

## Ma propriété éponge : Mesures d'adaptation sur le domaine privé pour améliorer la résilience de l'environnement bâti face aux inondations pluviales

### My Sponge Property: Private-Sector Adaptation Measures to Enhance the Resilience of the Built Environment to Stormwater Flooding

Fannie Leroux, Jean-Luc Martel

Laboratoire HC3 | École de technologie supérieure  
[Fannie.Leroux.1@ens.etsmtl.ca](mailto:Fannie.Leroux.1@ens.etsmtl.ca) , [Jean-Luc.Martel@etsmtl.ca](mailto:Jean-Luc.Martel@etsmtl.ca)

#### RÉSUMÉ

La grande région de Montréal au Québec est confrontée à une augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de pluies extrêmes, conséquence directe des changements climatiques. Depuis 2022, des pluies de périodes de retour 100 ans sont survenues chaque année, dépassant la capacité des réseaux de drainage et provoquant ainsi des inondations majeures dans les zones de dépressions. Pour améliorer la résilience de l'environnement bâti, des stratégies de gestion des eaux pluviales font déjà leurs preuves. Celles-ci incluent les infrastructures vertes et bleues, comme les jardins de pluie, les pavages perméables, et les toits verts ou bleus. Toutefois, ces stratégies sont principalement appliquées sur le domaine public, limitant leur potentiel. Le présent projet vise à promouvoir et faciliter l'adoption de ces mesures sur le domaine privé afin de mieux contrôler le ruissellement à la source dans les zones vulnérables. Pour y arriver, une étude de cas est réalisée sur des cuvettes topographiques provenant de deux villes partenaires du projet, soient Longueuil et Montréal.

#### ABSTRACT

The Greater Montreal area in Quebec is experiencing an increase in both the intensity and frequency of extreme rainfall events, a direct consequence of climate change. Since 2022, rainfall events with a 100-year return period have occurred every year, exceeding the capacity of drainage networks and causing major flooding in low-lying areas. To enhance the resilience of the built environment, stormwater management strategies are already showing promising results. These include green and blue infrastructures, such as rain gardens, permeable pavements, and green or blue roofs. However, these strategies are mainly implemented on public properties, which limits their potential. This project aims to promote and facilitate the adoption of such measures on private property to better control stormwater runoff at the source in vulnerable areas. To do so, a case study is carried out on topographic depressions provided by two project partners: the cities of Longueuil and Montreal.

#### MOTS CLÉS

Changements climatiques, cuvettes topographiques, gestion des eaux pluviales, infrastructures vertes, pluies extrêmes

## 1 MISE EN CONTEXTE

Quelle est la combinaison optimale de stratégies en matière de gestion des eaux pluviales sur le domaine privé pour protéger l'environnement bâti contre les inondations pluviales ? C'est sur cette question que ce projet de recherche se penche. Selon le Bureau d'assurance du Canada (BAC), seul l'épisode du 9 août 2024 a entraîné plus de 70 000 réclamations en assurances habitation au Québec (BAC, 2024), la majorité pour des sous-sols résidentiels. Les secteurs localisés dans les cuvettes topographiques (figure 1), où l'eau a tendance à s'accumuler et inonder les sous-sols des bâtiments, sont particulièrement à risque. Certaines municipalités se sont dotées de cartes interactives afin d'informer les citoyens des zones vulnérables, comme celle illustrée à la figure 2 pour la Ville de Montréal. En somme, l'environnement bâti n'est pas adapté pour faire face aux pluies extrêmes qui ont des répercussions sur les plans économique et social.



Figure 1. Schéma d'une cuvette topographique.  
(Envato Labs, 2025 ; Dugué et al., 2022)

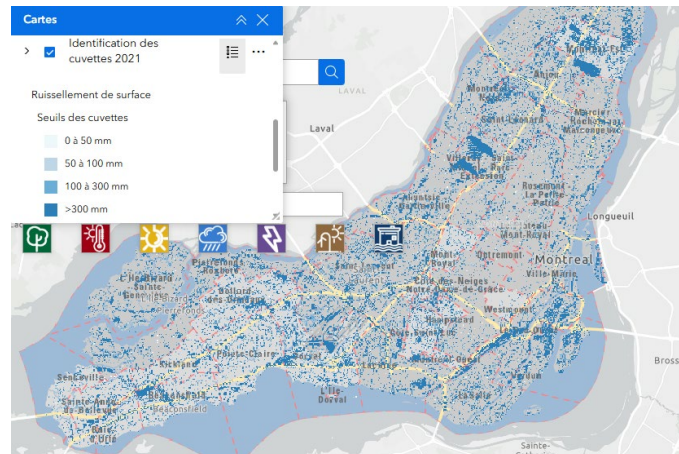


Figure 2. Cartes des cuvettes de la Ville de Montréal.  
(Ville de Montréal, 2021)

Les différentes interventions possibles pour améliorer la résilience des infrastructures de drainage sont connues et peuvent prendre différentes formes. Elles peuvent être regroupées sous le terme développement à faible impact (DFI ou *low impact development*; LID) qui représente l'ensemble des stratégies de gestion des eaux pluviales visant à atténuer les impacts d'une augmentation du ruissellement de surface en le gérant à la source. Parmi ces stratégies, on retrouve notamment les infrastructures vertes et bleues (IVB), qui atteignent ces objectifs en favorisant les processus hydrologiques naturels, comme l'infiltration et l'évapotranspiration. Les IVB incluent entre autres les jardins de pluie, les noues engazonnées, les pavés perméables, et les toits verts ou bleus, et barils de pluie. En plus d'améliorer significativement la gestion des eaux pluviales (Almaaitah et al., 2021), les IVB présentent plusieurs cobénéfices, notamment en contribuant à la recharge des nappes phréatiques, à la réduction des îlots de chaleur et à l'augmentation de la biodiversité, en plus de bénéficier d'une acceptabilité sociale positive.

Bien que le potentiel du DFI et des IVB ait été démontré, les municipalités se concentrent principalement sur les interventions pouvant être réalisées sur le domaine public (p. ex., les avancées de trottoirs végétalisées, les parcs résilients, etc.), ce qui limite significativement le potentiel d'implantation de ces différentes stratégies. En effet, le contrôle à la source pourrait aussi être réalisé sur le domaine privé, permettant la réduction des volumes de ruissellement et des débits de points de façon significative. Il devient donc essentiel que ces mesures d'adaptation soient proposées aux propriétaires privés dans les bassins versants des cuvettes topographiques, représentant des zones particulièrement vulnérables aux pluies extrêmes. Les citoyens sont des acteurs clés pour cette nouvelle approche en adaptation. Ainsi, l'objectif principal de ce projet de recherche est de tester, motiver et faciliter l'adoption de mesures de gestion des eaux pluviales à travers des approches de DFI sur les terrains privés en milieu urbain, afin de réduire les impacts des inondations pluviales.

## 2 MÉTHODOLOGIE

En plus des deux villes partenaires du projet, Longueuil et Montréal, l'organisme à but non lucratif Écohabitation contribue activement au projet. La démarche s'inspire du déroulement classique d'un mandat d'ingénierie, allant des études préliminaires jusqu'à des propositions de solutions, tout en renforçant les échanges entre chercheurs, praticiens, acteurs municipaux, et citoyens, afin de converger vers un même objectif : réduire la vulnérabilité des secteurs en cuvette grâce à l'adoption de mesures de gestion des eaux pluviales sur le domaine privé.

## 2.1 Rencontre avec les villes et les citoyens

La première étape a consisté à rencontrer les partenaires pour définir clairement les besoins des municipalités et d'Écohabitation. Ces discussions ont permis d'identifier les cuvettes topographiques prioritaires dans chacune des villes partenaires, de sélectionner un secteur d'étude par municipalité et d'échanger avec les citoyens les plus exposés aux inondations pluviales. Ces rencontres citoyennes ont servi à la fois de sensibilisation et de présentation du projet, afin d'ancrer la démarche dans une perspective participative.

## 2.2 Analyse des intrants

L'analyse des intrants a ensuite été menée à partir de l'ensemble des documents techniques fournis par les villes, notamment les études d'amélioration du niveau de service des réseaux d'égout pluvial, les rapports d'ingénierie décrivant les conditions existantes et proposées, ainsi que la documentation géotechnique des secteurs concernés. Cette étape est déterminante puisqu'elle doit tenir compte non seulement des conditions actuelles, mais également des interventions municipales prévues dans les prochaines années, lesquelles influenceront les scénarios de modélisation. Les données issues des sondes de niveau installées dans les réseaux de Longueuil et Montréal, de même que les enregistrements des pluviomètres, ont été ajoutées à l'analyse, en complément de l'évaluation des modèles PCSWMM existants.

## 2.3 Modélisation hydrologique et hydraulique PCSWMM

La modélisation hydrologique et hydraulique a été réalisée à l'aide du modèle PCSWMM. Les modèles 1D fournis par les municipalités ont d'abord été révisés et recalibrés. Par la suite, une modélisation couplée 1D-2D a été développée selon une nouvelle approche d'hydrologie distribuée (James et al., 2010). Deux grandes familles de scénarios ont été simulées : le scénario A, correspondant aux conditions existantes, et une série de scénarios B, intégrant diverses combinaisons d'IVB implantées sur les terrains privés. La modélisation 2D permet de représenter avec finesse les dynamiques de ruissellement en surface, incluant la capacité d'interception des puisards et la topographie issue d'un MNT haute résolution obtenue par LiDAR. La figure 3 illustre les zones d'accumulation potentielles d'un scénario B, vulgarisé à l'aide d'icônes d'éponges pour faciliter la communication auprès du public et soutenir les démarches citoyennes.

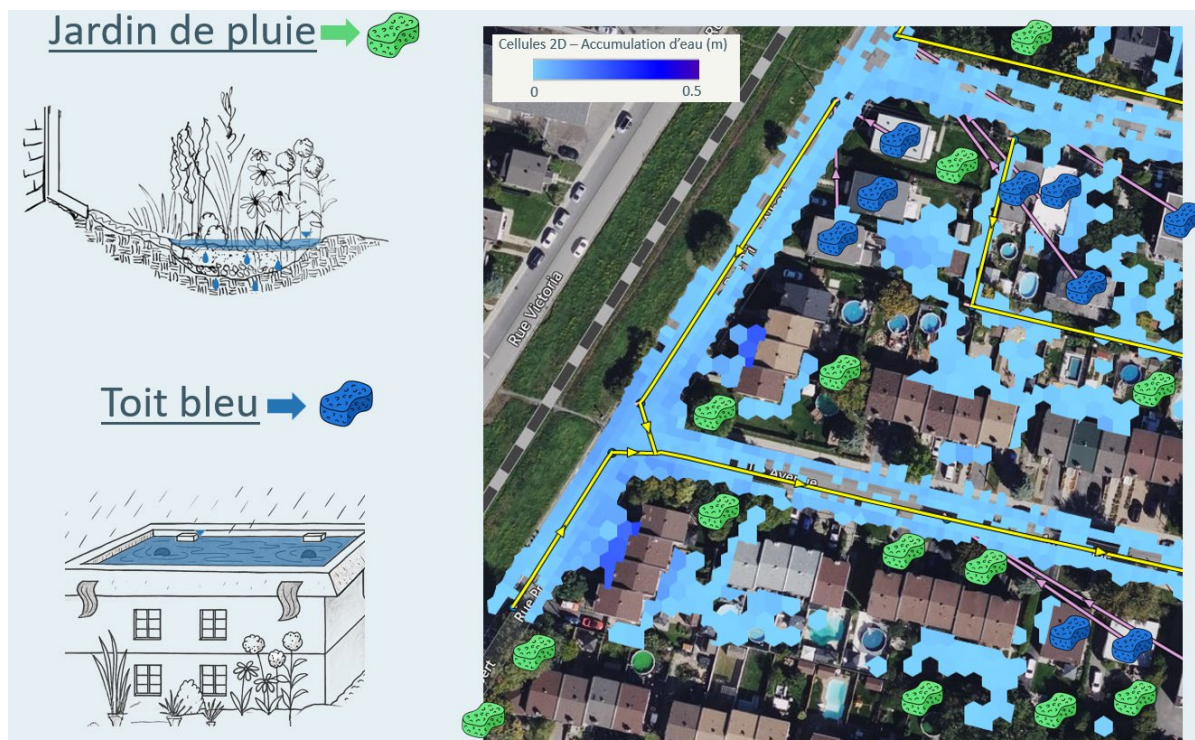


Figure 3. Modélisation 1D-2D avec PCSWMM : Conditions proposées avec IVB sur le domaine privé (scénario B).

---

## 2.4 Analyse des résultats

L'analyse des résultats vise à comparer systématiquement les différentes combinaisons de mesures d'adaptation afin d'identifier, pour chaque cuvette, le scénario le plus efficace et le plus rentable en matière de réduction des volumes et de nombres d'inondations. Les scénarios d'implantation d'IVB sur le domaine privé sont également comparés en parallèle avec des ouvrages conventionnels de gestion des eaux pluviales, tels que les bassins de rétention souterrains, en tenant compte de critères tels que la simplicité d'exécution, les coûts d'installation et d'entretien et l'acceptabilité sociale des interventions.

## 3 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

En comparant les conditions existantes avec une série de scénarios intégrant des niveaux variables d'implantation de DFI sur les terrains privés, il sera possible de quantifier l'ampleur des réductions des volumes de ruissellement et du nombre d'inondations par la surface dans les cuvettes topographiques sélectionnées. Ces analyses permettront également d'évaluer l'efficacité relative des différentes IVB, non seulement en termes de performance hydraulique, mais aussi en fonction de leur capacité à s'intégrer dans des milieux bâtis denses.

Un élément particulièrement important de la discussion concerne la participation citoyenne. Comme les interventions proposées reposent sur une approche distribuée, leur efficacité collective dépend de la proportion de résidences qui adoptent des mesures de rétention à la source. Il faut notamment retenir les volumes de ruissellement en amont de la cuvette avant que ce dernier ne s'accumule en aval et cause des inondations par la surface. Les simulations permettront d'identifier les seuils minimaux de participation nécessaires pour atteindre des bénéfices significatifs, en fonction des types d'IVB implantés et de leur capacité de rétention. Ces pourcentages permettront d'orienter la conception de programmes de subventions, d'accompagnement technique et de campagnes de sensibilisation visant à soutenir l'adoption volontaire par les propriétaires.

La discussion mettra également en lumière les avantages économiques et opérationnels des interventions sur le domaine privé. Contrairement aux ouvrages municipaux sur le domaine public, les mesures implantées à petite échelle offrent généralement des coûts unitaires moins élevés, tout en permettant une mise en œuvre progressive et modulable. Elles évitent également plusieurs contraintes associées aux chantiers municipaux, telles que la gestion des emprises, les impacts sur la circulation ou la complexité des interférences avec d'autres réseaux urbains. En ce sens, les IVB sur le domaine privé constituent une voie prometteuse pour renforcer rapidement la résilience des secteurs vulnérables, tout en répartissant la charge d'adaptation entre la municipalité et les citoyens.

Au-delà du volet de modélisation, une phase de mise en œuvre réelle est également envisagée dans l'une des cuvettes étudiées. Écohabitation a d'ailleurs déposé des demandes de financement auprès du gouvernement du Québec afin de soutenir ce chantier pilote, prévu à l'été 2026. Cette étape est déterminante, puisqu'elle permettra de valider sur le terrain les hypothèses modélisées, de mesurer l'efficacité réelle des mesures implantées et d'observer la réception du projet par les citoyens. Le suivi de ce chantier offrira également une occasion unique de documenter les enjeux pratiques liés à l'installation et à l'entretien des mesures, ce qui pourra alimenter le développement futur de programmes municipaux d'adaptation aux pluies extrêmes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Almaaitah, T., Appleby, M., Rosenblat, H., Drake, J., & Joksimovic, D. (2021). *The potential of Blue-Green infrastructure as a climate change adaptation strategy: a systematic literature review*. *Blue-Green Systems*, 3(1), 223-248.
- Bureau d'assurance du Canada (BAC) (2024). *Pluies diluviennes du 9 août 2024 : 70 000 réclamations reçues à ce jour au Québec*. 20 août 2024. 2 pp.
- Dugué, M., Haf, R., & Beaudry, D. (2022). *Espaces publics résilients – La boîte à outils*. Ville de Montréal.
- Envato Labs. (2025). Image Edit [Outil d'intelligence artificielle]. Repéré à <https://labs.envato.com/image-edit>
- James, W., Rossman, L. E., & James, W. R. C. (2010). *Water systems models – User's guide to SWMM5 13th edition*. CHI Press. 947 pp.
- 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), 03121001.
- Ville de Montréal. (2021). *Vulnérabilité aux aléas climatiques de l'agglomération de Montréal*. Repéré à <https://experience.arcgis.com/experience/944e0b7104bd491591ccca829da24670/page/Page/>