
Colloque du CEN

Programme long

Édition 2021



UNIVERSITÉ
LAVAL

*Fonds de recherche
Nature et
technologies*

Québec



Affiche

Impact de la végétation sur la glace du pergélisol, dans un contexte de changement climatique, à l'île Bylot

Elisabeth Hardy-Lachance^{1,3}, D. Fortier^{1,3} et E. Lévesque^{2,3}

¹Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

²Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

³Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Une grande quantité de carbone organique (COS) est stockée dans le premier mètre des sols des régions caractérisées par la présence de pergélisol. Le réchauffement de l'Arctique risque d'exposer ce COS aux conditions climatiques actuelles, favorisant des rétroactions positives dues à la libération de gaz à effet de serre. En contrepartie, l'augmentation des températures et la fertilisation de la photosynthèse par le CO₂ atmosphérique devraient favoriser une augmentation de la productivité végétale. Sachant que les caractéristiques de la végétation sont déterminantes sur la répartition de l'énergie en surface et qu'ainsi le couvert végétal joue un rôle de tampon thermique, il est primordial d'étudier l'impact de ces modifications sur la dynamique des différentes couches du pergélisol. Plus particulièrement, il existe peu de connaissances sur l'impact de la végétation au niveau de la zone de transition. Cette zone, située à l'interface entre la couche active et le pergélisol, est très riche en glace. Elle nécessite donc un apport exponentiel d'énergie thermique pour dégeler et agit comme une protection thermique, pouvant limiter la hausse de température du pergélisol. Nous nous sommes donc intéressés à l'impact du couvert végétal, à partir d'une expérience de fertilisation à long terme de la végétation réalisée à l'île Bylot, sur la glace du pergélisol. Les résultats préliminaires de cette recherche seront présentés dans le cadre du Colloque du CEN.

Affiche & Discours express

Impact de l'augmentation de la sédimentation éolienne sur les dynamiques de pergélisol : une étude de cas sur la déviation de la rivière proglaciaire Ä'äy Chù, Yukon.

Eva Thévenin¹, D. Fortier^{1,2} et J. Talbot¹

¹ Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

² Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Au Sud-Ouest du Yukon, le glacier Kaskawulsh s'est progressivement retiré, ce qui a été associé au changement de direction de drainage de la rivière pro-glaciaire Ä'äy Chù (Slims River), et à la large expansion du delta de Łhù'ààn Mân (Kluane Lake). En conséquence, les sédiments fluvio-glaciaires et deltaïques ont rapidement été exposés aux vents locaux, accentuant les périodes d'émission de poussière en fréquence et en durée. L'objectif du projet est de déterminer l'impact de la sédimentation éolienne sur les dynamiques de pergélisol. La sédimentation hisse le niveau du sol ce qui est généralement suivi par l'élévation du plafond du pergélisol. De plus, la poussière minérale apporte de nouveaux nutriments au sol ainsi que des éléments traces, impactant la croissance de la végétation, et donc la production de matière organique. L'horizon organique modifie les propriétés thermiques de la couche active, ce qui réduit habituellement l'épaisseur du front de dégel et favorise l'élévation du plafond du pergélisol. Cette sédimentation éolienne/organique syngénétique est toujours suivie par la formation de glace de sol dans la partie supérieure du pergélisol. La glace augmente la résistivité thermique du pergélisol face à l'augmentation des températures, du fait de sa chaleur latente. L'évolution de ces conditions locales en raison des dépôts de poussière peuvent nuancer la tendance générale du dégel du pergélisol avec le réchauffement des températures de l'air.

Affiche

Caractérisation hydrogéomorphométrique du bassin versant de la Rivière George (Nunavik) par analyse typologique

Eliot Sicaud¹, D. Fortier^{1,4}, J. Franssen² et JP. Dedieu³

¹ Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

² Watersheds Science Research Group, Université de Montréal, Montréal, QC

³ Institut des Geosciences Environnementales, Université Grenoble Alpes, France

⁴ Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Les données hydrologiques concernant les bassins versant de grande taille et reculés sont souvent incomplètes. Heureusement, les approches par télédétection peuvent fournir une quantité d'information considérable décrivant les propriétés structurales des bassins versants, ce qui est utile dans l'évaluation indirecte de leurs caractéristiques hydrologiques. Notre objectif principal est de produire une classification territoriale à haute résolution basée sur des données hydrogéomorphométriques clés, pour l'entièreté du bassin versant de la Rivière George (BVRG, 42 000 km²), situé au Nunavik. Les sous-bassins versants du BVRG constituent les objets de notre classification. Les jeux de données paysagères utilisés pour générer les variables d'entrée de notre classification sont des couches matricielles avec une résolution de pixel de 30 m x 30 m et incluent des paramètres topographiques dérivés d'un MNT (altitude, pentes, orientation, densité de drainage et élongation des sous-bassins versants), des paramètres spectraux de couverture terrestre tirés d'une mosaïque Landsat-8 (NDVI, NDMI et NDWI), et des cartes représentant les dépôts de surface et la distribution du pergélisol, produites par le MFFP. L'algorithme de classification utilisé est l'algorithme Fuzzy C-Means. Les résultats préliminaires de notre analyse typologique, produits uniquement avec les données topographiques et de couverture terrestre, montrent un nombre optimal de 2 classes de sous-bassins versants.

Affiche

Fibre Arctique : étude de huit projets de Papineau Gérin-Lajoie Leblanc architectes pour le Nunavik et le Nunavut (1968-1993)

Fayza Mazouz¹ et P. Evans¹

¹ Faculté des arts, École de design, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

La firme montréalaise Papineau, Gérin-Lajoie, Leblanc architectes représente un incontournable de la scène architecturale moderne de la fin des années 1950 au Canada. Sa contribution à la formation et à l'assise d'un patrimoine moderne canadien authentique peut être appréciée au travers de la série de projets que la firme développera pour le Nunavik et le Nunavut entre 1968 et 1993. Le contexte arctique représentera pour la firme un laboratoire expérimental privilégié pour le déploiement d'une nouvelle façon de construire, plus légère et moins conventionnelle. Notre recherche revient en détails sur les huit concepts développés pour le Grand Nord exploitant le système de fabrication d'enveloppe de bâtiment en panneaux préfabriqués, monocoques, multicouches, composés de matériaux composites (ou plastiques) renforcés de fibre de verre (P.R.F). Cette recherche se propose de rassembler sous un même ouvrage les différents composants constitutifs de la série de projets en fibre de verre dans l'Inuit Nunangat principalement depuis la formation de la firme, en passant par le caractère particulier du système de construction, jusqu'aux enjeux et problématiques actuels qui gravitent autour de ces projets. En parallèle de cette rétrospective, la recherche permettra de mettre en avant les retombées des bâtiments de Papineau Gérin-Lajoie Leblanc architectes sur les communautés Inuit concernées; ceci en mettant en lumière les frustrations vécues depuis le début de la période de Sédentarisation (1950) jusqu'aux perspectives de développement avenir.

Affiche & Discours express

Comportement hydrodynamique d'un milieu poreux dans un environnement pergélisol : étude expérimentale et numérique de l'érosion interne

Madiha Khadhraoui^{1,3}, J. Molson^{1,3} et N. Bhiry^{2,3}

¹ Département de géologie et de génie géologique, Université Laval , Québec, QC

² Département de géographie, Université Laval, Québec, QC

³ Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Le changement du régime thermique du pergélisol, dû au réchauffement climatique, peut affecter les propriétés du sol. En effet, il a été montré que le dégel du pergélisol modifie la connectivité au niveau du milieu poreux favorisant l'écoulement des eaux souterraines et la recharge. Jusqu'à présent, les conséquences de telles modifications sont peu étudiées. Ainsi, l'évaluation de la susceptibilité du milieu poreux à l'érosion interne par le lessivage des particules fines des dépôts gelés pendant leurs dégels devient un enjeu majeur. Afin de modéliser ces processus, les paramètres hydrodispersifs, les paramètres de transport ainsi que les propriétés structurelles ont été étudiés par des essais expérimentaux. Pour ces essais, des colonnes de sol ont été reconstituées à partir d'échantillons prélevés dans la vallée Tasiapik située près du village d'Umiujaq. Ensuite, un modèle analytique et le modèle numérique HEATFLOW ont été utilisés pour modéliser l'ensemble des processus. Ce dernier a été modifié pour inclure le transport de masse en tenant en compte l'effet des conditions hydrodynamiques ainsi que l'hétérogénéité du sol sur les processus de transport. Le modèle a été calibré par les données expérimentales et appliqué à l'échelle du terrain. Nos simulations mettent en évidence le rôle des conditions hydrodynamiques et des caractéristiques physiques du sol sur les mécanismes de transport et de dépôt des particules fines et la susceptibilité du milieu poreux à l'érosion interne dans un environnement pergélisolé.

Affiche

Brunissement des eaux de surface du nord : Implications sur la qualité microbiologique de l'eau potable

Marie-Ange Moisan^{1,2}, J. Comte^{1,6}, A.I. Culley^{2,6}, F. Guillemette^{3,6}, S. Guilherme⁴, M. Rodriguez⁵, C.A. Herrera^{1,6} et I. Laurion^{1,6}

¹ Centre Eau Terre Environnement, Institut national de la recherche scientifique

² Département de biochimie, de microbiologie et de bio-informatique, Université Laval, Québec, QC

³ Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

⁴ Department of Civil Engineering, University of Ottawa, Ottawa, ON

⁵ Département d'aménagement du territoire et de développement régional, Université Laval, Québec, QC

⁶ Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Le brunissement des eaux nordiques est causé par l'ajout croissant de matière organique terrestre dans les écosystèmes aquatiques par l'intensification hydrologique, les changements de la productivité terrestre et le dégel du pergélisol. Le brunissement et le réchauffement des eaux de surface peuvent entraîner des changements majeurs dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et peuvent favoriser certains micro-organismes tels que les cyanobactéries toxiques. Le dégel du pergélisol peut également libérer dans les écosystèmes aquatiques des microbes et des agents pathogènes auparavant piégés dans les sols. Collectivement, ces changements représentent des risques pour la qualité de l'eau potable dans les communautés du Nord. Nous cherchons à évaluer les implications du brunissement sur la qualité de l'eau potable en évaluant la composition microbienne (virus et bactéries) le long du système d'approvisionnement en eau potable (de la source au robinet) et en explorant sa relation avec la matière organique dissoute. Le projet vise à identifier les conditions environnementales à l'origine des problèmes de qualité de l'eau et à prévoir les changements futurs afin d'aider les communautés nordiques à s'adapter aux effets du changement climatique. Les analyses de la composition microbienne permettront de déterminer si des micro-organismes nocifs sont présents le long du système d'approvisionnement. Les résultats préliminaires indiquent des cas où une forte réduction de l'abondance bactérienne se produit entre la source et le robinet, tandis que d'autres cas montrent une abondance bactérienne similaire le long du système d'approvisionnement et même une augmentation dans les réservoirs domestiques. Les analyses moléculaires en cours permettront d'identifier les taxons microbiens détectés dans l'eau.

Affiche

Apport de l'accélérométrie pour l'étude des comportements de prédation d'un prédateur clé de l'Arctique

Jeanne Clermont^{1,2}, S. Woodward-Gagné¹ et D. Berteaux^{1,2}

¹ Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

² Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Les avancées technologiques permettent aux écologistes de suivre les animaux de façon continue. Les GPS et les accéléromètres permettent notamment d'identifier certains comportements à partir des mouvements enregistrés, comme les événements de chasse de certains prédateurs qui embusquent leurs proies. Afin de mieux quantifier les comportements de prédation d'un prédateur actif clé de l'Arctique, nous avons équipé des renards arctiques de colliers GPS-accéléromètre à l'île Bylot au Nunavut. Grâce à des observations comportementales, nous avons entraîné un algorithme afin de classer l'ensemble des données d'accélérométrie en différents comportements. Nous trouvons que les renards partagent leur temps entre le repos (immobile, 49 %), la course (34 %), la marche (9 %) et le creusage (8 %). Puisque les comportements de creusage des renards suggèrent la cache d'une proie (œuf d'oie des neiges ou lemming), ceux-ci pourraient indiquer le succès d'un événement de prédation. Nous avons trouvé que la probabilité de creuser augmentait avec la densité de nids d'oies, ce qui renforce l'idée qu'elle reflète le taux de prédation sur les œufs. Notre étude démontre le fort potentiel des données d'accélérométrie pour mieux comprendre les comportements d'un prédateur qui joue un rôle majeur sur la dynamique de sa communauté.

Oral

Conséquences écologiques des mouvements d'un prédateur au sein d'une communauté de proies

Jeanne Clermont¹, A. Grenier-Potvin¹, É. Duchesne¹, C. Couchoux¹, F. Dulude-de Broin², A. Beardsell¹, J. Bêty¹ et D. Berteaux¹

¹Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

²Université Laval, Québec, QC

La prédation peut avoir des effets directs sur les populations de proies, mais également des effets indirects lorsque les mouvements des prédateurs génèrent un risque de prédation perçu par les proies. Grâce à un suivi intensif des mouvements de renards arctiques de l'île Bylot (Nunavut, Canada), de suivis de la nidification et d'expériences, nous trouvons que l'activité des renards détermine la prédation de proies artificielles, qui sont davantage consommées dans les zones fortement utilisées par les renards. Nous trouvons également que l'activité des renards est liée aux comportements anti-prédateurs des oies des neiges, qui prennent plus de risque dans les zones fortement fréquentées par leurs prédateurs. Finalement, la probabilité d'occurrence des nids d'espèces considérées comme des proies accidentelles est plus faible dans les endroits davantage utilisés par les renards, mais seulement pour les espèces qui nichent dans des habitats facilement accessibles. Pour les oiseaux nichant en refuge (microhabitat plus difficile d'accès), la probabilité d'occurrence ne dépend pas du risque environnant. Ainsi, ce projet expose la diversité des réponses comportementales des proies face au risque de prédation, et permet de mieux comprendre les conséquences des mouvements des prédateurs dans une communauté Arctique fortement structurée par la prédation.

Affiche

Analyse quantitative du volume de glace d'échantillons de pergélisol par tomodensitométrie

Jonas Darey¹ et D. Fortier^{1, 2}

¹Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Dans le domaine des sciences des sols gelés, la tomodensitométrie est principalement utilisée à des fins de descriptions qualitatives d'échantillons de pergélisol. Les analyses quantitatives sont peu présentes dans la littérature et notamment les paramètres utilisés sont rarement cités. En effet la tomodensitométrie permet d'observer un échantillon de pergélisol grâce aux différentes densités des constituants et les seuils de valeurs de densités sont définis arbitrairement par l'opérateur. Cette étude présente une méthodologie pour analyser les volumes de glace à partir de mesures effectuées en laboratoire. Cela permet ainsi de mieux comprendre l'erreur entre les volumes de glace estimés sur les Ct-Scans et ceux mesurés sur les échantillons physiques et de déterminer quels paramètres affectent l'erreur et dans quelles proportions (cryostructure, résolution, quantité de matière organique, ...). Par après, la porosité mesurée en laboratoire a été utilisée pour tenter de réduire cette erreur. En effet, la porosité des particules les plus fines n'est pas visible sur les Ct-Scans en raison de la résolution de l'appareil et donc la glace est sous-estimée. Ainsi en faisant l'hypothèse que la porosité non visible sur les Ct-Scans contient uniquement de la glace on ajoute au volume de glace estimé, le volume des pores mesuré en laboratoire afin d'obtenir des résultats plus représentatifs de la teneur en glace réelle.

Affiche

Origine de la glace souterraine massive et connectivité hydrologique, lac Chapman, Yukon

Zhaoyi Zhang¹, D. Fortier^{1,2} et M. Sliger¹

¹Géocryolab, Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Au cours des dernières décennies, le changement climatique et l'augmentation des activités humaines ont entraîné une dégradation notable du pergélisol dans les régions froides, ce qui a notamment entraîné une fonte importante de la glace de sol. Le ministère des routes et des travaux publics du Yukon (YHPW) a signalé plusieurs perturbations du pergélisol qui se sont produites autour de la route de l'Alaska et de la route de Dempster. Une situation particulière le long de la route de Dempster, dans la région de Chapman Lake, a indiqué la possibilité d'une vaste et massive apparition de glace dans le pergélisol. Étant donné que le lac Chapman est situé à proximité de la route, YHPW craint que la dégradation du pergélisol ne provoque la fonte de grandes masses de glace au bord du lac et son drainage ultérieur vers le réseau routier. Ce projet vise à répondre à deux questions : 1) Quelle est la nature et l'origine de la glace massive autour du lac Chapman? 2) L'eau du lac est-elle reliée à des flux d'eaux souterraines qui deviennent le précurseur du drainage du lac? L'objectif de cette étude est de donner une description détaillée de la glace souterraine massive afin d'en déduire son origine et de déterminer s'il existe un lien hydrologique entre l'eau du lac et les flux d'eaux souterraines dans la zone de permafrost. Cette étude a fait appel à de multiples méthodes analytiques combinant l'analyse cryostratigraphique, la mesure géophysique du pergélisol, les signatures isotopiques et l'hydrochimie, ainsi que des techniques de systèmes d'information géographique. Cette recherche fournira un guide pratique pour la construction et l'entretien des routes construites sur des régions de pergélisol riches en glace. Des travaux sont actuellement en cours pour analyser les isotopes de l'eau et mesurer les signatures hydrochimiques.

Affiche

Évènement de pluie sur neige : où l'eau s'écoule-t-elle ?

Eole Valence¹ et M. Baraër¹

¹ Laboratoire HC3, ÉTS, Montréal, QC

Dans les régions froides, le couvert neigeux saisonnier joue un rôle hydrologique important. Le couvert neigeux façonne l'hydrogramme annuel des régions froides en modifiant le temps de résidence et le cheminement de l'eau issue des précipitations hivernales. Les conditions internes du manteau neigeux ont notamment un rôle important sur la répartition des eaux de fonte entre le ruissèlement de surface et la recharge des nappes phréatiques. Ainsi, lors des épisodes de pluie sur la neige (ROS), les paramètres internes du manteau neigeux influencent le cheminement et la quantité d'eau liquide se déversant dans les cours d'eaux, pouvant favoriser les inondations hivernales et les embâcles. Les observations et projections récentes montrent une augmentation de la fréquence des ROS dans de nombreuses régions froides dans le monde. Cette tendance conduirait à une possible augmentation des fréquences et intensité des inondations hivernales et des formations d'embâcles. Afin de mieux anticiper les conséquences hydrologiques de l'augmentation des phénomènes de ROS, il est nécessaire de bien comprendre les processus et paramètres qui influencent la libération de l'eau liquide du manteau neigeux. La présente étude s'articule autour d'une approche multiméthode visant à caractériser le stockage et les mouvements de l'eau liquide dans un pack de neige dans un environnement non montagneux. En combinant la mesure par GPR haute fréquence dronoportée, la mesure TDR, la photogrammétrie NIR, l'utilisation de traceurs isotopiques et de mesures manuelles tout au long d'une saison hivernale, l'objectif de notre recherche est de retracer l'évolution spatiotemporelle du contenu en eau liquide du manteau neigeux.

Affiche

La genèse des îlots-refuges utilisés par les oiseaux en Arctique : Identification des processus de formation des îlots-refuges dans la toundra arctique

Madeleine-Zoé Corbeil-Robitaille^{1,2}, J. Bêty^{1,2} et C.Kinnard^{2,3}

¹Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

L'utilisation de refuges, zones à faible probabilité de rencontre de prédateurs, est une stratégie qui permet aux proies d'augmenter leur probabilité de persistance dans le paysage. Dans la toundra, des barrières physiques générées par la présence de plans d'eau peuvent nuire aux déplacements du renard arctique, principal prédateur des nids des oiseaux. Les îlots retrouvés dans ces milieux peuvent agir comme refuges. Certaines espèces d'oiseaux nichent majoritairement sur des îlots: la répartition des oiseaux dans le paysage est intimement liée à leur disponibilité. Dans un contexte de réchauffement, des modifications physiques à l'échelle du paysage pourraient avoir des conséquences sur la disponibilité des îlots. Mais qu'est-ce qui explique leur présence et leurs caractéristiques dans le paysage? Notre étude vise à identifier les processus physiques qui génèrent les îlots de la toundra de l'île Bylot. Nous réaliserons un inventaire des principaux processus pouvant être à l'origine des îlots-refuges. L'érosion thermique, la présence de thermokarst et l'activité des coins de glace sont autant de facteurs qui pourraient expliquer leur présence. Nous développerons un protocole nous permettant d'associer un processus physique à chaque îlot et à leurs caractéristiques physiques. En comprenant mieux les processus de formation qui génèrent les îlots-refuges, nous pourrions mieux anticiper leur sensibilité au réchauffement climatique. L'intégration de connaissances sur les processus de formation des refuges et sur leur utilisation par les oiseaux pourrait améliorer notre capacité à anticiper les répercussions des changements climatiques sur la biodiversité arctique.

Affiche

Restauration d'une communauté végétale avec potentiel d'accumulation de tourbe sur substrat minéral d'une tourbière perturbée par une route

Pascal Guérin^{1,3}, L. Rochefort^{1,3} et B. Xu²

¹Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC

²NAIT Centre for Boreal Research, Edmonton, AB

³Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

La forêt boréale canadienne est fragmentée par plus de 217 768 kilomètres de routes. Ces routes sont souvent construites sur des tourbières, ce qui a plusieurs impacts sur ces milieux. Une nouvelle approche de restauration a été testée sur une tourbière perturbée par un chemin utilisé dans le cadre de l'extraction des sables bitumineux dans la région de Fort McMurray en Alberta. Le côté novateur de cette technique est l'application du matériel végétal directement sur le substrat minéral résiduel de la route. Le succès de la technique de restauration est évalué en fonction de quatre objectifs : 1) rétablir l'homogénéité de la nappe phréatique de part et d'autre de la route; 2) rétablir des conditions de surface favorables aux communautés végétales ciblées; 3) déterminer l'impact de la route sur les conditions physico-chimiques de la tourbière entourant la route 4) rétablir des communautés végétales typiques des tourbières de la région. Les résultats de cette étude démontrent que la technique de restauration employée permet d'induire une meilleure circulation de l'eau, bien que l'effet de barrage subsiste. Un effet d'enrichissement en nutriments a pu être constaté dans les deux premiers mètres de la tourbière adjacente à la route et les conditions de surface induites permettent un retour progressif des communautés végétales ciblées. Les connaissances acquises aideront les diverses instances œuvrant à la restauration des milieux humides à développer des techniques de restauration prometteuses et ainsi promouvoir un développement plus durable en réduisant leur empreinte écologique.

Affiche

Déterminants du budget d'activité des renards arctiques : effets du sexe, du statut reproducteur et de la phénologie de reproduction

Gaëlle Belleau-Magnat¹, J. Clermont^{1,2}, C. Couchoux^{1,2} et D. Berteaux^{1,2}

¹Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Afin de comprendre le rôle d'une espèce au sein d'un écosystème, il est fondamental d'évaluer le temps que les individus allouent à différentes activités. Leur budget d'activité peut notamment dépendre de variables environnementales, temporelles, ou encore individuelles telles que le sexe et le statut reproducteur. Afin de quantifier le budget d'activité de renards arctiques à l'île Bylot (Nunavut, Canada), 17 individus ont été équipés d'accéléromètres mesurant leurs mouvements. Les données d'accélérométrie obtenues à une fine échelle temporelle ont permis d'identifier des phases de course, de marche, d'immobilité et de creusage. Nous avons trouvé peu de différences dans le budget d'activité des mâles en fonction de leur statut reproducteur et de la saison, possiblement car les contraintes liées à leur investissement parental sont moins élevées que pour les femelles. Les femelles reproductrices semblaient par contre courir et creuser davantage que les femelles non reproductrices, ce qui peut refléter leur investissement supplémentaire dans la recherche de nourriture pour les jeunes. Elles semblaient également plus actives une fois leurs jeunes devenus indépendants. Nos résultats mettent en lumière les variations du budget d'activité en fonction de l'investissement parental, au cours de la période estivale.

Affiche & Discours express

La transition énergétique vue du Nunavik : Intégration des perceptions inuit et locales dans le processus décisionnel de production énergétique

Antoine Paquet^{1, 2}, G. Cloutier^{1, 2} et M. Blais^{1, 2}

¹Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval, Québec, QC

²Habiter le Nord québécois, Université Laval, Québec, QC

Depuis son importation, le diesel n'a cessé de prendre plus de place dans la vie des communautés du Nunavik. Cette croissance a notamment impacté plusieurs facettes du mode de vie traditionnel inuit et l'organisation spatiale des villages. Peu à peu, les résidents se sont appropriés cette ressource, au point où sa distribution représente désormais un secteur économique amenant maintes retombées dans toute la région. Aujourd'hui, l'électricité des Nunavimmiut est produite à 100 % grâce à des centrales thermiques isolées du réseau de distribution québécois. Avec la crise climatique actuelle, une transition énergétique s'est toutefois amorcée. Plusieurs projets misant sur les énergies renouvelables sont sur la table pour tenter de limiter les émissions de GES liées à la consommation d'énergies fossiles dans les communautés. Mais quelle est la place laissée aux résidents dans le processus de planification et d'aménagement de ces projets énergétiques? Quelles sont leurs perceptions de cette transition initiée par les décideurs du Sud? Nos résultats préliminaires démontrent 1) que la situation de dépendance actuelle est connue localement, 2) que les communautés sont ouvertes aux alternatives, 3) mais que certaines alternatives semblent mieux accueillies que d'autres. Ils indiquent aussi une importante vulnérabilité de la gouvernance locale du secteur énergétique suite à l'implantation d'une nouvelle technologie, ce qui rend sa prise en compte d'autant plus cruciale dans le futur.

Affiche & Discours express

Dynamique éco-évolutive des populations naturelles face aux changements climatiques globaux : le cas du pin gris à la limite sud de l'espèce

Muriel Deslauriers^{1, 2, 3}, J. Godbout⁴ et G. de Lafontaine^{1, 2}

¹Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Qc

²Chaire de recherche du Canada en biologie intégrative de la flore nordique

³Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, Qc

⁴Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière

Les changements climatiques contemporains accélèrent à un rythme auquel plusieurs populations naturelles devront être en mesure de répondre afin d'éviter l'extirpation. Bien que la migration soit une réponse importante, de nombreuses espèces végétales pourraient ne pas migrer suffisamment rapidement pour suivre la vitesse des changements climatiques actuels. L'adaptation peut être la clé de la persistance à long terme des espèces. La capacité des populations naturelles à s'adapter aux changements environnementaux dépendra de la variation génétique préexistante dans les populations. Les populations boréales à la limite sud de leur aire de répartition pourraient présenter une grande diversité génétique et un potentiel d'adaptation élevé en raison de leur proximité avec les refuges glaciaires et de fortes pressions de sélection. Cette étude vise à comparer les patrons de la diversité génétique des populations naturelles de pin gris à la limite sud de leur aire de répartition avec celles du centre boréal. Les associations entre les génotypes, les variables environnementales et le sérotoninisme, un trait phénotypique hautement héréditaire seront vérifiées. À l'aide de marqueurs génétiques et de tests de provenance-descendance, l'objectif est d'inférer a) les processus évolutifs démographiques à la marge sud; b) la capacité de migration nordique des populations; c) la signature génomique d'adaptation locale en réponse aux conditions environnementales à la limite sud de l'espèce.

Orale

Modélisation de l'effet du carbone organique dissout sur l'atténuation de la lumière PAR et UV dans les lacs sujets au brunissement.

Raoul Couture^{1,2,3} et R. Pilla⁴

1Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

2 Takuvik Joint International Laboratory, Université Laval, Québec, QC

3Université Laval, Québec, QC

4Miami University, Oxford, OH, États-Unis

Le dégel du pergélisol et la modification du régime des précipitations induits par les changements climatiques se sont ajoutés aux facteurs de stress anthropiques existants, entraînant une augmentation du carbone organique dissout (COD) dans les écosystèmes aquatiques de nombreuses régions de l'hémisphère nord. Ces augmentations rapides du COD modifient la répartition de la lumière et de la chaleur dans les écosystèmes lacustres. Dans de nombreux lacs d'eau claire du Nord, de petites modifications du COD peuvent entraîner des changements importants en lien avec la pénétration du rayonnement photosynthétique actif (PAR) et de la lumière ultraviolette (UV) dans les lacs. Nous présentons ici une mise à jour du modèle de lacs MyLake, basé sur un lien dynamique entre l'atténuation de la lumière des longueurs d'onde PAR et UV et les changements de concentrations de COD. Nous le modèle pour tester la sensibilité des prédictions d'éclairement à des fluctuations à court terme et des augmentations à long terme du COD au lac Giles (Pennsylvanie, États-Unis). Nos résultats montrent que la performance du modèle s'améliore de 16 % et 52 % pour les tendances à long terme de la PAR et de l'atténuation des UV, respectivement, lorsque ces coefficients répondent directement aux concentrations de COD dans le lac. En outre, les tendances empiriques à long terme du réchauffement des eaux de surface, du refroidissement des eaux profondes et de l'appauvrissement en oxygène des eaux profondes du lac Giles ont été mieux saisies par le modèle à la suite de cette mise à jour, par rapport à la version précédente. Ce lien dynamique entre le COD et l'atténuation de la lumière dans les modèles de lacs nous semble essentiel pour comprendre l'importance des changements à court et à long terme du COD et leur conséquence écologique.

Orale

Une mosaïque de communautés végétales dans le Haut-Arctique canadien.

Émilie Desjardins^{1,2}, S. Lai^{1,2}, S. Payette^{3,2}, E. Lévesque^{4,2}, F. Vézina^{1,2}, A. Tam⁵ et D. Berteaux^{1,2}

¹ Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Qc

² Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³ Université Laval, Québec, QC

⁴ Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Qc

⁵ Ministère de la Défense nationale

Le réchauffement sans précédent de l'Arctique entraîne des changements importants dans les écosystèmes toundriques, mais les réponses hétérogènes de la végétation arctique aux changements climatiques rendent les prédictions difficiles. Dans ce contexte, l'établissement de nouvelles bases de référence écologiques et la mise en place de programmes de suivi sont essentiels. Nous avons effectué des relevés systématiques par quadrats à Alert (île d'Ellesmere), un site du Haut-Arctique canadien habituellement caractérisé comme étant un désert polaire. Nous avons pour objectifs (1) d'identifier les communautés végétales, (2) de caractériser chaque communauté (diversité et abondance spécifique), ainsi que les facteurs environnementaux associés, et (3) d'établir une base de référence géoréférencée avec un marquage permanent permettant un rééchantillonnage robuste. Une analyse de regroupement hiérarchique des valeurs de couverture des espèces végétales (vasculaires et non vasculaires) de 1320 quadrats (1 m² chacun) a permis d'identifier cinq communautés distinctes. Parmi ces communautés, une était associée aux milieux xériques, une autre aux milieux mésiques et les trois restantes aux milieux humides. Les couvertures biotiques moyennes de ces communautés étaient généralement élevées (15 à 94 %) et supérieures à celles trouvées dans des communautés similaires en Arctique. De plus, un tiers des espèces vasculaires avaient une répartition limitée, ce qui souligne l'importance d'une gestion adéquate à cet endroit. Cette étude contribue à une meilleure connaissance des communautés végétales du Haut-Arctique et établit une référence importante pour la surveillance de la végétation à l'endroit habité en permanence le plus nordique au monde.

Affiche

Structure d'un microbiome fluvial subarctique le long d'un gradient de pergélisol et de végétation.

Marie-Amélie Blais^{1,2}, A. Matveev^{1,2}, C. Lovejoy^{1,2} et W. F. Vincent^{1,2}

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Université Laval, Québec, Qc

La dégradation du pergélisol et les changements de végétation transforment les bassins versants des fleuves nordiques, modifiant potentiellement les exports en matière organique vers les cours d'eau. La concentration et la qualité de cette matière peuvent influencer la composition des communautés microbiennes fluviales. L'objectif de ce projet est d'évaluer les changements spatiaux dans la composition microbienne et les caractéristiques physico-chimiques le long d'un fleuve parcourant un gradient de pergélisol et de végétation. À l'été 2019, un échantillonnage complet du fleuve Sheldrake a été réalisé, de son lac source à sa plume dans la baie d'Hudson. Ce fleuve de 25km se trouve au nord du village inuit Umiujaq et est situé à la frontière entre le pergélisol sporadique et discontinu. En amont, son bassin versant est constitué de pergélisol fortement dégradé et d'une végétation de type forêt/toundra alors qu'en aval, un pergélisol faiblement dégradé et une végétation de type arbuste/toundra le caractérisent. La composition des communautés microbiennes a été déterminée par le séquençage MiSeq de l'ARNr (16S, 18S) et une analyse PARAFAC permettra d'évaluer la composition de la matière organique colorée dissoute. Les résultats préliminaires indiquent que, comparativement à la Grande Rivière de la Baleine, le fleuve Sheldrake contient moins de nutriments, plus de carbone organique dissous et a une richesse bactérienne deux fois inférieure. Ces données offriront une nouvelle perspective sur l'influence d'un paysage en transformation sur les communautés microbiennes des fleuves qui les parcourt.

Orale

Évolution de la dynamique cryohydrogéologique d'une butte de pergélisol en dégradation près d'Umiujaq (Nunavik, Canada)

Philippe Fortier^{1, 2}, J. M. Lemieux^{1, 2}, N. L. Young^{1, 2}, M. A. Walvoord³, C. I. Voss³ et R. Fortier^{1, 2}

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Université Laval, Québec, Qc

³United States Geological Survey

Dans les prédictions usuelles de dégradation du pergélisol, seule la transmission de la chaleur par conduction est considérée. Il a récemment été suggéré par des études théoriques que le transport de chaleur advectif par l'écoulement de l'eau souterraine peut contrôler la dynamique du pergélisol. Afin de comprendre l'impact de l'écoulement des eaux souterraines sur la dégradation du pergélisol, la contribution de l'advection de chaleur sur les taux de dégel doit être déterminée. Cette étude caractérise les régimes thermique et hydrique d'une butte de pergélisol située dans la zone de pergélisol discontinu près d'Umiujaq (Nunavik, Canada) afin de créer un modèle conceptuel cryohydrogéologique. Des travaux sur le site ont permis de documenter l'étendue spatiale du pergélisol et de déployer un vaste réseau d'instruments de suivi. Les données disponibles au site d'étude indiquent que le pergélisol riche en glace est limité à une unité de silt marin de 15m d'épaisseur recouverte d'une couche de sable superficielle de 4 m d'épaisseur agissant comme un aquifère non confiné. Selon les conditions climatiques et de surface, le front de gel peut ne pas atteindre le plafond du pergélisol au cours d'une année donnée, ce qui entraîne la formation d'un talik sporadique entre la couche active et le plafond du pergélisol. Le modèle conceptuel développé pour le site d'étude sera utilisé pour les simulations numériques de l'écoulement de l'eau souterraine et du transport d'énergie thermique.

Affiche

Dispersion natale et adulte chez le renard arctique

Richard Gravel^{1,2}, S. Lai^{1,2} et D. Berteaux^{1,2}

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

² Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Qc

La dispersion occupe un rôle clé dans la dynamique des populations, les flux génétiques et la transmission des maladies et parasites. Chez le renard arctique, le haut taux de mortalité des jeunes lors de la dispersion natale et l'irrégularité des événements de dispersion adulte demandent un investissement considérable pour obtenir des données robustes. Il demeure toutefois plus pertinent que jamais d'approfondir nos connaissances sur ce type de mouvement à l'aide de données empiriques. En effet, la dispersion peut rapidement être limitée par des perturbations environnementales comme la fonte de la banquise, substrat essentiel à la dispersion chez plusieurs populations de renards arctiques. Mon objectif principal est d'étudier les mouvements de dispersion des renards arctiques durant les phases d'émigration, de transfert et d'immigration pour mieux comprendre les facteurs qui les influencent. La population à l'étude se trouve sur l'île Bylot dans le Parc national Sirmilik au Nunavut. Les positionnements des renards arctiques ont été obtenus entre 2007 et 2020 avec des colliers satellitaires Argos posés chez 150 adultes et 22 juvéniles, me permettant de comparer la dispersion natale et adulte.

Orale

La salinité et le carbone organique dissous structurent le microbiome de la Grande Rivière de la Baleine et sa zone de transition à la baie d'Hudson.

Marie-Amélie Blais^{1,2}, A. Matveev^{1,2}, C. Lovejoy^{1,2} et W. F. Vincent^{1,2}

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Université Laval, Québec, Qc

Les changements climatiques transforment les paysages nordiques, influençant potentiellement le fonctionnement écosystémique. Catalyseurs des réactions biogéochimiques et producteurs primaires à la base de la chaîne alimentaire, les organismes microbiens sont essentiels à ce fonctionnement. Malgré leur importance, il existe une lacune de connaissance au sujet de la composition des communautés microbiennes des fleuves parcourant ces paysages en mutation. Combinant le séquençage d'amplicon et les mesures physico-chimiques, nous avons investigué le microbiome au sein des gradients environnementaux de la Grande Rivière de la Baleine (GWR), incluant la zone de transition eau douce/salée dans la baie d'Hudson et deux rivières influencées par le pergélisol (Kwakwatanikapistikw (KWK), Sasapimakwananistikw (SAS)). Nos résultats suggèrent la présence d'une communauté bactérienne ubiquitaire généraliste, accompagnée de taxons spécifiques moins abondants. Les communautés microbiennes se regroupent en trois environnements distincts: 1) la zone de transition, caractérisée par son gradient de salinité, qui est associé à une diminution de la richesse des eucaryotes microbiens; 2) les rivières SAS et KWK, caractérisées par une plus forte influence de leurs bassins versants comme indiqué par les analyses optiques du carbone organique; 3) la GWR, où une augmentation de la richesse microbienne a été observée en aval. Une ordination contrainte a révélé que la concentration élevée de carbone organique dissous dans les rivières SAS et KWK et la salinité étaient les principaux facteurs environnementaux expliquant les différences entre les communautés. Nos résultats permettent d'améliorer la compréhension du microbiome des rivières subarctiques et leur transition vers la mer

Affiche

Détection du gel/dégel du sol en Arctique à partir d'imageries radar à synthèse d'ouverture (RSO) multi-capteurs en bande C.

Charlotte Crevier^{1, 2, 4}, A. Langlois^{1, 2, 4}, A. Roy^{1, 3} et C. Derksen⁵.

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

³Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

⁴Groupe de recherche interdisciplinaire sur les milieux polaires

⁵Environnement et Changement Climatique Canada

Les impacts des changements climatiques sont amplifiés dans l'écosystème arctique. L'objectif principal de ce projet est de développer un algorithme de détection des cycles de gel/dégel applicable à des données radar à synthèse d'ouverture en bande C. Plus précisément, le projet se concentre sur l'apport de la combinaison des données RSO multicapteurs (Sentinel-1 et Radarsat-2/RCM) afin d'améliorer la résolution temporelle des données pour une meilleure détection des périodes de transition du gel et du dégel du sol. Le premier volet méthodologique se concentre alors sur l'utilisation et la validation de l'algorithme de détection du gel/dégel sur les données de coefficient de rétrodiffusion radar afin de déterminer les périodes de transition de gel et de dégel du sol. L'utilisation de données in situ de température du sol se trouvant dans plusieurs écotypes différents permettra la validation de l'algorithme ainsi que la caractérisation de l'effet de la végétation sur le régime thermique du sol et donc sur les cycles de gel/dégel. Le deuxième volet méthodologique consiste à comparer les résultats du gel/dégel obtenus avec les données RSO en bande C avec le produit gel/dégel de SMAP créé à partir de micro-ondes passives (MOP) en bande-L. Cette comparaison permettra de quantifier la variabilité spatiale intrapixel amenée par la résolution spatiale grossière des données en MOP de SMAP. Cette affiche permettra de partager la méthodologie développée pour répondre à ces objectifs.

Orale

20 ans d'études de la neige sur 4 000 km, de Chibougamau (47°N) à Ward Hunt (83°N)

Alain Royer^{1, 2}, F. Dominé^{3, 4, 2}, A. Roy^{5, 2}, A. Langlois^{1, 2}, N. Marchand^{1, 2} et G. Daversne^{6, 2}

¹Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Département de chimie, Université Laval, Québec, QC

⁴Takuvik, Université Laval, Québec, QC

⁵Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

⁶Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

Les changements dans la masse, l'étendue, la durée et les propriétés physiques du manteau neigeux sont des éléments clés pour l'étude des rétroactions du changement climatique dans le Nord. Dans cette étude, les propriétés physiques du couvert nival ont été analysées le long d'un "méga" transect de 47° à 83°N dans le nord-est du Canada (4 000 km), qui comprend des transitions marquées entre les écosystèmes de la forêt boréale, subarctiques et arctiques. Un ensemble de données uniques de 391 puits de neige détaillés, acquis au cours des 20 dernières années, enrichi des données nivales de stations météorologiques indique que les propriétés du manteau neigeux telles que l'équivalent en eau de la neige, l'épaisseur de la neige, la densité, la taille des grains et la fraction de la couche de givre de profondeur sont fortement liées aux types de végétation. Ces résultats nous mènent à proposer une nouvelle classification actualisée des types de neige en trois classes : neige de forêt boréale (47-58°N), neige de toundra (58-74°N) et neige du désert polaire (74-83°N). Nous mettons également en évidence que la présence d'arbustes le long du transect contribue à une augmentation significative de la couche basale du givre de profondeur, qui contribue le plus fortement aux propriétés d'isolation thermique du manteau neigeux. Globalement, cette analyse suggère que les interactions neige-végétation rétroagissent positivement sur le réchauffement nordique.

Orale

Should I breed or should I go? Manipuler la condition individuelle en migration influence les décisions de reproduction chez une espèce aviaire longévive.

Thierry Grandmont^{1, 2}, P. Fast^{2, 3}, I. Grentzmann^{1, 2}, J. Bêty^{2, 3} et P. Legagneux^{1, 2}

¹Département de biologie, Université Laval, Québec, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Département de biologie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

Les Effets Reportés (ER), ou processus qu'un individu manifeste lors d'une période donnée qui fut causé par un événement s'étant produit lors d'une période antérieure, ont principalement été documentés par étude d'observation et leurs mécanismes sous-jacents sont toujours mal compris. Pour investiguer ceux-ci, nous avons simulé une perturbation environnementale lors de la migration d'une espèce aviaire longévive et avons étudié ses effets sur différents paramètres de reproduction. Nous avons capturé des femelles grandes oies des neiges (*Anser caerulescens atlanticus*) sur leur halte migratoire et avons gardé une portion des individus en captivité jusqu'à quatre jours. Nous avons réobservé ces femelles 3000 kilomètres au Nord, sur leurs territoires de nidification arctiques, pour déterminer leur propension à se reproduire, leur date d'arrivée à la colonie, leur date de ponte, leur taille de couvée ainsi que leur nombre d'œufs éclos. Le seul paramètre affecté par nos manipulations a été la propension à se reproduire. Les femelles ont démontré la capacité à surmonter les effets de la captivité lors de deux années aux conditions de reproduction favorables en Arctique, mais n'ont pas pu les surmonter lors d'une année de condition défavorable. Affrontant le défi additionnel des conditions défavorables, les individus ajustent leurs décisions de reproduction en décidant de sauter la reproduction. Cette étude, parmi les premières à évaluer les mécanismes par lesquels les ER influencent les performances reproductives, indique que les femelles peuvent surmonter un événement stressant en migration si elles rencontrent des conditions favorables leur permettant de récupérer avant la reproduction.

Affiche

Évaluation de l'accumulation récente du carbone des tourbières des Territoires du Nord-Ouest en suivant un gradient de nordicité et de dégradation du pergélisol

Pénélope Chartrand^{1, 2, 3, 4}, M. Garneau^{1, 2, 3, 4} et O. Sonnentag^{2, 5, 6}

¹Géotop

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³GRIL

⁴Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

⁵Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, QC

⁶Centre d'études de la forêt

Les études sur les changements climatiques récents indiquent une augmentation des températures plus importantes dans les régions nordiques impliquant plusieurs conséquences sur le milieu naturel, dont le dégel du pergélisol. Au Canada, les tourbières à pergélisol occupent une superficie importante du territoire. Ces écosystèmes jouent un rôle fondamental dans le cycle du carbone d'abord en absorbant le CO₂ par la photosynthèse et en même temps en relâchant du CH₄ par l'activité des bactéries méthanotrophes et méthanogènes. Contrairement aux études de mesures contemporaines de surfaces (échange écosystémique net), peu de travaux à ce jour se sont concentrés sur la dynamique récente du carbone enregistrée au cours des dernières décennies dans les tourbières de hautes latitudes. Mon projet de maîtrise se concentre donc sur l'évaluation de l'accumulation du carbone au cours du 20^e siècle dans les tourbières des Territoires du Nord-Ouest suivant un gradient de nordicité et de dégradation du pergélisol. Les résultats préliminaires permettent de confirmer une expansion latérale des tourbières échantillonnées à partir d'un retour de la croissance récente des sphaignes (principalement *Sphagnum fuscum*) depuis la décennie soixante-dix. Les résultats montrent aussi des taux d'accumulation récents qui diminuent du sud au nord ainsi qu'une succession d'assemblages végétaux contrastés associés au concept *d'écosystem state-shift*. Les résultats de ce projet seront comparés à ceux du projet de Camille Girard (UQAM) qui documente un gradient similaire dans l'Est canadien.

Affiche & Discours express

Surveillance des propriétés optiques de mares de thermokarst dans le Canada subarctique par l'analyse synergique de données satellitaires et de véhicules aériens sans pilote (UAV)

Pedro Freitas^{1,2}, G. Vieira¹, C. Mora¹, J. Canário³, D. Folhas^{2,3} et W. F. Vincent^{2,4}

¹Center of Geographical Studies, IGOT, Universidade de Lisboa

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Department of Chemical Engineering/Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

⁴Département de biologie, Université Laval, Québec, QC

Le dégel du permafrost crée des mares de thermokarst étendues qui affectent les émissions de gaz à effet de serre dans une mesure qui doit encore être pleinement intégrée dans les modèles du système terrestre. Peu d'attention a été accordée aux masses d'eau de moins de 10 000 m², mais on sait qu'elles sont biogéochimiquement plus actives que les grands lacs. Les variations des propriétés morphologiques et optiques des mares de thermokarst peuvent donner un aperçu de leur importance biogéochimique. L'acquisition de données par UAV à l'aide de capteurs optiques et multispectraux ainsi que l'échantillonnage de l'eau sont effectuées dans plusieurs sites de surveillance à long terme du Centre d'études nordiques (CEN) au Québec subarctique, des zones de pergélisol discontinu (Tasiapik et BGR) aux zones de pergélisol sporadique (SAS et KWAK). Nos données à ultra-haute résolution, associées aux observations de terrain, permettent une caractérisation spatiale détaillée des mares de thermokarst, ce qui permet une meilleure compréhension des phénomènes à l'échelle locale (par exemple, la couleur du fond, la végétation aquatique, la végétation autour des lacs, les ombres et le vent) qui ont un impact sur les images satellitaires à résolution spatiale plus grossière. Nous décrivons ici les nouveaux défis et les nouvelles possibilités de la télédétection en ce qui concerne la mise à l'échelle des observations de terrain et la surveillance des mares de thermokarst. Cette recherche est financée par la Fondation portugaise pour la science et la technologie (FCT) dans le cadre du projet THAWPOND (PROPOLAR), par le Centre d'études géographiques (FCT I.P. UIDB/00295/2020 et UIDP/00295/2020), avec le soutien supplémentaire d'ArcticNet (NCE), de Sentinel North (CFREF) et du CEN, et constitue une contribution à T-MOSAiC. PF est financé par le FCT (SFRH/BD/145278/2019).

Orale

Caractérisation structurale de la matière organique dissoute dans les lacs de thermokarst formés par le dégel du pergélisol dans les tourbières

Diogo Folhas¹, A. C. Duarte², M. Pilote^{3, 4}, W. F. Vincent^{4, 5}, P. Freitas^{4, 6}, G. Vieira⁶, A. M. S. Silva⁷, R. M. B. O. Duarte² et J. Canário¹

¹Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

²Department of Chemistry & CESAM, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

³Environment et Changement Climatique Canada, Aquatic Contaminants Research Division, Montréal, QC

⁴Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval, Québec, QC

⁵Département de biologie, Université Laval, Quebec City, QC G1V 0A6, Canada

⁶Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

⁷Department of Chemistry & QOPNA and LAQV-REQUIMTE, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

Les lacs de thermokarst proviennent du dégel du pergélisol, riche en glace, fortement répandus dans les écosystèmes nordiques. En outre, les lacs de thermokarst sont une importante source de méthane, plus spécialement dans les régions de pergélisol et de tourbière où les concentrations de matière organique dissoute (MOD) et l'activité microbienne sont importantes. Dans cette étude, nous avons caractérisé la MOD dans plusieurs lacs de thermokarst de tourbière situés dans la région de pergélisol sporadique. L'échantillonnage a été effectué dans 3 lacs de thermokarst (SAS 1A, 1B & 2A), à différentes profondeurs le long de la colonne d'eau, dans la vallée de la rivière Sasapimakwananisikw (SAS) à proximité de la communauté de Kuujjuarapik–Whapmagoostui (Nunavik, Canada). La caractérisation de la MOD a été effectuée par spectroscopie de fluorescence, spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier, spectroscopie à résonance magnétique nucléaire, et analyse élémentaire. Les analyses par fluorescence indiquent la présence de MOD autochtone dans les eaux de surface de SAS 1A, indiquant une forte biodisponibilité de la MOD labile et donc un grand potentiel méthanogène. Les trois lacs de thermokarst diffèrent dans leur composition chimique et leur diversité, suggérant différents processus de transformation biogéochimique de la MOD. Une approche par analyses complémentaires de la caractérisation d'un mélange complexe de la MOD dans les milieux aquatiques de tourbière est cruciale et ne peut être négligée, car elle permet d'améliorer les connaissances sur les processus biogéochimiques et la production de gaz à effet de serre dans les lacs de thermokarst.

Affiche & Discours express

Évaluation de l'impact de facteurs écologiques sur la variabilité intraspécifique d'un trait écophysiologique à la limite sud de la distribution du pin gris

Emmanuelle Pelletier^{1,2} et G. de Lafontaine^{1,2}

¹Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Les populations marginales à limite sud de leur distribution sont souvent petites et isolées. Elles sont enclines à subir des extirpations locales en réponse aux changements climatiques ou aux changements de régime de perturbations. Au Bas-Saint-Laurent, des populations isolées de pin gris persistent au sud de la forêt boréale, malgré l'absence apparente de feux, normalement essentiels à l'écologie de cette espèce obligatoirement pyriscente. Bien que le pin gris soit généralement sérotineux, les populations à sa marge sud pourraient démontrer un degré de sérotinisme moins élevé et plus variable, permettant leur persistance malgré le régime de feu défavorable. Cette étude cherche à révéler les facteurs écologiques associés à la variabilité intraspécifique du sérotinisme à la marge sud de la limite de distribution du pin gris et à déterminer l'effet de cette variabilité sur la trajectoire démographique des populations marginales. Dix-neuf sites marginaux et neuf sites au centre de la distribution du pin gris dans la forêt boréale ont été échantillonnés. À chaque site, neuf cônes fermés ont été collectés sur un total de 10 arbres. La température d'ouverture de 1527 cônes a été déterminée à l'étuve et 24171 graines ont été soumises à un test de germination afin d'évaluer leur viabilité. Des associations seront testées entre des facteurs physiologiques et environnementaux probables et des réponses écophysiologiques. Une plus grande variabilité de températures d'ouverture est attendue pour les cônes des populations à la marge sud, permettant leur persistance à la limite climatique de l'espèce.

Orale

Utilisation de l'habitat par les lemmings brun à fine échelle spatiale dans le Haut-Arctique canadien.

Marianne Valcourt^{1,2}, D. Fauteux^{1,2,3} et G. Gauthier^{1,2}

¹Université Laval, Québec, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Musée canadien de la nature, Ottawa, ON

Ayant une grande influence sur leurs prédateurs et les autres proies qu'ils côtoient, les lemmings jouent un rôle primordial dans la chaîne alimentaire de l'écosystème terrestre arctique. L'habitat essentiel à leur survie et reproduction est cependant peu connu. Cette étude vise à déterminer quelles sont les caractéristiques physiques et biologiques de la toundra qui sont les plus importantes pour les lemmings à fine échelle spatiale, soit à l'intérieur de leurs domaines vitaux. Pour répondre à cet objectif, les données de captures vivantes de lemmings brun (*Lemmus trimucronatus*) récoltées de 2008 à 2019 à l'île Bylot (NU) ont été mises en relation avec plusieurs variables d'habitat grâce à des modèles de capture-recapture spatialement explicites. Nous avons trouvé que les lemmings brun utilisent davantage les endroits où la présence de hummocks, de mares, et le couvert de saules sont importants en milieux humides et utilisent surtout les endroits où le drainage est moins bon et où la pente est plus douce en milieu mésique. Ces résultats mettent en évidence l'importance de l'hydrologie, la topographique et de certains végétaux dans l'utilisation de l'habitat par les lemmings brun à fine échelle spatiale et suggèrent une stratégie basée sur l'évitement d'inondation de leurs terriers, des prédateurs et la recherche de nourriture. Nous anticipons donc que l'habitat des lemmings pourrait changer avec le réchauffement climatique dû à la fonte du pergélisol et son impact sur la topographie et l'augmentation des précipitations liquides.

Affiche

Modélisation de la variabilité spatiale de la couverture neigeuse dans la toundra du Haut Arctique à l'aide d'un modèle basé sur la physique.

Hadi Mohammadzadeh Khani^{1, 2}, C. Kinnard^{1, 2} et E. Lévesque^{1, 2}

¹Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

La couverture neigeuse du Haut-Arctique est extrêmement influencée par l'érosion éolienne, la redistribution et le dépôt de neige lors des épisodes de vents forts, en particulier pendant la saison hivernale. De plus, la couverture neigeuse hivernale est déterminée par des variations spatiales notables à petite échelle de la profondeur et de la densité de la couverture neigeuse, et donc de l'équivalent en eau de la neige (EEN) et du ruissellement. L'hydrologie, l'écologie et la climatologie du Haut-Arctique seront fortement influencées par les changements climatiques futurs de la profondeur et de la densité de la couverture de neige. Dans cette recherche, nous examinons la capacité du modèle physique GEOTop à simuler la dynamique de la neige à l'échelle des points et des bassins dans la partie ouest du bassin versant de l'île Bylot (4,7 km²) dans la région du Haut-Arctique canadien. Le modèle GEOTOP reflète l'influence de la compaction du vent, de la végétation et du flux de vapeur d'eau. Les données mesurées sur l'épaisseur de la neige (de 2014 à 2019) provenant du site de BYLOCAMP ont été utilisées pour calibrer et valider les simulations de l'épaisseur de la neige et de l'EOS. Pour évaluer la performance des différentes paramétrisations du modèle dans les paramètres clés contrôlant le manteau neigeux et les données météorologiques d'entrée, les indices statistiques (R^2 et erreur absolue moyenne) ont été calculés. Le modèle régénère les caractéristiques physiques de la couverture neigeuse de manière équitable et démontre un consensus significatif avec les données enregistrées. Les résultats ont montré que parmi tous les paramètres, l'EOS et l'épaisseur de la neige étaient principalement influencés par les paramètres clés liés à la correction de la neige et par la précision des précipitations reçues.

Affiche & Discours express

Quand les espèces migratrices arctiques connectent la toundra au reste du globe: le cas de l'île de Bylot

Louis Moisan^{1, 2}, D. Gravel^{2, 3}, J.-F. Lamarre⁴ et J. Bêty^{1, 2}

¹Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

⁴Savoir Polaire Canada

À la fin de l'été, de nombreuses espèces d'oiseaux quittent la toundra et parcourent des milliers de kilomètres pour atteindre des habitats divers tels que les prairies d'Amérique du Sud, les milieux côtiers atlantiques et les zones de remontée des eaux africaines. Les habitats utilisés comme haltes migratoires et aires d'hivernage par les espèces arctiques sont confrontés à des facteurs de stress anthropiques et environnementaux. Afin d'anticiper les effets des changements globaux sur la biodiversité arctique, il est essentiel de prendre en compte la localisation et le type d'habitats utilisé par les espèces migratrices pendant tout leur cycle annuel. Notre objectif est de décrire la connectivité d'un écosystème terrestre arctique avec le reste du globe par le biais de la migration animale, en se concentrant sur l'île de Bylot comme étude de cas. Nous ciblons 35 espèces se reproduisant dans la toundra, dont 28 espèces d'oiseaux migrateurs. Les données utilisées proviennent de cartes de répartition, de récupérations de bagues et de dispositifs de localisation. Nous créons des cartes de connectivité qui affichent le nombre, le type et la répartition des habitats auxquels un écosystème arctique est connecté. Ensuite nous définissons un réseau de connectivité et les propriétés de celui-ci sont utilisées pour caractériser cette connectivité. La représentation de la connectivité des écosystèmes par la migration est une première étape dans l'évaluation de la sensibilité des écosystèmes arctiques aux changements environnementaux qui se produisent dans des environnements éloignés mais connectés.

Affiche

Budget énergétique de la couverture neigeuse de l'Arctique : Mesures et simulations

Georg Lackner¹², D. Nadeau², F. Dominé¹³, F. Anctil², A.-C. Parent²

¹ Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

² Département de génie des eaux, Université Laval, Québec, QC

³ Département de chimie, Université Laval, Québec, QC

De nombreux modèles de surface terrestre sont couplés à un schéma de neige. Cependant, la plupart d'entre eux sont soit très simples, soit, lorsqu'ils sont sophistiqués, ils ont été développés spécifiquement pour les régions alpines. Cela soulève la question de leur adéquation aux régions polaires, comme le biome de la toundra arbustive, qui se développe au détriment de la toundra herbacée. La neige arctique diffère considérablement de la neige alpine en termes de stratigraphie et de propriétés physiques. Cela rend la région intéressante pour tester un modèle de neige de pointe dans le cadre d'un modèle de surface terrestre en dehors de la région pour laquelle il a été développé (les Alpes). Ici, les performances des deux modèles de la plateforme de modélisation SURFEX, à savoir ISBA (surface terrestre) et Crocus (neige), sont évaluées sur un site de toundra arbustive près du village d'Umiujaq dans le nord du Québec, au Canada (56°32'N 76°33'W). La performance est évaluée à l'aide d'un ensemble de données couvrant près de deux ans et comprenant tous les termes du bilan énergétique de surface tels que les flux de rayonnement, le flux de chaleur du sol ainsi que les flux turbulents de chaleur sensible et latente provenant des mesures de covariance des tourbillons. Les premiers résultats montrent que Crocus se comporte de manière adéquate dans le cadre de l'Arctique. La sublimation simulée de la surface de la neige montre une évolution et une taille comparables aux mesures pour des échelles de temps d'une semaine et plus. Cependant, pour des périodes plus courtes, comme les échelles de temps quotidiennes ou infra-quotidiennes, la performance du modèle chute de manière significative, ce qui suggère des difficultés pour le modèle à capturer la stabilité atmosphérique.

Affiche

Reconstitution des conditions hydroclimatiques holocènes de mise en place et de développement de deux tourbières situées sur la pointe est de l'île d'Anticosti

Léonie Perrier^{1, 2, 3, 4} et M. Garneau^{1, 2, 3, 4}

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Centre de recherche sur la dynamique du système Terre, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

³Département de géographie, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

⁴Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

L'île d'Anticosti, située dans le golfe du Saint-Laurent, est recouverte par approximativement 25 % de tourbières, concentrées principalement dans la portion est du territoire. Malgré leur superficie relativement importante, ces tourbières ont été peu étudiées et les conditions de leur mise en place dans le paysage régional demeurent méconnues. Cette étude vise à reconstituer, pour la première fois, les conditions hydroclimatiques holocènes de mise en place et de développement de deux tourbières (respectivement Pluvier et Pointe de l'est) situées sur la pointe est de l'île d'Anticosti. Plus spécifiquement, il est question de: caractériser la succession des paysages végétaux, reconstituer les variations hydroclimatiques et quantifier les taux d'accumulation de la tourbe et du carbone dans les systèmes étudiés. Les résultats préliminaires de la tourbière Pointe de l'est suggèrent la mise en place d'une tourbière minérotrophe vers 6000 cal a BP, suivie d'une transition vers des conditions ombrotrophes vers environ 5100 cal a BP. La combinaison de l'analyse des macrorestes végétaux et des thécamoebiens a permis d'identifier des conditions plus sèches et ligneuses à partir de cette période, lesquelles concordent avec l'optimum climatique holocène. Le passage vers des conditions humides à partir de 2700 cal a BP, jumelé à une dominance des sphaignes, témoigne ensuite de l'influence du refroidissement néoglaciale. L'ajout de datations au 14C et 210Pb permettra le développement de modèles d'âge et ainsi de générer des taux d'accumulation de la tourbe et du carbone dans cette tourbière.

Affiche & Discours express

Les hormones, marionnettistes du comportement et de l'engraissement chez les oies.

Maeliss Hoarau¹, F. Angelier², F. Touzalin³, T. Zgirski⁴, C. Parenteau² et P. Legagneux¹

¹Département de Biologie & Centre d'Études Nordiques, Université Laval, Canada

²Centre d'Études Biologiques de Chizé (CEBC), CNRS, France

³UCD School of Biology and Environmental Science, Irland

⁴Département de Biologie & Centre d'Études Nordiques, UQAR, Canada

De nombreuses espèces dépendent des contraintes environnementales rencontrées à différents moments de leur cycle annuel. Certaines espèces peuvent s'affranchir en partie de ces contraintes en accumulant des réserves sous forme de graisse. Ainsi, pour les espèces migratrices, les décisions de se reproduire peuvent se faire bien avant d'arriver en Arctique. Comprendre les mécanismes à l'origine de leur reproduction est capital pour gérer certaines populations surabondantes comme les oies migratrices. La vitesse où les oies s'engraissent au printemps va influencer ces décisions et plusieurs facteurs (externes et internes à l'organismes) viendront limiter ou favoriser cet engraissement. Les hormones du stress (comme la corticostérone) jouent un rôle important dans la régulation de la demande énergétique et de l'accumulation des graisses. Nous avons légèrement élevé les taux de corticostérone chez des oies cendrées en semi-liberté juste avant la période de ponte et suivi leurs patrons d'engraissement ainsi que leur comportement alimentaire. Les oies traitées s'alimentaient plus que les contrôles et après 10 jours d'exposition, la masse corporelle des oies traitées était augmentée de 278 g. Cette étude a permis de démontrer le rôle clef que joue cette hormone lors d'une période clef de leur cycle annuel. Cette validation expérimentale permettra par la suite de tester l'influence de la condition corporelle pré-reproductrice sur les décisions de reproduction d'une population migratrice d'oies des neiges.

Affiche & Discours express

Comprendre les mécanismes physiologiques et les conséquences démographiques de la sénescence chez la grande oie des neiges

Ilona Grentzmann^{1,2}, P. Legagneux² et G. Gauthier²

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Département de Biologie, Université Laval, Québec, QC

La sénescence est un processus physiologique entraînant une dégradation de certaines fonctions cellulaires, se traduisant notamment au niveau de l'organisme par une baisse de la probabilité de survie avec l'âge. Ce processus a d'abord été étudié chez les humains et des espèces de laboratoire, puis sur des populations sauvages depuis les années 1990. La sénescence est encore mal comprise et de nombreuses théories ont été formulées pour l'expliquer dans un cadre évolutif. Certaines théories sont appuyées par la mesure de la longueur des télomères (TL), séquences non codantes qui, chez beaucoup d'espèces, raccourcissent à chaque division cellulaire. Cependant, cette relation est débattue, et certaines espèces ne présentent pas de sénescence, ce qui invite à ré-évaluer ces différentes théories. Ce projet de doctorat propose d'allier démographie et physiologie pour étudier la sénescence chez la grande oie des neiges (GON). Cette étude est possible grâce au suivi à long terme d'une population nichant à l'Île Bylot. Le premier objectif sera d'établir les relations entre survie et âge chez la GON avec des modèles multi-événements à mixture. Deuxièmement, le lien entre âge et TL, et TL et survie sera effectué. Enfin, j'explorerai de nouvelles pistes d'indicateurs de la sénescence en regardant le lien entre l'âge et la méthylation de l'ADN et le microbiome intestinal. Ce projet permettra d'approfondir nos connaissances sur les déterminants de la sénescence, et de la dynamique de la GON, espèce structurante de l'écosystème Arctique

Affiche

Des fluoromètres de poche pour évaluer la présence de sous-produits de désinfection et de cyanobactéries dans l'eau potable du Nord

Camilo Herrera¹, I. Laurion¹, F. Guillemette², S. Guilherme³, M. Rodriguez⁴, M.-A. Moisan¹ et J. Comte¹

1 Centre d'études nordiques & Centre Eau Terre Environnement, INRS-ETE

2 Département des Sciences Environnementales, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

3 Génie Civil, Université d'Ottawa, Ottawa, ON

4 École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional, Université Laval, Québec, QC

Le dégel du pergélisol et la croissance des plantes entraînent une augmentation de la matière organique dissoute (MOD) dans les écosystèmes aquatiques nordiques. Le brunissement de l'eau affecte la température des eaux de surface, le régime de mélange et la disponibilité de la lumière. Ces changements pourraient entraîner une augmentation de la présence de cyanobactéries nuisibles et avoir des répercussions sur le traitement de l'eau potable. L'ajout de chlore à l'eau potable pour l'élimination des bactéries fécales peut réagir avec la MOD et générer des sous-produits de désinfection (SPDs), dont la présence est réglementée dans de nombreux pays. Les objectifs de l'étude sont de développer des outils d'alerte précoce pour quantifier la MOD, les cyanobactéries et les SPDs dans l'eau potable utilisée par les communautés du Nunavut, du Nunavik et des Territoires du Nord-Ouest. Les fluorimètres de poche (AquaFluor) sont des outils prometteurs et accessibles qui pourraient être utilisés pour identifier les périodes critiques où la MOD et la biomasse phytoplanctonique augmentent dans les sources d'eau. Les résultats préliminaires indiquent que la MOD était suffisamment élevée dans l'eau (COD=1-6 mg L⁻¹) pour générer des concentrations de SPD proches ou légèrement supérieures aux recommandations de Santé Canada dans certaines communautés (acides haloacétiques jusqu'à 95 µg L⁻¹, trihalométhanes jusqu'à 100 µg L⁻¹). La biomasse de phytoplancton était trop faible dans les eaux échantillonnées pour que le fluorimètre puisse être correctement testé, mais une corrélation significative a été trouvée entre les lectures de l'AquaFluor (FDOM) et le COD ($r=0,96$, $p<0,001$; d'autres caractéristiques de la MOD seront étudiées sous peu). Dans les prochains mois, nous testerons les facteurs d'interférence sur les estimations du fluorimètre, et la possibilité d'utiliser la fluorescence différentielle comme première estimation des concentrations de SPDs en utilisant les lixiviats des carottes de pergélisol et autres eaux provenant du Nord.

Affiche

Art et Science ; de l'outil cartographique au dessin pour faciliter le transfert de savoir réciproque avec la communauté de Kangiqsualujjuaq, Nunavik

Armelle Decaulne², N. Bhiry^{1,3} et O. Rousset⁴

1Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

2CNRS, Laboratoire LETG-Nantes, France

3Département de Géographie, Université Laval, Québec, QC

4Dessinatrice et collaboratrice, Lycée Camille Claudel, Blain, France

Les processus de versant, notamment les avalanches de neige, sont actifs au Nunavik, et atteignent certaines des communautés établies au long de la côte des Baies d'Hudson et d'Ungava, et du détroit d'Hudson. Le village de Kangiqsualujjuaq a été meurtri par une avalanche le 1er janvier 1999, lorsque le gymnase où la population célébrait la nouvelle année a été frappé. Le village, situé dans une étroite vallée glaciaire, a connu depuis son établissement en 1959 une très forte croissance démographique ; l'avalanche de 1999 a provoqué une importante réorganisation du tissu urbain, en abandonnant la partie densément construite à proximité du versant avalancheux pour occuper d'autres espaces plus éloignés du centre historique. La cartographie rend compte de cette réorganisation et aussi de l'expansion spatiale rapide durant les deux dernières décennies. Afin de faciliter le transfert de connaissances réciproques avec les habitants, le dessin vient d'une part illustrer le message scientifique et d'autre part le rendre plus attractif pour discuter l'information avec les habitants qui vivent sur l'espace étudié. Le dessin va au-delà de ce que la science peut apporter, en mobilisant les aspects sensibles plutôt que raisonnés ; l'échange ne portera plus sur le simple objet de la recherche scientifique, mais aussi sur sa représentation artistique. Le poster, traduit en Inuktitut, à vocation à être affiché dans la station Sukuijarvik, la scientifique du CEN à Kangiqsualujjuaq.

Orale

Évaluation de la performance d'abris thermo-réfléchissants sur le tronçon de route expérimental près de Beaver Creek, Yukon, Canada

Samuel Gagnon^{1,2}, D. Fortier^{1,2}, M. Sliger¹ et K. Rioux^{1,2}

¹Université de Montréal, Montréal, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec QC

Cette étude a testé l'efficacité d'abris thermo-réfléchissant (abri-TR) installés le long de l'autoroute de l'Alaska sur le tronçon de route expérimental près de Beaver Creek au Yukon (Canada). Cette technique d'atténuation permet de réduire l'absorption de radiation solaire pendant la saison de dégel et d'augmenter la perte de chaleur durant la saison de gel en empêchant l'accumulation de neige. Les températures de surface, de l'air et du sol ont été enregistrées sous les abri-TR entre 2011 et 2016 à l'aide d'un ensemble de capteurs. Les mesures ont ensuite été comparées aux valeurs d'un site de référence sans mesure d'atténuation. Les abri-TR ont accru de 311 % le refroidissement hivernal et réduit de 38 % le réchauffement estival au cours de la période d'essai. Le refroidissement était plus efficace au centre des abri-TR qu'à leur périphérie. Similairement, le tassement du sol dû au dégel a été plus important autour des abri-TR que sous ceux-ci, ce qui a entraîné des déformations structurales accentuées en périphérie. Nous recommandons de modifier le système d'ancrage et la conception des structures afin que les abri-TR puissent résister à un tassement irrégulier du sol. Bien que le déploiement à grande échelle des abri-TR soit peu pratique et coûteux, la mise en œuvre à petite échelle sur des sections vulnérables de routes ou le long de pistes d'atterrissage représente une solution viable pour ralentir le dégel rapide du pergélisol.

Orale

Étude des mouvements saisonniers du caribou de Peary (*Rangifer tarandus pearyi*) sur la glace de mer et les îles de l'Archipel Arctique Canadien, à l'aide d'un modèle thermodynamique de neige et des connaissances traditionnelles

Coralie Gautier^{1,2}, A. Langlois^{1,2}, C. A. Johnson³ et V. Sasseville^{1,2}

¹Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec QC

³Environnement et Changement climatique Canada, Gatineau, QC

D'importants changements des tendances spatio-temporelles d'étendue de glace de mer et de neige ont été observés en Arctique au cours des dernières décennies en raison de diverses rétroactions climatiques. Une des conséquences observées est un réchauffement accéléré menant à une augmentation de l'occurrence des événements hivernaux extrêmes tels les pluies-sur-neige, les tempêtes qui gouvernent la densification du couvert nival, la création de croutes de glace et la réduction spatiale de glace de mer affectant les conditions de pâturage et de migration du caribou de Peary. Dans ce contexte, ce travail présente des simulations du couvert nival affectant les caribous, en utilisant une plateforme de spatialisation du modèle SNOWPACK, développé dans notre laboratoire. Les résultats montrent que les conditions de neige simulées, lorsque couplées à des variables environnementales dans le modèle MaxEnt, augmentent la performance statistique de la prédiction de présence des individus, sur les îles de Banks et Melville. Nous présentons également les anomalies des glaces de mer pour 1983-2019, calculées à partir d'imageries satellitaires de RADARSAT1 et 2, afin d'évaluer les tendances spatio-temporelles de glaces dans les zones utilisées pour la migration des caribous, entre les îles Banks, Melville, Victoria et le continent. Les données sur la localisation et la migration des caribous proviennent des connaissances traditionnelles et ont été utilisées dans le modèle MaxEnt. L'objectif final de ce projet est de déterminer les habitats favorables en ce qui concerne l'accès à la nourriture et la qualité de la glace de mer.

Affiche & Discours express

Mesures des flux de carbone hivernaux en Arctique par gradient de diffusion à travers le couvert de neige.

Alex Mavrovic^{1, 2}, A. Roy^{1, 2}, J. Lemmetyinen³ et O. Sonnentag^{2, 4}

¹Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

²Centre d'Études Nordiques, Université Laval, Québec, QC

³Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finlande

⁴Université de Montréal, Montréal, QC

Dans les régions arctiques, la quantité de carbone libérée par le sol en dehors de la saison de croissance est très incertaine. Les propriétés isolantes de la neige permettent au sol de conserver des températures suffisamment élevées pour permettre la respiration du sol générant ainsi des flux de carbone vers l'atmosphère malgré les températures glaciales de l'air ambiant. Bien que faible, cette respiration hivernale couvre une grande partie de l'année en Arctique et s'étend sur d'immenses territoires. Si bien que son poids sur les bilans annuels de flux de carbone des environnements nordiques ne peut être négligé pour déterminer si ces régions agissent comme des sources ou des puits nets de carbone. Les basses températures et l'inaccessibilité du sol sans altérer le couvert de neige présentent plusieurs difficultés techniques pour la mesure des flux de carbone en hiver. Nous présentons ici les résultats préliminaires obtenus à Kangiqsualujjuaq (Québec) en utilisant la technique du gradient de diffusion à travers le couvert de neige. Cette technique déployée modestement jusqu'à maintenant permet d'estimer les flux de carbone provenant du sol sans altérer le couvert de neige. C'est également une technique permettant d'évaluer efficacement la variabilité spatiale des flux de carbone.

Affiche & Discours express

La Grande Oie des neiges : sauveteuse inattendue de la toundra face aux changements climatiques?

Charles Gignac^{1,2}, L. Rochefort^{1,2} et G. Gauthier^{1,2}

¹Université Laval, Québec, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Avec l'augmentation des températures en Arctique, les changements climatiques pourraient également intensifier les dépositions azotées dans ces écosystèmes déjà limités en nutriments. Une des conséquences attendues est la transformation d'un écosystème dominé par les mousses vers un écosystème dominé par les plantes graminoides. De plus, les herbivores sont reconnus pour imposer une pression sur les écosystèmes arctiques. Cependant, une question demeure : est-ce que l'herbivorisme contrebalance ou bien accélère la réponse de la toundra face aux changements climatiques ? Pour évaluer cette question de recherche, un dispositif factoriel avec des traitements de fertilisation a été mis en place et entretenu pendant 16 années sur l'Île Bylot, dans le Haut-Arctique canadien. L'effet direct des dépositions azotées sur la végétation a été simulé avec une fertilisation en azote et l'effet indirect du réchauffement climatique avec une fertilisation combinant azote et phosphore. Afin d'évaluer l'effet de l'herbivorisme sur la végétation, la moitié des unités expérimentales a été protégée du pâturage de la Grande Oie des neiges à l'aide d'exclos. Malgré la fertilisation, le pâturage diminue significativement la productivité primaire des plantes graminoides. Ainsi, les oies favorisent le maintien du couvert de mousses, et cet effet est encore plus important pour les traitements simulant les effets indirects du réchauffement climatique. Pour conclure, cette étude à long-terme démontre l'effet de contrepois de l'herbivorisme par la Grande Oie des neiges sur la réponse de la toundra face aux changements climatiques.

Affiche

Le nivellement de la surface des anciennes plateformes pétrolière in situ améliore la connexion écohydrologique des tourbières perturbées et le rétablissement des plantes des marais

Meike Lemmer^{1,2}, B. Xu³, M. Strack⁴ et L. Rochefort^{1,2}

¹Université Laval, Québec, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

³NAIT, Edmonton, AB

⁴University of Waterloo, Waterloo, ON

La restauration des tourbières après l'exploitation pétrolière vise à rétablir les fonctions des tourbières, telles que la biodiversité, l'accumulation de tourbe et la séquestration du carbone. Des conditions appropriées, notamment une nappe phréatique stable près de la surface et un apport constant de matière organique, sont nécessaires pour assurer l'accumulation de tourbe. Nous avons évalué l'efficacité de quatre techniques de restauration à fournir un habitat à des espèces végétales typiques des tourbières sur deux anciennes plateformes de forage *in situ* des sables bitumineux dans les régions de Peace River et de Cold Lake. Les techniques de restauration évaluées étaient le retrait complet de tous les matériaux de construction de la plateforme de forage, le retrait partiel du matériel minéral de la plateforme de forage et la revégétalisation spontanée ou avec des semis de quelques espèces caractéristiques. Un secteur non-restauré et 24 sites de l'écosystème référence régionale ont été inventoriés à des fins de comparaison, en considérant la diversité végétale, la physicochimie, et l'hydrologie. Les résultats préliminaires montrent que la diversité végétale la plus élevée a été trouvée dans les secteurs où le matériel minéral a été nivelé au niveau le plus près de l'écosystème de marécage adjacent, ce qui a permis d'obtenir le niveau de la nappe phréatique le plus proche de la surface. La diversité végétale la plus faible a été trouvée dans les secteurs de revégétalisation avec les semis et de retrait complet des matériaux de la plateforme de forage.

Affiche

Techniques de restauration d'une tourbière à sphaignes à la suite du retrait partiel d'une route d'accès dans le Nord de l'Alberta.

Christine Isabel^{1,2} et Line Rochefort^{1,2}

¹Université Laval, Québec, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec QC

Dans le Nord de l'Alberta, une importante perturbation anthropique des tourbières est la présence d'un vaste réseau de routes d'accès nécessaire à l'extraction *in situ* des sables bitumineux. Ces structures linéaires engendrent la fragmentation et la perte d'habitat ainsi que la perte de biodiversité et les altérations des propriétés physico-chimiques et des processus hydriques des tourbières. Ce projet a débuté par la restauration d'une tourbière perturbée par une route d'accès sur un site d'extraction des sables bitumineux. La restauration a permis de retirer partiellement le matériel minéral de la route, d'ajouter une couche de tourbe mince ou épaisse, d'épandre des diaspores, de protéger les diaspores et de fertiliser ou non le site restauré. Les objectifs de ce projet sont d'évaluer l'impact de l'épaisseur de tourbe et de la fertilisation sur l'établissement des communautés végétales et sur les propriétés physico-chimiques du substrat. Des inventaires de végétation et des mesures physico-chimiques ont été effectués une saison de croissance post-restauration. Les résultats des analyses multivariées montrent l'absence d'effet significatif de l'épaisseur de la tourbe et de la fertilisation sur l'établissement des communautés végétales et les propriétés physicochimiques du site restauré. L'établissement d'espèces rudérales sur le site restauré pourrait être expliqué par une banque de graines qui se trouvait dans le substrat tourbeux ajouté pendant la restauration. Les recommandations qui découlent des conclusions de cette étude sont pertinentes pour l'amélioration des bonnes pratiques.

Affiche & Discours express

Virus sur glace : La mixologie des mares de thermokarst

Valérie Langlois^{1,2}, A. Culley^{1,2} et W. Vincent^{1,2}

¹Université Laval, Québec, QC

²Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec QC

L'augmentation rapide de la température moyenne dans les environnements subarctiques a considérablement modifié le paysage dans certaines régions, notamment par l'augmentation du nombre et de la taille des mares de thermokarst dans le nord du Québec. Ces petits lacs formés par la fonte du pergélisol sont connus pour être une source importante de gaz à effet de serre, bien que l'ampleur de la production de gaz varie selon les saisons. Les communautés microbiennes, composées de bactéries, de protistes et d'archées, sont responsables de la production de méthane et de CO₂. Cependant, les forces contrôlant la dynamique microbienne via les processus de contrôle par le haut dans ces bassins sont encore mal comprises. En plus de réguler directement l'abondance de leur hôte par la lyse, les virus catalysent leur évolution par la transmission de gènes et modifient par conséquent des cycles biogéochimiques fondamentaux. Pour ce projet, nous utilisons la métagénomique pour mener une étude saisonnière de la dynamique des communautés virales des mares thermokarstiques de la région de Whapmagoostui-Kuujuarapik, au Nunavik. Nos objectifs sont les suivants : caractériser la diversité virale des mares de thermokarst, étudier les différences saisonnières, élucider les éventuelles adaptations hivernales et comprendre le rôle des virus dans les activités métaboliques microbiennes. Les résultats de cette étude suggèrent qu'il y a eu un changement marqué dans la composition des communautés entre les assemblages viraux d'hiver et d'été et qu'un grand pourcentage des séquences étaient divergentes des virus connus.

Discours express

Classification du manteau neigeux saisonnier basée sur les propriétés physiques à l'aide de données hyperspectrales proximales dans le proche infrarouge.

Mohamed Karim El Oufir¹

¹Eau, terre et environnement

Nous proposons une méthode innovante de classification des propriétés physiques du manteau neigeux saisonnier en utilisant l'imagerie hyperspectrale dans le proche infrarouge (NIR) pour discriminer les classes optiques de la neige à différents degrés de métamorphose. Ce système d'imagerie permet de réaliser des analyses quantitatives et qualitatives rapides et très précises des propriétés de la neige. En effet, la similarité spectrale de deux échantillons indique la similitude de leur composition chimique et de leurs caractéristiques physiques. Cela peut être utilisé pour distinguer, sans reconnaissance a priori, les différentes classes de neige uniquement sur la base d'informations spectrales. Une approche d'analyse de données multivariée a été utilisée pour valider cette hypothèse. Une analyse en composantes principales (ACP) est d'abord appliquée aux données spectrales du proche infrarouge pour analyser la distribution des données sur le terrain et pour sélectionner la plage spectrale à exploiter dans la classification. Ensuite, une classification non supervisée est effectuée sur les données spectrales NIR pour sélectionner le nombre de classes. Une matrice de confusion est finalement calculée pour évaluer la précision de la classification. Les résultats ont permis de distinguer trois classes de neige de forme et de taille typiques (neige faiblement, modérément et fortement métamorphosée). L'évaluation de l'approche proposée a montré qu'il est possible de classer la neige avec un taux de réussite de 85 % et un indice kappa de 0,75. Ceci illustre le potentiel de l'imagerie hyperspectrale NIR pour distinguer trois classes de neige avec des taux de réussite satisfaisants. Ces travaux ouvriront de nouvelles perspectives pour la modélisation des paramètres physiques de la neige à l'aide de données spectrales.

Affiche

Lacs de l'Extrême-Arctique: limnologie sous la glace et déploiement d'instruments pour étudier l'effet de la phénologie de la glace sur la dynamique biogéochimique annuelle.

Yohanna Klanten¹, D. Antoniadou¹, K. Triglav¹, C. Marois¹, D. Muir² et X. Wang², A. Culley¹ et W. Vincent¹

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

²Centre canadien des eaux intérieures

La côte nord de l'île d'Ellesmere est une région en évolution rapide à la marge entre l'archipel arctique canadien et la banquise de l'océan Arctique. La dynamique régionale du couvert de glace sur les lacs a déjà changé en réponse au réchauffement. Cependant, l'effet de ces changements sur les conditions biogéochimiques est mal compris, car les rares données dans les eaux douces de l'Extrême-Arctique se limitent principalement à la courte période sans glace. Avant le début de la fonte printanière en 2017, 2018 et 2019, nous avons échantillonné quatre lacs côtiers situés à Stuckberry Valley (82° 54' N, 66° 56' W), l'un des écosystèmes terrestres les plus nordiques de la planète. Nos études, incluant les profils physico-chimiques, la chimie de l'eau et les pigments photosynthétiques, ont révélé une étonnante diversité de conditions limnologiques. Deux lacs peu profonds manquaient d'oxygène sous la glace, tandis que deux lacs plus profonds avaient des colonnes d'eau majoritairement oxygénée. Dans les lacs moins profonds, des gradients verticaux prononcés des ions, métaux et nutriments suggéraient d'importants processus microbiens anaérobies sous la glace. Afin de mieux comprendre les cycles annuels dans les colonnes d'eau, nous avons installé des sondes d'oxygène, de température et de conductivité. Les données enregistrées sur deux ans (juin 2019 à août 2021) permettront de comprendre l'interaction du réchauffement climatique, de la phénologie des glaces, des régimes de mélange et de l'anoxie dans les lacs des hautes latitudes.

Orale

Le caractère mixte de la vitesse du vent dans le nord du Québec

Taha B.M.J. Ouarda¹ et C. Charron¹

¹INRS-ETE

Il est important d'identifier la distribution adéquate de la vitesse du vent à un endroit donné afin d'évaluer l'énergie éolienne disponible. Le Nord du Québec couvre un vaste territoire avec un potentiel éolien considérable. Une attention croissante est accordée au développement de projets de parcs éoliens dans cette région. L'identification de la puissance éolienne disponible implique l'ajustement d'une fonction de densité de probabilité (PDF) aux séries de vitesse de vent observées. Il est crucial de sélectionner la pdf appropriée qui correspond bien aux données afin de minimiser les incertitudes dans les estimations de la production d'énergie. L'objectif de la présente étude est d'identifier la distribution adéquate de la vitesse du vent dans le Nord du Québec. La méthode du diagramme du rapport des moments L, qui permet de comparer facilement l'ajustement de plusieurs pdfs pour plusieurs stations sur un seul diagramme, est utilisée à cette fin. Des distributions de mélanges homogènes et hétérogènes pour lesquelles les pdfs conventionnelles à une composante ne sont pas appropriés sont également développées et testées. Les résultats montrent que les vitesses de vent dans le Nord du Québec suivent un mélange de distributions. Ce résultat original est extrêmement important dans le développement des énergies renouvelables car l'adoption d'une mauvaise distribution conduirait à des estimations erronées du potentiel énergétique. Les travaux actuels portent sur l'intégration des informations concernant le changement climatique dans l'approche de la distribution du mélange.

Affiche

Permafrost Data : une plateforme Web pour le partage des résultats de recherche du CEN sur le pergélisol au Nunavik

Sarah Gauthier¹, Michel Allard¹, Catherine Deslauriers¹

¹Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

Le CEN a accumulé et continue d'acquérir au Nunavik d'abondantes données climatiques et de suivi du pergélisol, particulièrement dans les 14 communautés inuites de la région. À cela s'ajoutent de nombreuses cartes numériques représentant les conditions de sol et le classement des risques naturels. Malgré cette abondance de recherches sur le pergélisol, aucune ressource n'est actuellement disponible pour centraliser les résultats de ces études et les rendre facilement accessibles. Les contraintes imposées par le pergélisol dans le développement des communautés nordiques, l'isolement des villages, l'amélioration du réseau Internet et la popularité grandissante du Web au Nord justifient et rendent possible une démarche pour partager ce savoir scientifique avec le public.

Une première plateforme Web a d'abord été élaborée avec la communauté de Salluit, où les contraintes d'aménagement liées au pergélisol sont particulièrement sévères ; les améliorations suggérées par ses utilisateurs y sont notamment été intégrées. L'usage de ArcGIS Online a permis de concevoir des applications Web interactives simples à utiliser et adaptées à différents formats de périphériques pour la visualisation de couches d'informations géographiques thématiques, de données sur le climat et la température du sol, ainsi que d'autres informations pertinentes.

Le but de cette plateforme est de partager l'information sans restriction, tant pour les personnes impliquées dans la construction et l'aménagement du territoire au Nunavik, que pour les communautés et le public curieux.

Affiche

Accumulation récente du carbone et expansion latérale de la tourbe suite au dégel du pergélisol depuis les dernières décennies dans une tourbière subarctique du Lac Wiyâshâkimî (Nunavik, Québec)

Camille Girard^{1,2,3,4} et Michelle Garneau^{1,2,3,4}

¹GETOP, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

²Département de géographie, Université du Québec à Montréal, QC

³Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, QC

⁴GRIL, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC

Suggéré par les données empiriques récentes et contrairement aux prédictions issues de la modélisation, les tourbières nordiques montrent un accroissement de leur potentiel d'accumulation du carbone dans le contexte du réchauffement climatique, notamment en lien avec la dégradation du pergélisol. Dans le cadre de mon projet de maîtrise, diverses analyses des propriétés de la tourbe (perte au feu, ratio C:N, datations ²¹⁰Pb et ¹⁴C) ainsi que l'identification des macrorestes végétaux ont été utilisés pour documenter les changements associés à une accélération de l'accumulation du carbone ainsi que l'expansion latérale de trois tourbières du Nunavik. Suivant un gradient de nordicité et de dégradation progressive du pergélisol, les trois tourbières à l'étude, situées respectivement du nord au sud dans les régions de Salluit, de la rivière Boniface et du Lac Wiyâshâkimî ont été échantillonnées à l'été 2019. Les données de la tourbière échantillonnée au Lac Wiyâshâkimî sont présentées avec des résultats provenant de six monolithes de tourbe récoltés suivant deux transects perpendiculaires à la tourbière. Les résultats confirment une reprise récente de l'accumulation de la tourbe et du carbone pour cette tourbière subarctique. Cette étude paléo-environnementale documente des enjeux récents en lien avec les changements climatiques pour des sites qui sont représentatifs des environnements nordiques du Nunavik dans lesquels ils s'inscrivent.