

---

# Mini-colloque du CEN

Université Laval  
26 février 2009

---



CENTRE D'ÉTUDES NORDIQUES

---

CEN Centre for Northern Studies

# Programme du mini-colloque

26 février 2009

<b>13h15</b>	<b>Local 2320/2330</b> <b>G.-H. Kruger</b>	<b>Mot de bienvenue</b>
13h20	Monique Bernier	Cartographie de la glace de rivière par télédétection RADAR
13h50	Discours express – 4 étudiants	Mohamed Aymen Ben Aissia Ghislain Côté Isabelle de Grandpré Shohei Watanabe
14h05	Esther Lévesque	Doit-on s'attendre à une augmentation du couvert arbustif de la limite des arbres aux déserts polaires?
14h35	Discours express – 4 étudiants	Marie-Ève Larouche Mickaël Lemay Karine Pigeon Carmen Spiech
<b>14h50</b>		<b>Pause café</b>
15h10	Discours express – 4 étudiants	Carl Barrette Sophie Dion Tania Gibéryen Benoit Tremblay
15h25	Warwick Vincent	Réchauffement extrême, perte d'habitat et mutation abrupte des écosystèmes dans le haut Arctique canadien
15h55	Discours express – 5 étudiants	Vicky Bérubé Frédéric Bouchard Étienne Godin Maxime Jolivel Jean Verreault
16h15	Christine Barnard	Nouvel outil pour la diffusion des résultats de recherche du CEN à l'internationale: « Polar Data Catalogue »
16h25	Discours express – 5 étudiants	Chantal Caouette Alexandre Guertin-Pasquier Tommy Harding Thomas Richerol Julie Veillette
<b>17h00</b>	<b>Cafétéria Abitibi-Price</b>	<b>Séance d'affiches scientifiques et 5 à 7</b>



## Résumés des conférences

### Nouvel outil pour la diffusion des résultats de recherche du CEN à l'internationale : le « Polar Data Catalogue »

Barnard, C.<sup>1</sup>, Driver, J.<sup>2</sup>, LeDrew, E.<sup>2</sup> et Vincent, W.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>2</sup>Canadian Cryospheric Information Network (CCIN), University of Waterloo; <sup>3</sup>Département de Biologie, Université Laval

Le *Polar Data Catalogue* ([www.polardata.ca](http://www.polardata.ca)) est une base de métadonnées qui décrit, indexe et donne accès à une grande diversité de données générées par des chercheurs travaillant dans les milieux nordiques. Cette base de données a été créée par des chercheurs du CEN et d'ArcticNet en collaboration avec le *Canadian Cryospheric Information Network* (CCIN). Tous les projets d'ArcticNet et du programme fédéral de l'API doivent soumettre leurs métadonnées au *Polar Data Catalogue*. Les fichiers sont automatiquement transférés dans un format compatible avec les standards internationaux (FGDC), permettant ainsi l'échange de fichiers entre les centres de données et l'intégration d'une grande variété de disciplines, allant des sciences naturelles aux sciences sociales et de la santé. Le catalogue est doté d'un outil de recherche interactif permettant aux utilisateurs d'effectuer des recherches par mot clé, par date et/ou en utilisant une carte interactive. Le *Polar Data Catalogue* a reçu l'appui du gouvernement et de la recherche universitaire et constitue un outil de transfert des connaissances apprécié des communautés nordiques. Le catalogue est disponible pour tous les membres du CEN, n'hésitez pas à contacter Christine Barnard pour plus d'informations.

### Cartographie de la glace de rivière par télédétection RADAR

Bernier, M.<sup>1,2</sup> et Gauthier, Y.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE); <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

Au Québec, l'englacement des rivières a des répercussions importantes sur l'écoulement de l'eau et la production hydroélectrique, sur le transport et le mode de vie des riverains et sur l'environnement. Par ailleurs, la majorité des dommages causés par les inondations l'est au moment des embâcles des rivières. La connaissance de l'état du couvert de glace est donc primordiale pour assurer une cohabitation optimale de l'homme et de cette force somnolente. Aussi, parce qu'il se forme sur un milieu dynamique, le couvert de glace est un phénomène difficile à suivre et à comprendre. Sa forme et sa composition varient spatialement (horizontalement et verticalement) et il peut rapidement passer d'un état passif à un état actif. Pour sa part, une image satellite radar a l'avantage de couvrir de longs tronçons de la rivière et de voir au-delà de la surface. En tenant compte de la puissance de l'onde radar rétrodiffusée (rediffusée vers le capteur), il est possible d'avoir une bonne idée du type de glace présent et de la rugosité de sa surface. En y ajoutant l'information sur la texture de l'image (arrangement spatial des niveaux de gris), la précision de la cartographie des glaces obtenue est alors accrue. Intégrées à des modèles hydrauliques, les cartes produites permettent de prévoir les inondations dues aux embâcles. Obtenue en temps quasi réel, les cartes fournissent aussi une information essentielle aux organismes de sécurité civile. Avec un portrait global et à jour de la situation, ces organismes peuvent mieux cibler les zones à risque et les zones d'intervention prioritaires. La carte de glace est aussi utilisée dans le grand nord québécois où le réchauffement climatique vient modifier le régime de glace. Cette situation augmente les risques pour les Inuits qui utilisent les rivières pour atteindre en motoneige leurs sites de chasse et de pêche en hiver. Grâce à cet outil, les connaissances ancestrales du milieu sont maintenant appuyées par la haute technologie. Dans le cadre du programme canadien de l'Année polaire internationale, la population de Kuujuaq a accès par Internet à une carte de glace hebdomadaire de la rivière Koksoak.

### Doit-on s'attendre à une augmentation du couvert arbustif de la limite des arbres aux déserts polaires?

Lévesque, E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Département de Chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières ; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

Les espèces arbustives représentent un groupe varié tant en nombre d'espèces qu'au niveau de leurs formes de croissances. Décidus ou à feuilles persistantes, certains atteignent plusieurs mètres de haut tandis que d'autres poussent à ras le sol. Leurs feuilles et/ou leurs fruits sont très prisés. Tolérants aux conditions extrêmes comme aux perturbations, ils réagissent rapidement à une augmentation de disponibilité d'éléments nutritifs. Les arbustes



sont dominants dans une grande variété d'habitats au Nord des arbres et une augmentation de leur abondance a déjà été documentée en Alaska et par des analyses de télédétection. Quelles sont les implications d'une augmentation du couvert arbustif? Le changement de couvert arbustif affectera-t-il toutes les régions de l'Arctique? Des résultats obtenus par une variété d'approches tel que la comparaison de photos aériennes anciennes et récentes, l'analyse de données à long terme, l'étude des processus de colonisation et le savoir local seront présentés afin d'illustrer la grande diversité régionale qu'on peut observer le long du gradient de la limite de arbres aux déserts polaires.

## **Réchauffement extrême, perte d'habitat et mutation abrupte des écosystèmes dans le haut Arctique canadien**

*(Extreme warming, habitat loss and abrupt ecosystem change in the Canadian High Arctic)*

Vincent, W.<sup>1,2</sup>, Mueller, D.<sup>3</sup>, Antoniadou, D.<sup>1</sup>, Veillette, J.<sup>1,2</sup>, Jungblut, A.<sup>1,2</sup>, Sarrazin, D.<sup>1</sup>, Lemay, M.<sup>1</sup> et Barnard, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>2</sup>Département de Biologie, Université Laval; <sup>3</sup>Geography Department, Trent University

Dans l'est du Canada, un gradient latitudinal, de la forêt boréale jusqu'au désert polaire, illustre le patron sud-nord des propriétés des écosystèmes qui sont sujettes aux effets croissants du réchauffement climatique actuel. Pendant l'été 2008, nous avons relevé de nombreux changements substantiels à la limite nordique de ce gradient, soit l'île d'Ellesmere (Nunavut), incluant la perte de glace de mer pérenne et de lacs d'eau douce épi-plates-formes, ainsi que des conditions inhabituelles d'eau libre dans les lacs et l'océan côtier. Également, les plates-formes de glace nordiques de l'île d'Ellesmere ont subi une désintégration dramatique et irréversible. Au total, 23% de la surface globale des plates-formes de glace, qui contiennent la glace marine la plus épaisse et la plus ancienne de tout le bassin arctique, s'est effondrée sur une période de trois semaines. Les températures de l'air moyennes quotidiennes de juin à août étaient la plupart du temps au-dessus de 0°C et souvent au-dessus de 5°C. Un maximum quotidien sans précédent a été enregistré à l'île Ward Hunt (19,7°C) et sur l'île d'Ellesmere nordique (20,5°C). Ces températures extrêmes ont été accompagnées par une production importante d'eau de fonte et de la perte des couverts de glace des lacs. Plusieurs habitats et types d'écosystème ont alors été perturbés. Cependant, les conditions d'eau libre hors du commun des lacs ont permis l'établissement d'oiseaux aquatiques. Ces observations soulignent comment les changements climatiques peuvent induire l'enrichissement local en espèces, toutefois aux dépens de la perturbation et de la perte de certains écosystèmes.

## Résumés des affiches scientifiques

### 1. Modélisation du pergélisol et de la couche active pour l'horizon 2010-2025 à partir d'un modèle numérique de transfert de chaleur dans le village de Salluit, Nunavik

*(Modeled permafrost and active layer for 2010-2025 period using numerical heat transfer model in Salluit, Nunavik)*

Barrette, C. et Allard, M.

Centre d'études nordiques (CEN) & département de Géographie, Université Laval

Le village de Salluit est situé au Nunavik, sur la rive du fjord de Sugluk (62°20'N et 75°63'O). Le pergélisol observé sous le village et dans la région immédiate est composé de dépôts de till, de sables fluvioglaciers, de colluvions, d'alluvions et d'argiles marines à forte teneur en sel. Dans un contexte de réchauffement climatique comme celui observé dans la région depuis 1992, les infrastructures habitables, tout comme les routes et les pistes aéroportuaires, subissent des impacts importants dus à la fonte du pergélisol et au tassement du sol. Les conditions climatiques plus chaudes tendent à réchauffer l'ensemble du profil thermique du sol et à rapprocher celui-ci du point de congélation dans les premiers mètres de profondeur. Les impacts d'un tel réchauffement s'observent également par l'épaississement de la couche active et la fonte de zones riches en glace de ségrégation. Dans le cadre de cette étude, le modèle TONE est utilisé pour simuler les températures du pergélisol à différentes profondeurs. Ce modèle uni-dimensionnel de transfert de chaleur avec changements de phases a fait l'objet d'applications dans divers contextes de construction et a été testé dans des situations variées en milieu nordique. Dans un souci d'adaptation aux impacts pressentis et observés, ce projet d'étude prévoit être en mesure de simuler l'évolution du profil thermique du pergélisol à partir de divers scénarios climatiques. Ainsi, en utilisant les plus récents résultats de simulations des modèles climatiques globaux et régionaux (MGC et MRCC), il sera possible d'envisager différentes hypothèses de réchauffement. Ce projet de recherche tentera de donner un portrait des changements thermiques affectant le sol sur l'horizon 2010-2025. Ce portrait se veut le plus concordant possible avec les connaissances actuelles du climat et de la géomorphologie régionales. Enfin, cette étude a pour objectif ultime de fournir aux décideurs, tant locaux que provinciaux, des informations pertinentes afin de faire des choix éclairés en termes d'aménagement et de mitigations des impacts négatifs du réchauffement climatique. Des choix qui s'imposent dans le cadre de décisions d'immobilisation pour divers types d'infrastructures situées dans les zones potentiellement affectées par une dégradation du pergélisol.

### 2. Analyse et comparaison des caractéristiques des crues historiques et simulées

Ben Aissia, M.A.<sup>1</sup>, Ouarda, T.<sup>1,2</sup> et Chebana, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE); <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

L'impact de changements climatiques (CC) sur les pointes des crues a fait l'objet de plusieurs travaux. Cependant, une crue est caractérisée non seulement par sa pointe, mais aussi par d'autres caractéristiques. Peu d'efforts ont été orientés vers l'étude de l'impact de CC sur ces caractéristiques. Le présent travail consiste à évaluer et à comparer les caractéristiques des crues dans un contexte des CC en se basant sur des données historiques, des résultats des réanalyses et des résultats des simulations à l'horizon 2050. Les résultats de simulations sont obtenus à partir des deux modèles hydrologiques HSAMI et HYDROTEL. Les corrélations, la stationnarité et les points de rupture des séries des caractéristiques de crue ont été étudiés. Les résultats montrent que, à différents sens et amplitudes, toutes les caractéristiques de crue pourraient être affectées par les CC.

### 3. Restauration écologique d'une tourbière minérotrophe (fen) dans l'est du Canada

Bérubé, V.<sup>1</sup>, Lavoie, C.<sup>1</sup>, Poulin, M.<sup>1</sup>, Price, J.S.<sup>2</sup>, Strack, M.<sup>3</sup>, Waddington, J.M.<sup>4</sup> et Rochefort, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peatland Ecology Research Group, Université Laval; <sup>2</sup>Université de Waterloo; <sup>3</sup>University of Calgary; <sup>4</sup>McMaster University

Des méthodes de restauration pour les tourbières ombrotrophes suivant l'exploitation de la tourbe par aspiration ont été développées avec succès (Rochefort et al., 2003). Or, il arrive occasionnellement que les compagnies exploitent la totalité de la tourbe de sphaigne, exposant la tourbe de cypéracées sous-jacente. Ces sites sont plus riches en minéraux et possèdent un pH moins acide que les sites de type ombrotrophe. La restauration vers une végétation de type minérotrophe est alors suggérée (Wind-Mulder et al., 1996). En Amérique du Nord, le but de la restauration des tourbières vise le retour à court terme de la fonction d'accumulation de tourbe (Rochefort, 2003).



Malgré beaucoup de recherches menées en Europe, les méthodes de restauration qui y ont été développées ne sont pas directement transférables, car les buts de la restauration et les utilisations des tourbières diffèrent entre les deux continents. Il est donc requis de développer des techniques appropriées pour le rétablissement des conditions naturelles de fens en Amérique du Nord. Pour ce faire, une équipe multidisciplinaire de chercheurs étudiera l'hydrologie, l'écologie des espèces-clés qui devront être réintroduites et diverses techniques pour le rétablissement de ces espèces. Ce projet suivra une approche inspirée des règles d'assemblage, qui aide à cibler les contraintes environnementales. Le projet de Bic-Saint-Fabien vise à restaurer 20 ha d'un complexe tourbeux où plusieurs techniques de restauration seront testées. Finalement, ce projet à grande échelle examinera les relations entre différentes structures communautaires et leur fonction dans l'écosystème dans le but d'acquérir de meilleures connaissances en écologie des fens.

Rochefort et al. 2003. *Wetland Ecology and Management* 11 :3-20; Rochefort 2000. *Bryologist* 103 :3 :503-508; Wind-Mulder et al. 1996. *Ecol. Eng.* 7:161-181.

#### 4. Dynamique sédimentaire récente de mares de thermokarst au Québec subarctique

Bouchard, F.<sup>1,2</sup>, Francus, P.<sup>1,2</sup>, Pienitz, R.<sup>2,3</sup>, Rousseau, M.P.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE); <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Département de Géographie, Université Laval

Les mares de thermokarst se forment lorsque la fonte partielle du pergélisol s'accompagne d'un affaissement local du terrain, donnant naissance à des dépressions qui se remplissent d'eau. Observées récemment dans plusieurs régions nordiques, ces mares semblent avoir une influence majeure sur le cycle du carbone, puisque leur formation peut libérer des gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>; CH<sub>4</sub>) auparavant piégés dans le pergélisol. Étant donné l'importance spatiale et écologique du pergélisol en milieu nordique, la compréhension des phénomènes associés à sa dégradation demeure essentielle. L'objectif général de ce projet est de comprendre l'évolution et la dynamique des mares de thermokarst au Québec subarctique, en tenant compte des changements environnementaux passés et récents. L'un des objectifs spécifiques du projet est d'étudier les processus sédimentaires actuels et passés sur un site contenant des mares de thermokarst à différents stades d'évolution (depuis leur formation jusqu'à leur disparition). Le site de recherche se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord-est de Kuujuarapik-Whapmagoostui, sur la côte est de la Baie d'Hudson. Plusieurs mares de thermokarst y ont été échantillonnées par carottage des sédiments de fond à l'été 2007. Les analyses préliminaires (description visuelle, radiographie, micro-fluorescence-X) montrent la présence de structures sédimentaires (laminations) et de matière organique abondante dans la partie supérieure des carottes, qui correspond à la phase de formation de ces mares. Des diatomées fossiles (espèces d'eau douce) y ont également été observées.

#### 5. Dégradation des milieux humides par la thermo-érosion et le ravinement du pergélisol, île Bylot, Nunavut

*(Degradation of wetlands and goose habitat by thermo-erosion and gullyng of the permafrost)*

Brossard, G.B.<sup>1</sup>, Godin, E.<sup>1,2</sup>, Fortier, D.<sup>1,2,3</sup> et Lévesque, E.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Département de Géographie, Université de Montréal; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Institute of Northern Engineering, University of Fairbanks, Alaska; <sup>4</sup>Département de Chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières

Plusieurs ravins récemment formés ont été observés sur la plaine sud de l'île Bylot à l'été 2008 par D. Fortier et E. Lévesque. Ces ravins se forment généralement dans les milieux humides, particulièrement au sein des champs de polygones à coins de glace (Fortier and Allard, 2007). Ces ravins se développent très rapidement (de quelques jours à quelques semaines) et généralement sous l'influence du ruissellement nival. Ils modifient de manière permanente le relief et l'hydrologie locale en formant de nouveaux systèmes de drainage. Plusieurs processus sont impliqués dans le développement des ravins, le plus important étant le processus de thermo-érosion (érosion mécanique et thermique), qui consiste en un transfert de chaleur convectif entre l'eau qui s'écoule sur et dans le pergélisol et les matériaux (glace, neige, tourbe, sédiments). Nous procédons à l'interprétation de photographies aériennes historiques et d'images satellites à haute résolution récentes (Ikonos 2007) afin de déterminer l'âge approximatif des ravins observés. Nos résultats préliminaires indiquent que la majorité des terres humides de l'île Bylot ont été ou sont actuellement affectées par le ravinement. Nous utilisons également la technique NDVI (*normalized difference vegetation index*) afin de déterminer l'impact potentiel des ravins et des modifications de drainage sur la composition et la densité floristique des terres humides de l'île Bylot. Nos études permettront de déterminer



si la formation accélérée et récente des ravins est reliée au réchauffement climatique qui affecte actuellement cette région de l'Arctique ou si elle est plutôt régie par des facteurs locaux et stochastiques.

## 6. Effets de dioxyde d'azote et de l'ozone sur la morbidité reliée aux maladies respiratoires à Montréal

Caouette, C.<sup>1,2</sup>, El Adlouni, S.<sup>1</sup>, Ouarda, T.B.M.J.<sup>1,2</sup>, Gosselin, P.<sup>3</sup>, Smargiassi, A.<sup>4</sup>, Lampouguin Bayentin, J.<sup>1</sup>, Chebana, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE); <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Institut National de la Santé Publique du Québec; <sup>4</sup>Direction de Santé Publique de Montréal Centre

Contexte : Plusieurs études portent sur les effets du réchauffement climatique et de la qualité de l'air sur la santé. Elles permettent d'évaluer l'impact de ces variables et d'optimiser la gestion du risque d'exposition. But : Vérifier et modéliser l'effet du climat et de la qualité de l'air sur la morbidité reliée aux maladies respiratoires à Montréal. Plan de l'étude : Les données utilisées correspondent aux séries chronologiques standardisées de 1988 à 2006 des hospitalisations à Montréal pour l'asthme et les admissions aux urgences pour troubles respiratoires. Méthodes : Les modèles GAM utilisés permettent de modéliser les effets additifs et de tenir compte des facteurs confondants : tendances à long et moyen terme des indicateurs, épidémies saisonnières (grippe) et jours de la semaine. Résultats : L'asthme peut être causé par le NO<sub>2</sub> pour les personnes de tous âges, avec un décalage de cinq jours et par l'ozone pour les personnes de 1 à 14 ans, avec un décalage de six jours. En été, l'ozone engendre des hospitalisations pour l'asthme et des cas d'urgences pour troubles respiratoires pour les personnes de 65 ans et plus avec et sans décalage. Conclusions : Si les tendances se maintiennent, les maladies respiratoires augmenteront auprès des personnes de 1 à 14 ans et celles de 65 ans et plus dû à une augmentation d'ozone.

## 7. Impacts de la population de la Grande Oie des Neiges sur l'état trophique des lacs et étangs de l'île Bylot, Nunavut

*(Impacts of present-day and past animal populations on the nutrient and contamination status of freshwater lakes on Bylot Island, Nunavut (Canada))*

Côté, G.<sup>1,2</sup>, Pienitz, R.<sup>1,2</sup>, Gauthier, G.<sup>2,3</sup>, Muir, D.<sup>4,5</sup> et Wolfe, B.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Département de Géographie, Université Laval; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Département de Biologie, Université Laval; <sup>4</sup>Department of Geography & Environmental Studies, Wilfrid Laurier University; <sup>5</sup>Environment Canada, Burlington, ON; <sup>6</sup>National Water Research Institute, Environment Canada

Ce projet de recherche vise à élucider l'impact des populations animales actuelles et passées sur les écosystèmes lacustres de l'île Bylot. La population de la Grande Oie des Neiges (*Chen caerulescens atlantica*) a dramatiquement augmentée sur l'île depuis les dernières années, ce qui s'accompagne d'une augmentation des déjections animales. Ce phénomène a le potentiel de profondément bouleverser les concentrations relatives de divers éléments (carbone, azote et phosphore) dans les lacs oligotrophes arctiques naturellement improductifs. Un volet limnologique a permis de déterminer l'impact actuel de la population aviaire sur les lacs et étangs de l'île, tandis qu'une approche paléolimnologique a été utilisée afin de retracer les changements à long terme dans la qualité de l'eau causés par le passage saisonnier de l'Oie des Neiges sur l'île. L'étude d'échantillons d'eau de 27 lacs et étangs nous a permis de démontrer que la variance entre les sites est principalement expliquée par un gradient ionique, certainement relié à la proximité de l'océan. Les variables reliées à l'apport d'éléments issus des fèces jouent un rôle secondaire. Cependant, les concentrations de ces éléments dans les sites fréquentés par les Oies sont significativement plus importantes que celles retrouvées dans les sites non fréquentés par la population. Cela suggère que le passage de la Grande Oie des Neiges a bel et bien un impact sur la limnologie des lacs et étangs de l'île Bylot. Les résultats issus de l'étude limnologique permettent d'envisager l'utilisation des techniques de la paléolimnologie qui étudie les informations biologiques, chimiques et physiques préservées dans les sédiments qui s'accumulent au fond des lacs. Nous avons effectué l'analyse en laboratoire de fossiles microscopiques d'algues (diatomées), d'isotopes stables ( $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ), jumelé à des techniques de datation à l'aide d'isotopes radioactifs ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) sur 3 carottes sédimentaires provenant de lacs situés près des colonies d'oiseaux et 1 carotte récoltée dans un lac situé en dehors du territoire fréquenté par les Oies. Les changements biostratigraphiques et les teneurs en matière organique semblent bien corrélés aux variations récentes connues de la population et semblent témoigner de la variabilité spatiale de l'utilisation des écosystèmes d'eau douce dans le temps. Malgré l'influence de la population de la Grande Oie des Neiges, il semble que l'intégrité écologique des lacs et étangs de l'île Bylot ne soit pas menacée pour l'instant. Cependant, dans le contexte de changements climatiques, l'Arctique sera exposé à un réchauffement accéléré, lequel entraînera vraisemblablement une pression accrue des communautés animales sur les écosystèmes d'eau douce dû à la migration et à l'augmentation du nombre d'individus au sein des



populations. Leur intégrité sera alors grandement menacée, d'où l'importance d'effectuer un suivi à long terme de ces sentinelles environnementales et de comparer les résultats à ceux avancés dans cette étude.

## **8. Impact de l'écoulement souterrain sur la dégradation du pergélisol**

De Grandpré, I.<sup>1,2</sup> et Fortier, D.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Département de Géographie, Université de Montréal; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Institute of Northern Engineering, University of Alaska Fairbanks

Au cours de l'été 2008, une route expérimentale visant à tester des techniques pouvant réduire la dégradation du pergélisol qui affecte les infrastructures de transport a été construite à Beaver Creek, Yukon. D'importants tassements de la surface associés à de l'écoulement d'eau sous la route ont été observés par D.Fortier. L'ampleur, la vitesse et le timing de tassements indiquent que le processus de dégradation du pergélisol ne peut pas être uniquement relié à un transfert de chaleur par conduction en lien avec le réchauffement estival. Nous allons vérifier l'hypothèse selon laquelle cette dégradation est reliée à la chaleur transportée par l'eau souterraine. Les objectifs de la recherche sont : 1. mesurer le volume et la température de l'eau reliés à l'écoulement dans la couche active et les taliks des sites d'étude, 2. mesurer la dégradation du pergélisol relié à l'écoulement souterrain et 3. créer un modèle empirique de transport de transfert de chaleur convectif relié à l'écoulement souterrain. Pour ce faire, des mesures in-situ (écoulement souterrain, température, tassement, perméabilité de la couche active, gradient hydraulique) et de laboratoire (conductivité hydraulique, granulométrie, densité spécifique, porosité, conductivité thermique) seront prises sur le site à l'étude ainsi que sur le site de référence. Un modèle numérique de l'écoulement et du transfert de chaleur sera ensuite développé et sera testé et validé par les mesures de terrain. Les résultats obtenus permettront de dissocier l'amplitude de la dégradation du pergélisol associée au transfert de chaleur convectif (écoulement souterrain) de celle associée au transfert de chaleur conductif (réchauffement atmosphérique) et aideront à la définition de stratégies d'adaptation aux changements climatiques affectant la dégradation du pergélisol.

## **9. Conception d'infrastructures ferroviaires sur du pergélisol à l'île de Baffin**

Dion, S. et Doré, G.

Département de Génie Civil & Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval

Les travaux de recherche portent sur la conception de remblais ferroviaires construits sur du pergélisol. Dans le cadre d'un développement minier au Nord de l'île de Baffin, une ligne de chemin de fer de 150 km doit être construite afin d'assurer un lien routier entre le site d'extraction du minerai et le port le plus proche. La ligne de chemin de fer est construite sur du roc et du pergélisol. Les zones construites sur du pergélisol sont caractérisées par la présence de secteurs riches en glace. Ces travaux ont pour objectif de mieux comprendre le comportement des sols gelés dans un remblai lors de la construction d'infrastructures ferroviaires. Afin de réaliser l'étude, des données de terrain doivent être recueillies à l'île de Baffin, au Nunavut. Lors de la visite de terrain, la température, les teneurs en eau des sols et une description géologique du terrain doivent être notées. Avec ces données, il sera possible d'établir des corrélations entre le comportement thermique des sols et les caractéristiques du terrain. Le remblai ferroviaire étudié devra donc répondre à des critères mécaniques et thermiques, basés sur les observations de terrain. Pour ce faire, le logiciel d'éléments finis GeoStudio, permettra de modéliser et d'analyser le comportement thermique et mécanique du pergélisol sous une charge importante, soit une charge similaire à celle d'un remblai ferroviaire. Par ailleurs, des essais de fluage et de dégel en laboratoire seront réalisés sur des sols du Nunavik afin d'évaluer le comportement mécanique des sols gelés.

## **10. La perception des Inuit de l'impact des changements climatiques sur les plantes et certains facteurs environnementaux dans quatre communautés du Nunavik et du Nunavut**

*(Inuit perception of climate change impacts on plants and environmental factors in communities of Nunavik and Nunavut)*

Gérin-Lajoie, J.<sup>1</sup>, Cuerrier, A.<sup>2</sup> et Lévesque, E.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Département de Chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières; <sup>2</sup>Jardin botanique de Montréal; <sup>3</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

Ce projet examine la perception des Inuit des changements qui se sont produits au cours des dernières décennies en ce qui concerne les plantes et les facteurs environnementaux qui peuvent influencer la croissance des plantes.





Notre étude vise particulièrement les arbustes à petits fruits soit le bleuet /Kigutangirnaq / Kegotangenak / (*Vaccinium uliginosum*), l'airelle rouge Kimminaq / (*V. vitis-idaea*), la camarine noire /Paurngaq / (*Empetrum nigrum*) et la chicouté /Arpiq/Akpik/ (*Rubus chamaemorus*) à cause de leur importance culturelle pour les Inuit ainsi que pour leur contenu naturellement élevé en vitamines et en anti-oxydants. Nous avons réalisé des entrevues auprès de 33 personnes (Aînés et personnes actives sur le territoire) dans deux communautés du Nunavik, Kangirsualujjuaq et Kangirsujuaq et deux communautés du Nunavut, Pagnirtung and Mittimatalik (Pond Inlet). Ces entrevues mi-structurées ont été enregistrées, filmées et transcrites. Les observations recueillies ont par la suite été classées par thèmes, avec une description des changements et des impacts observés. Des hommes et des femmes ont été interviewés car leur savoir est souvent associé à leurs activités traditionnelles, notamment la chasse pour les hommes, impliquant de nombreux déplacements, alors que la cueillette des plantes est une activité plus typique des femmes. Les perceptions peuvent être comparées à l'intérieur d'une même communauté, ou entre différentes communautés. Les Inuit perçoivent déjà des changements au niveau de la température, des plantes, des animaux, du pergélisol, de la glace (mer, lacs et rivières) et des glaciers. Certains de ces changements peuvent affecter leur mode de vie, notamment les déplacements, la capacité de prédire la température, la façon de se vêtir, les périodes de chasse, de pêche et de cueillette de même que la transmission du savoir entre les générations. Certains changements sont observés dans toutes les communautés (plus grande variabilité de la température, moins de « belle température », nouvelles espèces de plantes, saison de croissance plus hâtive, plus grande abondance de saules), alors que d'autres varient entre les communautés (diminution de la croissance des lichens, colonisation végétale des lacs asséchés et réchauffement du sol au Nunavik, floraison plus hâtive des petits fruits à Mittimatalik, changement de goût chez certaines espèces de petits fruits à Kangirsualujjuaq). Des contradictions ont également été observées entre certaines observations à l'intérieur d'une même communauté. Les personnes interrogées s'entendaient sur la variabilité interannuelle de la productivité des arbustes à petits fruits et sur l'influence de la température printanière et estivale sur la croissance et la productivité des arbustes à petits fruits. De façon générale, les gens semblent constater une plus grande production de petits fruits dans les quatre communautés ciblées.

## **11. Aménagement communautaire en milieu de pergélisol à Salluit, Nunavik (Community planning on permafrost in Salluit, Nunavik)**

Gibéryen, T.<sup>1,2</sup>, Allard, M.<sup>1,2</sup> et Desbiens, C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>2</sup>Département de géographie, Université Laval

Salluit affronte les défis d'une population en croissance et une pénurie de logement. Le contexte géomorphologique est peu favorable : une partie du village est établie sur un pergélisol riche en glace et est confinée dans une vallée aux versants raides. Le réchauffement climatique a commencé à avoir des impacts observables, comme des glissements de terrain, des tassements du sol et des problèmes de drainage urbain, qui appellent des mesures d'adaptation adéquates en aménagement communautaire. Cette recherche interdisciplinaire vise à cerner des mesures d'adaptation permettant de réduire la vulnérabilité de la communauté face aux risques présents et futurs. Le terme d'aménagement communautaire se comprend ici à double sens : l'aménagement du milieu physique et, le milieu communautaire comme acteur de l'aménagement. Ainsi, les données géoscientifiques sont intégrées avec les perspectives communautaires. Des réunions régulières avec les représentants locaux aident non seulement à identifier les besoins spécifiques de la communauté, mais permettent aussi d'échanger des connaissances. L'optimisation de l'occupation de l'espace est développée. Un relevé détaillé des infrastructures existantes et des différents types de fondations a été effectué et est superposable sur les différentes simulations des conditions du pergélisol. Une expérience spécifique a été entreprise : Un radier, sur un lot ayant un profil thermique perturbé, a été instrumenté. Les mouvements futurs du sol et du radier, ainsi que le rétablissement du pergélisol dans le nouveau radier aideront à définir les meilleurs paramètres de construction sur les terrains récupérés. Cette étude est complétée par une analyse des coûts et bénéfices, afin de déterminer les solutions idéales.



## 12. L'évolution du régime thermique d'une formation de pergélisol en Gaspésie, Québec, Canada durant les 30 dernières années

*(Evolution of the thermal regime of permafrost in Gaspésie, southern Quebec, Canada over the last 30 years)*

Godin, E.<sup>1,2</sup>, Gray, J.T.<sup>1</sup>, Masse, J.<sup>1</sup>, et Fortier, D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Département de Géographie, Université de Montréal; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

Le Parc National de la Gaspésie à l'extrémité nord de la chaîne des Appalaches (Québec) comporte plusieurs phénomènes d'origine périglaciaire associés à un pergélisol contemporain et relique. Son accessibilité relative a permis une étude à long terme du régime thermique d'un pergélisol d'une épaisseur de 50-60 m se trouvant sous le sommet du Mont Jacques-Cartier (1270 m). Un câble à thermistance long de 30 m fut installé en 1977 au sommet dans un trou foré dans la roche-mère, celle-ci se trouvant sous une couche de 3 m de champ de blocs gélifracés. Des mesures ont depuis été obtenues annuellement. Le suivi du régime thermique de ce pergélisol offre une excellente opportunité de prévoir son évolution à long terme en réponse aux changements climatiques. Gray et Brown (1979) ont évalué que la profondeur de la couche active est d'environ 5.7 m et que l'épaisseur du pergélisol est d'environ 45 à 60 m basée sur l'extrapolation du gradient thermique. Nos analyses préliminaires indiquent que la couche active s'est approfondie et que la température du pergélisol a augmenté de 0.5°C jusqu'à une profondeur de 23 m. Aucun changement n'est observé à 26 m de profondeur. Des vagues de réchauffement et de refroidissement sur cinq ou dix ans sont observées entre des profondeurs de 14 et 23 m. Une analyse des archives des températures de l'air régionales enregistrées par Environnement-Canada permettra d'expliquer la réponse thermique du pergélisol aux variations climatiques au cours des dernières décennies.

Gray, J.T. et Brown, R.J.E. (1979). « Permafrost presence and distribution in the Chics- Chocs Mountains, Gaspésie, Québec. » *Géographie physique et quaternaire*, XXXIII(3-4): 299-316.

## 13. Reconstitution paléo-écologique et contexte climatique de la forêt fossile de l'île Bylot, Arctique canadien

Guertin-Pasquier, A.<sup>1,2</sup>, Fortier, D.<sup>1,2</sup> et Richard, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département de Géographie, Université de Montréal; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

En 2001, l'Université Laval a découvert sur l'île Bylot de nombreux dépôts organiques contenant plusieurs morceaux d'arbres et d'importants dépôts tourbeux. Il s'agit des vestiges d'une forêt de type boréal, bas-Arctique ou Arctique-Alpin, d'un âge estimé à 2Ma BP (Fortier et Allard, 2001; Piroux et al. 2002; Lavoie et al. 2002; Piroux 2004). Ce site s'ajoute par ailleurs à d'autres sites Pliocènes arctiques semblables (eg. Fyles 1990 ; Vincent, 1990; Matthews, 1994). Afin de compléter les résultats préliminaires de Piroux (2004), mon projet a comme objectifs de : 1) reconstituer les assemblages et la succession des communautés végétales ayant vécu sur le site ; 2) identifier des corrélations entre ces données et celles obtenues à d'autres sites fossilifères pliocènes Arctiques et dans l'Atlantique Nord (site 552A ODP) ; 3) reconstituer la température atmosphérique moyenne estivale et annuelle; 4) déterminer l'origine des masses d'air extra-régionales; 5) évaluer l'hypothèse selon laquelle le pergélisol en place aurait été préservé au cours des deux derniers millions d'années. Une campagne de terrain permettra de recueillir des échantillons de tourbe, de sédiments et d'arbres à partir de coupes stratigraphiques et de forages. Les principales méthodes que j'utiliserai par la suite seront l'analyse pollinique et des macro-restes végétaux, le paléomagnétisme, et l'utilisation de SIG et de modèles numériques. Les conclusions de cette étude permettront de mieux comprendre les dynamiques paléo-climatiques caractérisant la charnière Pliocène-Pléistocène dans cette région du globe ainsi que de mieux cerner les conditions qui ont menées à l'implantation d'une forêt mature à ces latitudes.

## 14. La neige arctique est-elle vivante?

*(Arctic snow is alive?)*

Harding, T., Vincent, W. et Lovejoy, C.

Département de Biologie & Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval

Bien que la biodiversité de la planète semble être essentiellement microscopique, nous possédons peu de connaissances sur la distribution spatiale des micro-organismes. Par contre, la récente avancée dans le développement des techniques moléculaires a ouvert la porte à une cueillette d'informations inespérée en lien avec



ce monde invisible. Dans cette étude, nous avons étudié le contenu microbiologique du couvert de neige annuel à la limite septentrionale du Canada (îles d'Ellesmere et Cornwallis). La neige fut prélevée stérilement entre la fin mai et le début juin 2008, filtrée et l'ADN total en fut extrait. L'amplification par PCR et le clonage des gènes des ARN ribosomiaux 16S et 18S ont permis d'identifier les eubactéries et les eucaryotes microscopiques respectivement. La neige récoltée s'est accumulée au cours du dernier hiver, ce qui suggère que son contenu provient majoritairement de la dispersion aérienne survenue au cours des huit mois précédant l'échantillonnage. Plusieurs taxons d'origine marine ont été identifiés indiquant un apport local fortement influencé par la proximité de l'océan. La plupart des micro-organismes retrouvés sont phylogénétiquement reliés à d'autres provenant de l'Arctique, de l'Antarctique et des environnements alpins. Ces résultats supportent le concept de la biocryosphère qui implique l'échange des métapopulations de microorganismes entre les environnements froids répartis sur la planète.

## **15. La destination du carbone organique relâché par la dégradation du pergélisol, côte est de la baie d'Hudson**

*(The fate of organic carbon released by permafrost decay, Eastern coast of Hudson Bay)*

Jolivel, M. et Allard, M.

Département de Géographie & Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval

Des études récentes montrent que d'importantes quantités de carbone organique sont relâchées dans les systèmes fluviaux et côtiers suite à la dégradation du pergélisol, engendrant des impacts sur les écosystèmes. Dans ce projet, nous avons installé une instrumentation et réalisé des premières mesures dans une zone de dégradation intensive du pergélisol, afin de quantifier ces transferts et déterminer la destination des sédiments terrestres érodés. La région d'étude est située sur la côte est de la baie d'Hudson, dans la région de la rivière Sheldrake (bassin versant, embouchure et zone au large), quelques kilomètres au nord du village Umiujaq, dans la zone de pergélisol discontinu. Les buttes (palses, lithalses) et les plateaux de pergélisol sont les formes périglaciaires les plus abondantes. Cette région contient une des plus importantes concentrations de buttes cryogènes au monde. Celles-ci se développent principalement dans les vallées d'orientation est-ouest dans les silts marins postglaciaires de la mer de Tyrrell qui inondait les côtes basses de la baie d'Hudson, suivant le retrait de l'Inlandsis laurentidien vers l'est, environ 8000 ans avant aujourd'hui. Les palses sont recouvertes de tourbes. Par conséquent, la matière organique et les argiles relâchées par le thermokarst sont transportées vers le littoral via le réseau de drainage sous la forme de particules en suspension, de matière organique en suspension et de carbone organique dissous. Nous émettons l'hypothèse que le réchauffement climatique continu accélèrera l'érosion du pergélisol et favorisera la formation de thermokarst, ce qui aura un impact sur les transferts de carbone. La méthodologie adoptée devrait permettre de quantifier les rejets d'argile et de carbone à travers le transport fluvial et la sédimentation dans les zones de dépôt marine littorale. Deux capteurs à pression et deux capteurs de turbidité (OBS) ont été installés pendant l'été 2008, à environ 2 km en amont de l'embouchure de la rivière Sheldrake, afin d'estimer le transport sédimentaire. De plus, des relevés bathymétriques (échosondeur couplé à un sidescan) ont été effectués dans une zone de 20 km<sup>2</sup> au large de l'embouchure de la rivière Sheldrake. Nous avons localisé des zones profondes (jusqu'à 88 m) dans les vallées submergées, qui sont généralement le prolongement des vallées que l'on observe sur le littoral. Il est probable que les zones les plus profondes soient des pièges à sédiment efficaces pour les apports sédimentaires fluviaux récents. Des carottes de sédiment seront prélevées en avril 2009 à partir de la banquise afin de corrélérer la sédimentation marine récente avec l'érosion sur les bassins versants et la dégradation du pergélisol. Des analyses granulométriques, des datations au <sup>14</sup>C, l'utilisation du <sup>137</sup>Cs, du <sup>210</sup>Pb, du ratio C/N et du  $\delta^{13}\text{C}$  nous permettront de déterminer les sources de carbones et de calculer des taux de sédimentation.

## **16. Les microbes de l'Arctique : une ressource génétique**

*(Arctic microbial life: genetic resource)*

Jungblut A.D.<sup>1</sup>, Lovejoy C.<sup>2</sup> et Vincent W.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études nordiques & Département de biologie, Université Laval; <sup>2</sup>Québec-Océan & Département de biologie, Université Laval

Les communautés microbiennes de l'Arctique sont des assemblages de groupes de microorganismes présentant des caractéristiques physiologiques différentes ainsi que des habitats et des stratégies d'adaptations spécifiques. Les cyanobactéries qui constituent un consortium microbien particulièrement intéressant ont tendance à former des tapis qui recouvrent la surface des sédiments dans de nombreux écosystèmes aquatiques polaires. Ces communautés dominent souvent la biomasse totale de l'écosystème et possèdent une forte productivité dans les



eaux peu profondes. A la limite septentrionale du Canada, on trouve des tapis microbiens bien développés au sein des lacs et des mares des îles Ellesmere et Ward Hunt ainsi que dans les eaux de fonte des plateformes de glace situées le long de la côte Nord de l'île d'Ellesmere. Dans les environnements extrêmes tels que les régions froides, les déserts et lagunes hypersalines, les microbes nécessitent des mécanismes d'adaptation particuliers pour résister aux conditions environnementales difficiles. Les mécanismes d'adaptation qu'elles adoptent face à ces conditions sévères se manifestent fréquemment par la production de composés ayant des propriétés inhabituelles. Par exemple, les composés bioactifs synthétisés par les communautés microbiennes vivant dans les sols de l'Antarctique ont apporté beaucoup d'intérêt en ce qui concerne les applications biotechnologiques. Par conséquent, il apparaît que ces composés constituent une ressource génétique qui pourrait être exploitée. Cette présentation nous permettra de décrire les tapis microbiens qui ont été observés dans le Haut Nunavut Arctique et de mettre en évidence certaines approches utilisées en microbiologie environnementale visant à identifier les ressources génétiques, et cela à partir de communautés similaires existant dans d'autres parties du monde.

## **17. Interaction entre la dégradation accélérée du pergélisol discontinu et l'organisation du réseau de drainage, Québec subarctique**

Larouche, M.-È. et Allard, M.

Département de Géographie & Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval

L'augmentation rapide de la température de l'air depuis le début des années 1990 induit d'importants changements dans les écosystèmes subarctiques. La dynamique du pergélisol discontinu est très sensible aux fluctuations de celle-ci. La dégradation des buttes de pergélisol riche en glace contribue à modifier le régime hydrologique au sein de ces écosystèmes. L'objectif du projet est de déterminer dans quelle mesure la hiérarchisation ou la désorganisation du réseau de drainage affecte la dégradation du pergélisol en stockant de l'énergie thermique dans les petits lacs et les terrains humides et par les échanges convectifs qui en résultent. Les observations préliminaires ont permis de constater une dégradation beaucoup plus importante du pergélisol dans les zones où le réseau de drainage est mal hiérarchisé. Le volume d'eau excédentaire qui ne peut être évacué du système dans les zones de thermokarst rapide aurait une influence déterminante sur la quantité d'énergie thermique qu'il contient. Ce surplus d'énergie serait alors transféré sous forme de chaleur depuis l'eau vers le sol gelé par la circulation de l'eau souterraine de plus en plus permissive dans les argiles marines faiblement gelées. À l'aide d'images satellitaires, une cartographie détaillée du pergélisol, des mares de thermokarst, des taliks et du réseau de drainage sera réalisée pour comprendre l'organisation du système. Le calcul par modélisation numérique des flux d'énergie thermique permettra de déterminer si le système contient suffisamment d'énergie pour augmenter la température d'une butte de pergélisol à son point de fusion et de surpasser la chaleur latente de fusion.

## **18. Analyse écologique et géomorphologique de l'évolution récente de la mosaïque végétale d'un segment de rivage du lac de la Corvette, Québec nordique**

*(Ecology and geomorphology of riparian vegetation in a large High-Boreal lake during the 20<sup>th</sup> century)*

Lemay, M.<sup>1</sup> et Bégin, Y.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>2</sup>Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

Dans les grands lacs nordiques, la diversité se concentre principalement sur les rivages à platières végétales qui s'établissent préférentiellement sur les rives en pente douce. Ces écosystèmes riverains s'édifient au gré des accumulations organo-minérales stabilisées par des bryophytes, des plantes herbacées et des arbustes. Le maintien et le développement des platières végétales dépendent de la stabilité à moyen et long terme du régime des perturbations et des niveaux d'eau. Ces facteurs déterminent l'alternance de périodes de régression et de développement des platières végétales. L'analyse hydro-climatique d'une chronologie des cicatrices glacielles du lac de la Corvette a permis de détecter une intensification marquée du régime des poussées glacielles associées aux niveaux d'eau printaniers au cours de la décennie de 1930. L'étude détaillée d'un segment de rivage du lac de la Corvette a été effectuée afin de déterminer comment se traduit ce changement de régime sur l'évolution récente des platières végétales. L'analyse de la mosaïque des principales unités végétales du segment étudié a révélé que les platières sont en processus d'érosion, ce qui indique qu'elles ne sont pas en équilibre avec l'actuel régime des perturbations. Dans le contexte actuel du réchauffement climatique qui s'accompagne d'une augmentation des précipitations, cette étude permet d'entrevoir une accentuation de l'érosion des platières et une perte en terme de biodiversité.



## 19. Les enjeux des changements climatiques pour l'écologie et la conservation d'une espèce vulnérable, l'ours grizzly

### *(Climate Change: its Ecological Implication in the Long-term Conservation of Grizzly Bears)*

Pigeon, K.E.<sup>1</sup>, Stenhouse, G.<sup>2</sup> et Côté, S.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études nordiques (CEN) & département de Biologie, Université Laval; <sup>2</sup>Foothills Research Institute Grizzly Bear Project, Alberta

Les plus récents recensements provinciaux de la population albertaine d'ours grizzly suggèrent que celle-ci est beaucoup moins élevée qu'autrefois présumée. En fait, selon les critères de l'IUCN, cette population devrait être désignée comme étant en danger puisqu'elle ne regroupe vraisemblablement pas plus de 250 individus matures. La protection d'habitats clés est fondamentale pour la conservation à long terme des populations menacées. Toutefois, en regard des changements climatiques récents, le comportement et le choix d'habitat de l'ours grizzly pourraient être modifiés. L'objectif principal de l'étude est donc de déterminer les liens entre le comportement de l'ours grizzly, les conditions météorologiques et l'utilisation de l'habitat pendant la période hivernale et la période active (printemps, été, automne). À cette fin, nous utiliserons des données d'activité ainsi que des données météorologiques recueillies depuis 1999 dans le piedmont des montagnes rocheuses de l'Alberta. À ces données s'ajouteront de nouvelles données d'activité récoltées à fine échelle à partir de récents modèles de pédomètres (Animal Pathfinder™ Tool, 2007) installés sur les colliers GPS des ours. Depuis 2007, des données météorologiques à fine échelle sont aussi recueillies dans les habitats principaux de l'aire d'étude. On s'attend à ce que (1) les ours grizzly sélectionnent certains types d'habitat (e.g. peuplements de conifères à densité élevée plutôt que les parterres de coupe en régénération) en fonction de différents événements météorologiques (e.g. températures ambiantes extrêmes et radiation solaire intense prolongée) et que (2) ces mêmes patrons d'événements météorologiques influencent le taux de déplacement journalier et la période d'activité (e.g. diurne vs. nocturne) des ours grizzly.

## 20. Conditions paléocéanographiques de trois écosystèmes de fjord du Labrador (Canada) : résultats préliminaires

### *(Paleoceanographic conditions in three Labrador fjord ecosystems (Canada): Preliminary results)*

Richerol, T.<sup>1</sup>, Pienitz, R.<sup>1</sup> et Rochon, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Paléocéologie Aquatique, Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval; <sup>2</sup>Université du Québec à Rimouski – ISMER

Les Inuits du Labrador dépendent de la mer et du couvert de glace pour la chasse et la pêche. Ils sont donc directement concernés par l'intégrité écologique de l'environnement marin du nord du Labrador, particulièrement en ce qui a trait aux impacts des changements climatiques, de l'industrialisation de l'Arctique et du Bas-Arctique (voie maritimes, exploitation minière, gazières et pétrolières) et la contamination de leurs sources de nourriture traditionnelle. Afin de comprendre les récents changements auxquels ils ont à faire face, nous avons besoin de mieux appréhender le passé climatique et environnemental de cette région. En novembre 2006, le brise-glace de la garde côtière canadienne, le CCGS Amundsen, a navigué le long de la côte Est du Labrador dans le cadre du projet 3.7 du réseau ArcticNet "Nunatsiavut Nuluak". Dans trois fjords, le long d'un transect Nord-Sud, trois séquences sédimentaires ont été prélevées. Les séquences sédimentaires ont été analysées pour divers propriétés physiques et chimiques, telles que la taille des grains du sédiment (granulométrie), le contenu en matière organique, la densité du sédiment, sa susceptibilité magnétique et le niveau du contenu en contaminants. Des analyses biostratigraphiques ont été faites à partir d'un sous-échantillonnage des séquences à un interval de 1-2cm, afin de déterminer les changements dans la composition et la concentration des diatomées et des kystes de dinoflagellés (dinokystes) fossiles à travers la séquence. Ces derniers sont deux importants indicateurs biostratigraphiques du milieu marin, et permettent la reconstitution des tendances climatiques et environnementales passées (changements dans la température et la salinité des eaux de surface, dans la durée du couvert de glace et dans la productivité océanique). La chronologie de chaque séquence sédimentaire a été obtenue à partir de la mesure de la décroissance radioactive de l'isotope du <sup>210</sup>Pb, mesurée sur des échantillons sédiments secs. La séquence provenant du fjord préservé de Nachvak, le plus au nord, proche du Parc National de la Réserve des Monts Torngat, sera utilisée pour étudier la variabilité naturelle des conditions environnementales dans les écosystèmes de fjord du Labrador. Cette séquence servira également de référence pour l'évaluation des perturbations induites par l'Homme dans les deux autres fjords plus au sud (Saglek et Anaktalak). Dans le fjord de Saglek, les sédiments au sommet de la séquence ont été contaminés par des BPC (Biphényles PolyChlorés), en raison de l'érosion dans la baie du sol contaminé d'une ancienne base militaire. Nous tenterons d'estimer la réponse de l'écosystème à ce type de contamination en comparant les conditions avant et après la perturbation. Le



fjord Anaktalak est très utilisé par les Inuits pour la chasse, la pêche et leurs déplacements. Depuis l'installation et la mise en fonction de la mine de la Voisey's Bay Nickel Company (VBNC), la baie du fjord Anaktalak a reçu les effluents de la mine et les eaux de vidange des navires de transport. Cette partie du projet vise à déterminer l'impact de ces activités, et dans le même temps à développer les indicateurs appropriés pour une surveillance à long terme des conditions environnementales et écologiques de cet écosystème. Sur ce poster, nous présenterons les résultats préliminaires de l'analyse granulométrique et biostratigraphique des séquences sédimentaires.

## **21. Utilisation des chironomides fossiles comme indicateurs du paléoclimat postglaciaire de la péninsule de Foxe, Nunavut, Canada**

*(Chironomids as indicators of postglacial paleoclimates of the Foxe Peninsula, Nunavut, Canada)*

Rolland, N. et Pienitz, R.

Département de Géographie & Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval

Contrairement aux observations faites pour le reste de l'Arctique, les études orchestrées dans les régions entourant le sud du bassin de Foxe, Labrador et le Nord du Québec ont, jusqu'à présent, fait état de la relative stabilité climatique de cette région qui semble avoir un temps de résilience plus important face aux modifications environnementales récentes et/ou passées. Les modèles de reconstructions climatiques pour l'est du Canada, basés sur de courtes séries météorologiques (< 50 ans), révèlent cependant leur faiblesse de prédiction dans les régions limitrophes du bassin de Foxe. Cette limite réduit considérablement la dimension spatio-temporelle de notre compréhension des événements climatiques passés, notamment depuis la disparition de l'inlandsis Laurentidien, et, par conséquent, diminue la véracité des modèles de prédictions climatiques futures. Les archives sédimentologiques lacustres nous offrent cependant l'opportunité d'étendre cette limite spatio-temporelle et par conséquent nos connaissances des fluctuations environnementales naturelles passées des milieux aquatiques. L'utilisation d'indicateurs biologiques et sédimentaires représente une nouvelle méthode de reconstructions qualitatives et quantitatives des conditions physiques et chimiques tout au long de l'histoire des lacs arctiques. Parmi ces indicateurs, les capsules céphaliques des chironomides fossiles se sont avérées particulièrement utiles dans le développement de modèles de reconstruction de variables physiques, telle que la température estivale moyenne de l'air tout au long de l'Holocène. Dans le cadre d'une étude concertée du bassin de Foxe et de ses régions adjacentes, cette recherche présente l'évolution climatique durant l'Holocène de lacs situés sur la péninsule de Foxe, Nunavut (Canada). Combinés à des analyses sédimentologiques, les changements dans la composition des assemblages de chironomides fossiles ont permis d'établir les premières reconstructions quantitatives de la température de l'air de cette région depuis les 8500 dernières années.

## **22. Colonisation d'un système dunaire en milieu subarctique : l'importance de la reproduction sexuée pour la camarine noire (*Empetrum nigrum*)**

Ropars, P., et Boudreau, S.

Centre d'études nordiques (CEN) & département de Biologie, Université Laval

La régénération des espèces végétales dans les environnements subarctiques rigoureux se fait soit par croissance clonale, soit par reproduction sexuée. Alors que la croissance clonale permet le maintien des espèces végétales dans certains sites où la reproduction sexuée est inhibée, l'établissement d'individus issus de la reproduction sexuée (par graines) est nécessaire pour la colonisation de nouveaux sites. Les différentes espèces d'éricacées, en particulier *Empetrum nigrum*, sont reconnues pour leur habileté à se régénérer par croissance clonale, certains travaux suggérant même que l'établissement par graines est quasi-inexistant. L'objectif de ce projet de recherche était donc d'étudier la dynamique populationnelle d'*Empetrum nigrum* en milieu dunaire. Pour ce faire, nous avons cartographié et mesuré tous les individus de cette espèce dans un quadrat de 6 hectares (200m x 300m). Nous avons de plus échantillonné 112 individus pour établir des relations allométriques entre l'âge et la superficie de la couronne des individus. Finalement, nous avons déterminé la topographie du site à l'aide d'un théodolite optique. Un total de 1154 individus ont été cartographiés, la grande majorité étant retrouvée dans les dépressions entre les différentes crêtes dunaires. La structure de taille des individus à l'intérieur du quadrat suggère que l'établissement par graines est un phénomène très fréquent et que la population d'*Empetrum nigrum* est en forte expansion. Il existe également une forte relation entre la superficie de la couronne et l'âge des individus (Superficie de la couronne = 0,032 âge 4,0303; R<sup>2</sup> = 0,91). Ceci suggère que la colonisation du site d'étude a débuté dans les années 1950 et s'est accéléré depuis 10 ans. Elle pourrait être liée à l'augmentation des perturbations d'origine anthropique ayant débuté sensiblement à la même période.



## 23. Distribution et productivité des arbustes producteurs de petits fruits près de Baker Lake, Nunavut : écologie et savoir local

Spiech, C.<sup>1</sup> et Lévesque, E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Département de Chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières ; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

La cueillette de petits fruits est une activité importante dans les communautés nordiques. L'effet des changements climatiques sur la productivité des arbustes de petits fruits dans l'arctique est peu connu. Dans le cadre de l'année polaire internationale (IPY), le projet proposé a comme objectif de lier le savoir local Inuit à l'écologie végétale, afin d'évaluer l'impact de la variabilité climatique sur la productivité et sur la qualité nutritive des petits fruits à Baker Lake, situé dans la région Kivalliq au Nunavut. Cette communauté a été choisie à cause de sa position à l'intérieur des terres, de sa proximité relative avec la limite des arbres, et les bons rapports déjà établis dans cette communauté, tant pour le savoir inuit et que pour l'écologie (suivi ITEX depuis 1992). Cependant, autres projets semblables sont en démarche à Kangiqsualujjuaq et à Kangiqsujaq, au Nunavik, ainsi qu'à Nunatsiavut. Ceci nous permettra de comparer nos résultats à travers l'arctique Canadienne. Nous étudions les quatre espèces les plus communes, dont *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum*, et *Rubus chamaemorus*. Sous la direction de l'ethnobotaniste Alain Cuerrier (Université de Montréal, Jardin botanique de Montréal), des entrevues avec des Aînés de la communauté seront entreprises, afin de recueillir leurs connaissances et perceptions par rapport aux changements climatiques, et ceux-ci contribueront à préciser certains objectifs spécifiques ainsi qu'à choisir les sites traditionnellement productifs qui pourront par la suite être documentés par l'approche scientifique.

## 24. Conditions de pergélisol préalablement à l'implantation d'une section expérimentale visant à expérimenter des techniques de contrôle de la dégradation du pergélisol, Alaska Highway, Yukon-Alaska

Stephani, E.<sup>1,5,6</sup>, Fortier, D.<sup>2,5,6</sup>, Shur, Y.<sup>3,6</sup> et Doré, G.<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Département de Géologie and de Génie Géologique, Université Laval; <sup>2</sup>Département de Géographie, Université de Montréal; <sup>3</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alaska Fairbanks; <sup>4</sup>Département de Génie Civil, Université Laval; <sup>5</sup>Centre d'Études Nordiques, Université Laval; <sup>6</sup>Institute of Northern Engineering, University of Alaska Fairbanks

La construction de route dans les milieux nordiques et les perturbations de la surface qui y sont associées affectent habituellement le régime thermique du pergélisol. La dégradation thermique des sols gelés entraîne la fonte de la glace intra-sédimentaire ce qui se traduit par un tassement de la surface, de la subsidence et la fissuration de la chaussée. Dans plusieurs régions nordiques, des routes qui étaient auparavant stables et conçues adéquatement présentent maintenant d'importants signes d'instabilité, probablement en raison de la dégradation du pergélisol en réponse réchauffement climatique. Les scénarios de changements climatiques (Frauenfeld et al. 2007; IPCC 2007) indiquent par ailleurs que la couche active sera plus profonde et que le régime thermique du pergélisol sera affecté dans un futur rapproché. Une augmentation des coûts des infrastructures publiques de 10 à 20 % serait à prévoir au cours des prochaines décennies selon les divers modèles de changement climatiques actuels<sup>3</sup>. En Alaska et dans l'ouest Canadien, les sections de routes de l'Alaska Highway qui ont été construites sur un pergélisol riche en glace pourraient éventuellement nécessiter une relocalisation, voire même d'être reconstruites avec un design approprié. Les segments de routes situées sur un pergélisol moins riche en glace requerront quant à elles un entretien accru. Afin de réduire les coûts d'entretien élevés actuels, des techniques de contrôle de la dégradation du pergélisol devraient être adoptées dès maintenant. Ceci nécessite une connaissance approfondie des conditions de pergélisol sous les infrastructures de transport afin de sélectionner les techniques de mitigation adéquates et ainsi éviter la construction de remblais surdimensionnés et coûteux. La section nord de l'Alaska Highway repose principalement sur un pergélisol riche en glace dont la température est près du point de dégel. Plusieurs portions du remblai de l'autoroute ont subi d'importants tassements différentiels. Ceci se traduit par une surface de roulement de mauvaise qualité avec de nombreuses fissures, dépressions et nids de poules. Le Gouvernement du Yukon, en collaboration avec l'University of Alaska Fairbanks, l'Université de Montréal et l'Université Laval, a mis sur pied une section routière expérimentale à Beaver Creek (Yukon) afin d'y tester des méthodes visant à contrôler la dégradation du pergélisol. Des techniques telles le recouvrement bitumineux de surface à fort albédo, des drains thermiques à convection d'air, des systèmes de conduits à convection d'air enfouis sous l'accotement, des abris à neige, des remblais avec végétation et l'utilisation d'isolant polystyrène seront mis à l'essai. Le monitoring du régime thermique du remblai et du sol naturel se fera à l'aide des 22 câbles à thermistances installés au centre de la route, dans l'accotement et dans le sol naturel adjacent. ~150 senseurs de température de surface ont de plus été



installés dans les diverses composantes des techniques à l'essai afin d'évaluer les transferts de chaleur conductifs et convectifs. Nous présentons ici les premiers résultats préliminaires de la cryostratigraphie, du régime thermique et des propriétés géotechniques du pergélisol avant la construction de la section expérimentale.

Frauenfeld, O.W., et al. (2007) *International Journal of Climatology* 27: 47-63; IPCC (2007) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. 3. Larsen, P.H et al (2008) *Global Environment Change*, 18: 442-457.

## **25. Expansion récente du couvert ligneux érigé dans les environs de Kangirsualujuaq, Nunavik (Increasing erect ligneous vegetation in the Canadian Eastern Arctic: a case study from Nunavik in the forest-shrub tundra transition zone)**

Tremblay, B.<sup>1,2</sup> et Lévesque, E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Département de Chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières ; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN)

Des changements dans le couvert végétal représentent l'une des réponses majeures des écosystèmes terrestres arctiques face au réchauffement du climat et les arbustes érigés constituent l'un des types de végétation qui répondent le plus. L'augmentation du couvert arbustif a des impacts marqués sur différents processus écologiques et paramètres environnementaux. Une expansion substantielle des arbustes érigés au cours des 50 dernières années a été documentée en Alaska et l'analyse d'images satellites révèle des tendances similaires dans les latitudes nordiques de l'Amérique du Nord au cours des 20 dernières années. Cependant, l'existence, la nature et l'ampleur d'une telle augmentation ne sont pas connues pour la majorité de l'Arctique. L'objectif de ce projet est de déterminer si une expansion des arbustes érigés est en cours dans l'est de l'Arctique canadien (et, le cas échéant, d'en préciser les modalités), en étudiant un secteur clé au Nunavik : Kangirsualujuaq. Une analyse comparative du couvert ligneux érigé a été effectuée avec ArcGIS sur deux séries d'orthophotographies datant de 1964 et de 2003. La validation sur le terrain, réalisée à l'été 2008, a consisté en 350 parcelles de végétation de 10m de diamètre. Les résultats préliminaires révèlent une expansion substantielle et quasi ubiquiste des arbustes érigés au cours des 40 dernières années, due surtout au bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*). De plus, le mélèze laricin (*Larix laricina*) est également en expansion et il a entamé une migration vers le haut des versants. Ces résultats concordent avec les analyses d'images satellites pour la période 1988-2002 et avec le savoir écologique local obtenu auprès des aînés de la communauté.

## **26. Contamination accélérée de lacs arctiques en transition (Perfluorinated acid contaminants in high Arctic meromictic lakes: Transport pathways and implications of climate change)**

Veillette, J.<sup>1</sup>, Muir, D.C.G.<sup>2</sup> et Vincent, W.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département de Biologie & Centre d'Études Nordiques, Université Laval; <sup>2</sup>Environment Canada, Burlington, ON

Les lacs du haut Arctique canadien sont présentement des témoins de la grande amplitude du réchauffement climatique ainsi que du rythme accéléré des changements environnementaux de cette région par rapport aux moyennes globales. Un des changements environnementaux importants pour les lacs est la transition d'un couvert de glace permanent à un couvert de glace saisonnier, comme celui-ci a une influence prédominante sur l'alimentation en énergie solaire, la disponibilité de la lumière pour la photosynthèse, la possibilité du mélange par le vent ainsi que le mouvement du matériel provenant du bassin versant. Cette étude porte sur l'impact des changements climatiques pour les voies de transfert des composés perfluorés (CPF) dans le Lac A, présentement en transition vers un couvert de glace saisonnier. Les CPF sont des contaminants anthropiques persistants dans l'environnement, utilisés dans divers produits industriels et commerciaux, qui sont globalement distribués principalement grâce au transport des précurseurs atmosphériques sur de longues distances. Des profils de température et de salinité suggèrent que la majorité de l'apport en contaminant du Lac A par les affluents ne ferait que transiter par un courant «court-circuit» lorsque le couvert de glace est toujours présent. Une fois que le couvert de glace est fondu, le mélange par le vent distribuerait la faible concentration de ces contaminants jusqu'à une profondeur de 10 m, exposant l'écosystème aquatique minimalement à ces contaminants. Le niveau de contamination de cet écosystème extrême, jusqu'à récemment isolé de l'environnement global, demeure limité mais indique toutefois la perte d'un environnement vierge de toute influence anthropique.





## 27. Caractérisation du pergélisol et stratégie d'adaptation pour les aéroports du Nunavik

Verreault, J.<sup>1,2</sup>, Doré, G.<sup>1,2</sup>, Allard, M.<sup>2,3</sup> et L' Héroult, E.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Département de Génie Civil, Université Laval; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Département de Géographie, Université Laval

En tant que communauté isolée, la population inuit du Nunavik dépend énormément des infrastructures de transport comme le réseau aérien et portuaire. La dégradation du pergélisol ainsi que l'érosion côtière font partie des priorités du Ministère des Transports du Québec en matière d'adaptation aux impacts des changements climatiques. Il s'avère donc nécessaire et primordial de développer de nouvelles manières de prévenir et de contrôler la dégradation des infrastructures nécessaires aux peuples inuit, afin que la qualité de vie et la sécurité de ces derniers soient assurées. Les 14 aéroports que compte le Nord-du-Québec ont été construits pour la plupart au cours des années 80. Ces pistes, ainsi que les routes d'accès, ont été conçues en posant comme hypothèses que le gel dans le sol n'allait pas être affecté par l'ouvrage et que les températures moyennes de l'air demeureraient constantes. Ces deux énoncés s'avèrent faux. La mise en place de remblais pouvant atteindre 10 mètres de hauteur a influencé grandement le pergélisol de plusieurs façons. Le but principal du projet consiste à élaborer un plan d'adaptation des aéroports du Nunavik à la lumière de toutes les connaissances acquises sur le terrain et en laboratoire. Cela permettra au Ministère des Transports du Québec de prendre des décisions par rapport aux projets d'expansion et de réfection de certaines pistes, ce qui aura pour impact direct de renforcer les liaisons aériennes entre les communautés inuit et celles du sud.

## 28. Diversité optique des mares de thermokarst de la toundra du Nunavik

*(Optical diversity of permafrost thaw lakes in the forest-tundra)*

Watanabe, S.<sup>1,2</sup>, Laurion, I.<sup>2,3</sup> et Vincent, W.F.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Département de Biologie, Université Laval; <sup>2</sup>Centre d'études nordiques (CEN); <sup>3</sup>Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

Les lacs et les étangs de dégel (les mares de thermokarst) résultent de la fonte irrégulière du pergélisol et de l'érosion des sols. Ces mares se retrouvent en abondance dans tout le Nord circumpolaire. Avec le réchauffement accéléré de l'Arctique, ces écosystèmes aquatiques de hautes altitudes attirent de plus en plus l'attention des scientifiques. Les sols du Nord contiennent des quantités importantes de carbone organique (Ping et al. 2008). Ces plans d'eau peuvent agir comme bioréacteurs et libérer dans l'atmosphère des gaz à effet de serre provenant du carbone emmagasiné dans le sol (Walter et al. 2006). Dans la toundra du Nunavik (Québec, Canada), les thermokarst montrent une grande variété de couleurs, même parmi des lacs voisins. Les couleurs vont du vert au brun jusqu'au noir. Pour quantifier les variations de couleurs et afin de déterminer les mécanismes qui les contrôlent, nous avons étudié les propriétés optiques apparentes (AOPs) et inhérente (IOP) des lacs et leur relation empirique avec les concentrations de substances optiques actives dans la colonne d'eau. Nous avons constaté que la variation de la couleur des lacs dépend largement du contenu de la mare en matière organique dissoute colorée (CDOM) et en particules non algales (NAP). À l'opposé, les particules algales jouent un rôle mineur dans ces systèmes. Ces résultats impliquent que le CDOM et la NAP dans les lacs peuvent être estimées à partir des variables optiques. La connaissance de la relation entre les propriétés optiques et les conditions limnologiques de ces systèmes est une première étape vers l'utilisation de la télédétection par satellite pour estimer les flux biogéochimiques à grande échelle à l'intérieur de ce territoire difficilement accessible.

