

Changement climatique, perte d'écosystèmes et risques d'inondation:

Faire le point à l'aide du cas de Burlington

M. J. Sipos, N. Agrawal

Résumé

Les phénomènes météorologiques extrêmes, le changement climatique et la perte de biodiversité sont liés à la fois par la cause et par la solution. Les effets du changement climatique sont déjà visibles : la fréquence et l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes augmentent, ce qui compromet les progrès réalisés dans le monde entier en matière de développement durable. Ces effets sont amplifiés par un développement non durable et non planifié, qui entraîne une perte de biodiversité et de services écosystémiques, réduisant encore la capacité des communautés à réagir et à se rétablir. Avec l'augmentation du réchauffement, la fréquence et l'intensité de ces aléas augmenteront également, tout en rendant plus difficiles l'adaptation et l'atténuation des catastrophes, c'est-à-dire des conséquences des aléas. Les solutions fondées sur la nature permettent d'atténuer les effets du changement climatique et de s'y adapter, de réduire les risques de catastrophes, d'améliorer la biodiversité et de créer des communautés durables et résilientes. Il s'agit d'approches rentables qui conservent, restaurent et améliorent l'environnement naturel. À partir de l'inondation de 2014 dans la ville de Burlington (Ontario, Canada), cette étude fait le point sur les risques d'inondation dans la région et sur la façon dont les solutions fondées sur la nature offrent des avantages connexes significatifs pour la réduction des risques de catastrophe.

Mots clés : risque d'inondation, solutions basées sur la nature, changement climatique, perte de biodiversité, réduction des risques de catastrophe, Burlington, Ontario, Canada

Introduction

Selon le rapport mondial sur les risques du Forum économique mondial pour 2022, les trois risques les plus préjudiciables sont environnementaux et comprennent l'échec de l'action climatique, les conditions météorologiques extrêmes et la perte de biodiversité (Forum économique mondial, 2022). Les effets du changement climatique sont déjà visibles : la fréquence et l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes augmentent, ce qui compromet les progrès réalisés dans le monde entier en matière de développement durable (Bureau des Nations unies pour la réduction des risques de catastrophe [UNDRR], 2021). Ces effets sont amplifiés par la perte de biodiversité et de services écosystémiques, ce qui réduit encore la capacité des communautés à réagir et à se rétablir (Programme des Nations unies pour l'environnement [PNUE], 2021a ; Warren et al., 2021). Pour faire face efficacement à ces crises interconnectées, une approche globale est nécessaire - une approche qui aligne les objectifs et les cibles dans tous les secteurs afin de maximiser les co-bénéfices, de minimiser les compromis et de réduire les vulnérabilités composées (PNUE, 2021a, 2021b). Cela exige un changement de paradigme vers la conception d'une économie plus durable construite en harmonie avec la nature (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques [IPBES], 2019). Il s'agit notamment d'orienter les voies économiques, politiques, sociales et technologiques de la dégradation de l'environnement vers sa restauration (PNUE, 2021b ; IPBES, 2019). Les solutions fondées sur la nature contribuent à la réalisation de ces objectifs, car elles permettent d'atténuer le changement climatique et de s'y adapter, de réduire les risques de catastrophes et d'améliorer la biodiversité, tout en constituant une base solide pour le développement durable (Doswald et al., 2021).

Risque de catastrophe

Le changement climatique entraîne des inondations, des sécheresses et d'autres phénomènes météorologiques extrêmes plus graves (Boyd & Markandya, 2021), et la perte de biodiversité et de services écosystémiques amplifie les effets de ces risques, réduisant encore la capacité des communautés à réagir et à se rétablir (PNUE, 2021a ; Warren et al., 2021). À mesure que le réchauffement s'accroît, la fréquence et l'intensité de ces événements augmentent également, tout en rendant plus difficile l'adaptation aux catastrophes et leur atténuation (Warren et al., 2021). Pour réduire efficacement les risques, il faut s'attaquer aux facteurs sous-jacents du changement climatique et de la dégradation des écosystèmes. *Le cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030* est un cadre mondial et un ensemble de principes directeurs visant à réduire les risques de catastrophe et à renforcer la résilience. Il s'agit d'un cadre global comportant quatre priorités et sept objectifs visant à prévenir et à réduire les risques et à préserver les acquis du développement des effets des catastrophes (UNDRR, 2015). Il traite de l'urgence et de l'importance d'anticiper, de planifier et de réduire les risques de catastrophe pour protéger efficacement les individus et les communautés, leur santé, leurs moyens de subsistance, leurs biens et l'environnement afin de renforcer la résilience. Ce cadre part toutefois du principe qu'il est possible de renforcer la résilience en adoptant des approches de réduction des risques. Si certains des risques actuels et prévus du changement climatique peuvent être gérés par des activités d'adaptation, la résilience se heurte à des limites lorsque des seuils climatiques ou des points de basculement sont déclenchés (Allen et al., 2012 ; De Coninck et al., 2018). Par exemple, les risques associés à un réchauffement de 2°C seront plus importants que ceux posés par 1,5°C (Hoegh-Guldberg et al., 2018). Pour faire face à l'escalade des risques, il est nécessaire d'adopter des approches novatrices qui harmonisent les priorités de la réduction des risques de catastrophe avec celles d'autres secteurs.

Changement climatique

Depuis les années 1950, le développement non durable a accéléré la combustion des combustibles fossiles et la destruction des puits naturels de carbone, augmentant ainsi les concentrations de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère (PNUE, 2021b). En 2021, le réchauffement global causé par l'homme a atteint environ $1,11 \pm 0,13$ °C au-dessus des niveaux préindustriels, entraînant de profonds changements dans les systèmes naturels et humains (Organisation météorologique mondiale, 2022). L'*accord de Paris*, signé par 196 parties en 2015, est un accord mondial visant à réduire les émissions de GES afin de limiter le réchauffement à moins de 2°C, idéalement 1,5°C, par rapport aux niveaux préindustriels d'ici 2050 (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques [CCNUCC], 2015). Pour limiter le réchauffement à 1,5 °C, les émissions de GES doivent être considérablement réduites d'ici 2030 et des émissions nettes nulles doivent être atteintes d'ici 2050 (Rogelj et al., 2018). Cependant, sur la base des engagements actuels pris dans le cadre de l'*Accord de Paris*, le réchauffement devrait atteindre 2,8 °C d'ici la fin du siècle (PNUE, 2022).

Les effets du changement climatique ne sont pas universels, car le réchauffement varie d'une région à l'autre, les augmentations les plus fortes se produisant dans les hautes latitudes septentrionales (Bush et al., 2019). Par exemple, la température annuelle moyenne du Canada a augmenté de 1,7 °C (Bush et al., 2019), ce qui est nettement plus élevé que la moyenne mondiale (Organisation météorologique mondiale, 2022). Pour cette raison, les épisodes de chaleur extrême ont déjà augmenté au Canada et devraient être plus fréquents et plus importants à mesure que les températures continuent d'augmenter (Bush et al., 2019). Les précipitations extrêmes ont également augmenté, la moyenne annuelle des précipitations ayant augmenté de 18,3 % (Zhang et al., 2019). Les précipitations extrêmes devraient encore augmenter dans le cadre d'un scénario d'émissions élevées dans l'ensemble du Canada, où, d'ici 2100, un événement

de précipitations sur 20 ans devrait devenir un événement sur 5 ans (Zhang et al., 2019). Le réchauffement des températures et l'évolution des précipitations devraient également accroître le risque d'incendies de forêt et de sécheresses dans l'ensemble du pays (Bonsal et al., 2019). Pour faire face efficacement à ces risques croissants, les efforts d'atténuation visant à prévenir ou à réduire les émissions de GES, ainsi que les efforts de séquestration du carbone par la conservation et la restauration des puits naturels, doivent être intégrés aux priorités en matière d'adaptation au changement climatique et de réduction des risques afin de minimiser le réchauffement et de garantir un avenir où les risques peuvent être gérés (Rogelj et al., 2018).

Biodiversité et perte d'écosystèmes

Les modifications des paysages terrestres et marins, le changement climatique, la dégradation des écosystèmes, l'escalade de la pollution et l'afflux d'espèces envahissantes ont entraîné un déclin rapide des écosystèmes et de la biodiversité (IPBES, 2019). La Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques indique qu'environ un million des huit millions d'espèces de la planète sont menacées d'extinction et que, malgré les mesures actuelles, la biodiversité et les services écosystémiques continuent de se détériorer (2019). La modélisation prévoit que le réchauffement des températures continuera à nuire aux fonctions des écosystèmes et à la biodiversité (IPBES, 2019). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime qu'environ 18 % des espèces sont menacées d'extinction si le réchauffement atteint 2 °C d'ici à 2100, et que si le réchauffement atteint 4 °C, on estime que 50 % des espèces seront menacées (2023). Dans les pays de haute latitude septentrionale comme le Canada, où l'on s'attend à ce que le réchauffement soit plus rapide que la moyenne mondiale, la biodiversité est davantage menacée (Lemieux et al., 2021). Comme l'indique le Fonds mondial pour la nature (Canada), les espèces en péril ont déjà diminué en moyenne de 59 % entre 1970 et 2016, selon le Comité sur la

situation des espèces en péril au Canada, et celles considérées comme menacées selon la Liste rouge des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature ont diminué en moyenne de 42 % au cours de la même période (Fonds mondial pour la nature (Canada), 2020). Pour inverser ces tendances, il est impératif d'éviter la dégradation de l'environnement et l'augmentation du réchauffement. La conférence des Nations unies sur la biodiversité (COP15) a débouché sur l'adoption du *cadre mondial pour la biodiversité de Kunming-Montréal*, qui comprend quatre objectifs et 23 cibles visant à enrayer et, à terme, à inverser la perte de biodiversité d'ici à 2030. La mise en œuvre réussie de ce cadre est essentielle, car la biodiversité joue un rôle crucial dans le maintien de la fonctionnalité et de la résilience des écosystèmes, servant de base à la fourniture de services écosystémiques essentiels (PNUE, 2021b).

Les écosystèmes fournissent une série de services évalués à 3,6 billions de dollars par an au Canada, tels que la séquestration du carbone, la régulation du climat, l'alimentation, la purification de l'eau et de l'air, et l'habitat pour la flore et la faune, tout en protégeant les communautés contre les catastrophes naturelles (Molnar et al., 2021). Des écosystèmes sains sont donc essentiels à la vie humaine et au renforcement de la capacité d'adaptation des communautés en cas d'événements climatiques extrêmes (Kapos et al., 2021 ; Molnar et al., 2021). Ils séquestrent également près de la moitié des émissions d'origine humaine dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, jouant ainsi un rôle essentiel dans l'atténuation du changement climatique (PNUE, 2021a). Actuellement, seuls 16 % des terres et 8 % des océans sont protégés (PNUE-WCMC et UICN, 2021). Bien que l'élan soit croissant, puisque plus de 60 pays ont rejoint la *High Ambition Coalition for Nature and People* en s'engageant à protéger 30 % de l'ensemble des terres et des mers d'ici 2030, les gouvernements doivent élargir leurs ambitions (High Ambition Coalition for Nature and People, n.d.). Les spécialistes de la

conservation affirment que les résultats optimaux pour la biodiversité se situent quelque part entre 30 et 70 % de protection, 50 % étant considéré comme un point médian acceptable (Woodley et al., 2019). Si la protection des écosystèmes est essentielle pour enrayer la perte de biodiversité, elle doit également être réalisée de manière à donner la priorité à la connectivité (Lemieux et al., 2021 ; PNUE, 2021a), une caractéristique essentielle pour les processus écologiques et évolutifs tels que la migration et l'adaptation des espèces (Lemieux et al., 2021). Seuls 4 % des terres canadiennes sont considérées comme adéquatement protégées *et* connectées (Saura et al., 2018), mais en reconnectant les paysages fragmentés avec des forêts, des zones humides et des prairies, les espèces peuvent se disperser dans le paysage (Lemieux et al., 2021) tout en piégeant le carbone, en atténuant les inondations et en augmentant la résilience des communautés (PNUE, 2021b). Mettre un terme à la perte de biodiversité et d'écosystèmes ouvre donc la voie à un avenir plus durable et doit être envisagé parallèlement aux priorités en matière de changement climatique et de réduction des risques de catastrophe afin de garantir que les écosystèmes continuent de fournir des biens et des services essentiels à la vie humaine (IPBES, 2019 ; PNUE, 2021b).

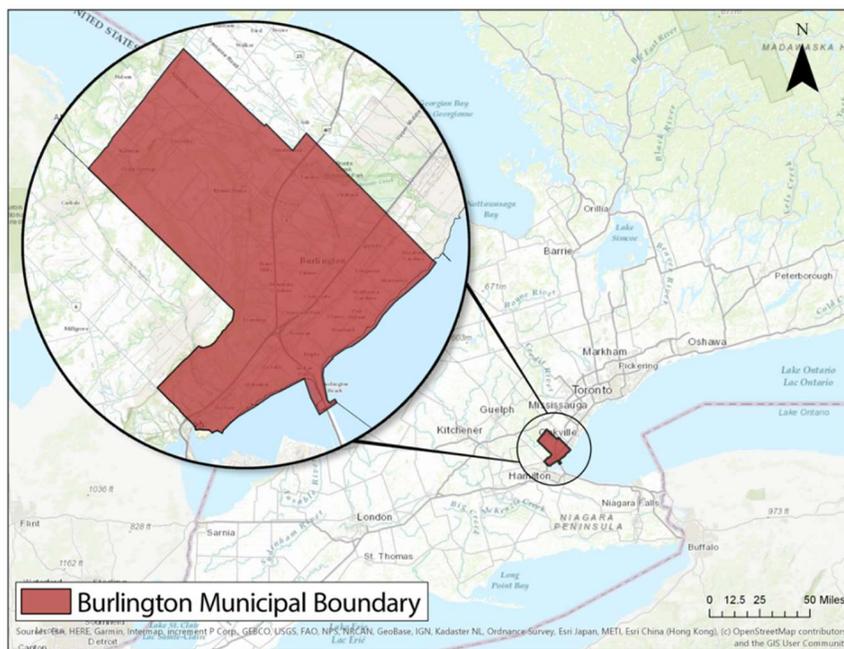
Étude de cas : Inondations à Burlington, Ontario

Les inondations sont le risque naturel le plus destructeur en Ontario, car ce sont elles qui causent le plus de dommages et d'interruptions dans la société (Gouvernement de l'Ontario, 2020). À l'échelle mondiale, il s'agit également de la catastrophe la plus fréquente, représentant 44 % de toutes les catastrophes internationales entre 2000 et 2019 (UNDRR, 2020). Le GIEC a identifié l'Ontario comme l'une des nombreuses régions qui connaîtront la plus forte augmentation des épisodes de fortes précipitations (Hoegh-Guldberg et al., 2018). Les précipitations moyennes annuelles ont déjà augmenté de 9,7 % et devraient augmenter d'ici la fin du siècle de 5,3 % pour un scénario à faibles émissions ou de 17,3 % pour un scénario à fortes

émissions, ce qui met en évidence deux avenir très différents en fonction des trajectoires d'émissions (Zhang et al., 2019). La ville de Burlington, qui fait l'objet de l'étude de cas, devrait également connaître une augmentation des précipitations. Dans le cadre d'un scénario d'émissions élevées, les précipitations annuelles de Burlington devraient augmenter de 10 % d'ici 2051, avec une augmentation de 17 % au printemps et de 18 % en hiver (Ville de Burlington, 2022). Conservation Halton, l'agence locale de gestion des bassins versants, a identifié les inondations fluviales comme l'un des principaux déterminants du risque d'inondation à Burlington (Harris & Doherty, 2015). Les principales causes des inondations fluviales en Ontario comprennent les précipitations excessives, la fonte des neiges, la pluie sur la neige et les embâcles (Bonsal et al., 2019). Cette étude de cas présente l'inondation de 2014 dans la ville de Burlington, met en évidence certaines des conditions qui ont exacerbé les impacts de la tempête et où des solutions fondées sur la nature peuvent être mises en œuvre avec succès pour atténuer les risques et fournir des co-bénéfices importants.

Figure 1

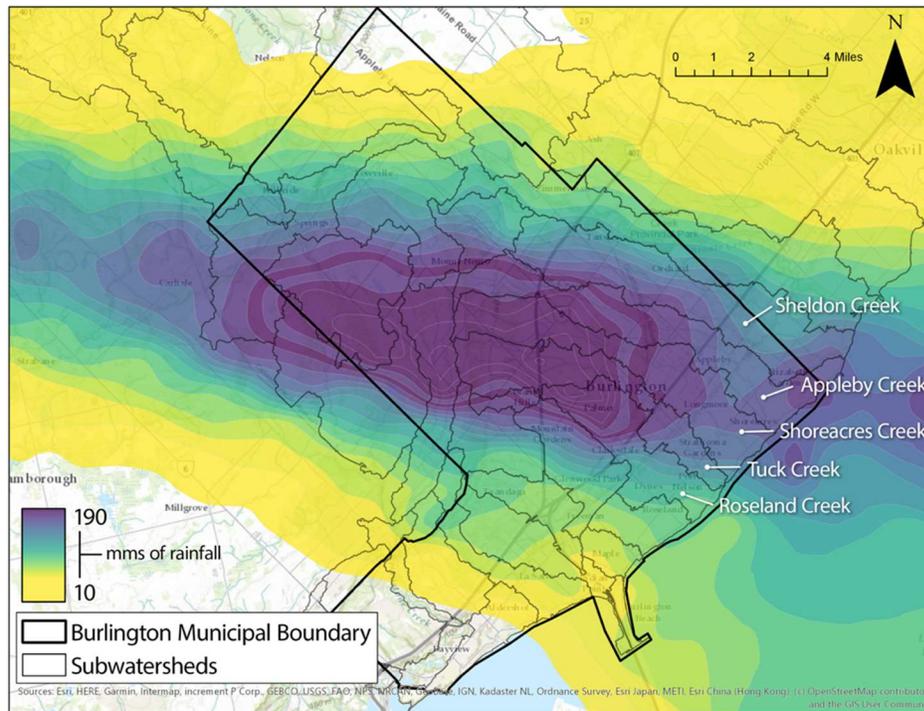
Carte de Burlington, Ontario



Burlington est situé dans le Golden Horseshoe de l'Ontario, délimité par la ceinture verte de l'Ontario au nord et le lac Ontario au sud (Figure 1). L'après-midi du 4 août 2014, de fortes pluies se sont abattues sur Burlington, générant un ruissellement important et inondant plus de 6 000 propriétés (Harris & Doherty, 2015). Les précipitations ont atteint jusqu'à 196 mm en sept heures, produisant des profondeurs de pluie qui ont dépassé le record de 100 ans des événements pluvieux régionaux et causant plus de 90 millions de dollars de dommages assurés (Figure 2) (Amec Foster Wheeler, 2017 ; Harris & Doherty, 2015).

Figure 2

Isohyètes des précipitations de la tempête du 4 août 2014



Note. Ce tableau présente les précipitations totales estimées par intervalles de 10 mm, calculées à partir des pluviomètres locaux et des données radar NexRAD de Buffalo dans la zone d'étude.

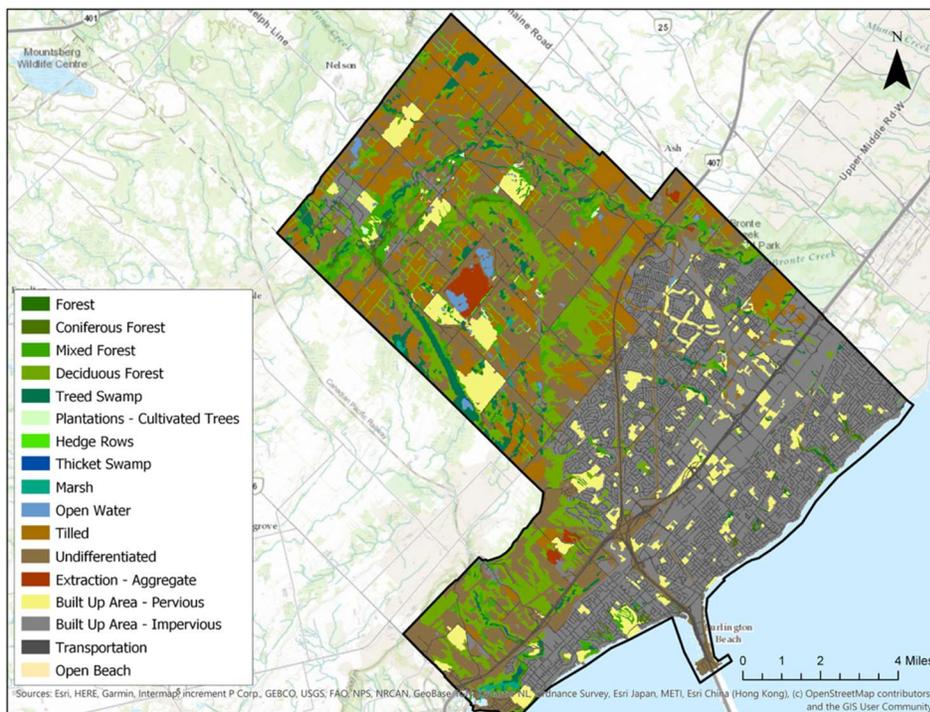
Source des données : Conservation Halton.

D'autres facteurs ont exacerbé les impacts de la tempête, notamment le développement urbain qui augmente les surfaces imperméables. Ces surfaces, telles que les routes et les bâtiments, produisent des débits de pointe plus élevés et augmentent le volume et le taux de ruissellement (Moudrak et al., 2017). Les bassins versants à forte surface imperméable et à faible couvert forestier n'absorbent qu'environ 20 % des précipitations pendant les épisodes de précipitations (Moudrak et al., 2017). Burlington est à moitié rurale et à moitié urbaine, comme l'illustre l'évaluation de la couverture terrestre à la figure 3. Les sous-bassins versants urbains de Burlington sont riches en terres imperméables et pauvres en couvert forestier (figure 4), ce qui

fait que les précipitations excessives submergent l'infrastructure de gestion des eaux pluviales et augmentent le risque d'inondation.

Figure 3

Paysage de Burlington

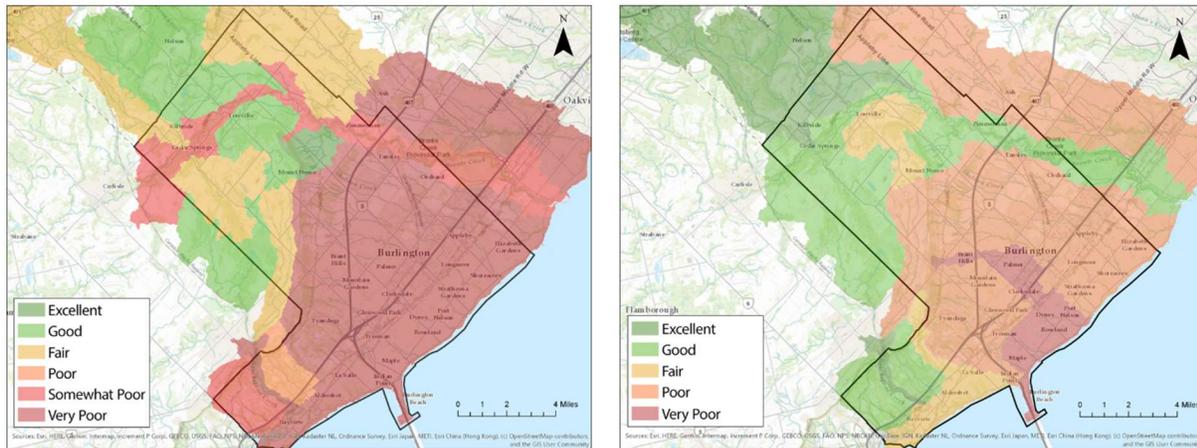


A noter. La moitié sud est constituée en grande partie de surfaces imperméables et la zone rurale nord est une combinaison d'espaces agricoles et d'espaces verts. Source des données :

Information sur les terres de l'Ontario.

Figure 4

Niveaux d'imperméabilité (à gauche) et niveaux de couverture forestière (à droite)

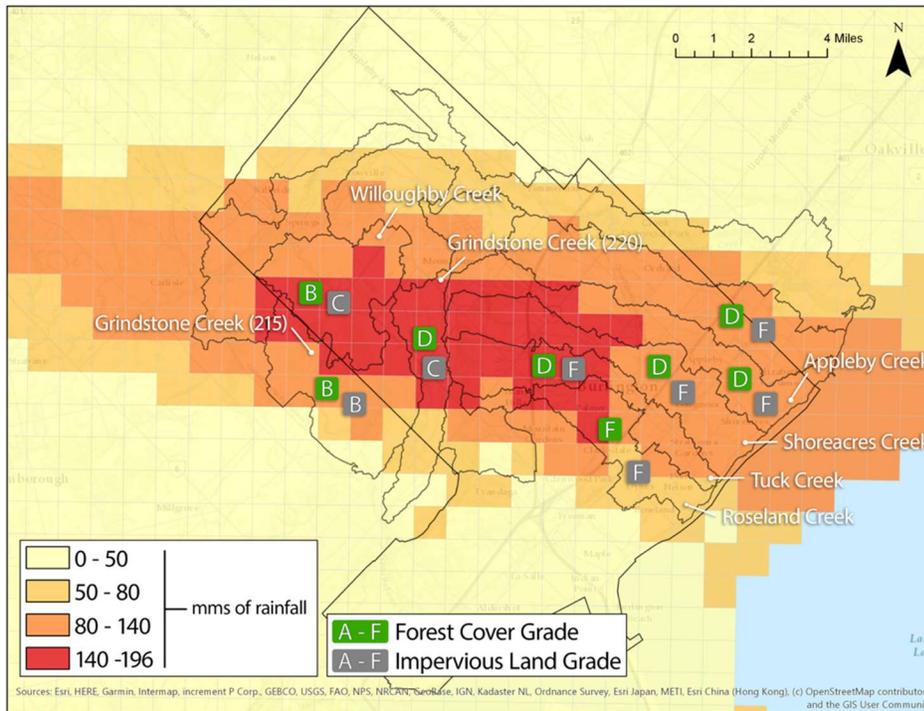


Note. Source des données : Conservation Halton.

Suite aux précipitations de 2014, des niveaux de précipitations importants ont été enregistrés dans sept des sous-bassins versants de Burlington, mais les dommages ont été largement limités aux quatre sous-bassins versants urbains (Appleby Creek, Shoreacres Creek, Tuck Creek et Roseland Creek), les sous-bassins versants ruraux (Willoughby Creek et Grindstone Creek subwatersheds, 215 et 220) n'étant pas mentionnés dans les rapports de dommages après action (Figure 5) (Amec Foster Wheeler, 2017 ; Harris & Doherty, 2015). Cela suggère que les bassins versants avec de meilleures classes d'imperméabilité et de couverture forestière ont entraîné moins de dommages en raison de leur capacité à absorber plus d'eau.

Figure 5

Estimations des précipitations pour l'événement du 4 août 2014 dans des grilles de 1 km × 1 km



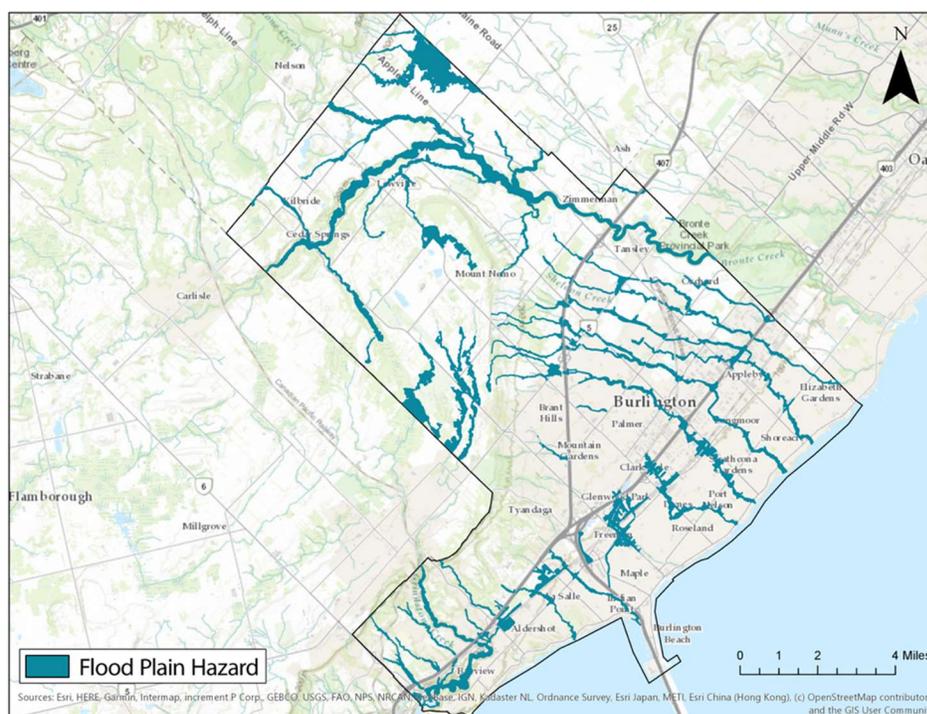
Remarque. Les degrés d'imperméabilité et de couverture forestière ont été ajoutés à des fins de comparaison. Source des données : Conservation Halton.

Le risque de catastrophe n'est pas seulement caractérisé par la gravité de l'aléa, mais aussi par le niveau d'exposition, la vulnérabilité et la capacité d'adaptation d'une communauté (Sécurité publique Canada, 2019) en fonction des inégalités structurelles et non structurelles (Allen et al., 2012). Par exemple, les ménages situés dans les plaines inondables sont davantage exposés aux risques d'inondation. Au niveau local, Conservation Halton est responsable de la gestion des risques associés aux dangers naturels, y compris les inondations fluviales. Pour déterminer les zones à risque d'inondation, des modèles hydrauliques sont utilisés et incorporés aux modèles hydrologiques et aux considérations topographiques. La figure 6 représente les zones inondables de Burlington sur la base de l'élévation de la surface de l'eau générée par plusieurs modèles hydrauliques pour la tempête réglementaire (une tempête de conception basée sur l'ouragan Hazel de 1954) (Toronto and Region Conservation Authority [TRCA], n.d.). La figure 7 montre

des groupes approximativement vulnérables aux inondations où les communautés sont situées à l'intérieur de la limite de risque de la plaine d'inondation. Cela s'explique par le fait que de nombreuses communautés se sont établies dans des zones à haut risque avant la mise en œuvre des politiques de planification de la plaine inondable de la province et de l'Office de protection de la nature, qui réglementent le développement dans les limites de danger (Amec Foster Wheeler, 2017 ; Harris & Doherty, 2015), et parce que les risques d'inondation peuvent migrer au fil du temps en fonction des changements dans l'utilisation des terres et la topographie (TRCA, n.d.). Les progrès des outils et de la technologie ont également amélioré les capacités de projection des risques d'inondation, ce qui a permis d'affiner la cartographie des risques d'inondation au fil du temps (TRCA, n.d.).

Figure 6

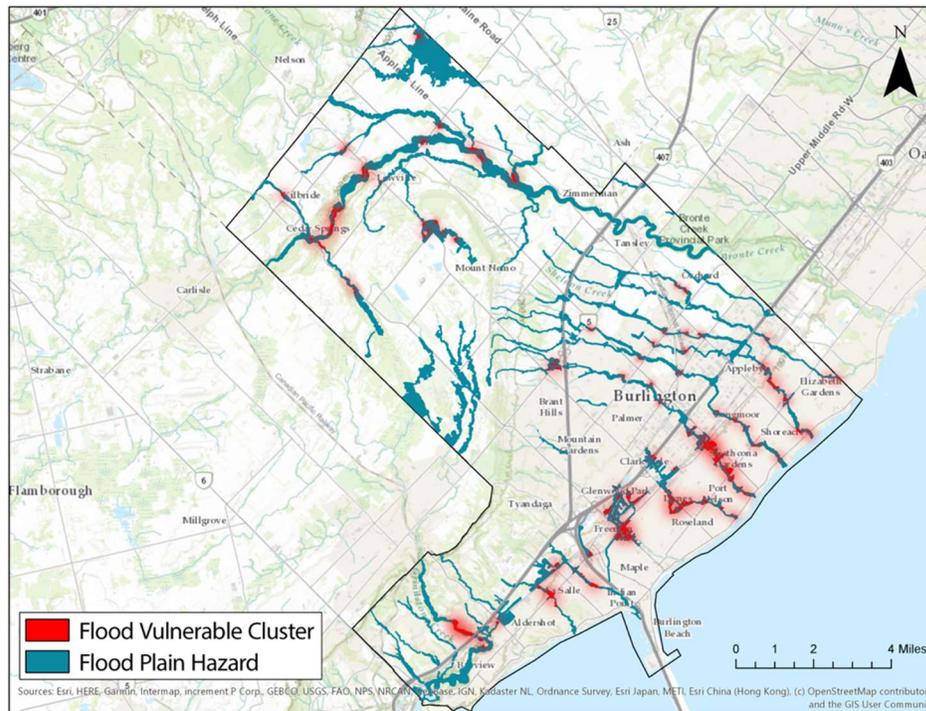
Carte des plaines inondables de Burlington, Ontario



Remarque. Source des données : Conservation Halton.

Figure 7

Groupes vulnérables aux inondations



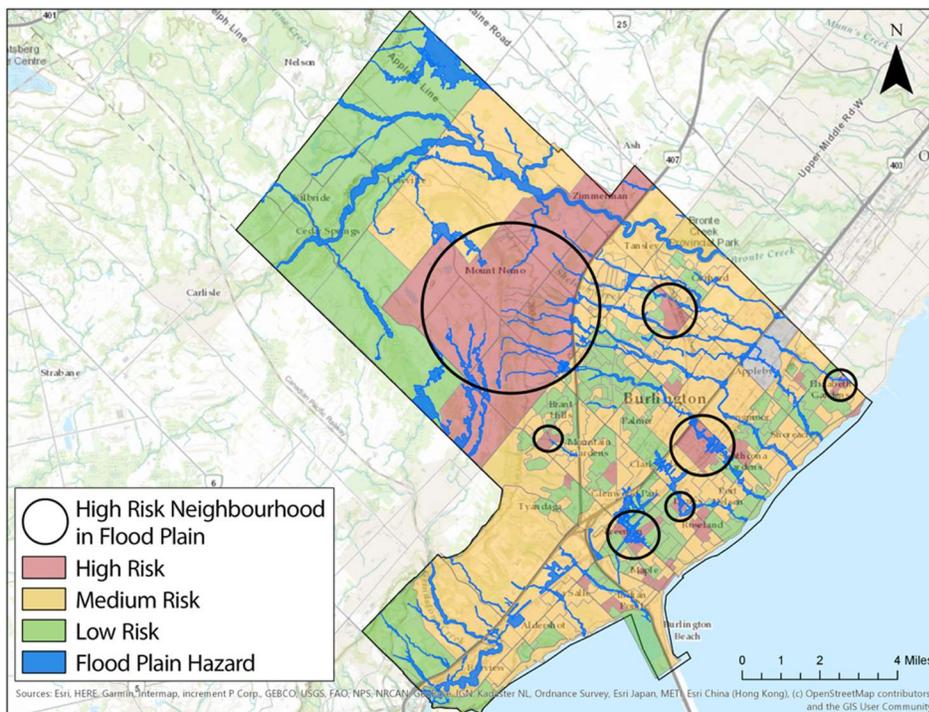
Remarque. Ceci montre les zones où les structures sont situées dans la zone inondable, identifiées en superposant les images topographiques et satellitaires à la limite d'aléa de la zone inondable et en sélectionnant les zones où les structures ont croisé la limite d'aléa.

Outre l'exposition, les inégalités associées aux différents niveaux de richesse et d'éducation, à la santé, à la classe sociale, au sexe et à d'autres caractéristiques culturelles et sociales peuvent accroître la vulnérabilité et réduire la capacité d'adaptation en limitant l'accès aux ressources (Agrawal, 2018 ; Armenakis & Nirupama, 2014). Les praticiens doivent tenir compte des facteurs socio-économiques qui rendent certains quartiers plus vulnérables afin de donner la priorité aux stratégies de réduction des risques. La figure 8 donne un aperçu des quartiers vulnérables de Burlington en fonction de l'âge, du revenu, de la langue, du sexe, de l'éducation, du taux de chômage, de la nationalité, de la population minoritaire, ainsi que de la

taille et de la composition des ménages. Ces données sont superposées aux plaines d'inondation afin d'affiner les quartiers à haut risque situés dans les plaines d'inondation.

Figure 8

Quartiers à haut risque dans les plaines inondables



Note. Sources des données : Environics et Conservation Halton.

Solutions basées sur la nature

Les stratégies de réduction des risques les plus efficaces sont celles qui réduisent les risques à court terme, mais aussi les vulnérabilités actuelles et prévues (Allen et al., 2012). Les solutions fondées sur la nature sont bien adaptées à cet objectif car elles réduisent l'exposition et la vulnérabilité et renforcent la résilience et la capacité d'adaptation des communautés en s'attaquant aux facteurs de risque sous-jacents (Allen et al., 2012). Les solutions fondées sur la nature sont des approches qui conservent, restaurent et améliorent l'environnement naturel. Elles

sont rentables et permettent de relever toute une série de défis sociétaux tout en aidant les communautés à s'adapter aux effets du changement climatique, à améliorer la biodiversité et à accroître la santé et le bien-être des personnes (Brown et al., 2021 ; Molnar et al., 2021). L'Union internationale pour la conservation de la nature définit les solutions fondées sur la nature comme des "actions visant à protéger, gérer durablement et restaurer les écosystèmes naturels ou modifiés qui répondent aux défis sociétaux de manière efficace et adaptative, tout en procurant des avantages en termes de bien-être humain et de biodiversité" (2020). Un tiers des mesures d'atténuation du changement climatique requises d'ici à 2030 pour maintenir le réchauffement en deçà de 2 °C peut être obtenu en protégeant et en restaurant les puits de carbone naturels (PNUE, 2021b). En outre, des écosystèmes sains servent de tampons naturels et réduisent l'exposition aux risques tout en fournissant un habitat pour les plantes et les animaux (Brown et al., 2021 ; Kapos et al., 2021). Les solutions fondées sur la nature sont extrêmement précieuses, car elles permettent non seulement de faire face à l'aggravation des crises planétaires, mais aussi d'obtenir des avantages écologiques, sociaux et économiques supplémentaires qui renforcent la capacité d'adaptation des populations (Molnar et al., 2021 ; PNUE, 2021b). Par exemple, les forêts et les zones humides permettent de lutter contre les inondations et l'érosion, réduisent le risque d'effet d'îlot de chaleur urbain, séquestrent le carbone et renforcent la biodiversité, tout en offrant des espaces de loisirs et en améliorant la qualité de l'eau et de l'air pour la santé humaine (PNUE, 2021b). Les solutions fondées sur la nature sont d'excellentes alternatives aux infrastructures traditionnelles qui produisent de meilleurs résultats car elles sont plus faciles à entretenir, s'apprécient au fil du temps et présentent de nombreux avantages connexes (Kapos et al., 2021 ; Molnar et al., 2021). À l'inverse, les actifs techniques ou gris (c'est-à-dire les barrages, les réservoirs et les murs de protection contre les inondations) sont coûteux à installer, nécessitent un entretien continu et se déprécient avec le temps (Doswald et al., 2021 ; Kapos et al., 2021). Des initiatives menées dans le monde entier ont démontré la valeur des solutions basées sur la

nature. Par exemple, l'Initiative sur les actifs naturels municipaux (MNAI) a mené un projet pilote à travers le Canada pour évaluer la valeur des actifs naturels dans la fourniture de services de gestion des eaux pluviales municipales (Molnar et al., 2021). Les résultats ont montré que les actifs naturels fournissaient le même niveau de services de gestion des eaux pluviales que les actifs techniques traditionnels dans les zones du projet, répondant aux exigences de la crue centennale (Molnar et al., 2021).

Atténuer les inondations grâce aux actifs naturels à Burlington (Ontario)

Les solutions basées sur la nature peuvent contribuer à réduire les risques d'inondation à Burlington, tout en offrant plusieurs avantages connexes pour les personnes et la nature. Au niveau du bassin versant, la restauration des plaines inondables le long des voies d'eau réduirait les risques d'inondation et d'érosion tout en offrant de multiples co-bénéfices pour la biodiversité, la séquestration du carbone, la régulation du climat, ainsi que la qualité et la quantité de l'eau (Naturally Resilient Communities, n.d.). Lorsque les cours d'eau sont rétrécis et redressés pour le développement urbain, l'eau s'écoule rapidement et augmente le risque d'inondation en aval, ce qui est encore aggravé dans des villes comme Burlington, où les terres imperméables sont nombreuses et la couverture forestière faible (Nirupama & Simonovic, 2007). En restaurant les plaines d'inondation avec des forêts alluviales, une végétation riveraine à racines profondes, des parcs adaptés aux inondations, des zones humides et leurs méandres naturels, il est possible de ralentir l'écoulement de l'eau pendant les précipitations et de réduire le risque d'inondation en aval (Dixon et al., 2016 ; Moudrak et al., 2017 ; Rajabali & Agrawal, 2022), tout en fournissant un corridor de connectivité nord/sud pour la faune et la flore aquatiques et terrestres. En agrandissant les digues et en élargissant les corridors fluviaux, l'espace peut être utilisé pour des activités respectueuses des inondations, telles que les loisirs et le transport actif (Naturally Resilient Communities, n.d.). On sait également que les zones humides réduisent les dommages

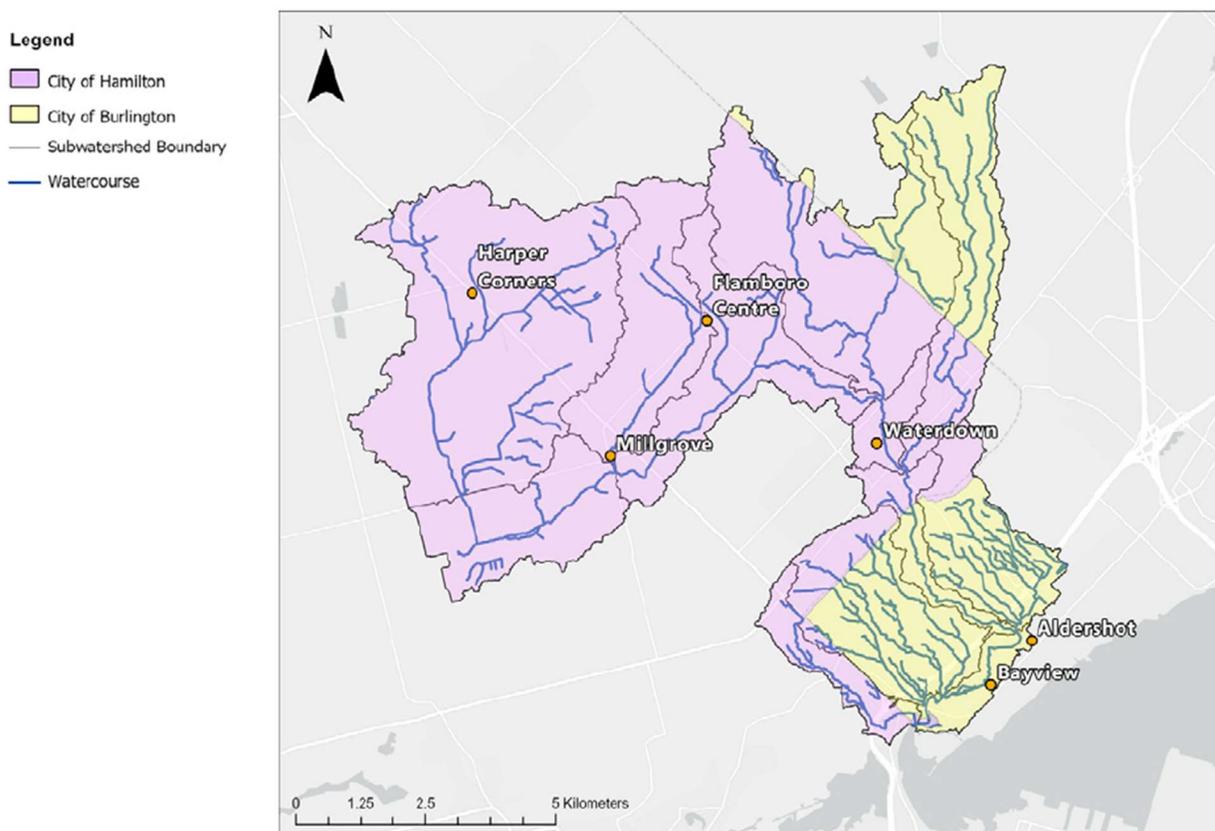
causés par les inondations d'environ 40 % en minimisant le ruissellement, en augmentant l'infiltration des eaux souterraines et en détournant l'eau vers les cours d'eau pendant les précipitations (Moudrak et al., 2017). Les zones humides peuvent être restaurées en amont dans la ceinture verte de l'Ontario pour servir de zones de stockage de l'eau afin d'atténuer la quantité de ruissellement entrant dans l'infrastructure des eaux pluviales de la ville en aval (Moudrak, 2019).

La ville de Burlington commence déjà à reconnaître le rôle de la nature dans la fourniture de services municipaux. Un projet mené par le MNAI a révélé que les actifs naturels du bassin versant du ruisseau Grindstone (figure 9) atténuaient les inondations même dans des scénarios de changement climatique stressants, fournissant environ 2 milliards de dollars en services de gestion des eaux pluviales (MNAI, 2022). À la suite de ce projet, la ville de Burlington commence à identifier, valoriser et intégrer les actifs naturels dans son plan de gestion des actifs (MNAI, 2022). Cela permettra de prendre en compte de manière égale les actifs techniques et naturels dans la prestation des services municipaux. Dans le cadre de son plan d'adaptation au climat, la municipalité a également l'intention d'accroître ses investissements dans des projets d'infrastructures vertes afin de réduire les risques d'inondation et d'améliorer d'autres services écosystémiques, tels que la biodiversité, qui est une composante fondamentale des écosystèmes sains qui fournissent une gamme de fonctions et de services (Ville de Burlington, 2022). Burlington est située dans une écorégion en crise, identifiée comme une zone à forte biodiversité et fortement menacée (Kraus & Hebb, 2020). D'ici 2032, la ville de Burlington a l'intention d'établir un plan de biodiversité à l'échelle de la ville qui s'attaque à la perte de biodiversité par la restauration des habitats et des corridors de connectivité (ville de Burlington, 2022). Il peut s'agir de conserver et de restaurer des zones naturelles, et de développer des infrastructures ciblées, telles que des passages supérieurs et inférieurs naturels qui reconnectent les habitats et

encouragent la migration en toute sécurité (Vartan, 2019). En améliorant et en restaurant les zones naturelles, l'habitat peut être rétabli pour les plantes et les animaux, tout en sauvegardant les biens et services essentiels fournis par les écosystèmes. La ville de Burlington a également l'intention d'augmenter le couvert végétal à 35 % d'ici 2041 (City of Burlington, 2022). Pour ce faire, elle doit utiliser efficacement l'espace de plantation disponible dans les zones urbaines en recourant à des approches innovantes telles que la méthode de la forêt urbaine de Miyawaki. En plantant des arbres, des plantes, des arbustes et des buissons indigènes de toutes tailles et variétés à proximité les uns des autres dans les parcs résidentiels ou le long des couloirs de transport en commun (Miyawaki, 1999), ces mini-forêts peuvent augmenter le couvert végétal beaucoup plus rapidement que les forêts traditionnelles tout en offrant des avantages connexes pour la biodiversité et la séquestration du carbone (Hewitt, 2021). L'augmentation de la verdure urbaine permet également aux eaux de pluie de mieux s'infiltrer dans le sol et peut réduire les températures urbaines de 0,5 à 2 °C, prévenant ainsi les maladies et les décès liés à la chaleur (PNUE, 2021b). Cela sera d'autant plus important que le nombre de jours au-dessus de 30°C devrait passer à Burlington de 16 jours par an à 60,9 jours au cours des 30 à 60 prochaines années dans le cadre d'un scénario d'émissions élevées (Ville de Burlington, 2022).

Figure 9

Bassin versant du ruisseau Grindstone (MNAI, 2022)



Dans les environnements fortement urbanisés où les solutions basées sur la nature peuvent ne pas être réalisables en raison de la densité de population et de l'espace limité, les actifs techniques peuvent incorporer des solutions basées sur la nature pour améliorer leur efficacité (PNUE, 2021c). Par exemple, l'introduction de parcs favorables aux inondations, de toits verts, de jardins pluviaux et de bioswales, parallèlement aux systèmes de gestion des eaux pluviales tels que les égouts, les tuyaux, les pompes et les émissaires, peut réduire le volume et la vitesse à laquelle les précipitations pénètrent dans le système municipal de gestion des eaux pluviales. De cette manière, les solutions basées sur la nature servent de précieux compléments aux infrastructures techniques en retenant et en filtrant les eaux pluviales excédentaires tout en contribuant à la recharge des aquifères et en fournissant des habitats et des espaces de loisirs

(Brown et al., 2021). Plusieurs approches hybrides sont décrites dans les Sustainable Building and Development Guidelines de la ville de Burlington, qui précisent les exigences en matière de développement durable énoncées dans le plan officiel et les règlements de zonage de Burlington, ainsi que les mesures volontaires qui sont encouragées par des programmes incitatifs (Ville de Burlington, 2021). Plus précisément, les lignes directrices recommandent de réduire les surfaces imperméables et le ruissellement des eaux pluviales à l'aide de revêtements perméables, de rigoles biologiques, de jardins pluviaux et de bassins de rétention, et d'encourager la mise en place de toits verts et de systèmes de conservation de l'eau (Ville de Burlington, 2021). Il existe également des programmes permettant aux propriétaires d'identifier et d'atténuer les risques d'inondation dans les structures existantes. Par exemple, le programme Home Flood Protection Assessment fournit aux résidents de Burlington un rapport complet sur les risques d'inondation à la maison et propose des mesures pratiques et rentables pour atténuer ces risques, et le Enhanced Basement Flooding Prevention Subsidy Program de Conservation Halton aide les résidents à entreprendre des améliorations à la maison pour réduire les risques d'inondation. En encourageant l'intégration des actifs naturels aux actifs techniques, la ville de Burlington commence à harmoniser la croissance et l'environnement.

Remarques finales

Les impacts du changement climatique deviennent de plus en plus évidents, car la fréquence et l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes augmentent, et la perte de biodiversité et de services écosystémiques amplifie les impacts des catastrophes, réduisant la capacité des communautés à réagir et à se rétablir (PNUE, 2021a ; Warren et al., 2021). Pour relever efficacement ces défis interdépendants, cette étude a présenté les solutions fondées sur la nature comme une approche qui aligne les objectifs et les cibles dans tous les secteurs afin d'atténuer les effets conjugués du changement climatique, de la perte de biodiversité et de

l'augmentation des risques de catastrophe (Doswald et al., 2021). Cette approche s'aligne sur la Stratégie de gestion des urgences pour le Canada, qui vise à réduire les risques de catastrophe et à accroître la résilience en adoptant une approche intégrée entre les partenaires de la gestion des urgences (Sécurité publique Canada, 2019).

Avec le réchauffement, la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes augmenteront également, ce qui rendra plus difficile l'adaptation aux catastrophes et leur atténuation (Warren et al., 2021). Cette étude a démontré que les solutions fondées sur la nature réduisent les risques à court terme, mais aussi les vulnérabilités actuelles et prévues, tout en procurant des avantages connexes aux populations et à la nature (Allen et al., 2012). Par exemple, des écosystèmes sains servent de tampons naturels, protégeant les communautés des risques tout en fournissant un habitat pour les plantes et les animaux (Brown et al., 2021 ; Kapos et al., 2021). Si certains risques liés au changement climatique peuvent être gérés efficacement à l'aide d'actifs naturels, la résilience se heurte à des limites lorsque les seuils climatiques sont dépassés (Allen et al., 2012 ; De Coninck et al., 2018). Néanmoins, la protection et la restauration des puits de carbone naturels peuvent permettre de réaliser un tiers des mesures d'atténuation du changement climatique requises d'ici à 2030 pour maintenir le réchauffement en deçà de 2 °C (PNUE, 2021b). Ainsi, les solutions fondées sur la nature permettent non seulement de protéger les communautés des risques existants, mais aussi d'atténuer le réchauffement, réduisant ainsi la probabilité d'événements météorologiques plus fréquents et plus intenses à l'avenir (Warren et al., 2021).

L'exemple de Burlington, en Ontario, est pertinent dans le contexte de cette étude, car la région a connu une augmentation des risques d'inondation en raison du changement climatique et de la dégradation des écosystèmes. L'intégration de solutions basées sur la nature peut renforcer la résilience en favorisant la gestion des eaux pluviales, la régulation de la température, la

séquestration du carbone et l'amélioration de la biodiversité et de la santé des écosystèmes. Au Canada, la contribution des actifs naturels à la fourniture de services municipaux est de plus en plus reconnue. Depuis 2016, plus de 90 gouvernements locaux ont mis en œuvre des stratégies de gestion des actifs qui reconnaissent les actifs naturels comme des infrastructures essentielles à sauvegarder et à gérer durablement pour l'avenir (Eyquem et al., 2022). La ville de Burlington prend des mesures pour intégrer les actifs naturels dans son plan de gestion des actifs, afin de garantir une prise en compte équitable des actifs techniques et naturels dans la prestation des services municipaux (MNAI, 2022). Alors que la région continue de croître et que les impacts climatiques s'intensifient, le rôle de la nature dans la fourniture de services essentiels qui protègent les communautés et atténuent les risques deviendra de plus en plus important.

Limites et avis de non-responsabilité : Ce rapport a été préparé à partir des données disponibles citées. Les analyses et les conclusions peuvent être modifiées en raison de la mise à jour des ensembles de données et/ou de l'intégration de nouvelles informations. L'utilisation de toute conclusion tirée dans ce rapport relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Remerciements : Nous remercions l'Office de protection de la nature de la région de Halton d'avoir fourni les données sur les plaines inondables, les limites et le classement des sous-bassins versants, ainsi que la grille des précipitations de 2014 et les isohyètes des précipitations.