

Développement d'un plan de gestion des eaux pluviales en climat changeant : Une étude de cas avec la Ville de Pointe-Claire

The making of a stormwater management plan in a changing climate: A case study with the City of Pointe-Claire

Maxime Lachapelle, Jean-Luc Martel

École de technologie supérieure – Département du génie de la construction
maxime.lachapelle.2@ens.etsmtl.ca, jean-luc.martel@etsmtl.ca

RÉSUMÉ

Les changements climatiques ont un impact important sur le Canada. En 2024, les coûts des catastrophes naturelles atteignent 8,5 milliards \$CAD. Les municipalités doivent faire face à cette nouvelle réalité. À la Ville de Pointe-Claire au Canada, ce défi croissant entraîne des refoulements d'égouts, des inondations et une hausse des réclamations citoyennes. Ce projet de recherche vise à doter la Ville d'un plan de gestion pluviale adapté aux nouvelles réalités climatiques. Il repose sur trois volets : 1) calibrer un modèle hydraulique, 2) identifier les zones à risque, et 3) cibler et prioriser les interventions. Les résultats montrent que les débordements du réseau et la topographie accentuent le risque d'inondations résidentielles, de même que l'intensification des pluies extrêmes liée au climat. En adoptant une approche proactive, la Ville de Pointe-Claire peut optimiser les investissements, réduire les coûts liés aux dommages et améliorer la qualité de vie de ses citoyennes et citoyens. Le projet s'inscrit dans les ambitions de la Ville en environnement, gouvernance et transition écologique.

ABSTRACT

Climate change has a significant impact on Canada. In 2024, the costs of natural disasters reached \$CAD 8.5 billion. Municipalities must adapt to this new reality. This growing challenge in the City of Pointe-Claire in Canada leads to sewer backups, surface flooding, and an increase in insurance claims. This research project aims to provide the city with a stormwater management plan adapted to new climate realities. It consists of three steps: 1) the calibration of a hydraulic model, 2) the identification of current and future risk zones, and 3) the identification and prioritization of interventions. The results show that network overflows and topographic depressions increase the risk of residential flooding, as well as the intensification of extreme rainfall linked to climate change. By adopting a proactive approach, the City of Pointe-Claire can optimize future investments, reduce costs associated with damage from extreme rainfall, and improve the quality of life of its citizens. Finally, the project aligns with the City's ambitions in environmental stewardship, governance, and ecological transition.

MOTS CLÉS

Cartographie des risques, Changements climatiques, Gestion des eaux pluviales à la source, Infrastructures vertes
Vulgarisation scientifique.

1 INTRODUCTION

En 2024, les coûts associés aux pertes dues aux catastrophes naturelles au Canada s'élèvent à 8.5 milliards de dollars canadiens (CatiQ, 2025). Au Québec, l'ouragan Debby du 9 août 2024, où jusqu'à 154 mm sont tombés sur l'île de Montréal, a engendré plus de 80 000 réclamations en lien avec des refoulements d'égouts et des inondations par la surface. Il y a maintenant un consensus scientifique indiquant que les émissions des gaz à effet de serre en lien avec les activités humaines engendrent des changements climatiques, notamment un réchauffement planétaire (GIEC, 2022). Une des principales conséquences d'un tel réchauffement est une intensification des pluies extrêmes qui peut s'expliquer par la relation de Clausius-Clapeyron qui indique qu'une masse d'air plus chaude peut emmagasiner 7 % d'humidité additionnelle par 1 °C (Martel et al. 2021). Par conséquent, il est attendu que de telles augmentations auront des impacts significatifs sur l'ensemble des municipalités canadiennes.

Plus particulièrement, la Ville de Pointe-Claire a subi plusieurs inondations lors des dernières pluies importantes (p. ex., septembre 2022, août 2024, juillet 2025). En effet, le réseau de la Ville, bâti dans les années 1970, n'a pas été conçu en tenant compte du concept de double drainage, ce qui cause des refoulements d'égouts et des inondations par la surface lors des pluies dépassant la capacité du réseau mineur (l'égout pluvial). Face à cette situation, la Ville de Pointe-Claire se donne comme objectif de faire une réflexion approfondie pour élaborer un plan de gestion des eaux pluviales (PGEP) adapté aux nouvelles réalités climatiques. Pour y arriver, ce projet se divise donc en trois grands axes : 1) calibration d'un modèle PCSWMM; 2) identification des zones à risque en climat présent et futur; et 3) cibler les stratégies et prioriser les interventions.

2 MÉTHODOLOGIE

Pour répondre aux objectifs de ce projet, un modèle hydraulique et hydrologique PCSWMM existant de la Ville de Pointe-Claire a été utilisé. Toutefois, une mise à jour complète et une recalibration étaient nécessaires pour les besoins du projet. Les données d'entrée du modèle ont d'abord été synthétisées à l'aide du logiciel QGIS. Par la suite, les mesures de débit recueillies lors d'une campagne en 2022 ont permis d'ajuster les paramètres du modèle afin de représenter la réponse hydraulique réelle dans les conduites du réseau d'égouts en temps de pluie.

Ensuite, en combinant avec des données additionnelles en lien avec la topographie, telles que les LiDAR et cartes de dépressions (ou cuvettes), une carte des zones vulnérables est générée. L'hypothèse est qu'il existe un lien entre le manque de capacité du réseau d'égouts et les cuvettes pour déterminer la vulnérabilité sur l'ensemble du territoire. Cette hypothèse est testée à l'aide de l'utilisation des données des plaintes en lien avec l'ouragan Debby d'août 2024. En combinant ces données, il est possible de créer une matrice de risques qui représente le croisement entre l'aléa, la vulnérabilité et l'exposition (GIEC, 2022).

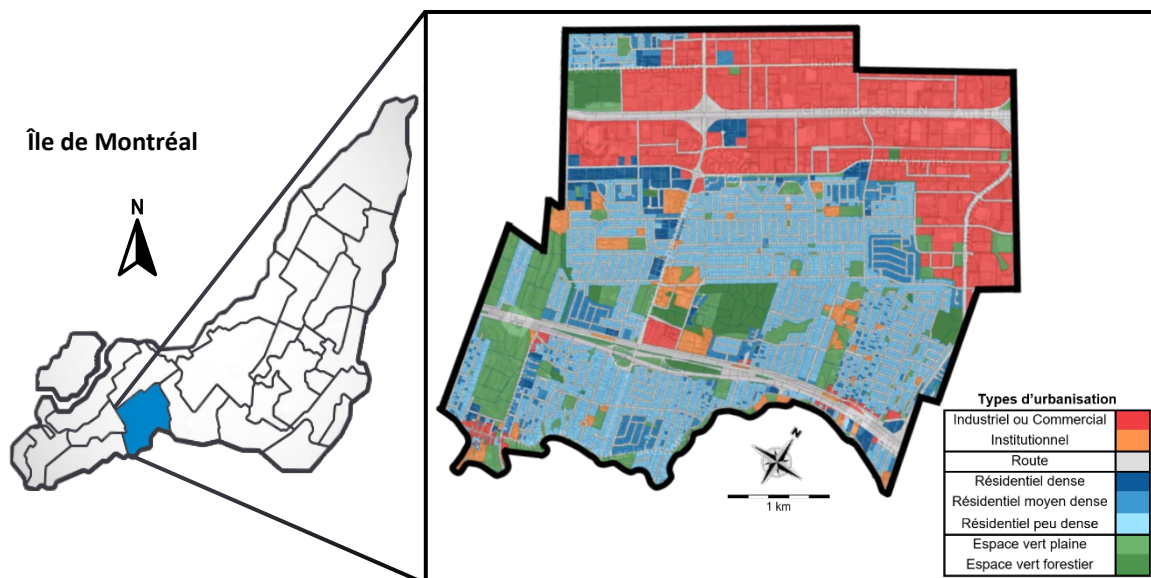


Figure 1. Localisation de la Ville de Pointe-Claire (gauche) et types d'urbanisation (droite) utilisés pour générer le modèle

PCSWMM de la Ville de Pointe-Claire.

Cette approche permet d'identifier les risques présents, mais aussi d'anticiper les risques futurs en utilisant les simulations climatiques forcées avec des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (p. ex., SSP5-8.5). Ces scénarios permettent de quantifier les effets à long terme des changements climatiques, afin de mieux comprendre l'évolution des zones à risque dans un contexte d'intensification des pluies extrêmes. Actuellement, ce phénomène est intégré aux normes existantes sous forme de majorations à travers une norme québécoise (BNQ 3660-004) et une norme canadienne (CSA W231). Les résultats permettent de comparer les majorations provenant des deux normes et de cibler des stratégies d'intervention qui s'appliquent à la fois dans les secteurs public et privé. Les zones touchées par les interventions sont modélisées en 2D afin d'offrir un visuel en temps réel de l'écoulement de l'eau et pousser l'analyse davantage pour proposer les meilleures solutions. Finalement, afin d'assurer une acceptabilité sociale des solutions proposées, des rencontres citoyennes sont réalisées afin d'expliquer les stratégies qui pourraient être déployées et d'offrir un visuel vulgarisé de l'écoulement de l'eau en temps de pluie avec la cartographie des risques et la modélisation PCSWMM 2D.

3 RÉSULTATS

3.1 Calibration du modèle PCSWMM

La recalibration du modèle repose sur une redéfinition détaillée des sous-bassins versants à l'échelle des lots, basée sur le cadastre de la ville. Cette classification permet de mieux représenter l'imperméabilisation, les temps d'écoulement et les possibilités d'intégration d'infrastructures vertes dans la modélisation pour mieux cibler des stratégies à implanter dans le PGEP. Une approche novatrice de cette calibration se trouve dans l'intégration des coefficients d'abattement (*area-reduction factors*; ARF) pour tenir compte de l'hétérogénéité spatiale des événements de pluie. Ce choix est supporté par le fait qu'un orage n'est pas réparti de façon uniforme dans l'espace. Bien que les deux pluviomètres de la Ville de Pointe-Claire puissent mesurer avec précision la pluie à un endroit donné, cela mène à une surestimation des pluies lorsque celle-ci est répartie sur l'ensemble du territoire d'une superficie de près de 20 km². Les ARFs permettent ainsi de réduire la pluie appliquée à même le hétérogramme afin de mieux représenter la réalité. Les résultats obtenus ont démontré qu'une surestimation du volume de ruissellement et des débits de points étaient obtenus en l'absence de l'utilisation des ARFs. Le coefficient se calcule avec deux paramètres : 1) la superficie du bassin, et 2) la durée de la pluie. La principale limite de cette méthode est qu'il existe une grande variance dans l'hétérogénéité des pluies, ce qui rend difficile l'application à travers une seule règle simple (Thorndahl et al., 2019). Dans l'ensemble, les résultats indiquent que la majorité des points de mesure de débits en réseau présentent des erreurs acceptables pour la calibration.

3.2 Cartographie des vulnérabilités et modélisation 2D

L'analyse de vulnérabilité applique le modèle calibré à l'événement du 9 août 2024 (ouragan Debby, 154 mm de pluie, intensité maximale de 70 mm/h) (Figure 2). Les débordements du réseau sont croisés avec la cartographie des cuvettes topographiques pour produire une carte de vulnérabilité de style « carte de chaleur ». Les zones identifiées correspondent globalement aux réclamations recensées, validant du même coup la calibration. Ainsi, d'autres cartes présentant les risques d'inondations dans un contexte de changements climatiques permettent de déterminer les zones pour approfondir la recherche avec des modélisations en 2D pour mieux comprendre le mouvement de l'eau en temps réel durant un événement pluvial.

3.3 Cibler et prioriser les stratégies d'intervention

La matrice de risque combinée à la modélisation 2D permet d'identifier des zones prioritaires d'intervention pour optimiser les choix d'implantation de stratégies de gestion des eaux pluviales à la source. L'idée est de prioriser les solutions basées sur la nature dans le choix des méthodes utilisées. Par exemple, des avancées de trottoir végétalisées sur le domaine public, des stationnements en pavés perméables, des noues végétalisées, de la rétention d'eau sur les toits plats, des jardins de pluie sur le domaine privé, etc. (Frédette, 2023). La recherche propose qu'une approche sociétale bilatérale combinant à la fois l'implantation dans les terrains privés et publics permette d'optimiser la gestion des eaux pluviales à la source et contribue à une cohésion sociétale. Les outils de vulgarisation à travers la cartographie, la modélisation 2D et les rencontres avec les citoyens permettent aussi d'augmenter l'acceptabilité sociale du projet et de créer un précédent dans la participation des citoyens dans la gestion des eaux pluviales.

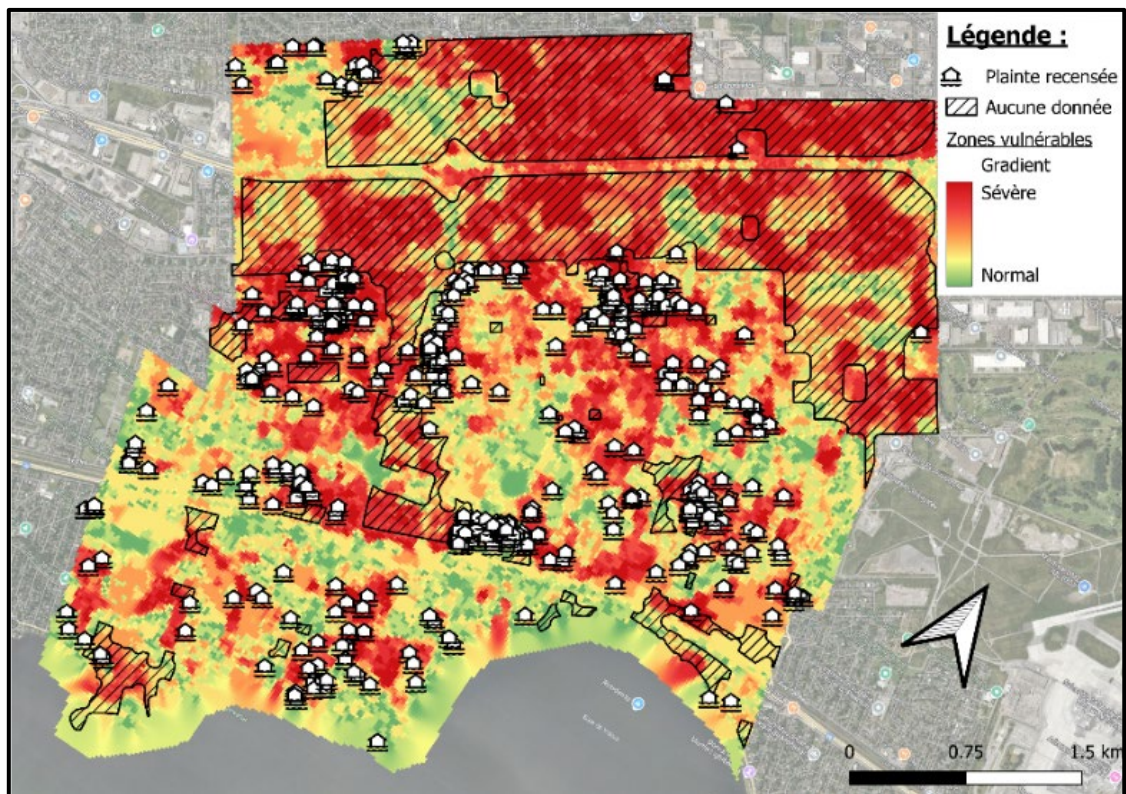


Figure 2. Carte de chaleur des zones vulnérables et plaintes recensées associées à Debby le 9 août 2024

4 CONCLUSION

Face aux changements climatiques, l'adaptation devient indispensable. Une calibration robuste, combinée à une analyse détaillée et vulgarisée des zones vulnérables grâce à la cartographie et à la modélisation 2D, permet d'identifier les secteurs à risque et de hiérarchiser les interventions en partenariat avec la Ville de Pointe-Claire, ses citoyens et ses décideurs. La gestion des eaux pluviales à la source est envisagée de manière globale, où chacun contribue à une cohésion sociale autour de cet enjeu. En misant sur des solutions fondées sur la nature et une collaboration public-privé, la Ville de Pointe-Claire peut anticiper les impacts, réduire les dommages futurs, optimiser ses investissements et améliorer durablement la qualité de vie de sa population.

BIBLIOGRAPHIE

- CatiQ. (2025). Canadian insured losses from catastrophic events total CAN \$8.5 billion in 2024. Catastrophe Indices and Quantification Inc. <https://public.catiq.com/2025/01/13/canadian-insured-losses-from-catastrophic-events-total-can-8-5-billion-in-2024/>
- Frédette, C. (2023). Guide d'introduction aux infrastructures végétalisées. Saint-Hyacinthe : Québec Vert. Repéré à https://quebecvert.com/wp-content/uploads/2023/10/quebecvert_guide-quebecois-dintroduction-aux-infrastructures-vegetalisees_aout-2023.pdf
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2022). Summary for Policymakers . Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Martel, J.-L., Brissette, F. P., Lucas-Picher, P., Troin, M., & Arsenaault, R. (2021). Climate Change and Rainfall Intensity–Duration–Frequency Curves: Overview of Science and Guidelines for Adaptation. *Journal of Hydrologic Engineering*, 26(10). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)he.1943-5584.0002122](https://doi.org/10.1061/(asce)he.1943-5584.0002122)
- Thorndahl, S., Nielsen, J. E., & Rasmussen, M. R. (2019). Estimation of Storm-Centred Areal Reduction Factors from Radar Rainfall for Design in Urban Hydrology. *Water*, 11(6), 1120. <https://doi.org/10.3390/w11061120>