MSc, Louise Corriveau)
Vivien Janvier (PhD, Sébastien Castonguay)
Josué Jautzy (PhD, Jason Ahad)
Jean-François Montreuil (PhD, Louise Corriveau)
Maud Naulier (PhD, Martine M. Savard)
William Oswald (PhD, Sébastien Castonguay)
Marie-Amélie Pétré (PhD, Alfonso Rivera)
Jean-François Ravenelle (PhD, Benoît Dubé)
Rachel Thériault (MSc, Martine M. Savard)
David Yergeau (PhD, Patrick Mercier-Langevin)

À la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Steve Boivin
Anne Carabin
Joanie Carrier
David Collins-Fekete
Gabriel Cotte
Olga Patricia Gomez Huertas
Audrey Lucchesi Lavoie
Carène Mariska Mamoun
Rachel Pagé
Pauline Pannetier
Léonie Sévigny-Côté

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
Guy Ampleman, RDDC-Valcartier
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 Houlié, 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
Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier
Bernard Vigneault, CGC-Québec

Invités

Marc Amyot, Université de Montréal
Simon Barababé, UQTR
Hamel Benmoussa, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)
Louis Bernatchez, Université Laval
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, France)
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 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
Isabelle Larocque Tobler, Université de Berne (Suisse)
Robie W. Macdonald, Pêches et Océans Canada
Jean-Louis Morel, Institut national polytechnique de Lorraine (INPL, France)
Mir Abolfazo Mostafavi, Université Laval
Michel Nolin, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Reinhard Pienitz, Université Laval
John F. V. Riva, retraité, Université Laval
Marie-Odile Simonnot, Institut national polytechnique de Lorraine (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 (SCF)
Kevin J. Wilkinson, Université de Montréal
Fumihiko Yamada, Kumamoto University (Japon)
Fatiha Zidane, Université Hassan II (Maroc)

Chargés de cours

Michel Beaulieu et Bernard Gaboury, MDDEFP (EAU517 : Restauration des sites et gestion des matières dangereuses)
Louis Fontaine, BPR (EAU301 : Gestion de projet en eau et environnement)
Yvon Maranda, MDDEFP (EAU203 : Introduction à l'administration publique de l'eau)
Luc Valiquette, MDDEFP (EAU510 : Étude d'impact)

Chercheurs invités

Gilles Bellefleur, Commission géologique du Canada (CGC)
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, Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon de l'Atlantique (CIRSA)
Daniel Caya, Consortium Ouranos
Marie Clément, Pêches et Océans Canada
Catherine Couillard, Pêches et Océans Canada
Emmanuela Diaz, Recherche et Développement pour la défense Canada à Valcartier (RDDC Valcartier)
Bernard Doyon, Collège F.X. Garneau
Sylvie Dufour, CNRS (France)
Peter S. Galbraith, Pêches et Océans Canada
David Huard, Consortium Ouranos
Feten Jarraya Horriche, Centre de recherches et des technologies des eaux (Tunisie)
Yann Le Bihan, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)
Mickaële Le Ravalec-Dupin, IFP Énergies nouvelles (IFPEN, France)
Yvon Maranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (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)
Milla Rautio, UQAC
Rao Y. Surampalli, United States Environmental Protection Agency (EPA, États-Unis)
Muriel Thibaut, IFP Énergies nouvelles (IFPEN, France)
Richard Turcotte, Centre d'expertise hydrique du Québec (MDDEFP)
Marc Vallée, Fugro Airborne Surveys

Les services

Direction

Yves Bégin (directeur)
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
Guylaine Vallée

Bâtiment

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

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

Informatique et télécommunications

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

Laboratoires

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

Valorisation de la recherche

Carole Parent
Stéphanie Racine

Stagiaires

Léon Cantin (administration)
Catherine Cyr (laboratoires)
Mathieu Lepage (informatique)
Andrée-Anne Lévesque Aubé (documentation)
Charlotte Ramsay (laboratoires)
Daniel Saucier (administration)



WWW.INRS.CA

INRS
Université d'avant-garde