



VOLUME II

---

## CHANGEMENTS CLIMATIQUES AU QUÉBEC : S'ADAPTER POUR UN MEILLEUR AVENIR

---

Recommandations d'objectifs et  
stratégies d'expert.e.s à déployer  
dans les municipalités

Mai 2021

## HABITAT

Habitat, autrefois connu sous le nom Eco2Urb, est une société créée par essaimage universitaire qui a pour mission de mettre en application les plus récentes avancées scientifiques en écologie, en économie et en gouvernance, afin de faciliter les prises de décisions concernant l'aménagement du territoire à l'échelle locale et régionale, ou à plus grande échelle.

Les professeurs Dupras, Gonzalez et Messier ont lancé Habitat afin de répondre à une demande croissante en matière d'analyse et de gestion d'écosystèmes et de ressources naturelles. Parmi les services offerts, Habitat encadre la gestion des paysages et des ressources naturelles au moyen d'une approche holistique, notamment en utilisant des logiciels de modélisation innovants et en fournissant des recommandations ciblées qui visent à favoriser la résilience des écosystèmes par la diversité et la connectivité.

L'équipe d'Habitat dirige des laboratoires de pointe en écologie et évolution, en science forestière et en économie écologique. Elle propose des approches novatrices liées au **développement de solutions pour l'aménagement du territoire**. L'équipe met un accent particulier sur la planification à long terme et sur la prise en compte **des risques associés à différents scénarios de changements climatiques et mondiaux et au changement de l'utilisation des sols**.

## FONDATION DAVID SUZUKI

Établie en 1990, la Fondation David Suzuki a pour mission de protéger l'environnement et notre qualité de vie, maintenant et pour l'avenir. Par la science, la sensibilisation et l'engagement du public, et des partenariats avec les entreprises, les gouvernements et les acteurs de la société civile, la Fondation œuvre à définir et à mettre en place des solutions permettant de vivre en équilibre avec la nature. La Fondation compte sur l'appui de 300 000 sympathisants à travers le Canada, dont près de 100 000 au Québec.

## AUTEURS ET CONTRIBUTEURS DU RAPPORT

### Recherche et rédaction :

Fanny Landry, M. Sc. (Habitat)

Olivier Tanguy, M. Sc. (Habitat)

Véronique Dumais-Lalonde, M. Sc. (Habitat)

### Coordination et direction :

Jérôme Dupras, Ph. D. (Habitat)

Louise Hénault-Ethier, Ph. D. Sc. Env. (Fondation David Suzuki)

### Révision :

Mélanie Le Berre, M. Sc. Env. DD. (Fondation David Suzuki)

### Remerciements :

Les auteurs et auteures souhaitent remercier Karel Mayrand, Sylvain Perron, Mélanie Le Berre, Diego Creimer, Allison Reynaud, Annicka Weiss et Maxime Fortin Faubert de la Fondation David Suzuki pour leurs commentaires, leurs suggestions et leurs révisions. Nous remercions également Mali Ilse Paquin pour son aide et son soutien, ainsi que toutes les personnes qui ont accepté de prendre part à ce projet.

### Citation suggérée :

Landry, F., O. Tanguy, V. Dumais-Lalonde, F. Maure, Katrine Turgeon, L. Hénault-Ethier and J. Dupras (2021). Changements climatiques au Québec: s'adapter pour un meilleur avenir. Définir les objectifs de l'adaptation aux changements climatiques et les stratégies pour les atteindre. Volume II. Fondation David Suzuki. 63p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-2>

# TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b>		
1.1. Contexte et objectifs de l'étude	5	32
<b>MÉTHODOLOGIE</b>		
2.1. Revue de littérature	6	33
2.2. Entretiens semi-dirigés	7	39
2.2.1. Analyse des données des entretiens semi-dirigés	8	40
2.3. Sondage en ligne	9	40
2.3.1. Analyse des données du sondage	10	41
<b>RÉSULTATS</b>		
3.1. Revue de littérature	11	43
3.2. Entretiens semi-dirigés	12	45
3.2.1. Profil des participants	13	46
3.2.2. Sources de vulnérabilité	15	47
3.2.3. Mesures d'adaptation	16	48
3.2.4. Freins et défis relatifs à la mise en place des mesures d'adaptation	17	48
3.2.5. La responsabilité	19	56
3.2.6. Efficacité et conformité des indicateurs cités durant les entretiens	21	
3.2.7. Synthèse des résultats des entretiens semi-dirigés	21	
3.3. Sondage en ligne	22	
3.3.1. Profil des participants et di fusion	22	
3.3.2. Sources de vulnérabilité	23	
3.3.3. Mesures d'adaptation	23	
3.3.4. À qui revient la responsabilité de l'adaptation?	28	
3.3.5. Villes et initiatives exemplaires	31	
<b>DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS</b>		
4.1. La gestion et l'encadrement de l'adaptation	33	
4.2. La vulnérabilité face à la chaleur	39	
4.3. La vulnérabilité face à l'eau et aux précipitations	40	
4.4. La vulnérabilité face aux événements climatiques extrêmes	40	
<b>CONCLUSION</b>		
<b>RÉFÉRENCES</b>		
<b>ANNEXES</b>		
7.1. Annexe A - Guide d'entretiens semi-dirigés	46	
7.2. Annexe B – Feuille de notes des entretiens semi-dirigés	47	
7.3. Annexe C – Questionnaire de sondage	48	
7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville	56	

# SOMMAIRE

Les changements climatiques (CC) représentent un des plus grands défis auxquels font face les municipalités du Québec et d'ailleurs dans le monde. Afin de répondre aux pressions croissantes exercées sur les villes, qu'il s'agisse d'une fréquence plus élevée d'événements météorologiques extrêmes ou d'inondations, ou d'une augmentation de la sévérité des sécheresses et des canicules, plusieurs villes cherchent à se doter de plans de lutte et d'adaptation aux CC. Quoiqu'essentielle pour assurer la pérennité des villes et des institutions, l'adaptation est plus difficile à cerner et à mettre en œuvre que ne l'est la lutte aux CC, pour laquelle il existe déjà des cibles et des indicateurs quantifiés, bien connus et facilement accessibles. Afin de développer des plans d'adaptation pouvant être mis en œuvre par les municipalités, il est donc nécessaire d'adopter des cibles, mesures et indicateurs d'adaptation concrets et comparables à ceux employés dans la lutte aux CC.

Cette étude vise à offrir des pistes de réflexion pour l'élaboration de plans d'adaptation au sein des municipalités québécoises. Dans le volume I, une revue de littérature portant sur les cibles, mesures et indicateurs utilisés dans les plans d'adaptation publiés par différentes municipalités au Canada et dans le monde. Dans le volume II, l'étude présente d'abord a) le résultat d'entretiens semi-dirigés réalisés auprès d'acteurs impliqués dans le domaine de l'adaptation aux CC provenant du milieu scientifique et municipal, et des organismes non gouvernementaux; et b) le résultat d'un sondage en ligne diffusé à la communauté de praticiens. Les résultats obtenus fournissent un portrait à la fois qualitatif et quantitatif des points de vue des acteurs par rapport aux priorités en matière d'adaptation aux CC, ainsi que les mesures, cibles et indicateurs pouvant être mis de l'avant pour favoriser l'adaptation dans les municipalités québécoises. Le volume 3 traitera plus spécifiquement des enjeux stratégiques du déploiement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies.

Ceci est le VOLUME II d'une série de trois.

Vous trouverez le VOLUME I à <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-1>  
et VOLUME III à <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-3>

## Plusieurs recommandations émergent de cette étude, notamment :

- Instaurer une institution publique consacrée à la gestion de l'adaptation.
- Développer un outil cartographique universel pour la priorisation, l'implantation et l'évaluation des mesures d'adaptation.
- Définir des orientations et répartir les responsabilités entre les instances administratives.
- Repenser la gestion des budgets et les règlements portant sur l'adaptation aux CC.
- Publier des études de cas à partir des initiatives locales pour favoriser le partage et l'accessibilité aux mesures phares.
- Revoir la place des infrastructures de transport automobile en ville, qui se fait souvent au détriment de l'espace consacré aux infrastructures naturelles, pourtant essentielles à l'adaptation de nos villes.
- Cerner de façon exhaustive les conséquences des événements climatiques extrêmes.
- Définir des protocoles d'urgence dans le cas d'événements extrêmes.
- Développer des indicateurs appropriés pour suivre l'efficacité de chaque plan, projet, règlement ou allocation budgétaire.
- Favoriser le verdissement et la déminéralisation comme mesures phares compte tenu de leur efficacité et de leur rentabilité.

Cette étude dresse ainsi un portrait à la fois qualitatif et quantitatif des points de vue des acteurs sur les priorités en matière d'adaptation aux CC. Elle fournit aussi des pistes pour des mesures, cibles et indicateurs qui pourraient être mis en place afin de mieux outiller les municipalités québécoises dans le processus d'adaptation aux CC. Le volume 3 de la présente étude sur l'adaptation aux changements climatiques se consacrera uniquement aux enjeux de déploiement et de financement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies.

# 1

# INTRODUCTION



Au Québec comme ailleurs, les changements climatiques (CC) deviennent une préoccupation de plus en plus importante pour la population et les gouvernements. En effet, ils menacent la capacité de la société et des écosystèmes à s'adapter à de nouvelles conditions environnementales (Djalante et Thomalla, 2011; Thompson et coll., 2009), telles que de fortes précipitations et des inondations. L'incertitude inhérente aux CC complexifie l'aménagement du territoire, tout comme les interactions potentielles avec d'autres facteurs de stress environnementaux comme l'arrivée d'espèces envahissantes, d'insectes exotiques ou de maladies. Ces changements menacent alors le bien-être des sociétés en ébranlant les fondements de nos villes, de nos institutions et de notre économie. La nécessité d'agir face aux CC est pressante, comme en témoignent de nombreux rapports d'experts internationaux, notamment les publications du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (p. ex., GIEC 2014) et celles de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (p. ex., IPBES 2019). Ces rapports confirment que les impacts des CC déjà ressentis de même que ceux à prévoir augmenteront en fréquence et en intensité. Il est donc dans l'intérêt de tous les paliers gouvernementaux de prendre en compte ces contraintes dans l'élaboration de politiques publiques adaptées aux CC. Bien que certaines mesures d'adaptation aient déjà été mises en place par plusieurs communautés au pays (Richardson, 2010), la détermination, la priorisation, la mise en œuvre et le suivi des mesures d'adaptation représentent toujours des défis importants. Certaines villes, dont Montréal, se sont ainsi dotées de plans d'adaptation face aux CC (Ville de Montréal, 2015). Ces plans visent, à terme, à rendre l'agglomération urbaine et ses résidents plus résilients face aux répercussions négatives de ces changements. L'élaboration de ceux-ci fait d'ailleurs surgir plusieurs questions relatives au choix des mesures d'adaptation à prioriser et aux cibles et indicateurs d'adaptation à adopter afin d'évaluer l'atteinte des objectifs pour les villes québécoises.

## **1.1. Contexte et objectifs de l'étude**

Dans le contexte de l'élaboration de plans d'adaptation aux CC et des questions qui en découlent, la présente étude a pour objectifs de sonder les experts<sup>1</sup> du domaine, puis de partager et vulgariser leurs connaissances, afin de mieux outiller les gestionnaires et ainsi guider les efforts d'adaptation aux CC dans les villes québécoises.

Constituée de trois volumes, l'étude revient d'abord sur la revue de la littérature scientifique et de la littérature grise visant à repérer les mesures, les cibles et les indicateurs employés à l'échelle nationale et internationale dans le processus d'adaptation aux CC (Volume I). Cette recherche a permis d'entamer la réflexion sur les différentes orientations possibles dans le processus d'adaptation aux CC et elle a servi de base aux prochaines étapes de l'étude<sup>2</sup>. Dans le Volume II de l'étude, on présente ensuite a) les résultats d'entretiens semi-dirigés tenus auprès d'acteurs québécois qui œuvrent dans divers secteurs du milieu urbain (scientifique, énergétique, gouvernemental, de la santé, des ONG, etc.), mais ayant comme point commun leur

implication dans le domaine de l'adaptation aux CC. Cette démarche visait à recueillir et à partager des perspectives propres au contexte provincial, puis à établir les points en communs et/ou les lacunes en les comparant aux résultats obtenus à l'échelle nationale et internationale (au moyen d'une revue de littérature). Ainsi, ce deuxième volet a permis de cerner les sources de vulnérabilité en se basant sur la fréquence d'occurrence de chaque vulnérabilité dans le discours de chaque répondant. La même méthodologie a été appliquée aux mesures et indicateurs d'adaptation qu'il conviendrait de préconiser dans le but de promouvoir l'adaptation aux CC au sein des municipalités de la province. Cette démarche a été adoptée dans le but d'approfondir la question de l'adaptation face aux CC auprès de plusieurs experts du domaine et ainsi de recueillir un large éventail de points de vue. Finalement, le second volet de l'étude dévoile b) les résultats d'un questionnaire en ligne diffusé dans la communauté scientifique élargie, c'est-à-dire à tous les acteurs potentiellement impliqués dans l'adaptation aux CC. Le but de ce questionnaire était de

dresser un portrait plus quantitatif des objectifs d'adaptation aux CC en interrogeant un plus grand nombre de participants et ce faisant, de permettre d'évaluer la cohérence entre leurs perspectives et celles recueillies lors des entretiens semi-dirigés. Suivant la démarche adoptée au volet précédent, les répondants ont donc été amenés à s'exprimer sur les sources de vulnérabilité les plus inquiétantes pour les villes québécoises et à déterminer des mesures et indicateurs d'adaptation qui mériteraient d'être priorisés dans le contexte de l'adaptation aux CC. Cette étude vise ainsi la mise en commun des connaissances relatives à l'adaptation aux CC dans les grandes villes de la province comme Montréal pour ultimement guider les efforts en matière d'adaptation aux CC et mieux outiller les gestionnaires œuvrant dans le domaine. Il est à noter que cette étude représente la première partie d'un projet qui s'inscrit dans un cadre plus large, visant ultimement à déterminer, prioriser et recommander les indicateurs et cibles pertinents pour assurer l'adaptation des collectivités face aux CC.

1. Le genre masculin est utilisé comme générique et sans discrimination dans le présent rapport et dans le seul but d'alléger le texte.

2. Remarque : ce premier volet fait l'objet d'un rapport à part entière (Landry, F., Tanguy, O., Dumais-Lalonde, V., Maure, F. et Dupras, J. (2021). Définir les objectifs de l'adaptation aux changements climatiques et les stratégies pour les atteindre. Volume II. Changements climatiques au Québec: s'adapter pour un meilleur avenir. Fondation David Suzuki.). Revue de littérature : Les indicateurs d'adaptation aux changements climatiques. Fondation David Suzuki. 35 p.), pour lequel un résumé est présenté au sein du présent rapport.

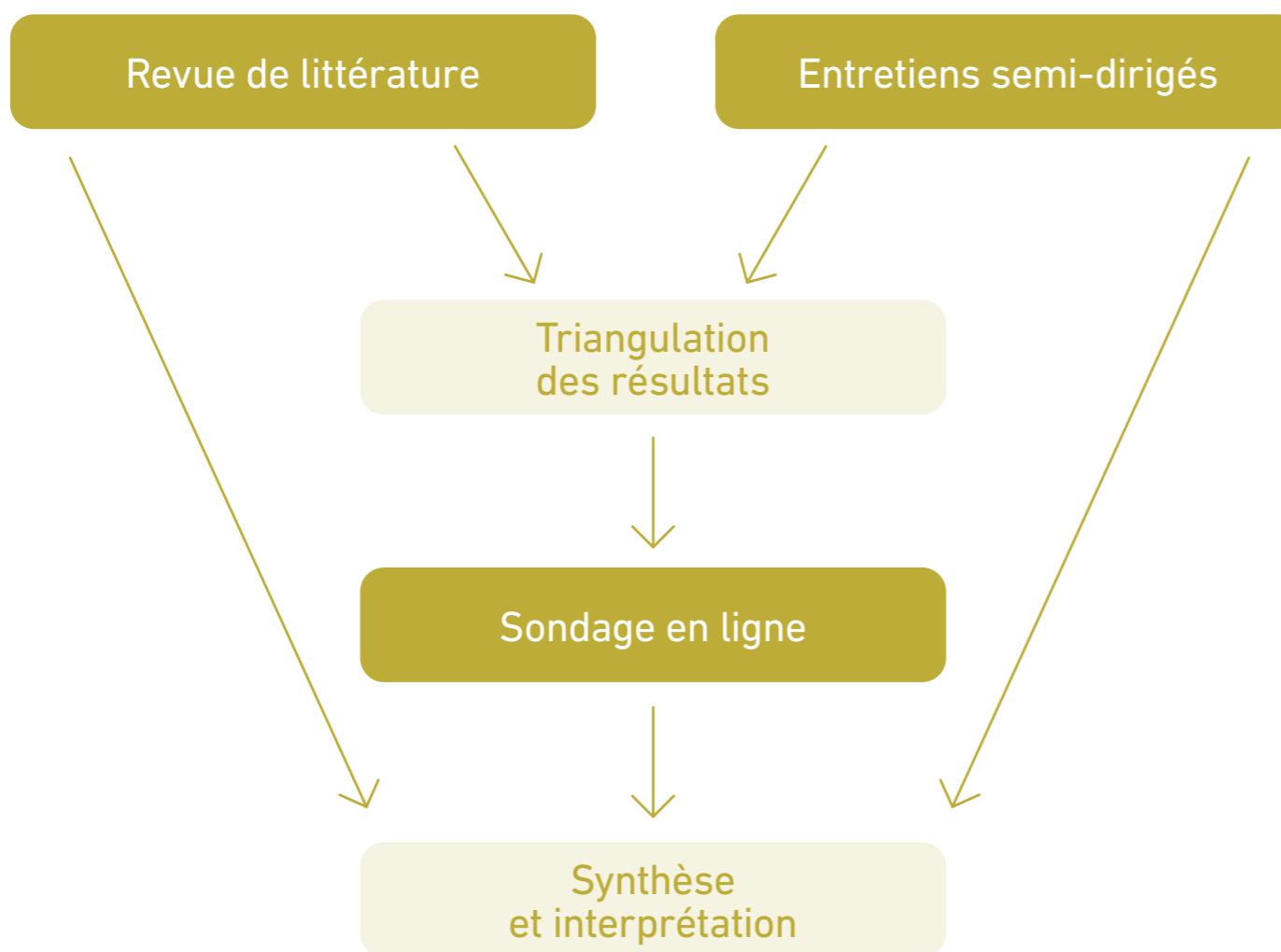
# 2

# MÉTHODOLOGIE



Photo: Mathieu B. Morin

Dans le cadre de cette étude visant à émettre des recommandations sur la création de plans et l'implantation de mesures d'adaptation dans les villes québécoises, la méthodologie adoptée s'articule autour de trois grandes étapes d'acquisition de données (figure 1, cases oranges) et de deux étapes d'analyse (figure 1, cases blanches). Premièrement, une revue de littérature sur le sujet de l'adaptation des villes aux CC a été réalisée. Les documents consultés, provenant à la fois de revues spécialisées (littérature scientifique) et de rapports stratégiques ou techniques (littérature grise) ont permis de dresser un portrait de ce en quoi consiste l'adaptation aux CC et de certaines initiatives prometteuses. Ces résultats ont ensuite été mobilisés pour dresser le cadre de la seconde étape : les entretiens semi-dirigés. Puisque la littérature consultée avait une portée internationale, l'objectif de ces entretiens était d'obtenir le témoignage d'acteurs participant à l'adaptation aux CC et agissant directement dans l'aire d'étude, soit les grandes villes. Les résultats de ces deux activités de recherche ont par la suite été mis en commun et utilisés pour la création d'un sondage en ligne. Le questionnaire ciblait une communauté plus large afin d'y inclure des acteurs moins directement impliqués ou qui sont périphériques aux enjeux d'adaptation, mais dont l'opinion compte pour permettre une réelle intégration de ces enjeux dans la prise de décision ultérieure.



**Figure 1.** Organigramme des différentes étapes de la méthodologie adoptée lors de l'étude, et présenté dans les Volumes I et II.

Les résultats des trois étapes de collecte de données ont ensuite été analysés ensemble pour pouvoir faire ressortir les points communs. Une fois synthétisés et analysés, ces résultats forment la base des recommandations énoncées dans ce rapport (Volume II). Chaque étape de la méthodologie est décrite plus en détail dans les sections suivantes.

## 2.1. Revue de littérature

Cette section du rapport présente un résumé de la revue de littérature effectuée. L'intégralité du travail est présentée dans le Volume I par Landry et Hénault-Ethier (2021).

La revue de littérature vise à soulever les vulnérabilités, mesures et indicateurs dans le contexte de l'adaptation aux CC à l'échelle mondiale, mais pouvant être directement appliqués au Québec. Dans cette optique, autant la littérature grise que la littérature scientifique ont été considérées. Les rapports d'experts, techniques et gouvernementaux couvrent généralement un large spectre allant de la planification stratégique à l'efficacité de la mesure d'adaptation. Les études scientifiques, tout aussi pertinentes, s'attardent le plus souvent à un aspect particulier du processus. Elles revêtent un intérêt particulier dans l'évaluation de l'efficacité ou de la pertinence des indicateurs.

Dans le cadre de la méthode employée, le recensement de la littérature pertinente a donc comme point de départ les rapports de grands organismes internationaux ou nationaux, tels que le GIEC ou le gouvernement du Canada respectivement. Les références citées dans ces rapports, qui renvoient souvent à d'autres rapports réalisés par des gouvernements locaux, sont ensuite utilisées pour poursuivre la revue. Enfin, les études de cas (menées par exemple par les municipalités) faisant parfois partie de stratégies d'adaptation régionales sont relevées, ainsi que les études scientifiques sur lesquelles ces mesures sont fondées. Cette méthode, nommée « boule de neige », est souvent suivie dans les revues de littérature scientifique. Elle permet de ratisser efficacement une vaste littérature pour en extraire les éléments pertinents quant à l'objectif dans le cas où la littérature scientifique sur un sujet est plutôt restreinte et ne permet pas l'utilisation d'une méthodologie plus systématique.

Chaque texte relevé dans la recherche de littérature a fait l'objet d'une évaluation avant d'être intégré à la revue pour s'assurer de sa pertinence. La liste des critères utilisés figure dans le tableau 1. Le degré de correspondance avec les critères est bien sûr suggestif et repose sur le jugement du lecteur. Cependant, demeurer le plus neutre possible dans le choix des textes à inclure est resté une priorité tout au long de l'exercice.

**Tableau 1.** Liste des critères employés pour déterminer la pertinence de la documentation à intégrer dans la revue de littérature.

CRITÈRE DÉCISIONNEL	CRITÈRE D'INTÉGRATION	EXEMPLE POSITIF
Applicabilité à la situation Québécoise	Intégré si la situation décrite dans le document peut s'appliquer au Québec	Rapports produits par le gouvernement du Québec
Année de publication	Davantage de poids accordé aux textes récents	La version la plus récente des rapports du GIEC sera choisie
Citation dans un autre rapport	Davantage de poids accordé aux textes cités ailleurs	Un rapport gouvernemental cité dans un rapport du GIEC
Base scientifique solide	Intégré si le texte s'appuie sur des bases scientifiques	Une étude de cas citant des articles scientifiques pour justifier ses indicateurs

## 2.2. Entretiens semi-dirigés

L'entretien semi-dirigé est une technique couramment employée en sciences sociales lorsque l'objectif est de recueillir les propos d'un participant autour d'un ou de plusieurs thèmes visés par la recherche. L'entretien semi-dirigé nécessite des connaissances préalables sur le sujet. Ces connaissances sont utilisées pour créer un enchaînement de questions, sous forme de liste (document appelé « guide d'entretien » par les praticiens), qui permet de maintenir une certaine uniformité d'un entretien à l'autre. L'objectif consiste à questionner tous les participants sur les mêmes sujets de manière à en arriver à une compréhension en profondeur qui repose sur les expériences propres à chaque participant.

Dans le cas présent, l'objectif des entretiens était de déterminer les principales vulnérabilités liées aux CC dans les grandes villes québécoises, de même que les mesures d'adaptation pour en mitiger les impacts et les

indicateurs requis pour réaliser le suivi de l'efficacité des mesures. De plus, les principaux freins à l'implantation d'un processus d'adaptation efficaces étaient abordés.

Une fois les objectifs définis, un guide d'entretien (questionnaire) a été créé sur la base des connaissances obtenues lors de la revue de la littérature. Ce guide d'entretien (présenté à l'annexe A) comporte quatre sections principales :

1. Une section introductory comportant un résumé du projet de recherche et un briefing sur l'entretien lui-même. Aucune question n'était posée au participant dans cette section.
2. Une section comportant des questions sur le participant lui-même. L'objectif est de catégoriser le participant en fonction de son implication dans une

structure institutionnelle liée à l'adaptation (p. ex., lieu de travail, description des responsabilités).

3. Une section comportant des questions sur les vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs de l'adaptation aux CC dans les grandes villes québécoises.
4. Une section comportant des questions sur les processus entourant l'adaptation aux CC (gouvernance, réglementation, etc.), qu'il s'agisse d'occasions ou de freins à l'implantation de mesures.

Une fois le guide d'entretien créé, deux entrevues pilotes ont été menées auprès de collègues ayant connaissance du sujet. Ces tests s'étant révélés concluants, une invitation à des ateliers de discussion sur le même sujet a été envoyée à 30 personnes ayant préalablement accepté

de participer à l'activité, qui avait été annulée en raison de la pandémie de COVID-19. Ces acteurs étaient tous impliqués directement dans le domaine de l'adaptation aux CC, ce qui faisait de ceux-ci de bons candidats pour les entretiens. Il est à noter que les entretiens ont tous été réalisés par deux intervieweurs afin d'en maximiser l'objectivité.

### 2.2.1. Analyse des données des entretiens semi-dirigés

Les entretiens semi-dirigés ont été enregistrés de manière à pouvoir y revenir pour consultation future. Les données ont pour leur part été traitées de manière anonyme, ce dont les répondants ont été assurés en début d'entretien par la signature d'un formulaire de confidentialité strict. Les informations pertinentes étaient aussi notées manuellement par les deux intervieweurs, simultanément. Les propos recueillis ont par la suite été traités de deux manières, selon la section du questionnaire. Tout d'abord, les données de la section 2 ont été utilisées pour dresser un portrait du participant : son degré de connaissances et d'implication dans le processus d'adaptation, l'étendue de son réseau professionnel, etc. Ces résultats permettent ensuite de

vérifier si certains propos sont davantage tenus par un groupe d'acteurs particulier (p. ex., le milieu municipal et les gens impliqués au niveau stratégique).

Les données de la section 3 ont été recueillies à l'aide d'une feuille de note standardisée. Au moyen de cette feuille, l'intervieweur pouvait noter l'information dans des cases spécifiques. Il pouvait ainsi revenir aisément sur des propos précédents (voir l'annexe B pour la feuille de notes). De plus, cette feuille déjà formatée permettait une entrée de données rapide au terme de l'entretien. Les données étaient ensuite retranscrites dans une grille d'analyse comme celle présentée au tableau 2 ci-dessous.

Une fois tous les entretiens terminés, une mise en commun des grilles individuelles a été réalisée. Chaque nouveau propos était transcrit dans une seule grille (tableau 2). Pour chaque propos redondant entre différents participants, le nombre d'occurrences total était indiqué entre parenthèses dans la case correspondante. Cette méthode permet de déterminer facilement quelles idées sont largement répandues dans la communauté et lesquelles sont marginales ou exprimées par un groupe d'acteurs particulier.



**Tableau 2.**

Grille d'analyse utilisée pour classer les propos des participants à la section 3 des entretiens semi-dirigés. Le texte figurant dans le tableau est présenté à titre d'exemple et ne doit pas être interprété comme un résultat. Les chiffres entre parenthèses illustrent la redondance du même propos entre plusieurs participants.

VULNÉRABILITÉ	OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR/CIBLE	RESPONSABLE
Inondations (5)	Réduire les dommages matériels (3)	Cartographier les zones inondables (2)	Nombre d'habitations en zone à risque (2)	Municipalité (2) et gouvernement provincial (1)
Vagues de chaleur (6)	Réduire la température ambiante (4)	Végétaliser en zones d'îlots de chaleur (4)	Température ambiante (2)	Municipalité (2)
		Construction de haltes fraîcheur (1)	Nombre de haltes (1)	Municipalité (1)
...	...	...	...	...

## 2.3. Sondage en ligne

Le sondage en ligne constitue le troisième et dernier volet de collecte de données. Lors de cette étape, une communauté plus large était ciblée afin d'y inclure des acteurs moins directement impliqués ou qui sont périphériques aux enjeux d'adaptation, mais dont l'opinion compte pour permettre une réelle intégration de ces enjeux dans la prise de décision ultérieure. Elle visait à déterminer si ces acteurs : i) partagent le point de vue des experts interrogés lors des entretiens; et s'ils ii) possèdent des connaissances sur d'autres considérations liées à l'adaptation aux CC.

Cette troisième étape de la méthodologie découle directement des deux autres. En effet, les résultats de la revue de littérature ont servi de base aux entretiens semi-dirigés, et les résultats des entretiens ont été utilisés pour rédiger le sondage. La structure du sondage reflète donc celle des entretiens et les principaux constats qui en sont ressortis. Les options de réponses d'une question comme « Quelle mesure d'adaptation devrait être privilégiée pour lutter contre les vagues de chaleur ? » reprennent donc les mesures d'adaptation suggérées par les acteurs interviewés. Une option « Autre, précisez » a également été ajoutée à chaque choix de réponse de manière à éviter que le répondant ne sélectionne par dépit une réponse ne correspondant pas à sa vision, mais aussi pour éventuellement compléter les points de vue recueillis auprès des experts interviewés dans la phase précédente.

Un questionnaire de sondage a été rédigé en ce sens (voir l'Annexe C pour l'intégralité du questionnaire), structuré en trois parties principales :

1. Une section comportant des questions sur le répondant (degré d'implication dans le processus d'adaptation d'une ville, type d'employeur, etc.).

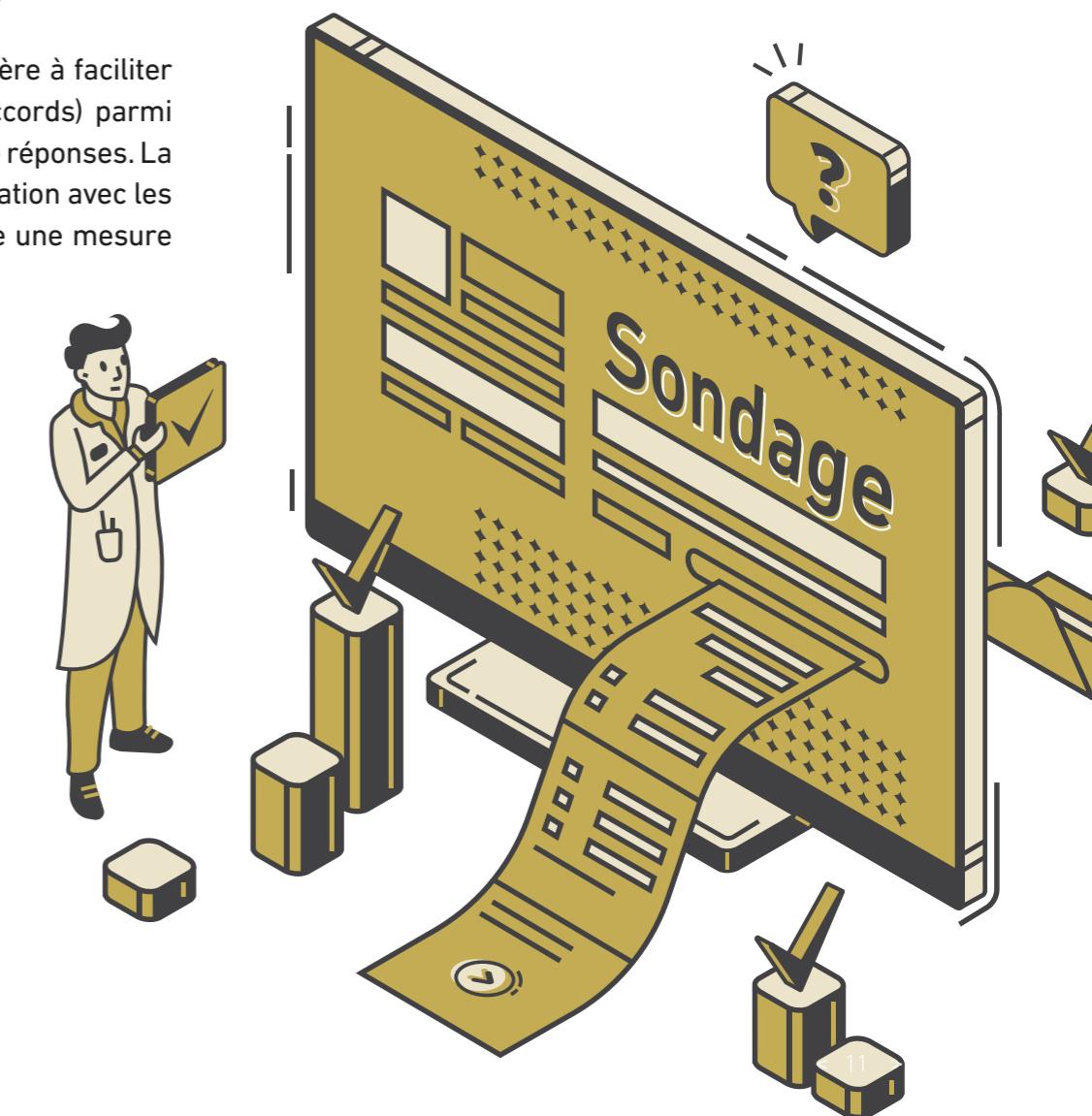
2. Une section principale sur les sources de vulnérabilité et les mesures d'adaptation pour y faire face.
3. Une section sur l'efficacité des infrastructures vertes comme mesures d'adaptation par rapport à divers objectifs d'adaptation.

Une fois le sondage rédigé, celui-ci a été implanté dans le logiciel spécialisé LimeSurvey®. Cette plate-forme a été sélectionnée pour son utilisation très répandue, l'accès au code source du programme (logiciel ouvert) permettant un haut degré de personnalisation et le stockage sécuritaire des données sur un serveur situé au Québec, ainsi que l'anonymisation instantanée des données.

### 2.3.1. Analyse des données du sondage

Le sondage en ligne a été monté de manière à faciliter l'observation de consensus (ou de désaccords) parmi les répondants à l'aide de listes de choix de réponses. La fréquence de sélection d'une option en relation avec les autres choix peut être interprétée comme une mesure

de sa résonance auprès de la population sondée. Cette approche basée sur la fréquence correspond bien à la visée descriptive du questionnaire. Cependant, le format des résultats obtenus (fréquence d'un élément dans chacune des positions d'un classement) demande une transformation mathématique pour être utilisable. Puisque le même élément peut être important pour un répondant et négligeable pour un autre, chaque occurrence d'un élément doit être pondérée. Ainsi, le premier choix des répondants reçoit le pointage le plus élevé (2) et les choix suivants, des pointages inférieurs (1,75; 1,5; 1,25; 1). Le total de points peut ensuite servir à comparer l'importance de chaque élément en relation avec les autres.



# 3

# RÉSULTATS



Photo : Louise Hanoulé-Emile

Les paragraphes suivants résument les résultats découlant de chacun des volets de l'étude.

### 3.1. Revue de littérature

Cette section du rapport présente la structure et certains points importants de la revue de littérature, dont un aperçu de la liste des potentiels indicateurs à utiliser. L'intégralité du travail est présentée dans le Volume I de Landry et Hénault-Ethier (2021).

La revue de littérature avait pour objectif d'explorer le processus d'adaptation aux CC ici comme ailleurs, de déterminer les caractéristiques qui font d'un indicateur une mesure efficace, et de dresser une liste d'indicateurs pertinents aux projets d'adaptation au Québec.

La revue de littérature a permis de déterminer que l'adaptation aux CC suit généralement un processus en quatre étapes : la détermination des sources de vulnérabilité, la planification de l'adaptation, l'implantation de mesures et le suivi des résultats. Chacune d'entre elles peut être suivie au moyen d'indicateurs. C'est cependant la mesure de l'efficacité des actions d'adaptation entreprises qui revêt le plus d'importance pour

ce rapport. Pour être réellement efficaces, les indicateurs doivent d'abord être sélectionnés en amont du projet d'implantation d'une mesure d'adaptation, soit à l'étape de la planification. Les indicateurs choisis doivent respecter plusieurs critères, notamment leur pertinence pour la prise de décision (permettre de constater l'effet découlant d'une action), leur base scientifique solide (directement liés à l'effet de la mesure d'adaptation) et leur facilité à être mesurés (outils de mesure disponibles et fiables). Pour rendre compte fidèlement de l'efficacité d'une mesure, les indicateurs doivent être mesurés avant (création d'une mesure de référence) et après l'implantation d'une mesure (variation par rapport à la mesure de référence). Il est aussi important de distinguer deux grands types d'indicateurs pouvant s'appliquer à un projet : les indicateurs d'effort et les indicateurs de performance. Les indicateurs d'efforts permettent de juger de l'avancement d'un projet, et non de son efficacité pour atteindre l'objectif d'adaptation

fixé. Le nombre d'arbres plantés (p. ex., 15 000 sur un projet de 25 000) serait un bon indicateur d'effort pour un projet de réduction des îlots de chaleur par le verdissement. Par ailleurs, la superficie d'îlot de chaleur – faisant état du changement de température – observée avant et après le programme de verdissement pourrait être un indicateur de performance objectif. Cette recherche sur les indicateurs a mené à la compilation d'un tableau contenant 70 exemples d'indicateurs utilisés dans des contextes d'adaptation aux CC au Québec et ailleurs dans le monde. Un extrait de quelques exemples représentatifs d'indicateurs pour chaque catégorie de vulnérabilité est présenté dans le tableau 3 ci-dessous, alors que l'intégralité des résultats est disponible dans le Volume I. Les indicateurs mentionnés dans le tableau ont été classés dans les trois grandes classes utilisées pour les mesures d'adaptation dans ce rapport : écologique, physique et socio-économique. Ces grandes



catégories permettent d'associer facilement la mesure d'adaptation à sa sphère d'impact.

Un indicateur prend tout son sens seulement lorsqu'il est associé à la mesure d'adaptation qu'il vise à évaluer. C'est pourquoi la mesure d'adaptation, l'objectif d'adaptation visé et la vulnérabilité qui lui est associée sont cités dans le tableau. Comme il a été mentionné précédemment, il est important de distinguer si un indicateur permet de mesurer l'effort ou l'efficacité d'une mesure

d'adaptation. Cette distinction est aussi faite dans le tableau 3. Finalement, comme beaucoup d'études se penchent sur le volet stratégique de l'adaptation, il n'est pas rare de retrouver des indicateurs proposés pour une mesure qui n'est pas en place, des indicateurs proposés, mais qui ne sont pas utilisés, ou d'autres pour lesquels aucune information sur leur usage réel n'est diffusée. Dans ces cas, un point d'interrogation (?) est placé dans la colonne « indicateur en usage ».

**Tableau 3.** Extrait de la liste des indicateurs recensés dans la littérature afin d'évaluer l'efficacité des mesures d'adaptation aux changements climatiques. L'extrait reprend un échantillon représentatif des indicateurs recensés pour chaque catégorie de vulnérabilité. Le tableau est fourni dans son intégralité dans le Volume I. Les indicateurs présentés sont classés en trois catégories : écologique, physique et socio-économique. Les indicateurs sont aussi catégorisés selon leur type, soit des indicateurs d'effort (E) ou de performance (P) et sont structurés en fonction de la vulnérabilité visée par la mesure d'adaptation proposée.

CATÉGORIE	VULNÉRABILITÉ	OBJECTIF	MESURE	MESURE EN PLACE?	INDICATEUR	TYPE	INDICATEUR EN USAGE?	RÉFÉRENCE
ND-GAIN, 2017	Chaleur	Réduire la température ambiante	Augmenter la couverture de canopée urbaine	Oui, Montréal	Proportion de la surface couverte par la canopée	E	Oui	ND-GAIN, 2017; Ville de Montréal, 2011
Écologique	Qualité de l'eau	Réduire la charge en azote dans les cours d'eau	Favoriser des mesures de rétention des polluants à l'échelle du bassin versant	Oui, Vancouver	Concentration d'azote dans l'eau des stations d'échantillonnage	P	Oui	Metro Vancouver 2014
Écologique	Bâtiments adaptés ou adaptables	Réduire le ruissellement	Réduire les surfaces imperméables	-	Proportion de surfaces imperméables	E	?	ND-GAIN, 2017
Physique	Précipitations	Réduire le nombre de surverses	Suivi du nombre de surverses d'égouts	Oui, plusieurs villes	Nombre et/ou volume de surverses	P	Oui	Jacob et coll. 2010
Physique	Inondations	Réduire l'impact des inondations	Limiter les permis de construction dans les zones inondables élargies pour 2080	Oui, New York	Nombre de permis émis pour construction dans la zone inondable projetée	P	Oui	IPCC 2014
Socio-Économique	Ruisseaulement	Réduire le ruissellement	Permis de construction spéciaux pour bâtiments incluant des mesures de réduction du ruissellement	Oui, New York	Nombre de ces permis émis	E	Oui	IPCC 2014

Outre la section de ce document sur les indicateurs, la revue de littérature comporte une analyse de six études de cas concernant soit le plan d'adaptation d'une ville ou région, soit une mesure d'adaptation particulière implantée par une ville ou région. L'accent a été mis sur l'utilisation que font ces villes des indicateurs de performance. Il se trouve que peu de plans d'adaptation précisent leurs indicateurs préalablement à l'implantation de mesures. Du moins, les indicateurs ne sont pas exposés dans les documents rendus publics. Il en est ainsi pour tous les plans d'adaptation de nature « stratégique », qui définissent les objectifs d'adaptation et les mesures à préconiser pour l'ensemble d'une ville ou d'une région (p. ex., Paris ou New York). Cependant, d'autres types de plans d'adaptation vont plus loin. Le plan de gestion de la qualité de l'eau de la région de Vancouver planifie les indicateurs qui seront utilisés, comme la concentration en nutriments des cours d'eau et la biodiversité. Ce plan prévoit l'établissement d'une mesure de référence, puis de mesures répétées à la suite d'une implantation et à une échéance de cinq ans après le début des travaux. Cela représente une utilisation optimale d'indicateurs de performance. Par contre, il faut veiller à ne pas modifier la méthode de mesure de manière à pouvoir comparer efficacement les nouvelles mesures avec le standard. De la même manière, il faut standardiser la méthode de suivi de l'indicateur et s'assurer de son maintien à long terme. Ces données pourront ensuite être utilisées pour alimenter les discussions autour de la refonte du plan d'adaptation et déterminer quelles mesures sont efficaces ou non pour atteindre l'objectif fixé.

Finalement, à la lumière des sources consultées, il semble qu'un plan d'adaptation efficace doit comprendre des lignes directrices et une structure décisionnelle claires, des indicateurs fiables, et une boucle de rétroaction alimentant les futures révisions du plan en fonction des données récoltées. De plus, le traitement des nouvelles implantations en tant qu'études de cas permettrait une meilleure compréhension des effets d'une mesure d'adaptation dans son contexte particulier.

## **3.2. Entretiens semi-dirigés**

Cette section regroupe les propos issus des entretiens semi-dirigés réalisés avec les spécialistes interrogés. Le portrait des participants est d'abord dressé, puis des questions sur les grandes vulnérabilités, les mesures pour y faire face et les freins à leur mise en place sont décrits. La synthèse des entretiens peut être retrouvée dans son intégralité sous forme de tableau à l'Annexe D.

### **3.2.1. Profil des participants**

Sur les 30 invitations envoyées à des personnes impliquées dans le domaine de l'adaptation aux CC, 12 ont répondu positivement à la demande d'entretien. Sur ces 12 acteurs, 3 représentaient le secteur municipal, 3 faisaient partie d'organisations non gouvernementales (ONG), 3 étaient issus du milieu universitaire, 2 faisaient partie du domaine de la santé et 1 représentait le secteur de l'énergie. De manière à assurer la validité scientifique des entretiens, l'anonymat des répondants

était garanti au moyen d'un formulaire de confidentialité. Cette façon de procéder a permis de recueillir les véritables impressions des participants envers les enjeux, sans teinter ceux-ci de la vision propre à leur organisme d'attache, en leur évitant également de potentielles représailles.

La diversité d'acteurs a permis d'obtenir un large éventail des préoccupations liées à l'adaptation aux CC.

Tout d'abord, les entretiens ont permis de connaître les liens existants entre les différents organismes et le niveau auquel ceux-ci partagent leurs connaissances et coopèrent entre eux pour réfléchir aux enjeux des CC.

L'ensemble des organismes et acteurs interrogés explique ainsi avoir des relations avec plusieurs organismes extérieurs s'intéressant eux aussi aux enjeux des CC. Par exemple, au moins 5 des 12 sondés collaborent notamment avec Ouranos, organisme à but non lucratif





(OBNL) faisant office de consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux CC. Ouranos permet en outre le développement de projets collaboratifs réunissant des acteurs issus de différentes disciplines et organisations. C'est une plateforme d'échange de connaissances.

Dans le même ordre d'idées, la Fondation David Suzuki est un partenaire privilégié pour une partie des organismes contactés (5/12). Tout comme Ouranos, la Fondation David Suzuki est un OBNL qui œuvre pour la conservation et la protection de l'environnement et la qualité de vie en s'appuyant sur la science.

Par ailleurs, l'ensemble des individus interrogés déclare être impliqué dans un groupe d'expertise ou un comité s'intéressant aux enjeux des CC. Quatre personnes faisaient par exemple partie du comité du Plan climat de Montréal. On constate toutefois une forte diversité des échelles auxquelles ces comités ou groupes d'expertise interviennent. En effet, certains acteurs s'impliquent au niveau local ou municipal (p. ex., comité du Plan climat de Montréal), d'autres au niveau provincial (Société québécoise de phytotechnologie, comité sur les changements climatiques de l'Union des municipalités du Québec, etc.), ou au niveau fédéral (p. ex., comité de la Politique de mobilité durable). La plupart des sondés (8 sur 12) font toutefois partie de comités qui s'intéressent précisément aux enjeux de la ville où ils résident, ce qui témoigne de l'importance de cette échelle d'intervention. C'est notamment le cas avec le projet La Canopée à Québec et le C40 à Montréal (OBNL international ayant une branche à Montréal).

### 3.2.2. Sources de vulnérabilité

En milieu urbain, deux grandes sources de vulnérabilité sont ressorties lors des entretiens. Tout d'abord, **la gestion des eaux de pluie ainsi que les précipitations intenses et leurs conséquences** sont considérées comme étant la première source de vulnérabilité, un

constat partagé par l'ensemble des individus sondés. En ce qui a trait aux précipitations, la gestion de la neige est une autre source potentielle de vulnérabilité qui, bien qu'elle soit peu pointée du doigt par les participants aux entretiens, semble importante à mentionner. Avec l'augmentation prévue des précipitations intenses, l'importance de gérer convenablement la neige en période hivernale ne doit pas être omise.

Ensuite, **l'augmentation de la température locale**, qui se traduit notamment par des vagues de chaleur plus fréquentes et une augmentation du nombre d'îlots de chaleur, serait la seconde plus grande source de vulnérabilité pour les villes québécoises. La majorité des individus interrogés partage ce point de vue. Cette prépondérance de l'enjeu était attendue, compte tenu de son omniprésence dans les médias et le discours des villes sur l'adaptation.

Quelques experts estiment également que les événements climatiques extrêmes comme les tempêtes de verglas et les grands vents constituent de futures sources de vulnérabilité, puisque leur fréquence est amenée à augmenter dans les années à venir.

Tous ces éléments contribuent à accroître la vulnérabilité des populations. Certaines populations sont d'ailleurs plus à risque que d'autres, notamment en raison de leur condition socio-économique, qui les place dans une situation ne leur permettant pas de pouvoir s'adapter convenablement aux conséquences des CC. Ces personnes, souvent à faible revenu, habitent par exemple dans des zones où le milieu de vie est de moindre qualité (proximité des zones industrielles, manque d'espaces verts, vétusté des infrastructures).

De plus, selon certains individus sondés, le manque de cohérence dans la planification des mesures d'adaptation plus largement liées à la gouvernance générale des villes peut être perçu comme étant une source de

vulnérabilité à l'égard des CC. En effet, en discutant avec les répondants et malgré une apparente coopération (voir section 3.2.1), ceux-ci estiment que chaque organisation travaille trop en silo, ce qui retarde le transfert et le partage de connaissances. Les sondés pointent également du doigt le manque de collaboration entre les différents paliers de gouvernance pour trouver des ressources et les utiliser à bon escient. Dès lors, le manque de communication entre les acteurs limite la naissance d'une vision commune, essentielle à la mise en place de mesures d'adaptation aux CC efficaces et durables. Les répondants expliquent également l'absence d'une réelle vision à long terme, et ce, surtout au sein des instances politiques, puisque les mesures mises en place s'ajustent à la durée des mandats (souvent quelques années) et que les instances politiques doivent fournir des résultats presque immédiats afin de rester populaires dans les sondages. Les mesures à long terme sont en effet moins spectaculaires, car elles n'ont pas de retombées immédiates. Elles doivent également être poursuivies après les mandats des dirigeants, ce qui n'est pas toujours le cas.

Par conséquent, une part des répondants souhaite la création d'un organisme fédérateur regroupant des experts (chercheurs, ingénieurs, spécialistes à la ville) afin d'avoir une connaissance pointue du territoire, de permettre le suivi des mesures et de conseiller la sphère politique. Cet organisme doit servir de catalyseur des bonnes pratiques et de lieu de partage des connaissances. La connaissance du territoire doit notamment se traduire par sa cartographie, outil indispensable et dont l'usage serait partagé à tous les acteurs afin de générer une vision commune. Le tout nouveau Bureau de la transition écologique et de la résilience, créé en janvier 2019, pourrait être ce lieu d'échange au niveau local selon certains répondants.

### 3.2.3. Mesures d'adaptation

Le concept même d'adaptation est une notion importante à définir et à questionner. De l'avis de certains sondés, l'Homme et la société se placent actuellement au-dessus de la nature. Il est alors question de vision anthropocentrique. L'Homme pense pouvoir mettre en place des solutions technologiques très sophistiquées à même de réduire et de surmonter les défis des CC. Cette approche n'est pourtant pas forcément à privilégier, puisqu'elle suppose la consommation d'une grande quantité de ressources et d'énergie, denrées qui sont pour la plupart limitées à l'échelle de la planète (ressources non renouvelables). Par ailleurs, et comme le mentionnent certaines personnes interrogées, il est possible de se baser davantage sur des processus naturels (*nature-based solutions*) pour assurer l'avenir des communautés. Le concept d'adaptation est d'ailleurs critiqué par une partie des sondés. Tel qu'il est indiqué dans le plan climat de la ville de Montréal, « **L'adaptation aux changements climatiques est un processus par lequel une communauté et les écosystèmes qui la composent s'ajustent et se préparent à ces derniers afin d'en limiter les conséquences négatives, et d'en tirer les bénéfices potentiels.** » (Ville de

Montréal, 2020, p. 31). Pourtant, d'après les répondants, l'adaptation est un concept trop limitant qui implique une réponse à un contexte ou à un moment particulier seulement. L'adaptation est en effet un processus où l'échelle de temps est importante afin de planifier les mesures à mettre en place. Ainsi, selon la plupart des sondés, il conviendrait de privilégier le concept de résilience (*bounce forward*) plutôt que celui d'adaptation (*bounce back*), qui est vu comme une solution temporaire. La résilience a l'avantage d'englober la notion d'adaptation, comme le précise la définition qui en est donnée dans le Plan climat de la ville de Montréal (2020, p. 31), « **La résilience urbaine [...] est la capacité des personnes, communautés, institutions, entreprises et systèmes au sein d'une ville à résister, s'adapter et se développer, quels que soient les types de stress chroniques (écologiques, sociaux, économiques, etc.), et de chocs aigus (météorologiques, géophysiques, hydrologiques, sanitaires, etc.) qu'ils subissent** ». La résilience permet ainsi au système en question de se renouveler, de se réorganiser et surtout, de maintenir ses fonctions à la suite d'un événement perturbateur ou d'un stress.



### 3.2.3.1. Une meilleure gestion de l'eau

Plusieurs pistes de réflexion ont été proposées par les acteurs interrogés afin d'assurer une meilleure gestion de l'eau et des phénomènes qui y sont associés (précipitations intenses, ruissellement, surverses et inondations).

La mesure la plus populaire consiste à dresser un portrait détaillé du territoire ou, en d'autres termes, à cartographier précisément les villes afin de connaître les zones les plus vulnérables et ainsi établir les actions prioritaires en ces lieux. Ces dernières peuvent par exemple prendre la forme d'une architecture adaptée au milieu. Il serait en outre judicieux d'interdire les entrées de garage en pente dans les zones jugées vulnérables ou encore de créer des parcs dans les zones où l'eau a tendance à s'accumuler (les points bas de la ville ou cuvettes naturelles). Pour certains participants, cette cartographie doit aller au-delà de la simple détermination des zones vulnérables et recenser les aménagements qui participent à la résilience des villes telles que les infrastructures naturelles. Dans le cas de la gestion de l'eau, il serait alors possible d'estimer la quantité d'eau de ruissellement évitée. Autre point important mentionné précédemment, cette cartographie doit être un outil

collaboratif et commun à tous les organismes. Il est en effet important que chacun des acteurs travaillant dans le domaine de l'adaptation ait accès au même outil afin de dresser un portrait commun du territoire.

En plus d'un outil cartographique, le développement des infrastructures naturelles (saillies végétalisées, ruelles bleues-vertes, bassins de biorétention, fossés végétalisés) associées à la déminéralisation des espaces fortement bétonnés, sont des mesures prônées essentiellement par les participants. De l'avis de ceux-ci, l'accroissement des surfaces perméables par la création d'infrastructures naturelles contribuerait à diminuer les phénomènes de ruissellement et de surverses du réseau d'égout.

Toutes les personnes sondées s'accordent d'ailleurs sur l'importance de la végétation urbaine. Celle-ci génère un ensemble d'avantages connexes qui ne se limitent pas à la simple réduction des phénomènes de ruissellement et de surverses. Aucune infrastructure grise ne peut d'ailleurs prétendre générer autant d'avantages connexes. La végétation est entre autres utile pour la réduction des îlots de chaleur (et donc les besoins en climatisation), elle améliore la qualité de l'air, stocke du

carbone, rehausse la valeur paysagère et la biodiversité, possède un potentiel de phytoremédiation (décontamination de l'air et l'eau du sol grâce aux végétaux, entre autres) et génère des retombées positives sur la santé humaine et le déficit nature des villes. Elle permet également l'agriculture urbaine et joue ainsi un rôle éducatif. D'ailleurs, les experts déplorent la déconnexion des citoyens des grandes villes avec la nature. Le verdissement peut donc aider les habitants à renouer avec la nature et les sensibiliser davantage aux questions environnementales. Cela est sans compter que les citoyens jouent un rôle de premier plan dans le verdissement des villes, car une part non négligeable du territoire des municipalités se trouve en domaine privé.

Enfin, la multiplication des espaces naturels fournit de potentielles aires de stockage de la neige en hiver, réduisant par la même occasion la production de gaz à effet de serre (GES), étant donné que la neige est encore souvent transportée à l'extérieur des villes.

Il convient toutefois de souligner que bien que le verdissement des villes soit « facile » à mettre en œuvre, il doit être réalisé de façon réfléchie (emplacement des plantations, type de végétation, etc.) et comporter





un suivi de l'état de la végétation. Il faut aussi garder en tête que l'ajout de végétation doit être associée à d'autres mesures, car à elle seule, cette mesure ne pourra pas résoudre tous les problèmes relatifs à la gestion des eaux pluviales des villes. Les efforts liés à la végétation risquent également de soulever d'autres enjeux relevant des inégalités environnementales si ces considérations ne sont pas prises en compte. Les enjeux de déploiement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies seront abordées plus en profondeur au Volume III de la présente étude.

### 3.2.3.2. Augmentation de la température et vagues de chaleur

Comme l'ont mentionné les participants lors des entretiens, l'augmentation de la température représente une forte source de vulnérabilité pour les villes québécoises et la santé des citoyens. Les villes sont souvent fortement minéralisées, ce qui renforce davantage la hausse de la température. Il suffit de comparer la température des grands centres urbains à celle des villes satellites pour le constater. Celle des villes en périphérie est en effet bien souvent inférieure à celles des grandes villes.

À l'instar de la gestion de l'eau, il s'avère essentiel de repérer et de cartographier les zones les plus sensibles aux vagues de chaleur. En outre, les individus sondés s'accordent sur la nécessité de verdier une plus grande part des espaces actuellement minéralisés. Les toits et les stationnements sont particulièrement ciblés, tout comme les cours d'école. L'usage de matériaux à albédo élevé, c'est-à-dire réfléchissant davantage les rayons solaires, a également été fréquemment proposé au cours des entretiens (p. ex., toits blancs). Certains répondants ont d'ailleurs fait remarquer qu'une réglementation en faveur de cette mesure existait dans certains quartiers de Montréal, comme Rosemont-La-Petite-Patrie.

Les villes pourraient également mettre en place des plans en cas de canicule dès l'atteinte d'une température

donnée. Ces plans regrouperaient un ensemble de renseignements utiles (carte des espaces verts, des espaces climatisés, des jeux d'eau et des piscines, système d'appel pour contacter les personnes les plus vulnérables, nourriture à privilégier) afin de mieux appréhender la période de chaleur. Précisons cependant que l'usage de climatiseurs n'est pas forcément recommandé; ceux-ci sont d'une part énergivores et donc peu écologiques, et d'autre part, ils génèrent beaucoup de chaleur à l'extérieur des bâtiments. La végétation n'engendre pas de telles externalités négatives, bien au contraire (voir 3.2.3.1.).

### 3.2.4. Freins et défis relatifs à la mise en place des mesures d'adaptation

Plusieurs mesures d'adaptation aux CC ont été présentées aux sections précédentes. Pourtant, comme l'ont évoqué les participants lors des entretiens semi-dirigés, il reste souvent difficile de mettre ces mesures en application, et ce pour diverses raisons.

#### 3.2.4.1. La réglementation

Lorsqu'il est question de mesures ciblées afin de lutter contre les CC, le premier frein à la mise en place en tant que telle de ces mesures est la réglementation. Les participants ont donc souvent suggéré de faire évoluer la réglementation, aussi bien à l'échelle de la ville que des arrondissements, de façon à accélérer le processus de mise en place des mesures d'adaptation.

En effet, des normes réglementaires désuètes empêchent parfois l'implantation de mesures d'adaptation. Le nombre de stationnements par immeuble (faisant l'objet de réglementations dans plusieurs arrondissements) pourrait notamment être révisé à la baisse afin de laisser davantage de place aux espaces verts.

Certaines mesures sont également dépassées d'un point de vue environnemental, comme l'obligation de tondre sa pelouse à l'avant de sa propriété ou d'avoir une entrée pavée. De l'avis d'une part des sondés, les amendes liées à la dégradation de l'environnement ne sont pas non plus assez dissuasives. À titre d'illustration, couper illégalement un arbre dans la ville de Québec coûte 500 \$ alors qu'à Toronto, ce montant peut aller jusqu'à 200 000 \$. Les sondés regrettent en outre la lenteur à laquelle la réglementation évolue, notamment à cause des aspects juridiques et du partage de responsabilités entre les services et acteurs.

Plusieurs répondants estiment par ailleurs qu'il est primordial de changer l'assiette de revenu des municipalités encore trop dépendantes des taxes foncières. La dépendance aux taxes n'incite pas les villes à végétaliser davantage. Il est en effet financièrement plus attrayant à court terme de privilégier le développement immobilier à la création de parcs. Cette logique est toutefois fallacieuse, car à long terme, les parcs et espaces naturels génèrent des bénéfices économiques (voir « Une meilleure gestion de l'eau »), notamment sur le plan de la santé (Twohig-Bennett et Jones, 2018). Malheureusement, comme le signalent certains experts consultés, les villes n'assument pas les coûts liés à la santé de leurs citoyens. Si tel était le cas, elles favoriseraient sans doute davantage le verdissement de leur territoire.

### 3.2.4.2. Des projets à porter à long terme

Les acteurs interrogés mentionnent également l'absence d'une réelle vision à long terme. Tel qu'il a été mentionné précédemment, le soutien politique fait parfois défaut ou n'est pas renouvelé après la passation des pouvoirs (voir 3.2.2.).

En outre, le suivi, l'entretien et la gestion des nouvelles infrastructures (naturelles) sont encore trop souvent négligés. Les experts contactés expliquent la situation

par le manque d'expertise relative à l'implantation et à l'opérationnalisation des nouvelles infrastructures. Les gestionnaires et le personnel responsables ne sont pas toujours qualifiés et formés pour entretenir ces infrastructures, qui deviennent parfois rapidement désuètes. Leur pérennité s'en trouve menacée, alors que celles-ci sont justement mises en place pour favoriser un développement plus durable.

L'un de nos répondants explique par ailleurs qu'un budget est souvent prévu pour la mise en place de mesures, mais pas pour leur suivi ou entretien. D'après cette personne, le suivi n'est pas autant financé parce qu'il n'est pas aussi vendeur (élaguer des arbres, s'assurer de leur santé, etc.), comparativement à une action d'envergure comme la plantation d'arbres. Le manque de suivi pose pourtant un véritable problème; sans celui-ci, il devient difficile d'évaluer l'efficacité à long terme des mesures prises.

Les décideurs n'ont donc pas accès à ce type de renseignements, se trouvant alors dans l'incapacité d'évaluer la pertinence des mesures adoptées. Dans le même ordre d'idées, les sondés s'entendent sur le fait qu'on ne donne presque pas ou aucune suite aux projets pilotes, ce qui empêche de les généraliser et de partager les apprentissages qui en découlent. Cependant, une association avec des établissements universitaires contribue souvent au rayonnement et au suivi des projets pilotes.

Le manque de suivi s'apparente à une forme de gaspillage des fonds publics. Ce constat revient de façon récurrente chez les sondés, qui jugent insuffisants les budgets alloués aux municipalités pour s'adapter face aux CC et aux changements à l'échelle planétaire. Un travail s'impose sur le plan des indicateurs afin d'évaluer les mesures qui fonctionnent et celles qui ne fonctionnent pas. Ces indicateurs doivent fournir des preuves tangibles afin d'aiguiller les décideurs dans leurs choix et de consolider les apprentissages.

### 3.2.4.3. Sensibiliser davantage la population

Selon quelques sondés, le manque d'éducation et de sensibilisation des populations aux enjeux des CC ne permet pas d'accélérer la mise en place de mesures d'adaptation. La population ne semble pas assez conscientisée par les menaces environnementales qui pèsent sur la société.

Certains répondants souhaitent d'ailleurs voir émerger une démocratie locale plus participative et transparente afin de connaître l'avis et le choix des citoyens sur des thèmes qui les touchent. Il serait par exemple intéressant de demander aux citoyens, à l'échelle de l'arrondissement, si une patinoire est importante à leurs yeux, tout en expliquant de façon claire et transparente le coût écologique et économique qu'elle représente. En agissant de la sorte, la population est davantage sensibilisée et elle est également plus éduquée en ce qui a trait à certaines questions environnementales.



#### 3.2.4.4. Avantages connexes et vulnérabilités

Une partie des personnes interrogées estime essentiel de promouvoir encore plus les avantages connexes générés par des mesures d'adaptation pour réfléchir à des solutions agissant simultanément sur plusieurs sources de vulnérabilité. Le cas de la gestion de l'eau illustre bien cet aspect. Alors qu'une canalisation se limite à une seule fonction bien précise, les arbres, quant à eux, en plus de filtrer l'eau et de réduire le ruissellement, procurent d'autres bienfaits (réduction des effets liés aux îlots de chaleur, et amélioration de la qualité de l'air et de la santé humaine en général, entre autres). La présentation de ces avantages connexes doit servir de puissant levier pour inciter citoyens et décideurs à choisir les avenues de développement le plus efficaces et durables possible.

De plus, la conservation des milieux naturels encore présents dans les villes revêt une importance cruciale, car ils ont un impact bien supérieur à de nouveaux attraits. Il n'y a qu'à penser à un arbre de 70 ans, qui a une couronne bien plus importante que celle d'un arbre de 10 ans.

#### 3.2.5. La responsabilité

Durant la partie centrale de l'entretien, qui portait sur le processus d'adaptation, il était demandé aux

répondants d'indiquer qui devait prendre la responsabilité de l'adaptation – en d'autres mots, quelle ou quelles institutions devraient se charger d'implanter les mesures d'adaptation, de la planification à l'opérationnalisation. Les réponses, très variées, comprenaient le secteur privé, les ONG, les arrondissements, les municipalités, les gouvernements provincial et fédéral. Bien que toutes ces réponses aient été mentionnées par plusieurs répondants, il se dégage une tendance sur la manière dont devrait se distribuer la responsabilité des étapes du processus d'adaptation entre ces acteurs.

La plupart des participants estiment que l'implantation des mesures sur le plan opérationnel incombe aux acteurs municipaux, avec l'aide d'autres acteurs agissant à plus petite échelle, comme les arrondissements et les ONG. Quant au secteur privé, ils ont surtout fait mention des entrepreneurs pour les travaux à accomplir.

Les paliers de gouvernement du provincial et du fédéral ont été fréquemment cités en tant qu'acteurs agissant au niveau stratégique. Ces gouvernements devraient donc avoir la responsabilité de fournir de grandes lignes directrices sous la forme d'un plan d'adaptation à l'échelle de la province ou du pays. Il appartiendrait ensuite aux municipalités d'ancrer leur propre stratégie d'adaptation à partir de ces plans. Finalement, les personnes interrogées ont aussi indiqué que les deux

paliers de gouvernements jouent le rôle de bailleurs de fonds. Selon elles, les municipalités n'auraient pas la capacité financière de soutenir de grands projets d'adaptation, sauf si les lois qui régissent leurs sources de revenus étaient modifiées.

#### 3.2.6. Efficacité et conformité des indicateurs cités durant les entretiens

Durant les entretiens semi-dirigés, 38 indicateurs ont été énoncés par l'ensemble des participants. L'ensemble de ceux-ci pourrait être utilisé pour réaliser le suivi de l'efficacité ou du progrès d'une mesure d'adaptation. Cependant, avant de sélectionner un indicateur, il faut s'assurer qu'il remplit certains critères, comme il est souligné dans la revue de littérature rédigée pour ce projet (Volume I). Pour être utile à un projet, un indicateur doit être : mesurable, scientifiquement robuste et pertinent à la prise de décision. Le tableau ci-dessous montre comment certains indicateurs soulevés durant les entretiens respectent ces critères. Il importe de rappeler qu'un indicateur n'est pertinent que lorsque le contexte entourant son utilisation est précisé. La colonne « contexte » du tableau donne un exemple de contexte dans lequel l'indicateur serait pertinent.

**Tableau 4.** Exemples d'indicateurs extraits des entretiens semi-dirigés et évaluation selon les critères de conformités établis dans le cadre du projet.  
Pour plus d'informations, consulter la revue de littérature dans le rapport de Landry (2021).

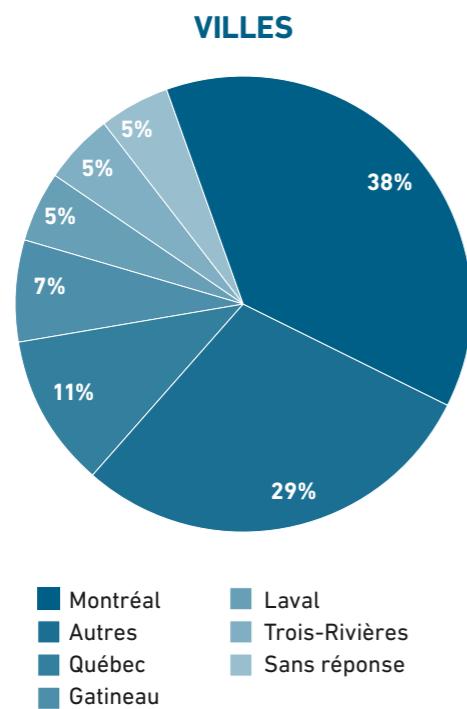
INDICATEUR	TYPE	CONTEXTE	MESURABLE	SCIENTIFIQUEMENT ROBUSTE	UTILE À LA DÉCISION
Valeur (\$) des réclamations d'assurances pour inondation	Performance	Performance des mesures face aux inondations	Documents rendus publics par les assureurs	Directement relié aux inondations	Oui, permet de chiffrer le risque avec une mesure d'impact économique
Différence de température au sol	Performance	Performance des mesures contre les îlots de chaleur	Outils de mesure facilement accessibles	Si réalisé sur plusieurs années, l'effet de la mesure sera mesuré.	Permet de déterminer si la mesure a été efficace
Diversité fonctionnelle de la forêt urbaine	Effort	Augmentation de la résilience de la forêt urbaine	Inventaires des arbres urbains et des nouvelles plantations	Directement lié à la résilience de la forêt urbaine	Permet à terme de diminuer les coûts liés aux arbres publics

### 3.2.7. Synthèse des résultats des entretiens semi-dirigés

Les entretiens semi-dirigés ont amené les répondants à faire part de leur vision de ce que devrait être l'adaptation aux CC et de la façon de la mettre en œuvre dans les grandes villes du Québec. Ces avis, souvent divergents d'une personne à l'autre, montrent qu'une diversité de points de vue existe sur le sujet. Cependant, les points de vue sur certains sujets, notamment les principales sources de vulnérabilité pesant sur les villes, sont assez uniformes chez la plupart des répondants. Des aspects de gouvernance n'ayant pas été relevés dans la revue de littérature, mais ayant été soulevés dans les entretiens, montrent l'utilité de ce mode de collecte de données lors de l'étude de certains cas (p. ex., manque de communication entre les acteurs et institutions impliqués).

Le tableau à l'Annexe D recense les informations liées au premier objectif de ce projet, soit la détermination des principales sources de vulnérabilité, des objectifs et des mesures d'adaptation pour les grandes villes du Québec.

**Figure 3. Lieu de résidence des répondants au sondage en ligne**



### 3.3. Sondage en ligne

Le questionnaire de sondage en ligne, qui repose sur la revue de littérature et les entretiens semi-dirigés, avait pour objectif de déterminer si les points de vue des experts étaient partagés dans une communauté plus large d'acteurs impliqués dans l'adaptation aux CC. Pour ce faire, des questions orientées vers les sources de vulnérabilité liées aux CC et les mesures d'adaptation pour y faire face ont été intégrées au sondage. Les résultats de cette collecte de données, présentés ci-dessous, se déclinent en fonction des objectifs du projet.

#### 3.3.1. Profil des participants et diffusion

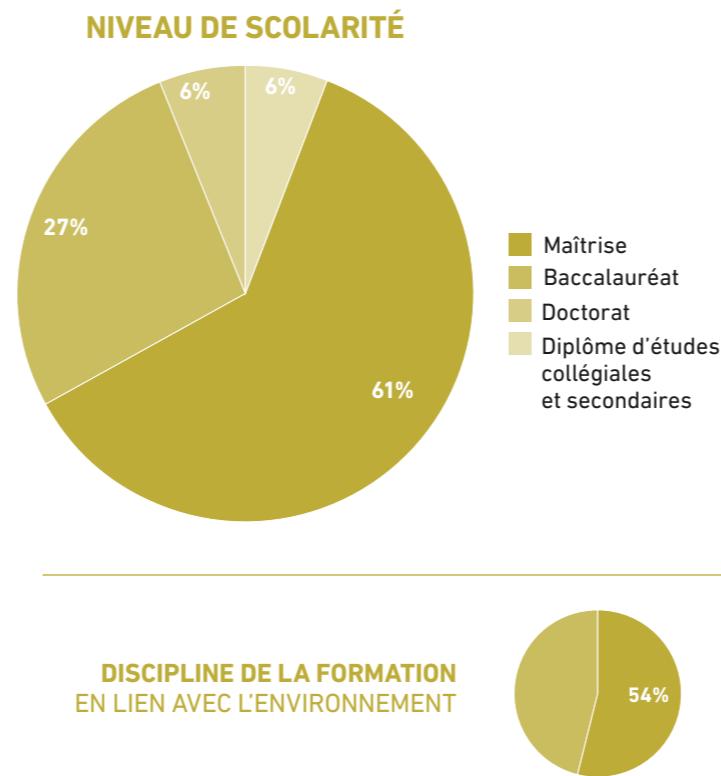
Puisque le sondage visait à obtenir l'avis d'une plus grande communauté impliquée dans l'adaptation, le questionnaire a été transmis à divers organismes impliqués dans le milieu (conseils régionaux de l'environnement, ONG, etc.). Comme moins de 50 réponses complètes

ont été obtenues la première semaine, un rappel de participation a été envoyé aux mêmes organismes la semaine suivante. Après trois semaines de diffusion, 66 personnes avaient effectué le sondage.

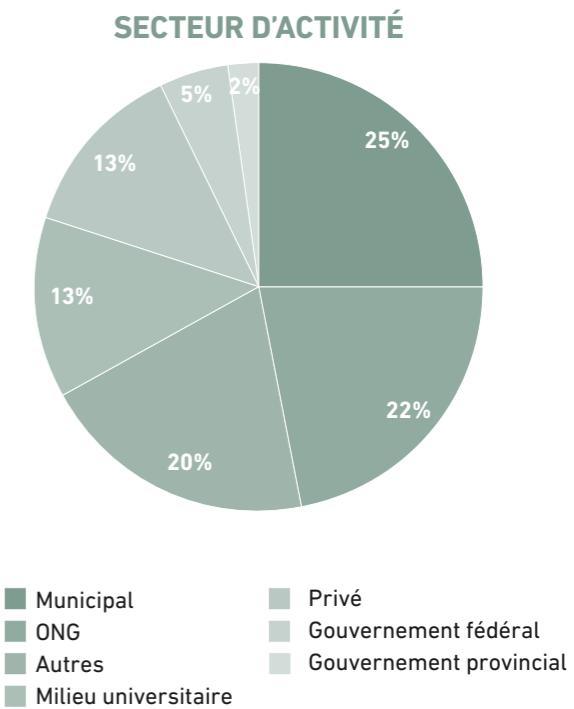
Les invitations à participer au sondage précisaien que les participants ciblés devaient être impliqués de manière directe ou indirecte dans le processus d'adaptation aux CC pour une ville québécoise. À la question du sondage correspondante (Q. 1.3), 70 % des participants ont indiqué un niveau d'implication moyennement élevé à élevé (3 à 5, sur une échelle de 5). L'objectif de sonder des acteurs impliqués dans le processus d'adaptation aux CC est donc largement atteint.

Les figures 4, 5 et 6 présentés ci-dessous dressent le profil des personnes ayant participé au sondage.

**Figure 4. Niveau de scolarité des répondants au sondage en ligne et lien avec l'environnement**



**Figure 5. Secteur d'activité des répondants au sondage en ligne**



### 3.3.2. Sources de vulnérabilité

Pour déterminer les sources de vulnérabilité aux CC les plus importantes aux yeux des sondés, une question comportant 5 sous-sections a été posée (Q. 2.1). Le répondant devait indiquer quelle menace représente la plus grande source de vulnérabilité dans une liste déroulante de 17 options (basée sur la revue de littérature et les entretiens semi-dirigés). La question était répétée pour que les acteurs interrogés puissent faire un classement des cinq plus grandes sources de vulnérabilité, classées par ordre d'importance. Un pointage a été accordé pour chacune des sources de vulnérabilité mentionnée afin de pouvoir synthétiser les réponses. Ainsi, le premier choix des répondants reçoit le pointage le plus élevé (2), et les choix suivants, des pointages inférieurs (1,75; 1,5; 1,25; 1). Le tableau 7 présente la synthèse des réponses des participants. Les cinq principales sources de vulnérabilité relevées par les répondants sont donc, en ordre d'importance : les îlots de chaleur urbains, les vagues de chaleur intenses, les événements météo extrêmes, la perte de biodiversité et l'augmentation de la température (tableau 7). Cette dernière source pourrait toutefois être associée aux vagues de chaleur, ce qui placerait alors les inondations en cinquième position.

Pour mieux comprendre les éléments pris en compte par les répondants pour établir leur classement, une question ouverte (Q. 2.6) leur permettait d'expliquer leur choix. D'après les données collectées, la préoccupation principale des participants était, en premier lieu, de savoir si les conséquences étaient ressenties par la population en général, notamment en matière de santé ou économiquement. Cette question concerne un peu moins d'un tiers des participants. La seconde préoccupation au moment du choix avait trait à l'étendue des conséquences liées aux CC : les répondants ont priorisé les sources de vulnérabilité touchant une plus grande superficie du territoire (p. ex., les vagues de chaleur plutôt que les îlots de chaleur urbains). Environ un quart des répondants ont appliqué ce raisonnement.

Un nombre analogue de répondants a procédé au classement en fonction de la vulnérabilité des milieux naturels des villes, comme la diversité et l'abondance des espèces fauniques et floristiques, les espèces exotiques envahissantes et, plus généralement, l'incidence des villes sur la transformation des écosystèmes naturels. Cette réponse peut paraître surprenante, mais elle rappelle l'importance des milieux naturels urbains et le

rôle qu'ils jouent. De plus, certains participants vivent dans des villes où le capital naturel joue un rôle majeur dans l'économie locale et le bien-être de la population (Gatineau et Mont-Tremblant, entre autres).

L'expérience et les connaissances personnelles arrivent au quatrième rang des raisons ayant motivé le classement des répondants avec, dans une même proportion, les conséquences éventuelles des CC sur les infrastructures.

Enfin, un faible nombre de participants a classé ses réponses en fonction des plans d'adaptation aux CC de sa ville et fonction de son milieu de vie.

### 3.3.3. Mesures d'adaptation

#### 3.3.3.1. Le concept d'adaptation

Tout comme pour les entretiens semi-dirigés avec les experts, les répondants du questionnaire ont été invités à définir succinctement la notion d'adaptation. Environ un tiers d'entre eux estime que l'adaptation renvoie à des mesures ou actions qui visent à limiter les

**Tableau 7.** Classement des principales sources de vulnérabilité selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance accordée à chacune des sources de vulnérabilité par les répondants.

SOURCES DE VULNÉRABILITÉ	POINTAGE
Îlots de chaleur urbains	58,25
Vagues de chaleur intenses	49,50
Événements météo extrêmes	47,00
Perte de biodiversité	38,75
Augmentation de la température	37,25
Inondations	33,50
Précipitations abondantes	31,75
Mauvaise qualité de l'air	28,00
Qualité de l'eau	18,75
Surverses du réseau d'égouts	13,50
Espèces exotiques envahissantes	12,50
Tempêtes de verglas	10,50
Ruisseaulement de surface	9,75
Érosion des berges	8,00
Maladies de type zoonoses	6,25
Tempêtes de vent	6,00
Autre	4,00

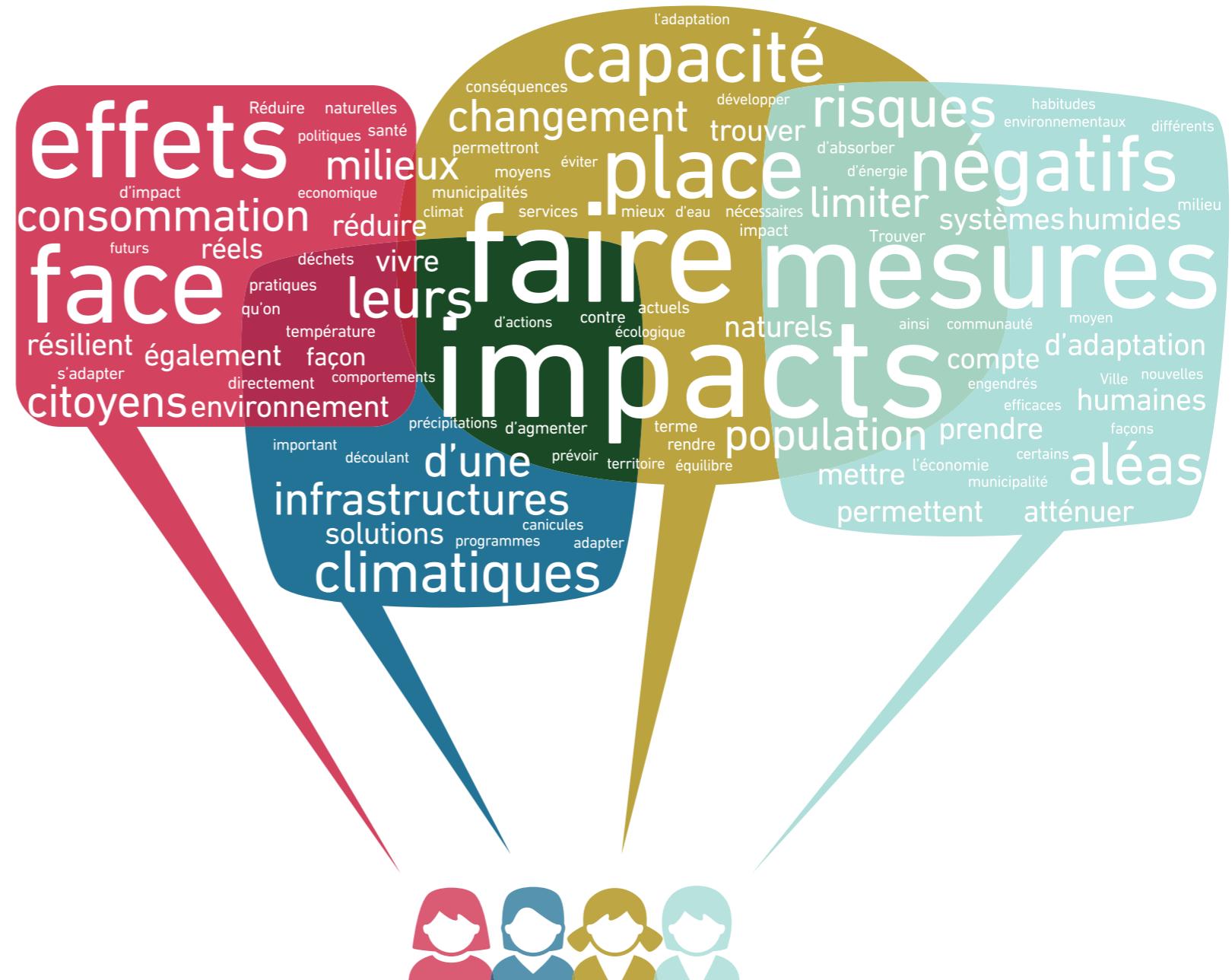
répercussions négatives des CC sur nos modes de vie. En parallèle, les répondants ont souvent indiqué que la sensibilisation et la conscientisation de la population sont des mesures à mettre en place conjointement aux mesures d'adaptation.

Un peu moins du quart des sondés explique par ailleurs que l'adaptation passe par un changement de mode de vie, avec comme idée sous-jacente la réduction de la consommation de biens et d'énergie. Le concept de résilience est également avancé par un quart des répondants et parmi ces derniers, certains insistent sur l'importance de considérer les différentes échelles de temps. En effet, comme le mentionnaient déjà les experts lors des entretiens semi-dirigés, une vision à long terme s'avère fondamentale lorsqu'il est question d'adaptation aux CC. La planification de l'ensemble des mesures et actions doit ainsi englober des objectifs à court, moyen et long terme. De plus, les mesures doivent tenir compte des particularités de chacun des territoires, ceux-ci présentant leurs propres caractéristiques et vulnérabilités.

Bien qu'il soit difficile de synthétiser l'ensemble des réponses sous la forme d'une définition consensuelle de la notion d'adaptation, nous proposons l'énoncé suivant, qui résume la plupart des opinions :

« L'adaptation consiste à augmenter la capacité des acteurs et des infrastructures à faire face aux impacts des CC tant par la mobilisation des ressources humaines et relationnelles que par l'aménagement du territoire, le changement des habitudes de vie et la transformation du système économique, pour qu'il soit le plus durable et résilient possible. L'adaptation comprend également la protection et la création d'écosystèmes naturels connectés (p. ex., forêts, milieux humides, réserves de biodiversité) pour assurer la sécurité et la qualité de vie des populations ainsi que la pérennité des services écosystémiques fournis. »

La figure 6 permet de visualiser la diversité des mots employés par les répondants pour décrire leur vision de l'adaptation aux CC.



**Figure 6.** Nuage de mots représentant les termes les plus fréquemment employés par les répondants au questionnaire afin de décrire leur vision de l'adaptation aux CC. Plus les mots sont de grande taille, plus ils ont été employés fréquemment par les répondants.

### 3.3.3.2. L'adaptation face aux principales sources de vulnérabilité

Les résultats de la revue de littérature et des entretiens semi-dirigés ont permis de dégager trois principales sources de vulnérabilité pour les grandes villes du Québec : les vagues de chaleur, les précipitations abondantes et les tempêtes violentes. Celles-ci ont donc fait l'objet de questions spécifiques dans le questionnaire, afin de sonder les répondants sur les impacts négatifs qu'il conviendrait de cibler en priorité et sur les mesures d'adaptation à déployer pour les réduire. Les répondants avaient aussi la possibilité d'expliquer en quelques mots leur choix. Les trois sections suivantes décrivent les résultats relatifs à ces questions.

Pour déterminer les trois impacts et mesures les plus importants aux yeux des sondés, un pointage a été accordé pour chacune des réponses. Ainsi, le premier choix des répondants reçoit le plus pointage le plus élevé (2), et les choix suivants, de pointages inférieurs (1,5 et 1). La somme de ces pointages a servi à déterminer l'importance relative des impacts et des mesures cités.

#### 3.3.3.3. L'adaptation face aux vagues de chaleur

Le tableau 8 présente le résultat des pointages concernant les impacts négatifs liés aux vagues de chaleur. On peut y voir que les impacts le plus souvent mentionnés par les répondants sont :

- l'augmentation des décès;
- l'augmentation des hospitalisations; et
- l'augmentation des îlots de chaleur.

**Tableau 8.** Classement des principaux impacts négatifs liés aux vagues de chaleur selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance accordée à chacun des impacts négatifs mentionnés par les répondants.

IMPACT	POINTAGE
Augmentation des décès	80,0
Augmentation des hospitalisations	51,0
Augmentation des îlots de chaleur	47,5
Augmentation des épisodes de smog	36,5
Augmentation des maladies chroniques	29,0
Déplacements d'espèces locales	26,0
Déplacements d'espèces envahissantes	11,5
Diminution de la productivité au travail	5,5
Augmentation des cas de zoonoses	4,5
Autres	4,0

Le tableau 9 présente les mesures d'adaptation proposées par les répondants afin d'atténuer les impacts liés aux vagues de chaleur. Voici les trois mesures le plus souvent citées :

- le verdissement;
- la déminéralisation; et
- la réduction de la circulation automobile en ville.

À la lumière de ces données, le verdissement a été de très loin la mesure la plus populaire, celle-ci présentant un pointage de plus du double de la mesure suivante, la déminéralisation. Il est à noter que ces mesures peuvent être complémentaires.

Les répondants justifient d'abord l'importance du verdissement des villes par les avantages connexes produits, qu'il s'agisse notamment de l'amélioration de la qualité de l'air et du bien-être physique et psychologique des habitants, de la réduction du ruissellement ou de l'atténuation des impacts liés aux inondations ou aux îlots de chaleur. Le verdissement - qui sera le sujet du Volume III - a été de très loin permet également de limiter l'usage des systèmes de climatisation qui, certes, améliorent immédiatement le confort des résidents, mais se traduisent par une consommation d'énergie accrue et le rejet de gaz à effet de serre, amplifiant ainsi les conséquences des CC. Le verdissement est donc une mesure utile sur le long terme, échelle de temps particulièrement pertinente pour la mitigation des CC.

**Tableau 9.** Classement des mesures d'adaptation aux vagues de chaleur selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance accordée à chacune des mesures mentionnées par les répondants.

MESURE	POINTAGE
Verdissement	88,0
Déminéralisation	36,0
Réduction de la circulation automobile en ville	30,5
Augmentation de la proportion d'aires protégées	22,0
Révision du code du bâtiment (isolation, revêtements performants)	13,5
Adoption d'un « plan d'action canicule »	13,0
Modification de la réglementation	13,0
Toitures vertes	10,5
Facilitation de l'accès aux plans d'eau naturels	6,5
Facilitation de l'accès aux lieux climatisés	4,5
Toitures blanches	4,5
Campagnes de sensibilisation aux effets de la chaleur	4,0
Cartographie à jour des zones chaudes	1,5

### *Synthèse des réponses à la question ouverte « Quels éléments ont motivé vos choix pour ce classement? »*

Plusieurs répondants souhaitent également voir associer le verdissement à une déminéralisation des villes, en réduisant la circulation automobile au profit des transports en commun et des modes de déplacements actifs comme le vélo. Il s'agit d'ailleurs de mesures synergiques, puisqu'elles sont mutuellement bénéfiques. La réduction du trafic automobile et des zones asphaltées va s'accompagner d'une réduction des îlots de chaleur et des émissions de gaz à effet de serre ainsi que d'une amélioration de la qualité de l'air. Un moins grand nombre de zones asphaltées signifie également plus de place pour le verdissement.

Les participants sont d'avis que la réglementation et le code du bâtiment doivent par ailleurs changer et être plus flexibles afin de tempérer les conséquences liées aux CC. Selon certains, la question des bâtiments durables et plus adaptés aux CC se heurte encore à une réglementation trop stricte sur certains points, et la culture des coûts réduits dans les appels d'offres ne favorise pas une évolution dans le bon sens. Le code du bâtiment impose également des normes peu compatibles avec l'amélioration des performances thermiques des bâtiments, comme l'obligation pour ces derniers, dans certains centres-villes, d'avoir des façades à 50 % vitrées. Le choix des matériaux de construction n'est pas non plus pensé de manière à augmenter l'inertie thermique. Il est toutefois à noter que la présence des toitures blanches se démocratise avec la baisse des prix des matériaux utilisés, ce qui incite peu à peu les villes à recourir à cette pratique plus écoénergétique.

#### **3.3.3.4. L'adaptation face aux précipitations abondantes**

Le tableau 10 montre le résultat des pointages en ce qui concerne les effets négatifs des précipitations abondantes. On peut y voir que les impacts les plus souvent mentionnés par les répondants sont :

- les dommages matériels;
- les débordements d'égouts (surverses); et
- l'augmentation de l'érosion des berges.

**Tableau 10.** Classement des principaux impacts négatifs liés aux précipitations abondantes selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance accordée à chacun des impacts négatifs mentionnés par les répondants.

IMPACT	POINTAGE
Dommages matériels	58,5
Débordements d'égouts (surverses)	49,5
Augmentation de l'érosion des berges	40,0
Menace à la sécurité publique	31,0
Déplacement des populations sinistrées	30,0
Effets sur les récoltes	23,0
Diminution de la qualité de l'eau	22,0
Destruction de milieux naturels	15,5
Décès dus aux inondations	7,5
Perturbations du réseau routier	3,0
Autres	2,5
Augmentation des maladies propagées par l'eau	1,0

Le tableau 11 indique les mesures d'adaptation proposées par les répondants afin d'atténuer les impacts liés aux précipitations abondantes. Voici les trois mesures le plus souvent citées :

- l'interdiction de construire dans les futures zones inondables;
- la réhabilitation des berges naturelles; et
- la protection des milieux naturels/humides.

**Tableau 11.** Classement des mesures d'adaptation aux précipitations abondantes selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance accordée à chacune des mesures mentionnées par les répondants.

MESURE	POINTAGE
Interdiction de la construction dans les futures zones inondables	45,0
Réhabilitation des berges naturelles	35,0
Protection des milieux naturels/humides	32,5
Verdissement	31,5
Infrastructures de rétention (places inondables, saillies végétalisées)	25,5
Déplacement des populations hors des zones inondables	18,0
Déménagement	13,0
Réduction de la dépendance des villes à la taxe foncière	11,5
Cartographie à jour des zones inondables	10,5
Projets de phytoremédiation	10,5
Adaptation du code du bâtiment	7,0
Augmentation de la capacité du réseau d'égout	6,5
Tarification de l'usage de l'eau pour les particuliers	1,0

### *Synthèse des réponses à la question ouverte « Quels éléments ont motivé vos choix pour ce classement? »*

Premièrement, l'interdiction de bâtir dans de futures zones inondables figure en tête des priorités pour ne pas aggraver une situation déjà préoccupante. Certains répondants expliquent d'ailleurs que le Québec accuse un retard en matière de cartographie des zones inondables urbaines, ce qui n'aide pas à limiter la

construction dans ces zones à risque. De plus, les populations vivant dans les zones inondables représentent un fardeau économique pour les villes, en plus de nuire à l'environnement dans lequel elles vivent. Une meilleure connaissance des zones inondables réduirait ainsi le montant des sommes à payer par l'ensemble des contribuables qui participent, par l'entremise de leurs taxes, à indemniser les populations sinistrées. Il est donc urgent de revoir la cartographie des zones inondables et de tenir compte des dernières données climatiques disponibles.

Deuxièmement, les personnes interrogées estiment que l'artificialisation des rives et la raréfaction de zones tampons font partie des facteurs aggravants lors de précipitations abondantes. Elles jugent impératif de renaturaliser les littoraux urbanisés, de conserver les arbres matures encore en place et de planter des variétés végétales pouvant absorber l'eau lors de pluies importantes afin d'atténuer les impacts des crues actuelles et futures. Le déplacement des populations permettrait aussi la réhabilitation de ces habitats, ce qui limiterait en partie les conséquences des inondations en redonnant un plus grand espace de liberté aux cours d'eau.

Toutefois, il est nécessaire de posséder les infrastructures grises et le réseau d'égout requis lors d'épisodes de précipitations intenses. Une capacité trop faible de ces infrastructures pour les précipitations attendues dans l'avenir pourrait mener, entre autres, à un nombre accru de surverses. Les mesures de verdissement, les infrastructures de rétention (places inondables ou *water squares*, saillies végétales et autres) et la déminéralisation représentent de bonnes solutions pour réduire les apports en eau dans les réseaux urbains d'égouts pluviaux et sanitaires. Il s'agit de mesures permettant d'éviter de surcharger les infrastructures existantes.

Ces solutions sont d'autant plus importantes puisque,

comme le soulignent plusieurs individus sondés, les réseaux d'égouts pluviaux ont une capacité limitée. Lorsqu'elle est excédée, il y a un risque que les routes en subissent les répercussions, que l'eau pénètre sur les propriétés privées et qu'il y ait, dans le cas de Montréal, des déversements dans le fleuve. Un participant explique ainsi que les égouts pluviaux se dirigent généralement vers des cours d'eau ou plans d'eau. Les apports rapides en eaux entraînent de l'érosion. Il s'agit d'un processus naturel, mais en milieu urbain, là où les bâtiments sont relativement rapprochés, le cours d'eau n'a pas autant de place et l'érosion de ses rives menace rapidement les infrastructures. Il faut donc privilégier la rétention sur site et la pénétration de l'eau dans le sol, celui-ci constituant un excellent réservoir.

Par conséquent, l'ensemble des solutions passe par une nouvelle approche de la construction et du bâtiment : ne pas construire dans des zones inondables et préserver les berges, mais aussi mieux construire, en intégrant des mécanismes et infrastructures qui permettront d'atténuer les effets des précipitations et de mieux répartir les ruissellements de l'eau en ville.

### 3.3.3.5. L'adaptation aux tempêtes violentes

Le tableau 12 fournit le résultat des pointages concernant les conséquences négatives liées aux tempêtes violentes. On constate que les impacts les plus souvent mentionnés par les répondants sont les suivants :

- les dommages aux réseaux de transport d'énergie;
- la menace à la sécurité publique; et
- les dommages aux infrastructures bâties.

Enfin, le tableau 13 présente les mesures d'adaptation proposées par les répondants afin d'atténuer les impacts liés aux tempêtes violentes. Voici les trois

**Tableau 12.** Classement des principaux impacts négatifs liés aux tempêtes violentes selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance accordée à chacun des impacts négatifs mentionnés par les répondants.

IMPACT	POINTAGE
Dommages aux réseaux de transport d'énergie	63,0
Menace à la sécurité publique	53,0
Dommages aux infrastructures bâties	49,0
Dommages aux récoltes	33,5
Dommages aux éléments naturels	21,5
Pertes économiques	18,5
Décès durant les tempêtes	16,5
Érosion des berges	16,5
Perturbation du réseau routier	9,5

mesures les plus souvent citées :

- l'adoption d'un protocole d'urgence;
- l'acquisition de meilleures connaissances sur l'effet des tempêtes; et
- le verdissement avec des espèces plus résistantes.

On notera par contre que les résultats sont dans l'ensemble plutôt homogènes, ce qui veut dire que le consensus est plus faible quant aux actions à mettre en œuvre pour atténuer les impacts liés aux tempêtes violentes.

Dans l'ensemble, les répondants s'accordent pour dire

Tableau 13. Classement des mesures d'adaptation aux tempêtes violentes selon leur niveau d'importance pour les répondants au questionnaire. Le pointage fait référence à l'importance relative des mesures mentionnées.

MESURE	POINTAGE
Adoption d'un protocole d'urgence	38,5
Acquisition de meilleures connaissances sur l'effet des tempêtes	34,5
Verdissement avec des espèces plus résistantes	32,5
Enfouissement des fils	31,0
Cartographie des zones sensibles	29,5
Réhabilitation des berges	23,5
Modification du code du bâtiment	22,5
Élagage préventif des arbres	20,5
Ajout de génératrices dans les édifices publics	12,5
Autres	2,0

#### *Synthèse des réponses à la question ouverte « Quels éléments ont motivé vos choix pour ce classement? »*

que le réseau de transport d'énergie est particulièrement vulnérable aux tempêtes violentes. Or, selon les intéressés, il semble y avoir peu de connaissances sur les zones sensibles aux tempêtes ainsi que sur la manière d'appréhender ces tempêtes. Il apparaît donc important de tout d'abord mieux cerner les zones sensibles et d'établir un protocole d'urgence lors de situations exceptionnelles. Cette dernière mesure permettrait en outre de limiter les menaces pouvant peser sur la sécurité publique en cas d'événements extrêmes.

En outre, les individus sondés estiment important de sauvegarder la végétation, car elle favorise l'atténuation de plusieurs conséquences liées aux CC (p. ex., îlots de chaleurs, ruissellement, qualité de l'air), en plus de protéger du vent lors des tempêtes. Mentionnons toutefois qu'un arbre seul sur un terrain peut être davantage considéré comme étant une menace à cause des risques de bris, comparativement à un arbre qui fait partie d'un boisé ou d'une haie.

Enfin, plusieurs participants sont d'avis que l'enfouissement des câbles est une bonne mesure pour limiter les perturbations sur le réseau de transport d'énergie, mais selon ces derniers, cette mesure se heurte à des coûts souvent prohibitifs. Certains individus avancent toutefois l'idée selon laquelle l'enfouissement des

câbles diminuerait les coûts liés à l'élagage des arbres, tout en améliorant l'esthétisme général du territoire.

#### **3.3.4. À qui revient la responsabilité de l'adaptation?**

La revue de littérature a révélé que la gestion de l'adaptation était prise en charge par une grande diversité d'organismes et d'institutions, selon la ville ou l'aspect du projet étudié. Les entretiens semi-dirigés semblaient aussi pointer vers la nécessité de faire appel à des acteurs de différents secteurs pour mener à bien ces projets complexes.

Afin de sonder plus précisément les répondants sur ces aspects de gouvernance, il leur a été demandé de citer les niveaux organisationnels qui, selon eux, devraient



s'impliquer dans l'adaptation d'une ville (Q 3.1.1) et de décrire le rôle de chacun de ces acteurs dans le processus d'adaptation (Q 3.1.2). Le tableau 14 présente la liste des acteurs mentionnés et le niveau d'implication attendu. Bien que la méthodologie pour synthétiser les pointages soit similaire à la section précédente (section 3.3.3), il est à noter que l'interprétation des résultats est légèrement différente, les résultats montrant ici un niveau de « préférence » pour l'un ou l'autre des éléments. Ainsi, un pointage élevé indique à la fois le degré d'implication élevé qu'un acteur serait censé avoir dans le processus d'adaptation et la « hauteur » de cet acteur dans l'échelle institutionnelle. Selon les répondants, le gouvernement provincial, la municipalité et le gouvernement fédéral devraient jouer un rôle prioritaire dans l'adaptation aux CC. Malgré des pointages très rapprochés entre les deux acteurs en tête de liste, il est intéressant de constater la présence du gouvernement provincial, et non de la municipalité, au premier rang. Le secteur privé, les arrondissements et les ONG ont globalement été classés à des niveaux d'intervention plus bas par les répondants.

**Tableau 14.** Classement des acteurs selon leur niveau d'implication dans le processus d'adaptation pour les répondants au questionnaire. N1, N2 ... N6 correspond au niveau auquel est classé l'acteur par le répondant (N1 étant le niveau le plus élevé). Les nombres dans les cases recensent, pour l'ensemble des répondants, la fréquence de classement des acteurs dans les différents niveaux d'implication.

ACTEUR	NIVEAU D'IMPLICATION						POINTAGE
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
Le gouvernement provincial	16	23	9	5	1	0	93,1
La municipalité	13	15	19	7	1	1	91,1
Le gouvernement fédéral	20	4	3	4	12	3	73,3
Les organisations non gouvernementales (ONG)	5	3	12	9	9	11	64,6
Les arrondissements, les quartiers	2	10	5	16	7	10	64,1
Le secteur privé	0	1	5	8	16	17	53,5
Sans objet	0	0	3	6	9	12	33,9



La question suivante, une réponse ouverte pour recueillir l'information sur les responsabilités inhérentes à chacun de ces acteurs, comporte des points intéressants pour l'analyse du tableau précédent.

*Synthèse des réponses à la question ouverte visant à décrire le rôle de chacun des acteurs dans le processus d'adaptation*

## Le gouvernement provincial

Le gouvernement provincial est l'acteur se retrouvant en première place du classement issu des réponses au questionnaire. Il a donc un rôle majeur à jouer dans l'adaptation des villes aux CC. De l'avis des répondants, la responsabilité du gouvernement provincial devrait consister à planifier l'adaptation à grande échelle. Ce palier gouvernemental aurait en effet la tâche de dresser les grandes lignes d'un plan d'adaptation général en phase avec ses propres engagements liés aux CC. Il serait en mesure de guider les municipalités dans la création de leurs propres plans d'adaptation, en assurant par le fait même une certaine uniformité dans la planification de l'adaptation partout au Québec.

Selon les répondants, l'une des principales responsabilités du gouvernement provincial est l'allocation de ressources. Cet acteur serait en mesure de financer l'application des plans d'adaptation créés en collaboration avec les municipalités, alors que ces dernières n'en auraient pas les moyens.

Enfin, la question du soutien juridique revient fréquemment parmi les réponses recueillies, bien que les participants fournissent peu de détails permettant de mieux comprendre leur réponse. D'après ceux-ci, le gouvernement provincial devrait apporter son soutien pour adapter les cadres réglementaires à la mise en place de mesures d'adaptation.

## La municipalité

Les répondants estiment que la municipalité est un acteur de première ligne dans l'adaptation. Il s'agit d'un gouvernement de proximité qui connaît les contraintes propres à son territoire. Ces caractéristiques font de la municipalité un acteur dont devrait relever l'opérationnalisation des projets d'adaptation.

Plusieurs répondants mentionnent également l'influence que peut exercer la ville sur la législation. Les règlements pouvant entraver la mise en place d'une mesure d'adaptation pourraient être modifiés par la municipalité qui en a le contrôle. L'exemple des règlements de zonage revient à plusieurs reprises chez les sondés.

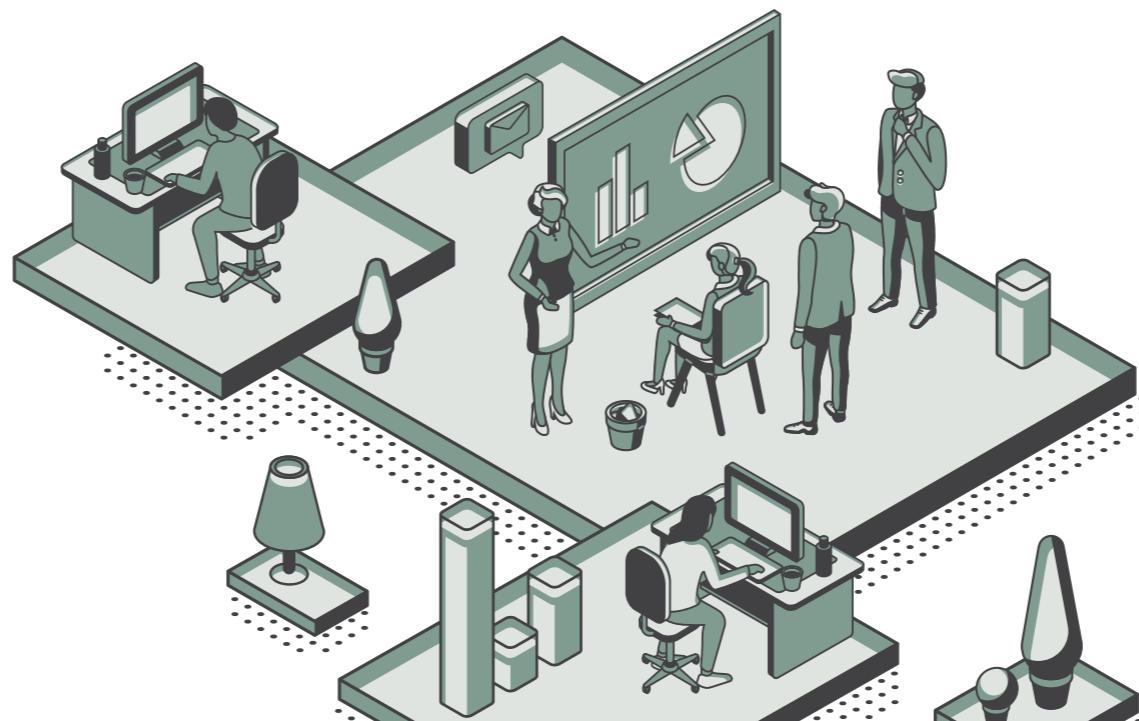
Finalement, les répondants semblent dénoter que les municipalités ne possèdent pas les ressources financières nécessaires à l'implantation de mesures d'adaptation. Les réponses recueillies pointent plutôt vers les paliers gouvernementaux supérieurs pour assurer le soutien financier des plans d'adaptation.

## Le gouvernement fédéral

Les personnes interrogées considèrent que le gouvernement fédéral est un acteur qui devrait s'impliquer à deux niveaux dans l'adaptation des villes. Premièrement, ce palier de gouvernement devrait créer un plan d'adaptation national donnant des lignes directrices aux provinces pour leurs propres plans. Ces orientations stratégiques serviraient à l'atteinte des objectifs fixés par le fédéral pour la lutte aux CC. L'influence du gouvernement fédéral sur les plans d'adaptation des villes serait donc plutôt stratégique et indirecte (en passant par le gouvernement provincial). Deuxièmement, les répondants sont d'avis que le gouvernement fédéral est une institution pouvant soutenir financièrement l'implantation de mesures d'adaptation. À la manière du gouvernement provincial, le gouvernement fédéral pourrait subventionner les projets d'adaptation directement ou indirectement, en allouant un budget aux provinces.

## Les organisations non gouvernementales

Quant aux ONG, ils sont des acteurs relativement importants dans l'adaptation, d'après les sondés. Cette catégorie a d'ailleurs suscité le plus grand nombre de commentaires malgré son pointage relativement faible. À la lumière des résultats obtenus, les répondants semblent moins bien cerner l'implication des ONG que celle des acteurs précédents, mais deux rôles ont fréquemment été mentionnés quant à cet acteur. Le premier serait de fournir des solutions pour atteindre les cibles des municipalités en matière d'adaptation. En effet, plusieurs répondants considèrent que les ONG détiennent l'expertise pour assurer l'acquisition de connaissances et l'application de ces connaissances au service de l'adaptation. Le second rôle serait d'agir comme intermédiaire entre les différents paliers (municipal, provincial, etc.) et la population ou le secteur privé. Ces organismes semblent en effet assurer la liaison entre les niveaux d'organisation stratégiques et opérationnels, entre ceux qui créent les plans et ceux qui les appliquent. Les répondants reconnaissent que l'expérience en gestion de projets des ONG les place comme acteurs importants dans la mise en œuvre de plans d'adaptation en mobilisant à la fois les institutions gouvernementales et le secteur privé, tel que le secteur de la construction.



### 3.3.5. Villes et initiatives exemplaires

Le questionnaire se terminait par une question ouverte et facultative concernant les initiatives en adaptation réalisées ailleurs et susceptibles, aux yeux des répondants, de servir d'exemples pour les villes du Québec. La compilation de ces réponses montre une variété de villes d'un peu partout dans le monde ayant mené à bien des projets d'adaptation inspirants. Les villes citées n'étant pas redondantes d'un participant à l'autre, aucun consensus sur une ville « idéale » ne peut être atteint. Toutefois, on retrouve dans ces réponses davantage de villes européennes (dont Amsterdam, Copenhague et Paris) que de toute autre région.

Parmi les villes et régions citées par les répondants, trois font l'objet d'une description d'étude de cas dans la revue de littérature présentée au Volume I de la présente étude : la région de Vancouver, la ville de Paris et la ville de Washington DC.



# 4

## DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS



Photo : Louise Hémaut-Ehler

À l'issue d'une revue de littérature exhaustive, d'entretiens avec plusieurs experts en matière d'adaptation aux CC et d'un sondage diffusé à une communauté scientifique élargie, plusieurs faits saillants se dégagent des résultats recueillis dans le cadre de cette étude. Tout d'abord, l'adaptation face aux CC est un projet ambitieux faisant appel à des domaines de connaissances variés allant par exemple de la gouvernance à l'écologie. Les acteurs impliqués, issus de secteurs tout aussi diversifiés, cherchent à contribuer du mieux qu'ils le peuvent à ce grand projet d'adaptation aux CC, mais il n'est pas rare que les opinions divergent compte tenu de la complexité du processus ou même du point de vue adopté. Toutefois, les résultats de cette étude montrent une certaine cohésion dans la manière d'organiser, de gérer et d'appliquer l'adaptation. La dernière partie de l'étude présente ainsi, sous forme de recommandations, la mise en commun de la vision des experts et des acteurs du milieu et de l'information recueillie dans la littérature scientifique la plus à jour.

La méthodologie appliquée pour cette étude permet de mettre de l'avant une nouvelle compréhension des enjeux liés à l'adaptation face aux CC. En effet, la combinaison de données provenant de plusieurs sources génère une vision innovante sur ces problématiques déjà existantes. De plus, les perspectives multidisciplinaires recueillies durant ce cheminement permettent d'aborder l'adaptation face aux CC sous plusieurs angles. Ainsi, en considérant simultanément les aspects social, environnemental et économique de l'implantation d'une mesure, on en arrive à une compréhension plus approfondie du processus d'adaptation et des efforts à déployer. C'est sur la base de ces considérations que les recommandations qui suivent ont été établies.

De manière à refléter la structure donnée à l'ensemble des étapes de ce projet, les recommandations sont présentées selon les catégories suivantes :

- Des recommandations générales concernant entre autres la gestion de l'adaptation.
- Des recommandations concernant chacune des sources de vulnérabilité relevées dans le cadre de nos travaux comme étant les plus importantes pour les villes du Québec :
  - ~ la chaleur;
  - ~ l'eau et les précipitations; et
  - ~ les événements climatiques extrêmes.

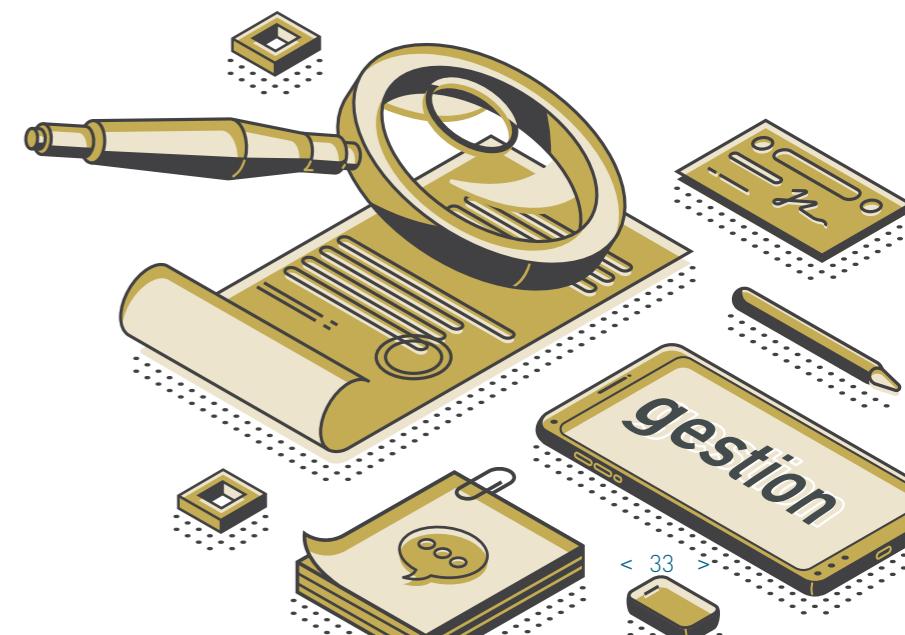
#### 4.1. La gestion et l'encadrement de l'adaptation

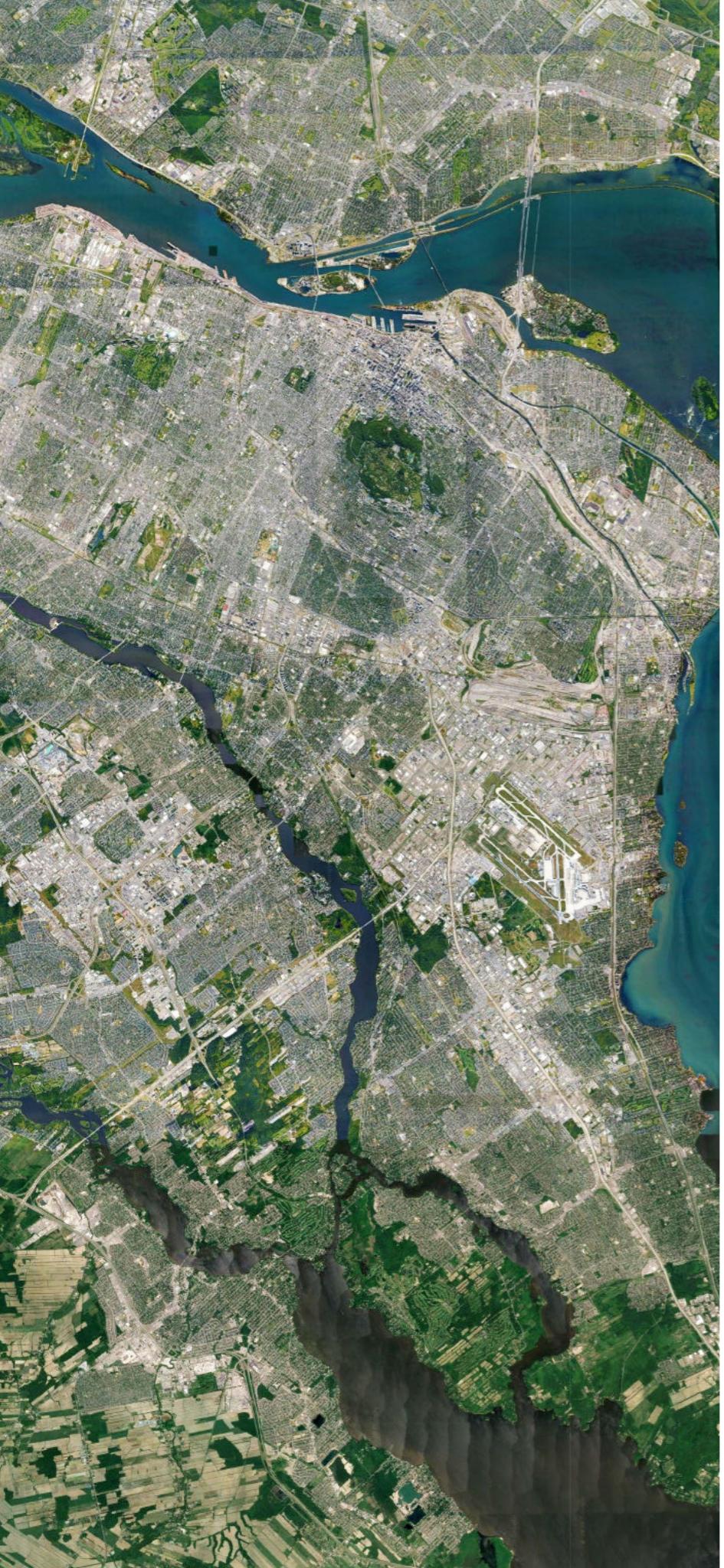
##### RECOMMANDATION 1 : CRÉER UNE INSTITUTION DE GESTION

De l'avis général des experts et des répondants au questionnaire, il semble qu'un manque de direction et d'encadrement dans le processus d'adaptation rende en soi difficile l'implantation de mesures d'adaptation efficaces. La revue de littérature corrobore ce constat en montrant qu'un organisme s'assurant au minimum du suivi de l'implantation des mesures est essentiel au succès d'un programme d'adaptation. Par ailleurs, puisqu'il est important de se doter d'une vision à long terme lorsqu'il est question d'adaptation face aux CC, l'ensemble des mesures et actions doivent être planifiées pour répondre à des objectifs à court, moyen et long terme. De plus, celles-ci doivent tenir compte de la particularité de chacun des territoires, puisque ceux-ci présentent leurs propres caractéristiques et vulnérabilités.

En ce sens, la municipalité, qui semble selon les répondants et la littérature être la meilleure échelle pour la gestion de l'adaptation, devrait s'assurer du suivi de chacune des étapes du processus. Dans cette optique, il est donc recommandé de créer un bureau consacré précisément à cette tâche de gestion à l'échelle des municipalités, voire des MRC en cas de manque de moyens. Ce bureau aurait les fonctions suivantes :

- Épauler la Ville dans la création et la révision de son plan d'adaptation aux CC.
- Planifier les interventions à réaliser sur le territoire de la Ville à court, moyen et long terme en fonction des données les plus à jour.
- Compiler les données pertinentes provenant de multiples sources dans une base de données et veiller à maintenir cette base de données à jour.
- Réaliser les appels d'offres et gérer les offres de services pour l'opérationnalisation des mesures.
- Assurer la communication et le partage d'information entre la municipalité, les ONG, les arrondissements et le public.
- Réaliser le suivi de l'efficacité des mesures d'adaptation implantées en utilisant des indicateurs standardisés à l'échelle de la ville ou de la province.
- Assurer le maintien d'une plateforme de partage d'information (cartographie interactive)





## RECOMMANDATION 2 : SE DOTER D'UN OUTIL CARTOGRAPHIQUE COMMUN À TOUS

Quelles que soit les vulnérabilités considérées, il a souvent été mentionné la nécessité de créer une cartographie du territoire regroupant l'ensemble des informations pertinentes dans le contexte de l'adaptation aux CC. Plus concrètement, la création d'un outil cartographique universel pourrait permettre i) de recenser les zones sensibles aux plus grandes sources de vulnérabilité (gestion de l'eau, augmentation de la température, événements climatiques extrêmes) et ii) de répertorier les zones résilientes (p. ex., îlots de fraîcheur, bandes riveraines aménagées, ouvrages phytotechnologiques, infrastructures naturelles) ainsi que les projets et initiatives en cours ou accomplis permettant d'atténuer les impacts négatifs des CC (p. ex., zone déminéralisée, plantation d'arbres, toit vert, jardin communautaire, école présentant un fort indice de canopée).

Cette cartographie du territoire serait donc composée d'une multitude de couches d'information pouvant être consultées et utilisées simultanément, telles que les zones présentant un risque d'inondation, les zones à risque pour les îlots de chaleur, la température moyenne au sol, la qualité de l'air ou encore les projets en cours. À noter que pour ce dernier aspect, il serait important d'avoir accès à la description des projets (présents ou passés) ainsi qu'aux organisations responsables de ces projets. Cela donnerait l'occasion aux différents organismes œuvrant dans un même domaine de discuter davantage et de partager leurs expériences afin d'obtenir les meilleurs résultats possible.

Une telle plateforme permettrait en outre d'avoir un outil commun et, par le fait même, une vision commune du territoire. Elle permettrait de visualiser autant les zones sensibles où il est le plus pressant d'agir que celles où

des projets ont déjà eu lieu, ce qui permettrait d'améliorer intrinsèquement le suivi des mesures. Ce serait à la fois un outil de planification et de communication.

Enfin, il semble essentiel de rendre ce type de plate-forme accessible aux citoyens. Il s'agirait aussi d'une bonne manière de les sensibiliser aux enjeux de l'adaptation aux CC, puisqu'ils seraient à même d'observer l'état d'adaptation de leur environnement direct ou de leur quartier. Dès lors, s'ils constatent que certains secteurs sont négligés, ils seraient aussi en mesure de faire pression sur les instances dirigeantes afin d'accélérer la mise en place d'actions concrètes et adaptées au territoire.

Cet outil communautaire serait géré par la municipalité, qui aurait notamment le rôle de standardiser les données collectées et de suivre l'avancement des projets. Les citoyens pourraient également être mis à contribution pour la création ou la mise à jour de cette cartographie par l'intermédiaire de consultations publiques ou de tout autre mécanisme de participation citoyenne. Une analyse de la vulnérabilité climatique à l'échelle des quartiers s'inspirant de l'approche développée par Paquin (2020) pourrait d'ailleurs être utilisée par les citoyens souhaitant s'approprier des actions pour augmenter la résilience de leurs quartiers.

## BOÎTE DE TEXTE: DES OUTILS CARTOGRAPHIQUES POUR UNE MEILLEURE RÉSILIENCE CLIMATIQUE

Les données géospatiales contenant différentes informations biophysiques et socioéconomiques peuvent être importées dans un système d'information géographique (SIG), afin d'effectuer des analyses multicritères permettant d'identifier des zones à vulnérabilités climatiques variables propres à différentes régions. Ce type d'analyse est utile pour la planification et la priorisation stratégique d'interventions critiques menant à une adaptation optimale de nos communautés face aux changements climatiques.

Cette approche systématique et reproductible a été utilisée dans de nombreuses études récentes visant la grande région de Montréal pour guider la prise de décision à l'échelle de quadrilatères (Paquin 2020), de quartiers (Francoeur et al. 2018), de villes (Dupras et al. 2018) ou de régions plus larges comme les

communautés métropolitaines (Fondation David Suzuki et Nature-Action, 2012). La Figure 7 illustre graphiquement cette approche méthodologique.

Depuis une décennie, la Fondation David Suzuki et ses nombreux partenaires – dont le Mouvement Ceinture Verte, Nature Action Québec, Eco2Urb, Espace pour la vie, la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) et la Ville de Montréal – ont peaufiné une série de cartes détaillant la valeur des services écologiques, les zones minéralisées, les surfaces engazonnées, l'indice de canopée, les arbres de rue, les toitures végétalisées et autres ouvrages phytotechnologiques, les infrastructures naturelles comme les boisés et les milieux humides, la diversité biologique et les corridors de dispersion de la faune et de la flore, les zones sensibles aux inondations, les îlots de chaleur

urbains, la qualité de l'air, la vulnérabilité sociale, etc.

La prochaine couche d'information qui sera ajoutée à ces analyses représentera les terrains contaminés qui peuvent faire l'objet d'efforts de végétalisation temporaire ou pérenne dans un effort d'adaptation du territoire aux changements climatiques (Fortin Faubert 2020).

Considérées dans leur ensemble, ces nombreuses données sont des outils d'aide à la décision précieux. Dans un souci d'améliorer l'adaptation des territoires et de suivre la progression des mesures préconisées de façon objective, il est critique qu'un maximum de ces données soit régulièrement mis à jour et partagé en libre accès.

## RÉFÉRENCES CARTOGRAPHIQUES

**Priorités de conservation :** Priorisation de conservation suivant une stratégie favorisant à la fois la réduction des risques d'inondation, la conservation de la biodiversité et la lutte aux îlots de chaleur (Figure 16) dans Dupras, J. et al. 2018. Le rôle des infrastructures naturelles dans la prévention des inondations dans la Communauté métropolitaine de Montréal. 60p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/le-role-des-infrastructures-naturelles-dans-la-prevention-des-inondations-dans-la-communaute-metropolitaine-de-montreal/>

**Milieux naturels protégés :** Ville de Montréal. 2016. Milieux naturels protégés ou en voie de protection. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vmtl-milieu-naturel-protege>

**Milieux humides :** Ville de Montréal. 2016. Milieux humides. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vmtl-milieu-humide>

**Vulnérabilité aux vagues de chaleur :** Ville de Montréal. 2017. Vulnérabilité aux vagues de chaleur. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vmtl-vulnerabilite-changements-climatiques>

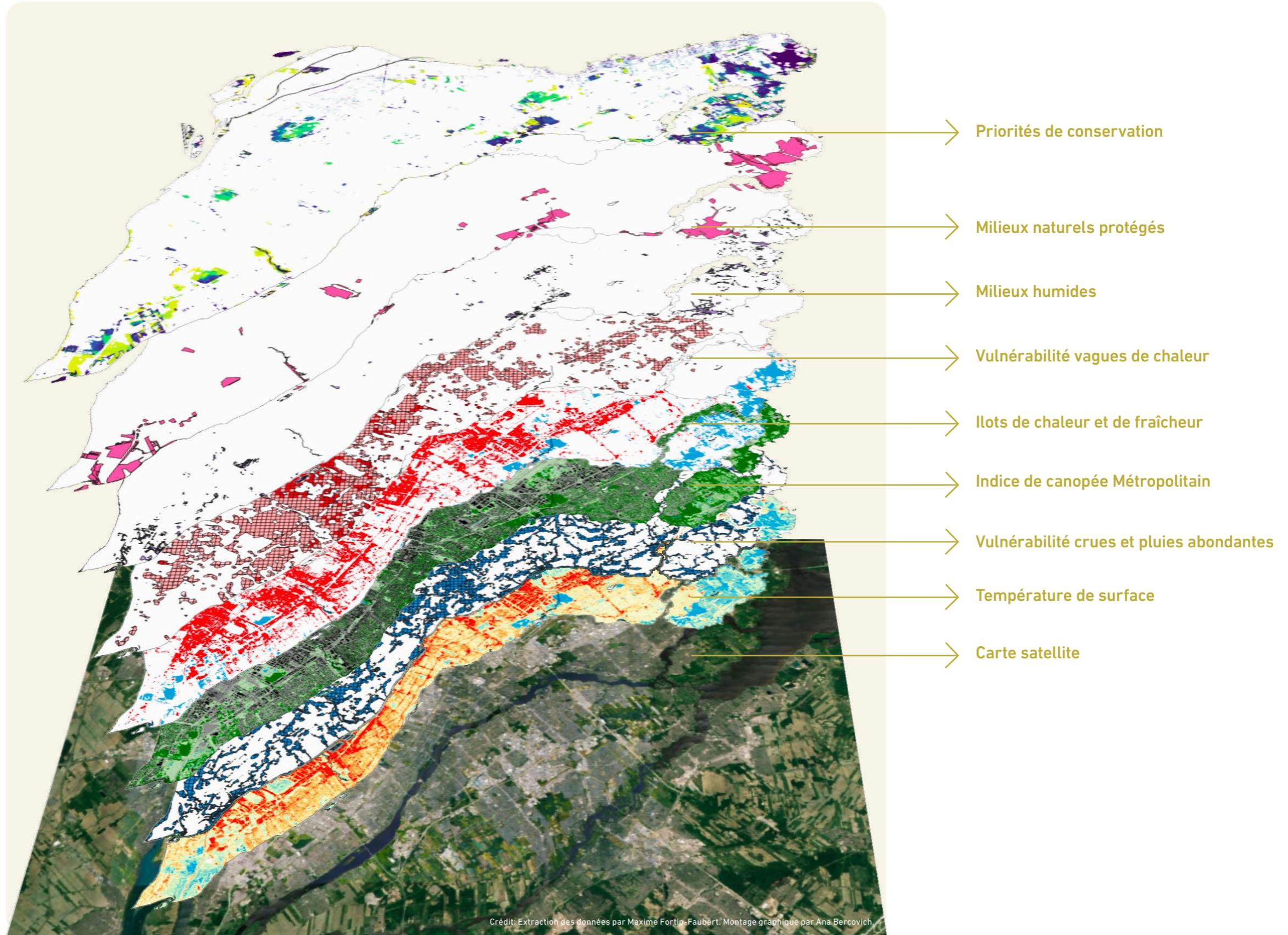
**Îlots de chaleur et de fraîcheur :** Localisation des îlots de chaleur et des îlots de fraîcheur (Figure 12) dans Dupras, J. et al. 2018. Le rôle des infrastructures naturelles dans la prévention des inondations dans la Communauté métropolitaine de Montréal. 60p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/le-role-des-infrastructures-naturelles-dans-la-prevention-des-inondations-dans-la-communaute-metropolitaine-de-montreal/>

**Indice de canopée Métropolitain :** Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). 2019. <http://observatoire.cmm.qc.ca/observatoire-grand-montreal/produits-cartographiques/donnees-georeferencees/>

**Vulnérabilité aux crues et pluies abondantes :** Ville de Montréal. 2017. Vulnérabilité aux crues et Vulnérabilité aux pluies abondantes. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vmtl-vulnerabilite-changements-climatiques>

**Températures de surface :** INSPQ. 2020. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/ilot-de-chaleur-fraicheur-urbains-et-temperature-de-surface/resource/37632699-e3ba-41ba-8ed4-edc9ca55eddd>

**Carte satellite :** Google. 2021. TerraMetrics, Données cartographiques. Maps.google.com



**Figure 7.** Exemple de compilation de données cartographiques pouvant servir d'outil d'aide à la décision à propos de l'adaptation de Montréal. Les cartes proviennent de différentes études réalisées depuis une décennie (références disponibles à la page 35).

### **RECOMMANDATION 3 : DÉFINIR LA RESPONSABILITÉ DE CHACUN**

De manière générale, selon les données collectées, il appartiendrait au gouvernement provincial de dicter les grandes orientations et objectifs nécessaires pour préparer les villes et leurs populations aux effets des CC. Il devrait agir comme soutien aux municipalités et présenter de grandes orientations axées sur une vision à long terme, car c'est à cette échelle de temps que sera résolue la crise climatique.

Le gouvernement provincial a donc un rôle stratégique en matière d'adaptation, tandis que les municipalités doivent être son pendant opérationnel étant donné qu'elles ont une connaissance fine de leur territoire. Les données recueillies montrent toutefois que la connaissance municipale des zones vulnérables aux CC n'est pas suffisante. Sans une cartographie à jour du territoire (voir la recommandation 2), il est difficile de savoir où et comment planifier intelligemment les mesures à mettre en place. Le manque de cohérence en matière de planification diminue la portée des actions entreprises et peut être perçu comme un gaspillage des fonds publics.

### **RECOMMANDATION 4 : RÉVISER LES BUDGETS ET LA RÉGLEMENTATION**

Il semble important d'opérer un changement dans les réglementations municipales afin de repenser l'aménagement du territoire. En effet, à l'heure actuelle, certaines normes ne facilitent pas l'implantation de mesures à même de préparer les villes aux conséquences des CC. La question du zonage est d'ailleurs souvent revenue lors des entretiens, notamment pour atténuer les conséquences des inondations. Le fait de ne plus autoriser le développement immobilier aux abords des cours d'eau et de progressivement encourager les citoyens à quitter ces lieux limiterait les coûts associés aux dédommagements des particuliers et entreprises lors de ce type de catastrophe naturelle. Ce sont des éléments pertinents à prendre en considération dans le vaste chantier de la stratégie nationale d'urbanisme et d'aménagement des territoires actuellement en cours au Québec (Gouvernement du Québec, 2020).

Par ailleurs, le fait que les revenus municipaux soient dépendants des taxes foncières est un autre enjeu majeur aujourd'hui puisqu'ils n'incitent en rien les villes à favoriser la création ou la sauvegarde d'espaces naturels face à des projets de développement immobilier.

Face à ce constat, la capitalisation des services écosystémiques à même les budgets d'infrastructures municipaux pourrait être une bonne manière de responsabiliser les villes et se traduirait par un plus grand nombre de milieux naturels protégés. Une autre solution proposée par certains participants serait d'obliger les villes à prendre en charge les coûts de santé de leurs citoyens, les amenant ainsi à réfléchir davantage aux conséquences de leur étalement urbain et du remplacement d'espaces naturels par des surfaces minéralisées.

### **RECOMMANDATION 5 : UTILISER DE NOUVELLES INFRASTRUCTURES COMME ÉTUDES DE CAS**

Dans la revue de la littérature (Volume I), trois grands types de littérature traitaient d'adaptation aux CC ont été relevés : les articles scientifiques publiés dans des revues spécialisées, les rapports de grands regroupements d'experts internationaux comme le GIEC et les rapports émis par des villes pour documenter leur processus d'adaptation, avec des indicateurs de suivi dans l'atteinte des objectifs ciblés. Alors que les deux premiers types de documents permettent aux gestionnaires de mettre au point les lignes directrices de leurs plans d'adaptation, le dernier type de document



est particulièrement pertinent, car il permet de constater ce qui fonctionne ou non dans un contexte urbain particulier. Ces rapports contiennent parfois des études de cas détaillées qui démontrent l'efficacité, ou l'échec, d'une mesure d'adaptation dans un contexte précis.

À elle seule, la revue de littérature démontre que les études de cas précises, c'est-à-dire suivant un véritable processus expérimental, sont très rares. Or, ce type de connaissances s'avère extrêmement utile lorsque vient le temps de créer un plan d'adaptation. En effet, les études de cas permettent d'émettre des hypothèses sur l'efficacité escomptée d'une mesure et de la valider par le suivi d'indicateurs. À l'instar d'une étude scientifique, ces données peuvent ensuite être utilisées afin de justifier le recours ou le rejet de cette mesure.

Les entretiens semi-dirigés ont également permis de constater le manque d'information tangible et valide sur les mesures d'adaptation, notamment en raison du faible nombre d'indicateurs relevés lors de cette étape du projet. Or, les indicateurs (peu importe leur nature) constituent le seul moyen d'évaluer précisément et objectivement l'efficacité d'une mesure.

Une étude de cas bien documentée peut aussi servir à exporter ces connaissances vers d'autres milieux urbains, favorisant ainsi la collaboration internationale. Pour être efficace et transposable, une étude de cas devrait contenir :

- Une analyse des cas d'implantation de mesures similaires ailleurs au Québec ou dans le monde.
- Une description du problème que la mesure vise à atténuer.
- Une description de la mesure elle-même.
- Une description du site d'implantation incluant un relevé d'indicateurs pertinents pour établir une mesure de référence (*baseline*).
- La présentation des résultats à l'issue de la mise en place de la mesure qui comprend un relevé des mêmes indicateurs que ceux ayant servi à la mesure de référence.

Il est donc recommandé de réaliser des études de cas bien documentées lors de l'implantation de mesures d'adaptation, surtout (mais pas uniquement) lorsqu'il s'agit de l'adoption de nouvelles mesures.

#### **RECOMMANDATION 6 : SE DOTER D'UN ENSEMBLE D'INDICATEURS PERTINENTS POUR CHAQUE TYPE DE PROJET**

Les indicateurs sont d'une importance capitale pour le suivi de l'efficacité des mesures d'adaptation. Un suivi rigoureux des indicateurs avant et après l'implantation d'une mesure constitue la seule manière de déterminer objectivement si celle-ci a atteint ses objectifs. Une mesure jugée efficace grâce à l'évaluation de plusieurs indicateurs et appliquée ailleurs aura de meilleures chances de succès. Utiliser le bilan de certains indicateurs peut aussi servir à justifier un budget lors d'une demande de financement. Enfin, montrer au public que les changements apportés à leur milieu de vie apportent réellement des bénéfices, même si ceux-ci sont peu tangibles à court terme, est une manière de manifester la transparence nécessaire à l'acceptabilité sociale des mesures mises en place et des dépenses qui y sont associées.

Relevés dans le cadre de la revue de littérature, les trois critères nommés dans l'étude de Jacob et coll. (2010) semblent constituer un bon point de départ pour sélectionner des indicateurs :

- Pertinence à la prise de décision : les indicateurs doivent être en mesure de procurer une image représentative des conditions actuelles pour décrire un état de référence (*baseline*), puis de rendre compte efficacement des changements à venir. Ils doivent être faciles à interpréter et à intégrer à des échelles spatiales et/ou temporelles pertinentes pour les acteurs.

- Analytiquement robustes : les indicateurs doivent posséder une base scientifique et technique solide, être basés sur des standards locaux, régionaux et internationaux, et intégrables dans des modèles biophysiques et socio-économiques.
- Mesurables : les indicateurs doivent être basés sur des données fiables, en quantité suffisante pour évaluer des tendances, facilement disponibles et régulièrement mis à jour.

De manière à faciliter la concertation des acteurs impliqués dans l'adaptation aux changements climatiques, cette recommandation propose de se doter d'un ensemble commun d'indicateurs. Cependant, un autre besoin a été noté lors de nos entretiens, soit cartographier ces indicateurs et rendre disponibles ces données à l'aide d'une cartographie accessible à tous. Cette cartographie permettra de situer les besoins de chaque secteur en matière d'adaptation et d'établir un ordre de priorités. Les organismes désirant déployer des mesures sur le territoire de la ville pourront facilement repérer les zones sensibles et agir en conséquence, rejoignant ainsi les objectifs d'adaptation de la ville. De plus, une mise à jour fréquente de cet outil permettra aux citoyens de constater les efforts déployés par la ville et ses partenaires dans la création d'un milieu de vie mieux adapté aux conditions climatiques futures.





## 4.2. La vulnérabilité face à la chaleur

### RECOMMANDATION 7 : INSTAURER LA PLANTATION ET LA DÉMINÉRALISATION COMME MESURES PHARES

Les experts et les répondants au questionnaire pensent que le verdissement et la déminéralisation sont des mesures phares pour diminuer la température moyenne de la ville et limiter le nombre d'îlots de chaleur urbains. Ces mesures ont d'ailleurs l'avantage de se compléter très bien, la déminéralisation pouvant servir de point de départ à la création et l'extension des superficies végétalisées. Certains espaces urbains sont particulièrement visés par ces mesures, notamment les stationnements ou les cours d'école. De récentes études confirment d'ailleurs la corrélation positive entre la densité du couvert arboré et les résultats scolaires (p. ex., Hodson, 2019; Li et coll., 2019). Le verdissement des écoles a également une portée éducative qui peut venir combler le déficit en nature des prochaines générations, qui auront pour mission de poursuivre les efforts entrepris aujourd'hui pour assurer l'adaptation des villes aux conditions de demain.

Il est finalement important de mentionner, comme l'expliquent justement les experts, que la végétation présente un ensemble d'avantages connexes qui ne se limitent pas seulement à la création d'îlots de fraîcheur dans le cas de la vulnérabilité face à la chaleur (voir section 3.3.3.3). Le Volume III de la présente étude discutera plus amplement les enjeux stratégiques du déploiement des infrastructures naturelles et des phototechnologies visant l'adaptation aux CC.

### RECOMMANDATION 8 : REVOIR LA PLACE DE LA VOITURE EN VILLE

Les moyens de déplacement et surtout la place de la

voiture en ville doivent être repensés. En effet, le transport individuel présente un bilan peu favorable quand il s'agit d'adapter les villes aux CC. La circulation automobile engendre de la pollution par l'émission de GES, ce qui appauvrit la qualité de l'air et participe aux CC, en plus de faire augmenter indirectement la température des villes, étant donné que le réseau routier est minéralisé. Le réseau routier est par ailleurs souvent saturé aux heures de pointe dans les grandes agglomérations, ce qui cause davantage de pollution et indique la faible résilience du transport automobile.

Par conséquent, il est recommandé de développer de nouveaux modes de déplacement tout en s'affranchissant de la dépendance à l'automobile individuelle, phénomène encore très marqué (Laviolette 2020a; Laviolette 2020b). Le vélo est une option particulièrement en vogue dans plusieurs grandes villes, notamment dans les pays européens. Tout comme la marche, il s'agit d'un mode de déplacement actif qui favorise la santé de la population. Ces propositions sont très pertinentes actuellement, car l'obésité et l'inactivité physique sont des problèmes grandissants au Québec. En 2018, l'obésité touchait environ 25 % de la population (Statistique Canada, 2019). Selon l'Enquête québécoise sur la santé de la population de 2014-2015, environ 30 % de la population provinciale de plus de 15 ans est en outre sédentaire (Camirand et coll., 2016). La Coalition québécoise sur la problématique du poids rappelait d'ailleurs qu'en 2009, l'inactivité physique a coûté pas moins de 6,8 milliards de dollars au Canada (Coalition québécoise sur la problématique du poids, 2016).

Les transports collectifs ( métro et autobus) ou partagés (covoiturage et autopartage) apportent également des solutions intéressantes qui limitent le nombre de véhicules sur les routes, fluidifiant ainsi le trafic et permettant de réduire l'emprise des routes au profit de voies de circulation pour les vélos ou de la création de saillies végétales, par exemple.

Enfin, il faut aller au-delà de l'offre et des aménagements d'infrastructures en transport actif et en transport en commun, car il y a un véritable enjeu de dépendance à l'auto solo. Une foule de déterminants psychologiques dictent les comportements et les attitudes face aux modes de transport.

#### 4.3 La vulnérabilité face à l'eau et aux précipitations

##### **RECOMMANDATION 9 :** **PROCÉDER À DES CHANGEMENTS DANS LA RÉGLEMENTATION POUR ÉVITER LE DÉVELOPPEMENT DANS LES ZONES À RISQUE ET ASSURER LA SAUVEGARDE DES ZONES TAMPONS**

Lorsqu'il est question d'adapter les villes face à l'eau et aux précipitations, la première mesure recommandée par les participants aux entretiens et au sondage concerne le changement de la réglementation. Plus précisément, il s'agit d'interdire la construction de toute infrastructure dans les zones inondables. L'obligation juridique d'informer les citoyens du risque d'inondation

pour une propriété ou un terrain nouvellement acheté peut également être envisagée. Par ailleurs, il semble nécessaire de prendre un plus grand soin des berges et zones humides afin qu'elles puissent continuer de jouer leur rôle de zone tampon lors d'inondations et de précipitations intenses. La réglementation doit permettre d'atteindre ces objectifs de protection, de conservation et de réhabilitation, et la création d'une cartographie à jour des zones à risque.

#### 4.4. La vulnérabilité face aux événements climatiques extrêmes

##### **RECOMMANDATION 10 :** **DÉFINIR UN PROTOCOLE D'URGENCE**

Les événements climatiques extrêmes sont peut-être les aléas les moins bien documentés de par leur nature. Il existe des échelles qui définissent la fréquence et l'intensité des aléas climatiques, mais force est de constater que ces baromètres sont de moins en moins fiables. Les inondations de 2017 et de 2019 ont par exemple

battu des records, puisque les deux événements sont considérés comme étant des crues centennales, c'est-à-dire qu'il y a 1 chance sur 100 que le phénomène se produise chaque année (Commission de l'aménagement, 2017; Institut de la statistique du Québec, 2019).

Les experts et la communauté jugent donc important que les villes se dotent d'un protocole d'urgence en cas d'événements climatiques exceptionnels. Les particuliers peuvent également adapter leur propriété en fonction des risques locaux. Si les entretiens et le questionnaire n'ont pas permis de définir le contenu de ces protocoles d'urgence, les individus ayant répondu au questionnaire estiment qu'il convient d'abord de limiter les dommages aux réseaux d'énergie afin que les établissements essentiels puissent continuer à fonctionner.

Dans cette optique, une bonne mesure pourrait être l'enfouissement des câbles desservant les infrastructures et services vitaux (p. ex. hôpital, poste de police, caserne de pompier). Toutefois cette mesure ne semble pas pouvoir être étendue à l'ensemble du cadre bâti en raison du coût très élevé qui y est associé.



# 5

# CONCLUSION

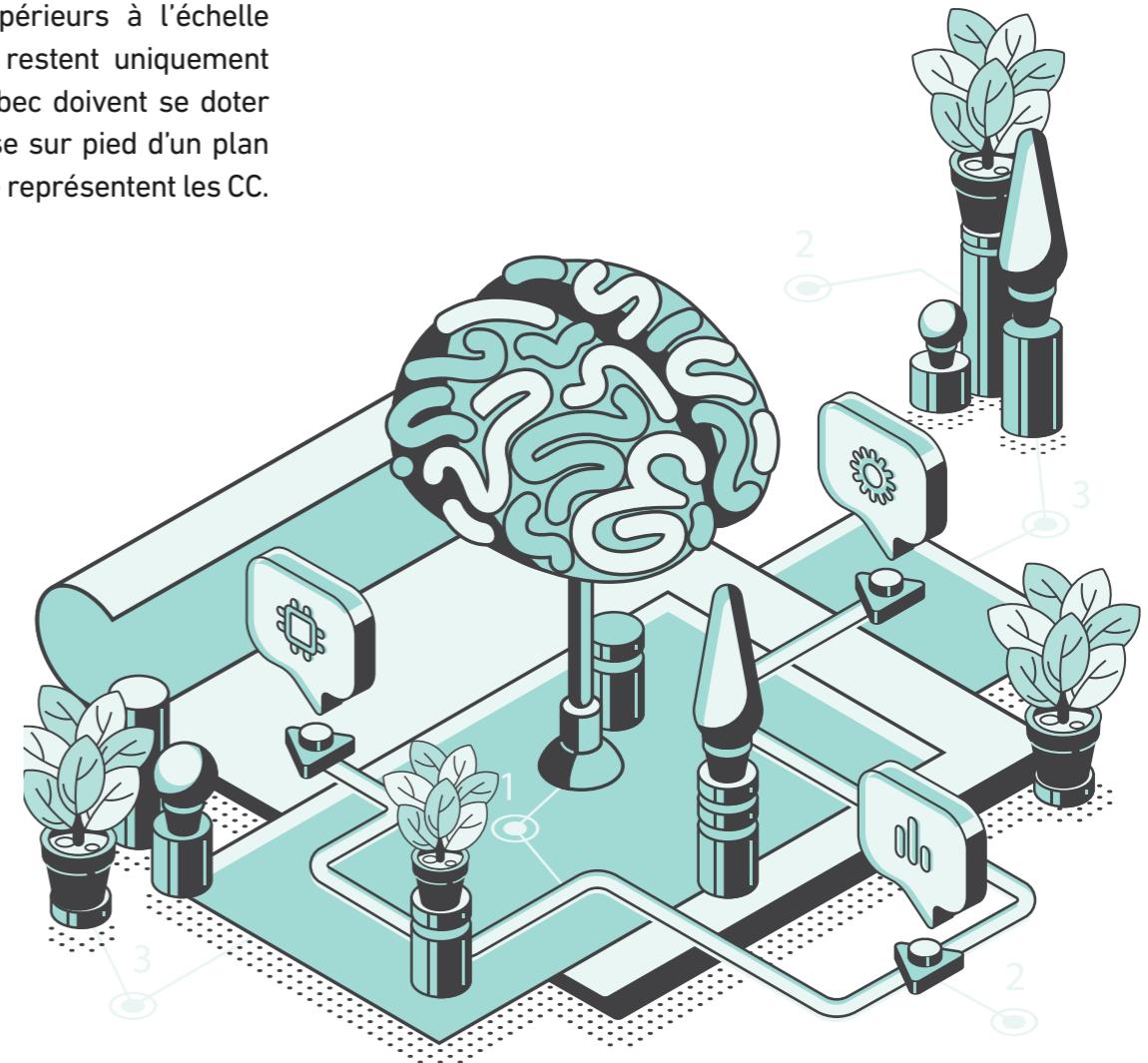


Photo: Mathieu B. Morin

L'adaptation des villes face aux CC est un projet ambitieux. Les experts locaux et la communauté scientifique impliquée dans l'adaptation et les études des grands regroupements d'experts internationaux dressent le même constat : il est impératif d'agir dès aujourd'hui pour renforcer la résilience de nos populations face aux perturbations associées aux CC. Pour atteindre cet objectif, les plans d'adaptation de nombreuses villes du monde mettent de l'avant des solutions créatives et adaptées à leurs caractéristiques particulières. C'est au tour des grandes villes du sud du Québec d'implanter ces types de solutions sous forme de mesures d'adaptation. Compte tenu des vagues de chaleur, des menaces liées à l'eau et des événements climatiques extrêmes qui deviennent de plus en plus fréquents au Québec, les villes de la province doivent elles aussi instaurer mesures concrètes afin d'atteindre les objectifs fixés dans le plan d'adaptation.

Outilier les villes du Québec d'un plan bien défini, soutenu par une infrastructure de gouvernance solide et claire, tout en assurant le suivi de l'état et de la performance des mesures implantées, serait la voie à privilégier. En effet, la planification de l'adaptation devrait prendre en compte la particularité du territoire, les vulnérabilités auquel il est le plus exposé et la diversité de la population qui y habite. Les grandes lignes de l'adaptation du pays et de la province devraient servir de guide pour l'adaptation des villes. Les municipalités, avec la connaissance de leur territoire et des acteurs qui y évoluent, devraient avoir le mandat de l'implantation et du suivi. Ce suivi, actuellement déficient aux dires de certains acteurs interrogés, est d'ailleurs la clé d'un plan d'adaptation lui-même adaptable aux conditions socio-économiques et environnementales changeantes. Le traitement de l'implantation de nouvelles mesures comme des études de cas permettra de faire évoluer le plan lui-même, en plus de rendre exportables les expertises locales. L'efficacité d'un plan et la possibilité de le faire évoluer reposent donc sur le suivi de l'efficacité des mesures au moyen d'indicateurs. Cet ensemble d'indicateurs, selon les résultats de cette étude, doit être spécialement conçu pour chaque type de projet et uniformisé à l'échelle de la ville, ou même de la province.

L'adaptation dans les grandes villes québécoises semble suivre des chemins variés qui, selon les résultats de ce rapport, ne sont pas toujours optimaux. La dernière proposition de ce rapport est d'amener les initiatives locales, souvent portées par les communautés, à de plus grandes échelles. Toutefois, l'inverse est aussi vrai, et il est nécessaire de ramener les décisions prises par des niveaux de gouvernances supérieurs à l'échelle opérationnelle, sans que celles-ci restent uniquement des vœux pieux. Les villes du Québec doivent se doter de la structure nécessaire à la mise sur pied d'un plan d'adaptation à la hauteur du défi que représentent les CC.



# 6

# RÉFÉRENCES

- Camirand, H., Traoré, I., & Baulne, J. (2016). L'enquête québécoise sur la santé de la population, 2014-2015 : pour en savoir plus sur la santé des Québécois. Résultats de la deuxième édition, Québec, Institut de la statistique du Québec, 208 p.
- Coalition québécoise sur la problématique du poids. (2016) Conséquences de l'inactivité physique. 2 p. Disponible en ligne à : [https://www.cqpp.qc.ca/documents/file/2016/activite\\_physique\\_consequences\\_inactivite\\_physique.pdf](https://www.cqpp.qc.ca/documents/file/2016/activite_physique_consequences_inactivite_physique.pdf)
- Commission de l'aménagement, (2017). Portrait des inondations printanières de 2017 – Volets 1 et 2. 63p + Annexes. Disponible en ligne à [https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/04/20170915\\_Inondations2017\\_rapportCAM.pdf](https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/04/20170915_Inondations2017_rapportCAM.pdf)
- Djalante, R., Thomalla, F. (2011). Community resilience to natural hazards and climate change impacts: A review of definitions and operational frameworks. *Asian Journal of Environment and Disaster Management (AJEDM)*. 3(3): 339-355.
- Gouvernement du Québec (2020). Urbanisme et aménagement du territoire. Vers une stratégie nationale d'urbanisme et d'aménagement des territoires. Disponible en ligne à : <https://www.quebec.ca/gouv/politiques-orientations/urbanisme-amenagement-territoires/> (Consulté le 2021-03-25).
- Hénault-Ethier, L., M. Fortin-Faubert, M. Le Berre, S. Perron, M. Waridel, L. Gobeille, G. Grégoire, J. Brisson, P. Gosselin, F. Reeves et J. Elsener. (2021) Enjeux stratégiques de déploiement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies. Volume III. Changements climatiques au Québec: s'adapter pour un meilleur avenir. Fondation David Suzuki. 32 p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-3>.
- Hodson, C.B. (2019). Vegetation in student environments and school-level academic achievement: associations at multiple extents and in various social and environmental contexts (Doctoral dissertation, University of Iowa).
- Institut de la statistique du Québec (2019). Analyse des territoires inondés en 2017 et en 2019 à l'aide des Comptes des terres du Québec méridional, [En ligne], Québec, L'Institut, 15 p. Disponible en ligne à [www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/environnement/comptesterres-inondations.pdf](http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/environnement/comptesterres-inondations.pdf).
- International Panel on Climate Change (IPCC) Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & Dubash, N. K. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151).
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56p.
- Jacob, K., Blake, R., Horton, R., Bader, D., & O'Grady, M. (2010). Indicators and monitoring. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1196(1), 127-142.
- Landry, F. et L. Hénault-Ethier (2021). Changements climatiques au Québec : s'adapter pour un meilleur avenir. Volume I. Revue de littérature des indicateurs et études de cas pour inspirer les municipalités à agir. Fondation David Suzuki. P39. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-1>.
- Landry, F., O. Tanguy, V. Dumais-Lalonde, F. Maure, Katrine Turgeon, L. Hénault-Ethier and J. Dupras (2021). Changements climatiques au Québec: s'adapter pour un meilleur avenir. Définir les objectifs de l'adaptation aux changements climatiques et les stratégies pour les atteindre. Volume II. Fondation David Suzuki. 63p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-2>.

- Laviolette, J. (2020 a). L'état de l'automobile au Québec : Constats, tendances et conséquences. Fondation David Suzuki. 55 p.
- Laviolette, J. (2020b). Mobilité et psychologie : Comprendre et agir pour soutenir les changements de comportement. Fondation David Suzuki. 71p.
- Li, D., Chiang, Y.C., Sang, H., & Sullivan, W. C. (2019). Beyond the school grounds: Links between density of tree cover in school surroundings and high school academic performance. *Urban forestry & urban greening*, 38, 42-53p.
- Metro Vancouver (2014) Monitoring and Adaptive Management Framework for Stormwater. Vancouver, BC. 112pp. (URL) [http://www.metro-vancouver.org/services/liquid-waste/LiquidWastePublications/Monitoring\\_Adaptive\\_Management\\_Framework\\_for\\_Stormwater.pdf](http://www.metro-vancouver.org/services/liquid-waste/LiquidWastePublications/Monitoring_Adaptive_Management_Framework_for_Stormwater.pdf) (consulté le 20/02/20).
- ND-GAIN (2017) Notre Dame University Global Adaptation Initiative - Urban Adaptation Assessment. Notre-Dame, Indiana. 2pp. (URL) [https://gain.nd.edu/assets/256491/new\\_uaa\\_indicator\\_list.pdf](https://gain.nd.edu/assets/256491/new_uaa_indicator_list.pdf) (consulté le 20/02/20)
- Paquin, M. I. (2020) Pour des quartiers résilients et multimodaux à Montréal : analyse de la vulnérabilité climatique de trois quadrilatères. Essai de Maîtrise. Centre universitaire de formation en environnement et développement durable (CUFE). Université de Sherbrooke. <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/17894> (Consulté le 2021-03-25)
- Richardson, G.R.A. (2010) S'adapter aux CC : Une introduction à l'intention des municipalités canadiennes. Ressources naturelles Canada, Ottawa, Ontario.
- Statistique Canada (2019). Embonpoint et obésité chez les adultes, 2018. Disponible en ligne à : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-625-x/2019001/article/00005-fra.htm>
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest resilience, biodiversity, and climate change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montréal, QC. 67 pages.
- Twohig-Bennett, C., & Jones, A. (2018). The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental research*, 166, 628-63
- Ville de Montréal (2020). Plan climat 2020-2030, 111p + annexes. Disponible en ligne à : <https://res.cloudinary.com/villemontreal/image/upload/v1608692024/portail/paqbtuqcmyqdwxrffb5j.pdf> (Consulté le 19/02/21)
- Ville de Montréal (2015) Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal 2015-2020. Sous la direction de Roger Lachance, Service de l'environnement. 262 p.
- Ville de Montréal (2011) Plan d'action canopée 2012-2021. Montréal, Québec. 12 pp. (URL) Disponible en ligne à : [https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/GRANDS\\_PARCS\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PAC\\_JUIN\\_2012\\_FINAL.PDF](https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/GRANDS_PARCS_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PAC_JUIN_2012_FINAL.PDF) (consulté le 20/02/20).
- Francoeur, Xavier, Jérôme Dupras, Danielle Dagenais, Christian Messier. 2018. La fin du gazon ! Où et comment complexifier les espaces verts du Grand Montréal pour s'adapter aux changements globaux. Fondation David Suzuki. 42p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/la-fin-du-gazon-ou-et-comment-complexifier-les-espaces-verts-du-grand-montreal-pour-sadapter-aux-changements-globaux/>
- Dupras, Jérôme, Fanny Maure, Bronwyn Rayfield, Kyle T. Martins, Cornelia Garbe, Jeo frey Auclair, Sylvia Wood, Christian Messier, Marie Larocque, Andrew Gonzalez. 2018. Le rôle des infrastructures naturelles dans la prévention des inondations dans la Communauté métropolitaine de Montréal. 60p. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/le-role-des-infrastructures-naturelles-dans-la-prevention-des-inondations-dans-la-communaute-metropolitaine-de-montreal/>
- Fondation David Suzuki et Nature-Action, 2012. Une ceinture verte grandeur nature : un grand projet mobilisateur pour la région de Montréal. 49p. <https://fr.davidsuzuki.org/wp-content/uploads/sites/3/2012/06/Ceinture-verte-projet-mobilisateur-Montr%C3%A9al.pdf>
- Fortin Faubert, Maxime. 2021. Publication en préparation. Dans Fondation David Suzuki. Boursiers 2018-2019. [https://fr.davidsuzuki.org/experts/boursiers-david-suzuki/?\\_ga=2.180151780.1582365054.1618329278-607050192.1618329278](https://fr.davidsuzuki.org/experts/boursiers-david-suzuki/?_ga=2.180151780.1582365054.1618329278-607050192.1618329278)

# 7

# ANNEXES



Photo : Louise Héault-Ethier

## 7.1. Annexe A - Guide d'entretiens semi-dirigés

### Section 1 - À PROPOS DE VOUS

**Question 1 :** Quels sont votre rôle et la nature de votre travail?

**Question 2 :** Dans le cadre de votre travail, avez-vous des relations avec des organismes et acteurs externes à votre structure qui réfléchissent aux enjeux des changements mondiaux?

**Question 3 :** Faites-vous ou avez-vous fait partie d'un groupe d'expertise, d'un comité ou d'un autre groupe s'intéressant aux enjeux des changements mondiaux?

**Question 4 :** Selon vous, qu'est-ce que représente l'adaptation aux changements mondiaux?

### Section 2 – LE PROCESSUS D'ADAPTATION

**Question 5 :** À votre avis, quelles sont les trois principales sources de vulnérabilité des grandes villes québécoises face aux changements mondiaux, et laquelle est la plus importante?

**Question 6 :** Quels sont les objectifs d'adaptation qui devraient être visés par les villes québécoises?

**Question 7 :** Quelles mesures d'adaptation devraient être entreprises pour répondre à ces objectifs?

**Question 8 :** Quels indicateurs pourraient être utilisés pour suivre la performance de ces mesures sur l'atteinte des objectifs?

**Question 9 :** Quel organisme devrait assurer le suivi de ces indicateurs?

### Section 3 – LA SUITE SELON VOUS

*Petit résumé pouvant faire office de question 10.*

**Question 10 :** Parmi les mesures dont il a été question, lesquelles devraient être priorisées?

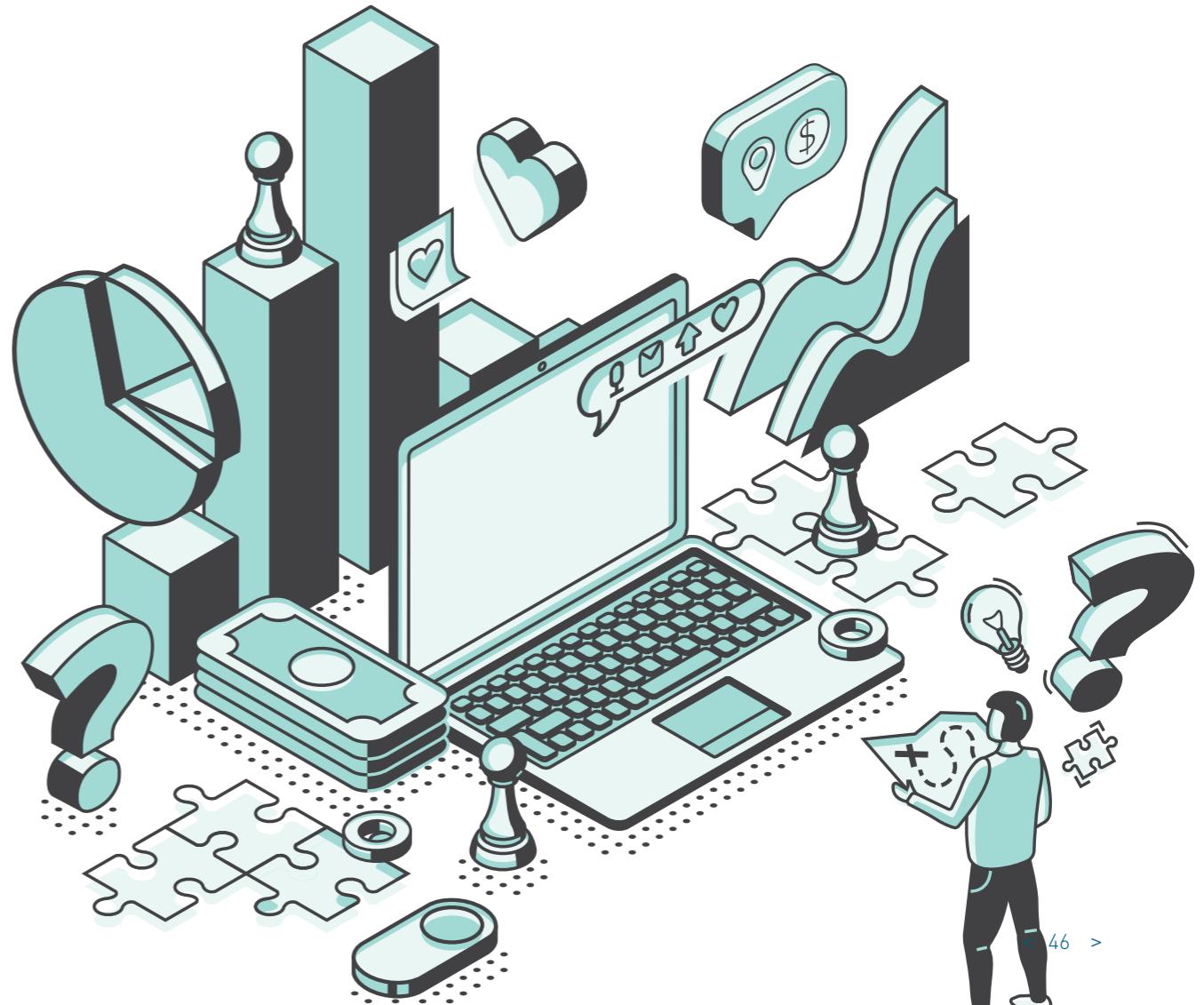
**Question 11 :** Qu'est-ce qui fonctionne ou ne fonctionne pas dans l'implantation de mesures d'adaptation aux changements mondiaux?

**Question 12 :** Y a-t-il un élément, une caractéristique du processus d'adaptation qui n'est pas assez ou jamais abordé dans la planification de l'adaptation?

**Question 13 :** La réglementation actuelle freine-t-elle l'implantation de mesures d'adaptation?

**Question 14 :** Quel est le potentiel de la forêt urbaine en matière d'adaptation aux changements mondiaux?

**Question 15 :** Avez-vous des commentaires ou questions au sujet du questionnaire?



## 7.2. Annexe B – Feuille de notes des entretiens semi-dirigés

Date : \_\_\_\_\_ Heure : \_\_\_\_\_ Identifiant du participant : \_\_\_\_\_ Intervieweur : \_\_\_\_\_ Page \_\_\_ de \_\_\_

VULNERABILITÉ	OBJECTIF	MESURE D'ADAPTATION	INDICATEUR/CIBLE	RESPONSABLE/NOTES

### 7.3. Annexe C – Questionnaire de sondage

Date : \_\_\_\_\_ Heure : \_\_\_\_\_ Identifiant du participant : \_\_\_\_\_ Intervieweur : \_\_\_\_\_ Page \_\_\_ de \_\_\_

#### Partie 1. Questions sur le répondant

1.1. La participation à ce questionnaire est réservée aux personnes majeures. Êtes-vous âgé(e) d'au moins 18 ans?

- Oui, je suis âgé(e) de 18 ans ou plus
- Non, je suis âgé(e) de moins de 18 ans

1.2. Acceptez-vous les modalités du formulaire de consentement?

- Oui
- Non

1.3. Êtes-vous impliqué dans l'adaptation aux changements climatiques/mondiaux d'une grande ville québécoise?

Précisez sur une échelle de 1 (pas impliqué) à 5 (très impliqué).

- Échelle à cocher 1 à 5

1.4. Dans quelle ville travaillez-vous ou êtes-vous impliqué dans des projets en lien avec l'adaptation aux changements climatiques?

- Réponse ouverte

1.5. En quelques mots, comment décririez-vous le concept de « l'adaptation aux changements climatiques »?

- Réponse ouverte

1.6. Pour quel type d'organisation travaillez-vous?

- Organisme non gouvernemental
- Milieu universitaire
- Organisme communautaire
- Secteur privé
- Gouvernement municipal
- Gouvernement provincial
- Gouvernement fédéral

- Travail autonome
- Préfère ne pas répondre
- Autre (précisez)

1.7. Quel est votre niveau d'éducation? (cochez le plus haut niveau de scolarité obtenu)

- Pas de diplôme
- Secondaire
- Cégep/collégial
- Universitaire (baccalauréat ou équivalent)
- Universitaire (Maîtrise)
- Universitaire (Doctorat)

1.8. Possédez-vous, ou suivez-vous actuellement, une formation universitaire dans le domaine de l'environnement ou des changements climatiques/mondiaux, ou dans un domaine connexe?

- Oui
- Non

#### Partie 2 : La vulnérabilité des villes face aux changements mondiaux

Une vulnérabilité est une menace amenée par les changements climatiques affectant un ou plusieurs secteurs. Une ville, une infrastructure ou une population peuvent être plus ou moins vulnérables face à une menace.

À votre avis, quelles sont les principales sources de vulnérabilité amenées par les changements climatiques/mondiaux auxquelles fait face la ville où vous résidez/travaillez? Sélectionnez les vulnérabilités dans le menu déroulant, la première vulnérabilité étant la plus importante.

Si vous jugez qu'une vulnérabilité importante est manquante, sélectionnez « Autre »; vous pourrez alors préciser laquelle.

**2.1 Vulnérabilité 1 :**

- Précipitations abondantes
- Inondations
- Érosion des berges
- Ruissellement de surface
- Qualité de l'eau
- Surverses du réseau d'égouts
- Augmentation de la température
- Îlots de chaleur urbains
- Mauvaise qualité de l'air
- Vagues de chaleur intenses
- Maladies de type zoonoses
- Espèces exotiques envahissantes
- Perte de biodiversité
- Tempêtes de vent
- Tempêtes de grêle
- Tempêtes de verglas
- Événements météo extrêmes
- Autre (précisez)

**2.2. Vulnérabilité 2 :**

- Idem*

**2.3. Vulnérabilité 3 :**

- Idem*

**2.4. Vulnérabilité 4 :**

- Idem*

**2.5. Vulnérabilité 5 :**

- Idem*

**2.6. Quels éléments ont motivé votre classement? En d'autres mots, comment avez-vous évalué l'importance de chaque vulnérabilité?**

Réponse ouverte

**2.7. Les étapes préliminaires de cette recherche ont permis aux chercheurs participants de dégager cinq principales vulnérabilités liées aux changements climatiques/mondiaux pour les villes du sud du Québec.**

**Selon vous, quelle vulnérabilité est la plus importante ? (Veuillez classer les cinq vulnérabilités suivantes en ordre d'importance)**

\*Cliquez sur l'élément de la boîte de gauche, puis faites-le glisser vers la position voulue dans la boîte de droite.

Les vagues de chaleur
Les pluies abondantes
Les tempêtes violentes
La pollution atmosphérique
La perte de biodiversité

1.
2.
3.
4.
5.

**Partie 2a : L'adaptation face aux vagues de chaleur**

Les vagues de chaleur font partie des vulnérabilités importantes relevées pour les villes du sud du Québec dans nos recherches. À votre avis, quels en sont les impacts les plus importants?

Sélectionnez les trois impacts les plus importants dans les listes déroulantes ci-dessous. Si un impact important à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

**2a.1. Impact 1 :**

- Augmentation des décès
- Augmentation des maladies chroniques
- Augmentation des hospitalisations
- Augmentation des îlots de chaleur
- Déplacements d'espèces locales
- Déplacements d'espèces envahissantes
- Augmentation des cas de zoonoses
- Augmentation des épisodes de smog
- Diminution de la productivité au travail
- Autre

**2a.2. Impact 2 :**

- Idem*

**2a.3. Impact 3 :**

- Idem*

Face aux impacts des vagues de chaleur, les villes du sud du Québec mettent en place des mesures d'adaptation pour en limiter les effets négatifs.

À votre avis, quelles sont les trois mesures d'adaptation les plus efficaces pour mitiger les impacts actuels et/ou futurs des vagues de chaleur? Si une mesure importante à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

**2a.4. Mesure d'adaptation 1 :**

- Verdissement
- Déminéralisation
- Toitures vertes
- Toitures blanches

- Cartographie à jour des zones chaudes
- Réduire la circulation automobile en ville
- Faciliter l'accès aux plans d'eau naturels
- Revoir le code du bâtiment (isolation, revêtements performants)
- Avoir un « plan d'action canicule »
- Changements dans la réglementation
- Augmenter la proportion d'aires protégées
- Faciliter l'accès aux lieux climatisés
- Campagnes de sensibilisation aux effets de la chaleur
- Autre

**2a.5. Mesure d'adaptation 2 :**

- Idem*

**2a.6. Mesure d'adaptation 3 :**

- Idem*

**2a.7. Pour quelles raisons avez-vous sélectionné ces impacts comme les plus importants et ces mesures comme prioritaires? ( facultatif )**

Réponse ouverte

**Partie 2b : L'adaptation face aux précipitations abondantes**

Nos recherches ont permis de constater que les précipitations abondantes font partie des vulnérabilités importantes pour les villes du sud du Québec . À votre avis, quels en sont les principaux impacts?

Sélectionnez les trois impacts les plus importants dans les listes déroulantes ci-dessous. Si un impact important à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

**2b .1. Impact 1 :**

- Décès dus aux inondations
- Dommages matériels
- Augmentation des maladies propagées par l'eau
- Déplacement des populations sinistrées
- Diminution de la qualité de l'eau
- Augmentation de l'érosion des berges
- Destruction de milieux naturels
- Débordements d'égouts (surverses)
- Perturbations du réseau routier
- Menace à la sécurité publique
- Effets sur les récoltes
- Autre

**2b .2. Impact 2 :**

- Idem*

**2b .3. Impact 3 :**

- Idem*

Face aux impacts des précipitations abondantes, les villes du sud du Québec mettent en place des mesures d'adaptation pour en limiter les effets négatifs.

À votre avis, quelles sont les trois mesures d'adaptation les plus efficaces pour mitiger les impacts actuels et/ou futurs des précipitations abondantes? Si une mesure importante à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

**2b .4. Mesure d'adaptation 1 :**

- Verdissement
- Déminéralisation

- Toitures vertes
- Toitures blanches
- Cartographie à jour des zones chaudes
- Réduire la circulation automobile en ville
- Faciliter l'accès aux plans d'eau naturels
- Revoir le code du bâtiment (isolation, revêtements performants)
- Avoir un « plan d'action canicule »
- Changements dans la réglementation
- Augmenter la proportion d'aires protégées
- Faciliter l'accès aux lieux climatisés
- Campagnes de sensibilisation aux effets de la chaleur
- Autre

**2b .5. Mesure d'adaptation 2 :**

- Idem*

**2b .6. Mesure d'adaptation 3 :**

- Idem*

**2b .7. Pour quelles raisons avez-vous sélectionné ces impacts comme les plus importants et ces mesures comme prioritaires? ( facultatif )**

Réponse ouverte

**Partie 2b : L'adaptation face aux précipitations abondantes**

Nos recherches ont permis de constater que les précipitations abondantes font partie des vulnérabilités importantes pour les villes du sud du Québec. À votre avis, quels en sont les impacts les plus importants?

Sélectionnez les 3 impacts les plus importants dans les listes déroulantes ci-dessous. Si un impact important à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

Date : \_\_\_\_\_ Heure : \_\_\_\_\_ Identifiant du participant : \_\_\_\_\_ Intervieweur : \_\_\_\_\_ Page \_\_\_ de \_\_\_

**2b .1. Impact 1 :**

- Décès dus aux inondations
- Dommages matériels
- Augmentation des maladies propagées par l'eau
- Déplacement des populations sinistrées
- Diminution de la qualité de l'eau
- Augmentation de l'érosion des berges
- Destruction de milieux naturels
- Débordements d'égouts (surverses)
- Perturbations du réseau routier
- Menace à la sécurité publique
- Effets sur les récoltes
- Autre

**2b .2. Impact 2 :**

- Idem*

**2b .3. Impact 3 :**

- Idem*

Face aux impacts des précipitations abondantes, les villes du sud du Québec mettent en place des mesures d'adaptation pour en limiter les effets négatifs.

À votre avis, quelles sont les trois mesures d'adaptation les plus efficaces pour mitiger les impacts actuels et/ou futurs des précipitations abondantes? Si une mesure importante à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « autre » pour entrer votre réponse.

**2b .4. Mesure d'adaptation 1 :**

- Verdissement
- Déminéralisation

- Adapter le code du bâtiment
- Interdire la construction dans les futures zones inondables
- Déplacer les populations hors des zones inondables
- Cartographie à jour des zones inondables
- Réhabilitation des berges naturelles
- Protéger les milieux naturels/humides
- Projets de phytoremédiation
- Augmenter la capacité du réseau d'égout
- Infrastructures de rétention (water-squares, saillies végétalisées)
- Limiter la dépendance des villes à la taxe foncière
- Tarifer l'usage de l'eau pour les particuliers
- Autre

**2b .5. Mesure d'adaptation 2 :**

- Idem*

**2b .6. Mesure d'adaptation 3 :**

- Idem*

**2b .7. Pour quelles raisons avez-vous sélectionné ces impacts comme les plus importants et ces mesures comme prioritaires? ( facultatif )**

Réponse ouverte

**Partie 2c : L'adaptation face aux tempêtes violentes**

Nos recherches ont permis de constater que les tempêtes violentes font partie des vulnérabilités importantes pour les villes du sud du Québec. À votre avis, quels en sont les principaux impacts?

Sélectionnez les trois impacts les plus importants dans les listes déroulantes ci-dessous. Si un impact important à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

**2c.1. Impact 1 :**

- Décès durant les tempêtes
- Dommages aux réseaux de transport d'énergie
- Dommages aux infrastructures bâties
- Dommages aux éléments naturels
- Érosion des berges
- Perturbation du réseau routier
- Menace à la sécurité publique
- Pertes économiques
- Dommages aux récoltes
- Autre

**2c.2. Impact 2 :**

- Idem*

**2c.3. Impact 3 :**

- Idem*

Face aux impacts des tempêtes violentes, les villes du sud du Québec mettent en place des mesures d'adaptation pour en limiter les effets négatifs.

À votre avis, quelles sont les trois mesures d'adaptation les plus efficaces pour mitiger les impacts actuels et/ou futurs des tempêtes? Si une mesure importante à vos yeux ne s'y trouve pas, sélectionnez « Autre » pour entrer votre réponse.

**2c.4. Mesure d'adaptation 1 :**

- Acquérir de meilleures connaissances sur l'effet des tempêtes
- Cartographier les zones sensibles
- Réhabiliter les berges
- Modifications au code du bâtiment

- Verdissement avec des espèces plus résistantes
- Enfouissement des fils
- Élagage préventif des arbres
- Doter les édifices publics de génératrices
- Instaurer un protocole d'urgence
- Autre

**2c.5. Mesure d'adaptation 2 :**

- Idem*

**2c.6. Mesure d'adaptation 3 :**

- Idem*

**2c.7. Pour quelles raisons avez-vous sélectionné ces impacts comme étant les plus importants et ces mesures comme étant prioritaires? ( facultatif )**

Réponse ouverte

**Partie 3 : La responsabilité de l'adaptation**

**3.1.** Plusieurs niveaux institutionnels sont actuellement impliqués dans la planification de l'adaptation des villes québécoises. Selon vous, quel ou quels organismes devraient être impliqués et comment devrait s'organiser cette hiérarchisation?

Vous devez sélectionner au moins un organisme. Placez en tête de liste les organismes qui devraient avoir autorité ou guider les pratiques des organismes placés plus bas.

LA MUNICIPALITÉ
LE GOUVERNEMENT PROVINCIAL
LES ARRONDISSEMENTS, LES QUARTIERS
LES ORGANISMES NON GOUVERNEMENTAUX (ONG)
LE SECTEUR PRIVÉ (ENTREPRISES ET PARTICULIERS)
LE GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

3.2. Selon vous, quelle ou quelles organisations devraient être responsables du processus d'adaptation?

Vous pouvez cocher autant de réponses que vous le désirez. Vous pouvez préciser et commenter le rôle de chaque organisation sélectionnée dans la boîte de texte prévue à cet effet.

- La municipalité (commentaire facultatif, réponse ouverte)
- Le gouvernement provincial (commentaire facultatif, réponse ouverte)
- Les arrondissements, les quartiers (commentaire facultatif, réponse ouverte)
- Les organismes non gouvernementaux (ONG) (commentaire facultatif, réponse ouverte)
- Le secteur privé (entreprises et particuliers) (commentaire facultatif, réponse ouverte)
- Le gouvernement fédéral (commentaire facultatif, réponse ouverte)

#### Partie 4 : La végétation en ville comme mesure d'adaptation

4.1. À votre avis, la **forêt urbaine** (tous les arbres et arbustes sur le territoire d'une ville) peut-elle être considérée comme étant une mesure d'adaptation efficace de manière à atteindre ces objectifs d'adaptation?

Sur une échelle de 1 (mesure peu efficace) à 5 (mesure très efficace).

MESURE	1	2	3	4	5
Réduction de la température ambiante					
Réduction des inondations ou de leurs dégâts					
Réduction du ruissellement de l'eau de surface					
Augmentation de la qualité de l'air					
Augmentation de la qualité de l'eau					
Réduction des surverses du réseau d'égout					
Création de milieux de vie sains					

4.2. À votre avis, les **zones de biorétention** (étangs, marais filtrants, fossés végétalisés, etc.) peuvent-elles être considérées comme étant une mesure d'adaptation efficace de manière à atteindre ces objectifs d'adaptation?

Sur une échelle de 1 (mesure peu efficace) à 5 (mesure très efficace).

MESURE	1	2	3	4	5
Réduction de la température ambiante					
Réduction des inondations ou de leurs dégâts					
Réduction du ruissellement de l'eau de surface					
Augmentation de la qualité de l'air					
Augmentation de la qualité de l'eau					
Réduction des surverses du réseau d'égout					
Création de milieux de vie sains					

4.3. À votre avis, les **toitures végétalisées** (toits verts) peuvent-elles être considérées comme étant une mesure d'adaptation efficace de manière à atteindre ces objectifs d'adaptation?

Sur une échelle de 1 (mesure peu efficace) à 5 (mesure très efficace).

MESURE	1	2	3	4	5
Réduction de la température ambiante					
Réduction des inondations ou de leurs dégâts					
Réduction du ruissellement de l'eau de surface					
Augmentation de la qualité de l'air					
Augmentation de la qualité de l'eau					
Réduction des surverses du réseau d'égout					
Création de milieux de vie sains					

4.4. À votre avis, les **bâtiments végétalisés** (p. ex. murs extérieurs recouverts de végétation) peuvent-ils être considérés comme étant une mesure d'adaptation efficace de manière à atteindre ces objectifs d'adaptation?

Sur une échelle de 1 (mesure peu efficace) à 5 (mesure très efficace).

MESURE	1	2	3	4	5
Réduction de la température ambiante					
Réduction des inondations ou de leurs dégâts					
Réduction du ruissellement de l'eau de surface					
Augmentation de la qualité de l'air					
Augmentation de la qualité de l'eau					
Réduction des surverses du réseau d'égout					
Création de milieux de vie sains					

4.5. Connaissez-vous d'autres villes ou régions du monde ayant mis sur pied un plan d'adaptation particulièrement intéressant ou innovant? Si oui, veuillez préciser la ville et/ou les aspects intéressants de leur processus d'adaptation. Si non, passez à la question suivante.

Réponse ouverte

4.6. Avez-vous des commentaires sur ce questionnaire?

Avez-vous un autre point à ajouter?

Réponse ouverte

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (12X) GESTION DE L'EAU DE PLUIE   (1X) PRÉCIPITATIONS INTENSES   (1X) INONDATIONS   (1X) QUALITÉ DE L'EAU		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(5x) ↓ gravité des dégâts des inondations ↑ gestion des eaux pluviales (Considérant des enjeux tels que : biodiversité, espaces verts pour les citoyens, mutualisation des infrastructures publiques/privées)  (1x) ↓ logements en zones inondables	(3x) planifier les nouveaux développements en fonction du milieu (bâtiments) (cartographie du territoire)	
	(1x) Architecture adaptée au milieu (par ex. pilotis ou combler les entrées de garage en pente)	(1x) Nbre de réclamations d'assurances (1x) \$ réclamés
	(2x) Adapter la réglementation aux lieux	
	(1x) Déplacer les populations en zone inondable	(1x) Nbre de déplacés
	(1x) Verdier les bandes riveraines (3x) Déminéraliser + ↑ perméabilité des sols	(1x) Qualité de l'eau des surverses (1x) Nbre de surverses
	(2x) Cartographier l'implantation des ouvrages phytotechnologiques et des infrastructures naturelles pour favoriser la quantification et le développement d'indicateurs appropriés pour le milieu (\$, m <sup>3</sup> , etc.)	
(2x) ↓ le nombre de personnes sinistrées + ↓ les décès (même si très rare)	(1x) Revoir la définition de « zone inondable »	(1x) Nbre de personnes sinistrés
	(1x) ↑ compréhension du problème et cartographie des endroits vulnérables	(1X) Cartographie régulière des infrastructures et suivi quantifié
(2x) ↑ la qualité de l'eau ↓ la contamination du réseau (pas prioritaire)	(1x) Réhabilitation des berges	
	(2x) Phytoremédiation (notamment pour les « nouveaux contaminants » et les microplastiques)	
	(1x) Protéger les milieux humides	
(7x) ↓ les débordements du réseau d'égout (qui devraient ↑ avec les CC)	(1x) ↑ le réseau (contraintes : temps, coûts) pour ↑ seuil de rupture	(1x) Nbre de surverses (1x) Nbre de plaintes associées au réseau d'égout (1x) Nbre de réclamations d'assurances
	(1x) Surélever les bâtiments	
	(1x) Distinguer les égouts selon leur fonction (1x) Élargir les conduites d'égout	(1x) % ou km de conduites remplacées ou séparées
	(1x) Adapter développements à l'environnement (p. ex. habitations en hauteur)(1x) Cartographie des zones affectées	
(1x) ↑ la résilience	(1x) Cartographie préliminaire des vulnérabilités des zones habitables	

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ (SUITE) : (12x) GESTION DE L'EAU DE PLUIE   (1x) PRÉCIPITATIONS INTENSES   (1x) INONDATIONS   (1x) QUALITÉ DE L'EAU		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) $\downarrow$ l'érosion (moins discuté)		
(5x) $\downarrow$ le ruissellement (eau qui va vers les égouts) (1x) $\uparrow$ l'infiltration des eaux	(4x) Développement d'infrastructures naturelles (par ex. saillies végétalisées; ruelles bleue-vertes pour $\uparrow$ la perméabilité des sols) (contraintes légales à considérer)	(2x) Nbre d'arbres plantés et suivi (1x) % de surface déminéralisée
(3x) $\uparrow$ solutions naturelles	(1x) Cartographie des zones inondables	
	(1x) $\uparrow$ diversité des sources de revenus municipales	
	(1x) Soutenir les municipalités (\$)	
(1x) $\uparrow$ réglementation		
(1x) $\downarrow$ la consommation	(1x) Tarifer l'usage de l'eau, surtout auprès des entreprises	
(1x) Maintenir la production de services et les infrastructures		
(1x) $\downarrow$ les GES	(1x) $\uparrow$ la production de gaz naturel renouvelable (1 % prod)	(1x) Nbre d'émissions de GES / catégorie (1x) Bilan du gaz naturel renouvelable et fossile
(1x) $\neq$ dépendance à un seul réseau énergétique pour $\uparrow$ résilience	(1x) $\uparrow$ « Smartgrid » (décarboniser, utiliser les pertes des usines/bâtiments, gestion locale du stockage d'énergie)	
	(1x) Projets d'économie circulaire pour l'énergie (par ex. ECCU)	(1x) % d'énergie produite localement
	(1x) Boucles énergétiques	(1x) % d'énergie de chaque type (source) pour une région
	(1x) Mise en valeur des rejets énergétiques / déchets	(1x) % des matières organiques sans débouchés utilisées pour produire de l'énergie
(1x) Mieux intégrer les réseaux d'électricité et de gaz		

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (9x) AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE + VAGUES DE CHALEUR + ÎLOTS DE CHALEUR ET EFFETS RELIÉS : QUALITÉ DE L'AIR, ALLERGIES, ZONOSES, ETC.		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(2x) ↑ l'accès à la fraîcheur	(1x) Verdissement	(2x) Température ambiante (au sol plus facile à mesurer)
	(1x) ↑ Espaces verts	
	(2x) Cartographie à jour (1x) Cartographie des îlots de fraîcheur	(1x) Superficies des îlots de chaleur / fraîcheur
	(1x) ↑ Accès aux piscines et espaces climatisés	
	(1x) ↑ Accès aux espaces verts	
	(2x) ↓ voitures	
	(2x) Déminéralisation	
	(1x) Fermer les ruelles à la circulation	
		(1x) Nbre de personnes utilisant les mesures (1x) Nbre d'entrevues qualitatives menées
(1x) ↑ les conditions de base de populations vulnérables (p. ex. salaire de base)		
(1x) ↑ la protection des emplois contre la chaleur (Au sein de l'emploi, il faut protéger les conditions de travail)	(2x) Toits verts/blancs	(1x) Cartographie des îlots de chaleur/fraîcheur
(1x) ↑ l'accès à une alimentation saine	(1x) Bâtiments mieux isolés	
	(1x) Transformer les endroits inondés en parcs	
	(1x) Optimiser l'utilisation d'énergie	
	(1x) ↑ abreuvoirs	
	(1x) ↑ l'accès à l'eau par un programme spécial	

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (9x) AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE + VAGUES DE CHALEUR + ÎLOTS DE CHALEUR ET EFFETS RELIÉS : QUALITÉ DE L'AIR, ALLERGIES, ZONOSES, ETC.		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(3x) ↓ les hospitalisations et les décès (1x) ↓ la mortalité	(1x) « Ambassadeurs climatiques » (Paris)	(1x) Nbre de décès
	(1x) Campagnes de sensibilisation	
	(1x) Plans d'action canicule, déclenchés à l'atteinte d'un seuil (ex. 34°C)	
	(4x) Verdissement	(2x) Nbre d'arbres plantés par superficie (1x) Progression de l'indice canopée
	(2x) Lieux climatisés accessibles à tous	(1x) Nbre de bâtiments climatisés accessibles à 5 minutes de marche
	(1x) Déminéralisation	(1x) Température (avant/après l'implantation d'une mesure) (°C)
	(1x) Système d'appel pour contacter les personnes vulnérables	(1x) Nbre d'appels (1x) Qualité des appels
(3x) ↓ la température ambiante (1x) ↓ les îlots de chaleur	(1x) Verdir les cours d'école	
	(1x) Corridors verts	
	(1x) ↑ Matériaux à albédo élevé	
	(2x) Changer la réglementation (p. ex. toits blancs)	
(1x) ↑ la qualité du milieu de vie	(1x) ↑ la proportion d'aires protégées	
	(1x) Verdissement	
	(1x) Réguler l'étalement urbain	
(1x) Coordination globale, gestion locale		
(1x) Meilleure gestion de l'eau de pluie	(1x) Déminéraliser et planter	
(1x) ↑ Résilience des plantations		(1x) Durée de vie des arbres urbains
	(1x) Plantations résilientes	(1x) Diversité spécifique, génétique et fonctionnelle des plantations (1x) # arbres seuil d'arbres issus de graines/gre fons
(1x) Modifier les règlements	(1x) Normes qui facilitent l'implantation de bâtiments « adaptés » (par ex. climatisation naturelle)	(1x) Valeur monétaire (\$) de certaines mesures

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (4X) ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES (GRANDS VENTS, VERGLAS)		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR

VULNÉRABILITÉ : (2X) QUALITÉ DE L'AIR		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR

VULNÉRABILITÉ : (1X) VULNÉRABILITÉ DU CADRE BÂTI (PLUIES ABONDANTES, VAGUES DE CHALEUR ET ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES)		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) $\downarrow$ charge organisationnelle		(1x) (Difficile de mesurer l'efficacité car sur une longue période de temps. Les impacts d'une mesure vont souvent plus loin que les objectifs fixés. )
(1x) Rendre disponible les données utiles aux analyses de vulnérabilité et d'efficacité		

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (3X) VULNÉRABILITÉ DES POPULATIONS (DIRECTE, P. EX. COUPS DE CHALEUR) (INDIRECTE, P. EX. ZONOSES)		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) $\downarrow$ le nombre de coups de chaleur	(1x) Toits verts, stationnements écoresponsables, verdissement	
(1x) $\uparrow$ la qualité de l'air	(1x) Toits verts, stationnements écoresponsables	
(1x) $\uparrow$ les relations avec le voisinage	(1x) Mesures qui augmentent l'esprit de communauté (par ex. jardins communautaires)	
(1x) $\uparrow$ jardins communautaires		

VULNÉRABILITÉ : (1X ) VULNÉRABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT (PRÉCIPITATIONS (SÉCHERESSES ET DÉBITS D'ÉTIAGE), DÉVERSEMENTS, AGRICULTURE (GEL ET GRÈLE DANS LES ÉRABLEIÈRES), DISPARITION DE CERTAINS MILIEUX		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) $\downarrow$ consommation d'eau	(1x) Changer la réglementation	
(1x) Considérer les milieux naturels	(1x) Mieux penser aux espèces plantées	
	(1x) $\uparrow$ Connectivité	

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (2X) PROBLÈMES DE GOUVERNANCE / PROCESSUS DE PLANIFICATION EXTRÊMEMENT LOURDS		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) Observer les processus pour évaluer (et $\uparrow$ ) l'intersectionnalité	(1x) Changer la réglementation	
(1x) Réorganiser les processus stratégiques	(1x) Mieux penser aux espèces plantées	
(1x) Mutualiser les infrastructures d'adaptation	(1x) Créer une structure centralisée et intersectorielle sur l'infrastructure verte	
(1x) $\uparrow$ Processus d'adaptation	(1x) Avoir un moment d'approbation propre aux infrastructures vertes	
	(1x) Vulgariser, démocratiser l'adaptation, surtout les risques liés aux aléas climatiques	
	(1x) Créer un chantier auprès des organismes communautaires agissant avec les communautés vulnérables	
	(1x) Se doter d'une réelle stratégie d'adaptation	

VULNÉRABILITÉ : (1X) NEIGE ET CONDITIONS HIVERNALES		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) $\downarrow$ le coût de déneigement	(1x) Gérer la neige à l'échelle micro (terrain, rue)	
	(1x) Produire une cartographie à l'échelle micro pour les déneigeurs	
	(1x) Remplacer voie de circulation par noue de rétention	
	(1x) Implanter des « rues blanches »	

## 7.4. Annexe D – Principales vulnérabilités, objectifs et mesures d'adaptation des grandes ville

Tableau E1 (suite) : Synthèse des vulnérabilités, objectifs, mesures et indicateurs d'adaptation communiqués par les participants lors des entretiens semi-dirigés. Les flèches ( $\uparrow\downarrow$ ) signifient une amélioration/augmentation ou une réduction/diminution, respectivement. Le nombre de répétitions pour chaque élément est inscrit entre parenthèses à gauche de celui-ci. Les propos ont été retranscrits et consolidés de façon à conserver l'essentiel des discussions avec les participants. Les cases vides indiquent une absence de réponse.

VULNÉRABILITÉ : (1X) BIODIVERSITÉ		
OBJECTIF	MESURE	INDICATEUR
(1x) Protéger le territoire	(1x) Restaurer les friches (1x) Aires protégées	(1x) % d'aires protégées (1x) suivi d'espèces indicatrices (abondance, richesse)
(1x) Protéger les habitats	(1x) Forcer l'application de la Loi sur les espèces en péril	(1x) Nbre d'espèces listées dont la population est en déclin
(1x) Investir en environnement		
(1x) Inclure les citoyens dans la science citoyenne	(1x) Projets de science citoyenne	(1x) Nbre Communautés mobilisées

