

Programme final du colloque 2025

Projet ARRIMÉ
Aléas, Risques et Résilience des Infrastructures
Minières et Électriques

www.arrime.escer.uqam.ca

Contact : arrime@uqam.ca
Version : 6 juin 2025



Date du colloque : jeudi 12 juin 2025, 9h00 à 17h00

Lieu : Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)
Rouyn-Noranda (salle C-200)

Inscription obligatoire en ligne
pour une présence sur place (UQAT ou UQAM) ou en mode visio ZOOM
<https://sites.grenadine.uqam.ca/sites/facultesciences/fr/colloque2025arrime/home>

Programme final des présentations

Horaire	Durée (minutes)	Présentateur.trice(s)	Titre ou sujet
8h45-9h00	30		Arrivée des participants sur place
9h00-9h10	10	Philippe Gachon (UQAM)	Mots de bienvenue et retour sur le projet dans le contexte météorologique et climatique actuel
9h10-9h20	10	Sandra Turner (UQAM)	Revue des objectifs, des effectifs et des activités en cours et à venir
9h20-10h00	40	Ana Llerena, François Roberge, Mathias Ponton (UQAM)	Liste des simulations de l'année précédente et de la prochaine année Post-traitement et analyses des simulations historiques et futures à 12km

Session sur les travaux de recherche en lien avec les mines			
10h00-10h10	10	Simon Beaufiles (UQAT)	Gestion des eaux de surface à Mine Raglan dans un contexte arctique et de changements climatiques
10h10-10h30	20	Julie Jacquemin (UQAT)	Étude quantitative du bilan hydrique dans les haldes à stériles et prédiction des effets des changements climatiques
10h30-11h00	30	Étienne Guilpart (UQAT)	Évaluation des performances des systèmes de restauration minière sous contrainte de données météorologiques limités
11h00-11h20	20	Pause café	
Session sur les travaux de recherche en lien avec les vents violents			
11h20-11h50	30	Amélie Michaud (UQAM)	Évaluation des vents horaires et des rafales de vent simulés dans la version « convection-permitting » du modèle régional canadien du climat : Études de cas en hiver et en été dans le sud du Québec
11h50-12h20	30	Soumik Ghosh (UQAM)	Optimal Configuration of a Convection-Permitting Regional Climate Model for Precipitation and Wind Gust Extremes
12h20-13h30	70	Pause midi	
Session sur les travaux de recherche en lien avec les précipitations intenses			
13h30-13h40	10	Gabrielle Rainville (POLY)	Estimation des courbes IDF des précipitations pour des durées d'accumulation supra-quotidienne
13h40-14h00	20	Charles Marois (POLY)	Intégration de facteurs de correction dans la modélisation conjointe des précipitations extrêmes pour l'estimation des courbes IDF en climat futur
14h00-14h10	10	Philippe Yameogo (UQAM)	Évolution des risques causés par la fonte du manteau neigeux et les précipitations extrêmes sur les Crues Maximales Probables en hiver-printemps sur les infrastructures stratégiques hydro-électriques du Québec
14h10-14h40	30	Madeleine Fol (UQAM)	Évolution des précipitations extrêmes été-automne et impacts sur les crues de conception des ouvrages hydroélectriques
14h40-15h00	20	Anne Martin (POLY)	Estimation d'une PMP à partir de précipitations simulées par un modèle de climat
15h00-15h30	30	Pause café	
Session sur les travaux de recherche en lien avec les tempêtes			
15h30-15h50	20	Maxine Cloutier-Gervais (UQAM)	Simulation des cyclones extratropicaux et des champs de surface associés en Amérique du Nord avec le modèle MRCC6-GEM5 à convection explicite
15h50-16h00	10	Dieudonné Djoré Djili (UQAM)	Impact of Bias Adjustment on the Spatiotemporal Properties of Storms Simulated with the CRCM6 (Canadian Regional Climate Model, Version 6)
16h00-16h30	30	Milena Alpizar Tirzo (UQAM)	Understanding Mesoscale Convective Systems in Northeastern North America Using the Canadian Regional Climate Model
16h30-17h00	30	Victorien de Meyer (UQAM)	Un Cadre Méthodologique pour l'Identification des Cyclones Extratropicaux Extrêmes dans des Simulations Régionales de Modèle Climatique

Résumé des présentations

Titre : Gestion des eaux de surface à Mine Raglan dans un contexte arctique et de changements climatiques

Présentateur : Simon Beaufile (UQAT)

Directeur : Bruno Bussière (UQAT)

Résumé :

Ce stage, supervisé par Bruno Bussière, s'inscrit dans la volonté globale de l'IRME UQAT-Polytechnique de mieux intégrer les Changements Climatiques (CC) dans la conception des ouvrages miniers (Projet ARRIMÉ : Aléas, Risques et Résilience des Infrastructures Minières et Électriques du Québec). Notre projet se focalise sur les changements et l'augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes dans le grand Nord Québec, particulièrement à Mine Raglan (Péninsule de l'Ungava). Le but de ce travail est de comprendre l'influence des précipitations liquides extrêmes et/ou de fontes brutales du couvert nival sur les bassins collecteurs de Mine Raglan, et leur capacité de résilience face aux CC. Nous cherchons notamment à récolter des données de stations météorologiques et des réanalyses de données pour évaluer les risques et importances d'événements extrêmes très localisés, à l'échelle du kilomètre ou moins.

Titre : Étude quantitative du bilan hydrique dans les haldes à stériles et prédiction des effets des changements climatiques

Présentatrice : Julie Jacquemin (UQAT-URSTM)

Directeur et co-directeur : Bruno Bussière (UQAT-URSTM) et Thomas Pabst (NGI)

Résumé :

Lors de l'excavation des minerais, les mines produisent des grandes quantités de rejets miniers (résidus et stériles), stockés en surface dans des haldes à stériles et parcs à résidus. Ces aires représentent parfois des centaines d'hectares à monitorer. Des défis environnementaux concernent ces roches, incluant la stabilité physique et chimique. L'une des principales préoccupations dans la gestion des rejets miniers est le drainage minier acide (DMA) : la génération d'acide au contact de l'eau, pouvant potentiellement contaminer l'environnement. Il est donc nécessaire de capter toute l'eau des sites miniers, pouvant représenter des millions de mètres cubes à stocker et traiter. Étudier la stabilité chimique dans ces roches nécessite une bonne connaissance de la répartition des flux d'eau.

Cette étude se limite aux haldes à stériles, qui possèdent des propriétés rendant les études hydrogéologiques complexes (granulométrie étalée, faible rétention d'eau). Les méthodes actuelles de mesure du bilan hydrique dans les stériles ne tiennent souvent pas compte de mesures du ruissellement ce qui les rend approximatives.

Ce projet a pour but de déterminer une méthode de mesure du ruissellement adaptée aux stériles pour une meilleure estimation du bilan hydrique. Pour cela, la première étape consiste à développer une méthode au laboratoire, puis dans un second temps à l'adapter à une échelle plus grande,

allant jusqu'à l'échelle réelle. Un montage de laboratoire a été construit et une méthode a été déterminée. Celle-ci sera testée et ajustée au besoin, suite à une série de 9 tests sur du gravier (calibrage de la méthode) et 27 sur des stériles de la mine Canadian Malartic (validation). Puis la construction d'une zone instrumentée aura lieu à la mine Canadian Malartic, et les essais débiteront de la même façon, sur une section de pente plus grande. La modélisation numérique sera utilisée pour plus d'informations sur les flux et les teneurs en eau, sous les différentes conditions mesurées (différentes pluies, pentes, roches). Un modèle numérique fonctionnel a été mis au point et testé sur des pluies fortes en climat actuel, dans des stériles. La validation de ce modèle sur différentes pluies, et différentes haldes sera complété après des mesures de laboratoire et de terrain, à des fins de calibrage. Après l'étude en climat actuel, la modélisation numérique permettra de projeter l'estimation du bilan hydrique aux événements climatiques futurs. Une bonne connaissance des prévisions climatiques permettra de mieux adapter les infrastructures de gestion de l'eau et mieux contrôler les facteurs d'instabilité dans les haldes à stériles. Les événements pluvieux normaux et extrêmes en climat actuel et futur sont donc un point central de l'étude.

Titre : Évaluation des performances des systèmes de restauration minière sous contrainte de données météorologiques limités

Présentateur : Étienne Guilpart (UQAT)

Directeur : Bruno Bussière (UQAT)

Co-direction : Martin Leduc (OURANOS), E. Bresson (OURANOS), C. Larochelle (UQAT) et Vincent Boulanger-Martel (UQAT)

Résumé :

L'industrie minière représente un secteur économique stratégique pour le Canada. Toutefois, l'extraction des ressources minérales peut s'accompagner de répercussions environnementales importantes, en particulier en ce qui concerne la gestion des résidus miniers susceptibles de générer du drainage minier acide (DMA). Au cours des dernières décennies, divers systèmes de restauration ont été développés dans le but de contrôler la réaction d'oxydation des résidus et par conséquent de limiter la génération de DMA. La performance de ces systèmes de restauration est étroitement liée aux conditions climatiques. Aussi, il est essentiel d'avoir une connaissance approfondie de la sensibilité des systèmes de restauration aux variables climatiques, et de veiller à ce que la conception des systèmes de restaurations intègre les conditions climatiques actuelles et futures de manière robuste, afin d'assurer leur efficacité à long terme. Cependant, de nombreux sites miniers - en exploitation ou en développement - ne disposent que d'observations météorologiques limités, sporadiques, voire inexistantes. Ce manque d'information constitue un frein important à la mise en œuvre de stratégies de restauration adaptées aux changements climatiques.

Afin de pallier le manque de données météorologiques sur certains sites miniers, nous proposons de recourir à des jeux de données alternatifs, tels que les réanalyses climatiques et les simulations issues de modèles climatiques. La méthodologie que nous avons développée repose sur deux volets complémentaires :

- i. Identifier, parmi un ensemble de produits disponibles, le jeu de données alternatif le plus pertinent en quantifiant les biais potentiels par comparaison avec les observations in situ, lorsque celles-ci sont disponibles.
- ii. Utiliser ce jeu de données comme série de référence pour évaluer la sensibilité des systèmes de restauration aux variables climatiques, et d'identifier des séquences climatiques défavorables susceptibles d'entraîner une défaillance du système.

L'approche méthodologique est illustrée à travers une étude de cas appliquée au site minier de la mine Raglan (61,7°N, 73,7°W), où un recouvrement isolant est utilisé comme système de restauration.

Titre: Évaluation des vents horaires et des rafales de vent simulés dans la version « convection-permitting » du modèle régional canadien du climat : Études de cas en hiver et en été dans le sud du Québec

Présentatrice: : Amélie Michaud (UQAM)

Directeur et co-directeur: Philippe Gachon (UQAM) et Martin Leduc (OURANOS)

Résumé :

Les rafales de vent sont la cause principale de dommages lors des tempêtes extrêmes, où des changements soudains dans la direction et la vitesse des vents sont engendrés. Ces événements sont responsables de la majorité des pertes matérielles et des pannes d'électricité sur le territoire québécois. Cette étude a pour objectif d'évaluer la simulation des vents intenses et des rafales de vent par la version en mode « convection-permitting » (CPM) de la sixième version du modèle régional canadien du climat (MRCC6) développé au centre ESCER de l'UQAM. Les rafales sont définies comme des épisodes de vents extrêmes d'une durée d'environ 3 s et dont la vitesse dépasse les vents moyens d'au moins 5 m/s. Différentes configurations du modèle numérique sont utilisées pour produire les simulations à 12, 2,5 et 1 km de résolution, dans lesquelles le module de rafales de vent (basé sur la méthode de Brasseur) est activé. Ce module permet de diagnostiquer les rafales à l'aide de l'énergie cinétique turbulente, la stabilité statique ainsi que les caractéristiques de la couche limite. L'analyse de deux tempêtes qui ont affectées le sud du Québec, survenue en décembre et mai 2022, met en évidence la valeur ajoutée de la version en mode CPM (2,5 et 1 km). Dans le cas de la tempête synoptique de décembre 2022, cette version offre de meilleures performances pour estimer les rafales et les vents horaires que le modèle à plus basse résolution (12 km). De plus, le modèle en mode CPM tend à être plus précis sur la mer que sur la terre, ainsi que dans les situations où les vents horaires sont les plus élevés.

Title: Optimal Configuration of a Convection-Permitting Regional Climate Model for Precipitation and Wind Gust Extremes

Speaker: Soumik Ghosh (UQAM)

Co-Authors: Philippe Lucas-Picher (UQAM) et Philippe Roy (Hydro-Québec)

Abstract:

In this early stage of the project, a major flood event occurred in July 1996 in the Saguenay region (Québec, Canada) induced by heavy and persistent rainfall over this river basin is considered as a case study. Various configurations of the CRCM6/GEM5 regional climate model using 12 km (0.11x0.11o) and convection-permitting 2.5 km (0.0225o x 0.0225o) resolutions are used to evaluate added value from convection-permitting simulations on the simulated extreme precipitation characteristics. The effects of spectral nudging and initial surface soil moisture conditions are also tested on the simulated rainfall. The evaluation of all simulations shows a significant improvement in reproducing precipitation extremes with the convection-permitting model at 2.5 km, and substantial influences from spectral nudging, and soil moisture conditions. The spectral nudging in the convection-permitting simulation improved the spatial and temporal patterns of precipitation extremes. Additionally, forced soil moisture from a long-term simulations at a 12 km resolution significantly enhanced the model's ability to capture rainfall intensity, using rainfall observed stations as a reference dataset.

We are currently focusing on identifying the optimal configuration of wind gust simulation over Québec, Canada. To achieve this, a series of simulations using the CRCM6/GEM5 regional climate model are being conducted at both 12 km (0.11° x 0.11°) and convection-permitting 2.5 km (0.0225° x 0.0225°) resolutions. These experiments aim to determine the most suitable modeling setup for studying the Halloween wind gust event that occurred

during October–November 2019. As part of this work, we have also estimated wind gusts from ERA5-Land using a neural network regression model and are in the process of validating the model-simulated wind gusts accordingly. Preliminary evaluation of the simulations indicates a notable improvement in reproducing extremes when using the convection-permitting 2.5 km resolution. The results also highlight the substantial impact of spectral nudging on the model's performance.

This research enhances our understanding of extreme wind and precipitation events as simulated by different model configurations. It underscores the importance of employing high-resolution models and accurate surface conditions in CRCM6/GEM5 for future climate projections, with implications for infrastructure design and flood risk management strategies.

Titre : Estimation des courbes IDF des précipitations pour des durées d'accumulation supra-quotidienne

Présentatrice : Gabrielle Rainville (Polytechnique Montréal)

Directeur et co-directeur : Jonathan Jalbert (Polytechnique Montréal) et Philippe Roy (Hydro-Québec)

Résumé :

Les courbes IDF (intensité-durée-fréquence) utilisées par les ingénieurs au Canada pour dimensionner leurs ouvrages ont besoin d'être mises à jour pour tenir compte des changements climatiques qui ont tendance à faire augmenter l'intensité et la fréquence des précipitations extrêmes. De plus, ces courbes modélisent actuellement des durées d'accumulation allant de 5 minutes à 24h seulement, alors que les pluies accumulées sur plusieurs jours peuvent aussi provoquer l'inondation de bassins plus larges. L'objectif de mon projet de recherche sera d'estimer les courbes IDF des précipitations pour des durées d'accumulation supra-quotidienne en contexte de changements climatiques. Ma recherche aura commencé officiellement au mois de mai 2025. Mes deux premières sessions auront été dédiées à suivre mes cours. Dans la prochaine année, mes objectifs seront de vérifier l'ajustement de la loi GEV sur des données observées et des données simulées en climat futur. L'ajustement sera vérifié pour des données accumulées sur plusieurs jours. J'essaierai d'introduire les données accumulées sur plusieurs jours dans un modèle d'échelle. La méthodologie sera éventuellement étendue à toutes les stations météorologiques au Québec et pourra potentiellement être généralisée à l'ensemble du Canada.

Titre: Intégration de facteurs de correction dans la modélisation conjointe des précipitations extrêmes pour l'estimation des courbes IDF en climat futur

Présentateur : Charles Marois (Polytechnique Montréal)

Directeur et co-encadrante : Jonathan Jalbert (Polytechnique Montréal) et Elyse Fournier (Hydro-Québec)

Résumé :

Les courbes d'intensité-durée-fréquence (IDF) utilisées pour modéliser les précipitations extrêmes servent fréquemment lors de la conception du dimensionnement des infrastructures hydriques. Dans un contexte de changement climatique, il apparaît important que ces courbes suivent une méthodologie fiable qui reflète les tendances du climat futur. Les méthodes actuelles préconisent l'utilisation de facteurs de correction pour ajuster les courbes aux changements projetés entre les périodes historique et future. Une alternative à cette méthode consiste à modéliser, à l'aide de la théorie des valeurs extrêmes, le facteur de correction comme une fonction d'une ou plusieurs variables explicatives issues des projections climatiques

telle que la température moyenne. Cela permettrait de tenir compte de la variabilité temporelle et régionale du changement climatique lors de l'ajustement des courbes IDF. Par ailleurs, un grand nombre d'études ont précisé les courbes IDF historiques par l'utilisation de modèles d'échelle qui ajustent conjointement différentes durées d'accumulation des précipitations en supposant une relation hiérarchique entre l'intensité et la durée. Cette approche augmente la robustesse du modèle en augmentant la taille de l'échantillon et en réduisant le nombre de paramètres devant être estimés. Au Canada, ces deux approches demeurent peu exploitées, malgré leur potentiel pour améliorer la fiabilité des courbes IDF. Ce mémoire vise donc à proposer une méthodologie intégrant ces approches dans le but de faciliter la production de courbes IDF fiables et cohérentes.

Les variables explicatives utilisées diffèrent selon les sources de données. Pour les observations historiques, elles incluent le temps, la concentration accumulée de CO₂ et des indices climatiques tels que l'oscillation atlantique multidécennale (AMO), l'oscillation nord-atlantique (NAO) et le réservoir d'eaux chaudes de l'hémisphère occidental (WHWP). Pour les données simulées, issues du modèle climatique régional ClimEx, les variables explicatives projetées incluent notamment le temps, la concentration accumulée de CO₂ et la température moyenne de l'air. Les facteurs de correction estimés sont appliqués aux 96 stations météorologiques du Québec présentant au moins 20 ans de données.

Les résultats démontrent que les facteurs de correction issues d'un modèle d'échelle ajusté aux projections climatiques varient selon leur position géographique et l'évolution de la température moyenne de l'air. On note une augmentation deux fois plus prononcée dans l'est et le nord-est du Québec. Pour une station spécifique comme l'aéroport Montréal-Trudeau, une augmentation de $10.32 \pm 3.51\%$ des intensités de précipitation est attendue d'ici 2050, contrairement aux projections précédentes indiquant une hausse de 18%. Également, 40% des stations présentent une augmentation alignée sur la fourchette théorique établie par la relation Clausius-Clapeyron.

Titre : Évolution des risques causés par la fonte du manteau neigeux et les précipitations extrêmes sur les Crues Maximales Probables en hiver-printemps sur les infrastructures stratégiques hydro-électriques du Québec

Présentateur : Philippe Yameogo

Directeur et co-directrice : Philippe Lucas-Picher (UQAM) et Émilie Bresson (OURANOS)

Résumé :

Le changement climatique amplifie les risques liés aux événements hydrométéorologiques extrêmes, notamment dans les régions nordiques où l'hydroélectricité joue un rôle crucial. Au Québec, l'hydroélectricité représente une part majeure de la production énergétique (94%). Cependant, l'augmentation des températures globales, déjà mesurée à +1,6°C depuis l'ère préindustrielle, entraîne des modifications importantes du cycle hydrologique, accentuant les risques de crues printanières provoquées par la fonte rapide du manteau neigeux et des précipitations extrêmes.

La gestion sécuritaire des infrastructures hydroélectriques stratégiques du Québec nécessite une évaluation précise des risques liés à ces crues maximales probables (CMP). Les événements hydrologiques extrêmes, accentués par le réchauffement climatique, représentent une menace pour l'intégrité structurelle des barrages et la sécurité des populations en aval. Cette étude vise à mieux comprendre les impacts du changement climatique sur les CMP hivernales et printanières, en s'appuyant sur des simulations climatiques à haute résolution. L'objectif principal donc de cette thèse est d'évaluer l'évolution des risques de crues maximales au Québec en hiver et au printemps, en lien avec la fonte du manteau neigeux et les précipitations extrêmes. Pour cela, le nouveau Modèle Régional Canadien du Climat version 6 (MRCC6) sera utilisé pour modéliser la couverture neigeuse et ses évolutions futures.

Cette recherche se décline en trois axes principaux : tout d'abord, une évaluation comparative du MRCC6 et de son prédécesseur le MRCC5, afin de mesurer les améliorations en termes de simulation de l'équivalent en eau de neige (SWE) pour deux résolutions de grille (12 km et 2,5 km).

Ensuite, une analyse de l'impact du changement climatique sur la couverture neigeuse et les débits printaniers à l'horizon 2100, basée sur des simulations haute résolution. Enfin, une estimation des Crues Maximales Probables (CMP) et éventuellement une amélioration des méthodes de calcul de la CMP pour plusieurs bassins stratégiques du Québec, à l'aide de modèles hydrologiques tels que Hydrotel et HSAMI.

Les simulations climatiques seront réalisées sur des périodes historiques (1999-2020) et prospectives (jusqu'à 2100). Les analyses hydrologiques s'appuieront sur des modèles distribués à haute résolution afin de quantifier l'évolution des débits maximaux en lien avec les changements observés du manteau neigeux et des précipitations. Cette étude devrait apporter une meilleure compréhension des impacts du changement climatique sur les crues printanières au Québec, permettant ainsi d'optimiser la gestion des infrastructures hydroélectriques et de renforcer les stratégies d'adaptation face aux événements extrêmes.

Titre : Évolution des précipitations extrêmes été-automne et impacts sur les crues de conception des ouvrages hydroélectriques

Présentatrice : Madeleine Fol (UQAM)

Directeur et co-directrice : Philippe Lucas-Picher (UQAM) et Isabelle Chartier (Hydro-Québec)

Résumé :

Les patrons de précipitation et le cycle du débit des rivières au Québec sont en pleine mutation sous l'effet des changements climatiques, particulièrement dans les territoires arctiques et subarctiques comme le Québec, qui sont affectés par un réchauffement plus marqué. L'intensification des événements météorologiques de pluies extrêmes en été et à l'automne entraîne une hausse rapide des crues des rivières et réservoirs et précarise la gestion des bassins hydroélectriques. Dans ce projet, nous examinerons l'évolution future des précipitations extrêmes et des crues maximales probables à partir de la 6e version du Modèle Régional Canadien du Climat (MRCC6/GEM5), basé sur la version 5 du modèle de prévision numérique du temps Global Environmental Multiscale (GEM5) à 2,5 km de résolution horizontale, qui résout explicitement la convection profonde (convection-permitting). Notamment, nous réaliserons une étude de la valeur ajoutée du MRCC6 à 2,5 km de résolution spatiale par comparaison à une configuration à 12 km de résolution et aux produits d'observation et de réanalyse disponibles sur une période historique (2000-2022). Nous analyserons ensuite l'évolution future des événements extrêmes de précipitation avec un petit ensemble de projections climatiques du MRCC6. Finalement, nous effectuerons une analyse hydrologique (crue maximale probable) à partir du modèle conceptuel et global HSAMI+ sur les petits et moyens bassins versants stratégiques du Québec sensibles aux pluies extrêmes d'été-automne. Une revue de littérature, l'établissement des objectifs de recherche du projet de doctorat et des résultats préliminaires d'analyses de valeur ajoutée seront présentés.

Titre : Estimation d'une PMP à partir de précipitations simulées par un modèle de climat

Présentatrice : Anne Martin (Polytechnique Montréal)

Directeur et co-encadrante : Jonathan Jalbert (Polytechnique Montréal) et Élyse Fournier (Hydro-Québec)

Résumé :

L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) définit la PMP comme la quantité maximale d'eau qui peut physiquement s'accumuler sur une période de temps et une région donnée, selon la saison et sans tenir compte des tendances climatiques à long terme. Ainsi, une surestimation de la PMP peut entraîner des coûts inutiles lors de l'aménagement des ouvrages, et une sous-estimation peut avoir des conséquences dramatiques sur les populations avoisinantes ainsi que sur la production d'énergie locale. Les méthodes actuelles de calcul de la PMP présentent de nombreuses failles:

certaines variables utilisées ne sont pas directement observables et requièrent une suite d'approximations afin d'être estimées; l'incertitude n'est pas toujours prise en compte et peut parfois être complexe à déterminer; les changements climatiques, qui exacerbent les événements de précipitations extrêmes, sont difficiles à intégrer aux calculs. L'objectif de ce projet est de développer une méthodologie statistique se basant sur le théorie des valeurs extrêmes pour l'estimation de la PMP qui permette de prendre en compte l'évolution du climat. Jusqu'à présent, un premier modèle hiérarchique non-stationnaire sur les extrêmes de précipitation d'un membre de l'ensemble ClimEx a été produit, avec un ajustement amélioré grâce à la spatialisation que permettent les champs markovien gaussien d'ordre 1. Les résultats de ce modèle préliminaire indiquent une évolution des maximum annuels de pluie sur le territoire étudié. Les deux premiers trimestres de mon doctorat se sont principalement concentrés sur la complétion des crédits de cours ("Extreme Value Analysis" donné à l'automne à McGill par Johanna Neslehova) et de la section théorique de l'examen de synthèse doctoral. Dans le futur, il serait intéressant d'augmenter la précision du modèle en prenant compte de plusieurs membres de ClimEx, ainsi que d'améliorer la dépendance temporelle à l'aide d'un algorithme de sélection de covariables (ex. la température, la concentration de GES, ...). Il serait également intéressant d'utiliser un champ markovien gaussien d'ordre supérieur afin d'intégrer une plus grande quantité d'information dans l'estimation des paramètres du modèle, de déterminer la meilleure distribution à la base du modèle statistique, ainsi que d'utiliser une méthode de spatialisation qui permette l'estimation de quantiles extrêmes sur l'ensemble du territoire d'un bassin versant.

Titre : Simulation des cyclones extratropicaux et des champs de surface associés en Amérique du Nord avec le modèle MRCC6-GEM5 à convection explicite

Présentatrice : Maxine Cloutier-Gervais (UQAM)

Directeur et co-directeurs : Alejandro Di Luca (UQAM), Dominic Matte (OURANOS) et Philippe Roy (Hydro-Québec)

Résumé :

La représentation réaliste des cyclones extratropicaux (ETCs) dans les modèles climatiques est essentielle pour mieux comprendre comment les changements climatiques pourraient affecter leur fréquence, leur intensité et les impacts associés. Cette étude évalue la performance de la sixième version du Modèle régional canadien du climat (MRCC6-GEM5), configurée avec deux maillages horizontaux (~12 km et ~2.5 km), à simuler certaines caractéristiques clés des ETCs, telles que leur intensité et leur durée de vie, en couvrant une période de 2012 à 2022. Les champs de surface associés à ces cyclones seront également évalués, notamment la précipitation et les vents à 10 mètres. Pour ce faire, un algorithme de suivi des tempêtes est d'abord appliqué pour identifier les ETCs sur l'Amérique du Nord, et les résultats sont comparés à ceux de la réanalyse ERA5. Ensuite, les champs simulés de précipitations et de vents de surface horaires associés aux cyclones sont comparés à des observations in situ, satellitaires et radar pour des stations sélectionnées dans une région commune du nord-est des États-Unis. Sur le nord-est de l'Amérique du Nord, les résultats montrent que le modèle génère systématiquement plus de tempêtes (entre 2 et 7 %) que dans ERA5. Par ailleurs, la densité des centres de cyclones est également plus élevée, surtout sur les continents et en été (entre 19 et 26 %). D'ailleurs, au travers toutes les saisons, la simulation à 2,5-km avec la convection explicite présente des différences de densité de centres plus élevées que la simulation avec à 12-km avec la convection paramétrée. De plus, les tempêtes simulées possèdent une durée de vie légèrement plus longue (entre 6 et 13 %), les écarts les plus marqués étant observés lors de la saison estivale. D'autre part, les deux configurations du modèle reproduisent une distribution de l'intensité et de la durée des ETCs en bonne concordance avec les résultats d'ERA5 en toutes saisons. Pour conclure, des résultats préliminaires portant sur la comparaison entre les champs simulés et observés de précipitations et de vents de surface associés aux tempêtes seront présentés et discutés.

Titre : Impact of Bias Adjustment on the Spatiotemporal Properties of Storms Simulated with the CRCM6 (Canadian Regional Climate Model, Version 6)

Présentateur : Dieudonné Djouré Djili (UQAM)

Directeur et co-directeur : Patrick Grenier (UQAM) et Philippe Lucas-Picher (UQAM)

Résumé :

La présente communication propose un cadre innovant de sélection multi-modèles visant à améliorer le downscaling statistique et la correction des biais des sorties des modèles climatiques, en particulier celles provenant du CRCM6 (Canadian Regional Climate Model, Version 6). Le sujet s'inscrit dans le contexte des difficultés actuelles liées aux biais inhérents aux modèles climatiques, qui, par exemple, ont tendance à surestimer la fréquence des jours pluvieux tout en sous-estimant l'intensité des précipitations extrêmes. Cette problématique est cruciale puisque l'utilisation directe de ces données biaisées peut conduire à des simulations et des indicateurs erronés dans des applications régionales de gestion des risques et d'adaptation climatique. L'objectif principal de cette étude est double. D'une part, il s'agit d'évaluer et de caractériser les biais présents dans les simulations du CRCM6 sur une période historique (1981–2014) en comparant divers paramètres liés aux tempêtes avec un produit de référence émanant d'Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC). D'autre part, l'étude examine l'impact de l'ajustement des biais (BA) et du downscaling (DS) sur les propriétés spatiotemporelles des tempêtes. La méthodologie s'articule en trois parties. Dans un premier temps, une analyse comparative permet d'identifier l'ampleur et la nature des biais dans les simulations CRCM6, en se focalisant sur la structure et l'intensité des tempêtes simulées à une résolution de 12 km. Dans un deuxième temps, l'impact des procédures BA+DS conjointes sur ces propriétés de tempête est évalué en comparant les simulations ajustées à un produit de référence simulé à une résolution plus fine (2.5 km). Les questions clés sont de déterminer si le processus d'ajustement des biais améliore la représentation structurelle et dynamique des tempêtes ou s'il entraîne une dégradation de certaines caractéristiques importantes. Enfin, selon les résultats obtenus, deux alternatives sont envisagées pour la suite de la recherche : soit appliquer le BA+DS sur l'ensemble de la série temporelle (1981-2100) pour étudier l'évolution temporelle des propriétés des tempêtes, soit explorer l'extension du processus d'ajustement à des procédures multivariées ou d'autres approches pour mieux capter l'extrême.

Titre: Understanding Mesoscale Convective Systems in Northeastern North America Using the Canadian Regional Climate Model

Speaker: Milena Alpizar (UQAM)

Director and co-director: Philippe Gachon (UQAM) and Alejandro Di Luca (UQAM)

Abstract:

Extreme precipitation events are often related to mesoscale weather systems such as mesoscale convective systems (MCSs), which are large clusters of thunderstorms. Using very high-resolution models—called convective-permitting models (CPMs)—makes it possible to simulate these storms more accurately.

This study focuses on MCSs and the heavy rainfall they produced in northeastern North America between 2015 and 2022. We used various data sources—including radar, satellite, reanalysis, and model simulations—to identify and track MCSs with a detection and tracking algorithm.

We compared results from two versions of the Canadian Regional Climate Model (CRCM6): one with a 12 km resolution, and a higher-resolution version (2.5 km) that operates in CPM mode. We found that MCSs occur most frequently in spring and summer and typically form in the early afternoon.

Lower-resolution models like CRCM6-12 and ERA5 tend to miss many MCSs and fail to capture their interannual variability. In contrast, the high-resolution CRCM6-2.5 model identifies storms with more realistic shapes, stronger rainfall rates, longer lifespans, and more accurate tracks that better match observations.

Looking at the daily cycle, MCSs are largest in the late afternoon and early morning, with peak rainfall around 5 p.m. Notably, MCSs contribute more to extreme rainfall events than overall precipitation totals. Although CRCM6-2.5 slightly overestimates rainfall compared to radar data, it adds value over lower-resolution models by more accurately representing convective precipitation and extremes.

Titre : Un Cadre Méthodologique pour l'Identification des Cyclones Extratropicaux Extrêmes dans des Simulations Régionales de Modèle Climatique

Présentateur : Victorien De Meyer^{1,2} (UQAM)

Co-auteurs : Philippe Gachon^{1,3}, Alejandro Di Luca^{1,2}, Ting-Chen Chen⁴

1 Centre Pour l'Étude et la Simulation du Climat à l'Échelle Régionale (ESCER), Université du Québec à Montréal, Montréal, QC H2X 3Y7, Canada

2 Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC H2X 3Y7, Canada

3 Département de Géographie, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC H2X 3Y7, Canada

4 Moody's, London, United Kingdom

Résumé :

Les cyclones extratropicaux (ETCs) sont les principaux moteurs des événements météorologiques extrêmes dans le nord-est de l'Amérique du Nord (NNA), représentant plus de 60 % des événements extrêmes de précipitations horaires et près de 80 % des événements de vent intense. Ces phénomènes atmosphériques peuvent avoir de lourdes conséquences sur les infrastructures critiques, les réseaux de distribution d'électricité, les biens matériels et les populations. Comprendre leurs caractéristiques et leur évolution projetée dans le contexte du changement climatique est donc essentiel pour élaborer des stratégies d'adaptation. Cette étude examine les caractéristiques des ETCs les plus intenses affectant la région du NNA à travers une analyse comparative des données de réanalyse ERA5 et de plusieurs simulations issues du Modèle Climatique Régional Canadien (CRCM6/GEM5).

Nous utilisons un algorithme de suivi lagrangien et développons de nouvelles métriques pour identifier les ETCs responsables d'extrêmes combinés de vent de surface et de précipitation horaires. La méthodologie est appliquée à un ensemble de simulations CRCM6/GEM5 forcées par des réanalyses et par des simulations de modèles climatiques globaux issus de CMIP6.

Notre cadre méthodologique permet d'obtenir des résultats distincts, apportant un éclairage sur les variations saisonnières, les schémas d'intensité et la durée de ces événements. Les implications des différentes métriques et méthodologies sont examinées en profondeur, mettant en évidence la complexité de la caractérisation des ETCs extrêmes et de leurs impacts sur la région du NNA.
