

Résumés des affiches scientifiques

Table des matières

Analyse de vulnérabilité aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal	4
Analyse fréquentielle intégratrice des débits non jaugés au Québec.....	5
Application d'un cadre simplifié pour la délimitation de l'étendue des inondations et la dérivation de courbes de tarage synthétiques dans de petits bassins versants	6
Assessing the impact of climate change on the water budget of a Canadian Shield lake	7
Changements globaux : qu'advient-il des crevettes nordiques?.....	8
Climigrant – une ressource virtuelle pour une sensibilisation aux impacts des changements climatiques sur les migrations et la santé.....	9
Communiquer l'adaptation aux changements climatiques en temps de pandémie ...	10
Convergence et divergence des taux de brûlage dans les forêts boréales nord-américaines du petit âge glaciaire à nos jours.....	11
Developing Tailored Climate Information for Various Audiences with Diverse Needs	12
Effets parentaux et environnementaux transgénérationnels sur la taille et la survie chez l'omble de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	13
Estimation des courbes de tarage et de leurs incertitudes pour les cours d'eau du Québec méridional	14
Établissement de cibles de restauration de milieux humides pour compenser les effets des changements climatiques sur les débits. Cas d'application sur la Rivière Saint-Charles.....	15
Étude sur l'impact des changements climatiques sur les finances publiques des municipalités du Québec	16
Évolution des chutes et des tempêtes de neige dans la vallée du Saint-Laurent (Québec, Canada), 1953-2013	17
Évolution d'indicateurs spatialisés de la santé des sols sous l'effet des changements climatiques au Québec et en Ontario.....	18
Faune, changements environnementaux et systèmes alimentaires autochtones locaux du nord québécois : Une approche de codéveloppement des connaissances	19
Hausse du niveau de la mer : quoi de neuf dans les rapports 2019 et 2021 du GIEC?	20

Identification des facteurs affectant le comportement hydrologique des milieux humides via une analyse de sensibilité globale et spatio-temporelle appliquée au modèle HYDROTEL..	21
Identification et évaluation des risques et des extrêmes hydrométéorologiques pour les infrastructures stratégiques et névralgiques hydroélectriques et minières au Québec.....	22
Inscrire la nature au bilan : la valeur financière des actifs naturels à l'ère des changements climatiques.....	23
L'adaptation aux changements climatiques dans le réaménagement d'un secteur urbain à Montréal.....	24
La ligne du littoral – 43 vidéos d'histoires inspirantes d'adaptation en zones côtières à travers le monde.....	25
Le Centre canadien des services climatiques: Améliorer l'accès des Canadiens aux informations climatiques.....	26
Le plan d'adaptation aux changements climatiques d'Hydro-Québec – Un premier pas vers la résilience de notre système énergétique.....	27
Le plan d'Intact pour la transition climatique.....	28
Les relations chaleur-pollution-santé revisitées grâce à l'apprentissage automatique	29
Pondération de l'ensemble de simulations hydroclimatiques INFO-Crue pour prendre en compte l'interdépendance et la performance des modèles.....	30
Rassembler les pièces d'un puzzle à plusieurs dimensions : intégration de multiples niveaux de complexité biologique pour étudier l'impact des changements globaux sur la biodiversité marine.....	31
RCERA : Renforcer les capacités et l'expertise régionales en adaptation – Accroître les mesures d'adaptation aux changements climatiques par le renforcement des compétences, l'échange des connaissances et la collaboration régionale.....	32
Système d'analyse et de prévision hydrodynamique du fleuve et de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.....	33
Survol des activités de soutien à INFO-Crue – Thématique évolution du climat.....	34
Statistical analysis of long-term climate variability representation in large ensemble of GCM/RCM based climate change scenarios.....	35
Un système de veille et d'alerte chaleur-santé avec saison prolongée et seuils évolutifs.....	36
Utilisation de la méthode LSPIV (Large-Scale Particle Image Velocimetry) pour la mesure des débits en rivières au Québec.....	37
Une évaluation des impacts du changement climatique sur les lacs canadiens à l'échelle national.....	38

Analyse de vulnérabilité aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal



Affiche n°4

Par Rachel Mallet (Ville de Montréal)

La Ville de Montréal collabore avec le Département de géographie de l'Université du Québec à Montréal à la mise à jour de l'analyse de vulnérabilité aux changements climatiques produite dans le cadre du Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal 2015-2020. La vulnérabilité a été calculée pour les aléas suivants : pluies abondantes, vagues de chaleur, tempêtes destructrices, sécheresses et crues. Quant à la méthodologie, elle s'inspire de celle produite par Ouranos « Analyser la vulnérabilité sociétale et territoriale aux inondations en milieu urbain dans le contexte des changements climatiques, en prenant comme cas d'étude la Ville de Montréal ».

Outre la mise à jour de l'analyse de vulnérabilité, des cartes d'îlots de chaleur (ICU) de jour pour les années 2013, 2016 et 2019 avec les images Landsat 8, une carte des ICU de jour avec les images aéroportées 2016 produites par la Division de la géomatique de la Ville de Montréal et une nouvelle carte de ruissellement ont été produits. D'ailleurs, un projet portant sur les ICU a été soumis au Concours du calendrier de cartes 2023 d'Esri Canada afin de faire rayonner le travail accompli. Celle-ci a officiellement été retenue et sera le mois de juin 2023.

Les objectifs du projet sont d'évaluer pour chaque secteur de l'agglomération de Montréal si celui-ci est plus ou moins vulnérable à un aléa climatique, de développer des outils d'aide à la décision servant à la mise en place de mesures pour adapter le territoire et de sensibiliser la communauté montréalaise aux changements climatiques.

Affiche n°27

Par Alexandre Duy Anh (Polytechnique)

Les inondations exceptionnelles de 2017 et de 2019 au Québec ont mis en lumière plusieurs défis en matière d'adaptation aux aléas climatiques. Au sein du projet INFO-Crue, ma contribution concerne l'analyse des débits extrêmes dans les rivières non jaugées du Québec jusqu'à l'horizon 2100. Deux modèles hiérarchiques bayésiens indépendants ont été développés pour des données de pseudo-observations et de simulations hydro-climatiques. Les pseudo-observations proviennent d'une méthode d'interpolation fournissant des estimations de débits dans les bassins non jaugés jusqu'à 2019. Les simulations hydro-climatiques proviennent d'un ensemble de modèles climatiques couplés au modèle Hydrotel, permettant de simuler les débits futurs sous différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre jusqu'à 2100.

Ces simulations prennent alors en compte les changements climatiques. Les débits maximaux annuels sont modélisés par des lois aux valeurs extrêmes généralisées, dans le cadre de la théorie des valeurs extrêmes. Les modèles hiérarchiques développés structurent ces données complexes de façon cohérente, et permettent une estimation des niveaux de débits élevés qui prend en compte les incertitudes. Une méthode de post-traitement statistique a été adaptée pour faire la jonction entre les deux modèles hiérarchiques bayésiens et prédire les extrêmes de débits futurs.

La méthodologie précédente a été appliquée aux données de 240 tronçons de la rivière Chaudière. Les prévisions indiquent dans la majorité des tronçons une augmentation du niveau de débit centennal jusqu'à 2100, notamment dû à une plus grande dispersion des débits extrêmes simulés dans le futur.

Application d'un cadre simplifié pour la délimitation de l'étendue des inondations et la dérivation de courbes de tarage synthétiques dans de petits bassins versants

Affiche n°25

Par Camila A. Gordon (INRS), en collaboration avec Étienne Foulon et Alain N. Rousseau

L'obtention simple et rapide de l'étendue des inondations *via* la prévision hydrologique est cruciale pour réduire les dommages associés. En combinant un débit prévu à une courbe de tarage synthétique (CTS) avec l'approche *Height Above the Nearest Drainage* (HAND), il devient possible de cartographier la superficie inondée selon la hauteur d'eau obtenu par cette CTS. Dans l'approche HAND-CTS, les CTS sont dérivées pour différents tronçons de rivière d'un réseau hydrographique à partir d'un modèle numérique d'altitude (MNA). Ainsi, en l'absence de données bathymétriques, les géométries hydrauliques d'un tronçon peuvent être estimées à l'aide de données topographiques à haute résolution (10 points au m²).

Par la suite, la CTS peut être construite en utilisant l'équation de Manning pour tout tronçon de rivière. Ce cadre a été évalué sur le bassin versant de la rivière St Charles (552 km²) à Québec. Trois stations de jaugeage ont été employées pour le calage de CTS. De plus, une analyse globale de sensibilité ainsi que le développement d'un critère de validation basé sur le nombre de Froude et une analyse de l'impact de la résolution des MNA sur les CTS ont été effectués. Les CTS obtenues sont dans une plage de $\pm 5\%$ des courbes de tarage dérivées à partir de données *in-situ*.

Les frontières des superficies inondées estimées par l'approche HAND-CTS ont été comparées et celles de la cartographie des zones inondables de la Ville de Québec. Les résultats de cette comparaison illustrent que l'approche HAND-CTS devient un outil de première approximation pour soutenir la délimitation des zones à risque d'inondation. Enfin, deux des retombées majeures de cette étude portent sur :

- a) l'intégration formelle d'un critère de validation des modèles simplifiés de cartographie sur de petits bassins versants ;
- b) le potentiel d'appliquer de telles approches sur des bassins peu jaugés.

Assessing the impact of climate change on the water budget of a Canadian Shield lake



Affiche n°30

Par James Harris (UQAM, GRIL), en collaboration avec Marie Larocque, Sylvain Gagné, Simon Lavoie Lavallée (UQAM)

Lake Papineau (13 km²) and its watershed (93 km²) are situated in the Kenauk Nature private reserve, midway between Ottawa and Montreal on the Canadian Shield (Outaouais region). In partnership with Kenauk Nature, Nature Conservancy of Canada and Ouranos, this project assesses the resilience of the lake hydrosystem and its associated lake-edge wetlands under current and future climatic and anthropic pressures.

To do so, the components of the lake water budget, notably the annual groundwater contribution (5-7% of inflows), were quantified under recent and historical conditions. Use of the Budyko theoretical framework in conjunction with the HydroBudget surface-water balance model verified the coherence of simulated runoff, recharge and actual evapotranspiration with the hydroclimatic context of southern Quebec.

A MODFLOW model was subsequently developed using the LAK module to simulate the lake water budget and the lake stage, with the latter crucial for assessing the impact of future stage variations on lake-edge wetlands. In partnership with Ouranos, twelve future climate scenarios (RCP 4.5 and 8.5) were simulated with MODFLOW, indicating an approximately 15% and 20% annual increase in direct precipitation and evaporation, respectively, along with shorter and warmer winters as well as longer and dryer summers at the 2071-2100 horizon.

These changing climatic conditions are expected to induce higher lake stages in winter (+10 cm) and lower stages during the spring freshet (-10 cm), while having negligible effect on summer stages. Such results will inform recommendations for conserving both the Kenauk territory and lake watersheds in similar climatic and geological contexts.

Changements globaux : qu'advient-il des crevettes nordiques?

Affiche n°14

Par Ella Guscelli, Fanny Noisette, Pierso Calosi, Pierre U. Blier (UQAR) et Denis Chabot (Pêches et Océans Canada)

La sensibilité des espèces aux variations environnementales est souvent déterminée en considérant une seule unité homogène d'organismes dans leur distribution géographique. Pourtant, plusieurs populations d'une même espèce peuvent être acclimatées ou adaptées à leur environnement local/régional, ce qui peut influencer leurs réponses aux fluctuations environnementales. Dans ce contexte, notre compréhension actuelle de la réponse des espèces aux changements globaux risque d'être biaisée.

Des études multi-populationnelles sont nécessaires pour comparer les réponses physiologiques de différentes populations au sein d'une même espèce afin d'obtenir des prédictions plus précises sur leur devenir, et ce, en utilisant une approche intégrative des différents niveaux d'organisations biologiques : de l'organisme à la cellule. De plus, il est primordial de considérer les effets combinés de plusieurs facteurs de changement global de l'océan puisque ces derniers coexistent en milieu marin.

Dans le but d'améliorer nos capacités prédictives d'abondance et distribution des espèces, l'acquisition de ces informations est particulièrement pertinente pour des espèces d'importance économique et écologique telles que la crevette nordique. Ce projet vise à comprendre la sensibilité de quatre populations de crevettes situées dans l'Atlantique nord-ouest en étudiant les effets combinés du réchauffement, de l'acidification et de l'hypoxie des océans sur leur survie, taux métaboliques et métabolisme énergétique. Les résultats indiquent que la sensibilité des populations à l'augmentation de la température et la diminution de pH est comparable, et qu'en conditions combinées la probabilité de survie et la performance seront fortement réduites, au point d'observer une possible extinction commerciale de cette espèce dans le Golfe du Saint-Laurent.

Climigrant – une ressource virtuelle pour une sensibilisation aux impacts des changements climatiques sur les migrations et la santé

Affiche n°7

Par Thierry Hurlimann (Université de Montréal, Université Laval) en collaboration avec Sandra Dumais (illustratrice), Matthew Hunt (Université McGill), Kranz, Sergio Luna (webmaster), Lisa Merry (Université Laval, Université de Montréal), Sophie Schriever (Université Laval, Université d'Amsterdam) et Tzvetelina Tzoneva (UQAM, Université McGill)

Contexte

Les impacts des changements climatiques nous touchent toutes et tous, ici ou ailleurs. Cependant, tous les pays et tous les individus ne sont pas égaux face à ceux-ci. De plus en plus, ces changements - ajoutés à des facteurs de vulnérabilité - provoquent des migrations au niveau régional, national ou international. Toutefois, quitter son lieu de vie est une solution que toutes et tous n'ont pas, par manque de ressources ou tout simplement de capacité. Les facteurs sociaux, économiques et politiques jouent d'ailleurs un rôle crucial. Ces phénomènes accumulés ont des effets directs sur la santé des populations.

Objectifs

Partager un message de solidarité avec un large public en offrant une [ressource éducationnelle virtuelle](#) sur les enjeux liés aux migrations climatiques et à la santé.

Description

Une trentaine d'expert.e.s de diverses disciplines ont été consultés pour identifier les messages clés ainsi que les références et matériel nécessaires pour assurer le bien-fondé d'histoires illustrées. L'une des histoires décrit les inondations dans l'ouest de l'île de Montréal ces dernières années, tandis que l'autre décrit la situation des îles de Kiribati (dans le Pacifique Sud) qui seront bientôt submergées par les eaux. En racontant ces histoires, nous mettons en évidence la façon dont les changements climatiques peuvent provoquer des déplacements, ainsi que les impacts de ces phénomènes sur la santé, y compris la santé mentale. Notre plan est de développer le site avec d'autres histoires et/ou médias, ainsi que la section ressources pour offrir des outils pédagogiques et de réflexion.

Soutien financier

Réseau de recherche en santé des populations du Québec – financé par les Fonds de recherche du Québec – Santé.

Affiche n°1

Par Alizée Pillod (Université de Montréal, Université Laval)

Les changements climatiques représentent un danger majeur pour la santé publique au Québec et ailleurs. L'engagement de la population apparaît alors essentiel si l'on désire adopter des politiques efficaces pour atténuer le réchauffement climatique et s'y adapter. Bien que la communication climatique soit en plein essor, les stratégies de communication précédemment utilisées doivent être revisitées suite à la pandémie de COVID-19, puisque celle-ci a entraîné de nombreux impacts sur la population, entre autres, une infodémie, pouvant compromettre la réception de futurs messages. Peu d'études se sont toutefois intéressées jusqu'ici à la communication de l'adaptation aux changements climatiques dans le contexte récent de la pandémie de la COVID-19 au Québec.

Nos résultats démontrent que celle-ci est plus difficile en contexte de pandémie, car la crise sanitaire est source d'anxiété accrue chez la population (notamment chez les jeunes) et les changements climatiques sont moins souvent abordés dans les médias, même si des liens entre les deux crises y sont établis. De manière générale, on constate la présence d'une littératie climatique déficiente, autant chez le public que chez les journalistes.

De plus, les Québécois semblent décidés à agir mais demeurent néanmoins attachés à des modes de vie qui engendrent une empreinte carbone élevée. Privilégier des solutions collectives plutôt qu'individuelles, recadrer la crise climatique comme un problème de santé et utiliser l'intelligence artificielle s'avèrent des solutions viables pour sensibiliser davantage la population à l'adaptation aux changements climatiques.

Convergence et divergence des taux de brûlage dans les forêts boréales nord-américaines du petit âge glaciaire à nos jours

Affiche n°15

Par Raphaël D. Chavardès (UAQT et Service canadien des forêts), Victor Danneyrolles (Université de Sherbrooke), Jeanne Portier (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL), Martin P. Girardin, Sylvie Gauthier (Service canadien des forêts et UQAM), Dorian M. Gaboriau (UAQT), Igor Drobyshev (Swedish University of Agriculture Sciences), Dominic Cyr (Environnement et Changement climatique Canada), Tuomo Wallenius (University of Helsinki) et Yves Bergeron (UQAT et UQAM)

Nous avons étudié comment les taux de brûlage ont varié depuis les années 1700 dans les forêts boréales nord-américaines. Pour cela, nous avons utilisé les données dendrochronologiques de 16 sites d'étude de l'histoire des feux répartis dans ces forêts et avons étudié la variation des taux de brûlage pour la période historique entre 1700–1990. Ces taux de brûlage historiques ont été comparés aux taux récents estimés pour la période moderne à l'aide de données satellitaires entre 1980–2020.

Les taux de brûlage pendant la période historique pour la plupart des sites ont montré une tendance décroissante, surtout entre le début et milieu du XXe siècle. Étant donné le synchronisme de cette tendance entre sites, nous avons interprété que de vastes schémas spatiaux de conditions atmosphériques ont principalement entraîné cette diminution, en plus des changements régionaux dans l'utilisation des paysages comme l'exclusion et la suppression des feux.

La période moderne a montré des taux de brûlage moins variables et plus faibles entre les sites, et les taux de brûlage moyens de cette période ont présenté des tendances divergentes entre les sites de l'est et du nord-ouest, avec des tendances à la hausse des taux de brûlage moyens dans la plupart des sites du nord-ouest. Étant donné que le climat plus chaud et peut-être plus sec pourrait bien l'emporter sur la capacité à supprimer les feux, il n'est pas certain que la diminution observée des taux de brûlage dans les forêts boréales de l'est du Canada se poursuivra à l'avenir.

Developing Tailored Climate Information for Various Audiences with Diverse Needs

Affiche n°34

Par Dominique Paquin, Louis-Philippe Caron et David Huard (Ouranos)

Ouranos is a regional consortium on climate adaptation based in Montréal, Canada. In recent years, prompted by rising awareness around climate vulnerabilities, we have received an increasing number of demands for climate data and services. This increase was also accompanied by a wider variety of requests. To meet this rising demand, limited resources have forced us to move away from a case-by-case basis to develop an integrated approach to provide tailored, useful and credible climate information which responds to various needs. Our new strategy aims at addressing the needs of a large number of users through the development of publicly available tools, data and climate services platforms.

To do so, we keep abreast of advances in science, knowledge gaps and user needs to guide the development of fundamental and applied R&D projects in partnership with universities. This allows advancing the necessary scientific knowledge and helps consolidate our various products through sound science and following international standards. Keeping up-to-date on the evolution of user needs is an ongoing task, as their level of knowledge evolves rapidly and as legislation imposes new requirements. As such, we continuously interact with users to better understand their needs and develop new climate products.

Here, we will present our "climate science and services" strategy, along with a few examples on how this approach has contributed to developing tailored public climate information and tools.

Effets parentaux et environnementaux transgénérationnels sur la taille et la survie chez l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)

Affiche n°11

Par Carolyne Houle, Philippine Gossieaux, Dany Garant (Université de Sherbrooke), Louis Bernatchez (Université Laval) et Céline Audet (UQAR)

Des hausses de températures sont désormais observées dans plusieurs écosystèmes et agissent comme de nouveaux agents sélectifs qui façonnent les traits et l'aptitude phénotypique des individus. Les effets parentaux transgénérationnels peuvent être importants pour moduler l'adaptation des générations futures et atténuer les effets négatifs des changements de température.

Le potentiel de ces effets peut être important chez les espèces de poissons d'eau douce, car la température est une composante abiotique clé de leur environnement. Pourtant, encore relativement peu d'études ont évalué la présence et l'importance des effets parentaux transgénérationnels dans des conditions naturelles. Le but de notre étude était d'évaluer comment les conditions de température parentales influencent les phénotypes (croissance et survie après ensemencement) de la progéniture chez l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*). Pour ce faire, un traitement « froid » et un traitement « chaud » ont été appliqués aux géniteurs lors de la maturation.

Un second objectif était de tester comment la sélection pour des traits d'intérêt (croissance et absence de maturation sexuelle à 1+) peut affecter ces effets parentaux, s'il y en a. Nos résultats indiquent que la progéniture issue de reproducteurs « froids » a montré une survie plus faible un an après l'ensemencement en lac et que l'indice de condition de Fulton était positivement corrélé à la survie en lac. L'étude des effets parentaux et environnementaux transgénérationnels chez l'omble de fontaine pourrait avoir d'importantes implications pour les pratiques d'ensemencement utilisées pour soutenir l'industrie de la pêche sportive.

Mots clés : caractéristiques morphologiques, effets parentaux, salmonidés, survie

Estimation des courbes de tarage et de leurs incertitudes pour les cours d'eau du Québec méridional

Affiche n°28

Par Gabriel Gobeil (Polytechnique), en collaboration avec Rahma Jebali et Jonathan Jalbert

Les mesures de débits des cours d'eau sont importantes dans plusieurs domaines de l'hydrologie, par exemple, en génie civil et en aménagement du territoire pour la cartographie des zones inondables. En raison de la difficulté que représente la mesure en temps réel du débit des cours d'eau, des courbes de tarages sont utilisées pour estimer le débit à partir des mesures de hauteur d'eau.

Ces courbes sont cependant sujettes à plusieurs sources d'incertitudes importantes. Notamment, les imprécisions des jaugeages, l'instabilité géomorphologique des rivières jaugées et l'estimation des paramètres de la courbe sont des facteurs qui affectent les estimations. Nous présentons une méthode d'estimation des courbes de tarage permettant une prise en compte rigoureuse des sources d'incertitudes spécialement adaptée aux stations hydrométriques du Québec méridional.

Contrairement à la méthode actuellement proposée par l'Organisation météorologique mondiale, cette méthode permet de considérer les incertitudes sur les débits mesurés dans l'estimation des débits prédits en plus de permettre le calcul de l'incertitude des paramètres des courbes de tarage. L'utilisation de la méthode sera illustrée par l'application à des stations hydrométriques du Québec représentatives des différentes caractéristiques du réseau hydrométrique du Québec méridional.

Établissement de cibles de restauration de milieux humides pour compenser les effets des changements climatiques sur les débits. Cas d'application sur la Rivière Saint-Charles

Affiche n°22

Par Stéphane Savary, en collaboration Jean-Olivier Goyette, Marianne Blanchette, Alain Rousseau, Stéphanie Pellerin et Monique Poulin (INRS)

Les changements climatiques (CC) apporteront des [étiages plus sévères](#) et, dans certaines régions, des crues printanières plus importantes). Ceci aura des impacts majeurs sur la santé et sécurité des citoyens. Bien que les milieux humides (MH) soient reconnus comme d'importants régulateurs des débits, en atténuant les crues et soutenant les étiages, ces écosystèmes ont été largement détruits dans les dernières décennies via les activités humaines.

La restauration de MH se présente donc comme une stratégie évidente afin de compenser les effets négatifs des CC à venir. Malheureusement, les cibles de conservation et de restauration sont souvent fixées à l'échelle globale sur des bases politiques plutôt que scientifiques. Or, une connaissance des dynamiques locales et régionales est essentielle afin d'établir des cibles de restauration appropriées aux enjeux et aux besoins spécifiques à chaque région. Les travaux présentés offrent une perspective nouvelle dans l'exploration de scénarios de milieux humides comme stratégie de mitigation des effets des changements climatiques à l'échelle d'un bassin versant et plus spécifiquement celui de la rivière Saint-Charles.

Affiche n°5

Par Charles-Antoine Gosselin (WSP), en collaboration avec Charlotte Legault-Bélanger et Yves Létourneau (UMQ), Nathalie Bleau et Ursule Boyer-Villemaire (Ouranos), Annabelle Lamy, Guy Felio, Nicolas Sbarrato, Marco Alvarenga Alves et Benjamin Lauzière (WSP)

Les finances des municipalités sont exposées et vulnérables aux changements climatiques (CC). Pourtant, à ce jour, l'ampleur de cette problématique demeure mal chiffrée à l'échelle du Québec. Le mécanisme de taxe foncière, d'où provient la majorité de leurs revenus, leur confère une certaine résilience aux CC. Toutefois, plusieurs dépenses sont exposées aux impacts des CC via, entre autres, les charges liées aux infrastructures.

Les données financières des municipalités, pour les 10 dernières années, ont été analysées afin d'estimer l'impact d'un évènement climatique majeur. Des simulations réalisées sur l'inventaire des infrastructures municipales du Québec ont permis d'estimer l'impact économique des changements chroniques sur :

- i. la détérioration accélérée;
- ii. les charges d'entretien et de fonctionnement;
- iii. les coûts de mise à niveau des actifs existants;
- iv. le remplacement. Les impacts sont projetés à l'horizon 2075, avec les scénarios RCP 4.5 et 8.5.

Une augmentation du tiers des budgets annuels municipaux en sécurité civile est mesurée lorsque survient un épisode extrême d'inondation et de submersion.

Dès 2025, l'opération, l'entretien, la mise à niveau et le remplacement des infrastructures qui ne sont pas effectués en fonction du climat futur augmentera le coût prévu de 2 G\$/année. Cela représente des coûts annuels additionnels par habitant de 155\$ pour la région Est, de 233\$ dans le Sud-Ouest et 522\$ dans le Nord.

- les routes locales et les infrastructures d'eaux pluviales et usées seront les plus coûteuses à entretenir, à mettre à niveau et à remplacer en contexte de CC;
- nous ne pouvons conclure à l'effet que les épisodes extrêmes génèrent en moyenne des impacts significatifs sur les revenus des municipalités.

L'affiche présente les grandes lignes (contexte, méthodologie, résultats, limites et conclusions) de l'étude WSP/UMQ/Ouranos visant spécifiquement à mesurer l'impact des CC sur les postes budgétaires de l'ensemble des organisations municipales québécoises.

Évolution des chutes et des tempêtes de neige dans la vallée du Saint-Laurent (Québec, Canada), 1953-2013

Affiche n°33

Par Samuel Leduc-Frenette (INRS), en collaboration avec Marc-André Bourgault (Université Laval) et Richard Leduc (AirMet Science)

La présente étude, qui focalise son regard sur les terres bordant la partie fluvio-estuarienne de la vallée du Saint-Laurent, vise à combler partiellement nos lacunes en matière de dynamique climatique à l'échelle régionale. Plus spécifiquement, elle a pour finalité d'analyser, sur une période de 60 ans (1953-2013), l'évolution des chutes et des tempêtes de neige relativement à leur fréquence, à leur intensité quotidienne et à leurs accumulations quotidiennes, mensuelles et annuelles.

Pour ce faire, treize stations météorologiques ou climatologiques ont été sélectionnées, de la municipalité des Cèdres à l'ouest de Montréal jusqu'à Mont-Joli, dans le Bas-Saint-Laurent, en passant par Bagotville, près du fleuve Saguenay. La sélection des stations a été opérée sur la base de leur bonne répartition sous-régionale, mais surtout en fonction de la qualité, de la quantité et de la continuité ininterrompue de leurs enregistrements de chutes de neige disponibles dans les archives climatologiques d'Environnement Canada pendant les 60 années de notre série chronologique.

Il ressort de l'analyse statistique et spatiale de ces données que les chutes de neige annuelles sont moins abondantes (-8,43 %) dans la seconde période climatique (1983-2013) par rapport à la première (1953-1983). Qui plus est, l'intensité de ces chutes est moindre d'environ 10 % alors que la fréquence des jours neigeux demeure inchangée. Du côté des tempêtes de neige (chutes de 20 cm et de 30 cm ou plus, poudreries et blizzards), leur fréquence annuelle moyenne baisse dans tous les cas tandis que leur intensité demeure plus ou moins la même.

Évolution d'indicateurs spatialisés de la santé des sols sous l'effet des changements climatiques au Québec et en Ontario



Affiche n°16

Par Gasser, M.-O. Biswas, A., Bernard, C., A., Martinelli, G., Easher, T.H., Ondo Z.A.

Les sols agricoles vont connaître une intensification de leur utilisation sous l'effet des changements climatiques et plusieurs propriétés des sols liées à la teneur en matière organique du sol (MOS) seront affectées. L'évolution de la MOS et du ratio de cultures pérennes a été modélisé en climat futur à l'échelle du Québec et de l'Ontario avec une approche de substitution de l'espace pour le temps et des techniques d'apprentissage machine. Des analyses de sols d'un laboratoire privé, des données climatiques actuelles et futures fournies par OURANOS, des données d'occupation de sols (zone cultivée et type de culture) provenant de la FADQ et de AAC, ainsi que des données de MNT ont été utilisées. Le modèle Random Forest a été retenu pour réaliser les simulations avec un R2 de 0,49, incluant par ordre d'importance, la texture, le ratio de cultures pérennes, des indicateurs climatiques et finalement des variables liées au MNT.

En 2100, les sols connaîtront une diminution plus importante de leur teneur en MOS dans les régions plus froides du Québec, ainsi qu'une diminution des superficies en cultures pérennes. Mais les diminutions de la MOS dans ces régions seront davantage imputées au climat qu'aux changements de cultures. La texture des sols jouera également un rôle important. La teneur en MOS étant généralement plus faible dans les sols sableux que dans les sols argileux, le climat futur les affectera différemment selon les régions. Les différents scénarios d'émissions de GES anticipés (RCP 4.5 et 8.5) auront moins d'effet et du même ordre de grandeur que le changement de cultures pérennes en annuelles. L'application du modèle climatique à l'échelle ontarienne n'a pas produit les résultats prévus en raison des domaines climatiques mal représentés et des sources de données différentes pour l'évaluation du ratio de cultures pérennes.

Faune, changements environnementaux et systèmes alimentaires autochtones locaux du nord québécois : Une approche de codéveloppement des connaissances

Affiche n°17

Par Murray Humphries, Treena Wasonti:io Delormier, Gordon Hickey (McGill University), et le Northern Wildlife Knowledges Lab

Les systèmes alimentaires autochtones locaux impliquent la récolte, la consommation et la conservation de la biodiversité locale pour la santé, le bien-être et l'identité culturelle des communautés. L'identification des impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires locaux et les principales espèces alimentaires ainsi que le développement de stratégies d'adaptation capables de maintenir la sécurité alimentaire locale sont essentiels à la durabilité des communautés et des modes de vie nordiques. Notre projet s'intitulant [Wildlife, Environmental Change, and Local Indigenous Food Systems](#) (WECLIFS) est une initiative de recherche multidisciplinaire axée sur les impacts des changements environnementaux sur les systèmes alimentaires autochtones locaux du nord du Québec, incluant le territoire inuit du Nunavik et le territoire cri d'Eeyou Istchee.

En collaborant étroitement avec les communautés et les organisations locales et régionales ayant des mandats liés à la faune, à l'environnement, à la santé, à la sécurité alimentaire et à l'adaptation aux changements climatiques, WECLIFS et ses sous-projets mettent l'accent sur l'engagement et le codéveloppement de connaissances. La phase initiale du projet WECLIFS porte sur le processus collaboratif et la valorisation de données existantes et vise à combler les lacunes de connaissances prioritaires aux systèmes alimentaires autochtones du Nunavik et d'Eeyou Istchee. Nous présentons les résultats principaux de cette phase, incluant notre approche collaborative, le contexte socioécologique et conceptuel de la recherche, une description des systèmes alimentaires autochtones et une projection de la biodiversité dans un contexte de changements climatiques. Nous présentons également une série de pistes d'adaptation et d'implications pour les politiques liées aux changements climatiques.

Hausse du niveau de la mer : quoi de neuf dans les rapports 2019 et 2021 du GIEC?



Affiche n°21

Par Denis Gilbert (travailleur autonome, retraité Pêches et Océans Canada)

Dans son rapport spécial sur l'océan et la cryosphère publié en septembre 2019, le GIEC nous apprenait que la perte de masse de la calotte glaciaire antarctique au cours de la période 2007–2016 a triplé par rapport à 1997–2006. La perte de masse de la calotte glaciaire du Groenland a quant à elle doublé de 1997-2006 à 2007-2016. Cette accélération de la fonte des calottes glaciaires est fort inquiétante.

En août 2021, le GIEC publiait ensuite les travaux de son groupe de travail 1 sur les bases physiques du changement climatique. Au-delà du rapport écrit, un atlas en ligne hébergé par la NASA fournit des projections détaillées de hausse du niveau relatif de la mer jusqu'en 2150 pour cinq communautés côtières du Québec : Rimouski, Baie-Comeau, Sept-Îles, Sainte-Anne-des-Monts et Harrington Harbour. Je présenterai des graphiques de ces projections du GIEC pour le Québec.

Pour l'année 2300 et selon le scénario d'émissions de GES optimiste SSP1-2.6, le GIEC projette une hausse du niveau moyen mondial de la mer entre 0,5 m et 3,2 m. En tant que chercheur scientifique de Pêches et Océans Canada, j'ai eu le privilège de faire partie de la délégation officielle du gouvernement du Canada lors des séances d'approbation des résumés à l'intention des décideurs de ces deux rapports du GIEC. Ils contiennent une foule de renseignements utiles pour une meilleure adaptation des communautés côtières à la hausse projetée du niveau de la mer. J'en présenterai quelques-uns pertinents au contexte du Québec maritime.

Identification des facteurs affectant le comportement hydrologique des milieux humides via une analyse de sensibilité globale et spatio-temporelle appliquée au modèle HYDROTEL

Affiche n°29

Par Marianne Blanchette, en collaboration avec A.N. Rousseau et E. Foulon (INRS)

HYDROTEL est un modèle hydrologique semi-distribué permettant d'évaluer l'influence des milieux humides sur le comportement hydrologique d'un bassin versant. Il contribue notamment à la planification des stratégies de conservation, de restauration ou de création des milieux humides à l'échelle du bassin.

La représentation des processus hydrologiques au sein des modules de milieux humides d'HYDROTEL s'appuie sur différents paramètres caractérisant leur géométrie, ainsi que leurs flux d'entrée et de sortie et agissant sur différentes équations décrivant les relations entre la hauteur d'eau, la surface et le volume de ces milieux. Mieux comprendre comment ces paramètres et leurs interactions affectent les variables de sortie (par exemple, les débits) permet d'affiner notre compréhension de ces modules à différentes échelles spatiales, en plus de guider l'acquisition de données in situ.

Cette étude présente les résultats d'une analyse de sensibilité globale appliquée aux modules de milieux humides isolés et riverains dans HYDROTEL. Pour ce faire, la boîte à outils VARS (Variogram Analysis of Response Surface) a été utilisée sur les bassins versants de la rivière Saint-Charles et Bécancour, Québec, Canada. La variabilité spatio-temporelle de la sensibilité a été prise en compte en générant des indices de sensibilité pour chaque pas de temps et en considérant différents groupes de milieux humides sur la base des ordres de Strahler.

Les résultats confirment l'importance des paramètres définissant la géométrie des milieux humides et le synchronisme entre les processus hydrologiques saisonniers et les fluctuations temporelles de la sensibilité des paramètres qui y sont reliés.

Identification et évaluation des risques et des extrêmes hydrométéorologiques pour les infrastructures stratégiques et névralgiques hydroélectriques et minières au Québec

Affiche n°31

Par Philippe Gachon, Alejandro Di Luca (UQAM, ESCER), en collaboration avec Philippe Roy, Luc Perreault, Isabelle Chartier (Hydro-Québec)

L'objectif principal de ce projet Alliance est d'améliorer la connaissance des risques associés aux aléas hydrométéorologiques (précipitations et crues maximales probables – PMP et CMP, et vents intenses, VI) dans un contexte de changements climatiques (CC). Les travaux sur l'identification des risques et leur évaluation comprendront l'analyse des processus physiques à l'origine des événements extrêmes de précipitation, notamment les PMP, afin de mieux comprendre et identifier les effets de ceux-ci sur les caractéristiques des CMP dans les régions d'intérêt et d'ouvrages hydro-électriques d'Hydro-Québec, ainsi que sur les régions d'exploitation minière. La prise en compte et l'analyse des aléas hydrométéorologiques incluront également l'effet du temps violent sur l'occurrence des vents les plus intenses, que ce soit via les systèmes convectifs de méso-échelle (ex : orages isolés ou organisés) ou des systèmes météorologiques d'échelle synoptique (ex : tempêtes hivernales), répondant aux besoins d'Hydro-Québec, et des trois partenaires miniers, du MELCC et d'Ouranos partenaires de ce projet.

Dans un premier temps, ce projet prévoit de réaliser des simulations d'études de cas ou « scénarisées » à partir d'événements passés particuliers, déterminés selon des caractéristiques météorologiques prédéfinies (ex., tempêtes les plus intenses et effets sur les vents et les précipitations extrêmes), afin de déterminer les facteurs responsables de l'impact majeur sur les infrastructures et les processus décisionnels. Ensuite, ce type d'événements (i.e. tempêtes) sera évalué en mode CC (simulations sur des périodes futures).

Cette évaluation sera réalisée à partir de séries de simulations réalisées avec le nouveau modèle climatique MRCC6/GEM5, en développement au centre ESCER, à différentes résolutions spatiales (12 et 2,5 km en mode *convection-permitting*). Quelques résultats préliminaires de simulations utilisant ces deux résolutions feront l'objet de cette présentation, ainsi que la programmation de recherche développée sur 5 ans et réalisée en collaboration étroite entre l'UQAM, Polytechnique, l'UQAT, Hydro-Québec, plusieurs compagnies minières, le MELCC et Ouranos.

Inscrire la nature au bilan : la valeur financière des actifs naturels à l'ère des changements climatiques

Affiche n°10

Par Joanna Eyquem (Centre Intact d'adaptation au climat)

Les services fournis par la nature ne sont pas systématiquement pris en compte dans les décisions d'investissement, la gestion des actifs ou la comptabilité. Par conséquent, les décisions ne sont pas nécessairement judicieuses d'un point de vue économique et peuvent entraîner la dégradation des services.

Le rapport « Inscrire la nature au bilan : la valeur financière des actifs naturels à l'ère des changements climatiques » fait la synthèse de (1) les mesures qui sont prises pour gérer les actifs naturels au Canada (2) les méthodes d'évaluation des services fournis par la nature, et (3) les mesures qui peuvent être prises pour reconnaître et valoriser ces services dans la comptabilité et la prise de décision des secteurs public et privé

Cette affiche présentera les faits saillants du rapport, incluant les trois recommandations clés, de :

- permettre l'inclusion des actifs naturels dans les états financiers du secteur public, comme l'envisage actuellement le Conseil sur la comptabilité dans le secteur public, qui établit les normes de comptabilité du secteur public;
- élaborer des lignes directrices et des normes nationales qui permettront de définir et d'évaluer les actifs naturels au Canada;
- mobiliser les institutions financières canadiennes dans la mise en place de cadres et d'indicateurs qui tiennent compte de la valeur de la nature, encourager le secteur privé à investir dans des projets de préservation et de restauration et fournir les outils nécessaires au calcul du rendement du capital investi dans la nature.

L'adaptation aux changements climatiques dans le réaménagement d'un secteur urbain à Montréal

Affiche n°6

Par Hélène Madénian (INRS)

Le Labo Climat Montréal s'est formé en réponse à un appel lancé par la Ville de Montréal et Ouranos pour la mise en place d'un projet de recherche d'inspiration living lab visant à développer de manière collaborative de nouvelles pratiques de planification de projets urbains intégrant l'adaptation aux changements climatiques, à partir du cas de Lachine-Est, un secteur urbain en redéveloppement. L'approche adoptée visait à favoriser l'appropriation professionnelle de la démarche et de ses résultats coconstruits au fur et à mesure.

Ainsi, dans un horizon de 18 mois et dans les contraintes des spécificités du projet Lachine-Est et de son avancement, cet objectif s'est traduit par une coconstruction des enjeux d'adaptation aux changements climatiques sur lesquels les professionnel.le.s et partenaires impliqu.e.s dans le processus de projet urbain peuvent agir. Cette coconstruction s'est faite à travers une compréhension des pratiques en cours, une expérimentation des manières et des moments d'accroître cette intégration, et une documentation des apprentissages.

Cet objectif général impliquait trois objectifs spécifiques, qui consistaient à identifier et agir sur :

- 1) la coordination entre les acteurs;
- 2) l'expertise sur l'adaptation aux changements climatiques dans un contexte de projet urbain;
- 3) la clarification des choix d'adaptation au fil de la démarche.

Au terme de la recherche, le Labo Climat a formulé des recommandations à la Ville de Montréal sur la place de l'adaptation aux changements climatiques dans ce processus de projet urbain.

La ligne du littoral – 43 vidéos d’histoires inspirantes d’adaptation en zones côtières à travers le monde

Affiche n°3

Par Inês Lopes et Liz Miller (Université Concordia)

Le projet

La ligne du littoral est une collection d'histoires de gens qui innovent en répondant aux menaces amenées par un développement non soutenable, par des tempêtes destructrices et par la montée du niveau des mers, dans des communautés côtières autour du monde. 43 histoires, 9 pays. Courtes vidéos + guides pédagogiques. Site internet en anglais et en français.

- [Cliquez ici](#) pour visiter le site Internet et consulter les vidéos

Pour visionner les films en français, sélectionnez CC en bas à droite de chacune des vidéos, puis sélectionnez français.

Cette affiche présentera le projet La ligne du littoral, puis présentera des exemples d’initiatives et d’adaptations à travers le monde, en zones côtières. Un ipad – poste d’écoute permettra de visiter le site et de visionner les courtes vidéos. Le site répertorie aussi les vidéos par sujets (dont : agriculture, art, combustibles fossiles, Droit de l’environnement, eau, glaciers, gouvernance, héritage côtier, infrastructure, inondations, jeunes, mangroves, océan, patrimoine, récifs coralliens, événements climatiques extrêmes, milieux humides, migrations, énergie, etc.)

Ressources

- [À propos des éducateurs](#)
- [Guide pour les éducateurs](#)
- [Boîte à outils stratégiques et fiches ateliers](#)

Affiche n°20

Par Etienne Bilodeau, Valérie Côté et Emilia Diaconescu (Centre canadien des services climatiques)

Le climat du Canada change et continuera de changer. Par conséquent, les Canadiens doivent tenir compte de l'information climatique dans leurs décisions. À cette fin, le Centre canadien des services climatiques (CCSC) offre des informations, des données et des outils fiables sur le climat, ainsi qu'un soutien pour aider les utilisateurs à tenir compte des changements climatiques dans leurs décisions et à améliorer la résilience climatique dans tout le Canada. En collaboration avec des centres régionaux de services climatiques, dont Ouranos, le CCSC offre une gamme de ressources et de services utiles aux niveaux national, régional et local.

Cette affiche décrira brièvement le CCSC et mettra l'accent sur les informations, les ressources et les services climatiques pertinents disponibles par le biais du CCSC pour la région du Québec et à l'échelle nationale. L'affiche mettra en évidence les ressources clés du CCSC ainsi que les nouveaux produits récents, y compris :

- donneesclimatiques.ca, un portail de données collaboratif qui fournit des données climatiques à haute résolution de manière conviviale;
- la Carte des mesures d'adaptation, une collaboration entre la CCSC et Ressources naturelles Canada qui fournit des centaines d'exemples d'adaptation provenant de toutes les régions et de tous les secteurs;
- la Bibliothèque de ressources climatiques, une collection de liens vers des ensembles de données climatiques, des outils, des conseils et des ressources connexes.

Enfin, l'affiche présentera certains ajouts récents et à venir à [Donnéesclimatiques.ca](https://donneesclimatiques.ca), notamment les modules sectoriels, les données sur l'intensité, la durée et la fréquence (IDF) tenant compte des changements climatiques, les indices de seuil humidex, les zones climatiques tenant compte des changements climatiques, le nouveau contenu disponible dans la zone d'apprentissage, ainsi que le dernier ensemble de données CMIP6.

Le plan d'adaptation aux changements climatiques d'Hydro-Québec – Un premier pas vers la résilience de notre système énergétique

Affiche n°19

Par Yann Chavaillaz, Jacinthe Clavet-Gaumont, Céline Cusson et Jean-Philippe Martin (Hydro-Québec)

Hydro-Québec s'intéresse à l'adaptation aux changements climatiques depuis plusieurs années, notamment à travers sa collaboration avec Ouranos. Dès 2001, ce domaine d'expertise a été mené par le Centre de recherches de recherche d'Hydro-Québec (CRHQ) et les projets de recherche développés s'assuraient d'impliquer les bons interlocuteurs des différentes unités d'affaires concernées.

Dans les dernières années, Hydro-Québec s'est doté de comités d'adaptation, afin de coordonner la rédaction de son tout premier plan d'adaptation aux changements climatiques à l'échelle de l'entreprise. La première version de ce plan a été diffusée publiquement cet automne et s'inscrit dans une démarche transversale impliquant les principaux acteurs de la chaîne de valeurs de l'entreprise, permettant alors une bonne représentativité de l'ensemble des intervenants et de permettre une résilience et une mise en place des actions nécessaires plus efficaces.

Focalisée sur les actifs et les activités de l'entreprise, cette version est un premier pas vers la résilience climatique du système énergétique québécois. Le 80% des actions proposées sont en cours de réalisation et les axes d'intervention proposés se déclinent en quatre groupes : la conception, l'exploitation, les pannes, et la santé et la sécurité. Une mise à jour des actions est prévue chaque année, afin d'aligner l'adaptation avec les évolutions les plus récentes de l'entreprise.

Le plan se veut alors évolutif en tenant compte du fait que l'adaptation est un processus en continu et qu'Hydro-Québec s'apprête à définir des axes d'intervention supplémentaires impliquant les activités environnementales, la gestion des actifs, les fournisseurs et les chaînes d'approvisionnement.

Affiche n°18

Par Etienne B. Racine, Jonathan Gadoury et Tom Landry (Intact)

Les changements anticipés des températures et des précipitations se répercuteront de manière importante sur les chutes de neige et, par conséquent, sur le couvert nival Québécois. Ce climat hivernal changeant perturbe déjà plusieurs sphères de notre société qui devront transformer leurs pratiques à travers une démarche d'adaptation aux changements climatiques.

Dès lors, l'étude de l'évolution des chutes de neige lors des tempêtes hivernales et celle du couvert nival qui en résulte sont deux activités scientifiques complémentaires et critiques. Cette session vise à présenter les résultats de deux projets de recherche qui, tout en permettant des améliorations de nos connaissances des processus physiques complexes en cause, font progresser la qualité des divers outils nécessaires à la simulation climatique hivernale.

Les relations chaleur-pollution-santé revisitées grâce à l'apprentissage automatique

Affiche n°8

Jérémie Boudreault, Fateh Chebana (INRS) et Céline Campagna (INSPQ)

Les épisodes de chaleur extrême ont des effets considérables sur la santé, qui seront amplifiés par les changements climatiques. Pour évaluer leurs impacts, les méthodes traditionnelles d'association reposent sur une seule métrique de température, ajustée ou non pour l'humidité, sans égard aux autres facteurs environnementaux pouvant influencer le phénomène de chaleur et leurs effets sur la santé de la population.

Dans ce projet, une grande base de données de température, de changements de température, de variables météorologiques et de pollution atmosphérique à différents délais est constituée. Plusieurs algorithmes d'apprentissage automatique sont introduits, permettant de considérer des interactions complexes entre ces prédicteurs et en extraire leur importance relative. Ceux-ci sont comparés aux modèles statistiques traditionnellement utilisés dans le domaine. Le cas d'étude s'intéresse à la mortalité, toutes causes confondues, dans la grande région de Montréal.

Les résultats préliminaires confirment que la variable de température demeure la plus importante pour expliquer la mortalité estivale. Cependant, les résultats montrent aussi l'intérêt des variables de changements et d'écart de température. Au niveau des variables météorologiques et de pollution, l'humidité relative et le NO₂ sont respectivement parmi les plus importantes. Ces résultats sont cohérents à travers les différents modèles considérés.

Cette recherche qui introduit les modèles d'apprentissage automatique pour caractériser la relation chaleur-mortalité permet de mieux comprendre le rôle des variables météorologiques et de pollution dans cette relation. Cette information permettra de guider les travaux futurs sur les coûts associés aux épisodes de chaleur et leurs impacts en contexte de changements climatiques.

Pondération de l'ensemble de simulations hydroclimatiques INFO-Crue pour prendre en compte l'interdépendance et la performance des modèles

Affiche n°24

Par Gabriel Rondeau-Genesse, Marco Braun et Louis-Philippe Caron (Ouranos)

En 2017 et en 2019, des inondations majeures ont touché le Québec et, en réponse à ces événements, le gouvernement provincial a lancé le grand projet INFO-Crue. Cette initiative comprend plusieurs objectifs, dont le développement d'une meilleure compréhension de l'impact des changements climatiques sur les crues de récurrence 20, 100 et 350 ans. À cette fin, un ensemble hétérogène de 180 simulations hydrologiques en climat présent et futur a été créé en pilotant le modèle hydrologique HYDROTEL du MELCC avec un ensemble post-traité de simulations climatiques CMIP5, CORDEX et ClimEx.

Un ensemble de cette taille est utile, voire nécessaire, pour étudier l'impact des changements climatiques sur les crues extrêmes. Toutefois, la complexité et l'hétérogénéité d'un tel ensemble soulève des questions de performance et d'indépendance des modèles climatiques, ainsi que l'impact sur le modèle hydrologique et sur les indicateurs qui en sont dérivés, tel que les crues de récurrence 20 ans. En réponse à ces questionnements, plusieurs méthodes de pondération ont été explorées, allant de méthodes plus complexes et spatialisées à des méthodes simples utilisant des hypothèses *a priori*.

Les résultats montrent qu'aucun modèle climatique ne pouvait facilement être éliminé en raison d'une piètre performance et que, dans le cas des crues extrêmes, la différence entre les schémas de pondération demeure marginale. En contrepartie, l'erreur d'échantillonnage inhérente aux événements extrêmes signifie qu'il est préférable d'utiliser et de pondérer l'ensemble le plus grand possible, plutôt que de ne choisir qu'un petit ensemble avec, par exemple, un seul membre par modèle climatique.

Rassembler les pièces d'un puzzle à plusieurs dimensions :
intégration de multiples niveaux de complexité biologique
pour étudier l'impact des changements globaux sur la biodiversité marine

Affiche n°13

Par Fanny Vermandele, Piero Calosi (UQAR), Matthew Sasaki, Hans G. Dam (University of Connecticut) et Diana Madeira (Universidade de Aveiro)

L'acclimatation et l'adaptation rapide sont des mécanismes clés permettant aux espèces de faire face aux multiples facteurs du changement global. Bien que notre compréhension des mécanismes impliqués dans les réponses plastiques et adaptatives progresse, plusieurs défis s'imposent. La nécessité de capturer la complexité des réponses des organismes marins à travers les différents compartiments biologiques, particulièrement dans le contexte multifactoriel des changements globaux, fait partie de ces défis. De fait, les réponses plastiques et adaptatives impliquent des modifications de multiples traits qui interagissent entre eux de manière complexe.

Or, cette complexité est souvent négligée puisque les réponses plastiques et adaptatives sont généralement étudiées en utilisant un nombre limité de traits. La présente étude a pour objectif d'établir et d'appliquer un cadre théorique permettant l'intégration de multiples niveaux de complexité biologique afin d'étudier l'impact de différents facteurs des changements globaux sur le copépode marin *Acartia tonsa*, un potentiel futur envahisseur au Québec.

D'une part, l'effet combiné d'une exposition aiguë à une vague de chaleur marine et à l'hypoxie sur la physiologie, les traits d'histoires de vie, et les répercussions transgénérationnelles, sera exploré afin de mieux comprendre le potentiel d'acclimatation chez cette espèce.

D'autre part, l'impact de l'adaptation multigénérationnelle suite à une exposition chronique à l'acidification et au réchauffement des océans sera analysé à travers la comparaison des profils métabolomiques, lipidomiques et protéomiques. La mise en relation de ces profils avec les changements des traits d'histoire de vie observés contribuera à mettre en lumière les implications cellulaires de l'adaptation rapide.

RCERA : Renforcer les capacités et l'expertise régionales en adaptation – Accroître les mesures d'adaptation aux changements climatiques par le renforcement des compétences, l'échange des connaissances et la collaboration régionale

Affiche n°2

Par Dominique Auger (Ressources naturelles Canada)

Cette affiche présente les projets du programme Renforcer les capacités et l'expertise régionales en adaptation (RCERA) de Ressources naturelles Canada. Les projets financés via ce programme ont utilisé des approches et des outils novateurs pour renforcer les capacités dans et entre les régions, au sein de professions (p.ex. ingénierie, urbanisme, architecture) et de secteurs (p. ex. foresterie, gestion de l'eau). Parmi les exemples, notons le développement de formations spécifiques à des professions, de programmes de stages mettant en relation des professionnels en début de carrière avec des organisations à faible capacité, des communautés de pratique régionales pour tirer parti de l'expertise existante et favoriser la collaboration entre pairs, et de cadres de compétences en adaptation climatique.

Le programme RCERA répond à un besoin identifié par le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques, à savoir que des connaissances et des outils d'adaptation existent au Canada, mais que des compétences supplémentaires sont nécessaires pour accroître l'adoption de ces outils et faire en sorte que les considérations liées aux changements climatiques soient prises en compte dans les processus décisionnels et appliquées dans la pratique.

Grâce à ce poster, les participants pourront en apprendre davantage sur les projets RCERA, les résultats à ce jour, et pourront discuter des pratiques transférables et des leçons apprises avec l'auteure, en abordant les approches et les outils pour le renforcement des capacités en adaptation.

Système d'analyse et de prévision hydrodynamique du fleuve et de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent

Affiche n°32

Par Pascal Matte, Jean Morin, Olivier Champoux, Yves Secretan, Vincent Fortin et Pierre Pellerin

Le fleuve et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent représentent un tronçon d'eau douce de ~400 km du Système Saint-Laurent (SSL), où se succèdent archipels et lacs fluviaux. De par sa morphologie et son emplacement géographique, cette zone se trouve fortement impactée par les variations du niveau d'eau et des courants de surface, eux-mêmes soumis aux aléas météorologiques, à l'hydrologie du bassin versant et à la gestion des réservoirs, de même qu'à l'effet des glaces et des marées. Dans un climat changeant, autant les tendances que la variabilité de ces processus évolue rapidement. Par conséquent, Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) met au point des outils opérationnels de prévision environnementale permettant de caractériser et de suivre l'évolution et la qualité du SSL de manière intégrée.

Alimenté par les modèles hydrologique et atmosphérique, le système de simulation hydrodynamique 2D opérationnelle du Saint-Laurent, SHOP, simule en continu les conditions actuelles de niveaux d'eau et de courants et produit, 4 fois par jour, des prévisions hydrodynamiques sur un horizon de 48 heures. En dehors des usages opérationnels, ce système vient en support à diverses applications environnementales, à la cartographie des zones inondables et à des études climatiques et réanalyses, nécessitant la production de simulations long-terme en climat passé et futur.

Cette affiche présente une description du système SHOP ainsi que quelques exemples d'applications environnementales. Une ouverture sur les principales avenues de recherche explorées pour répondre au défi climatique est également proposée.

Affiche n°23

Par Louis-Philippe Caron (Ouranos)

L'analyse de l'impact des changements climatiques sur les crues nécessite l'utilisation d'une chaîne de modélisation faisant intervenir des données d'observations et des données simulées provenant des modèles climatiques, hydrologiques et statistiques, qui comportent individuellement leurs défis et leurs incertitudes. Cette chaîne de calcul a d'ailleurs été utilisée afin de produire l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional.

Toutefois, afin de pouvoir répondre adéquatement à l'évolution des exigences réglementaires pour la prise en compte des changements climatiques dans la cartographie des zones inondables, des améliorations doivent être apportées à différents endroits de cette chaîne de modélisation afin d'augmenter la robustesse des méthodes utilisées, en particulier pour les événements extrêmes, et mieux comprendre et quantifier les incertitudes associées à cette chaîne. Pour ce faire, plusieurs projets ont été mis sur pied dans le cadre du programme Soutien à Info-Crue. Un aperçu de ces différents projets, effectués par différents partenaires du consortium Ouranos, sera présenté dans le cadre de cette communication.

Statistical analysis of long-term climate variability
representation in large ensemble of GCM/RCM based
climate change scenarios

Affiche n°35

*Par Vahid Espanmanesh, Etienne Guilpart, Marc-André Bourgault, Amaury Tilmant
(Université Laval)*

Climate variability affects the way water resources are managed in numerous regions around the globe. One manifestation of this climate variability is the long-term persistence of hydrological processes whereby precipitations and river discharges remain below/above their expected value for an extended period.

Assessing the extent to which the long-term persistence of hydrological variables is influenced by climate change is a prerequisite to the development of suitable adaptation measures, especially for regions that are affected by ENSO. Such an assessment could be based on GCM/RCM projections of climate variables, but due to their systematic biases, they are rarely directly used in hydrological impact assessments unless a bias correction step is implemented.

This contribution analyzes the representation of the long-term climate variability in a large ensemble of GCM/RCM based climate change simulations, and then compares the performance of Empirical Quantile Mapping (EQM) and Nested Bias Correction (NBC) algorithms in reproducing the distributional and frequency characteristics of hydrological variables. This work is carried out in the Senegal River in West Africa where the flow regime is characterized by multiyear dry, normal, and wet periods.

Un système de veille et d'alerte chaleur-santé avec saison prolongée et seuils évolutifs

Affiche n°9

Par Fateh Chebana, Mahamat Abdelkerim Issa, Pierre Masselot, Taha B. M. J. Ouarda (INRS), Céline Campagna, Pierre Gosselin (INRS et INSPQ) et Éric Lavigne (Santé Canada)

De nombreux pays disposent de systèmes de surveillance et d'alerte chaleur-santé pour atténuer les conséquences sanitaires des épisodes de chaleur accablante. Les systèmes disponibles se concentrent généralement sur les quatre mois les plus chauds de l'année et avec le même seuil sur ces mois. Cependant, selon les projections climatiques, la saison chaude devrait se prolonger et/ou se déplacer.

Certaines études ont démontré que les effets des vagues de chaleur sur la santé sont plus graves lorsque le corps humain n'est pas acclimaté à la chaleur. Afin d'adapter ces systèmes à d'éventuelles vagues de chaleur survenant en dehors des mois les plus chauds de la saison, cette étude propose un système avec des seuils de chaleur mensuels sur une saison prolongée d'avril à octobre.

L'approche proposée est développée et appliquée à la région métropolitaine de Montréal. On obtient des seuils pour le couple de température maximale et minimale (°C) qui vont de (respectivement, 23 et 12) en avril, à (32 et 21) en juillet et reviennent à (25 et 13) en octobre. Le système qui en résulte est flexible, avec des seuils liés à la santé tenant compte de la saisonnalité et de la variabilité mensuelle des températures sur une saison estivale prolongée. Ce système adaptatif et plus réaliste a le potentiel de prévenir la mortalité liée à la chaleur en dehors des mois typiques de canicule de juillet à août. La méthodologie proposée est générale et peut être appliquée à d'autres régions et situations en fonction de leurs caractéristiques.

Mots clés : systèmes d'alerte, canicule, saisonnalité, santé, climat, seuils, méthodes, mortalité

Utilisation de la méthode LSPIV (Large-Scale Particle Image Velocimetry) pour la mesure des débits en rivières au Québec

Affiche n°26

Par Imene Ben Nasr, Mélanie Trudel et Jay Lacey (Université de Sherbrooke)

L'information sur les débits en rivière est primordiale pour la gestion de l'eau. Cette donnée est essentielle pour une gestion intégrée des ressources en eau, pour la protection de la population contre les inondations ou encore pour la conception et construction des ouvrages hydrauliques. À ces enjeux s'ajoutent la compréhension et le suivi de l'impact du changement climatique sur les valeurs extrêmes de débit des cours d'eau. La précision et la fiabilité d'une telle analyse sont directement liées à la disponibilité et la qualité des données. Donc, avoir des mesures de débit fiables et précises est un enjeu de première importance. La mesure du débit d'une rivière reste un exercice complexe et difficile à mettre en œuvre. Ces mesures sont généralement réalisées à l'aide d'un courantomètre acoustique à effet Doppler (ADCP).

Toutefois, il est parfois difficile de faire des mesures à l'aide de l'ADCP, particulièrement pour des forts débits où des objets peuvent dériver dans la rivière. Ainsi, les événements extrêmes sont souvent mal caractérisés. La méthode LSPIV (Large Scale Particle Image Velocimetry) est une méthode sans contact permettant la mesure du débit en rivière, à partir d'une séquence d'images. Toutefois, le champ d'application, la méthode d'acquisition (drone, caméra), les erreurs et les sources d'incertitude de la méthode doivent être mieux caractérisés. Cette méthode est utilisée pour la mesure des débits dans différentes rivières en Estrie. Les résultats obtenus montrent une bonne performance de la méthode LSPIV, sous certaines conditions optimales, comparée aux méthodes traditionnelles de mesure de débit.

Une évaluation des impacts du changement climatique sur les lacs canadiens à l'échelle nationale



Affiche n°12

Par Philipp S. Keller, Yannick Huot (Université de Sherbrooke) et Yves Prairie (UNESCO Chair in Global Environmental Change, UQAM)

Environ 10% de la surface du Canada est couverte de lacs, dont près de 1 million de lacs de plus de 10 ha. Ceci représente 37% de la superficie totale des lacs de la Terre. Le Canada se réchauffe en moyenne deux fois plus vite que le reste du monde, mais l'impact de ces changements sur les systèmes d'eau douce à l'échelle nationale n'est pas clair.

Dans ce projet, nous analysons les impacts des changements climatiques sur 664 lacs canadiens. Les projections climatiques de 1861 à 2100 sont utilisées pour comprendre comment la structure physique des lacs sera modifiée dans le futur. Nous trouvons, par exemple, que la température épilimnétique moyenne augmentera d'environ 2°C en 2100 et que la période de stratification moyenne s'allongera d'environ 14 jours. Ce qui constitue une menace pour les écosystèmes et les services écosystémiques fournis par les lacs.