



**AECOM**



# Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CMQuébec aux conséquences des changements climatiques

Étape 3 : Évaluation et appréciation des risques  
*Version finale*

**Communauté métropolitaine de Québec  
(CMQuébec)**

Mai 2024

Offrir un monde meilleur

## Réserves et Limites

Le rapport ci-joint (le « Rapport ») a été préparé par AECOM Consultants Inc. (« Consultant ») au bénéfice du client (« Client ») conformément à l'entente entre le Consultant et le Client, y compris l'étendue détaillée des services (le « Contrat »).

Les informations, données, recommandations et conclusions contenues dans le Rapport (collectivement, les « Informations ») :

- sont soumises à la portée des services, à l'échéancier et aux autres contraintes et limites contenues au Contrat ainsi qu'aux réserves et limites formulées dans le Rapport (les « Limites »);
- représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière des Limites et des standards de l'industrie pour la préparation de rapports similaires;
- peuvent être basées sur des informations fournies au Consultant qui n'ont pas été vérifiées de façon indépendante;
- n'ont pas été mises à jour depuis la date d'émission du Rapport et leur exactitude est limitée à la période de temps et aux circonstances dans lesquelles elles ont été collectées, traitées, produites ou émises;
- doivent être lues comme un tout et, par conséquent, aucune section du Rapport ne devrait être lue hors de ce contexte;
- ont été préparées pour les fins précises décrites dans le Rapport et le Contrat;
- dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, peuvent être basées sur des tests limités et sur l'hypothèse que de telles conditions sont uniformes et ne varient pas géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant est en droit de se fier sur les informations qui lui ont été fournies et d'en présumer l'exactitude et l'exhaustivité et n'a pas l'obligation de mettre à jour ces informations. Le Consultant n'accepte aucune responsabilité pour les événements ou les circonstances qui pourraient être survenus depuis la date à laquelle le Rapport a été préparé et, dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, n'est pas responsable de toute variation dans de telles conditions, que ce soit géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant convient que le Rapport représente son jugement professionnel tel que décrit ci-dessus et que l'Information a été préparée dans le but spécifique et pour l'utilisation décrite dans le Rapport et le Contrat, mais ne fait aucune autre représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, en ce qui concerne le Rapport, les Informations ou toute partie de ceux-ci.

Sans limiter de quelque façon la généralité de ce qui précède, toute estimation ou opinion fournies par le Consultant concernant les coûts et l'échéancier de travaux construction ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière de son expérience et de la connaissance et des informations dont il dispose au moment de la préparation du Rapport. N'ayant aucun contrôle sur le marché, les conditions économiques, le prix de la main-d'œuvre, du matériel et des équipements de construction ou les procédures d'appel d'offres, le Consultant, ses administrateurs, dirigeants et employés ne sont en mesure de faire aucune représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, quant à l'exactitude de ces estimations et opinions ou quant à l'écart possible entre celles-ci et les coûts et échéanciers de construction réels ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat, et n'acceptent aucune responsabilité pour tout dommage ou perte découlant ou lié de quelque façon à celles-ci. Toute personne se fiant sur ces estimations ou opinions le fait à ses propres risques.

À moins que (1) le Consultant et le Client n'en conviennent autrement par écrit; (2) que ce soit requis en vertu d'une loi ou d'un règlement; ou (3) que ce soit utilisé par un organisme gouvernemental révisant une demande de permis ou d'approbation, seul le Client est en droit de se fier ou d'utiliser le Rapport et les Informations.

Le Consultant n'accepte et n'assume aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers toute partie, autre que le Client, qui pourrait avoir accès au Rapport ou à l'Information et l'utiliser, s'y fier ou prendre des décisions qui en découlent, à moins que cette dernière n'ait obtenu l'autorisation écrite préalable du Consultant par rapport à un tel usage (« Usage non conforme »). Tout dommage, blessure ou perte découlant d'un Usage non conforme du Rapport ou des Informations sera aux propres risques de la partie faisant un tel Usage.

Ces Réserves et Limites font partie intégrante du Rapport et toute utilisation du Rapport est sujette à ces Réserves et Limites.

© 2024 AECOM Consultants Inc. Tous droits réservés.

## Informations de qualité

<u>Préparé par</u>	<u>Préparé par</u>	<u>Vérifié par</u>	<u>Approuvé par</u>
Julie Larocque	Jessie Bigras-Lauzon	Pierre Roy	Jacques Langlois

## Historique des révisions

<u>Révision</u>	<u>Date de révision</u>	<u>Détails</u>	<u>Autorisé</u>	<u>Nom</u>	<u>Position</u>
00	15-02-2024	Version préliminaire	✓	Jacques Langlois	Chargé de projet
01	30-05-2024	Version finale	✓	Jacques Langlois	Chargé de projet

## Liste de distribution

<u># des copies papier</u>	<u>PDF requis</u>	<u>Association / Nom de l'entreprise</u>
	✓	Communauté métropolitaine de Québec
	✓	AECOM Consultants Inc.

**Préparé pour :**

Communauté métropolitaine de Québec

**Préparé par :**

AECOM Consultants Inc.

85, rue Sainte-Catherine Ouest

Montréal, QC H2X 3P4

Canada

T : 514 287-8500

F : 514 287-8600

[aecom.com](http://aecom.com)

© 2024 AECOM Consultants Inc. Tous droits réservés.

Ce document a été préparé par AECOM Consultants Inc. (ci-après « AECOM ») à l'usage exclusif de notre client (ci-après le « Client ») conformément aux principes de consultation généralement reconnus, au budget d'honoraires et aux conditions dont ont convenu AECOM et le Client. Toute information fournie par des tiers et mentionnée aux présentes n'a pas été vérifiée par AECOM, sauf si on précise explicitement le contraire dans le document. Aucun tiers ne peut s'appuyer sur le présent document sans l'autorisation préalable, expresse et écrite d'AECOM.

## Table des matières

<b>Lexique.....</b>	<b>vi</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Description du projet.....	1
1.2 Approche.....	1
1.3 Objectif.....	1
1.4 Gouvernance.....	3
1.5 Rappel des étapes précédentes.....	3
1.5.1 Étape 1 : Établissement du portrait.....	3
1.5.1.1 Historique des tendances météorologiques.....	3
1.5.1.2 Principaux événements climatiques passés.....	6
1.5.1.3 Choix des dimensions de l'analyse.....	6
1.5.2 Étape 2 : Évaluation des vulnérabilités.....	6
1.5.2.1 Modélisation des projections climatiques.....	6
1.5.2.2 Projection des tendances climatiques.....	6
1.5.2.3 Projection des événements climatiques extrêmes.....	7
1.5.2.4 Évaluation de l'impact potentiel.....	8
1.5.2.5 Capacités d'adaptation.....	8
1.5.2.6 Évaluation des vulnérabilités climatiques.....	9
1.6 Description de l'étape 3.....	9
1.6.1 Objectif.....	9
1.6.2 Méthodologie.....	9
1.6.2.1 Appréciation du risque.....	9
1.6.2.2 Ateliers de travail.....	9
1.6.2.3 Fichiers Excel de mise en relation automatisée des données.....	9
1.6.3 Limites de l'analyse.....	10
<b>2. Sélection des aléas climatiques.....</b>	<b>11</b>
2.1 Vagues de chaleur extrême.....	11
2.2 Sécheresses.....	11
2.3 Précipitations extrêmes.....	11
2.4 Événements de gel-dégel.....	12
2.5 Vents violents.....	12
<b>3. Appréciation du niveau de risque.....</b>	<b>13</b>
3.1 Probabilité d'occurrence.....	13
3.2 Gravité des conséquences.....	15
3.3 Calcul du niveau de risque.....	17
3.4 Résultats de l'évaluation du niveau de risque.....	18
3.5 Analyse des résultats du niveau de risque.....	22
<b>4. Évaluation des risques climatiques.....</b>	<b>29</b>
4.1 Calcul du risque climatique.....	29
4.2 Résultats de l'évaluation des risques climatiques.....	31
4.3 Analyse des résultats des risques climatiques.....	31

<b>5.</b>	<b>Conclusions et faits saillants .....</b>	<b>44</b>
5.1	Sélection des aléas climatiques.....	44
5.2	Appréciation du niveau de risque.....	44
5.3	Évaluation des risques climatiques.....	45
<b>6.</b>	<b>Prochaines étapes.....</b>	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>47</b>

## Annexes

### Annexe A : Matrice détaillée de l'analyse du niveau de risque

### Annexe B : Résultats détaillés des risques climatiques

### Annexe C : Probabilité d'occurrences annuelles des aléas pour le scénario RCP 4.5

- C.1 Vagues de chaleur extrême
- C.2 Sécheresses
- C.3 Précipitations extrêmes
- C.4 Événements de gel-dégel
- C.5 Vents violents

## Figures

Figure 1-1 :	Schéma des étapes du projet.....	2
Figure 1-2 :	Stations météorologiques de l'étude.....	5
Figure 3-1 :	Exemple de résultats de gravité utilisés pour l'étape subséquente de calcul du niveau de risque.....	17
Figure 3-2 :	Résultat des interactions entre les éléments analysés et les niveaux de risques associés aux aléas climatiques pour la période 2071-2100 .....	22

## Tableaux

Tableau 2-1 :	Probabilités d'occurrences annuelles des vagues de chaleur extrême dans le futur .....	11
Tableau 2-2 :	Probabilités d'occurrences annuelles de sécheresses dans le futur .....	11
Tableau 2-3 :	Probabilités d'occurrences annuelles de précipitations extrêmes dans le futur .....	12
Tableau 2-4 :	Probabilités d'occurrences annuelles des événements de gel-dégel dans le futur .....	12
Tableau 2-5 :	Probabilités d'occurrences annuelles des événements de vents violents dans le futur.....	12
Tableau 3-1 :	Indice de probabilité d'occurrence .....	13
Tableau 3-2 :	Indice de probabilité d'occurrence des vagues de chaleur extrême en climat futur .....	14
Tableau 3-3 :	Indice de probabilité d'occurrence de sécheresses en climat futur .....	14
Tableau 3-4 :	Indice de probabilité d'occurrence de précipitations extrêmes en climat futur .....	14
Tableau 3-5 :	Indice de probabilité d'occurrence des événements de gel-dégel en climat futur .....	14
Tableau 3-6 :	Indice de probabilité d'occurrence des événements de vents violents en climat futur .....	14

Tableau 3-7 :	Échelle de gravité des conséquences et catégories de conséquences .....	16
Tableau 3-8 :	Matrice d'évaluation du niveau de risque .....	18
Tableau 3-9 :	Indice de niveau de risque et traitement du risque associé.....	18
Tableau 3-10 :	Matrice de l'analyse du niveau de risque de la CMQuébec.....	19
Tableau 3-11 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Infrastructures d'intérêt métropolitain » pour la période 2071-2100.....	23
Tableau 3-12 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Utilisation de l'eau » pour la période 2071-2100.....	24
Tableau 3-13 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Milieux naturels » pour la période 2071-2100 .....	25
Tableau 3-14 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément pour de la dimension « Agriculture » pour la période 2071-2100 .....	26
Tableau 3-15 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Patrimoine bâti et paysage » pour la période 2071-2100.....	27
Tableau 3-16 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Santé publique » pour la période 2071-2100 .....	27
Tableau 3-17 :	Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Milieux de vie » pour la période 2071-2100.....	28
Tableau 4-1 :	Matrice décisionnelle de l'indice de risque climatique.....	29
Tableau 4-2 :	Description du traitement des risques climatiques.....	30
Tableau 4-3 :	Éléments analysés ayant un risque climatique élevé pour la période 2071-2100.....	31
Tableau 4-4 :	Analyse des risques climatiques élevés pour la période 2071-2100.....	32
Tableau 5-1 :	Éléments analysés ayant un risque climatique élevé pour la période 2071-2100.....	45

# Lexique

## Aléa climatique

Phénomène météorologique, soit intermittent (tornade, verglas, vent, vague de chaleur, sécheresse, redoux), soit d'évolution à plus ou moins long terme (hausse des températures moyennes) (Groupe Conseil Carbone, 2022).

## Analyse et évaluation du risque climatique

Processus qui vise à estimer le niveau de risque climatique par l'analyse des probabilités d'occurrence des phénomènes climatiques extrêmes et de la sévérité de leurs conséquences potentielles ainsi qu'à déterminer les risques qui requièrent une priorité de traitement et la mise en place de mesures pour en réduire l'importance.

## Capacité d'adaptation

Capacité des communautés et des écosystèmes à s'ajuster pour faire face aux changements climatiques afin de minimiser les effets négatifs et de tirer profit des avantages. (Ouranos, 2010).

## Degré d'exposition

Type, ampleur et rythme des variations du climat et des événements climatiques auxquels les communautés et les écosystèmes sont exposés (Ouranos, 2010).

## Exposition

Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un cadre susceptible de subir des dommages (GIEC, 2018)

## Impact potentiel

Conséquence potentielle de l'interaction entre l'exposition des éléments aux changements climatiques et leurs niveaux de sensibilité à ces variations.

## Infrastructure verte

Ensemble interrelié de systèmes écologiques naturels et artificiels, d'espaces verts et d'autres éléments du paysage : arbres indigènes et plantés, zones humides, parcs, prés, prairies et boisés naturels. Le terme inclut parfois l'aménagement de rues et de bâtiments comportant une végétalisation. L'infrastructure verte procure des services et assure des fonctions comme le fait l'infrastructure classique (GIEC, 2018).

## Niveau de risque

Importance attribuée à un risque en fonction de l'évaluation des probabilités d'occurrence de l'aléa en cause et de ses conséquences potentielles (MSP, 2008).

## Phénomène climatique extrême

Phénomène climatique avec un seuil identifiable permettant de calculer le nombre d'occurrences projetées au cours d'une année, par exemple vagues de chaleur extrême, sécheresses, précipitations extrêmes, événements de gel-dégel et vents violents.

## Précipitations extrêmes

Pluies qui apportent sur une courte durée (de 5 minutes à une journée) une importante quantité d'eau pouvant causer l'inondation des terres basses (résidences, infrastructures et routes), surcharger les réseaux d'assainissement de l'eau et endommager les terres agricoles et les forêts.

## Résilience climatique

Capacité des personnes et des systèmes à faire face à ou à se rétablir à la suite d'une évolution, d'une perturbation ou d'un événement dangereux lié au climat tout en conservant leurs structures leurs fonctions et leurs capacités d'adaptation (Gouvernement du Canada, 2022).

## Risque climatique

Combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement climatique et de ses conséquences pouvant en résulter sur les éléments vulnérables d'un milieu donné (Ouranos, 2010).

### **Sécheresse**

Événement pendant lequel il y a eu moins de 0,2 mm de précipitations pendant une période de 10 jours.

### **Sensibilité**

Proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation est susceptible d'être affecté (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa (événement climatique) (Ouranos, 2010). La sensibilité s'évalue par le niveau de fonctionnalité de chaque élément considéré, à la suite d'une exposition à un aléa.

### **Services écosystémiques**

Processus ou fonctions écologiques qui présentent un intérêt, pécuniaire ou non, pour des individus ou pour une société dans son ensemble. On distingue souvent : 1) les services de soutien tel le maintien de la productivité ou de la biodiversité; 2) les services d'approvisionnement, par exemple en aliments ou en fibres; 3) les services de régulation comme la régulation climatique ou le piégeage du carbone; et 4) les services culturels tels que le tourisme ou les activités à caractère spirituel et esthétique (GIEC, 2018).

### **Vague de chaleur**

Période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 30°C.

### **Vague de chaleur extrême**

Période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 31°C et ayant des températures minimales de 18°C (INSPQ, 2022).

### **Vagues de froid**

Période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures maximales sous -10°C et ayant des températures minimales sous -25°C.

### **Variable ou indicateur climatique**

Indicateur permettant de dresser un portrait des variations climatiques pour une période donnée. Un indicateur fait référence à un événement météorologique ou à un ensemble de circonstances météorologiques qui pourraient avoir une incidence négative sur différents domaines d'analyse.

### **Variation climatique**

Modifications des propriétés du climat et qui persistent pendant une longue période (adaptée du rapport de Groupe Carbon Council, 2022, définition tirée du GIEC).

### **Vent violent**

Le seuil utilisé afin de définir un événement de vent violent correspond à une rafale de vent supérieure à 90 km/h.

### **Vulnérabilité aux changements climatiques**

Degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé (exposition), ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation (Définition du GIEC). Dans le cadre de ce projet, nous considérons que la vulnérabilité est la résultante de l'interaction entre l'exposition et la sensibilité, soit l'impact potentiel, et la capacité d'adaptation.

# 1. Introduction

## 1.1 Description du projet

La Communauté métropolitaine de Québec (CMQuébec), composée de 28 municipalités, est le deuxième pôle démographique et économique du Québec après celui de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). La préservation de l'environnement, l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques sont au cœur des principales préoccupations de ses élus locaux. À cet effet, des projets structurants de réduction des gaz à effet de serre (GES) et d'adaptation aux impacts des changements climatiques ont vu le jour sur son territoire.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le diagnostic territorial réalisé dans le cadre du projet Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CMQuébec aux conséquences des changements climatiques, grâce au financement du *Programme de soutien à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques à la planification municipale* (PIACC).

## 1.2 Approche

La démarche participative est basée sur l'acquisition et l'analyse de données ainsi que sur la consultation, la concertation et la mobilisation des acteurs et actrices de l'adaptation sur le territoire. Plusieurs consultations ont été réalisées à différents moments du projet. Les résultats des analyses réalisées dans le cadre du projet seront présentés afin d'être validés auprès des comités de partenaires.

## 1.3 Objectif

L'objectif du projet est d'appuyer la CMQuébec afin de dresser un état des lieux des vulnérabilités, des risques climatiques et des facteurs non climatiques à même d'influencer les impacts du climat sur son territoire. Il est en effet reconnu que les municipalités ont un rôle à jouer dans l'amélioration des connaissances des impacts et des vulnérabilités au niveau local tout comme dans la mise en œuvre des actions d'adaptation. L'ampleur et la gravité des impacts des changements climatiques ne dépendent pas uniquement du changement climatique lui-même. Elles découlent également de la sensibilité des populations, des écosystèmes, de la biodiversité, des infrastructures, des bâtiments municipaux ou encore des activités économiques à ces changements, ainsi que de la capacité à y faire face.

Ce diagnostic territorial des vulnérabilités et des risques climatiques vise à caractériser de manière approfondie la vulnérabilité actuelle et future de la région métropolitaine de Québec face aux changements climatiques et à définir, de manière concertée avec les différents acteurs, les enjeux, les opportunités, ainsi que les directions possibles et souhaitables à prendre pour une meilleure résilience de la CMQuébec aux multiples défis posés par les changements et les variabilités climatiques.

Le projet est divisé en quatre grandes étapes (voir figure 1-1). Le rapport présenté ici correspond à l'étape 3.

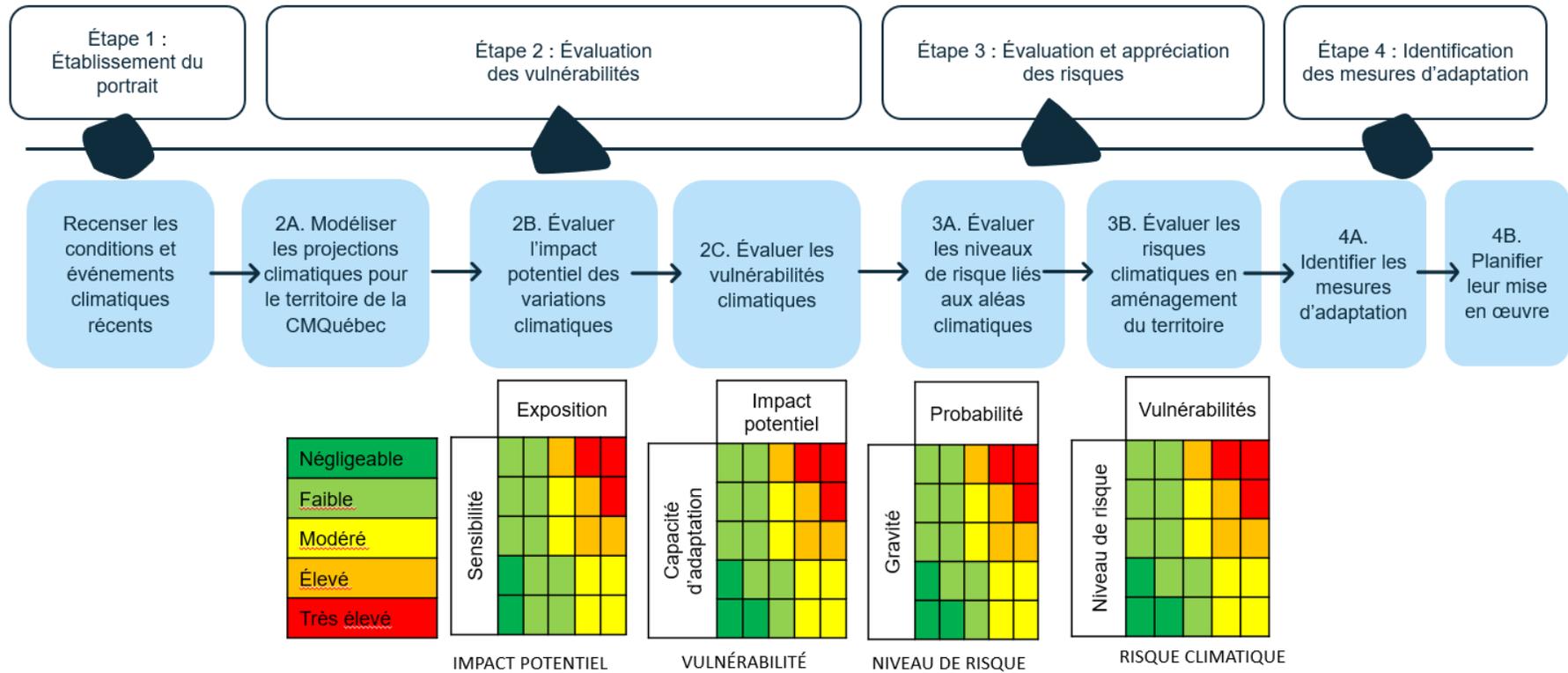


Figure 1-1 : Schéma des étapes du projet

## 1.4 Gouvernance

La CMQuébec travaille de manière concertée avec ses composantes, leurs municipalités et les parties prenantes en matière d'adaptation aux changements climatiques sur le territoire. Pour ce faire, un comité de partenaires représentant les 5 composantes du territoire de la CMQuébec a été créé et impliqué à chacune des étapes du projet. Les municipalités et parties prenantes ont également été consultées.

**Tableau 1 : Composition des comités de partenaires**

Comité de partenaires des composantes	Comité de partenaire – Municipalités	Comité de partenaire – Parties prenantes
<p>Une personne représentante par composantes de la CMQuébec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ville de Lévis</li> <li>• Agglomération de Québec</li> <li>• MRC de L'Île-d'Orléans</li> <li>• MRC de La Côte-de-Beaupré</li> <li>• MRC de La Jacques-Cartier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ville de Lévis (1 Ville)</li> <li>• Agglomération de Québec (3 Villes)</li> <li>• MRC de L'Île-d'Orléans (6 municipalités)</li> <li>• MRC de La Côte-de-Beaupré (9 municipalités)</li> <li>• MRC de La Jacques-Cartier (9 municipalités)</li> </ul>	<p>Organisations de la région qui mettent en œuvre ou soutiennent la mise en œuvre des mesures d'adaptation en lien avec les 6 dimensions de l'étude.</p>

## 1.5 Rappel des étapes précédentes

### 1.5.1 Étape 1 : Établissement du portrait

L'étape 1 consistait en l'établissement du portrait climatique du territoire, c'est-à-dire le portrait des différentes dimensions du territoire et l'analyse de l'historique des tendances météorologiques, des principaux événements climatiques passés et de la situation actuelle (voir rapport n° 1). Sur la base des résultats de l'étape 1, l'étape 2 visait, dans un premier temps, à faire un portrait du climat anticipé sur le territoire de la CMQuébec à l'aide de projections selon différents horizons de temps et, dans un deuxième temps, à dresser une liste des impacts potentiels (IP) provoqués par les changements climatiques sur les domaines d'intervention de la CMQuébec et à l'échelle métropolitaine. Par la suite, l'évaluation des capacités d'adaptation (CA) a permis de croiser les deux informations ensemble pour obtenir la vulnérabilité aux conséquences des changements climatiques des dimensions de l'aménagement du territoire de la CMQuébec :  $IP * CA = V$  (voir rapport 2).

#### 1.5.1.1 Historique des tendances météorologiques

Le premier volet visait à analyser l'évolution des conditions météorologiques récentes, et plus précisément des 30 dernières années. Pour ce faire, une analyse des tendances climatiques historiques provenant de trois stations météorologiques d'Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) situées sur le territoire de la CMQuébec a été réalisée. Comme il est possible de le voir sur la figure 1-2, les stations ont

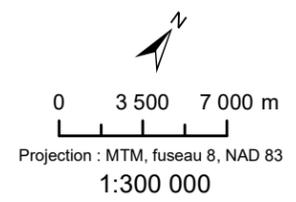
été sélectionnées de manière à représenter différentes conditions géographiques de la CMQuébec. L'aéroport international Jean-Lesage de Québec, Beauséjour et L'Île-d'Orléans représentent respectivement les conditions urbaines, rurales et insulaires.

Les données obtenues incluent la température, les précipitations, le vent, l'humidité, le brouillard, etc. Ce portrait climatique dégage les tendances globales d'évolution des conditions climatiques afin d'envisager la manière dont les changements climatiques futurs pourraient affecter le territoire métropolitain.

**Stations météorologiques de l'étude**

- ★ Stations météorologiques
- Réseau routier
- Réseau ferroviaire
- Hydrographie
- - - Limites municipales
- ▭ Limites de la CMQ

Sources :  
BDTQ, 2022;  
Routes: Adresses-Québec, 2022;  
Projet: 60688166



### 1.5.1.2 Principaux événements climatiques passés

Le deuxième volet de l'étape 1 visait à identifier les événements climatiques précis ayant eu un impact sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années. Pour analyser la vulnérabilité climatique actuelle sur le territoire, des aléas naturels sous influence climatique ayant eu lieu par le passé ont été identifiés sur la base d'une revue des événements climatiques extrêmes des dernières années et dont les impacts sont connus. Un sondage auprès des partenaires et acteurs-clés du territoire a complété ce portrait afin de recenser les observations d'événements climatiques récents sur leurs territoires qui pourraient ne pas avoir été recensés dans les bases de données.

La revue des documents et le sondage ont démontré que les inondations et embâcles, les sécheresses et températures extrêmes, ainsi que les événements hivernaux tels que les tempêtes apparaissent comme les principaux événements climatiques passés sur le territoire de la CMQuébec. Les événements climatiques étudiés impactent les zones urbaines, mais également les écosystèmes naturels, certains, comme les feux de forêt ou les grands vents (qui créent des chablis), ayant d'ailleurs des impacts plus importants sur les milieux naturels en tant que tels.

### 1.5.1.3 Choix des dimensions de l'analyse

L'étape 2 vise à évaluer la vulnérabilité des thématiques d'analyse retenues, ce qui inclut l'analyse de l'interaction entre l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation. Lors de la préparation de la présente étude, la CMQuébec a procédé à une identification préliminaire de thématiques à retenir pour l'analyse. Cette liste avait été retravaillée de concert avec AECOM. Au mois de février 2023, la CMQuébec et AECOM ont rencontré le Comité de partenaires des composantes afin de présenter les résultats de l'étape 1, portait de l'historique climatique et de consulter les membres sur le choix des dimensions et thématiques d'analyse qui feraient l'objet de l'étape 2. Les dimensions de l'étude, thématiques d'analyse et éléments analysés sont présentés dans le rapport de l'étape 2<sup>1</sup> et se retrouvent aux étapes d'appréciation des risques et d'évaluation des impacts anticipés du présent rapport.

## 1.5.2 Étape 2 : Évaluation des vulnérabilités

### 1.5.2.1 Modélisation des projections climatiques

Dans la présente étude, le scénario à forte concentration en carbone (RCP 8.5) a été choisi afin de permettre une évaluation prudente et conservatrice des risques posés par les changements climatiques et s'aligner sur les tendances actuelles des trajectoires mondiales d'émissions de GES. Il est possible de se référer au chapitre 2 de l'étape 2 pour des détails au sujet de ce scénario d'émission de gaz à effet de serre<sup>2</sup>.

### 1.5.2.2 Projection des tendances climatiques

La sélection des variables climatiques pour l'analyse des projections des tendances climatiques a été fondée sur leur pertinence pour les éléments analysés et a été divisée en quatre groupes, soit :

- 1) Variables climatiques reliées à la température

---

<sup>1</sup> CMQuébec, 2024. Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CMQuébec aux conséquences des changements climatiques. Étape 2 : Analyse des vulnérabilités

<sup>2</sup> Les projections climatiques selon le scénario RCP 4.5 n'ont pas été retenues pour l'analyse, mais sont disponibles dans les annexes du rapport de l'étape 2.

- 2) Variables climatiques reliées aux précipitations
- 3) Variables climatiques reliées à l'agriculture
- 4) Variables climatiques reliées aux vents

La tendance à la hausse des températures qui a été observée ces dernières années sur le territoire de la CMQuébec se poursuivra d'ici la fin du siècle. En effet, si les émissions continuent de s'intensifier au même rythme qu'actuellement (RCP 8.5), nous pourrions nous attendre, pour la période 2071-2100, à une température moyenne annuelle pouvant atteindre jusqu'à 10,6°C, soit une augmentation de plus de 5°C. La température moyenne estivale pourrait augmenter jusqu'à près de 24°C, ce qui représente également une augmentation de plus de 5°C. En hiver, la température moyenne pourrait s'approcher du point de congélation lors de la période 2071-2100, alors qu'elle était autour de -9°C pour la période historique (1981-2010), ce qui représente une hausse de la température moyenne. Il est à noter que les températures moyennes sont similaires entre les stations, et ce, pour toutes les périodes projetées. Les projections indiquent que le nombre annuel d'événements de gel-dégel diminuera au fil du temps et que l'Île-d'Orléans aura toujours le plus d'événements de gel-dégel. Sur le court terme (2011-2040), il y a davantage d'événements de gel-dégel au printemps comparativement à l'automne et l'hiver. Toutefois, dès l'horizon 2041-2070, les événements gel-dégel seront plus nombreux en hiver et diminueront pour les autres saisons. Quel que soit l'horizon, la station Jean-Lesage aura le moins d'événements gel-dégel. Les projections des précipitations liquides annuelles moyennes totales montrent des tendances à la hausse pour les trois stations météorologiques à l'étude. La station Jean-Lesage recevra toujours une dizaine de millimètres de précipitations de plus que les deux autres. Il est à noter que les précipitations moyennes prévues en été sur les trois stations resteront similaires d'ici la fin du siècle, tandis que celles prévues en hiver vont plus que doubler. En ce qui concerne les variables reliées à l'agriculture, compte tenu de la tendance au réchauffement de la région, on observe un allongement de la période de croissance, une augmentation de l'UTM et un retard des premières gelées. En ce qui concerne les variables reliées aux vents, les changements sur la vitesse moyenne du vent resteront probablement peu perceptibles d'ici la fin du siècle, soit une augmentation de l'ordre de 2 % à 3 %.

### 1.5.2.3 Projection des événements climatiques extrêmes

L'une des plus grandes préoccupations à propos des changements climatiques est l'augmentation prévue de la fréquence des événements climatiques extrêmes. Dans ce contexte, six types d'événements climatiques extrêmes ont été étudiés pour les périodes 2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100, soit :

- les vagues de chaleur;
- les vagues de chaleur extrême;
- les vagues de froid;
- les pluies extrêmes;
- les sécheresses;
- les vents violents.

L'historique démontre que les vagues de chaleur ne sont pas des événements climatiques qui se manifestent chaque été sur le territoire de la CMQuébec, mais qui sont appelés à s'intensifier avec les changements climatiques. En effet, les projections prédisent que les vagues de chaleur se produiront en moyenne plus d'une fois par année dès l'horizon 2011-2040 et même jusqu'à près de six fois par année à la fin du siècle. Selon la période historique modélisée, la CMQuébec n'a pas été touchée par les vagues de chaleur extrême entre 1981 et 2010<sup>3</sup>. Or, les projections démontrent que ces événements climatiques

---

<sup>3</sup> Il est à noter que, selon les données pour la RSS de la Capitale-Nationale, le territoire de la CMQuébec a connu une vague de chaleur extrême en juillet 2010. Or, il importe de noter qu'il s'agit d'un événement observé et non modélisé (voir la section 1.6.3 – Méthodologie, du rapport de l'étape 2).

commenceront à se produire lors de l'horizon 2011-2040, et ce, jusqu'à quatre fois par année lors de l'horizon 2071-2100. Les simulations laissent entrevoir une diminution du nombre de jours de vagues de froid avec les changements climatiques. En effet, le territoire de la CMQuébec devrait voir son nombre de vagues de froid réduit de plus de la moitié lors de l'horizon 2011-2040 et serait réduit à zéro par la suite. On s'attend à des hausses significatives pour tous les indices de précipitations abondantes et extrêmes, pour toutes les régions du Québec. Le script R projette les précipitations futures en utilisant la relation de Clausius-Clapeyron (C-C). En effet, le Groupe CSA<sup>4</sup> (2019) recommande d'utiliser cette relation qui permet d'établir un lien entre les hausses de températures et les augmentations de précipitations extrêmes. Les résultats des projections démontrent que les épisodes de précipitations extrêmes pourraient rester similaires entre les périodes historiques et 2011-2040, mais pourraient plus que doubler par la suite. Le territoire de la CMQuébec aura à composer avec une plus grande fréquence des épisodes de précipitations intenses. Les projections n'indiquent pas une tendance à la hausse ou à la baisse de l'occurrence des sécheresses sur le territoire de la CMQuébec, et ce, pour les trois horizons. Les vitesses de vents violents augmenteront d'environ 3 % sur le territoire de la CMQuébec. Toutefois, l'incertitude concernant ces probabilités est élevée et elles doivent être consultées avec prudence.

#### 1.5.2.4 Évaluation de l'impact potentiel

L'impact potentiel est la conséquence potentielle de l'interaction entre l'exposition des éléments aux changements climatiques et leurs niveaux de sensibilité à ces variations. Pour le RCP 8.5, l'analyse de l'impact potentiel des tendances climatiques pour chaque élément d'analyse sur le territoire de la CMQuébec a démontré que tous les impacts potentiels totaux augmentent au fil de temps pour les trois stations météorologiques.

#### 1.5.2.5 Capacités d'adaptation

La capacité d'adaptation est la capacité des communautés et des écosystèmes à s'ajuster pour faire face aux changements climatiques afin de minimiser les effets négatifs et de tirer profit des avantages. La capacité d'adaptation sur le territoire de la CMQuébec a été déterminée en collaboration avec les cinq composantes, soit l'agglomération de Québec, la Ville de Lévis ainsi que les MRC de La Jacques-Cartier, de L'Île-d'Orléans et de La Côte-de-Beaupré, ainsi que l'ensemble des municipalités qui les composent. Les répondants ont été invités à évaluer leur niveau d'adaptation selon deux aspects : l'accès aux ressources et la capacité d'adaptation.

Les répondants ont été invités à évaluer leur niveau d'accès à propos de quatre types de ressources :

- Information, sensibilisation et connaissance sur les questions liées aux changements climatiques;
- Acteurs et gouvernance;
- Outils, plans et procédures en matière de changements climatiques et de gestion des risques;
- Priorités d'investissement (dépenses publiques).

De façon globale, l'accès est considéré comme insuffisant pour tous les types d'accès aux ressources. En ce qui a trait aux priorités d'investissement, l'accès est considéré nul.

Le deuxième volet d'évaluation du niveau de capacités d'adaptation est relatif aux thématiques d'analyse du projet. La totalité des résultats moyens pour l'ensemble des composantes de la CMQuébec indique une

---

<sup>4</sup> Anglais : *Canadian Standards Association* (ou Association canadienne de normalisation)

capacité d'adaptation peu probable (2) ou possible (3), avec une majorité de résultats indiquant une capacité d'adaptation peu probable, soit un indice de 2.

### 1.5.2.6 Évaluation des vulnérabilités climatiques

La vulnérabilité est la résultante de l'interaction entre l'exposition et la sensibilité, soit l'impact potentiel, et la capacité d'adaptation face à un aléa climatique. L'indice de vulnérabilité détermine le degré par lequel les éléments analysés en aménagement du territoire risquent de subir ou d'être affectés négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes.

Selon les résultats obtenus, les composantes et municipalités de la CMQuébec sont, pour l'ensemble des dimensions de cette étude, dans une situation de vulnérabilité allant de faible à moyenne et moyenne à élevée (V2 à V4). Aucun des éléments analysés ne ressort comme étant de vulnérabilité faible (V1) ou élevée (V5). Ceci est valable pour les trois stations à l'étude ainsi que les trois horizons temporels.

## 1.6 Description de l'étape 3

### 1.6.1 Objectif

L'objectif de cette étape est d'évaluer et d'apprécier les risques climatiques et leurs impacts sur le territoire de la CMQuébec.

### 1.6.2 Méthodologie

#### 1.6.2.1 Appréciation du risque

La méthodologie utilisée est inspirée du protocole CVIIP (PIEVC en anglais)<sup>5</sup> et du ministère de la Sécurité publique<sup>6</sup> et ajustée aux besoins de la CMQuébec. Les détails de la méthodologie seront donnés au chapitre sur l'appréciation des risques (chapitre 3).

#### 1.6.2.2 Ateliers de travail

La méthodologie a été présentée et validée par le comité de partenaires, composé de représentants des cinq composantes de la CMQuébec, lors d'ateliers de travail ayant eu lieu en décembre 2023 et janvier 2024.

#### 1.6.2.3 Fichiers Excel de mise en relation automatisée des données

Un fichier Excel a été développé pour permettre d'analyser les variables climatiques, visualiser les tendances et effectuer une analyse sur les indices attribués à la vulnérabilité et au risque. Dans ce fichier, toutes les dimensions de l'étude, les thématiques et éléments analysés, les aléas climatiques et les indicateurs climatiques pertinents sont répertoriés. En utilisant des données climatiques permettant d'estimer la vulnérabilité et les risques, le fichier permet d'estimer les impacts anticipés sur le territoire. Ce fichier Excel, qui accompagnera le rapport final, permettra au personnel de la CMQuébec de modifier des

---

<sup>5</sup> [À propos du CVIIP – programme du CVIIP](#)

<sup>6</sup> [Action 10 - Estimer les probabilités d'occurrence des aléas, leurs conséquences potentielles et le niveau de risque \(quebec.ca\)](#)  
[\(Outils de gestion des risques de sinistre pour les municipalités | Gouvernement du Québec \(quebec.ca\)\)](#)

informations si de nouvelles données sur les changements climatiques sont divulguées, si les capacités d'adaptation ou si le niveau de gravité des conséquences change au fil du temps.

### 1.6.3 Limites de l'analyse

Les futurs comportements humains – l'étendue des efforts d'atténuation des changements climatiques, la trajectoire de la population et la croissance économique – sont inconnus et ne peuvent être qu'approximatifs, ce qui entraîne des incertitudes. Pour ce rapport, un scénario d'émissions de GES aligné sur une croissance démographique et économique rapide qui dépend fortement des combustibles fossiles sans effort systématique d'atténuation du changement climatique a été envisagé pour fournir une évaluation prudente des probabilités d'occurrence d'aléas climatiques ciblés. Des voies alternatives avec des émissions de GES plus faibles conduiraient à des impacts moins graves du changement climatique sur le territoire de la CMQuébec.

Par ailleurs, les projections climatiques comportent une incertitude inhérente, car les modèles fournissent une approximation du monde naturel selon les meilleures connaissances disponibles dans la communauté scientifique. En effet, de nombreux processus ne peuvent être résolus dans les modèles climatiques grossiers et sont donc paramétrés. Ces formulations mathématiques introduisent certaines incertitudes dans les projections. Pour pallier cette limite, les projections de 12 modèles climatiques ont été utilisées et des moyennes de leurs résultats ont été calculées pour présenter un scénario probable des probabilités d'occurrence d'aléas climatiques ciblés pour le territoire de la CMQuébec.

La sélection des aléas climatiques a été faite en accord avec la CMQuébec et constitue des événements qui sont pertinents pour le territoire étudié. L'analyse de la gravité des conséquences des impacts de ces aléas sur les différents éléments analysés constitue une limite puisqu'elle a été réalisée à une échelle métropolitaine. Pour cette raison, il serait pertinent que chaque composante et municipalité de la CMQuébec réalise ce même travail afin de détenir une analyse plus détaillée de la gravité des conséquences sur leur territoire respectif.

De plus, l'évaluation des risques climatiques a été réalisée à l'aide d'une matrice d'analyse afin de déterminer l'envergure de ces risques climatiques sur le territoire de la CMQuébec. Ce calcul mathématique a été réalisé à l'aide des intrants produits dans le cadre de ce projet et l'échelle a été déterminée en accord avec la CMQuébec. Bien que cette échelle ait été faite sur mesure, la démarche a été réalisée en conformité avec le guide *Gestion des risques en sécurité civile* (2008) du ministère de la Sécurité publique du Québec.

Enfin, il convient de mentionner que lors de l'élaboration de cette évaluation des risques et de la résilience liés aux changements climatiques, toutes les activités ont été soumises à la règle de deux personnes afin de réduire la subjectivité des résultats; cependant, il peut toujours y avoir une certaine variation entre les points de vue des différentes personnes expertes, par exemple dans l'attribution des indices de gravité des conséquences.

## 2. Sélection des aléas climatiques

Afin de déterminer les risques climatiques, cinq aléas climatiques ou phénomènes climatiques extrêmes ont été sélectionnés parmi les projections climatiques réalisées à l'étape précédente, et ce, pour le RCP 8.5<sup>7</sup>. Ces aléas ont été choisis parce qu'ils constituent des phénomènes avec des seuils identifiables permettant de calculer le nombre d'occurrences projetées au cours d'une année et qu'ils sont pertinents pour le territoire de la CMQuébec. Les cinq aléas sélectionnés sont les suivants : vagues de chaleur extrême, sécheresses, précipitations extrêmes, événements de gel-dégel et vents violents.

### 2.1 Vagues de chaleur extrême

Comme défini à l'étape précédente, pour la région sociosanitaire (RSS) de la Capitale-Nationale où se situe la CMQuébec, les vagues de chaleur extrême désignent une période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 31°C et ayant des températures minimales de 18°C (INSPQ, 2022). À l'étape précédente, le nombre d'événements de vagues de chaleur extrême a été projeté. Ce nombre d'événements peut être converti en probabilité d'occurrences annuelles, comme le montre le tableau suivant.

**Tableau 2-1 : Probabilités d'occurrences annuelles des vagues de chaleur extrême dans le futur**

Vagues de chaleur extrême : Tmax > 31°C & Tmin >18°C * 3 jours	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	19,5 %	19,2 %	14,9 %
2041-2070	65,7 %	64,7 %	59,0 %
2071-2100	88,3 %	88,5 %	86,7 %

### 2.2 Sécheresses

Un événement de sécheresse se définit comme une période pendant laquelle il y a eu moins de 0,2 mm de précipitations sur 10 jours. Les probabilités d'occurrences annuelles se trouvent dans le tableau suivant.

**Tableau 2-2 : Probabilités d'occurrences annuelles de sécheresses dans le futur**

Sécheresse : 10 jours avec précipitations <0,2 mm	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	76,5 %	59,4 %	77,6 %
2041-2070	72,5 %	53,8 %	72,3 %
2071-2100	71,0 %	52,0 %	72,8 %

### 2.3 Précipitations extrêmes

Les précipitations extrêmes sont des pluies qui apportent sur une courte durée (de 5 minutes à une journée) une importante quantité d'eau pouvant causer l'inondation des terres basses (résidences, infrastructures et routes), surcharger les réseaux d'assainissement de l'eau et endommager les terres agricoles et les

<sup>7</sup> Les probabilités d'occurrence de ces aléas pour le RCP 4.5 sont présentées à l'Annexe C.

forêts. Les probabilités d'occurrences ont été calculées en utilisant la période de retour actuelle de 50 ans (1:50 ans). Les seuils associés à cette période de retour ne sont pas les mêmes selon les stations météorologiques analysées. Les précisions sont apportées dans le tableau suivant.

**Tableau 2-3 : Probabilités d'occurrences annuelles de précipitations extrêmes dans le futur**

Précipitations extrêmes	Jean-Lesage >90 mm en 24h	Beauséjour >93 mm en 24h	Île-d'Orléans >98 mm en 24h
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	6,1 %	3,7 %	2,3 %
2041-2070	13,4 %	10,7 %	8,4 %
2071-2100	27,6 %	24,5 %	23,1 %

## 2.4 Événements de gel-dégel

Tel que mentionné à l'étape 2, un événement quotidien de gel-dégel survient quand, dans une période de 24 heures, la température minimale est inférieure à 0°C et la température maximale est supérieure à 0°C. Les probabilités d'occurrences sont appelées à diminuer annuellement, particulièrement en automne et au printemps, mais restent très élevées et augmente pour la période hivernale. Même si les probabilités sont différentes d'une saison à l'autre, la probabilité calculée repose sur une récurrence annuelle.

**Tableau 2-4 : Probabilités d'occurrences annuelles des événements de gel-dégel dans le futur**

Gel-dégel (Tmin <0°C & Tmax >0°C en 24h)	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	84,2 %	90,0 %	75,4 %
2041-2070	74,3 %	82,3 %	68,3 %
2071-2100	66,7 %	76,1 %	64,6 %

## 2.5 Vents violents

Le seuil utilisé afin de définir un événement de vent violent correspond à une rafale de vent supérieure à 90 km/h. Celui-ci a été calculé uniquement à la station météorologique de Jean-Lesage. Il est à rappeler que les données permettant d'estimer les probabilités de vents violents ont un niveau de fiabilité faible. Elles sont donc à considérer avec prudence.

**Tableau 2-5 : Probabilités d'occurrences annuelles des événements de vents violents dans le futur**

Rafale de vent >90km/h	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	12,0 %	n/d	n/d
2041-2070	12,0 %	n/d	n/d
2071-2100	12,0 %	n/d	n/d

## 3. Appréciation du niveau de risque

L'appréciation du niveau de risque permet de déterminer les répercussions potentielles aléas ou phénomènes climatiques extrêmes sur les diverses thématiques et éléments analysés sur le territoire de la CMQuébec qui ont été présentés aux étapes précédentes. Pour ce faire, le niveau de risque est déterminé à partir des probabilités d'occurrence des aléas et de la gravité des conséquences y étant associées, et ce, à l'aide d'une matrice décisionnelle. Ainsi, la présente section est divisée en deux grandes parties. La première s'intéresse à la méthodologie utilisée, tandis que la deuxième présente les résultats spécifiques à la CMQuébec.

La démarche utilisée pour évaluer les probabilités d'occurrence des événements climatiques (P) et la gravité des conséquences (G) dans le but de déterminer le niveau de risque (R) liés au climat pour le territoire de la CMQuébec est présentée ici.

### 3.1 Probabilité d'occurrence

Les probabilités d'occurrence des aléas ou phénomènes climatiques extrêmes retenus sont estimées en respectant l'échelle et la description de la probabilité du Ministère de la Sécurité publique (2023) et sont ajustées par l'équipe d'AECOM aux besoins spécifiques de l'analyse de l'appréciation des risques de la CMQuébec.

Premièrement, la probabilité associée à un aléa climatique a été calculée. Par la suite, l'indice de probabilité d'occurrence a été utilisé pour déterminer une notation de probabilité d'une échelle de 1 à 5, à l'aide du tableau 3-1.

**Tableau 3-1 : Indice de probabilité d'occurrence**

Indice de probabilité d'occurrence	Catégorie	Définition	Échelle de probabilité
1	Très faible	Il est très peu probable que l'aléa se produise au cours de la prochaine année (probabilité de 1 % ou moins)	1 % ou moins
2	Faible	Il est peu probable que l'aléa se produise au cours de la prochaine année (probabilité de 5 %)	1 % à 10 %
3	Modérée	Il est probable que l'aléa se produise au cours de la prochaine année (probabilité de 10 %)	10 % à 20 %
4	Élevée	Il est assez probable que l'aléa se produise au cours de la prochaine année (probabilité de 20 %)	20 % à 50 %
5	Très élevée	Il est très probable que l'aléa se produise au cours de la prochaine année (probabilité de 50 % ou plus)	50 % et plus

L'indice a été déterminé selon les résultats des taux de probabilité des aléas climatiques retenus. Par exemple, la probabilité d'occurrence d'une vague de chaleur indique 88,3 % à la station Jean-Lesage pour la période 2071-2100. En utilisant le tableau 3-1, la notation de probabilité de 5 peut être attribuée à cet aléa climatique, car l'augmentation est de plus de 50 %. Cette logique s'applique aux cinq aléas climatiques pour toutes les périodes étudiées (2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100). Les tableaux suivant présentent

les probabilités d'occurrences des phénomènes climatiques extrêmes en climat futur ainsi que l'indice de 1 à 5 présenté par la couleur y étant associée.

**Tableau 3-2 : Indice de probabilité d'occurrence des vagues de chaleur extrême en climat futur**

Vagues de chaleur extrême : Tmax > 31°C & Tmin > 18°C * 3 jours	Jean-Lesage		Beauséjour		Île-d'Orléans	
	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice
2011-2040	19,5 %	3	19,2 %	3	14,9 %	3
2041-2070	65,7 %	5	64,7 %	5	59 %	5
2071-2100	88,3 %	5	88,5 %	5	86,7 %	5

**Tableau 3-3 : Indice de probabilité d'occurrence de sécheresses en climat futur**

Sécheresse : 10 jours avec précipitations < 0,2 mm	Jean-Lesage		Beauséjour		Île-d'Orléans	
	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice
2011-2040	76,5 %	5	59,4 %	5	77,6 %	5
2041-2070	72,6 %	5	53,8 %	5	72,3 %	5
2071-2100	71,0 %	5	52,0 %	5	72,8 %	5

**Tableau 3-4 : Indice de probabilité d'occurrence de précipitations extrêmes en climat futur**

Précipitations extrêmes	Jean-Lesage >90 mm en 24h		Beauséjour >93 mm en 24h		Île-d'Orléans >98 mm en 24h	
	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice
2011-2040	6,1 %	2	3,7 %	2	2,3 %	2
2041-2070	13,4 %	3	10,7 %	3	8,4 %	2
2071-2100	27,6 %	4	24,5 %	4	23,1 %	4

**Tableau 3-5 : Indice de probabilité d'occurrence des événements de gel-dégel en climat futur**

Gel-dégel (Tmin < 0°C & Tmax > 0°C en 24h)	Jean-Lesage		Beauséjour		Île-d'Orléans	
	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice
2011-2040	84,2 %	5	90 %	5	75,4 %	5
2041-2070	74,3 %	5	82,3 %	5	68,3 %	5
2071-2100	66,7 %	5	76,1 %	5	64,6 %	5

**Tableau 3-6 : Indice de probabilité d'occurrence des événements de vents violents en climat futur**

Rafale de vent >90km/h	Jean-Lesage		Beauséjour		Île-d'Orléans	
	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice	Probabilité	Indice
2011-2040	12 %	3	n/d	n/d	n/d	n/d
2041-2070	12 %	3	n/d	n/d	n/d	n/d
2071-2100	12 %	3	n/d	n/d	n/d	n/d

## 3.2 Gravité des conséquences

Pour estimer le niveau des conséquences ou la gravité (G) des conséquences, cinq catégories d'impact sont identifiées sur la base de la pertinence des conséquences pour la CMQuébec. Ces catégories ont été validées par la CMQuébec. Elles sont définies comme suit :

1. **Les répercussions sur la santé et la sécurité** comprennent les blessures, maladies physiques et psychologiques et incidence sur la sécurité des personnes.
2. **Les conséquences sur l'identité culturelle** comprennent les perturbations sur les modes de vie, l'utilisation du territoire, les divertissements, les activités économiques et repères culturels de la communauté.
3. **Les conséquences sur les infrastructures** comprennent les dommages ou la détérioration des matériaux des propriétés privées ou publiques ainsi que les défaillances opérationnelles et la fermeture potentielle des installations.
4. **Les conséquences financières** comprennent les dépenses municipales supplémentaires causées par les impacts des changements climatiques ainsi que l'accessibilité financière pour y faire face.
5. **Les conséquences sur l'environnement naturel** comprennent les effets négatifs sur l'intégrité et les services rendus par les écosystèmes.

Chaque catégorie d'impact est ensuite définie sur une échelle de gravité allant de 1 (très faible) à 5 (très élevé) en se basant sur l'« *Optique des changements climatiques – Lignes directrices générales* » d'Infrastructure Canada (Gouvernement du Canada, 2023).

Les indices de gravité (1 à 5) ont été déterminés par la CMQuébec en regard des conséquences possibles à l'échelle métropolitaine selon l'échelle présentée au tableau 3-7.

**Tableau 3-7 : Échelle de gravité des conséquences et catégories de conséquences**

<b>Indice de gravité des conséquences</b>	<b>Conséquences</b>	<b>Santé et sécurité</b>	<b>Identité culturelle</b>	<b>Infrastructures</b>	<b>Accessibilité financière</b>	<b>Environnement naturel</b>
<b>1</b>	<b>Très faible</b>	Apparition d'une menace, mais sans préjudice réel. Aucun risque de blessure ou d'atteinte à l'intégrité et la sécurité des personnes.	Aucun changement au mode de vie habituel, l'utilisation du territoire, les divertissements, les activités économiques et repères culturels de la communauté.	Dégâts très faibles ou inexistants. Réparable immédiatement sans bris de service.	Aucune dépense supplémentaire ou atteinte à la capacité financière à y faire face.	Apparence de menaces, mais pas de dommages durables.
<b>2</b>	<b>Faible</b>	La sécurité des personnes est faiblement compromise ou avec peu d'éléments de certitude. Faible risque de blessures, maladies physiques et psychologiques.	Changements mineurs et de courte durée aux habitudes de vie, à l'utilisation du territoire, aux divertissements, aux activités économiques et repères culturels de la communauté.	Dommages mineurs et/ou réduction de la durée de vie des matériaux. Faible perturbation des opérations.	Faible coût/dépense supplémentaire attribué au phénomène climatique et faible atteinte à la capacité financière d'y faire face.	Dommages mineurs, isolés et/ou localisés qui pourraient être inversés.
<b>3</b>	<b>Modéré</b>	La sécurité des personnes devient un enjeu important. Risque modéré de blessure et d'apparition ou dégradation des maladies physiques et psychologiques.	Perturbation significative des activités quotidiennes et/ou saisonnières, modification nécessaire de l'utilisation du territoire et identité culturelle ébranlée.	Dommages modérés et/ou détérioration accélérée des matériaux. Bris de service momentané.	Coût/dépense supplémentaire important directement attribué au phénomène climatique et atteinte considérable à la capacité financière à y faire face.	Dommages modérés et isolés qui pourraient être inversés avec des efforts soutenus.
<b>4</b>	<b>Élevé</b>	Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée.	Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire.	Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée.	Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face.	Dommages importants entraînant la réduction des fonctions de l'écosystème – Ils pourraient être inversés avec des efforts intensifs.
<b>5</b>	<b>Très élevé</b>	Impact majeur sur la sécurité des personnes avec un risque de situation grave et/ou permanente. Risque majeur de blessures graves et/ou permanentes, de mortalité et impact psychosocial généralisé.	Perturbations majeures créant des changements permanents dans le mode de vie habituel des gens et perte d'identité culturelle. Personnes devant être déplacées de façon permanente.	Dommages majeurs et/ou détérioration élevée des matériaux entraînant la défaillance de plusieurs éléments essentiels à la fonctionnalité. Bris de service prolongé.	Coût/dépense supplémentaire majeur directement attribué au phénomène climatique et incapacité financière d'y faire face.	Dommages sévères et irréversibles avec des effets majeurs sur les fonctions des écosystèmes.

Une fois les indices de gravité déterminés pour chaque élément analysé dans chacune des catégories de conséquences sur la santé et la sécurité, l'identité culturelle, les infrastructures, les finances et l'environnement naturel, l'indice de gravité des conséquences le plus élevée parmi les cinq catégories est retenu pour le calcul subséquent du niveau de risque global associé à chaque élément, toujours par souci de prudence quant à l'évaluation des risques (figure 3-1).

Matrice de l'analyse du niveau de risque	Vagues de ch					
	G	Gravité				
		SS	IC	Infra	\$	Envi
Utilisation de l'eau						
Disponibilité de l'eau						
Demande en eau potable	3	2	2	2	2	3
Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles)	3	2	2	2	2	3
Capacité de recharge des aquifères	2	1	1	2	1	1
Qualité de l'eau						
Propriétés de l'eau à traiter	3	1	2	2	3	2
Traitement de l'eau (potable et usée)	3	1	2	2	3	2

Figure 3-1 : Exemple de résultats de gravité utilisés pour l'étape subséquente de calcul du niveau de risque<sup>8</sup>

### 3.3 Calcul du niveau de risque

Le niveau de risque représente l'importance attribuée à un risque en fonction de l'évaluation des probabilités d'occurrence de l'aléa en cause et de ses conséquences potentielles (MSP, 2008). Le niveau de risque est défini comme étant le produit de la probabilité d'occurrence (P) et de la gravité des conséquences (G) : Niveau de Risque (NR) = probabilité (P) x gravité (G). Le tableau 3-8 présente la matrice décisionnelle d'évaluation des risques permettant de mettre en relation les différents indices de probabilité et de gravité des conséquences pour obtenir le niveau de risque.

<sup>8</sup> « G » indique l'indice de gravité utilisé pour déterminer le niveau de risque, soit l'indice de gravité le plus élevé parmi les cinq catégories d'impact.

**Tableau 3-8 : Matrice d'évaluation du niveau de risque**

		Indice de gravité des conséquences					
		Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé	
		Indice	1	2	3	4	5
Indice de probabilité	Très élevée	5	5	10	15	20	25
	Élevée	4	4	8	12	16	20
	Modérée	3	3	6	9	12	15
	Faible	2	2	4	6	8	10
	Très faible	1	1	2	3	4	5

Ainsi, la matrice d'évaluation du niveau des risque (P x G) est divisée en trois grandes catégories de niveau de risque pour lequel un traitement du risque est associé. (tableau 3-9).

**Tableau 3-9 : Indice de niveau de risque et traitement du risque associé**

Indice du niveau de risque	Valeurs	Catégories	Traitement du niveau de risque
1	≤ 6	Niveau de risque faible	Contrôle du niveau de risque probablement non requis.
2	7 ≤ NR ≤ 16	Niveau de risque modéré	Certains contrôles devront être mis en place pour réduire les niveaux de risque à des niveaux inférieurs.
3	NR ≥ 20	Niveau de risque élevé	Mesures de contrôle ou de gestion des niveaux de risque à mettre en place obligatoirement.

## 3.4 Résultats de l'évaluation du niveau de risque

La matrice d'évaluation du niveau de risque (tableau 3-10) présente le résultat de l'analyse du niveau de risques aux aléas climatiques pour la CMQuébec sur les sept dimensions de l'étude. « G » indique l'indice de gravité utilisé pour déterminer le niveau de risque, soit l'indice de gravité le plus élevé parmi les cinq catégories d'impact. « P 2011-2040 », « P 2041-2070 » et « P 2071-2100 » réfèrent aux probabilités pour chaque période temporelle. « NR 2011-2040 », « NR 2041-2070 » et « NR 2071-2100 » réfèrent au niveau de risque pour chaque période temporelle. Les résultats détaillés de la matrice se trouvent à l'annexe A.

**Tableau 3-10 : Matrice de l'analyse du niveau de risque de la CMQuébec**

Matrice de l'analyse du niveau de risque	Aléas climatiques retenus																			
	Vagues de chaleur extrême				Sécheresses				Précipitations extrêmes (1:50 ans - >90mm) - pluie Station Jean-Lesage				Cycles de gel-dégel				Vents violents (>90km/h)			
	G	NR1	NR2	NR3	G	NR1	NR2	NR3	G	NR1	NR2	NR3	G	NR1	NR2	NR3	G	NR1	NR2	NR3
<b>Dimensions, thématiques et éléments analysés</b>																				
<b>Infrastructures</b>																				
<b>Transport</b>																				
Transport aérien	2	6	10	10	1	5	5	5	3	6	9	12	3	15	15	15	4	12	12	12
Transport maritime	1	3	5	5	1	5	5	5	2	4	6	8	3	15	15	15	3	9	9	9
Transport routier et en commun	2	6	10	10	1	5	5	5	4	8	12	16	3	15	15	15	3	9	9	9
Transport ferroviaire	2	6	10	10	1	5	5	5	2	4	6	8	2	10	10	10	2	6	6	6
Réseau cyclable	2	6	10	10	1	5	5	5	3	6	9	12	3	15	15	15	2	6	6	6
Ponts	1	3	5	5	1	5	5	5	3	6	9	12	3	15	15	15	3	9	9	9
<b>Approvisionnement en énergie</b>																				
Consommation d'énergie	3	9	15	15	1	5	5	5	1	2	3	4	1	5	5	5	1	3	3	3
Parcs éoliens	2	6	10	10	1	5	5	5	1	2	3	4	3	15	15	15	3	9	9	9
Parcs solaires	2	6	10	10	1	5	5	5	1	2	3	4	2	10	10	10	3	9	9	9
Transport d'électricité	3	9	15	15	1	5	5	5	1	2	3	4	4	20	20	20	4	12	12	12
<b>Infrastructures d'intérêt métropolitain</b>																				
Intégrité des bâtiments	2	6	10	10	1	5	5	5	5	10	15	20	3	15	15	15	3	9	9	9
Besoin pour de la capacité d'accueil en lien avec les C.C.	3	9	15	15	1	5	5	5	4	8	12	16	1	5	5	5	4	12	12	12
Prises d'eau et usines de traitement des eaux	3	9	15	15	3	15	15	15	4	8	12	16	3	15	15	15	1	3	3	3
Centres de traitement des matières résiduelles	3	9	15	15	1	5	5	5	4	8	12	16	3	15	15	15	1	3	3	3
Piscines et jeux d'eau	3	9	15	15	3	15	15	15	1	2	3	4	3	15	15	15	1	3	3	3
<b>Infrastructures vertes et services écosystémiques</b>																				
Milieux humides	2	6	10	10	3	15	15	15	1	2	3	4	2	10	10	10	1	3	3	3
Milieux boisés	2	6	10	10	3	15	15	15	1	2	3	4	3	15	15	15	3	9	9	9
Cours d'eau	2	6	10	10	3	15	15	15	3	6	9	12	2	10	10	10	2	6	6	6
Milieux de friches	1	3	5	5	2	10	10	10	1	2	3	4	1	5	5	5	1	3	3	3
Service de canopée	2	6	10	10	3	15	15	15	1	2	3	4	4	20	20	20	4	12	12	12
Service de captation carbone	2	6	10	10	3	15	15	15	1	2	3	4	4	20	20	20	4	12	12	12
Service de maintien de l'humidité	2	6	10	10	3	15	15	15	2	4	6	8	3	15	15	15	2	6	6	6
Service de rétention d'eau	1	3	5	5	3	15	15	15	2	4	6	8	3	15	15	15	2	6	6	6
Indice de qualité du milieu	2	6	10	10	3	15	15	15	2	4	6	8	2	10	10	10	2	6	6	6
<b>Utilisation de l'eau</b>																				
<b>Disponibilité de l'eau</b>																				
Demande en eau potable	3	9	15	15	3	15	15	15	1	2	3	4	1	5	5	5	1	3	3	3
Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles)	3	9	15	15	3	15	15	15	1	2	3	4	1	5	5	5	1	3	3	3
Capacité de recharge des aquifères	2	6	10	10	4	20	20	20	2	4	6	8	2	10	10	10	1	3	3	3
<b>Qualité de l'eau</b>																				
Propriétés de l'eau à traiter	3	9	15	15	4	20	20	20	3	6	9	12	1	5	5	5	2	6	6	6
Traitement de l'eau (potable et usée)	3	9	15	15	4	20	20	20	3	6	9	12	1	5	5	5	2	6	6	6

Milieux naturels																				
<b>Faune et flore</b>																				
Arbres ou peuplements en forêt boréale	1	3	5	5	5	25	25	25	2	4	6	8	2	10	10	10	2	6	6	6
Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	1	3	5	5	4	20	20	20	2	4	6	8	3	15	15	15	3	9	9	9
Milieux humides (flore)	1	3	5	5	5	25	25	25	2	4	6	8	3	15	15	15	1	3	3	3
Diversité/composition des espèces (faune et flore)	1	3	5	5	3	15	15	15	1	2	3	4	3	15	15	15	1	3	3	3
Espèces envahissantes (faune et flore)	1	3	5	5	5	25	25	25	2	4	6	8	3	15	15	15	2	6	6	6
<b>Milieux aquatiques et milieux humides</b>																				
Assèchement	1	3	5	5	5	25	25	25	1	2	3	4	1	5	5	5	1	3	3	3
Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	1	3	5	5	2	10	10	10	5	10	15	20	4	20	20	20	3	9	9	9
Qualité de l'eau (réchauffement, acidification, prolifération d'algues)	3	9	15	15	4	20	20	20	3	6	9	12	2	10	10	10	2	6	6	6
<b>Milieux côtiers et estuaire fluvial</b>																				
Niveau d'eau	1	3	5	5	1	5	5	5	1	2	3	4	1	5	5	5	3	9	9	9
Stabilité/érosion des côtes (milieux côtiers)	1	3	5	5	3	15	15	15	4	8	12	16	4	20	20	20	4	12	12	12
Front salin	1	3	5	5	1	5	5	5	1	2	3	4	1	5	5	5	1	3	3	3
<b>Cycles et rythmes des écosystèmes</b>																				
Synchronisme plantes-pollinisateurs	1	3	5	5	1	5	5	5	1	2	3	4	3	15	15	15	1	3	3	3
Cycle / survie hivernal	1	3	5	5	2	10	10	10	1	2	3	4	4	20	20	20	1	3	3	3
Parasites (ex. tiques) et ravageurs	4	12	20	20	4	20	20	20	3	6	9	12	2	10	10	10	1	3	3	3
<b>Agriculture</b>																				
<b>Production</b>																				
Productivité végétale	4	12	20	20	4	20	20	20	5	10	15	20	4	20	20	20	3	9	9	9
Productivité animale	3	9	15	15	2	10	10	10	2	4	6	8	1	5	5	5	1	3	3	3
<b>Usage de l'eau</b>																				
Propriété de l'eau	3	9	15	15	4	20	20	20	3	6	9	12	2	10	10	10	1	3	3	3
Besoin en eau	3	9	15	15	3	15	15	15	1	2	3	4	2	10	10	10	1	3	3	3
Besoin en drainage	1	3	5	5	1	5	5	5	3	6	9	12	2	10	10	10	1	3	3	3
Besoin d'irrigation	3	9	15	15	4	20	20	20	2	4	6	8	1	5	5	5	1	3	3	3
<b>Agrotourisme</b>																				
Météo	3	9	15	15	2	10	10	10	4	8	12	16	1	5	5	5	2	6	6	6
<b>Acériculture</b>																				
Productivité	1	3	5	5	3	15	15	15	1	2	3	4	3	15	15	15	3	9	9	9
<b>Patrimoine bâti et paysage</b>																				
<b>Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain</b>																				
Bâtiments historiques	2	6	10	10	1	5	5	5	4	8	12	16	3	15	15	15	2	6	6	6
Sites archéologiques	1	3	5	5	1	5	5	5	4	8	12	16	2	10	10	10	1	3	3	3
<b>Unités de paysage d'intérêt métropolitain, dont bassins visuels du fleuve</b>																				
Patrimoine hivernal	1	3	5	5	1	5	5	5	1	2	3	4	4	20	20	20	1	3	3	3
Rive fluviale	1	3	5	5	3	15	15	15	4	8	12	16	4	20	20	20	4	12	12	12
<b>Santé publique</b>																				
<b>Morbidité</b>																				
Maladie de Lyme	2	6	10	10	1	5	5	5	1	2	3	4	3	15	15	15	1	3	3	3
<b>Mortalité</b>																				
Populations vulnérables	4	12	20	20	2	10	10	10	3	6	9	12	3	15	15	15	3	9	9	9

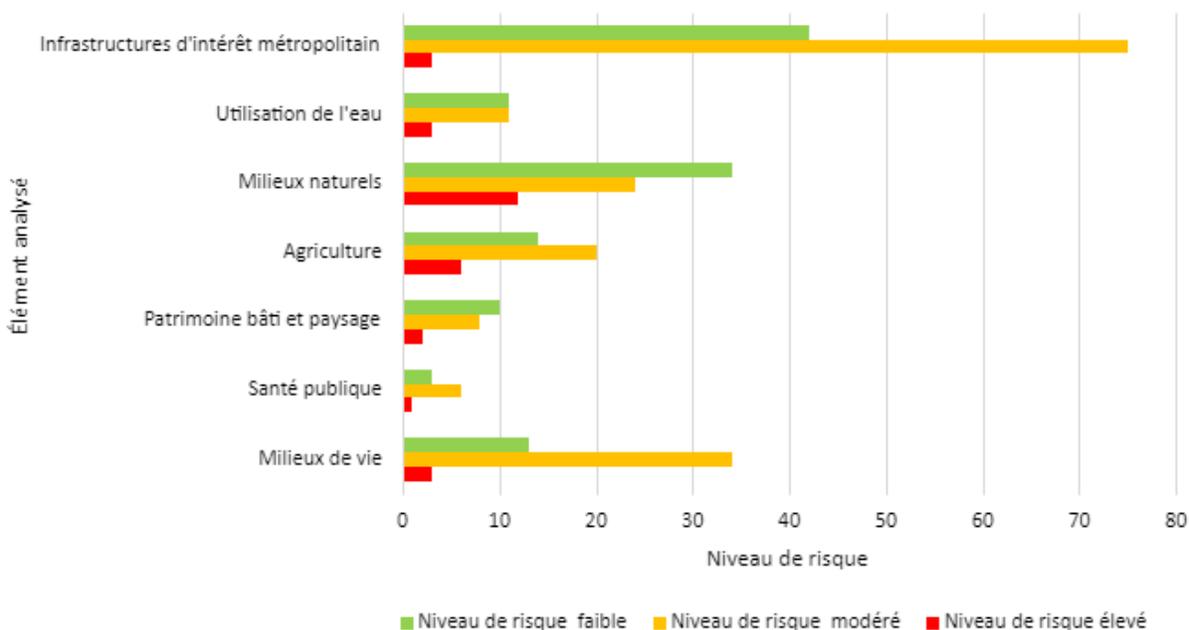
Milieux de vie																				
<b>Mobilité des citoyens</b>																				
Accidents routiers	2	6	10	10	1	5	5	5	4	8	12	16	3	15	15	15	4	12	12	12
Temps de déplacement	1	3	5	5	1	5	5	5	4	8	12	16	3	15	15	15	2	6	6	6
Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif	4	12	20	20	1	5	5	5	4	8	12	16	3	15	15	15	3	9	9	9
<b>Travailleurs extérieurs</b>																				
Temps de travail perdu	2	6	10	10	2	10	10	10	2	4	6	8	2	10	10	10	2	6	6	6
<b>Qualité du milieu de vie</b>																				
Confort du milieu de vie, places publiques, etc.	3	9	15	15	2	10	10	10	3	6	9	12	3	15	15	15	2	6	6	6
Qualité de l'air	3	9	15	15	3	15	15	15	1	2	3	4	1	5	5	5	2	6	6	6
<b>Récrétourisme et villégiature</b>																				
Météo	3	9	15	15	1	5	5	5	5	10	15	20	4	20	20	20	3	9	9	9
Accès aux berges, accès à l'eau	2	6	10	10	3	15	15	15	4	8	12	16	2	10	10	10	3	9	9	9
Activités de chasse et pêche	3	9	15	15	2	10	10	10	2	4	6	8	3	15	15	15	2	6	6	6
Attractivité du milieu	1	3	5	5	3	15	15	15	2	4	6	8	3	15	15	15	3	9	9	9

## 3.5 Analyse des résultats du niveau de risque

Le niveau de risque est généré pour chacune des interactions potentielles entre les cinq aléas climatiques sélectionnés et les 68 éléments analysés et pour chacune des périodes futures « NR 2011-2040 », « NR 2041-2070 et « NR 2071-2100 ». C'est-à-dire que pour chaque élément analysé, il en ressort un niveau de risque distinct à chacun des 5 phénomènes climatiques extrêmes étudiés, et ce pour chaque temporalité. Un même élément étudié a donc 5 niveaux de risques distincts par période, soit un pour chaque phénomène climatique, pour un total de 340 interaction distinctes par périodes pour l'ensemble des 68 éléments étudiés. L'analyse des résultats se concentrera sur la période 2071-2100 (R3). Tous les résultats peuvent être consultés à l'annexe A.

- Pour 130 interactions, le niveau de risque est faible;
- Pour 179 interactions, le niveau risque est modéré;
- Pour 31 interactions, le niveau risque est élevé.

La figure 3-2 et les tableaux 3-11 à 3-17 montrent les résultats de ces interactions.



**Figure 3-2 : Résultat des interactions entre les éléments analysés et les niveaux de risques associés aux aléas climatiques pour la période 2071-2100**

**Tableau 3-11 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension  
« Infrastructures d'intérêt métropolitain » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
<b>Transport</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport aérien</li> <li>Transport routier et en commun</li> </ul>		Vagues de chaleur Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	Sécheresses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport maritime</li> <li>Ponts</li> </ul>		Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	Vagues de chaleur Sécheresses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport ferroviaire</li> <li>Réseau cyclable</li> </ul>		Vagues de chaleur Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Sécheresses Vents violents
<b>Approvisionnement en énergie</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation d'énergie</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême	Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Parcs éoliens</li> <li>Parcs solaires</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Cycles de gel-dégel Vents violents	Sécheresses Précipitations extrêmes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport d'électricité</li> </ul>	Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Vents violents	Sécheresses Précipitations extrêmes
<b>Infrastructures d'intérêt métropolitain</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intégrité des bâtiments</li> </ul>	Précipitations extrêmes	Vagues de chaleur extrême Cycles de gel-dégel Vents violents	Sécheresses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Besoin pour de la capacité d'accueil</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Vents violents	Sécheresses Cycles de gel-dégel
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prises d'eau et usines de traitement des eaux</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Centres de traitement des matières résiduelles</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Sécheresses Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Piscines et jeux d'eau</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Cycles de gel-dégel	Précipitations extrêmes Vents violents
<b>Infrastructures vertes et services écosystémiques</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Milieux humides</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Cycles de gel-dégel	Précipitations extrêmes Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Milieux boisés</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Cycles de gel-dégel Vents violents	Précipitations extrêmes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> <li>Service de maintien de l'humidité</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indice de qualité du milieu</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieux de friches</li> </ul>		Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service de canopée</li> <li>• Service de captation carbone</li> </ul>	Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Vents violents	Précipitations extrêmes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service de rétention d'eau</li> </ul>		Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Vents violents

**Tableau 3-12 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension « Utilisation de l'eau » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
<b>Disponibilité de l'eau</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demande en eau potable</li> <li>• Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles)</li> </ul>		Vagues de chaleur extrême Sécheresses	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité de recharge des aquifères</li> </ul>	Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
<b>Qualité de l'eau</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriétés de l'eau à traiter</li> <li>• Traitement de l'eau (potable et usée)</li> </ul>	Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes	Cycles de gel-dégel Vents violents

**Tableau 3-13 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension  
« Milieux naturels » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
<b>Faune et flore</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbres ou peuplements en forêt boréale</li> <li>Milieux humides (flore)</li> <li>Espèces envahissantes (faune et flore)</li> </ul>	Sécheresse	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbres ou peuplements en forêt de feuillus</li> </ul>	Sécheresse	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	Vagues de chaleur extrême
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversité/composition des espèces (faune et flore)</li> </ul>		Sécheresses Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Vents violents
<b>Milieux aquatiques et milieux humides</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Assèchement</li> </ul>	Sécheresses		Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)</li> </ul>	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Sécheresses Vents violents	Vagues de chaleur extrême
<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualité de l'eau</li> </ul>	Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
<b>Milieux côtiers et estuaire fluvial</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Niveau d'eau</li> </ul>		Vents violents	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilité/érosion des côtes (milieux côtiers)</li> </ul>	Cycles de gel-dégel	Sécheresses Précipitations extrêmes Vents violents	Vagues de chaleur extrême
<ul style="list-style-type: none"> <li>Front salin</li> </ul>			Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents
<b>Cycles et rythmes des écosystèmes</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synchronisme plantes-pollinisateurs</li> </ul>		Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cycle/survie hivernal</li> </ul>	Cycles de gel-dégel	Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Vents violents
<ul style="list-style-type: none"> <li>Parasites et ravageurs</li> </ul>	Vagues de chaleur extrême Sécheresses	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents

**Tableau 3-14 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément pour de la dimension  
« Agriculture » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
<b>Production</b>			
• Productivité végétale	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents	
• Productivité animale		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes	Cycles de gel-dégel Vents violents
<b>Usage de l'eau</b>			
• Propriété de l'eau	Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
• Besoin en eau		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Cycles de gel-dégel	Précipitations extrêmes Vents violents
• Besoin en drainage		Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Vents violents
• Besoin d'irrigation	Sécheresses	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes	Cycles de gel-dégel Vents violents
<b>Agrotourisme</b>			
• Météo		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes	Cycles de gel-dégel Vents violents
<b>Acériculture</b>			
• Productivité		Sécheresses Cycles de gel-dégel Vents violents	Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes

**Tableau 3-15 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension  
« Patrimoine bâti et paysage » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain			
• Bâtiments historiques		Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Sécheresses Vents violents
• Sites archéologiques		Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Vents violents
Unités de paysage d'intérêt métropolitain			
• Patrimoine hivernal	Cycles de gel-dégel		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Vents violents
• Rive fluviale	Cycles de gel-dégel	Sécheresses Précipitations extrêmes Vents violents	Vagues de chaleur extrême

**Tableau 3-16 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension  
« Santé publique » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
Morbidity			
• Maladie de Lyme		Vagues de chaleur extrême Cycles de gel-dégel	Sécheresses Précipitations extrêmes Vents violents
Mortalité			
• Populations vulnérables	Vagues de chaleur extrême	Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	

**Tableau 3-17 : Résultats de niveaux de risques associés à chaque élément de la dimension  
« Milieux de vie » pour la période 2071-2100**

Thématiques et éléments analysés	Aléas climatiques à niveau de risque élevé	Aléas climatiques à niveau de risque modéré	Aléas climatiques à niveau de risque faible
<b>Mobilité des citoyens</b>			
• Accidents routiers		Vagues de chaleur extrême Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	Sécheresses
• Temps de déplacement		Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Sécheresses Vents violents
• Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif	Vagues de chaleur extrême	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	Sécheresses
<b>Travailleurs extérieurs</b>			
• Temps de travail perdu		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
<b>Qualité du milieu de vie</b>			
• Confort du milieu de vie, places publiques, etc.		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
• Qualité de l'air		Vagues de chaleur extrême Sécheresses	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents
<b>Récréotourisme et villégiature</b>			
• Météo	Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vagues de chaleur extrême Vents violents	Sécheresses
• Accès aux berges, accès à l'eau		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	
• Activités de chasse et pêche		Vagues de chaleur extrême Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel	Vents violents
• Attractivité du milieu		Sécheresses Précipitations extrêmes Cycles de gel-dégel Vents violents	Vagues de chaleur extrême

## 4. Évaluation des risques climatiques

Le risque climatique et les impacts anticipés des changements climatiques résultent de l'interaction entre la vulnérabilité aux changements climatiques et niveau de risque associé aux phénomènes climatiques extrêmes. Le risque climatique correspond à l'impact prévu dans le futur. C'est la dernière étape du processus permettant de sélectionner une liste de mesures d'adaptation pertinentes pour le territoire.

### 4.1 Calcul du risque climatique

L'analyse du risque climatique est obtenue à l'aide des résultats permettant de connaître les différentes vulnérabilités, combinés aux résultats de niveaux de risques associés à cinq aléas climatiques pertinents pour le territoire de la CMQuébec. Il est donc le produit de la vulnérabilité et du niveau de risque<sup>9</sup> :  $RC = V \times NR$ . Le tableau 4-1 présente la matrice décisionnelle de l'indice de risque climatique pour les différents indices de vulnérabilité et de niveau de risque.

**Tableau 4-1 : Matrice décisionnelle de l'indice de risque climatique**

		Indice du niveau de risque par aléa climatique			
		Très faible	Faible	Modéré	
		Indice	1	2	3
Indice de vulnérabilité	Élevée	5	5	10	15
	Modérée à élevée	4	4	8	12
	Modérée	3	3	6	9
	Faible à modérée	2	2	4	6
	Faible	1	1	2	3

Ainsi, la matrice décisionnelle de l'indice de risque climatique est divisée en cinq grandes catégories selon le traitement associé à ces risques climatiques (tableau 4-2).

<sup>9</sup> Les résultats de la vulnérabilité ont été présentés à l'étape 2, tandis que les résultats du niveau de risque ont été présentés au chapitre précédent.

**Tableau 4-2 : Description du traitement des risques climatiques**

Indice de risque climatique	Valeur	Catégorie	Traitement de du risque climatique <sup>10</sup>
1	≤ 3	Risque climatique très faible :	Le risque climatique est très peu significatif et des mesures d'adaptation sont probablement non requises.
2	4 ≤ IA ≤ 5	Risque climatique faible :	Le risque climatique est peu significatif et des mesures d'adaptation sont probablement non requises.
3	=6	Risque climatique faible à modéré	Le risque climatique est faible à modéré et des mesures d'adaptation pourraient être envisagées.
4	IA = 8 pour 3 aléas climatiques ou moins	Risque climatique modéré	Le risque climatique est modéré et des mesures d'adaptation pourraient être envisagées.
5	IA = 8 pour 4 aléas climatiques ou plus	Risque climatique élevé	Le risque climatique est élevé et des mesures d'adaptation devraient être envisagées en priorité.
5	IA ≥ 20	Risque climatique élevé	Le risque climatique est élevé et des mesures d'adaptation devraient être envisagées en priorité.

<sup>10</sup> Impact anticipé (IA) = vulnérabilité (V) x risque par aléa climatique (R)

## 4.2 Résultats de l'évaluation des risques climatiques

Les résultats montrent que 23 éléments analysés sont à risque climatique élevé d'ici la fin du siècle répartis dans cinq des sept dimensions de l'étude. Ceux-ci se trouvent en majorité dans la dimension des milieux naturels (dix éléments analysés), suivi par les infrastructures d'intérêt métropolitain (six éléments analysés). Aucun risque climatique élevé ne se trouve dans les dimensions de la santé publique et des milieux de vie.

**Tableau 4-3 : Éléments analysés ayant un risque climatique élevé pour la période 2071-2100**

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Vulnérabilité	Niveau de risque
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien	V4	NR2
		Transport routier (réseau routier et transport en commun)	V4	NR2
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	V4	NR3
		Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux	V4	NR2
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Canopée (réduction de la canopée)	V4	NR3
		Humidité	V4	NR2
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	Capacité de recharge des aquifères	V3	NR3
	Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter	V3	NR3
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	V4	NR3
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	V4	NR3
		Milieux humides (flore)	V4	NR3
		Espèces envahissantes (faune et flore)	V3	NR3
	Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	V4	NR3
		Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	V4	NR3
		Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	V4	NR3
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Stabilité/érosion des côtes (rivières)	V4	NR3
	Cycles et rythmes des écosystèmes	Cycle/survie hivernal	V3	NR3
		Parasites (ex. : tiques) et ravageurs	V3	NR3
Agriculture	Production	Productivité végétale	V4	NR3
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriété des rejets d'eau	V4	NR3
		Bassins d'irrigation (capacité qui se recharge uniquement avec les pluies, fonte des neiges et eau de surface)	V4	NR3
Patrimoine bâti et paysage	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal	V3	NR3
		Rive fluviale	V4	NR3

## 4.3 Analyse des résultats des risques climatiques

Le tableau 4-4 présente une description des risques climatiques sur les dimensions d'aménagement du territoire et leurs impacts sur les activités municipales, régionales et métropolitaines. Les risques climatiques sur les dimensions d'aménagement du territoire et leurs impacts sur les activités municipales, régionales et métropolitaines sont ceux évalués d'ici à la fin du siècle (période 2071-2100).

**Tableau 4-4 : Analyse des risques climatiques élevés pour la période 2071-2100**

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien	<p><u>Vents violents</u> : Le transport aérien peut être affecté par le vent. La cote de gravité pour la santé et sécurité est de 4 : « Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée ».</p> <p>La hausse des températures moyennes, les chaleurs extrêmes, les modifications dans les régimes de précipitations et les cycles de gel-dégel vont modifier la fonctionnalité ou l'usage du transport aérien de manière importante puisque l'entretien et les délais d'utilisation du réseau pourraient être modifiés (tout en demeurant accessible).</p> <p><b>Le transport aérien est affecté par les conditions météorologiques et est sensible aux changements attendus tels que l'augmentation des vagues de chaleur et les pluies intenses (impacts sur la chaussée - pistes de décollage et d'atterrissage) et les cycles de gel-dégel (impacts sur la chaussée et sur les aéronefs). Les vents violents peuvent avoir un impact important sur la santé et la sécurité des travailleurs aéroportuaires et des passagers. Les aéronefs pourraient subir des dommages avant le vol et des perturbations en cours de vol.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Faible impact sur la gestion municipale</li> <li>•Enjeu de mobilité avec l'extérieur du territoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Enjeu de mobilité avec l'extérieur du territoire</li> </ul>
		Transport routier (réseau routier et transport en commun)	<p><u>Précipitations extrêmes</u> : Le transport routier peut être affecté par les précipitations extrêmes. La cote de gravité est de 4 pour la santé et sécurité, l'identité culturelle, les infrastructures et l'accessibilité financière : « Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée », « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire », « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » et « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>Les précipitations extrêmes peuvent causer des inondations sur les routes, réduisant leur accès. Cela peut causer des délais et être un enjeu de sécurité. De plus, avec les chaleurs extrêmes et les cycles gel-dégel, la durée de vie de la chaussée sera réduite.</p> <p><b>Les précipitations extrêmes peuvent causer des inondations sur les routes, réduisant leur accès. Cela peut causer des délais et être un enjeu de sécurité. De plus, avec les chaleurs extrêmes et les cycles gel-dégel, la durée de vie de la chaussée sera réduite.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Réduction de la durée de vie des chaussées et impact financier de leur gestion</li> <li>•Interruption de service ou augmentation des temps de trajets</li> <li>•Perte d'accès à certaines portions du territoire et enjeux de sécurité publique qui en découlent</li> <li>•Diminution de la fluidité du transport des personnes et des bien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diminution de la fluidité du transport des personnes et des biens</li> <li>•Enjeux pour la zone économique métropolitaine</li> <li>•Enjeux d'inclusion et de développement social</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/ refuges thermiques, centres de réfugiés)	<p><b>Précipitations extrêmes</b> : L'intégrité des bâtiments peut être affectée par les précipitations extrêmes. La cote de gravité est de 5 pour la santé et sécurité : « Impact majeur sur la sécurité des personnes avec un risque de situation grave et/ou permanente. Risque majeur de blessures graves et/ou permanentes, de mortalité et impact psychosocial généralisé. » La cote de gravité est de 4 pour l'identité culturelle, les infrastructures et l'accessibilité financière : « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire », « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » et « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>Les précipitations, particulièrement dans un climat plus chaud, accroissent la corrosion des métaux. Les périodes d'humidité plus longues augmentent les risques de moisissures dans les murs. Les conditions hivernales changeantes et les cycles de gel-dégel peuvent causer des dommages structuraux aux bâtiments.</p> <p>-----</p> <p><b>Les précipitations, particulièrement dans un climat plus chaud, accroissent la corrosion des métaux. Les périodes d'humidité plus longues augmentent les risques de moisissures dans les murs. Les conditions hivernales changeantes et les cycles de gel-dégel peuvent causer des dommages structuraux aux bâtiments. Ces dommages sur les infrastructures peuvent entraîner des dépenses supplémentaires sur l'entretien des bâtiments. De plus, les impacts des précipitations extrêmes et inondations sur l'habitation peuvent entraîner des enjeux de sécurité et de la détresse psychologique.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dépenses supplémentaires sur l'entretien et la réfection des bâtiments et prises d'eau</li> <li>•Génération plus grande de résidus de CRD (construction, rénovation, démolition) et besoin de les gérer dans les infrastructures de gestion des matières résiduelles</li> <li>•Amplification de la crise du logement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aucune compétence en matière d'habitation</li> <li>•Enjeux sur l'inclusion et le développement social</li> </ul>
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux	<p><b>Précipitations extrêmes</b> : L'intégrité des prises d'eau et des usines de traitement des eaux peut être affectée par les précipitations extrêmes. La cote de gravité est de 4 pour les infrastructures et l'accessibilité financière : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » et « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>Les précipitations extrêmes pourraient endommager les structures physiques, soit directement par les inondations ou par des glissements de terrain. L'augmentation des températures entraînera un risque de diminution des débits et des étiages plus sévères.</p> <p>-----</p> <p><b>Les précipitations extrêmes peuvent endommager les structures physiques, soit directement par les inondations ou par des glissements de terrain. L'augmentation des températures amplifie l'effet des sécheresses ce qui a un impact sur la qualité de l'eau.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dépenses supplémentaires sur l'entretien ou la réfection des infrastructures de captation et traitement de l'eau</li> <li>•Dommages aux infrastructures d'approvisionnement en eau (prises d'eau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dommages aux infrastructures d'approvisionnement en eau (prises d'eau)</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
		Canopée (réduction de la canopée)	<p><u>Gel-dégel</u> : Les services écosystémiques offerts par la canopée peuvent être affectés par les cycles de gel-dégel. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière a été évaluée à 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>La sensibilité pour cet élément est de 4 par rapport à l'augmentation moyenne annuelle des températures, le total annuel de précipitations : « La fonctionnalité du service, du bien, de la communauté, de la structure, etc. sera modifiée de manière importante et s'aggravera face à l'exposition de l'aléa ». En effet, les arbres sont fragilisés par la hausse des températures, incluant les canicules. Les changements de température, de précipitations, d'humidité du sol et de l'air affectent le succès de sporulation et d'établissement de plusieurs pathogènes forestiers.</p> <p>-----</p> <p><b>La canopée est particulièrement affectée par l'augmentation des températures et la modification des patrons de précipitations. En plus de contribuer à la fragilisation de l'arbre, ces phénomènes peuvent contribuer à l'établissement de pathogènes forestiers. De surcroît, les cycles de gel-dégel ont un impact considérable sur la canopée, contribuant aux bris. Ceci réduit les services écosystémiques offerts par les arbres (ombrage, réduction des îlots de chaleur, rétention du sol, etc.) et peut avoir un impact financier important sur les entités administratives responsables de leur remplacement.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diminution du niveau de canopée offert par les arbres endommagés ou malades, impact financier de leur gestion et retour aux services complets différé</li> <li>•Enjeux de santé et sécurité publique</li> <li>•Impact financier de leur gestion et retour aux services complets différé</li> <li>•Diminution de la possibilité d'atteindre la cible de milieux de vie durable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diminution du niveau de canopée offert par les arbres endommagés ou malades, impact financier de leur gestion et retour aux services complets différé</li> <li>•Diminution de la possibilité d'atteindre la cible de milieux de vie durable</li> </ul>
		Humidité	<p>Pas de conséquences élevées ou très élevées.</p> <p>Les vagues de chaleur extrême, les cycles de gel-dégel, les sécheresses et les précipitations extrêmes vont provoquer une augmentation de l'humidité. La combinaison entre l'augmentation des températures et l'augmentation périodique des précipitations tendra à augmenter l'humidité. Les vagues de chaleur combinées aux événements de précipitations rendront la thermorégulation très difficile.</p> <p>-----</p> <p><b>Les vagues de chaleur extrême, les cycles de gel-dégel, les sécheresses et les précipitations extrêmes vont provoquer une augmentation de l'humidité des infrastructures vertes et des services écosystémiques. L'augmentation de l'humidité amplifie le phénomène d'îlots de chaleur et les risques de mortalité et de morbidités accrues lors de période de vague de chaleur. Les augmentations des précipitations provoquent une augmentation de la température de l'air, soit une augmentation de l'humidité.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Enjeux de santé et sécurité publique</li> <li>•Impact financier de leur gestion et retour aux services complets</li> <li>•Diminution de la possibilité d'atteindre la cible de milieux de vie durable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diminution de la possibilité d'atteindre la cible de milieux de vie durable</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	Capacité de recharge des aquifères	<p><b>Sécheresse</b> : La capacité de recharge des aquifères peut être affectée par la sécheresse. La cote de gravité pour l'identité culturelle et les infrastructures est de 4 : « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire ». « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée ».</p> <p>La capacité de recharge des aquifères est réduite par l'augmentation de l'évapotranspiration causée par l'augmentation des températures.</p> <p>-----</p> <p><b>L'augmentation des températures va impacter la capacité de recharge des aquifères étant donné qu'elle occasionne une augmentation de l'évapotranspiration. De plus, les périodes de sécheresse réduisent la quantité d'eau pouvant se rendre aux aquifères.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflit d'usage et enjeux de développement économique lié à la disponibilité de l'eau sur un même aquifère</li> <li>• Restriction de services et enjeux de sécurité publique (santé, salubrité, rafraîchissement, service incendie, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte d'attractivité des portions de territoire ayant des contraintes d'approvisionnement en eau en quantité suffisante pour tous les usages</li> </ul>
	Qualité de l'eau	Propriété de l'eau à traiter	<p><b>Sécheresse</b> : La propriété de l'eau à traiter peut être affectée par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée ».</p> <p>La sécheresse provoquerait une augmentation de la durée des temps de séjour de l'eau dans les lacs et les rivières à la suite d'une réduction de la vitesse de l'eau ainsi qu'un débit plus faible. Cette stagnation augmenterait la prolifération d'algues toxiques et réduirait l'oxygène dissous. La sécheresse entraînerait également la dégradation de la qualité des milieux naturels et viendrait fragiliser les populations de certaines espèces animales et végétales plus vulnérables. L'eau de surface pourrait notamment contenir une plus grande concentration de contaminants provenant de l'utilisation d'engrais, de pesticides, d'insecticides et de fongicides.</p> <p>-----</p> <p><b>La qualité de l'eau est affectée par la sécheresse qui réduit le débit ainsi que la quantité d'eau des lacs et des rivières provoquant la prolifération d'algues toxiques. Par le fait même, la qualité des milieux naturels, des espèces animales et végétales plus vulnérables se dégradent.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des coûts de traitements</li> <li>• Ajustement à la gestion de la disposition des effluents (temps de résidence, impacts sur les milieux récepteurs, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altération de la qualité de l'eau sur le territoire</li> </ul>
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	<p><b>Sécheresse</b> : Les arbres ou peuplements en forêt boréale peuvent être affectés par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures, l'accessibilité financière et l'environnement naturel est de 5 : « Dommages majeurs et/ou détérioration élevée des matériaux entraînant la défaillance de plusieurs éléments essentiels à la fonctionnalité. Bris de service prolongé » « Coût/dépense supplémentaire majeur directement attribué au phénomène climatique et incapacité financière d'y faire face » « Dommages sévères et irréversibles avec des effets majeurs sur les fonctions des écosystèmes ».</p> <p>L'augmentation des températures rend les arbres plus sensibles aux incendies.</p> <p>-----</p> <p><b>Les arbres en forêt boréale sont affectés par l'augmentation des températures. Combiné à la sécheresse, cela les rend encore plus à risque face aux incendies.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Épisodes de mauvaise qualité de l'air</li> <li>• Enjeux de sécurité publique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Épisodes de mauvaise qualité de l'air</li> <li>• Enjeux de sécurité publique</li> </ul>
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	<p><b>Sécheresse</b> : Les arbres ou peuplements en forêt boréale peuvent être affectés par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures, l'accessibilité financière et l'environnement naturel est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des incendies de végétation</li> <li>• Épisodes de mauvaise qualité de l'air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Épisodes de mauvaise qualité de l'air</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
			<p>limitation importante de la capacité financière à y faire face » « Dommages importants entraînant la réduction des fonctions de l'écosystème – Ils pourraient être inversés avec des efforts intensifs ».</p> <p>L'augmentation des températures rend les arbres plus sensibles aux incendies.</p> <p>-----</p> <p><b>Les arbres en forêt de feuillus sont affectés par l'augmentation des températures. Combiné à la sécheresse, cela les rend encore plus à risque face aux incendies, bien qu'un peu moins que les arbres en forêt boréale.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Enjeux de sécurité publique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Enjeux de sécurité publique</li> </ul>
		<p>Milieus humides (flore)</p>	<p><u>Sécheresse</u> : La flore composant les milieux humides peut être affectée par la sécheresse. La cote de gravité pour l'environnement naturel est de 5 : « Dommages sévères et irréversibles avec des effets majeurs sur les fonctions des écosystèmes ». La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>L'augmentation des températures va entraîner une réduction très importante de la qualité floristique des milieux humides (diminution de la richesse et de la biodiversité, augmentation des EEE). Une augmentation des événements de précipitations entraînerait des impacts importants de contamination par précipitations et ruissellement plus grand des milieux humides. Une augmentation des épisodes de sécheresse entraîne un impact très important d'assèchement des habitats, la perte d'espèces floristiques essentielles, la diminution des capacités à emmagasiner le carbone.</p> <p>-----</p> <p><b>La flore dans les milieux humides est affectée par la sécheresse, les précipitations et l'augmentation des températures. Cela peut entraîner une diminution de la biodiversité et une augmentation des espèces exotiques envahissantes (EEE), ayant pour conséquence une diminution des capacités à emmagasiner le carbone. L'augmentation des précipitations peut entraîner des impacts importants de contamination par ruissellement. La perte associée à ces changements pourrait être irréversible.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte de biodiversité ou modification de milieux d'intérêt récréotouristique</li> <li>•Impact sur le bilan carbone dû à la diminution des capacités à emmagasiner le carbone</li> <li>•Impact financier sur la gestion des EEE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte de biodiversité ou modification de milieux d'intérêt récréotouristique</li> <li>•Modification des paysages emblématiques le long du fleuve (battures)</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
		Espèces envahissantes (faune et flore)	<p><b>Sécheresse</b> : La faune et la flore composant les espèces envahissantes peuvent être affectées par la sécheresse. La cote de gravité pour l'environnement naturel est de 5 : « Dommages sévères et irréversibles avec des effets majeurs sur les fonctions des écosystèmes ». La cote de gravité pour l'identité culturelle, les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire » « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>L'augmentation des températures entraînera une prolifération des espèces envahissantes exotiques (EEE) de la faune et de la flore ainsi qu'une migration des espèces vers le nord à la suite d'une prolongation des saisons de croissance ainsi qu'une diminution des saisons de gel. Le stress hydrique causé par les sécheresses engendrerait une diminution de la diversité des espèces avantageant ainsi les EEE puisqu'ils ont une meilleure capacité d'adaptation et de compétitivité. L'augmentation des températures augmenterait aussi le risque d'implantation de nouvelles EEE.</p> <p>-----</p> <p><b>Les impacts des sécheresses diminuent la diversité des espèces, favorisant les espèces exotiques envahissantes (EEE). L'augmentation des températures provoque une augmentation et une migration vers le nord des EEE ainsi qu'une augmentation du risque d'implantation de nouvelles EEE.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels, perte de biodiversité et perte d'attractivité et d'usage</li> <li>•Enjeux de santé publique (berce du causasse)</li> <li>•Bris aux infrastructures (routes, fondations)</li> <li>•Perte de valeur foncière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels d'intérêt métropolitain, perte de biodiversité et perte d'attractivité</li> </ul>
	Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	<p><b>Sécheresse</b> : L'assèchement des milieux isolés et des milieux humides peut être affecté par la sécheresse. La cote de gravité pour l'environnement naturel est de 5 : « Dommages sévères et irréversibles avec des effets majeurs sur les fonctions des écosystèmes ». La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>L'augmentation des températures engendrerait une modification des régimes hydrologiques des milieux humides, soit l'assèchement de tourbières et de zones humides artificielles créant ainsi une source de carbone plutôt qu'un puits de carbone. Les écosystèmes favorisant la rétention de l'eau seraient affectés dans leur rôle par l'augmentation des températures. Les sécheresses provoqueront une perte et une dégradation des fonctionnalités écosystémiques des milieux humides engendrant une fragilisation des populations de certaines espèces animales et végétales plus vulnérables.</p> <p>-----</p> <p><b>Les fonctions des milieux humides, particulièrement les milieux humides isolés, sont modifiées par l'augmentation des températures et par les sécheresses. L'assèchement provoque une diminution de l'humidité qui, par conséquent, vient modifier et fragiliser les milieux humides, les espèces animales et végétales plus vulnérables.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte de biodiversité ou modification de milieux d'intérêt récréotouristique</li> <li>•Impact sur le bilan carbone dû à la diminution des capacités à emmagasiner le carbone</li> <li>•Impact financier sur la gestion des EEE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels d'intérêt métropolitain, perte de biodiversité et perte d'attractivité</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
		Stabilité / érosion des berges (milieux riverains)	<p><b>Précipitations extrêmes</b> : La stabilité ainsi que l'érosion des berges des milieux riverains peuvent être affectées par les précipitations extrêmes. La cote de gravité pour la santé et sécurité est de 5 : « Impact majeur sur la sécurité des personnes avec un risque de situation grave et/ou permanente. Risque majeur de blessures graves et/ou permanentes, de mortalité et impact psychosocial généralisé ». La cote de gravité pour l'identité culturelle, les infrastructures, l'accessibilité financière et l'environnement naturel est de 4 : « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire » « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face » « Dommages importants entraînant la réduction des fonctions de l'écosystème – ils pourraient être inversés avec des efforts intensifs ».</p> <p><b>Gel-dégel</b> : Les berges peuvent être affectées par les cycles de gel-dégel, pouvant causer l'érosion. L'érosion entraîne l'apport de sédiments dans l'eau et dégrade les écosystèmes riverains. La cote de gravité pour la santé et la sécurité est de 4 : « Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée ».</p> <p>La stabilité des berges en milieux riverains sera modifiée de manière importante puisque l'augmentation des moyennes de température occasionne un changement de la composition des espèces sur les berges et aussi une modification de leur rôle de stabilisation, ainsi que la fonte de la couche protectrice et stabilisatrice des berges. Les berges seront impactées par les conditions de croissance et de gel-dégel favorisant l'installation de certaines espèces envahissantes qui fragilisent les écosystèmes des berges. Aussi, les cycles de gel-dégel fragiliseront les propriétés de maintien des berges.</p> <p>-----</p> <p><b>L'augmentation des températures modifie la composition des écosystèmes riverains et donc leur rôle de stabilisation. L'augmentation des précipitations extrêmes et des cycles de gèle-dégel réduisent la stabilité des berges, favorisant l'érosion.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dommages aux aménagements et au cadre bâti riverains (bâtiments publics et privés)</li> <li>•Hausse des réclamations pour dommages (assurabilité)</li> <li>•Perte d'usage des infrastructures de transport en bordure des rives</li> <li>•Enjeux de sécurité et responsabilité civile</li> <li>•Insatisfaction et attente de réparation de la part des citoyens</li> <li>•Coûts d'opération et de réaménagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dommages aux aménagements et au cadre bâti sur les rives (prises d'eau)</li> <li>•Modification des accès de la trame verte et bleu</li> </ul>
		Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	<p><b>Sécheresse</b> : La qualité de l'eau au niveau du réchauffement des eaux, de l'acidification et de la prolifération d'algues peut être affectée par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée ».</p> <p>La qualité de l'eau sera modifiée par la hausse des températures qui entraînera une modification de l'écosystème, de la composition des espèces, dont le changement d'oxygénation du milieu.</p> <p>-----</p> <p><b>L'augmentation de la température des eaux provoque une diminution de la qualité de l'eau en affectant les compositions de l'écosystème et de la biodiversité. L'écosystème subira une baisse continue des niveaux d'oxygène jumelée à une hausse des températures pouvant provoquer une acidification ainsi qu'une prolifération d'algues.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels, perte de biodiversité et perte d'attractivité et d'usage</li> <li>•Enjeux de santé publique</li> <li>•Perte de valeur foncière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enjeux de communication de la qualité de l'eau pour les accès aux plans d'eau</li> </ul>
	Milieux côtiers et estu	Stabilité / érosion des côtes (rivières)	<p><b>Gel-dégel</b> : Les côtes peuvent être affectées par les cycles de gel-dégel, qui peut causer l'érosion. L'érosion entraîne l'apport de sédiments dans l'eau et dégrade les écosystèmes côtiers. La cote de</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dommages aux aménagements et au cadre bâti sur la côte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dommages aux aménagements et</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
			<p>gravité pour l'environnement naturel est de 4 : « Dommages importants entraînant la réduction des fonctions de l'écosystème – Ils pourraient être inversés avec des efforts intensifs ».</p> <p>L'augmentation des moyennes de température entraîne une réduction du couvert de glace protectrice des côtes, réchauffement de la colonne d'eau, une diminution des concentrations en oxygène dissous, une acidification du milieu marin (e.g. baisse de pH), un changement de la composition des espèces sur les côtes, et aussi une augmentation des événements climatiques violents. Les écosystèmes côtiers seront modifiés à cause de la modification des cycles de précipitations, une augmentation probable des événements de précipitations intenses, une augmentation du niveau des mers et des grandes marées, etc.). Les écosystèmes côtiers seront aussi modifiés à cause du réchauffement global et des événements climatiques extrêmes qui provoqueront la mortalité de différentes espèces, altéreront le développement, la croissance, la reproduction, les patrons de migration ainsi que les relations trophiques entre les espèces.</p> <p>-----</p> <p><b>Les précipitations et les événements de gel-dégel affectent la stabilité des côtes, favorisant l'érosion. Cette érosion a un impact sur tout l'écosystème de la côte, l'environnement bâti, ainsi que la qualité de l'eau, qui se dégrade par l'apport des sédiments provenant de l'érosion.</b></p>	<p>(bâtiments publics et privés)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Perturbation des opérations</li> <li>•Hausse des réclamations pour dommages (assurabilité)</li> <li>•Perte d'usage des infrastructures de transport en bordure des côtes</li> <li>•Enjeux de sécurité et responsabilité civile</li> <li>•Insatisfaction et attente de réparation de la part des citoyens</li> <li>•Coûts d'opération et de réaménagement</li> </ul>	<p>au cadre bâti sur la côte (prises d'eau)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Menace pour les paysages côtiers</li> <li>•Modification des accès de la trame verte et bleu</li> </ul>
	Cycles et rythmes des écosystèmes	Cycle / survie hivernal	<p><u>Gel-dégel</u> : Les cycles et rythmes des écosystèmes hivernaux peuvent être affectés par les cycles de gel-dégel. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>L'augmentation et la modification des températures vont modifier les conditions des écosystèmes et perturber le rythme écologique des espèces. L'augmentation des températures favorisera non seulement une modification des cycles de croissances et de fleuraison des végétaux, mais viendra modifier les cycles saisonniers des espèces animales.</p> <p>-----</p> <p><b>Les cycles hivernaux des écosystèmes sont affectés par l'augmentation des températures, soit par les périodes de gel-dégel. L'augmentation des températures va modifier la saison hivernale et engendrer une modification de la période d'hibernation et de dormance.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels, perte de biodiversité et perte d'attractivité et d'usage</li> <li>•Pression sur les populations agricoles et la vitalité économique municipale</li> <li>•Enjeux de santé publique (pollens)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels d'intérêt métropolitain, perte de biodiversité et perte d'attractivité</li> <li>•Pression sur les systèmes alimentaires territorialisés</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
		Parasites (ex. : tiques) et ravageurs	<p><u>Vague de chaleur</u> : Les parasites et les ravageurs peuvent être affectés par les vagues de chaleur extrême. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p><u>Sécheresse</u> : Les parasites et les ravageurs peuvent être affectés par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>Les parasites seront favorisés de manière importante par les modifications de températures qui créeront des conditions propices à leur prolifération. Les parasites seront favorisés de manière importante par les modifications de période de saison de croissance, qui créeront des conditions propices à leur prolifération.</p> <p>-----</p> <p><b>Les ravageurs et les parasites sont favorisés par le réchauffement des températures de sorte que leur habitat s'agrandit avec des conditions climatiques plus propices à leur prolifération. Ils ont ainsi beaucoup plus de facilité à migrer vers le nord.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels, perte de biodiversité et perte d'attractivité et d'usage</li> <li>•Pression sur les populations agricoles et la vitalité économique municipale</li> <li>•Enjeux de santé publique (tiques)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les milieux naturels d'intérêt métropolitain, perte de biodiversité et perte d'attractivité</li> <li>•Pression sur les systèmes alimentaires territorialisés</li> <li>•Enjeux de santé publique (tiques)</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
Agriculture	Production	Productivité végétale	<p><u>Vague de chaleur extrême</u> : La productivité végétale peut être affectée par les vagues de chaleur extrême, car les plantes se retrouvent en situation de stress abiotique pouvant ralentir leur développement et réduire leur croissance. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p><u>Sécheresse</u> : La productivité végétale peut être affectée par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p><u>Précipitations extrêmes</u> : La productivité végétale peut être affectée par les précipitations extrêmes. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 5 : « Dommages majeurs et/ou détérioration élevée des matériaux entraînant la défaillance de plusieurs éléments essentiels à la fonctionnalité. Bris de service prolongé » « Coût/dépense supplémentaire majeur directement attribué au phénomène climatique et incapacité financière à y faire face ».</p> <p><u>Gel-dégel</u> : La productivité végétale peut être affectée par les cycles de gel-dégel, car les périodes de froids hivernaux en l'absence de la neige qui protège normalement les racines des plantes, les rendent plus vulnérables au gel, augmentant ainsi leur mortalité. Ces événements climatiques affectent particulièrement certaines cultures fourragères pérennes. La cote de gravité pour les infrastructures et l'accessibilité financière est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>Les zones agricoles sont sensibles à de nombreuses variables climatiques. Les chaleurs extrêmes, les précipitations extrêmes, les sécheresses, les vents violents, les cycles de gel-dégel sont tous des facteurs pouvant affecter les cultures végétales.</p> <p>-----</p> <p><b>Les cultures végétales sont affectées par la hausse des températures moyennes, les vagues de chaleur, les précipitations, les vents violents, les épisodes de gel-dégel et les épisodes de sécheresse. Tous ces facteurs peuvent nuire, voire anéantir la production et la récolte agricoles des cultures fourragères, potagères et des arbres fruitiers.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les populations agricoles et la vitalité économique municipale</li> <li>•Enjeux de sécurité alimentaire et besoin de sécuriser la production sur une plus grande portion du territoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les systèmes alimentaires territorialisés</li> </ul>
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau	<p><u>Sécheresse</u> : Les propriétés des rejets d'eau peuvent être affectées par la sécheresse. La cote de gravité pour les infrastructures est de 4 : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée ».</p> <p>La qualité des rejets d'eau peut se voir dégradée par la hausse des températures moyennes, qui peuvent augmenter les pathogènes présents dans l'eau.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Réduction des capacités des réservoirs en termes de volume d'eau</li> <li>•Perte ou modification de milieux d'intérêt récréotouristique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les systèmes alimentaires territorialisés</li> <li>•Diminution de la qualité de l'eau</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
			<p>-----</p> <p><b>La hausse des températures moyennes et la sécheresse peuvent amplifier la présence de pathogènes dans les rejets d'eau provenant de la production agricole.</b></p> <p><u>Sécheresse</u> : Les bassins d'irrigation peuvent être affectés par la sécheresse. La cote de gravité pour l'accessibilité financière est de 4 : « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>La hausse des températures entraîne une diminution des précipitations combinée à une augmentation de la demande en eau des cultures. Les températures plus élevées entraîneront davantage d'évapotranspiration et en conséquence une augmentation du déficit hydrique (qui correspond à la différence entre les pluies et l'évapotranspiration). Les fortes chaleurs pourraient affecter particulièrement les céréales. Les précipitations seront plus souvent intenses, car elles seront issues de cellules orageuses, ce qui augmente les risques de ruissellement.</p> <p>-----</p> <p><b>Les bassins d'irrigation qui se rechargent uniquement avec les précipitations seront particulièrement affectés par la hausse des températures moyennes et la sécheresse, qui, en plus d'entraîner une plus forte demande en eau pour les cultures, contribuent à l'évapotranspiration.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diminution de la qualité de l'eau et coûts de traitements supplémentaires</li> </ul>	
		Bassins d'irrigation (capacité qui se recharge uniquement avec les pluies et fonte des neiges et eaux de surface)		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Prélèvement d'eau accru en raison de l'augmentation des besoins en irrigation (chaleur et sécheresse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pression sur les systèmes alimentaires territorialisés</li> </ul>
Patrimoine bâti et paysage		Patrimoine hivernal	<p><u>Cycles de gel-dégel</u> : Le patrimoine hivernal peut être affecté par les cycles de gel-dégel. La cote de gravité pour l'identité culturelle, les infrastructures, l'accessibilité financière et l'environnement naturel est de 4 : « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire. » « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée » « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face » « Dommages importants entraînant la réduction des fonctions de l'écosystème – Ils pourraient être inversés avec des efforts intensifs ».</p> <p>L'augmentation des températures impactera de manière significative le patrimoine hivernal étant donné que la fonte de la neige et de la glace sera accélérée par les précipitations ainsi que les variations de température. De plus, les conditions propices au dégel des patinoires augmenteront les besoins d'entretien pour maintenir les patinoires extérieures en bon état, voire leur fermeture.</p> <p>-----</p> <p><b>L'augmentation des températures impacte de manière significative le patrimoine hivernal étant donné que la fonte des neiges et de la glace sera accélérée par l'augmentation des cycles gel-dégel en hiver, la pluie en hiver ainsi que les variations de température. En outre, avec l'augmentation de la fréquence des cycles de gel-dégel, les conditions favorables à la fonte des patinoires et du couvert neigeux vont augmenter le travail d'entretien nécessaire pour garder les activités et événements hivernaux praticables.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte d'attractivité et de retombées économiques des activités hivernales</li> <li>•Besoin d'ajustements dans les programmations et types d'activités</li> <li>•Augmentation des coûts d'opération (canons à neige, entretien des glaces, équipements, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Modification des périodes de fréquentation de la trame verte et bleue</li> </ul>

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé	Risque climatique sur les dimensions d'aménagement du territoire	Impact du risque climatique sur les activités régionales et municipales	Impact anticipé du risque climatique sur les activités métropolitaines
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Rive fluviale	<p><u>Précipitations extrêmes</u> : La rive fluviale peut être affectée par les précipitations extrêmes. La cote de gravité pour la santé et sécurité est de 4 : « Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée ».</p> <p><u>Cycles de gel-dégel</u> : La rive fluviale peut être affectée par tous les événements climatiques extrêmes analysés (vagues de chaleur extrême, sécheresse, précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel et vents violents). La cote de gravité 4 a été attribuée pour toutes les catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Santé et sécurité</i> : « Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée ».</li> <li>• <i>Identité culturelle</i> : « Grandes perturbations menant à des changements prolongés dans la routine ou le mode de vie habituel et perte de repères culturels. Personnes devant être déplacées de façon temporaire ».</li> <li>• <i>Infrastructures</i> : « Dommages considérables et/ou détérioration importante des matériaux. Bris de service de courte durée ».</li> <li>• <i>Accessibilité financière</i> : « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</li> <li>• <i>Environnement naturel</i> : « Dommages importants entraînant la réduction des fonctions de l'écosystème – Ils pourraient être inversés avec des efforts intensifs ».</li> </ul> <p><u>Vents violents</u> : La rive fluviale peut être affectée par les vents violents. Les cotes de gravité pour la santé et sécurité et l'accessibilité financière sont de 4 : « Impact élevé sur la sécurité des personnes avec un risque de situation critique et/ou de longue durée. Risque important de blessés ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée » et « Coût/dépense supplémentaire substantiel directement attribué au phénomène climatique et limitation importante de la capacité financière à y faire face ».</p> <p>Les changements climatiques joueront un rôle significatif au niveau de l'érosion des berges (Aktar, 2013). Avec les précipitations et l'érosion, les citoyens risquent de ne plus pouvoir bénéficier des atouts naturels comme avant.</p> <p>-----</p> <p><b>Les événements climatiques extrêmes tels que les précipitations extrêmes, les cycles de gel-dégel et les vents violents jouent un rôle sur l'érosion des berges. Les citoyens risquent de ne plus pouvoir bénéficier des atouts naturels comme avant.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte d'attractivité et de fonctionnalité</li> <li>•Insatisfaction et attente de réparation de la part des citoyens</li> <li>•Enjeux de sécurité et responsabilité civile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Altération des paysages riverains</li> <li>•Modification des accès de la trame verte et bleue</li> </ul>

## 5. Conclusions et faits saillants

Ce document est le troisième rapport du diagnostic territorial des vulnérabilités et des risques climatiques de la communauté métropolitaine de Québec. Il a pour but d'évaluer et d'apprécier les risques climatiques et leurs impacts sur le territoire de la CMQuébec, et ce, en conformité avec le guide *Gestion des risques en sécurité civile* (2008) du ministère de la Sécurité publique du Québec. Cette étape sert à évaluer les risques en tenant compte de la probabilité d'occurrence d'un aléa et de la gravité des conséquences qui en résultent sur les éléments vulnérables en aménagement du territoire.

### 5.1 Sélection des aléas climatiques

Afin de déterminer les risques, cinq aléas climatiques ou phénomènes climatiques extrêmes ont été sélectionnés sur la base de leur pertinence pour le territoire de la CMQuébec. Il s'agit des vagues de chaleur extrême, des sécheresses, des précipitations extrêmes, des événements de gel-dégel et des vents violents. L'appréciation du niveau de risque a ensuite été réalisée en se basant sur les probabilités d'occurrence future de ces aléas et sur la gravité des conséquences.

### 5.2 Appréciation du niveau de risque

L'appréciation du niveau de risque permet de déterminer les répercussions potentielles des aléas climatiques ou phénomènes climatiques extrêmes sur les diverses thématiques et éléments analysés sur le territoire de la CMQuébec. Pour ce faire, le niveau de risques est déterminé à partir des probabilités d'occurrence des aléas et de la gravité des conséquences y étant associées, et ce s à l'aide d'une matrice décisionnelle. Un niveau de risque (NR) est défini comme étant le produit de la probabilité d'occurrence d'un aléa climatique (P) et de la gravité des conséquences sur différentes catégories d'impacts pertinentes pour la CMQuébec (G). L'équation utilisée est donc  $NR = P \times G$ .

Les probabilités d'occurrences annuelles des vagues de chaleur augmentent avec le temps pour atteindre 88 % en moyenne (indice de 5) entre les trois stations étudiées. Pour ce qui est des sécheresses, celles-ci n'augmentent pas avec le temps, on prévoit plutôt une légère diminution. Néanmoins, les probabilités d'occurrences annuelles restent très élevées (indice de 5) pour les trois stations. Les probabilités de précipitations extrêmes (plus de 90 mm en 24 heures) augmenteront également avec le temps, pour atteindre une moyenne de 25 % à la fin du siècle aux trois stations étudiées (indice de 4). Les probabilités annuelles d'événements de gel-dégel diminueront avec le temps, mais resteront très élevées (indice de 5 pour les trois stations d'ici la fin du siècle). Bien que la probabilité ait été calculée sur une base annuelle, il est à noter qu'au niveau saisonnier, on note une diminution pour toutes les saisons à l'exception de l'hiver, où ces événements sont en augmentation, comme cela a été exposé dans le rapport de l'étape 2. Au niveau des vents violents, Les probabilités d'occurrences annuelles restent modérées au fil du temps (indice de 3).

La gravité des conséquences face aux cinq aléas climatiques a été évaluée selon cinq catégories d'impact :

1. Les répercussions sur la santé et sécurité;
2. Les conséquences sur l'identité culturelle;
3. Les conséquences sur les infrastructures;
4. Les conséquences financières;
5. Les conséquences sur l'environnement naturel.

Un indice de 1 à 5 a été déterminé pour chacune de ces catégories qui étaient associées aux éléments analysés, selon l'aléa climatique. Par exemple, l'impact des vagues de chaleur sur la qualité de l'eau a été

évalué selon ces cinq catégories d'impacts. L'indice de gravité le plus élevé a été utilisé pour calculer le niveau de risque pour cet élément.

Les résultats montrent que, sur 340 interactions possibles entre les éléments analysés et les aléas climatiques, 31 ont un niveau de risque élevé. Ceux-ci se situent dans toutes les thématiques d'analyse, mais la majorité se situe au niveau des milieux naturels. Pour ce qui est des risques modérés, la majorité se situe au niveau des infrastructures d'intérêt métropolitain. Il en est de même des risques faibles.

## 5.3 Évaluation des risques climatiques

Le risque climatique correspond à la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement climatique et de ses conséquences pouvant en résulter sur les éléments vulnérables d'un milieu donné (Ouranos, 2010). Pour le territoire de la CMQuébec, les résultats montrent que 23 éléments analysés subiront un impact élevé d'ici la fin du siècle répartis dans cinq des sept dimensions de l'étude. Ceux-ci se trouvent en majorité dans la dimension des milieux naturels (dix éléments analysés), suivi par les infrastructures d'intérêt métropolitain (six éléments analysés). Aucun impact anticipé élevé ne se trouve dans les dimensions de la santé publique et des milieux de vie.

**Tableau 5-1 : Éléments analysés ayant un risque climatique élevé pour la période 2071-2100**

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Élément analysé
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien
		Transport routier (réseau routier et transport en commun)
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)
		Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Canopée (réduction de la canopée) Humidité
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	Capacité de recharge des aquifères
	Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus
		Milieux humides (flore)
		Espèces envahissantes (faune et flore)
	Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)
		Stabilité/érosion des berges (milieux riverains) Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Stabilité/érosion des côtes (rivières)
Cycles et rythmes des écosystèmes	Cycle/survie hivernal	
	Parasites (ex. : tiques) et ravageurs	
Agriculture	Production	Productivité végétale
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriété des rejets d'eau
		Bassins d'irrigation (capacité qui se recharge uniquement avec les pluies, fonte des neiges et eau de surface)
Patrimoine bâti et paysage	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal
		Rive fluviale

## 6. Prochaines étapes

À l'issue de ce travail, l'étape 4 identifiera, catégorisera et priorisera les mesures d'adaptation à mettre en place pour réduire les impacts anticipés élevés à l'horizon de la période 2071-2100, et ce, selon la mission, les domaines et l'échelle d'intervention de la CMQuébec. Il s'agira de la dernière étape de ce projet.

## 7. Bibliographie

Aktar, N. (2013). Impact of Climate Change on Riverbank Erosion, *International Journal of Sciences Basic and Applied Research*, 7(1), 36-42.

CSA. (2019). *Technical Guide – Development, interpretation, and use of rainfall intensity-duration-frequency (IDF) information: Guideline for Canadian water resources practitioners*. Canadian Standard Association, Mississauga Ontario, 126.

GIEC. (2018). Annexe I : Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. Dans : *Réchauffement planétaire de 1,5°C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* [Publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. et Waterfield, T.].

Gouvernement du Canada. (2023, 20 décembre). *Optique des changements climatiques – Lignes directrices générales. Voir 3.0 Résilience climatique*. [https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html#Step\\_by\\_Step](https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html#Step_by_Step).

Gouvernement du Canada. (2022, 24 novembre). *Stratégie nationale d'adaptation pour le Canada*. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/strategie-nationale-adaptation/strategie-complete.html>

Groupe Conseil Carbone. (2022). *What is Climate Change*. [www.globalcarboncouncil.com](http://www.globalcarboncouncil.com).

INSPQ. (2022). *Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec à l'été 2018*. <https://www.inspq.qc.ca/publications/surveillance-impacts-vagues-chaleur-extreme-sur-sante-quebec-l-ete-2018>.

Ministère de la Sécurité publique. (2008). *Gestion des risques en sécurité civile*. [https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/publications/gestion\\_risques/gestion\\_risques.pdf](https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/gestion_risques/gestion_risques.pdf).

Ministère de la Sécurité publique. (2023). *Outil de saisie et d'analyse de données à l'intention du milieu municipal*. <https://www.quebec.ca/securite-situations-urgence/securite-civile/soutien-municipalites/demarche-gestion-risques/outil-gestion-risques>.

MSP. (2008). *Concepts de base en sécurité civile*. Gouvernement du Québec. [https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/publications/concepts\\_base/conce\\_pts\\_base.pdf](https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/conce_pts_base.pdf).

Ouranos. (2010). *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de l'Estrie*.

# **Annexe A : Matrice détaillée de l'analyse du niveau de risque**

Matrice de l'analyse du niveau de risque	Aléas climatiques retenus																																																														
	Vagues de chaleur extrême										Sécheresses					Précipitations extrêmes (1.50 ans - >90mm) - pluie Station Jean-Lesage					Cycles de gel-dégel					Vents violents (>90km/h)																																					
	Gravité										Gravité					Gravité					Gravité					Gravité																																					
	G	SS	IC	Intra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	Identif. cult.	Intra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	Identif. cult.	Intra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	Identif. cult.	Intra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	Identif. cult.	Intra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3			
<b>Infrastructures</b>																																																															
<b>Transport</b>																																																															
Transport aérien	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	3	3	2	3	3	2	2	3	4	6	9	12	3	3	2	3	3	1	5	5	5	15	15	15	4	4	2	3	3	1	3	3	3	12	12	12			
Transport maritime	2	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2	2	2	2	3	4	4	6	8	3	3	2	3	3	1	5	5	5	15	15	15	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Transport routier et en commun	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2	2	2	2	3	4	4	6	8	3	3	2	3	3	1	5	5	5	15	15	15	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Transport ferroviaire	2	2	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	3	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	2	2	3	4	4	6	8	3	2	1	2	2	1	5	5	5	10	10	10	2	2	1	1	1	1	3	3	3	6	6	6			
Réseau cyclable	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	3	2	2	3	3	2	2	3	4	4	6	9	3	2	2	3	3	2	5	5	5	15	15	15	2	2	1	1	1	1	3	3	3	6	6	6			
Ponts	2	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	3	3	2	3	3	2	2	3	4	4	6	9	3	3	2	3	3	1	5	5	5	15	15	15	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
<b>Approvisionnement en énergie</b>																																																															
Consommation d'énergie	3	1	3	2	2	2	3	5	5	9	15	15	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Parcs éoliens	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	3	2	1	2	2	1	5	5	5	10	10	10	3	2	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6			
Parcs solaires	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	4	3	3	4	4	1	5	5	5	20	20	20	4	4	1	4	4	1	3	3	3	12	12	12			
Transport d'électricité	3	2	2	3	3	1	3	5	5	9	15	15	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	4	3	3	4	4	1	5	5	5	20	20	20	4	4	1	4	4	1	3	3	3	12	12	12			
<b>Infrastructures d'intérêt métropolitain</b>																																																															
<b>Intégrité des bâtiments</b>																																																															
Bancs pour de la capacité d'accueil en lien avec les C.C.	3	3	2	1	2	1	3	5	5	9	15	15	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	2	2	3	4	4	6	8	3	3	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	4	4	3	4	4	1	3	3	3	12	12	12			
Press d'eau et usines de traitement des eaux	3	1	1	2	2	3	2	3	5	5	9	15	15	3	2	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	4	1	1	4	4	1	2	3	4	4	6	8	1	1	1	3	3	3	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9
Centres de traitement des matières résiduelles	3	3	1	2	2	1	3	5	5	9	15	15	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	4	1	1	4	4	1	2	3	4	4	6	8	3	1	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Parcs et jeux d'eau	3	3	2	2	2	1	3	5	5	9	15	15	3	2	3	2	1	2	5	5	5	15	15	15	3	1	1	3	3	1	2	3	4	2	3	4	3	1	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
<b>Infrastructures vertes et services écosystémiques</b>																																																															
<b>Milieux humides</b>																																																															
Milieu boisés	2	1	1	2	2	2	3	5	5	6	10	10	3	2	2	2	2	3	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	2	1	1	2	2	1	5	5	5	10	10	10	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Cours d'eau	2	1	1	1	1	2	3	5	5	6	10	10	3	1	2	2	2	3	5	5	5	15	15	15	3	3	3	3	3	1	2	3	4	4	6	8	2	1	1	2	2	2	5	5	5	10	10	10	2	1	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6			
Milieu de rizières	2	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	3	2	2	3	3	2	5	5	5	10	10	10	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	3	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	5	4	1	1	4	4	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Service de compost	2	1	1	2	2	2	3	5	5	6	10	10	3	2	2	3	3	2	5	5	5	15	15	15	4	1	1	4	4	1	2	3	4	4	6	8	4	1	1	4	4	1	5	5	5	20	20	20	4	1	1	4	4	1	3	3	3	12	12	12			
Service de captation carbone	2	1	1	2	2	2	3	5	5	6	10	10	3	1	2	3	3	2	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	4	1	1	4	4	1	5	5	5	20	20	20	4	1	1	4	4	1	3	3	3	12	12	12			
Service de maintien de l'humidité	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	3	3	1	3	2	3	5	5	5	15	15	15	2	1	1	2	2	1	2	3	4	4	6	8	3	1	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	2	1	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6			
Service de rétention d'eau	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	3	1	2	3	2	3	5	5	5	15	15	15	2	1	1	2	2	1	2	3	4	4	6	8	3	1	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	2	1	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6			
Indice de qualité du milieu	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	3	2	3	2	2	3	5	5	5	15	15	15	2	1	1	2	2	1	2	3	4	4	6	8	2	1	2	2	2	2	5	5	5	10	10	10	2	1	1	1	1	2	3	3	3	6	6	6			
<b>Utilisation de l'eau</b>																																																															
<b>Disponibilité de l'eau</b>																																																															
Demande en eau potable	3	2	2	2	2	3	3	5	5	9	15	15	3	2	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles)	3	2	2	2	2	3	3	5	5	9	15	15	3	2	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
Capacité de recharge des aquifères	2	1	1	2	1	1	3	5	5	6	10	10	4	2	4	4	3	2	5	5	5	20	20	20	2	1	1	2	2	2	2	3	4	4	6	8	2	1	1	2	2	2	5	5	5	10	10	10	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	9	9	9	
<b>Qualité de l'eau</b>																																																															
Propriétés de l'eau à traiter	3	1	2	3	3	2	3	5	5	9	15	15	4	2	1	4	3	1	5	5	5	20	20	20	3	1	1	2	3	1	2	3	4	4	6	8	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6			
Traitement de l'eau (potable et usée)	3	1	2	2	3	2	3	5	5	9	15	15	4	2	1	4	3	1	5	5	5	20	20	20	3	1	1	2	3	1	2	3	4	4	6	8	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6			
<b>Milieux naturels</b>																																																															
<b>Faune et flore</b>																																																															
Arbres ou peuplements en forêt boréale	3	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	25	25	25	2	1	1	1	1	2	2	3	4	4	6	8	2	2	2	2	2	2	5	5	5	10	10	10	2	2	2	2	2	2	3	3	3	6	6	6			
Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	4	2	3	4	4	4	5	5	5	20	20	20																																							

Matrice de l'analyse des risques	Aléas climatiques retenus																																																																						
	Vagues de chaleur extrême										Sécheresses										Précipitations extrêmes (1:50 ans - >90mm) - pluie Station Jean-Lesage										Cycles de gel-dégel										Vents violents (>90km/h)																														
	Gravité										Gravité										Gravité										Gravité										Gravité																														
	G	SS	IC	Infra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	IC	Infra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	IC	Infra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	IC	Infra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3	G	SS	IC	Infra	\$	Envi	P1	P2	P3	R1	R2	R3											
<b>Agriculture</b>																																																																							
Production																																																																							
Productivité végétale	4	3	2	4	4	2	3	5	5	12	20	20	4	1	2	4	4	3	5	5	5	20	20	20	3	1	3	5	5	3	2	3	4	10	15	20	4	1	3	4	4	3	5	5	5	20	20	20	3	1	1	3	3	1	3	3	3	9	9	9											
Productivité animale	3	2	2	3	3	2	3	5	5	9	15	15	2	1	1	1	2	1	5	5	5	10	10	10	2	1	2	2	2	2	2	3	4	4	6	8	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
Usage de l'eau																																																																							
Propriété de l'eau	3	1	2	2	3	2	3	5	5	9	15	15	4	2	1	4	3	1	5	5	5	20	20	20	3	1	1	3	3	3	2	3	4	6	9	12	2	1	1	1	1	2	5	5	5	10	10	10	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
Besoin en eau	3	1	2	2	3	2	3	5	5	9	15	15	3	2	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	2	1	1	2	2	1	5	5	5	10	10	10	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
Besoin en drainage	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	1	1	n/a	n/a	n/a	n/a	5	5	5	5	5	5	3	1	3	3	3	2	2	3	4	6	9	12	2	1	1	n/a	n/a	2	5	5	5	10	10	10	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
Besoin d'irrigation	3	1	2	2	3	2	3	5	5	9	15	15	4	1	3	3	4	1	5	5	5	20	20	20	2	2	n/a	n/a	n/a	2	2	3	4	4	6	8	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
<b>Agrotourisme</b>																																																																							
Météo	3	3	3	3	3	3	3	5	5	9	15	15	2	1	1	2	2	1	5	5	5	10	10	10	4	3	3	4	4	4	2	3	4	6	12	16	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6											
Acériculture																																																																							
Productivité	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	3	1	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	3	1	1	3	3	3	3	3	3	9	9	9											
<b>Patrimoine bâti et paysage</b>																																																																							
Urbanisme																																																																							
Patrimoine bâti																																																																							
Patrimoine d'intérêt																																																																							
Unités de paysage d'intérêt métropolitain, dont bassins versants du fleuve																																																																							
Patrimoine hivernal	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5	20	20	20	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
Rive fluviale	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	3	1	2	3	2	3	5	5	5	15	15	15	4	4	3	3	3	3	2	3	4	6	12	16	4	4	4	4	4	4	5	5	5	20	20	20	4	4	3	3	4	3	3	3	3	12	12	12											
<b>Santé publique</b>																																																																							
Morbidité																																																																							
Maladie de Lyme	2	2	2	1	1	2	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	3	3	3	1	2	2	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3											
Mortalité																																																																							
Populations vulnérables	4	4	3	3	3	1	3	5	5	12	20	20	2	2	2	2	2	1	5	5	5	10	10	10	3	3	3	3	3	1	2	3	4	6	9	12	3	3	3	3	3	2	5	5	5	15	15	15	3	2	2	2	3	2	3	3	3	9	9	9											
<b>Milieux de vie</b>																																																																							
Mobilité des citoyens																																																																							
Accidents routiers	2	1	1	2	2	1	3	5	5	6	10	10	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	1	2	3	4	6	12	16	3	3	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	4	4	1	3	3	1	3	3	3	12	12	12											
Temps de déplacement	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	1	2	3	4	6	12	16	3	3	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	2	2	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6											
Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif	4	3	3	2	4	1	3	5	5	12	20	20	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	2	2	3	4	6	12	16	3	3	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	3	3	1	2	2	1	3	3	3	9	9	9											
Travailleurs extérieurs																																																																							
Temps de travail perdu	2	2	2	2	2	2	3	5	5	6	10	10	2	2	1	1	1	1	5	5	5	10	10	10	2	2	2	2	2	1	2	3	4	4	6	8	2	2	2	2	2	1	5	5	5	10	10	10	2	2	2	2	2	1	3	3	3	6	6	6											
Confort du milieu de vie, places publiques, etc.	3	3	3	3	2	3	3	5	5	9	15	15	2	1	2	2	2	2	5	5	5	10	10	10	3	3	3	3	3	1	2	3	4	6	9	12	3	3	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	2	2	1	2	1	1	3	3	3	6	6	6											
Qualité de l'air	3	3	3	3	2	2	3	5	5	9	15	15	3	3	2	3	3	2	5	5	5	15	15	15	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6											
<b>Récréotourisme et villégiature</b>																																																																							
Météo	3	3	3	3	2	1	3	5	5	9	15	15	1	1	n/a	n/a	n/a	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	1	2	3	4	10	15	20	4	4	4	4	4	3	5	5	5	20	20	20	3	3	1	3	3	1	3	3	3	9	9	9											
Accès aux berges, accès à l'eau	2	1	2	1	1	1	3	5	5	6	10	10	1	1	3	3	2	1	5	5	5	15	15	15	4	4	3	3	3	1	2	3	4	6	12	16	2	1	2	2	2	1	5	5	5	10	10	10	3	3	1	3	3	1	3	3	3	9	9	9											
Activités de chasse et pêche	3	3	2	3	1	2	3	5	5	9	15	15	2	1	2	2	2	1	5	5	5	10	10	10	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	6	8	3	1	3	3	3	1	5	5	5	15	15	15	2	2	1	2	2	1	3	3	3	6	6	6											
Attractivité du milieu	1	1	1	1	1	1	3	5	5	3	5	5	3	1	2	3	2	1	5	5	5	15	15	15	2	1	1	2	2	1	2	3	4	4	6	8	3	1	3	3	3	3	5	5	5	15	15	15	3	3	1	3	3	1	3	3	3	9	9	9											

# **Annexe B : Résultats détaillés des risques climatiques**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Risques climatiques pour la période 2011-2040					Risques climatiques pour la période 2041-2070					Risques climatiques pour la période 2071-2100					
			Vague de chaleur extrême	Sécheresse	Précipitations extrêmes	Gel-dégel	Vents violents	Vague de chaleur extrême	Sécheresse	Précipitations extrêmes	Gel-dégel	Vents violents	Vague de chaleur extrême	Sécheresse	Précipitations extrêmes	Gel-dégel	Vents violents	
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)	4	4	4	8	8	8	4	8	8	8	8	4	8	8	8	
		Transport maritime (quai, administration portuaire)	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	
		Transport routier (réseau routier/routes)	4	4	8	8	8	8	4	8	8	8	8	4	8	8	8	
		Transport ferroviaire (rails)	4	4	4	8	4	8	4	4	8	4	8	4	8	8	4	
		Réseau cyclable	3	3	3	6	3	6	3	6	6	3	6	3	6	6	3	
	Approvisionnement en énergie	Ponts (Québec-Lévis et Île d'Orléans)	4	4	4	8	8	4	4	8	8	8	4	4	8	8	8	
		Consommation énergétique (été/hiver):	6	3	3	3	3	6	3	3	3	3	6	3	3	3	3	
		Parc éolien	2	2	2	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	4	4	
		Parc solaire	2	2	2	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	4	4	
		Transport d'électricité / Pylones et stations de distribution	4	2	2	6	4	4	2	2	6	4	4	2	2	6	4	
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (Hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	4	4	8	8	8	8	4	8	8	8	8	4	12	8	8	
		Besoin pour de la capacité d'accueil (Hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	6	3	6	3	6	8	4	8	4	8	8	4	8	4	8	
		Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux	6	6	6	6	3	8	8	8	8	4	8	8	8	8	4	
		Fonctionnalité des centres de traitement des matières résiduelles (lieu d'enfouissement technique)	6	3	6	6	3	6	3	6	6	3	6	3	6	6	3	
		Demande pour l'utilisation des parcs, piscines extérieures et jeux d'eau	6	6	3	6	3	6	6	3	6	3	6	6	3	6	3	
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Milieux humides	3	6	3	6	3	6	6	3	6	3	6	6	3	6	3	
		Milieux boisés	3	6	3	6	6	6	6	3	6	6	6	6	3	6	6	
		Cours d'eau	3	6	3	6	3	6	6	6	6	3	6	6	6	6	3	
		Milieux de friches	3	6	3	3	3	3	6	3	3	3	3	6	3	3	3	
		Canopée (Réduction de la canopée)	3	6	3	9	6	6	6	3	9	6	8	8	4	12	8	
Humidité (augmentation du niveau d'humidité)		4	8	4	8	4	8	8	4	8	4	8	8	8	8	4		
Captation carbone		2	4	2	6	4	4	4	2	6	4	4	4	2	6	4		
Service de rétention d'eau		3	6	3	6	3	4	8	4	8	4	4	8	8	8	4		
Indice de qualité du milieu		2	4	2	4	2	4	4	2	4	2	6	6	6	6	3		
Utilisation de l'eau		Disponibilité de l'eau	Demande en eau potable	6	6	3	3	3	6	6	3	3	3	6	6	3	3	3
	Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles) - Taux d'utilisation versus capacité du cours d'eau		6	6	3	3	3	6	6	3	3	3	6	6	3	3	3	
	Capacité de recharge des aquifères	2	6	2	4	2	4	6	2	4	2	6	6	6	6	3		
Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter	6	9	3	3	3	6	9	6	3	3	6	9	6	3	3		
	Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées	4	6	2	2	2	4	6	4	2	2	4	6	4	2	2		
Milieux naturels	Faune et Flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	4	12	4	8	4	4	12	4	8	4	4	12	8	8	4	
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	3	9	3	6	6	4	12	4	8	8	4	12	8	8	8	
		Milieux humides (flore)	3	9	3	6	3	4	12	4	8	4	4	12	8	8	4	
		Diversité/composition des espèces floristiques	3	6	3	6	3	4	8	4	8	4	4	8	4	8	4	
		Espèces envahissantes (faune et flore)	3	9	3	6	3	3	9	3	6	3	3	9	6	6	3	
	Milieux aquatiques et milieux humides	Diversité/composition faunique	3	6	3	6	3	4	8	4	8	4	4	8	4	8	4	
		Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	3	9	3	3	3	3	9	3	3	3	4	12	4	4	4	
		Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	3	6	6	9	6	3	6	6	9	6	4	8	12	12	8	
		Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	8	12	4	8	4	8	12	8	8	4	8	12	8	8	4	
		Niveau d'eau (et impacts conséquents)	3	3	3	3	6	4	4	4	4	8	4	4	4	4	8	
Milieux côtiers et estuaire fluvial	Stabilité/érosion des cotes (rivières)	4	8	8	12	8	4	8	8	12	8	4	8	8	12	8		
	Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	Cycles et rythmes des écosystèmes	2	2	2	4	2	2	2	2	4	2	3	3	3	6	3		
Agriculture	Production	Cycle / survie hivernal	2	6	3	9	3	3	6	3	9	3	3	6	3	9	3	
		Parasites (ex. tiques) et ravageurs	4	6	2	4	2	9	9	6	6	3	9	9	6	6	3	
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Productivité végétale	8	12	8	12	8	12	12	8	12	8	12	12	12	12	8	
		Productivité animale	8	8	4	4	4	8	8	4	4	4	8	8	8	4	4	
		Propriétés des rejets d'eau	8	12	4	8	4	8	12	8	8	4	8	12	8	8	4	
	Agrotourisme	Besoin en eau	8	8	4	8	4	8	8	4	8	4	8	8	4	8	4	
		Besoin en drainage au printemps	4	4	4	8	4	4	4	8	8	4	4	4	8	8	4	
Bassins d'irrigation (capacité qui se recharge uniquement avec les pluies et fonte des neiges et eau de surface)	8	12	4	4	4	8	12	4	4	4	8	12	8	4	4			
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (Sites patrimoniaux et historiques)	Météo	6	6	6	3	3	6	6	6	3	3	6	6	6	3	3	
		Productivité (journées au-dessus de zéro et nuit en-dessous de zéro)	4	8	4	8	8	4	8	4	8	8	4	8	4	8	8	
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (Patrimoine naturel, agricole et bâti)	Bâtiments historiques (matériaux historiques)	3	3	6	6	3	8	4	8	8	4	8	4	8	8	4	
Santé publique	Morbidity	Sites archéologiques	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	
		Patrimoine hivernal	2	2	2	6	2	2	2	2	6	2	3	3	3	9	3	
Milieux de vie	Mobilité des citoyens	Rive fluviale	4	8	8	12	8	4	8	8	12	8	4	8	8	12	8	
		Maladie de Lyme	2	2	2	4	2	4	2	2	4	2	4	2	2	4	2	
	Travailleurs extérieurs	Vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation	4	4	2	4	4	6	4	4	4	4	6	4	4	4	4	
		Accident routier	2	2	4	4	4	4	2	4	4	4	6	3	6	6	6	
	Récréotourisme et villégiature	Temps de déplacement	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	
		Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif	4	2	4	4	4	6	2	4	4	4	6	2	4	4	4	
		Temps de travail perdu	2	4	2	4	2	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
		Météo	4	2	4	6	4	4	2	4	6	4	4	2	6	6	4	
	Confort du milieu de vie	Accès aux berges / inondations	Accessibilité	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
			Activités de chasse et de pêche	4	4	2	4	2	4	4	2	4	2	6	6	6	6	3
Attractivité des milieux (attractivité liée aux espèces)		3	6	3	6	6	3	6	3	6	6	3	6	6	6	6		
Confort du cadre urbain	Confort du cadre urbain	6	6	3	6	3	6	6	6	6	3	6	6	6	6	3		
	Qualité de l'air	6	6	3	3	3	6	6	3	3	3	8	8	4	4	4		

# **Annexe C : Probabilité d'occurrences annuelles des aléas pour le scénario RCP 4.5**

## C.1 Vagues de chaleur extrême

Les probabilités d'occurrences annuelles des vagues de chaleur extrêmes pour le scénario RCP 4.5 se trouvent dans le tableau C-1.

**Tableau C-1 : Probabilités d'occurrences annuelles des vagues de chaleur extrême dans le futur**

Vagues de chaleur extrême : Tmax > 31°C & Tmin >18°C * 3 jours	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	1,8	17,2	14,4
2041-2070	21,5	40,5	37,0
2071-2100	59,7	55,0	50,3

## C.2 Sécheresses

Les probabilités d'occurrences annuelles des sécheresses pour le scénario RCP 4.5 se trouvent dans le tableau C-2.

**Tableau C-2 : Probabilités d'occurrences annuelles de sécheresses dans le futur**

Sécheresse : 10 jours avec précipitations <0,2 mm	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	48,9	51,9	59,0
2041-2070	47,5	48,0	56,4
2071-2100	50,3	48,9	57,6

## C.3 Précipitations extrêmes

Les probabilités d'occurrences annuelles des précipitations extrêmes pour le scénario RCP 4.5 se trouvent dans le tableau C-3.

**Tableau C-3 : Probabilités d'occurrences annuelles de précipitations extrêmes dans le futur**

Précipitations extrêmes	Jean-Lesage >90 mm en 24h	Beauséjour >93 mm en 24h	Île-d'Orléans >98 mm en 24h
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	0,0	0,0	0,0
2041-2070	0,0	0,0	0,0
2071-2100	0,2	0,1	0,1

## C.4 Évènements de gel-dégel

Les probabilités d'occurrences annuelles des événements de gel-dégel pour le scénario RCP 4.5 se trouvent dans le tableau C-4.

**Tableau C-4 : Probabilités d'occurrences annuelles des événements de gel-dégel dans le futur**

Gel-dégel (Tmin <0°C & Tmax >0°C en 24h)	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	88,8	87,3	88,0
2041-2070	82,1	83,8	85,0
2071-2100	67,9	77,6	80,0

## C.5 Vents violents

Les probabilités d'occurrences annuelles des vents violents pour le scénario RCP 4.5 se trouvent dans le tableau C-5.

**Tableau C-5 : Probabilités d'occurrences annuelles des événements de vents violents dans le futur**

Rafale de vent >90km/h	Jean-Lesage	Beauséjour	Île-d'Orléans
	Probabilité (%)	Probabilité (%)	Probabilité (%)
2011-2040	12,0	n/d	n/d
2041-2070	12,0	n/d	n/d
2071-2100	12,0	n/d	n/d

# À propos d'**AECOM**

Société de services-conseils en infrastructures de renommée mondiale, AECOM exécute des services professionnels couvrant tout le cycle de vie des projets, de la consultation à la construction, en passant par la planification, la conception, l'ingénierie et la gestion de programmes. Dans le cadre de projets de marchés aussi variés que le transport, le bâtiment, l'eau, les nouvelles énergies et l'environnement, nos clients des secteurs public et privé nous font confiance pour résoudre les problèmes les plus complexes. Grâce à notre expertise technique et numérique inégalée, à une culture d'équité, de diversité et d'inclusion et à un engagement en faveur de priorités environnementales, sociales et de gouvernance, nos équipes visent un même but : offrir un monde meilleur. Les services professionnels d'AECOM, une entreprise du *Fortune 500*, ont enregistré des revenus de près de 14,4 milliards de dollars américains durant l'exercice financier 2023.

Découvrez de quelle manière nous transmettons un héritage durable aux générations à venir sur [aecom.com](https://www.aecom.com) et [@AECOM](https://www.aecom.com).

AECOM  
85, rue Sainte-Catherine Ouest  
Montréal (Québec) H2X 3P4

Tél. : 514 287-8500  
Télec. : 514 287-8600

[aecom.com/ca/fr](https://www.aecom.com/ca/fr)

 [aecom.com/ca](https://www.aecom.com/ca)