



**AECOM**



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

Étape 2 : Analyse des vulnérabilités  
*Version finale*

**Communauté métropolitaine de Québec  
(CMQuébec)**

Mars 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 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.

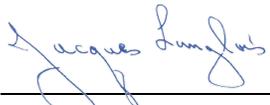
Sans limiter de quelque façon la généralité de ce qui précède, toute estimation ou opinion fournies par le Consultant concernant les coûts et l'échéancier de travaux de construction ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat représentent le jugement professionnel du Consultant 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.

## Informations de qualité

<b>Préparé par</b>	<b>Préparé par</b>	<b>Préparé par</b>	<b>Préparé par</b>
Julie Larocque	Hassan Rouhani	Ionah Seyfried	Sonja Druke
<b>Vérifié par</b>	<b>Approuvé par</b>		
Pierre Roy	 Jacques Langlois		

## Historique des révisions

Révision	Date de révision	Détails	Autorisé	Nom	Position
00	01-09-2023	Préliminaire	✓	Jacques Langlois	Titre

## Liste de distribution

# des copies papier	PDF requis	Association / Nom de l'entreprise
	✓	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)

© 2023 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>1</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
1.1 Description du projet	3
1.2 Approche	3
1.3 Objectif	3
1.4 Gouvernance	5
1.5 Rappel de l'étape 1 : Établissement du portrait	5
1.5.1 Historique des tendances météorologiques	5
1.5.2 Principaux évènements climatiques passés	7
1.6 Description de l'étape 2 : Évaluation des vulnérabilités	7
1.6.1 Objectif	7
1.6.2 Choix des dimensions de l'analyse	7
1.6.3 Méthodologie	11
1.6.3.1 Projections climatiques	11
1.6.3.2 Revue de littérature et ateliers de travail	12
1.6.3.3 Sondage	12
1.6.3.4 Fichier Excel de mise en relation automatisée des données	12
1.6.4 Limites de l'analyse	13
<b>2. Modélisation des projections climatiques</b>	<b>14</b>
2.1 Scénarios d'émission de gaz à effet de serre	14
2.2 Projection des tendances climatiques	15
2.2.1 Sélection des paramètres projetés	15
2.2.1.1 Variables climatiques reliées à la température	15
2.2.1.2 Variables climatiques reliées aux précipitations	15
2.2.1.3 Variables climatiques reliées à l'agriculture	16
2.2.1.4 Variables climatiques reliées aux vents	16
2.2.2 Niveaux de confiance	17
2.2.3 Résultats	19
2.2.3.1 Variables climatiques reliées à la température	19
2.2.3.2 Variables climatiques reliées aux précipitations	20
2.2.3.3 Variables climatiques reliées à l'agriculture	21
2.2.3.4 Variables climatiques reliées aux vents	23
2.2.4 Sommaire des tendances climatiques futures	23
2.3 Projection des évènements climatiques extrêmes	26
2.3.1 Vagues de chaleur	26
2.3.2 Vagues de chaleur extrême	27
2.3.3 Vagues de froid	28
2.3.4 Pluies extrêmes	28
2.3.5 Sécheresses	30
2.3.6 Vents violents	31

<b>3.</b>	<b>Évaluation de l'impact potentiel</b>	<b>33</b>
3.1	Exposition	33
3.1.1	Méthodologie	33
3.1.2	Résultats	35
3.2	Sensibilité	37
3.2.1	Méthodologie	37
3.2.2	Résultats	39
3.3	Impact potentiel	41
3.3.1	Méthodologie	41
3.3.2	Résultats	42
<b>4.</b>	<b>Évaluation des vulnérabilités et opportunités</b>	<b>44</b>
4.1	Capacité d'adaptation	44
4.1.1	Méthodologie	44
4.1.2	Résultats	47
4.2	Vulnérabilité	52
4.2.1	Méthodologie	52
4.2.2	Résultats	56
<b>5.</b>	<b>Conclusion et faits saillants</b>	<b>65</b>
5.1	Faits saillants	65
5.1.1	Projections climatiques sur le territoire métropolitain	65
5.1.1.1	Tendances climatiques futures	65
5.1.1.2	Évènements climatiques extrêmes	66
5.1.2	Impacts potentiels	66
5.1.3	Capacités d'adaptation	67
5.1.4	Vulnérabilités	70
<b>6.</b>	<b>Prochaines étapes</b>	<b>74</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>75</b>

## Annexes

### Annexe A : Fiabilité du script R utilisé pour les projections

### Annexe B : Courbes IDF projetées aux stations météorologiques pour le RCP 8.5

- B.1 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Jean-Lesage
- B.2 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Beauséjour
- B.3 Courbes IDF projetées à la station météorologique de L'Île d'Orléans

### Annexe C : Sensibilité des thématiques d'analyse

### Annexe D : Impact potentiel des thématiques d'analyse

### Annexe E : Sondage sur les capacités d'adaptation

## Annexe F : Résultats des tendances et des extrêmes climatiques pour le RCP 4.5

- F.1 Projections des tendances climatiques
  - F.1.1 Variables climatiques reliées à la température
  - F.1.2 Variables climatiques reliées aux précipitations
  - F.1.3 Variables climatiques reliées à l'agriculture
  - F.1.4 Variables climatiques reliées aux vents
- F.2 Projection des événements climatiques extrêmes
  - F.2.1 Vagues de chaleur
  - F.2.2 Vagues de chaleur extrême
  - F.2.3 Vagues de froid
  - F.2.4 Pluies extrêmes
  - F.2.5 Sécheresses
  - F.2.6 Vents violents

## Annexe G : Courbes IDF projetées aux stations météorologiques pour le RCP 4.5

- G.1 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Jean-Lesage
- G.2 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Beauséjour
- G.3 Courbes IDF projetées à la station météorologique de L'Île d'Orléans

## Figures

- Figure 1-1 : Schéma des étapes du projet..... 4
- Figure 1-2 : Stations météorologiques de l'étude..... 6
- Figure 2-1 : Exemple de la modification du régime des pluies extrêmes..... 30

## Tableaux

- Tableau 1-1 : Dimensions et thématiques d'analyse..... 8
- Tableau 1-2 : Comparaison des sources de données pour les projections climatiques ..... 12
- Tableau 2-1 : Scénarios d'émissions basés sur les profils représentatifs d'évolution de concentration de GES (RCP) comme définis par Donneesclimatiques.ca et originellement dénotés par le 5<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC ..... 14
- Tableau 2-2 : Niveaux de confiance des projections des variables climatiques ..... 17
- Tableau 2-3 : Projections des températures moyennes annuelles et saisonnières (°C)..... 19
- Tableau 2-4 : Projections des moyennes d'évènements de cycles gel-dégel annuels et saisonniers..... 20
- Tableau 2-5 : Projections des moyennes des variables climatiques reliées aux précipitations..... 21
- Tableau 2-6 : Projections des moyennes des variables climatiques reliées à l'agriculture..... 22
- Tableau 2-7 : Variation des climats futurs vs le climat historique (1981-2010) ..... 24
- Tableau 2-8 : Niveau de confiances des projections des événements climatiques extrêmes..... 26

Tableau 2-9 :	Nombre de vagues de chaleur dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) .....	27
Tableau 2-10 :	Nombre de vagues de chaleur extrême dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) .....	27
Tableau 2-11 :	Nombre de vagues de froid dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010).....	28
Tableau 2-12 :	Station Jean-Lesage : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) .....	29
Tableau 2-13 :	Station Beauséjour : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) .....	29
Tableau 2-14 :	Île d'Orléans : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010).....	29
Tableau 2-15 :	Nombre de sécheresses dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010).....	31
Tableau 2-16 :	Projections des probabilités de vents violents (en moyenne pour le territoire de la CMQuébec) avec une récurrence de 100 ans.....	32
Tableau 3-1 :	Indice d'exposition par rapport au climat actuel (adapté du Guide d'évaluation préalable de haut niveau du CVIIP – PIEVC HLSCG en anglais).....	34
Tableau 3-2 :	Résultats d'indices d'exposition en climats futurs.....	35
Tableau 3-3 :	Indice de sensibilité .....	37
Tableau 3-4 :	Catégories de variables climatiques .....	38
Tableau 3-5 :	Exemple d'évaluation des indices de sensibilité .....	39
Tableau 3-6 :	Élément avec un niveau de sensibilité extrême.....	40
Tableau 3-7 :	Matrice décisionnelle de l'indice d'impact potentiel.....	41
Tableau 3-8 :	Indice d'impact potentiel .....	41
Tableau 3-9 :	Exemple de résultats d'impact potentiel global pour un élément d'analyse à la station Jean-Lesage.....	42
Tableau 3-10 :	Échelle d'évaluation de l'indice d'impact potentiel global.....	42
Tableau 3-11 :	Impacts potentiels de niveau élevé ou extrême à court terme (2011-2040) .....	43
Tableau 4-1 :	Indice d'accès aux ressources .....	45
Tableau 4-2 :	Indice de capacité d'adaptation (Source : ICLEI).....	46
Tableau 4-3 :	Taux de participation au sondage.....	47
Tableau 4-4 :	Résultats d'indice de capacité d'adaptation .....	48
Tableau 4-5 :	Résultats d'indice d'accès aux différentes ressources.....	49
Tableau 4-6 :	Matrice décisionnelle de l'indice de vulnérabilité .....	53
Tableau 4-7 :	Indice de vulnérabilité .....	53
Tableau 4-8 :	Échelle d'impact potentiel réduit de 1 à 5.....	54
Tableau 4-9 :	Échelle de conversion de la capacité d'adaptation .....	54
Tableau 4-10 :	Exemple de résultats d'indice de vulnérabilité pour un élément d'analyse aux trois stations .....	55
Tableau 4-11 :	Échelle d'indice de vulnérabilité globale.....	56
Tableau 4-12 :	Résultats d'indice de vulnérabilité des éléments analysés.....	57
Tableau 5-1 :	Impacts potentiels de niveau élevé ou extrême à court terme (2011-2040) .....	67
Tableau 5-2 :	Indice moyen de capacités d'adaptation actuelles pour la CMQuébec (2023) .....	69
Tableau 5-3 :	Indice de vulnérabilités de niveau moyenne à élevée.....	70

# 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**

Évènement 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 (évènement 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 évènement 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 évènement 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, qui se veut participative, est basée sur l'acquisition et l'analyse de données diverses ainsi que sur les réflexions menées par les acteurs du territoire, dans le cadre d'une concertation élargie, en vue d'identifier les mesures permettant d'atténuer les vulnérabilités du territoire face aux conséquences des changements climatiques et de faire ressortir les potentiels d'adaptabilité intrinsèques à la CMQuébec. Plusieurs consultations sont prévues à différents moments du projet. Les résultats et analyses seront présentés afin d'être validés auprès d'un comité 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 2.

# ÉTAPES ET LEUR MÉTHODOLOGIE

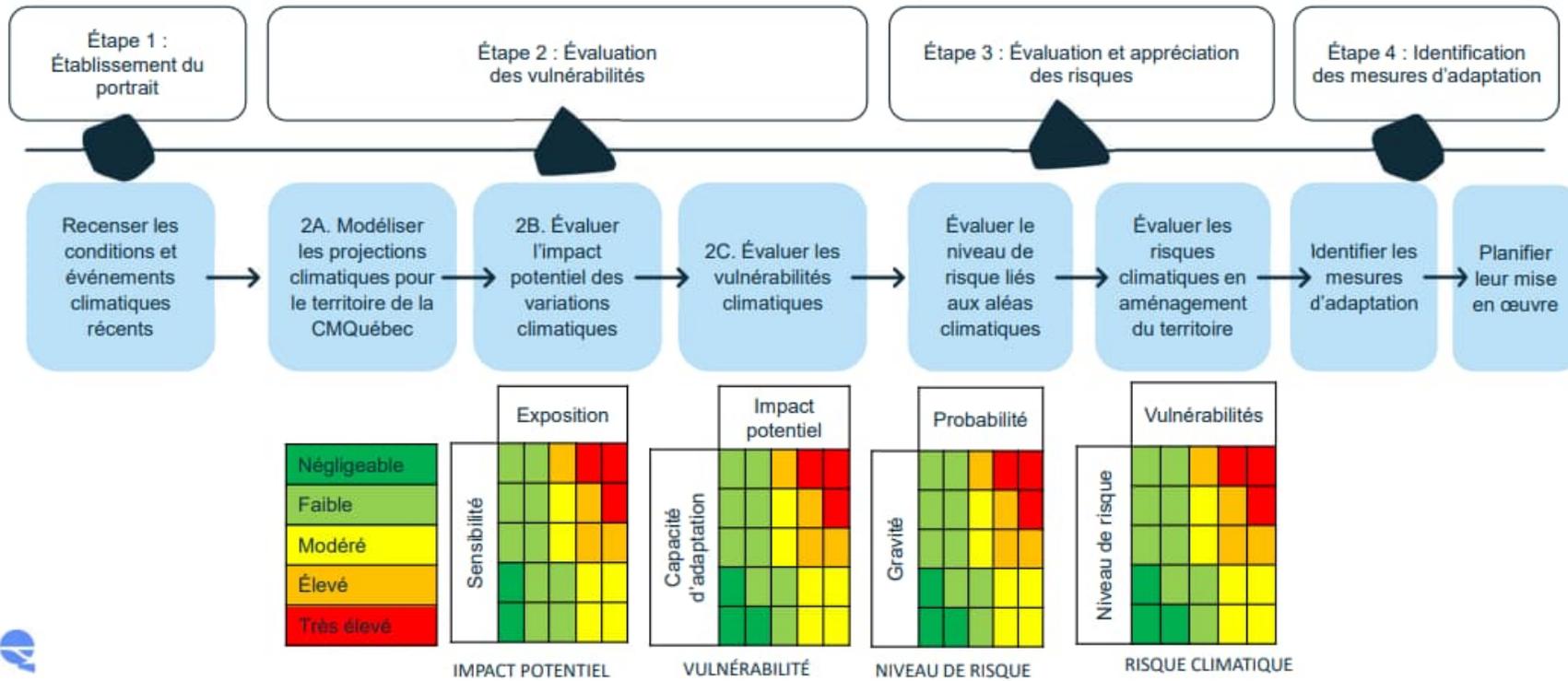


Figure 1-1 : Schéma des étapes du projet

## 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.

## 1.5 Rappel de l'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. Pour de plus amples informations à propos de cette étape, il est possible de se référer au rapport de l'étape 1.

### 1.5.1 Historique des tendances météorologiques

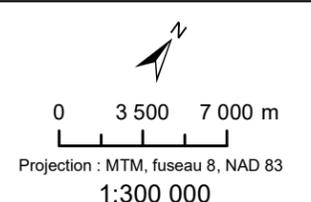
Le premier volet visait à analyser l'évolution des conditions météorologiques récentes, et plus précisément des 30 dernières années. Pour ce faire, une analyse des tendances climatiques historiques provenant de trois stations météorologiques d'Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) situées 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



## 1.5.2 Principaux évènements climatiques passés

Le deuxième volet de l'étape 1 visait à identifier les évènements 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 évènements 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'évènements 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 évènements hivernaux tels que le verglas et les tempêtes apparaissent comme les principaux évènements climatiques passés sur le territoire de la CMQuébec. Les évènements 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.

## 1.6 Description de l'étape 2 : Évaluation des vulnérabilités

### 1.6.1 Objectif

Sur la base des résultats de l'étape 1 (établissement du portrait), la présente étape d'évaluation des vulnérabilités vise, 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 à dresser une liste des impacts potentiels provoqués par les changements climatiques sur les domaines d'intervention de la CMQuébec et à l'échelle métropolitaine. Dans un deuxième temps, des ateliers consultatifs et un sondage seront réalisés auprès des partenaires et acteurs-clés du territoire, dans le but de mettre à contribution leur connaissance des capacités d'adaptation en place dans chacune des thématiques étudiées. À la fin de cette étape, le croisement entre l'impact potentiel et la capacité d'adaptation permettra de connaître les vulnérabilités et opportunités associées à chaque thématique d'analyse.

### 1.6.2 Choix des dimensions de l'analyse

L'étape 2 vise à évaluer la vulnérabilité des dimensions et des thématiques d'analyse en aménagement du territoire par 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 (portrait 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. Le tableau 1-1 présente la sélection finale des dimensions et thèmes selon les priorités du comité.

**Tableau 1-1 : Dimensions et thématiques d'analyse**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)
		Transport maritime (quai, administration portuaire)
		Transport routier (réseau routier/routes)
		Transport ferroviaire (rails)
		Réseau cyclable
		Ponts (Québec-Lévis et Île d'Orléans)
	Approvisionnement en énergie	Consommation énergétique (été/hiver)
		Parc éolien
		Parc solaire
		Transport d'électricité / Pylônes et stations de distribution
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)
		Besoin pour de la capacité d'accueil (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
		Fonctionnalité des centres de traitement des matières résiduelles (lieu d'enfouissement technique)
		Demande pour l'utilisation des parcs, piscines extérieures et jeux d'eau
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Milieux humides
		Milieux boisés
		Cours d'eau
		Milieux de friches
		Canopée (réduction de la canopée)
Humidité (augmentation du niveau d'humidité)		
Captation carbone		
Service de rétention d'eau		

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	Demande en eau potable
		Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles) - Taux d'utilisation versus capacité du cours d'eau
		Capacité de recharge des aquifères
	Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter
		Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées
Milieux naturels	Faune et Flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus
		Milieux humides (flore)
		Diversité/composition des espèces floristiques
		Espèces envahissantes (faune et flore)
		Diversité/composition faunique
	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	Niveau d'eau (et impacts conséquents)
		Stabilité/érosion des côtes (rivières)
		Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)
	Cycles et rythmes des écosystèmes	Synchronisme plantes-pollinisateurs
Cycle / survie hivernal		
Parasites (ex. : tiques) et ravageurs		
Agriculture	Production	Productivité végétale
		Productivité animale
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau
		Besoins en eau
		Besoins en drainage au printemps
		Bassins d'irrigation (capacité de la recharge par les pluies, la fonte des neiges et le ruissellement)
	Agrotourisme	Météo
	Acériculture	Productivité (journées au-dessus de zéro et nuit en-dessous de zéro)

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	Bâtiments historiques (matériaux d'époque)
		Sites archéologiques
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal Rive fluviale
Santé publique	Morbidité	Maladie de Lyme
	Mortalité	Vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation
Milieux de vie	Mobilité des citoyens	Accidents routiers
		Temps de déplacement
		Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif
	Travailleurs extérieurs	Temps de travail perdu
	Récréotourisme et villégiature	Météo
		Accès aux berges/inondations
		Activités de chasse et de pêche
		Attractivité des milieux (liée à la biodiversité)
Qualité du milieu de vie	Confort du cadre urbain et places publiques	
	Qualité de l'air	

## 1.6.3 Méthodologie

### 1.6.3.1 Projections climatiques

Dans un objectif d'analyse de conditions climatiques futures, l'étude d'une unique station météorologique ne pouvait représenter l'ensemble du territoire de la CMQuébec. Par conséquent, plusieurs stations ont été prises en considération afin de brosser un portrait complet, tel que mentionné dans le précédent rapport. Certains critères ont été pris en considération pour la sélection des stations, tels que l'accessibilité à des données fiables et suffisamment éloignées dans le temps ainsi que la représentativité géographique. Ainsi, les mêmes stations utilisées pour décrire les tendances climatiques historiques, soit les stations de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec, de Beauséjour et de L'Île-d'Orléans, ont été retenues pour réaliser un portrait du climat anticipé sur le territoire à l'aide de projections. À noter qu'aucune station ne respectant pas ces critères n'a pu être utilisée sur les territoires des MCR de La Jacques-Cartier et de la Côte-de-Beaupré.

Les projections des tendances et des extrêmes climatiques pour le territoire de la CMQuébec ont été réalisées pour la période historique (1980-2010)<sup>1</sup> et trois horizons (2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100) à l'aide des données sur la température et les précipitations recueillies auprès du Centre canadien des services climatologiques (CCSC) aux stations météorologiques mentionnées précédemment. Il est à noter qu'AECOM a utilisé un script « R »<sup>2</sup> qu'il a développé pour réaliser les projections climatiques sur les données de ces stations. Le Tableau 1-2 ci-dessous présente les caractéristiques de ce script comparativement aux autres sources de données disponibles sur Internet pour le Québec et le Canada et l'Annexe A présente sa fiabilité.

---

<sup>1</sup> Il est suggéré d'utiliser les données historiques modélisées, et non les données observées, lorsqu'on compare les projections avec les conditions passées. En effet, les modèles climatiques génèrent des simulations du climat historique qui ne sont pas exactement les mêmes que le climat réel observé, car ils simulent des valeurs moyennes sur des zones couvrant de vastes territoires (100 km<sup>2</sup> dans le cas présent), tandis que les stations météorologiques fournissent des valeurs observées à des endroits spécifiques ([Quel ensemble de données historiques devrais-je utiliser? — Données Climatiques Canada \(donneesclimatiques.ca\)](#)).

<sup>2</sup> R est un logiciel libre, publié sous [licence GNU GPL](#), qui permet le traitement et l'analyse quantitative de données à l'aide de scripts (des petits programmes) écrits et exécutés au fur et à mesure de l'analyse.

**Tableau 1-2 : Comparaison des sources de données pour les projections climatiques**

	Atlas climatique	Données climatiques	Portraits climatiques	Script d'AECOM
Organisme	Centre climatique des Prairies	Centre canadien des services climatiques	OURANOS	AECOM
Nombre de modèles du CMIP-5 <sup>a</sup>	24	24	11	12
Résolution	10 x 10 km <sup>b</sup>	10 x 6 km	Région	10 x 10 km
Horizons temporels	2021-2050 et 2051-2080	Flexibles	2041-2070 et 2071-2100	Flexibles
Nombre d'indicateurs climatiques	39	36 (IDF <sup>c</sup> )	15	51 (IDF, IFM <sup>d</sup> , HR <sup>e</sup> )
Seuils	Fixes	Flexibles	Fixes	Flexibles

a. *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*. Une collaboration internationale de groupes de modélisation du climat qui facilite la comparaison, la validation et le partage des données issues de modèles climatiques. Le CMIP Phase 6 a commencé et quelques données sont maintenant disponibles sur le site « Données climatiques ». Nous allons les inclure prochainement dans notre script.

b. Atlas Climatique utilise les données de résolution de 10 km<sup>2</sup> mais calcule les moyennes régionales. Donc, les cartes dans l'Atlas ne contiennent pas toutes les données brutes de 10 km x 10 km (Sources de données et méthodologie | Atlas climatique du Canada).

c. IDF : intensité-durée-fréquence

d. IFM : indice forêt-météo (estimation du risque d'occurrence d'un feu de forêt)

e. HR : humidité relative

### 1.6.3.2 Revue de littérature et ateliers de travail

Plusieurs articles scientifiques et ouvrages de référence en ligne ont été consultés afin de déterminer la sensibilité des éléments d'analyse. Des ateliers ont aussi été réalisés en parallèle avec les professionnels de la CMQuébec pour statuer sur les niveaux de sensibilité des thématiques. Finalement, les niveaux de sensibilité ont été comparés avec ceux retrouvés dans les études réalisées dans d'autres municipalités au Québec tels que Beaconsfield (2020) et Victoriaville (2022) afin de s'assurer de leur validité.

### 1.6.3.3 Sondage

Au cours de cette étape, un sondage a été réalisé auprès des composantes et municipalités du territoire, afin de mettre à contribution leur connaissance des capacités d'adaptation déjà en place dans chacune des thématiques étudiées. Cette information est nécessaire à l'évaluation des vulnérabilités et opportunités associées à chaque thématique d'analyse. Les réponses reçues ont été validées lors d'un atelier dans chaque milieu, par composante.

### 1.6.3.4 Fichier Excel de mise en relation automatisée des données

Un fichier Excel a été développé pour recueillir l'ensemble des données générées et automatiser leur mise en relation. Il permet d'analyser les variables climatiques, visualiser les tendances et effectuer une analyse sur les indices attribués à l'exposition et aux sensibilités. 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 l'exposition et les indices de sensibilité, le fichier permet d'estimer les impacts potentiels. Par la suite, les capacités d'adaptation y sont également répertoriées, ce qui permet l'évaluation des vulnérabilités. Ce fichier Excel accompagnera le rapport final et permettra au personnel de la CMQuébec de modifier des informations si de nouvelles données sur les changements climatiques sont divulguées, si les capacités d'adaptation sur le territoire

changent ou encore si des indices de sensibilité doivent être modifiés à la suite de la publication de nouvelles études.

## 1.6.4 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 risques possibles liés au changement climatique. 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 douze modèles climatiques ont été utilisées et des moyennes de leurs résultats ont été calculées pour présenter un scénario probable des impacts des changements climatiques sur les actifs et les infrastructures sur le territoire de la CMQuébec.

De plus, cette évaluation des changements climatiques est effectuée à l'aide des données et des informations les plus récentes trouvées en ligne et partagées avec nous par le personnel de la CMQuébec. Tout changement (c.-à-d. nouvelles informations, modifications et mises à jour, nouvelles politiques, etc.) apporté aux actifs et aux infrastructures peut compromettre les résultats de ce rapport.

Une autre limite se situe au niveau de l'évaluation de la capacité d'adaptation. Comme mentionné au point 1.6.3.3, la méthode sélectionnée a été l'administration d'un sondage. Les composantes et municipalités ont donc été invitées à donner leur niveau d'adaptation, selon leurs connaissances. Les résultats sont donc assurément subjectifs en ce sens qu'ils correspondent au jugement des personnes répondantes. Il est donc possible qu'une personne évalue sa capacité d'adaptation à un niveau 2, alors qu'une autre l'évaluerait plutôt à un niveau 4. Afin de diminuer cette limite, il a été suggéré aux composantes et municipalités de remplir ce sondage à plusieurs personnes, afin de pouvoir confronter leurs perceptions avec celles d'autres personnes de leur milieu. Également, des rencontres ont été organisées dans chaque milieu afin de leur présenter les résultats et leur permettre de faire des ajustements. Il serait intéressant de refaire l'exercice ultérieurement afin de réévaluer la capacité d'adaptation, qui est une variable où l'on retrouve une forte probabilité de changement selon les actions entreprises à l'échelle locale.

Enfin, il convient de mentionner que lors de l'élaboration de cette évaluation des risques et de la résilience liés au changement climatique, 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 sensibilité.

## 2. Modélisation des projections climatiques

### 2.1 Scénarios d'émission de gaz à effet de serre

Les projections climatiques sont généralement réalisées en utilisant quatre scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (*Representative Concentration Pathway – RCP* : RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5). Ces scénarios permettent de simuler le niveau de changement climatique en réponse aux différents niveaux de l'activité humaine et ils représentent la trajectoire de différentes concentrations de gaz à effet de serre possibles. Le Tableau 2-1 présente ces quatre scénarios d'émission de gaz à effet de serre.

**Tableau 2-1 : Scénarios d'émissions basés sur les profils représentatifs d'évolution de concentration de GES (RCP) comme définis par Donneesclimatiques.ca et originellement dénotés par le 5<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC**

Scénarios d'émissions	RCP	Description
Émissions faibles	RCP 2.6	<ul style="list-style-type: none"><li>Ce scénario requiert de solides mesures d'atténuation et mène au réchauffement le moins prononcé.</li></ul>
Émissions modérées	RCP 4.5	<ul style="list-style-type: none"><li>Scénario de l'objectif de développement durable.</li><li>Changement intermédiaire dans les habitudes.</li><li>Implique que les émissions de gaz à effet de serre continueront d'augmenter (plus lentement qu'aujourd'hui) jusqu'au milieu du siècle puis se stabiliseront vers la fin du siècle.</li></ul>
Émissions modérées/élevées	RCP 6.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Implique que les émissions de gaz à effet de serre continueront d'augmenter jusqu'à 2080 et diminueront par la suite.</li></ul>
Émissions élevées	RCP 8.5	<ul style="list-style-type: none"><li>Aucun geste.</li><li>Implique que les émissions de gaz à effet de serre continueront d'augmenter à peu près au même rythme qu'aujourd'hui.</li></ul>

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<sup>3</sup>. En effet, nous assistons à une accélération de la hausse des températures globales moyennes à l'échelle mondiale et les années 2014-2023 sont celles les plus chaudes jamais enregistrées. De plus, dans son 6<sup>e</sup> rapport d'évaluation, le GIEC estime que la cible d'un réchauffement maximal de 2 °C ne saurait être atteinte sans une réduction radicale à très court terme des émissions de GES et que certaines des conséquences des changements climatiques sont d'ores et déjà irréversibles.

<sup>3</sup> Il importe de noter que le scénario à émissions modérées (RCP 4.5) a aussi été considéré et les résultats des projections associées à ce scénario sont présentées dans les annexes F et G. Toutefois, ces résultats n'ont pas été utilisés dans les étapes subséquentes de la présente étude.

## 2.2 Projection des tendances climatiques

### 2.2.1 Sélection des paramètres projetés

Les changements climatiques modifieront plusieurs aspects du système climatique sur le territoire de la CMQuébec. La sélection des variables 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
- 2) Variables climatiques reliées aux précipitations
- 3) Variables climatiques reliées à l'agriculture
- 4) Variables climatiques reliées aux vents

Les quatre groupes sont présentés ci-après.

#### 2.2.1.1 Variables climatiques reliées à la température

La hausse des températures aura une incidence sur de nombreux aspects de la vie des citoyens de la CMQuébec et également pour les autres dimensions de l'étude. Par exemple, une hausse des températures pourrait favoriser la propagation de parasites forestiers et agricoles, ainsi que de vecteurs de maladie (comme les tiques transmettant la maladie de Lyme) sur le territoire de la CMQuébec. Ainsi, les variables suivantes ont été projetées :

- Température moyenne annuelle (°C)
- Température moyenne - hiver (°C)
- Température moyenne - printemps (°C)
- Température moyenne - été (°C)
- Température moyenne - automne (°C)

Une autre conséquence de la hausse des températures est l'augmentation des épisodes de gel-dégel. Un cycle de gel-dégel est une journée où la température moyenne quotidienne oscille sous et au-dessus de 0°C. Cet indicateur climatique représente ainsi le décompte des jours où la température fluctue entre les températures avec ou sans gel. Dans ces conditions, il est probable qu'une partie de l'eau à la surface soit à la fois liquide et glacée à un moment donné au cours de la période de 24 heures. Dans ce contexte, les projections suivantes ont été réalisées :

- Nombre de cycles gel-dégel
- Nombre de cycles gel-dégel en hiver
- Nombre de cycles gel-dégel au printemps
- Nombre de cycles gel-dégel à l'automne

#### 2.2.1.2 Variables climatiques reliées aux précipitations

Il est reconnu que même des changements qui semblent relativement mineurs aux régimes et aux quantités de précipitations peuvent avoir des effets importants, particulièrement si ces changements persistent au fil du temps, car ils peuvent mener à des modifications considérables des écosystèmes avec le temps. De plus, il est connu que les changements futurs en matière de précipitations au Québec devraient varier selon la saison. Dans ce contexte, les variables suivantes ont été projetées :

- Précipitation (mm)
- Pluie en hiver (mm)
- Pluie au printemps (mm)

- Pluie en été (mm)
- Pluie à l'automne (mm)
- Neige en hiver (cm)
- Neige au printemps (cm)
- Neige à l'automne (cm)
- Précipitations maximales sur cinq jours (mm)

### 2.2.1.3 Variables climatiques reliées à l'agriculture

La production agricole dépend fortement du temps et du climat. En effet, il est bien connu qu'en l'absence de précipitations adéquates et de températures appropriées, les récoltes diminuent. Or, d'autres variables modifiées par les changements climatiques tels que l'allongement de la saison de croissance et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes peuvent constituer à la fois des défis et des opportunités pour le secteur agricole de la CMQuébec. Ces changements apporteront des contraintes de production : stress hydrique (inondations ou sécheresses), stress dû à la chaleur, dommages causés par le vent, pression accrue des organismes nuisibles et des maladies et conséquences de ces nombreuses contraintes sur la qualité des sols, qui pourraient réduire la productivité agricole sur le territoire de la CMQuébec. Dans ce contexte, les variables suivantes ont été projetées :

- Durée de la période de croissance (nombre de jours)
- Premier jour de la période de croissance (jour de l'année)
- Dernière journée de la période de croissance (jour de l'année)
- Degrés-jours de croissance
- Unités thermiques maïs (UTM)
- Dernier jour de gel au printemps (jour de l'année)
- Premier jour de gel à l'automne (jour de l'année)
- Degrés-jours (température >0°C)
- Pluie pendant la période de croissance (mm)
- Précipitation - Évapotranspiration (période de croissance) (mm)

### 2.2.1.4 Variables climatiques reliées aux vents

Le vent est un paramètre important à considérer, car il affecte le degré de confort des populations en été et d'inconfort en hiver. Il engendre de la poudrierie en hiver et transporte et disperse les polluants et les pollens. Les vitesses de vents extrêmes peuvent constituer une menace pour la sécurité des personnes, les activités maritimes et aériennes et l'intégrité des infrastructures. Or, l'effet des changements climatiques sur les vents est difficile à estimer, et ce, pour trois raisons :

- 1) la résolution actuelle des modèles de simulation ne permet pas de bien représenter ce paramètre qui est influencé par les conditions de surface locales;
- 2) les événements de vents violents sont souvent associés à des phénomènes atmosphériques à plus petite échelle qui ne sont pas bien représentés dans les modèles climatiques globaux<sup>4</sup>;
- 3) la complexité liée à leur modélisation, car les mesures sur le vent sont peu répandues et souvent instantanées, ce qui ne permet pas de valider les sorties des modèles.

---

<sup>4</sup> Les modèles climatiques globaux consistent en la représentation numérique de la planète et des interactions entre l'atmosphère, l'océan, la glace et les surfaces continentales, interactions qui gouvernent l'évolution du climat.

Cependant, certaines études à haute résolution donnent un aperçu des modifications projetées dues au changement climatique. Dans la présente étude, la moyenne annuelle des vents a été projetée non pas comme une valeur absolue (km/h), mais comme une valeur relative à la période historique et la probabilité approximative qu'un évènement sur 100 ans se produise sur le territoire.

## 2.2.2 Niveaux de confiance

Les projections des changements climatiques sont réalisées à l'aide d'un large éventail de modèles afin de tenir compte des différentes possibilités futures. Malgré que ces modèles incluent une très grande quantité de variables et utilisent des équations sophistiquées pour simuler les changements climatiques dans le temps, ils demeurent des simplifications de la réalité. Ainsi, les projections des changements climatiques du script R d'AECOM ne reposent pas sur un seul modèle, mais sur douze modèles qui ont été créés de manière indépendante par des équipes de chercheurs afin d'être libres d'explorer différentes façons de modéliser le climat. Ainsi, les 12 modèles climatiques comportent certaines différences suivant la façon dont les modélisateurs ont choisi de représenter les processus et leurs interactions.

Certains processus et variables atmosphériques sont bien compris et leur représentation dans les modèles atteint une grande précision. Pour d'autres aspects du système atmosphérique et climatique, la compréhension continue de croître grâce à de nouvelles connaissances acquises chaque année. Par conséquent, les représentations de ces processus sont associées à une plus grande incertitude. Le Tableau 2-2 ci-dessous présente les niveaux de confiance des projections pour chacune des variables sur la base de la quantité, la qualité et la cohérence des preuves, le degré de consensus entre les modèles et le jugement des experts d'AECOM.

**Tableau 2-2 : Niveaux de confiance des projections des variables climatiques**

Variables climatiques	Niveau de confiance
<b>Variables climatiques reliées à la température</b>	
Température moyenne annuelle (°C)	Haut
Température moyenne - hiver (°C)	Haut
Température moyenne - printemps (°C)	Haut
Température moyenne - été (°C)	Haut
Température moyenne - automne (°C)	Haut
Nombre de cycles gel-dégel	Haut
Nombre de cycles gel-dégel en hiver	Haut
Nombre de cycles gel-dégel au printemps	Haut
Nombre de cycles gel-dégel à l'automne	Haut
<b>Variables climatiques reliées aux précipitations</b>	
Précipitation (mm)	Haut
Pluie en hiver (mm)	Haut/Moyen
Pluie au printemps (mm)	Haut
Pluie en été (mm)	Haut
Pluie à l'automne (mm)	Haut
Neige en hiver (cm)	Haut
Neige au printemps (cm)	Haut
Neige à l'automne (cm)	Haut

<b>Variables climatiques</b>	<b>Niveau de confiance</b>
Précipitations maximales sur cinq jours (mm)	Moyen
<b>Variables climatiques reliées à l'agriculture</b>	
Durée de la période de croissance (nombre de jours)	Haut
Premier jour de la période de croissance (jour de l'année)	Haut
Dernière journée de la période de croissance (jour de l'année)	Haut
Degrés-jours de croissance	Haut
Unités thermiques maïs (UTM)	Haut
Dernier jour de gel au printemps (jour de l'année)	Haut
Premier jour de gel à l'automne (jour de l'année)	Haut
Degrés-jours (température >0°C)	Haut
Pluie pendant la période de croissance (mm)	Haut
Précipitation - Évapotranspiration (période de croissance) (mm)	Haut/Moyen
<b>Variables climatiques reliées aux vents</b>	
Moyenne annuelle des vents	Faible

## 2.2.3 Résultats

### 2.2.3.1 Variables climatiques reliées à la température

#### 2.2.3.1.1 Température

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 (tableau 2-3). 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 annuelle moyenne annuelle pouvant atteindre jusqu'à 10,5°C. La température moyenne estivale pourrait augmenter jusqu'à près de 24°C. En hiver, la température moyenne pourrait s'approcher du point de congélation lors de la période 2071-2100. Il est à noter que les températures moyennes sont similaires entre les stations, et ce, pour toutes les périodes projetées.

**Tableau 2-3 : Projections des températures moyennes annuelles et saisonnières (°C)**

Période	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Annuel	4,9	4,9	5,1	6,2	6,2	6,4	8,2	8,2	8,3	10,5	10,5	10,6
Hiver	-9,5	-9,7	-9,6	-7,9	-8,1	-8,0	-5,6	-5,8	-5,7	-3,1	-3,3	-3,2
Printemps	3,7	3,9	4,1	4,8	5,0	5,2	6,6	6,8	7,0	9,0	9,1	9,3
Été	18,1	18,2	18,4	19,3	19,5	19,6	21,2	21,4	21,5	23,5	23,6	23,8
Automne	7,1	7,0	7,2	8,3	8,3	8,4	10,1	10,1	10,2	12,2	12,2	12,4

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

#### 2.2.3.1.2 Nombre de cycles gel-dégel

Un évènement 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.

#### Évènements de gel-dégel annuels

Les projections indiquent que le nombre annuel d'évènements de gel-dégel diminuera au fil du temps et que l'Île-d'Orléans aura toujours le plus d'évènements (tableau 2-4).

#### Évènements de gel-dégel saisonniers

La variation du nombre d'évènements gel-dégel diffère d'une saison à l'autre et en fonction des horizons. Sur le court terme (2011-2040), il y a davantage d'évènements de gel-dégel au printemps comparativement à l'automne et l'hiver. Toutefois, dès l'horizon 2041-2070, les évènements 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'évènements gel-dégel.

**Tableau 2-4 : Projections des moyennes d'évènements de cycles gel-dégel annuels et saisonniers**

Période	Historique						Projections					
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Annuel	76,6	76,1	73,2	73,4	72,1	69,3	70,9	69,4	66,0	71,0	68,0	64,7
Hiver	18,0	17,3	17,1	21,9	20,7	20,3	29,5	27,1	26,7	40,4	36,4	35,6
Printemps	34,7	34,5	33,1	30,7	30,7	29,2	25,6	25,9	24,3	20,3	20,5	19,2
Automne	23,9	24,3	23,0	20,8	20,8	19,8	15,8	16,3	15,0	10,4	11,1	9,9

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
 Beau. : station météorologique de Beauséjour  
 J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

### 2.2.3.2 Variables climatiques reliées aux précipitations

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. De plus, les quantités de neige vont diminuer pour les trois stations, tout particulièrement au printemps et à l'automne (voir Tableau 2-5).

**Tableau 2-5 : Projections des moyennes des variables climatiques reliées aux précipitations**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Précipitation (mm)	1157,5	1144,4	1165,5	1199,0	1186,2	1208,3	1270,1	1253,7	1278,0	1310,6	1292,7	1319,8
Pluie en hiver (mm)	44,0	46,1	48,4	61,2	62,0	65,3	95,0	95,2	100,7	134,2	132,5	140,2
Pluie au printemps (mm)	197,8	192,0	199,0	218,3	211,7	218,9	252,6	244,0	252,3	283,2	274,2	283,3
Pluie en été (mm)	348,8	340,6	342,4	356,5	349,2	350,6	361,8	353,3	354,7	358,3	348,8	350,6
Pluie à l'automne (mm)	283,9	273,3	283,9	297,2	286,4	297,1	320,5	307,9	319,8	335,6	322,9	335,4
Pluie pendant la période de croissance (mm)	800,3	774,5	791,7	836,2	809,9	826,9	885,2	854,0	872,7	911,6	878,6	898,4
Neige en hiver (cm)	196,8	203,3	205,6	197,1	204,8	206,9	190,6	200,1	200,1	168,2	180,0	178,5
Neige au printemps (cm)	54,2	55,5	54,0	46,1	47,9	46,7	34,8	37,1	35,5	22,8	24,8	23,3
Neige à l'automne (cm)	32,0	33,5	32,1	22,7	24,1	22,8	14,8	16,1	14,8	8,3	9,4	8,4
Précipitations maximales sur cinq jours (mm)	82,5	80,4	83,8	86,5	84,1	87,7	94,0	91,1	94,9	97,9	94,8	99,0

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
 Beau. : station météorologique de Beauséjour  
 J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

### 2.2.3.3 Variables climatiques reliées à l'agriculture

La CMQuébec est une région agricole riche, comme cela a été mentionné dans le rapport <sup>5</sup>. Il existe une grande diversité de fermes de tailles et de productions différentes. Ainsi, différentes variables climatiques liées aux activités agricoles sont analysées dans ce projet. 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. Voir le Tableau 2-6 pour les tendances des variables climatiques reliées à l'agriculture.

<sup>5</sup> CMQuébec, 2024 Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CMQuébec aux conséquences des changements climatiques. Étape 1 : Établissement du portrait.

**Tableau 2-6 : Projections des moyennes des variables climatiques reliées à l'agriculture**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Durée de la période de croissance (nombre de jours)	89,4	89,4	89,4	104,1	104,1	103,6	122,1	122,1	122,4	147,6	147,6	148,0
Premier jour de la période de croissance	156,8	156,8	156,9	149,7	149,7	149,9	141,4	141,4	140,7	127,8	127,8	126,8
Dernière journée de la période de croissance	246,1	246,1	246,3	254,4	254,4	254,1	264,5	264,5	264,1	276,4	276,4	275,8
Degrés-jours de croissance	1692,8	1726,9	1752,5	1928,5	1964,1	1991,4	2303,9	2340,3	2370,7	2804,1	2839,8	2874,6
Unités thermiques maïs (UTM)	2735,0	2792,0	2832,1	3087,6	3150,3	3192,3	3623,2	3665,4	3713,5	4281,9	4322,3	4375,0
Dernier jour de gel au printemps	122,9	124,0	122,5	117,1	119,1	116,7	107,9	109,5	107,5	96,0	97,3	95,8
Premier jour de gel à l'automne	280,8	277,9	279,8	287,8	285,6	287,2	296,7	294,3	296,4	309,8	305,7	308,6
Degrés-jours (température >0°C)	2856,7	2892,5	2926,1	3150,8	3186,7	3222,0	3609,4	3644,5	3683,4	4209,7	4240,7	4285,0
Pluie pendant la période de croissance (mm)	800,3	774,5	791,7	836,2	809,9	826,9	885,2	854,0	872,7	911,6	878,6	898,4
Précipitation – Évapotranspiration (période de croissance) (mm)	95,0	55,3	75,5	100,0	59,3	79,4	102,4	56,2	78,3	74,1	25,8	49,2

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
Beau. : station météorologique de Beauséjour  
J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

#### **2.2.3.4 Variables climatiques reliées aux vents**

À la connaissance d'AECOM, aucune étude locale de projections des vents près de la surface terrestre (vents à 10 m du sol) n'a encore été réalisée sur le territoire de la CMQuébec. Récemment, Nergica, avec la collaboration d'Ouranos et d'Hydro-Québec, a étudié l'impact des changements climatiques sur le potentiel éolien en Amérique du Nord (Swytink-Binnema, 2023). Dans cette étude, quatre simulations climatiques du modèle régional canadien du climat (MRCC5) ont été produites sur un territoire couvrant l'Amérique du Nord avec un maillage à 0,22° de résolution et utilisant 56 niveaux verticaux. Les résultats ont démontré que les quatre simulations ne suggèrent aucun changement significatif de la vitesse du vent, car les résultats sont similaires pour chaque mois : ni la moyenne annuelle ni les moyennes mensuelles ne changent. En somme, ceci indique que, pour le territoire de la CMQuébec, 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 % selon les experts d'AECOM.

#### **2.2.4 Sommaire des tendances climatiques futures**

Le Tableau 2-7 présenté ci-dessous résume les changements projetés pour les trois stations météorologiques pour le scénario de changement climatique RCP 8.5, c'est-à-dire le scénario d'émissions élevées, par rapport à la période de référence 1981-2010. Les variations de température sont exprimées en degré Celsius additionnels par rapport à la période de référence alors que les autres variables sont exprimées en pourcentage de variation par rapport à la période de référence de 1981-2010.

**Tableau 2-7 : Variation des climats futurs vs le climat historique (1981-2010)**

	Projections								
	2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
<b>Variables climatiques liées à la température</b>									
Température moyenne annuelle (°C)	+1,30	+1,30	+1,30	+3,25	+3,25	+3,25	+5,56	+5,54	+5,56
Température moyenne - hiver (°C)	+1,58	+1,56	+1,56	+3,93	+3,89	+3,91	+6,45	+6,38	+6,41
Température moyenne - printemps (°C)	+1,12	+1,12	+1,12	+2,93	+2,92	+2,93	+5,28	+5,24	+5,27
Température moyenne - été (°C)	+1,24	+1,24	+1,24	+3,11	+3,12	+3,12	+5,38	+5,39	+5,40
Température moyenne - automne (°C)	+1,27	+1,27	+1,27	+3,06	+3,06	+3,07	+5,16	+5,16	+5,16
Nombre de cycles gel-dégel	-4 %	-5 %	-5 %	-7 %	-9 %	-10 %	-7 %	-11 %	-12 %
Nombre de cycles gel-dégel en hiver	22 %	20 %	19 %	64 %	57 %	57 %	125 %	111 %	109 %
Nombre de cycles gel-dégel au printemps	-12 %	-11 %	-12 %	-26 %	-25 %	-27 %	-41 %	-41 %	-42 %
Nombre de cycles gel-dégel à l'automne	-13 %	-14 %	-14 %	-34 %	-33 %	-35 %	-57 %	-54 %	-57 %
<b>Variables climatiques hydrométéorologiques</b>									
Précipitation (mm)	2 %	4 %	2 %	8 %	10 %	8 %	12 %	13 %	12 %
Pluie en hiver (mm)	39 %	35 %	39 %	116 %	106 %	116 %	205 %	187 %	205 %
Pluie au printemps (mm)	0 %	0 %	0 %	10 %	10 %	10 %	29 %	29 %	29 %
Pluie en été (mm)	1 %	1 %	1 %	2 %	2 %	2 %	3 %	4 %	3 %
Pluie à l'automne (mm)	1 %	1 %	1 %	6 %	6 %	6 %	12 %	12 %	12 %
Pluie pendant la période de croissance (mm)	1 %	1 %	1 %	5 %	5 %	5 %	10 %	10 %	10 %
Neige en hiver (cm)	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	-3 %	-2 %	-3 %
Neige au printemps (cm)	0 %	0 %	0 %	-15 %	-14 %	-15 %	-36 %	-34 %	-36 %
Neige à l'automne (cm)	-1 %	-1 %	-1 %	-31 %	-30 %	-31 %	-54 %	-52 %	-54 %
Précipitations maximales sur cinq jours (mm)	1 %	1 %	1 %	5 %	4 %	5 %	13 %	12 %	13 %
<b>Variables climatiques agrométéorologiques</b>									
Durée de la période de croissance (nombre de jours)	16 %	17 %	16 %	37 %	42 %	37 %	65 %	72 %	66 %
Premier jour de la période de croissance	-5 %	-4 %	-4 %	-10 %	-10 %	-10 %	-19 %	-18 %	-19 %

	Projections								
	2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Dernière journée de la période de croissance	3 %	4 %	3 %	7 %	9 %	7 %	12 %	14 %	12 %
Degrés-jours de croissance	14 %	14 %	14 %	36 %	36 %	35 %	66 %	64 %	64 %
Unités thermiques maïs (UTM)	13 %	13 %	13 %	32 %	31 %	31 %	57 %	55 %	54 %
Dernier jour de gel au printemps	-5 %	-4 %	-5 %	-12 %	-12 %	-12 %	-22 %	-22 %	-22 %
Dernier jour de gel à l'automne	3 %	3 %	3 %	6 %	6 %	6 %	10 %	10 %	10 %
Degrés-jours (température >0°C)	10 %	10 %	10 %	26 %	26 %	26 %	47 %	47 %	46 %
<b>Pluie pendant la période de croissance</b>	4 %	5 %	4 %	11 %	10 %	10 %	14 %	13 %	13 %
<b>Précipitation – Évapotranspiration (période de croissance)</b>	5 %	7 %	5 %	8 %	2 %	4 %	-22 %	-53 %	-35 %
<b>Vents</b>									
Moyenne annuelle des vents	3 %	2 %	2 %	3 %	2 %	2 %	3 %	2 %	2 %

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
Beau. : station météorologique de Beauséjour  
J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## 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 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.

Niveau de confiance :

À l'instar, des tendances climatiques, les niveaux de confiance des projections des événements climatiques extrêmes ont été estimés par les experts d'AECOM (Tableau 2-8).

**Tableau 2-8 : Niveau de confiances des projections des événements climatiques extrêmes**

Évènements climatiques	Niveau de confiance
Vagues de chaleur	Haut
Vagues de chaleur extrême	Haut
Vagues de froid	Haut
Pluies extrêmes	Moyen
Sécheresses	Haut
Vents violents	Faible

### 2.3.1 Vagues de chaleur

Les impacts des vagues de chaleur (ou canicules) concernent principalement, l'approvisionnement en eau et la gestion de l'énergie. Les vagues de chaleur sont également responsables de la détérioration de bâtiments, car elles peuvent provoquer la fissuration des bétons, les craquelures des enduits et la corrosion des réseaux de plomberies, etc. Or, il n'existe pas de définition universelle des vagues de chaleur. Dans la présente étude, les vagues de chaleur désignent une période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 30°C. L'historique démontre que les vagues de chaleur ne sont pas un événement climatique qui se manifeste chaque été sur le territoire de la CMQuébec, mais qui est appelé à augmenter en fréquence avec les changements climatiques (tableau 2-9). En effet, les projections prédisent que les vagues de chaleur se produiront en moyenne plus d'une fois par année dès l'horizon 2011-240 et même jusqu'à près de six fois par année à la fin du siècle.

**Tableau 2-9 : Nombre de vagues de chaleur dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	19	23	26	49	55	57	108	117	118	164	173	174
Moyenne annuelle	0,6	0,8	0,9	1,6	1,8	1,9	3,6	3,9	3,9	5,5	5,8	5,8

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
 Beau. : station météorologique de Beauséjour  
 J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

### 2.3.2 Vagues de chaleur extrême

Les vagues de chaleur extrême représentent une menace importante de santé publique. Depuis 2010, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) estime annuellement, par région sociosanitaire (RSS), les impacts des vagues régionales de chaleur extrême sur la santé. Pour la RSS de la Capitale-Nationale, où se situe la CMQuébec, les vagues de chaleur extrêmes 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). Selon la période historique modélisée, la CMQuébec n'a pas été touchée par les vagues de chaleur extrême entre 1981 et 2010<sup>6</sup> (Tableau 2-10). Or, les projections démontrent que ces événements climatiques commenceront à se produire lors de l'horizon 2011-2040, et ce, jusqu'à quatre fois par année lors de l'horizon 2071-2100.

**Tableau 2-10 : Nombre de vagues de chaleur extrême dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	0	0	0	10	13	13	54	57	61	113	120	124
Moyenne annuelle	0	0	0	0,3	0,4	0,4	1,8	1,9	2,0	3,8	4,0	4,1

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
 Beau. : station météorologique de Beauséjour  
 J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

<sup>6</sup> Il est à noter que, selon les données pour la RSS de la Capitale-Nationale, le territoire de la CMQuébec a connu deux vagues de chaleur extrême, une première en juillet 2010 et une seconde en juillet 2020. Or, il importe de noter qu'il s'agit d'événements observés et non modélisés (voir la note de bas de page #1).

### 2.3.3 Vagues de froid

Une vague de froid, parfois appelée coup de froid ou gelée profonde, est un évènement météorologique impliquant un refroidissement de l'air, ou l'invasion d'air très froid, sur une large zone. Elle est marquée par une réduction de la température moyenne bien en dessous des moyennes d'une région. Au Canada, les vagues de froid provoquent la mort prématurée de plus d'une centaine de personnes par année (INSPQ, 2020). Dans la présente étude, les vagues de froid désignent une période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures maximales sous -10°C et ayant des températures minimales sous -25°C (seuil déterminé par AECOM sur la base des données historiques). 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 (Tableau 2-11).

**Tableau 2-11 : Nombre de vagues de froid dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	20	25	26	8	10	9	0	0	0	0	0	0
Moyenne annuelle	0,7	0,8	0,9	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
 Beau. : station météorologique de Beauséjour  
 J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

### 2.3.4 Pluies extrêmes

Les précipitations extrêmes peuvent causer l'inondation des terres basses (résidences, infrastructures et routes), surcharger les réseaux d'assainissement de l'eau, endommager les terres agricoles, les forêts et emporter les ponts et les routes. Selon Ouranos (2015), on s'attend à des hausses significatives pour tous les indicateurs 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>7</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 (tableaux 2-12, 2-13 et 2-14).

<sup>7</sup> Anglais : *Canadian Standards Association* (ou Association canadienne de normalisation).

**Tableau 2-12 : Station Jean-Lesage : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

Historique (1981-2010)			Projections		
Période de retour	Précipitation	Nombre d'évènements <sup>1</sup>	2011-2040	2041-2071	2071-2100
1:5	64 mm	5	10	25	>30 <sup>2</sup>
1:50	90 mm	0	2	4	8
1:100	97 mm	1	2	4	8

1. Nombre observé et non modélisé en raison de la non-applicabilité de la relation Clausius-Clapeyron sur cette période.

2. Ce nombre n'est pas évalué avec une grande précision dû aux limites des modèles.

**Tableau 2-13 : Station Beauséjour : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

Historique (1981-2010)			Projections		
Période de retour	Précipitation	Nombre d'évènements <sup>1</sup>	2011-2040	2041-2071	2071-2100
1:5	65 mm	8	10	21	>30 <sup>2</sup>
1:50	93 mm	0	1	3	7
1:100	102 mm	0	0	2	5

1. Nombre observé et non modélisé en raison de la non-applicabilité de la relation Clausius-Clapeyron sur cette période.

2. Ce nombre n'est pas évalué avec une grande précision dû aux limites des modèles.

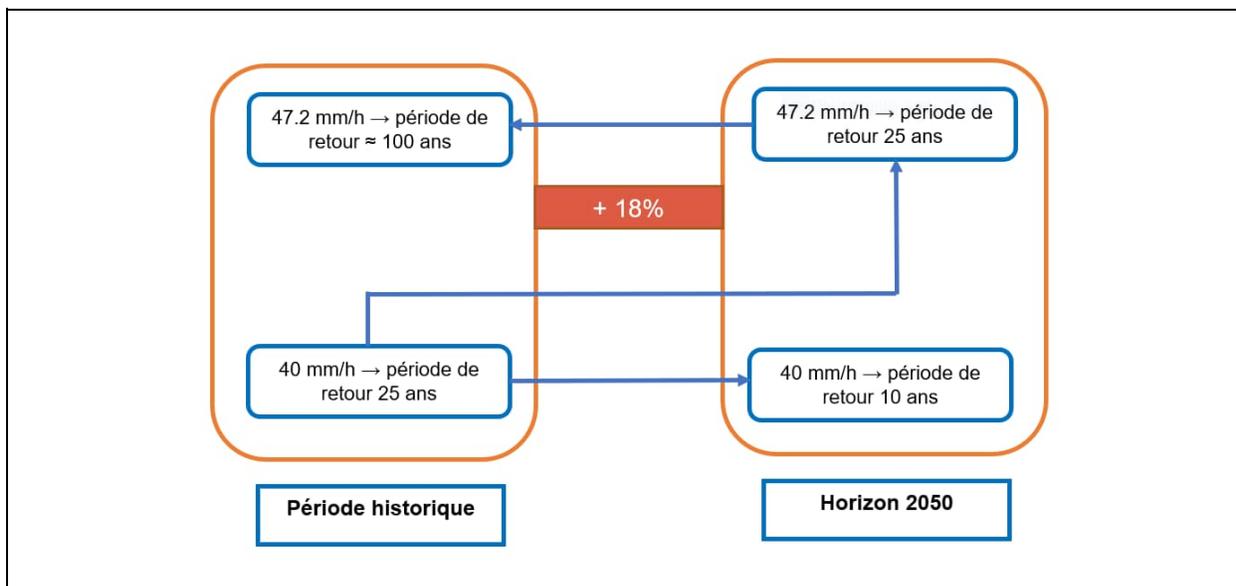
**Tableau 2-14 : Île d'Orléans : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

-			Projections		
Période de retour	Précipitation	Nombre d'évènements <sup>1</sup>	2011-2040	2041-2071	2071-2100
1:5	68 mm	8	10	22	>30 <sup>2</sup>
1:50	98 mm	0	1	3	7
1:100	107 mm	0	0	1	4

1. Nombre observé et non modélisé en raison de la non-applicabilité de la relation Clausius-Clapeyron sur cette période.

2. Ce nombre n'est pas évalué avec une grande précision dû aux limites des modèles.

Les courbes intensité-durée-fréquence (IDF) établissent un lien entre l'intensité des précipitations de courte durée et leur fréquence d'occurrence. Ces courbes permettent, entre autres, d'étudier la quantité maximale annuelle des précipitations accumulées sur diverses durées pour différentes périodes de récurrence. Elle est donc utile pour la prévision de crues et la conception des systèmes de drainage urbain. Or, les tableaux ci-dessus démontrent bien que le territoire de la CMQuébec aura à composer avec une plus grande fréquence des épisodes de précipitations intenses. Afin d'ajuster les modèles numériques des courbes IDF à l'avènement des changements climatiques dans l'horizon de 2050, une augmentation de plus de 18 % de l'intensité, de la durée et de la fréquence des précipitations de pluies est prévue (Mailhot, 2021). Cette augmentation influencera de manière significative les systèmes de calcul des précipitations attendues. Par exemple, la Figure 2-1 montre qu'une pluie exceptionnelle d'une intensité de 40 mm/h qui se produit tous les 25 ans pourrait avoir lieu tous les 10 ans. Parallèlement, une pluie exceptionnelle de 47,2 mm/h qui n'arrivait que tous les 100 ans, pourrait avoir lieu tous les 25 ans. L'Annexe B présente les données IDF projetées pour le RCP 8.5, et ce, pour les trois horizons étudiés pour respectivement trois stations météorologiques<sup>8</sup>.



Source : Inspiré de Mailhot, 2021

Figure 2-1 : Exemple de la modification du régime des pluies extrêmes

### 2.3.5 Sécheresses

Les sécheresses réfèrent à des périodes sèches temporaires contrairement au caractère permanent de l'aridité. Il n'existe pas de définition précise des sécheresses, mais il est généralement reconnu comme une période prolongée de temps anormalement sec qui épuise les ressources en eau nécessaires à l'humain et à l'environnement (Mon climat, ma santé, s.d.). Les sécheresses ont souvent des répercussions sur, par exemple, les infrastructures de transport (les routes construites sur des sols argileux sensibles au phénomène de retrait et gonflement peuvent se déformer), l'agriculture, la sylviculture, l'eau et la biodiversité. Elles réduisent les niveaux d'eau dans les rivières et les eaux souterraines, retardent la croissance des arbres et des cultures, favorisent les attaques d'organismes nuisibles et alimentent les incendies. Dans la présente étude, une sécheresse a été définie comme un évènement pendant lequel il y

<sup>8</sup> Les données IDF pour le RCP 4.5 sont présentées à l'Annexe G.

a eu moins de 0,2 mm de précipitations pendant une période de 10 jours. 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 (tableau 2-15).

**Tableau 2-15 : Nombre de sécheresses dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010)**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	39	31	30	40	31	32	38	32	30	37	30	31
Moyenne annuelle	1,3	1,0	1,0	1,3	1,0	1,1	1,3	1,1	1,0	1,2	1,0	1,0

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

### 2.3.6 Vents violents

Le seuil utilisé afin de définir un évènement de vent violent correspond à une rafale de vent supérieure à 90 km/h (seuil déterminé par AECOM sur la base des données historiques). À l'instar des vents moyens, il est ardu de modéliser le nombre d'évènements de vents violents. Cannon *et al.* (2020) ont développé une base de données de projections de vents violents pour les aires urbaines canadiennes. En utilisant les données disponibles, une estimation de la vitesse des vents d'une occurrence de 100 ans peut être obtenue (Tableau 2-16). Les résultats démontrent que les vitesses de ces 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.

**Tableau 2-16 : Projections des probabilités de vents violents (en moyenne pour le territoire de la CMQuébec) avec une récurrence de 100 ans**

	Historique	Projections		
	1981-2010	2011-2040	2041-2071	2071-2100
Vents violents (km/h)	125,2	126,8	128,0	128,7

## 3. Évaluation de l'impact potentiel

L'évaluation des vulnérabilités et opportunités des éléments d'analyse nécessite d'évaluer tout d'abord l'impact potentiel des variations climatiques sur ces derniers, c'est-à-dire de connaître les conséquences potentielles de l'interaction entre le degré d'exposition des éléments aux variations climatiques et leurs niveaux de sensibilité à ces variations.

Dans la présente étude, l'impact potentiel se définit en fonction de :

- a) l'exposition, soit la présence de personnes, écosystèmes, services environnementaux, infrastructures, etc., dans un endroit qui pourrait être affecté par des variations climatiques;
- b) la sensibilité des éléments analysés, c'est-à-dire le niveau auquel un élément sera influencé par des variations climatiques.

L'impact potentiel résulte de l'interaction entre ces deux paramètres. La démarche utilisée pour évaluer les niveaux de sensibilité des éléments analysés (S) et les niveaux d'exposition (E), dans le but de déterminer les impacts potentiels (I) liés au climat pour le territoire de la CMQuébec, est présentée ci-après.

### 3.1 Exposition

Selon le ministère de la Sécurité publique, l'exposition représente la « situation par laquelle sont mis en relation dans un milieu donné, un aléa potentiel et les éléments pouvant être soumis à sa manifestation » (MSP, 2008). Dans le contexte des changements climatiques plus précisément, il s'agit de la présence de personnes, écosystèmes, services environnementaux, infrastructures, etc., dans un endroit qui pourrait être affecté par des variations climatiques.

#### 3.1.1 Méthodologie

Considérant l'échelle d'intervention, l'impossibilité de spatialiser l'analyse de l'exposition à chacun des éléments composant le territoire et, dans ces conditions, un résultat quasi uniforme d'exposition aux variations climatiques pour l'ensemble du territoire et l'ensemble des temporalités, il a été convenu dans le cadre de ce projet d'utiliser une approche basée sur un indice d'exposition plutôt qu'une analyse binaire conventionnelle attribuant zéro (non exposé) ou un (exposé) utilisé notamment par le Protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP ou PIEVC en anglais). En effet, dans le but de faire ressortir non seulement la présence ou non de variations climatiques par rapport à la situation historique, mais aussi le degré d'intensité de ces variations, une gamme d'indices d'exposition a été attribuée aux différentes variables dans la présente étude. Selon l'évolution des variations climatiques, l'indice d'exposition des différentes variables climatiques évolue elle aussi. Par exemple, le degré d'exposition à la température augmente d'une période à l'autre puisque le pourcentage d'augmentation de la température par rapport aux valeurs de référence historique augmente et le degré d'exposition aux cycles de gel-dégel diminue d'une période à l'autre puisque le nombre de cycles de gel-dégel diminue (voir tableaux 2-3 et 2-4). De plus, le niveau d'exposition peut se voir attribuer un indice négatif pour refléter le taux de réduction de l'exposition à cette variation climatique dans le futur.

Les variations climatiques peuvent perturber les éléments d'analyse de deux façons : soit de façon brusque lorsqu'un seuil est dépassé ou bien de façon progressive en suivant la tendance. Par exemple, alors que le pavé commence à se détériorer après avoir atteint un certain seuil de température, le cycle de gel-dégel

endommagement continuellement le pavé à mesure que le nombre de cycles se multiplie. Les indices d'exposition pour ces variables ont donc été estimés différemment.

Dans le cas des variations n'ayant pas de seuil d'exposition défini pour les différents éléments d'aménagement du territoire analysés, le Tableau 3-1 a été utilisé afin d'estimer l'indice d'exposition. Dans ce tableau, le taux de variation a été calculé sur la base du taux de variation des valeurs moyennes, c'est-à-dire que la valeur moyenne de chaque période a été comparée à la période historique pour calculer la tendance à la hausse ou à la baisse. Pour les variables climatiques avec un certain seuil, l'indice d'exposition correspond à la valeur maximale (5) si ce seuil est dépassé au moins une fois ou à la valeur minimale (1) s'il ne l'est pas. Ces variations avec seuils peuvent être trouvées dans des éléments liés à la santé humaine, à la conception des infrastructures et à certaines activités agricoles, tandis que les variations climatiques avec un potentiel de dommages continus sont davantage liées aux écosystèmes, aux infrastructures vertes, ainsi qu'à certaines infrastructures urbaines. Les indices basés sur le pourcentage de variation sont inspirés de l'approche développée par le protocole du CVIIP. Dans ce protocole, la période de référence reçoit une note de 3 avec des variations allant de 1 à 5 pour afficher une diminution ou une augmentation. Dans l'approche développée pour ce projet, par AECOM en collaboration avec l'équipe de la CMQuébec, les scores d'exposition s'étendent de -5 à 5, démontrant les conditions les plus extrêmement (ou non) exposées. Dans le cas des phénomènes climatiques extrêmes, l'indice d'exposition est automatiquement de 5 s'il y a présence du phénomène pendant la période visée.

**Tableau 3-1 : Indice d'exposition par rapport au climat actuel (adapté du Guide d'évaluation préalable de haut niveau du CVIIP – PIEVC HLSG en anglais)**

Catégories d'exposition	Variation par rapport au climat actuel	Indice d'exposition
Extrême	100 % et plus	5
Élevé	50 % à 100 %	4
Modéré	10 % à 50 %	3
Faible	1 % à 10 %	2
Aucune exposition	-1 % à 1 %	1
Faible	-10 % à -1 %	-2
Modéré	-10 % à -50 %	-3
Élevé	-50 % à -100 %	-4
Extrême	-100 % et moins	-5

Ce système de notation a été validé en consultation avec l'équipe de la CMQuébec. Toutefois, il importe de noter que pour le cas particulier des variables reliées à la température pour lesquels les données ont un éventail oscillant à la positive et la négative autour de 0, la détermination d'indices d'exposition à partir du pourcentage de variation par rapport au climat historique et non sur des écarts peut mener à perdre des nuances lors de la détermination de l'indice d'exposition, particulièrement pour les variations autour du point de congélation. En effet, une même valeur d'écart entre les moyennes projetée et historique peut engendrer des variations différentes selon si la valeur historique est grande ou petite. Par exemple, une valeur historique de 1 et projetée de 2 donnera une variation de 100 % alors qu'une valeur historique de 100 et projetée de 101 donnera une variation de 1 %. Malgré cette faiblesse de la méthodologie, cette dernière reste valide, car les quelques cas où cette situation est observée ne remettent pas en cause les résultats de l'impact potentiel.

### 3.1.2 Résultats

Le Tableau 3-2 présente les niveaux d'exposition de chaque variable climatique, et ce, pour les trois stations météorologiques et les trois horizons.

**Tableau 3-2 : Résultats d'indices d'exposition en climats futurs**

	Projections								
	2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
<b>Variables climatiques liées à la température</b>									
Température moyenne annuelle (°C)	3	3	3	4	4	4	5	5	5
Température moyenne - hiver (°C)	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4
Température moyenne - printemps (°C)	3	3	3	4	4	4	5	5	5
Température moyenne - été (°C)	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Température moyenne - automne (°C)	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Nombre de cycles gel-dégel	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3
Nombre de cycles gel-dégel en hiver	3	3	3	4	4	4	5	5	5
Nombre de cycles gel-dégel au printemps	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Nombre de cycles gel-dégel à l'automne	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4
<b>Variables climatiques hydrométéorologiques</b>									
Précipitation (mm)	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Pluie en hiver (mm)	3	3	3	5	5	5	5	5	5
Pluie au printemps (mm)	1	1	1	3	3	2	3	3	3
Pluie en été (mm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pluie à l'automne (mm)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Pluie pendant la période de croissance (mm)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Neige en hiver (cm)	1	1	1	1	1	1	-2	-2	-2
Neige au printemps (cm)	1	1	1	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Neige à l'automne (cm)	1	1	1	-3	-3	-3	-4	-4	-4
Précipitations maximales sur cinq jours (mm)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Précipitation - Évapotranspiration (période de croissance) (mm)	2	3	3	-2	-2	-2	-3	-3	-3

	Projections								
	2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
<b>Variables climatiques agrométéorologiques</b>									
Durée de la période de croissance (nombre de jours)	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Premier jour de la période de croissance	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3
Dernière journée de la période de croissance	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Degrés-jours de croissance	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Unités thermiques maïs (UTM)	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Dernier jour de gel au printemps	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Dernier jour de gel à l'automne	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Degrés-jours (température >0°C)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Vents</b>									
Moyenne annuelle des vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
 Beau. : station météorologique de Beauséjour  
 J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## 3.2 Sensibilité

### 3.2.1 Méthodologie

La sensibilité s'évalue par le niveau de fonctionnalité de chaque élément considéré à la suite d'une exposition à un aléa. En général, si la fonctionnalité d'un élément est susceptible d'être affectée en raison des variations climatiques, elle doit être considérée comme sensible aux changements climatiques. Le Tableau 3-3 présente les catégories de sensibilité qui ont été utilisées ainsi que leur définition.

**Tableau 3-3 : Indice de sensibilité**

Catégorie de sensibilité	Définition	Indice de sensibilité
Aucune sensibilité	La fonctionnalité <b>restera la même</b> face à l'exposition	1
Faible	La fonctionnalité sera <b>très peu modifiée</b> face à l'exposition	2
Modérée	La fonctionnalité <b>sera modifiée modérément</b> face à l'exposition	3
Élevée	La fonctionnalité <b>sera modifiée de manière importante</b> et s'aggravera face à l'exposition	4
Extrême	La fonctionnalité <b>sera modifiée de manière très importante</b> et le maintien du service deviendra grandement problématique	5

Source : Inspiré des études des villes de Beaconsfield (2020) et Victoriaville (2022)

La sensibilité des éléments analysés a été examinée sous la loupe de six catégories de variables climatiques :

**Tableau 3-4 : Catégories de variables climatiques**

Catégories de variables climatiques	Indicateurs de variation climatique
<b>Variables climatiques reliées à la température</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyenne annuelle des températures</li> <li>• Moyenne hivernale des températures</li> <li>• Moyenne printanière des températures</li> <li>• Moyenne estivale des températures</li> <li>• Moyenne automnale des températures</li> <li>• Saison de croissance (longueur, date de début et date de fin)</li> <li>• UTM</li> <li>• Perte d'endurcissement (degrés-jours (&gt; 0°C) pendant la saison froide)</li> <li>• Potentiel d'endurcissement (degrés-froid (&gt; 5°C) à l'automne)</li> <li>• Degrés-jours (base 0°C)</li> </ul>
<b>Variables climatiques de froid, gel et dégel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total annuel des degrés-jours de croissance (DJC)</li> <li>• Nombre annuel d'évènements de gel-dégel</li> <li>• Nombre d'évènements gel-dégel en hiver</li> <li>• Nombre d'évènements gel-dégel au printemps</li> <li>• Nombre d'évènements gel-dégel en automne</li> <li>• Dernier jour de gel au printemps (jour de l'année)</li> </ul>
<b>Variables climatiques de chaleur extrême</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre moyen de jours de la durée de la vague de chaleur</li> <li>• Nombre annuel de vagues de chaleur</li> <li>• Nombre annuel de jours &gt;30°C (jours)</li> <li>• Canicule (AECOM)</li> </ul>
<b>Variables climatiques reliées aux précipitations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total annuel des précipitations</li> <li>• Total hivernal des précipitations solides</li> <li>• Total printanier des précipitations solides</li> <li>• Total automnal des précipitations solides</li> <li>• Total hivernal des précipitations liquides</li> <li>• Total printanier des précipitations liquides</li> <li>• Total estival des précipitations liquides</li> <li>• Total automnal des précipitations liquides</li> <li>• Cumul moyen des précipitations pendant la saison de croissance</li> <li>• Précipitations – évapotranspiration potentielle pendant la saison de croissance</li> </ul>
<b>Variable climatique reliées au vent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyenne annuelle des vents</li> </ul>
<b>Variable climatique reliée aux précipitations abondantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (avril - septembre)</li> </ul>

Pour chaque élément analysé, l'indice de sensibilité a été déterminé en suivant les étapes ci-dessous :

- 1) Consultation d'articles scientifiques et ouvrages de référence en ligne afin de déterminer la côte de sensibilité de chaque élément d'analyse, en fonction de chaque variable climatique. Dans ces revues de littérature, AECOM a recherché une indication entre le changement climatique et les six variables climatiques et tout lien potentiel ou observé entre ces variables et l'élément analysé.

Dans les cas où aucune référence concluante n'a été trouvée, un avis d'expert (soit AECOM ou la CMQuébec ou les deux) a été recherché pour évaluer la sensibilité.

- 2) Comparaison des niveaux de sensibilité avec ceux retrouvés dans les études réalisées dans d'autres municipalités au Québec tels que Beaconsfield (2020) et Victoriaville (2022) afin de s'assurer de leur validité. Cette comparaison visait à permettre à l'équipe d'AECOM et de la CMQuébec de mesurer et d'évaluer si les notes attribuées étaient alignées avec celles d'autres organisations ayant une portée similaire. Dans certains cas, des différences ont été observées, car les conditions d'infrastructure et d'organisation étaient différentes.
- 3) Réalisation d'ateliers de travail afin de discuter et valider les niveaux de sensibilité auprès de la CMQuébec. Au cours de ces ateliers, tous les éléments et thématiques ont été inspectés en respectant la règle des deux personnes afin d'aborder les incertitudes et minimiser la subjectivité.

Afin de faciliter la compréhension des étapes ci-dessus, un exemple de la finalité de l'exercice pour un élément d'analyse est présenté ci-dessous. L'ensemble des indices de sensibilité peut être consulté à l'Annexe B.

**Tableau 3-5 : Exemple d'évaluation des indices de sensibilité**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Variables climatiques	Indice de sensibilité
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	Moyenne annuelle des températures	4
			Total annuel des précipitations	4
			Nombre moyen de jours de la durée de la vague de chaleur	2
			Nombre annuel d'évènements de gel-dégel	4
			Moyenne annuelle des vents	3
			Maximum annuel des précipitations cumulées sur 5 jours (avril-septembre)	3

Il est à noter que certains éléments analysés sont sensibles à plusieurs variables climatiques. Par exemple, parfois la sensibilité des variables climatiques reliées à la température a été examinée sous la loupe de la moyenne estivale des températures et de la moyenne annuelle des températures qui ont chacune leur indice de sensibilité. Dans ces cas, un niveau de sensibilité global pour la variable a été estimé.

### 3.2.2 Résultats

L'Annexe C présente les niveaux de sensibilité de chaque élément et démontre que toutes les dimensions ont minimalement un élément avec un niveau de sensibilité extrême, c'est-à-dire que leur fonctionnalité sera modifiée de manière très importante et le maintien du service deviendra grandement problématique face aux changements climatiques. Le tableau ci-dessous présente ces éléments.

**Tableau 3-6 : Élément avec un niveau de sensibilité extrême**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Réseau cyclable
	Approvisionnement en énergie	Consommation énergétique (été/hiver)
		Parc éolien
		Parc solaire
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des prises d'eau
		Usines de traitement des eaux
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Milieus humides
		Cours d'eau
		Milieus de friches
		Humidité (augmentation du niveau d'humidité)
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	Demande en eau potable
		Disponibilité de l'eau potable
		Capacité de recharge des aquifères
	Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter
Milieux naturels	Faune et Flore	Milieus humides (flore)
		Espèces envahissantes (faune et flore).
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents)
		Stabilité/érosion des côtes (rivières)
Agriculture	Production	Productivité végétale
		Productivité animale
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau
		Besoin en eau
		Besoin en drainage au printemps
	Acériculture	Recharge des bassins d'irrigation
		Productivité (journées au-dessus de zéro et nuit en-dessous de zéro)
Patrimoine bâti et paysage	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal
		Rive fluviale
Santé publique	Mortalité	Vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation
Milieux de vie	Confort du milieu de vie	Confort du cadre urbain
		Qualité de l'air

### 3.3 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. Il combine ces deux paramètres en les multipliant :  $\text{exposition} \times \text{sensibilité} = \text{impact potentiel}$ .

#### 3.3.1 Méthodologie

L'impact potentiel est le produit de l'exposition (E) et de la sensibilité (S). Par la suite, une matrice décisionnelle détermine les différentes catégories d'impact potentiels, d'un impact potentiel négligeable à un impact potentiel extrême. Le Tableau 3-7 présente la matrice décisionnelle permettant l'évaluation de l'indice d'impacts potentiels pour les différents indices d'exposition et de sensibilité. Le tableau 3-8 présente les 5 catégories d'impact de l'indice d'impact potentiel que l'on retrouve dans la matrice d'évaluation des impacts potentiels (E x S).

**Tableau 3-7 : Matrice décisionnelle de l'indice d'impact potentiel**

			Indice de sensibilité				
			Aucune	Faible	Modérée	Élevée	Extrême
			1	2	3	4	5
Indice d'exposition	Aucune	1	1	2	3	4	5
	Faible	2	2	4	6	8	10
	Modérée	3	3	6	9	12	15
	Élevée	4	4	8	12	16	20
	Extrême	5	5	10	15	20	25

**Tableau 3-8 : Indice d'impact potentiel**

Indice d'impact potentiel	Valeurs	Catégorie d'impact potentiel
1	1 à 5	Impact négligeable
2	6 à 9	Faible impact
3	10 et 12	Impact moyen
4	15 et 16	Impact élevé
5	20 et 25	Impact extrême

Pour faciliter la communication du grand nombre de résultats et distinguer l'ampleur globale des impacts potentiels, un exercice de synthèse a été réalisé en calculant un impact potentiel total pour chaque élément analysé en additionnant les indices de chaque variation climatique. Finalement, les impacts potentiels globaux ont été répartis selon les cinq mêmes catégories d'impact de négligeable à extrême afin de faire ressortir les différents degrés d'impacts. Un exemple de calcul de résultats global est présenté au tableau 3-9 et l'échelle d'impact potentiel global est présentée au tableau 3-10.

**Tableau 3-9 : Exemple de résultats d'impact potentiel global pour un élément d'analyse à la station Jean-Lesage**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Indices de variation climatique	Horizon		
				2011-2040	2041-2070	2071-2100
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	Variables générales de température	15	15	15
			Variables de précipitation	20	20	20
			Variables de chaleur extrême	15	15	15
			Variables de froid, gel et dégel	15	15	15
			Vent (AECOM)	15	15	15
			Précipitation extrême	15	15	15
				<b>95</b>	<b>95</b>	<b>95</b>

**Tableau 3-10 : Échelle d'évaluation de l'indice d'impact potentiel global**

Indice d'impact potentiel	Valeurs	Catégories d'impact potentiel
1	1-29	Impact négligeable
2	30-49	Faible impact
3	50-69	Impact moyen
4	70-89	Impact élevé
5	90+	Impact extrême

### 3.3.2 Résultats

L'ensemble des résultats d'indice d'impact potentiel pour chaque catégorie de variation climatique et pour chacun des éléments d'analyse en aménagement du territoire à la CMQuébec se trouve à l'Annexe D. Il est intéressant de noter que tous les impacts potentiels totaux augmentent au fil de temps pour les trois stations météorologiques. Sur le court terme, soit l'horizon 2011-2040, les 17 éléments d'analyses suivants subissent un impact potentiel global de niveau élevé ou extrême selon le scénario RCP 8.5, c'est-à-dire si

les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter à peu près au même rythme qu'aujourd'hui. Ceux-ci sont énumérés dans le tableau 3-11.

**Tableau 3-11 : Impacts potentiels de niveau élevé ou extrême à court terme (2011-2040)**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)
		Transport routier (réseau routier/routes)
		Ponts (Québec-Lévis et Île-d'Orléans)
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Humidité (augmentation du niveau d'humidité)
Utilisation de l'eau	Qualité de l'eau	Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt de feuillus
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents) Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)
Agriculture	Production	Production animale
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau
		Besoin en eau
		Besoin en drainage au printemps
Agrotourisme	Recharge des bassins d'irrigation	
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	Météo
		Bâtiments historiques (matériaux historiques) Sites archéologiques

## 4. Évaluation des vulnérabilités et opportunités

L'évaluation des vulnérabilités est déterminée par l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation. L'exposition et la sensibilité ont déterminé l'impact potentiel, tel que démontré au chapitre précédent. En y ajoutant la capacité d'adaptation, nous sommes en mesure d'évaluer les vulnérabilités et de faire ressortir certaines opportunités.

### 4.1 Capacité 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 (Ouranos, 2010). Elle est déterminée à la fois par des décisions à large échelle, comme l'aménagement du territoire, et par des choix à une échelle plus précise, comme l'organisation d'une activité, d'une filière ou les caractéristiques bioécologiques des milieux, etc. Certains éléments de la capacité d'adaptation sont donc techniques ou politiques et d'autres purement physiques ou biologiques.

#### 4.1.1 Méthodologie

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. Afin de connaître leur niveau d'adaptation par rapport aux six dimensions de l'aménagement du territoire étudiées, un sondage a été envoyé à chacune des composantes et des municipalités qui en font partie. Les questions du sondage sont disponibles à l'annexe E.

Les répondants ont été invités à évaluer leur niveau d'adaptation selon deux aspects : l'accès aux ressources et la capacité d'adaptation.

L'accès aux ressources englobe les outils permettant d'aider les communautés à élaborer, à mettre en œuvre et à évaluer des politiques, des stratégies et des plans d'adaptation aux changements climatiques.

La première partie du sondage permet de brosser un portrait général de la situation des composantes et municipalités quant à leur appréciation de leur besoin de renforcement de l'accès aux ressources nécessaires à l'adaptation. Les répondants ont été invités à évaluer leur niveau d'accès à propos de quatre types de ressources :

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

Les réponses se situent sur une échelle de 1 à 5 (tableau 4-1) :

**Tableau 4-1 : Indice d'accès aux ressources**

Indice	Catégories d'accès	Description
1	Accès nul	Aucun accès
2	Accès insuffisant	Accès présent, mais ne répondant pas du tout au besoin (limité, périmé, hors d'usage, inactif, etc.)
3	Accès partiel	Accès présent, mais ne répondant qu'en partie au besoin (incomplet, informel, angles morts, peu connu, volontaire, etc.)
4	Accès suffisant	Accès présent et répondant au besoin
5	Accès très suffisant	Accès présent et répondant au-delà du besoin

Les capacités d'adaptation : signifient 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. (Ouranos, 2010)

La deuxième partie du sondage, dédiée à la capacité d'adaptation, est liée aux différentes dimensions et thématiques de l'étude. Pour déterminer la capacité d'adaptation par rapport à chaque thématique, les répondants devaient évaluer leur capacité d'adaptation globale pour l'ensemble de ces éléments. L'appréciation fournie pour la thématique est appliquée à l'ensemble des éléments la composant. Les réponses se situent sur une échelle de 1 à 5 (tableau 4-2).

**Tableau 4-2 : Indice de capacité d'adaptation (Source : ICLEI<sup>9</sup>)**

Indice	Catégories de capacité d'adaptation	Description
1	Adaptation hors de portée	L'adaptation demandera un coût financier et en ressources humaines très important. Et/ou Les conditions présentes ne sont pas du tout favorables à l'adaptation aux changements climatiques.
2	Adaptation peu probable	L'adaptation demandera un coût financier et en ressources humaines substantielles. Et/ou Les conditions présentes sont très peu favorables à l'adaptation aux changements climatiques.
3	Adaptation possible	L'adaptation demandera un certain coût financier et en ressources humaines. Et/ou Les conditions présentes permettent une possible adaptation aux changements climatiques.
4	Bonne capacité d'adaptation	L'adaptation demandera un faible coût financier et en ressources humaines. Et/ou Les conditions présentes sont favorables à l'adaptation aux changements climatiques.
5	Excellente capacité d'adaptation	L'adaptation ne demandera aucun ou un très faible coût financier et en ressources humaines. Et/ou Les conditions présentes sont très favorables à l'adaptation aux changements climatiques.

Une fois les réponses reçues et traitées, les résultats ont été présentés aux composantes et municipalités lors de rencontres par composante (quatre rencontres au total), à l'exception de la composante Ville de Lévis qui ne comprend qu'une seule organisation et avait déjà réalisé l'exercice en groupe. Les participants ont alors eu l'occasion de commenter leurs réponses et de les modifier, au besoin.

Pour obtenir le résultat final pour chaque thématique d'analyse, les réponses ont été compilées de la façon suivante :

- Agglomération de Québec : Moyenne arrondie au chiffre inférieur pour tous les répondants issus de cette agglomération
- MRC de L'Île-d'Orléans : Moyenne arrondie au chiffre inférieur pour tous les répondants (MRC et municipalités)
- MRC de La Côte-de-Beaupré : Moyenne arrondie au chiffre inférieur pour tous les répondants (MRC et municipalités)
- MRC de La Jacques-Cartier : Moyenne arrondie au chiffre inférieur pour tous les répondants (MRC et municipalités)

<sup>9</sup> ICLEI. Changing Climate, Changing Communities: Municipal Climate Adaptation Guide and Workbook.

- Ville de Lévis : Une réponse unique au sondage. Plusieurs répondants se sont concertés pour répondre ensemble, une seule fois.

Le résultat final correspond à la moyenne arrondie au chiffre inférieur des résultats des 5 composantes. Il est à noter que ce résultat est le même pour les trois horizons temporels et les trois stations analysées.

## 4.1.2 Résultats

Comme le montre le tableau 4-3, le taux de participation est très élevé. Un total de 31 réponses étaient possibles, 29 ont été reçues, ce qui représente un taux de participation de 94 %.

**Tableau 4-3 : Taux de participation au sondage**

Composante	Agglomération de Québec	Lévis	MRC de L'Île-d'Orléans	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de La Jacques-Cartier
<b>Nombre total de réponses reçues*</b>	3	1	7	9	9
<b>Nombre total de réponses possibles</b>	3	1	7	10	10

\*Nombre total, incluant les municipalités et les MRC et excluant les municipalités dont plus d'une réponse fut soumise.

La totalité des résultats moyens pour l'ensemble des composantes de la CMQuébec indiquent une capacité d'adaptation peu probable ou possible, avec une majorité de résultats indiquant une capacité d'adaptation peu probable. À noter que les résultats par municipalités et composantes indiquent un éventail plus large de capacités d'adaptation variant de « hors de portée » à « excellente ». Chaque organisation participante au sondage a accès à ses résultats qui peuvent servir de base pour évaluer les priorités de renforcement et en suivre annuellement l'évolution. Le résultat de la moyenne des résultats des 5 composantes ainsi que les résultats moyens pour chaque composante se trouvent dans le tableau 4-4.

**Tableau 4-4 : Résultats d'indice de capacité d'adaptation**

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Indice de capacité d'adaptation <sup>10</sup>					
		Moyenne pour la CMQuébec	Agglomération de Québec	MRC de La Jacques-Cartier	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de L'Île-d'Orléans	Ville de Lévis
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	2	2	2	2	2	3
	Approvisionnement en énergie	2	3	3	3	2	Ne sais pas/Ne s'applique pas
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	2	4	2	2	2	4
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	2	3	3	3	3	2
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	2	3	3	3	2	3
	Qualité de l'eau	3	3	3	3	2	4
Milieux naturels	Faune et Flore	2	3	3	3	2	2
	Milieux aquatiques et milieux humides	2	3	3	3	2	2
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	2	3	2	2	2	3
	Cycles et rythmes des écosystèmes	2	2	2	2	2	2
Agriculture	Production	2	3	2	2	3	1
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	2	2	2	2	2	Ne sais pas/Ne s'applique pas
	Agrotourisme	2	3	2	2	2	1
	Acériculture	2	2	2	2	3	1
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	3	3	3	3	3	3
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	2	2	3	3	3	2

<sup>10</sup> Le résultat représente la moyenne pour chaque composante et pour la CMQuébec. La moyenne a toujours été arrondie vers le bas.

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Indice de capacité d'adaptation <sup>10</sup>					
		Moyenne pour la CMQuébec	Agglomération de Québec	MRC de La Jacques-Cartier	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de L'Île-d'Orléans	Ville de Lévis
Santé publique	Morbidité	2	3	2	2	2	4
	Mortalité	3	3	3	3	2	4
Milieux de vie	Mobilité des citoyens	2	3	2	2	2	2
	Travailleurs extérieurs	2	4	2	2	3	3
	Récréotourisme et villégiature	3	3	3	3	2	4
	Qualité du milieu de vie	3	3	3	3	3	3

Comme mentionné au point 4.1.1, le sondage comportait également des questions plus générales, visant à connaître l'accès aux différentes ressources. 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. Les réponses se trouvent dans le tableau 4-5. Les indices d'accès aux ressources ont été calculées de la même manière que celles des capacités d'adaptation.

**Tableau 4-5 : Résultats d'indice d'accès aux différentes ressources**

Catégorie de ressources	Description	Indice d'accès aux ressources <sup>11</sup>					
		Moyenne pour la CMQuébec	Agglomération de Québec	MRC de La Jacques-Cartier	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de L'Île-d'Orléans	Ville de Lévis
Information, sensibilisation et connaissance sur les changements climatiques	Information relative aux changements climatiques et à leurs impacts potentiels sur votre territoire	2	3	2	2	3	3
	Décideurs sensibilisés et possédant un bon degré d'information par rapport aux changements climatiques, leurs impacts potentiels et les possibles options d'adaptation	2	2	3	3	3	2
	Employés sensibilisés et possédant un bon degré d'information par rapport aux changements climatiques, leurs impacts potentiels et	2	2	3	3	3	3

<sup>11</sup> Le résultat représente la moyenne pour chaque composante et pour la CMQuébec. La moyenne a toujours été arrondie vers le bas.

Catégorie de ressources	Description	Indice d'accès aux ressources <sup>11</sup>					
		Moyenne pour la CM Québec	Agglomération de Québec	MRC de La Jacques-Cartier	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de L'Île-d'Orléans	Ville de Lévis
	les possibles options d'adaptation						
	Formations pour les employés autour de la question des changements climatiques ou la gestion des risques liés à l'évolution du climat	2	2	2	2	2	2
	Actions d'information ou sensibilisation des citoyens autour des effets des changements climatiques et des possibles options d'adaptation	2	2	2	2	2	2
<b>Acteurs et gouvernance</b>	Départements travaillant sur les changements climatiques ou la gestion de risques liés à l'évolution du climat	2	3	2	2	2	3
	Groupe externe à la ville ou l'entité administrative, mais localisé sur son territoire, œuvrant sur la question des changements climatiques ou la gestion des risques liés à l'évolution du climat (ex. comité de travail)	2	2	2	2	2	2
	Groupe externe à la ville ou l'entité administrative, et localisé à l'extérieur de son territoire travaillant sur les changements climatiques ou la gestion des risques liés à l'évolution du climat (ex. institutions ou organisations)	2	3	3	3	2	2
	Existence d'un capital social (tissu social)	2	3	2	2	2	4

Catégorie de ressources	Description	Indice d'accès aux ressources <sup>11</sup>					
		Moyenne pour la CMQuébec	Agglomération de Québec	MRC de La Jacques-Cartier	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de L'Île-d'Orléans	Ville de Lévis
	permettant de faire face aux menaces et de saisir les opportunités associées aux changements climatiques, tout en assurant la protection des groupes les plus vulnérables						
<b>Outils, plans et procédures en matière de changements climatiques et gestion des risques</b>	Cartographie du risque dans la ville ou l'entité administrative (ex. inondations) tenant compte des changements climatiques prévus	2	2	2	2	2	4
	Savoir-faire de la ville ou l'entité administrative en matière d'adaptation aux changements climatiques ou de gestion des risques liés à l'évolution du climat développé à travers des actions ou projets passés	2	2	2	2	2	3
	Plans, guides et procédures en matière de changements climatiques et de gestion des risques liés à l'évolution du climat (inondations, canicules, érosion, etc.)	2	2	2	2	3	4
	Outils, pratiques et technologies permettant de faire face aux changements climatiques et leurs impacts (ex. systèmes d'alerte précoce pour inondation ou étiage, etc.)	2	2	2	2	3	4
	Capacité d'utilisation des nouvelles technologies et	2	2	3	3	2	3

Catégorie de ressources	Description	Indice d'accès aux ressources <sup>11</sup>					
		Moyenne pour la CMQuébec	Agglomération de Québec	MRC de La Jacques-Cartier	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de L'Île-d'Orléans	Ville de Lévis
	pratiques permettant d'augmenter la résilience de la ville ou l'entité administrative aux changements climatiques (faible résistance au changement et haute capacité d'apprentissage)						
<b>Priorités d'investissement (dépenses publiques)</b>	Budgets publics dédiés à l'environnement et aux changements climatiques	2	3	2	2	1	2
	Budgets publics dédiés à la gestion des risques liés à l'évolution du climat	1	2	2	2	1	2

## 4.2 Vulnérabilité

La vulnérabilité climatique est le 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. 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 face au aléas climatiques. Dans cette optique, l'analyse de la vulnérabilité comprend l'évaluation de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.

### 4.2.1 Méthodologie

La vulnérabilité (V) est le produit de l'impact potentiel (IP) et de la capacité d'adaptation (CA). Par la suite, une matrice décisionnelle détermine les différentes catégories de vulnérabilité, de faible à élevée. Le tableau 4-6 présente la matrice décisionnelle permettant de mettre en relation l'indice d'impact potentiel et l'indice de capacités d'adaptation afin de déterminer l'indice de vulnérabilité ( $IP \times CA = V$ ).

Le tableau 4-7 présente les 5 catégories de vulnérabilité de l'indice de vulnérabilité que l'on retrouve dans la matrice d'évaluation des vulnérabilités.

**Tableau 4-6 : Matrice décisionnelle de l'indice de vulnérabilité**

			Indice de capacité d'adaptation				
			Excellente (5)	Bonne (4)	Possible (3)	Peu probable (2)	Hors de portée (1)
			1	2	3	4	5
Indice d'impact potentiel	Négligeable	1	1	2	3	4	5
	Faible	2	2	4	6	8	10
	Moyen	3	3	6	9	12	15
	Élevé	4	4	8	12	16	20
	Extrême	5	5	10	15	20	25

**Tableau 4-7 : Indice de vulnérabilité**

Indice de vulnérabilité	Valeurs	Catégories
V1	1 à 4*	Vulnérabilité faible
V2	*4	Il y a un cas où 4 équivaut à une vulnérabilité faible à moyenne
V2	5 à 7	Vulnérabilité faible à moyenne
V3	8 à 11	Vulnérabilité moyenne
V4	12 à 18	Vulnérabilité moyenne à élevée
V5	20 à 25	Vulnérabilité élevée

Pour en arriver à un résultat allant d'une échelle de 1 à 25 où 1 représente une vulnérabilité faible et 25, une vulnérabilité élevée, les deux modifications suivantes ont dû être apportées aux données.

### **Modification #1 - Réduction de l'échelle d'impact potentiel**

L'impact potentiel, dont les résultats se retrouvent sur une échelle de 1 à 25 (voir tableau 3-8), ont été reconvertis à une échelle de 1 à 5, comme le montre le tableau 4-8 :

**Tableau 4-8 : Échelle d'impact potentiel réduit de 1 à 5**

Indice	Valeurs	Catégorie
1	1 à 5	Impact négligeable
2	6 à 9	Faible impact
3	10 et 12	Impact moyen
4	15 et 16	Impact élevé
5	20 et 25	Impact extrême

### **Modification #2 - Conversion des résultats de capacité d'adaptation**

Dans le sondage soumis aux composantes et municipalités de la CMQuébec, il leur a été demandé d'évaluer leur capacité d'adaptation sur une échelle de 1 à 5, où 1 étant une capacité d'adaptation hors de portée et 5 étant une excellente capacité d'adaptation.

Afin de garder une échelle similaire aux autres matrices, les indices ont été inversés par rapport aux réponses, comme indiqué au tableau 4-9 :

**Tableau 4-9 : Échelle de conversion de la capacité d'adaptation**

Catégories de capacité d'adaptation	Résultat au sondage	Indice utilisé dans la matrice
Adaptation hors de portée	1	5
Adaptation peu probable	2	4
Adaptation possible	3	3
Bonne capacité d'adaptation	4	2
Excellente capacité d'adaptation	5	1

Les résultats ainsi obtenus nous permettent d'obtenir un indice allant de 1 à 25 pour chacun des 6 indicateurs de variation climatiques de chaque élément analysé et pour chaque station et chaque horizon temporel. Voici un exemple de résultat, dans le tableau 4-10 :

**Tableau 4-10 : Exemple de résultats d'indice de vulnérabilité pour un élément d'analyse aux trois stations**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Variables climatiques	Station								
				Québec			Île d'Orléans			Beauséjour		
				2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres et peuplements en forêt de feuillus	Variables générales de température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
			Variables de précipitation	8	12	12	8	12	12	8	12	12
			Variables de chaleur extrême	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			Variables de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
			Vent (AECOM)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
			Précipitation extrême	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Afin d'en arriver à une vulnérabilité par élément analysé, les vulnérabilités des 6 indicateurs de variation climatiques ont été regroupées. L'échelle de l'indice de vulnérabilité globale utilisée est présentée dans le tableau 4-11 :

**Tableau 4-11 : Échelle d'indice de vulnérabilité globale**

Indice de vulnérabilité	Valeurs	Catégorie de vulnérabilité
V1	6 à 24*	Vulnérabilité faible
V2	*24	Il y a un cas où 24 équivaut à une vulnérabilité faible à moyenne
V2	25 à 45	Vulnérabilité faible à moyenne
V3	46 à 68	Vulnérabilité moyenne
V4	69 à 110	Vulnérabilité moyenne à élevée
V5	111 à 150	Vulnérabilité élevée

## 4.2.2 Résultats

Tous les résultats de vulnérabilité se situent entre V2 (faible à moyenne) et V4 (moyenne à élevée). Certaines augmentent au fil des trois périodes temporelles, passant de V2 à V3 ou de V3 à V4, mais aucune ne passe de V2 à V4.

Les résultats sont identiques entre les stations, mis à part pour les éléments suivants :

### Dimension « Milieux naturels »

- Thématique d'analyse « Milieux aquatiques et milieux humides » :
  - Élément analysé « Stabilité/érosion des berges (milieux riverains) »

Pour cet élément, la vulnérabilité augmente de V3 à V4 aux stations Jean-Lesage et Beauséjour pour la période 2071-2100. Elle reste stable à V3 à la station de l'Île-d'Orléans.

### Dimension « Milieux de vie »

- Thématique d'analyse « Récréotourisme et villégiature » :
  - Élément analysé « Attractivité des milieux (biodiversité) »
- Thématique d'analyse « Qualité du milieu de vie » :
  - Élément analysés « Qualité de l'air »

Pour l'attractivité des milieux, la vulnérabilité est de V3 aux stations Jean-Lesage et Beauséjour pour les trois périodes temporelles. À la station de l'Île-d'Orléans, le résultat est de V2 pour la période 2011-2040 et augmente à V3 pour les deux périodes temporelles suivantes.

Pour la qualité de l'air, la vulnérabilité passe de V3 pour la période 2011-2040 à V4 pour les périodes 2041-2070 et 2071-2100. Cependant, à la station Jean-Lesage, la vulnérabilité reste à V3 pour la période 2041-2070 et passe, elle aussi, à V4 pour la dernière période temporelle.

Les résultats détaillés se trouvent dans le tableau 4-12.

**Tableau 4-12 : Résultats d'indice de vulnérabilité des éléments analysés**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station								
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Transport maritime (quai, administration portuaire)	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
		Transport routier (réseau routier/routes)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Transport ferroviaire (rails)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Réseau cyclable	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Ponts (Québec-Lévis et Île d'Orléans)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Approvisionnement en énergie	Consommation énergétique (été/hiver)	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Parc éolien	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
		Parc solaire	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station									
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour			
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
		Transport d'électricité / Pylônes et stations de distribution	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Besoin pour de la capacité d'accueil (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4
		Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4
		Fonctionnalité des centres de traitement des matières résiduelles (lieu d'enfouissement technique)	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station									
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour			
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
		Demande pour l'utilisation des parcs, piscines extérieures et jeux d'eau	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Milieux humides	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Milieux boisés	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Cours d'eau	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Milieux de friches	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Canopée (réduction de la canopée)	V3	V3	V4	V3	V3	V4	V3	V3	V4	V4
		Humidité (augmentation du niveau d'humidité)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Captation carbone	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
		Service de rétention d'eau	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4
		Indice de qualité du milieu	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V2	V3
		Demande en eau potable	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station								
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles) - Taux d'utilisation versus capacité du cours d'eau	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Capacité de recharge des aquifères	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V3
	Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
Milieux naturels	Faune et Flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4
		Milieux humides (flore)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4
		Diversité/composition des espèces floristiques	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station								
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Espèces envahissantes (faune et flore)	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Diversité/composition faunique	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4
	Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	V3	V3	V4	V3	V3	V4	V3	V3	V4
		Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	V3	V3	V4	V3	V3	V3	V3	V3	V4
		Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4
		Stabilité/érosion des côtes (rivières)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station								
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
	Cycles et rythmes des écosystèmes	Synchronisme plantes-pollinisateurs	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V3
		Cycle / survie hivernal	V2	V3	V3	V2	V3	V3	V2	V3	V3
		Parasites (ex. : tiques) et ravageurs	V2	V3	V3	V2	V3	V3	V2	V3	V3
Agriculture	Production	Productivité végétale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Productivité animale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Besoin en eau	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Besoin en drainage au printemps	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Recharge des bassins d'irrigation	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Agrotourisme	Météo	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station									
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour			
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
	Acériculture	Productivité (journées au-dessus de zéro et nuit en-dessous de zéro)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	Bâtiments historiques (matériaux historiques)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	
		Sites archéologiques	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V3	
		Rive fluviale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	
Santé publique	Morbidité	Maladie de Lyme	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	
	Mortalité	Vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	
		Accident routier	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V3	

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station								
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Milieux de vie	Mobilité des citoyens	Temps de déplacement	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
		Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
	Travailleurs extérieurs	Temps de travail perdu	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
	Récrotourisme et villégiature	Météo	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
		Accès aux berges/inondations	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V3
		Activités de chasse et de pêche	V2	V2	V3	V2	V2	V3	V2	V2	V3
		Attractivité des milieux (attractivité liée aux espèces)	V3	V3	V3	V2	V3	V3	V3	V3	V3
	Confort du milieu de vie	Confort du cadre urbain	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3
		Qualité de l'air	V3	V3	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4

## 5. Conclusion et faits saillants

Ce rapport représentant l'étape 2 - Évaluation des vulnérabilités du diagnostic territorial des vulnérabilités et des risques climatiques de la communauté métropolitaine de Québec est le deuxième rapport d'une série de 4. Il a pour but d'établir les vulnérabilités aux changements climatiques sur la base de l'évaluation de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation des six dimensions d'aménagement du territoire étudiée ainsi que des thématiques et éléments qui les composent.

### 5.1 Faits saillants

Les faits saillants se divisent en quatre parties : les éléments à retenir du climat anticipé, soit les projections climatiques sur le territoire (exposition), la détermination des impacts potentiels, l'évaluation des capacités d'adaptation et finalement l'analyse de la vulnérabilité aux conséquences des changements climatiques qui en résultent pour le territoire de la CMQuébec.

#### 5.1.1 Projections climatiques sur le territoire métropolitain

Les changements climatiques modifieront plusieurs aspects du système climatique sur le territoire de la CMQuébec. À l'aide d'un script R conçu par AECOM, ces changements ont été projetés pour les trois stations météorologiques pour les scénarios de changement climatique RCP 4.5 et RCP 8.5. Les projections climatiques ont été analysées à l'aide des périodes de projection 2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100 et comparées à la période 1981-2010 puisqu'il s'agit de la normale climatique officiellement reconnue par Environnement et Changement climatique Canada. Les résultats ont démontré que les changements prévus sont similaires entre les stations.

##### 5.1.1.1 Tendances climatiques futures

Les variables climatiques ont été divisées en quatre groupes, soit :

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

Pour le RCP 8.5, les projections prévoient une forte augmentation des températures moyennes annuelles jusqu'à près de 5,6 °C pour la période 2071-2100. En effet, les moyennes des température estivales augmenteront de 1,5 à 1,6°C pour la période 2011-2040 jusqu'à près de 5,4°C vers la fin du siècle comparativement à la normale climatique. Le plus grand changement surviendra en hiver où les températures moyennes augmenteront d'environ 1,57°C lors de la période 2011-2040 et jusqu'à plus de 6,4°C lors de la période 2071-2100.

Pour leur part, les précipitation moyennes annuelles augmenteront jusqu'à 12 % à la période 2071-2100 comparativement à la période 1981-2010. À l'échelle saisonnière, les changements les plus notables surviendront en hiver, car les quantités de pluies doubleront lors de la période 2041-2070 et tripleront lors de la période 2071-2100. Il est à noter que les chutes de neige diminueront à l'automne (jusqu'à la moitié) et au printemps (jusqu'au tiers) vers la fin du siècle.

La durée de la période de croissance augmentera jusqu'à 66 % pour la période 2071-2100, ce qui représente environ 60 jours supplémentaires.

Finalement, 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 %.

### 5.1.1.2 Évènements climatiques extrêmes

L'une des plus grandes préoccupations à propos des changements climatiques est l'augmentation prévue de la fréquence des évènements climatiques extrêmes. Dans ce contexte, six types d'évènements extrêmes ont été projetés sur le territoire de la CMQuébec, soit :

- les vagues de chaleur; c'est-à-dire une période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 30°C;
- les vagues de chaleur extrême soit une période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 31°C et ayant des températures minimales de 18°C;
- les vagues de froid désignées comme une période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures maximales sous -10°C et ayant des températures minimales sous -25°C;
- les pluies extrêmes pour des périodes de retour 1:5, 1:50 et 1:100;
- les sécheresses définies comme un évènement pendant lequel il y a eu moins de 0,2 mm de précipitations pendant une période de 10 jours;
- les vents violents soit les vitesses d'un évènement de vents violents (rafales) avec une récurrence de 100 ans.

Pour le RCP 8.5, les projections prédisent que les vagues de chaleur se produiront en moyenne plus d'une fois par année dès l'horizon 2011-240 et même jusqu'à près de six fois par année à la fin du siècle. Pour leur part, les vagues de chaleur extrêmes commenceront déjà à augmenter lors de l'horizon 2011-2040, et ce, jusqu'à quatre fois par année lors de l'horizon 2071-2100. À l'opposé, les vagues de froid diminueront de plus de la moitié lors de l'horizon 2011-2040 et seraient réduites à zéro par la suite. Les résultats des projections démontrent également que les épisodes de précipitations extrêmes pourraient rester similaires entre les périodes historiques et 2011-2040, mais pourraient plus que doubler par la suite. 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. Finalement, les résultats démontrent que les vitesses de vents violents augmenteront d'environ 3 % sur le territoire de la CMQuébec. Toutefois, l'incertitude concernant les probabilités des vents violents est élevée et elles doivent être consultées avec prudence.

### 5.1.2 Impacts potentiels

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. Sur le court terme, soit l'horizon 2011-2040, les 17 éléments d'analyses suivants subissent un impact potentiel total de niveau élevé ou extrême selon le scénario RCP 8.5. Ceux-ci sont énumérés dans le tableau 5-1.

**Tableau 5-1 : Impacts potentiels de niveau élevé ou extrême à court terme (2011-2040)**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)
		Transport routier (réseau routier/routes)
		Ponts (Québec-Lévis et Île-d'Orléans)
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	Humidité (augmentation du niveau d'humidité)
Utilisation de l'eau	Qualité de l'eau	Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées
Milieux naturels	Faune et flore	Arbres ou peuplements en forêt de feuillus
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents)
		Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)
Agriculture	Production	Production animale
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau
		Besoin en eau
		Besoin en drainage au printemps
		Recharge des bassins d'irrigation
Agrotourisme	Météo	
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	Bâtiments historiques (matériaux historiques)
		Sites archéologiques

### 5.1.3 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 par rapport aux thématiques d'analyse du projet. La totalité des résultats moyens pour l'ensemble des composantes de la CMQuébec indiquent une 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. Ces résultats sont présentés au tableau 5-2.

**Tableau 5-2 : Indice moyen de capacités d'adaptation actuelles pour la CMQuébec (2023)**

Dimension de l'étude	Thématique d'analyse	Indice moyen de capacités d'adaptation pour la CMQuébec
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	2
	Approvisionnement en énergie	2
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	2
	Infrastructures vertes et services écosystémiques	2
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau	2
	Qualité de l'eau	3
Milieux naturels	Faune et Flore	2
	Milieux aquatiques et milieux humides	2
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	2
	Cycles et rythmes des écosystèmes	2
Agriculture	Production	2
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	2
	Agrotourisme	2
	Acériculture	2
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	3
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	2
Santé publique	Morbidité	2
	Mortalité	3
Milieux de vie	Mobilité des citoyens	2
	Travailleurs extérieurs	2
	Récréotourisme et villégiature	3
	Qualité du milieu de vie	3

## 5.1.4 Vulnérabilités

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.

Le tableau suivant présente l'ensemble des éléments pour lesquelles une vulnérabilité modérée à élevée (V4) a été évaluée selon le scénario RCP 8.5.

**Tableau 5-3 : Indice de vulnérabilités de niveau moyenne à élevée**

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station									
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour			
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Transport routier (réseau routier/routes)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Transport ferroviaire (rails)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Ponts (Québec-Lévis et Île d'Orléans)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
Besoin pour de la capacité d'accueil		V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station											
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour					
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100			
		(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	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	V4	
		Canopée (réduction de la canopée)	V3	V3	V4	V3	V3	V4	V3	V3	V4	V4	V4	
		Humidité (augmentation du niveau d'humidité)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	
		Service de rétention d'eau	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	V4	
Milieux naturels	Faune et Flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	
		Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	V4	
		Milieux humides (flore)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	V4	
		Diversité/composition des espèces floristiques	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	V4	V4
		Diversité/composition faunique	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V4	V4	V4

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station								
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
	Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	V3	V3	V4	V3	V3	V4	V3	V3	V4
		Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	V3	V3	V4	V3	V3	V3	V3	V3	V4
		Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4
		Stabilité/érosion des côtes (rivières)	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
Agriculture	Production	Productivité végétale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Productivité animale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Besoin en eau	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Besoin en drainage au printemps	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
		Recharge des bassins d'irrigation	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4
	Acériculture	Productivité (journées au-dessus	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Station									
			Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour			
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
		de zéro et nuit en-dessous de zéro)										
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain	Bâtiments historiques (matériaux historiques)	V3	V4	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	
		Rive fluviale	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	
Milieu de vie	Qualité du milieu de vie	Qualité de l'air	V3	V3	V4	V3	V4	V4	V3	V4	V4	

## 6. Prochaines étapes

À l'issue de ce travail, l'étape 3 : Évaluation et appréciation des risques, identifiera le niveau de risques climatiques auxquels la CMQuébec fait face en tenant compte de la probabilité d'occurrence d'un aléa et l'ampleur des conséquences (gravité), et ce, en conformité avec le guide Gestion des risques en sécurité civile (2008) du ministère de la Sécurité publique du Québec. Par la suite, le croisement de ce niveau de risques par aléas climatiques avec la vulnérabilité (résultats de la présente étape) permettra d'identifier le risque climatique et les impacts anticipés des changements climatiques sur les dimensions et thématiques d'analyse de l'étude pour les activités municipales, régionales et métropolitaines.

# Bibliographie

Aktar, N. (2013). Impact of climate change on riverbank erosion. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 7(1), 36-42.

Bastien Y., G. Aussenac et H. Frochot. (2000). Les Changements climatiques : conséquences pour la sylviculture. *Revue forestière française*, 52 (sp), 129-138.

Bergeron Y. et Flannigan M. D. (1995). Predicting the effects of climate change on fire frequency in the southeastern Canadian boreal forest. *Water Air Soil Pollut*, 82, 437–444. <https://doi.org/10.1007/BF01182853>. Cannon, A. J., Jeong, D. I., Zhang, X. et Zwiers, F. W. (2020). 2020 Climate-Resilient Buildings and Core Public Infrastructure, An Assessment of the Impact of Climate Change on Climatic Design Data in Canada. *Environment and Climate Change Canada*.

Cannon, A.J., Jeong, D.I., Zhang, X., Zwiers, F. (2020). *Climate-Resilient Buildings and Core Public Infrastructure 2020: An Assessment of the Impact of Climate Change on Climatic Design Data in Canada*. Environnement et changement climatique Canada. 106 p.

Charbonneau, E., Moreno Prado, J. M., Pellerin, D., Bélanger, G., Côté, H., Bélanger, V., Parent, D., Allard, G., Audet, R. et Chaumont, D. (2013). *Première évaluation de l'impact potentiel des changements climatiques sur la durabilité technico-économique et agroenvironnementale des fermes laitières au Québec*. Ouranos.

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. (2022a, 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).

Groupe CSA. (2019). CSA PLUS 4013 : F19 *Guide technique : Élaboration, interprétation et utilisation de l'information relative à l'intensité, à la durée et à la fréquence (IDF) des chutes de pluie : guide à l'intention des spécialistes canadiens en matière de ressources en eau*. Association Canadienne de normalisation, Mississauga Ontario, 126.

INSPQ. (2020, 1<sup>er</sup> décembre). *Un système d'alerte en santé pour les vagues de froid au Québec*. <https://www.inspq.qc.ca/es/node/25370>

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>

MSP. (2008). *Concepts de base en sécurité civile*. Gouvernement du Québec.

[https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/publications/concepts\\_base/concepts\\_base.pdf](https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/concepts_base.pdf)

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

Swytink-Binnema, N., Clément, M., Côté, H., Paquin, D., Desrosiers, E. et Candille, G. (2023). *Impact des changements climatiques sur le potentiel éolien en Amérique du Nord*. Rapport public, disponible sur [nergica.com/publications](http://nergica.com/publications).

## Références consultées pour déterminer les indices de sensibilité

Abdulla, F. et Farahat, S. (2020). *Impact of Climate Change on the Performance of Wastewater Treatment Plant: Case study Central Irbid WWTP* (Jordan).

Amin, M. S. R., Zareie, A. et Amador-Jiménez, L. E. (2014). Climate change modeling and the weather-related road accidents in Canada. *Transportation research part D: transport and environment*, 32, 171-183.

Bai, Y., Thomas, Ochuodho, O. et Yang, J. (2019). Impact of land use and climate change on water-related ecosystem services in Kentucky, USA. *Ecological indicators*, 102, 51-64.

Bergkamp, G. et Orlando, B. (1999). *Explorer les avenues de la collaboration entre la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran 1971) et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*.

Blouin, S. et Lasserre, F. (2006). Eau potable au Québec dans la vallée du Saint-Laurent : l'impact des changements climatiques. *Québec Studies*, 42, 2007.

Chavaillaz, Y., Roy, P., Partanen, A-I., Da Silva, L., Bresson, É., Mengis, N., Chaumont, D. et Matthews, H D. (2019). Exposure to excessive heat and impacts on labour productivity linked to cumulative CO2 emissions. *Scientific reports*, 9(1), 13711. doi: 10.1038/s41598-019-50047-w.

Chen L. et Ng, E. (2012). Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities*, 29(2), 118-125.

Chinowsky, P. S., Price, J. C. et Neumann, J. E. (2013). Assessment of climate change adaptation costs for the US road network. *Global Environmental Change*, 23(4), 764-773.

Chinowsky, P., Helman, J., Gulati, S., Neumann, J. et Martinich, J. (2019). Impacts of climate change on operation of the US rail network. *Transport Policy*, 75, 183-191.

Coffel E.D., Thompson, T. R. et Horton, R. M. (2017). The impacts of rising temperatures on aircraft takeoff performance. *Climate Change*, 144, 381-388.

Corti, T., Wüest, M., Bresch, D. et Seneviratne, S. I. (2011). Drought-induced building damages from simulations at regional scale. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(12), 3335-3342.

Cruz, A. M. et Krausmann, E. (2013). Vulnerability of the oil and gas sector to climate change and extreme weather events. *Climatic change*, 121(1), 41-53.

Desrosiers, S. (2016, 12 janvier). Qu'est-ce que les grandes marées? *Radio-Canada*.

Dulude, A. M (2016). *Impacts du réchauffement climatique sur le Lac St-Pierre*.

Duvallet, G. (2006). Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques. *Hydroécologie Appliquée*, 15, 87-96.

Erwin, K.L. (2009). Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and management*, 17(1), 71-84.

Forget, E., Drever, R. et Lorenzetti, M. F. (2003). Changements climatiques : impacts sur les forêts québécoises - revue de littérature.

Ghazi, S. et Ip, K. (2014). The effect of weather conditions on the efficiency of PV panels in the southeast of UK  
Ghazi, S., & Ip, K. (2014). *Renewable energy*, 69, 50-59.

Guo, X. et Hendel, M. (2018). Urban water networks as an alternative source for district heating and emergency heat-wave cooling. *Energy*, 145, 79-87.

Gupta, S. P. (2013). Climate Change and its Impact on Monumental and Historical Buildings with Reference to Monuments of Chhattisgarh. *European Chemical Bulletin*, 2(8), 576-579.

Hatvani-Kovacs, G., Belusko, M., Pockett, J. et Boland, J (2016). Assessment of heatwave impacts. *Procedia Engineering*, 169, 316-323.

Hemmati, M., Kornhuber, K. et Kruczkiewicz, A. (2022). Enhanced urban adaptation efforts needed to counter rising extreme rainfall risks. *NPJ Urban Sustainability*, 2(1), 16.

Hewer M. J. et Gough, W. A. (2018). Thirty years of assessing the impacts of climate change on outdoor recreation and tourism in Canada. *Tourism Management Perspectives*, 26, 179-192.

Hollesen, J. (2022). Climate change and the loss of archaeological sites and landscapes: a global perspective. *Antiquity*, 96(390), 1382-1395.

Houle, D., Bouffard, A., Duchesne, L., Logan, T. et Harvey, R. (2012). Projections of future soil temperature and water content for three southern Quebec forested sites. *Journal of Climate*, 25(21), 7690-7701.

Konapala, G., Mishra, A. K., Wada, Y. et Mann, M. E. (2020). Climate change will affect global water availability through compounding changes in seasonal precipitation and evaporation. *Nature communications*, 11(1), 3044.

Lajoie, G., Houle, D. et Blondlot, A. (2016). *Impacts de la sécheresse sur le secteur forestier québécois dans un climat variable et en évolution*. Montréal, Québec : Ouranos.

Lalanne, A. (2022). *Approvisionnement municipal suffisant en eau potable dans un contexte de changements climatiques* [mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke].

Matini, N., Gulzar, S., Underwood, S. et Castorena, C. (2022). Evaluation of structural performance of pavements under extreme events: Flooding and heatwave case studies. *Transportation Research Record*, 2676(7), 233-248.

Molico, M. (2019). *Étudier les impacts économiques des changements climatiques*.

Norton M., Eck, E., Foster, C., Henry, Q. et Lie, T. (2014). *Erosion, Invasive Species, and Climate Change*.

Ouimet, G. (2022, 22 juin). Voici pourquoi il pourrait y avoir de plus en plus de glissements de terrain au Québec. 24 heures.

Palhol, H., Rojat, F., Rucquoi, S. et Barbier, M. G. (2010). Évaluation de l'impact du changement climatique sur l'aléa "mouvement de terrain". *Journées nationales de géotechnique et de géologie de l'ingénieur*, 875-882.

PIEVC. (2021). *PIEVC Catalogue — A Guide for Selecting Climate Risk Assessment Methods, Data, and Supporting Materials*. <https://www.international-climate-initiative.com/PUBLICATION1693-1>.

Rademacher, T. (2023, 23 janvier). *Les effets des changements climatiques sur l'acériculture québécoise*. Producteurs et acéricoles du Québec.

Ramon, D., Allacker, K., De Troyer, F., Wouters, H. et van Lipzig, N. P. (2020). Future heating and cooling degree days for Belgium under a high-end climate change scenario. *Energy and Buildings*, 216, 109935.

Rana, P. et Singh, R. R. (2018). Impact of Rains on Road Transport. *International Journal of Engineering Development and Research*, 6(4), 97-100.

Rohde, R. (2024). *Global temperature report for 2023*. Berkeley Earth.

Ryan, P. C., Stewart, M. G., Spencer, N. et Li, Y. (2016). Probabilistic analysis of climate change impacts on timber power pole networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 78, 513-523.

Salimi, S., Almuktar, S. A. et Scholz, M. (2021). Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. *Journal of Environmental Management*, 286, 112160. Salman, A. M. et Li, Y. (2017). Assessing Climate Change Impact on System Reliability of Power Distribution Systems Subjected to Hurricanes. *Journal of Infrastructure Systems*, 23(1), 04016024.

Sauvion, N. et Van Baaren, J. (2013). *Impacts des changements climatiques sur les interactions insectes-plantes*. France : Editions Quae & IRD Éditions, 389-742.

Schneider, P., Lämmel, A., Schmitt, A., Nam, N. P., et Anh, L. H. (2017). Current and future solid waste management system in Northern Viet Nam with focus on Ha Noi: climate change effects and landfill management. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19, 1106-1116.

Scholten, A. et Rothstein, B. (2016). *Navigation on the Danube: limitations by low water levels and their impacts*. Publications Office of the European Union.

Serra-Witting, C., Baralla, S., Bravo Dominguez, I., Drastig, K., Ghinassi, G., Guillot, S., Nagy, A., Nagy, V., Zornitsa Popova, Z. et Topçu, S. (2020). Adaptation de l'irrigation au changement climatique dans l'Union européenne : les actions engagées par les États membres pour économiser l'eau. *Sciences Eaux & Territoires pour tous*, (4), 8-17.

Serret, E. P. (2022, 22 septembre). L'érosion côtière en Gaspésie : « L'adaptation, chez nous, c'est maintenant » *Radio-Canada*.

Sesana, E., Gagnon, A. S., Ciantelli, C., Cassar, J. et Hughes, J. J. (2021). Climate change impacts on cultural heritage: A literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(4), e710.

Shields, A. (2019, 2 novembre). Le Saint-Laurent souffre déjà du réchauffement climatique. *Le Devoir*.

Sickini-Joly, B. (2023, 19 janvier). Les changements climatiques préoccupent les acériculteurs du Témiscamingue. *Radio-Canada*.

Szymczak, S., Backendorf, F., Bott, F., Fricke, K., Junghänel, T. et Walawender, E. (2022). Impacts of heavy and persistent precipitation on railroad infrastructure in July 2021: a case study from the Ahr Valley, Rhineland-Palatinate, Germany. *Atmosphere*, 13, 1118. <https://doi.org/10.3390/atmos13071118>.

Tarte, D. (2016). Les friches, ces écosystèmes sous-estimés. *Urbanité*, 33-34.

Valarezo, W.O., Lynch, F. T. et McGhee, R. J. (2012). Aerodynamic performance effects due to small leading-edge ice (roughness) on wings and tails. *Journal of Aircraft*, 30(6). <https://doi.org/10.2514/3.46420>.

Warren, F. J. L. et Stanley, D. (2015). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation : synthèse/[principaux auteurs : Fiona J. Warren et Donald S. Lemmen]*. NRCan : Natural Resources Canada.

Whitehead, P. G., Wilby, R. L., Battarbee, R. W., Kernan, M. et Wade, A. J. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological sciences journal*, 54(1), 101-123.

Wu, W. Y., Lo, M. H., Wada, Y., Famiglietti, J. S., Reager, J. T., Yeh, P. J. F., Ducharme, A. et Yang, Z. L. (2020). Divergent effects of climate change on future groundwater availability in key mid-latitude aquifers. *Nature communications*, 11(1), 3710.

Xenopoulos, M. A., Lodge, D. M., Alcamo, J., Märker, M., Schulze, K. et Van Vuuren, D. P. (2005). Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global change biology*, 11(10), 1557-1564.

#### Sites Internet

ACPSER. (2020). *Impact of Weather Conditions*. <https://carsp.ca/en/>.

Alberti-Dufort, A., Bourduas Crouhen, V., Demers-Bouffard, D., Hennigs, R., Legault, S., Cunningham, J., Larrivée, C. et Ouranos. (2022). Québec; Chapitre 2. Dans *Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les Perspectives régionales*, (éd.) Warren, F. J., Lulham, N., Dupuis D. L. et Lemmen, D. S.; Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). <https://changingclimate.ca/regional-perspectives/fr/chapitre/2-0/>.

Andrey, J., Mills, B., Leahy, M. et Suggett, J. (2003). Weather as a Chronic Hazard for Road Transportation in Canadian Cities. *Natural Hazards*, 28, 319-343.

Atlas climatique du Canada. (s.d.). *Le changement climatique et les villes du Canada*. <https://atlasclimatique.ca/>

Barrow, E., Bleau, N., Booker, J., Livingston, T., Matthes, L., O'Sullivan, S., Patt, A. et Tyler, K. (s.d.). *Pavement and extreme temperatures in the city of Toronto*. Climate Data. <https://climatedata.ca/case-study/pavement-and-extreme-temperatures-in-the-city-of-toronto/>.

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2019). *Weather – High winds*. [https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/weather/high\\_winds.pdf](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/weather/high_winds.pdf).

CRAAQ. (s.d.). Atlas agroclimatique. [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca).

Energy Advocate. (2001). *Windmill Efficiency*. <http://www.energyadvocate.com/fw91.htm>.

Gouvernement du Canada. (2022b). *Changes to water quantity : drivers and impacts*. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/environmental-indicators/changes-water-quantity-drivers-impacts.html>.

Gouvernement du Canada. (2022c). Ice navigation in canadian waters. <https://www.ccg-gcc.gc.ca/publications/icebreaking-deglacage/ice-navigation-glaces/page05-eng.html>.

Insurance Marine News. (2021). *Container ship accident at Port of New Orleans caused by extreme winds, says NTSB*. <https://insurancemarinenews.com/insurance-marine-news/container-ship-accident-at-port-of-new-orleans-caused-by-extreme-winds-says-ntsb/#:~:text=An%20investigation%20by%20the%20US%20National%20Transportation%20Safety,Brief%20%28MAB%29%201%2F18%2C%20released%20on%20Thursday%20September%2016th>.

Mon climat, ma santé. (s.d.). INSP. [www.monclimatmasante.gc.ca](http://www.monclimatmasante.gc.ca).

OBV de la Capitale. (s.d.). *Section 1 : Qualité de l'eau*. <https://www.obvcapitale.org/plan-directeur-eau/plan-daction/section-1-qualite-de-leau/>.

Reeves, A. (2019). *Les espèces envahissantes au Canada : animaux*. L'Encyclopédie Canadienne. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/invasive-species-in-canada-animals>.

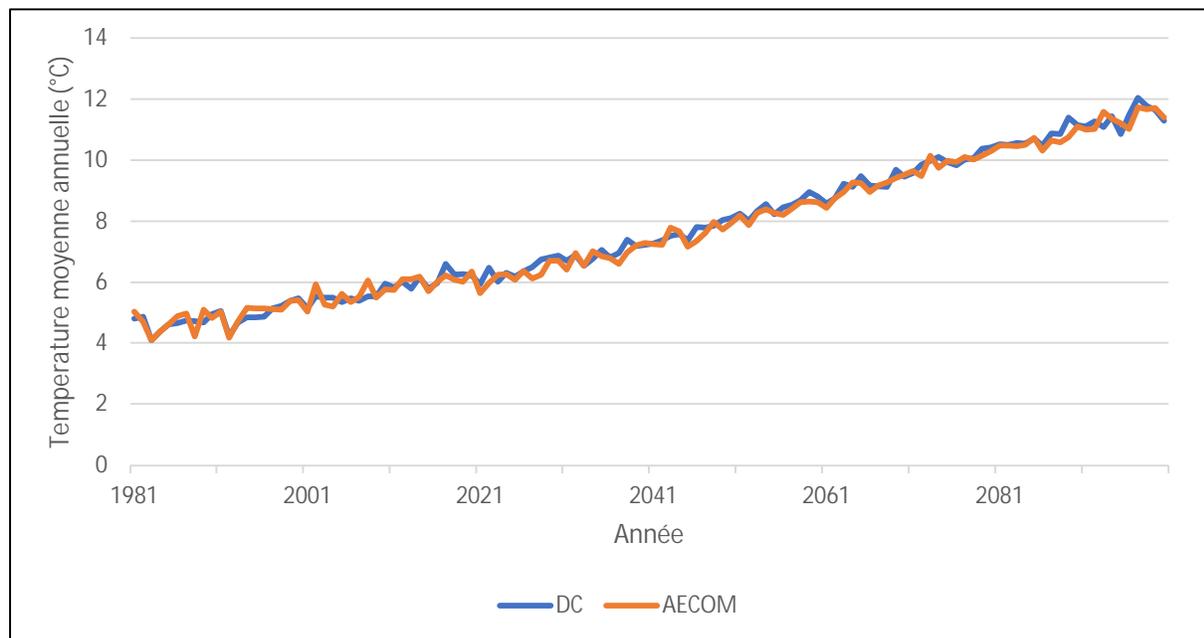
RWDI. (2021). *Bridge Aerodynamic*. <https://rwdi.com/assets/factsheets/Bridge-Aerodynamics.pdf>.

US. Department of transportation. (2015). *Gravel roads: Construction & maintenance guide*. <https://www.fhwa.dot.gov/construction/pubs/ots15002.pdf>.

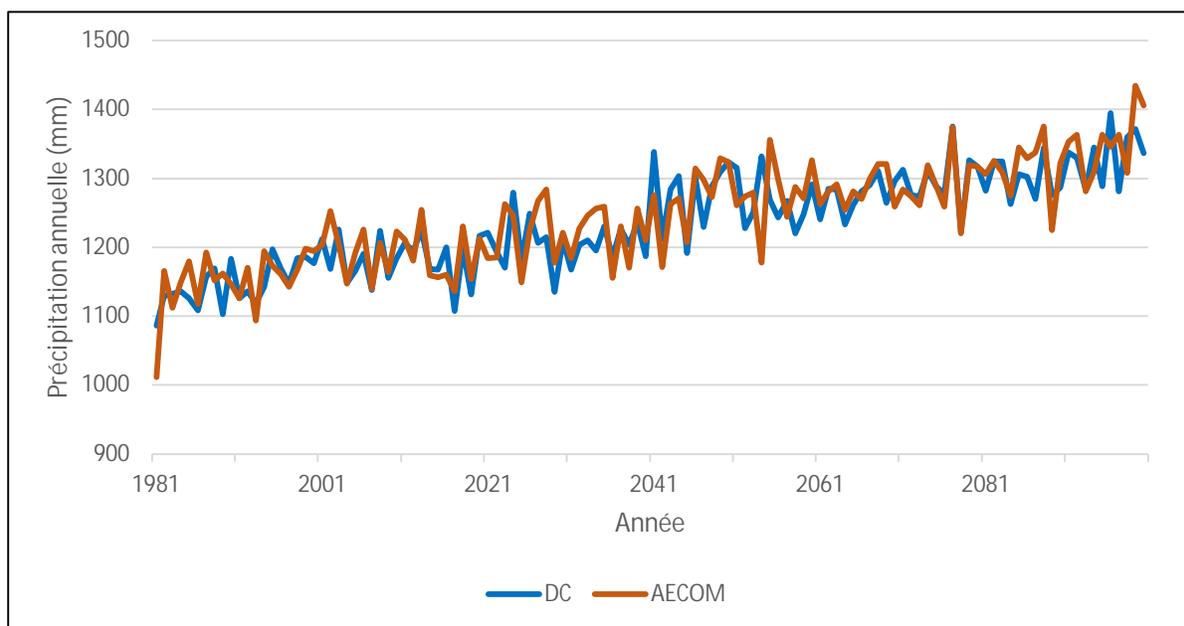
World meteorological organization. (s.d.). [https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/Products\\_and\\_services/Extreme\\_maritime\\_weather](https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/Products_and_services/Extreme_maritime_weather).

# **Annexe A : Fiabilité du script R utilisé pour les projections**

Tel que décrit à section 1.6.3.1, un script R a été développé par les experts d'AECOM pour réaliser des projections climatiques adaptées aux besoins particuliers de ce projet (seuils, horizons, etc.). Les Figures A1 et A-2 présentent des exemples de comparaison entre les projections du script R d'AECOM et celles retrouvées sur le site Internet Données climatiques du gouvernement canadien.



**Figure A-1 :** Comparaison des projections des températures du script R d'AECOM et celles de Données climatiques de 1981 jusqu'à 2100 pour la station météorologique Jean-Lesage



**Figure A-2 :** Comparaison des projections des précipitations du script R d'AECOM et celles de Données climatiques de 1981 jusqu'à 2100 pour la station météorologique Jean-Lesage

Une analyse de comparaison entre les résultats du script R et ceux de Données climatiques démontrent une variation au maximum de 3 % pour les températures et les précipitations pour l'ensemble des stations, démontrant ainsi la fiabilité du script R (tableaux A-1 et A-2).

**Tableau A-1 : Comparaison des projections des températures (°C) du script R et ceux de Données climatiques (DC) pour les trois stations**

	Horizon								
	2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	DC	AECOM	Variation	DC	AECOM	Variation	DC	AECOM	Variation
Jean-Lesage	6,48	6,38	2 %	8,44	8,33	1 %	10,72	10,63	1 %
Île d'Orléans	6,14	6,20	1 %	8,09	8,16	1 %	10,37	10,47	1 %
Beauséjour	6,17	6,23	1 %	8,11	8,18	1 %	10,38	10,47	1 %

**Tableau A-2 : Comparaison des projections des précipitations (mm) du script R et ceux de Données climatiques (DC) pour les trois stations**

	Horizon								
	2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	DC	AECOM	Variation	DC	AECOM	Variation	DC	AECOM	Variation
Jean-Lesage	1197,30	1208,29	1 %	1272,96	1277,96	0 %	1309,60	1319,8	1 %
Île d'Orléans	1213,03	1199,00	1 %	1289,03	1270,08	1 %	1326,67	1310,56	1 %
Beauséjour	1152,83	1186,19	3 %	1222,80	1253,67	3 %	1257,23	1292,70	3 %

# **Annexe B : Courbes IDF projetées aux stations météorologiques pour le RCP 8.5**

## B.1 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Jean-Lesage

**Tableau B-1 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2011-2040 à la station météorologique de Jean-Lesage**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	106,6	138,6	159,9	186,8	206,8	226,5
10 min	75,0	95,5	109,2	126,3	139,1	151,7
15 min	59,2	75,3	86,0	99,7	109,7	119,7
30 min	37,4	49,5	57,5	67,7	75,1	82,6
1 heure	23,0	31,3	36,9	43,9	49,0	54,3
2 heures	14,1	19,0	22,4	26,5	29,6	32,6
6 heures	6,8	8,6	9,8	11,4	12,6	13,8
12 heures	4,1	5,2	5,9	6,8	7,4	8,1
24 heures	2,5	3,1	3,5	4,0	4,4	4,7

**Tableau B-2 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2041-2071 à la station météorologique de Jean-Lesage**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	121,6	158,3	182,6	213,2	236,0	258,6
10 min	85,6	109,0	124,6	144,2	158,8	173,2
15 min	67,5	86,0	98,2	113,8	125,2	136,6
30 min	42,7	56,5	65,7	77,3	85,7	94,3
1 heure	26,3	35,8	42,1	50,1	56,0	61,9
2 heures	16,1	21,7	25,5	30,3	33,8	37,3
6 heures	7,7	9,8	11,2	13,0	14,3	15,7
12 heures	4,7	6,0	6,7	7,7	8,5	9,2
24 heures	2,9	3,5	4,0	4,6	5,0	5,4

**Tableau B-3 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2071-2100 à la station météorologique de Jean-Lesage**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	142,1	185,0	213,4	249,2	275,8	302,2
10 min	100,0	127,4	145,6	168,5	185,5	202,4
15 min	78,9	100,5	114,8	133,0	146,4	159,6
30 min	50,0	66,0	76,7	90,3	100,2	110,2
1 heure	30,7	41,8	49,2	58,5	65,4	72,4
2 heures	18,8	25,3	29,9	35,4	39,5	43,5
6 heures	9,0	11,5	13,1	15,1	16,7	18,3
12 heures	5,5	7,0	7,9	9,0	9,9	10,8
24 heures	3,3	4,1	4,7	5,4	5,8	6,3

## B.2 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Beauséjour

**Tableau B-4 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2011-2040 à la station météorologique de Beauséjour**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	90,8	122,8	143,1	167,6	185,3	202,3
10 min	68,9	93,5	109,1	128,4	142,4	156,2
15 min	55,4	75,8	89,5	107,1	120,5	134,1
30 min	37,5	50,2	58,6	69,4	77,7	86,3
1 heure	24,2	31,8	36,7	42,9	47,5	52,4
2 heures	15,0	19,5	22,5	26,4	29,4	32,6
6 heures	7,0	9,0	10,2	11,7	12,7	13,7
12 heures	4,2	5,3	5,9	6,7	7,2	7,7
24 heures	2,5	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4

**Tableau B-5 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2041-2071 à la station météorologique de Beauséjour**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	103,6	140,1	163,2	191,3	211,4	230,8
10 min	78,6	106,6	124,5	146,5	162,5	178,2
15 min	63,3	86,5	102,1	122,2	137,5	153,0
30 min	42,8	57,3	66,8	79,2	88,6	98,5
1 heure	27,6	36,2	41,8	48,9	54,2	59,8
2 heures	17,2	22,3	25,7	30,1	33,6	37,2
6 heures	8,0	10,3	11,7	13,3	14,5	15,6
12 heures	4,8	6,0	6,8	7,6	8,2	8,8
24 heures	2,8	3,5	3,9	4,4	4,7	5,0

**Tableau B-6 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2071-2100 à la station météorologique de Beauséjour**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	120,9	163,7	190,6	223,4	246,9	269,6
10 min	91,8	124,6	145,4	171,1	189,8	208,1
15 min	73,9	101,1	119,3	142,7	160,5	178,7
30 min	50,0	66,9	78,1	92,4	103,5	115,0
1 heure	32,3	42,3	48,8	57,1	63,4	69,8
2 heures	20,0	26,0	30,0	35,2	39,2	43,4
6 heures	9,4	12,0	13,6	15,6	16,9	18,3
12 heures	5,6	7,0	7,9	8,9	9,6	10,3
24 heures	3,3	4,1	4,6	5,1	5,5	5,8

## B.3 Courbes IDF projetées à la station météorologique de L'Île d'Orléans

**Tableau B-7 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2011-2040 à la station météorologique de L'Île d'Orléans**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	89,6	117,1	134,3	155,4	170,8	186,2
10 min	66,6	87,6	101,1	118,2	131,2	144,6
15 min	53,6	71,3	83,5	99,9	112,9	126,9
30 min	36,4	48,6	56,9	68,2	77,4	87,6
1 heure	23,2	31,1	36,4	43,4	48,8	54,5
2 heures	14,3	18,5	21,6	26,0	29,7	33,9
6 heures	6,8	8,7	10,0	11,7	12,9	14,2
12 heures	4,3	5,4	6,1	7,0	7,8	8,5
24 heures	2,6	3,2	3,5	3,9	4,2	4,4

**Tableau B-8 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2041-2071 à la station météorologique de L'Île d'Orléans**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	102,3	133,6	153,3	177,3	194,9	212,5
10 min	76,0	100,0	115,4	134,9	149,8	165,1
15 min	61,2	81,3	95,3	114,0	128,9	144,9
30 min	41,6	55,5	65,0	77,8	88,3	100,0
1 heure	26,5	35,5	41,5	49,5	55,7	62,2
2 heures	16,3	21,1	24,6	29,6	33,9	38,7
6 heures	7,8	10,0	11,4	13,3	14,7	16,2
12 heures	4,9	6,1	7,0	8,0	8,9	9,7
24 heures	3,0	3,6	4,0	4,4	4,7	5,0

**Tableau B-9 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 8.5 pour la période 2071-2100 à la station météorologique de L'Île d'Orléans**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	119,6	156,2	179,2	207,3	227,9	248,4
10 min	88,9	116,9	134,9	157,8	175,1	193,0
15 min	71,5	95,1	111,4	133,2	150,7	169,4
30 min	48,6	64,9	76,0	91,0	103,3	116,9
1 heure	31,0	41,5	48,6	57,9	65,1	72,7
2 heures	19,0	24,7	28,8	34,7	39,7	45,3
6 heures	9,1	11,6	13,4	15,5	17,2	18,9
12 heures	5,7	7,2	8,1	9,4	10,4	11,4
24 heures	3,5	4,3	4,7	5,2	5,6	5,9

# **Annexe C : Sensibilité des thématiques d'analyse**

**Tableau C-1 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Infrastructures d'intérêt métropolitain »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Transport maritime (quai, administration portuaire)	Variables climatiques reliées à la température	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Transport routier (réseau routier/routes)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Transport ferroviaire (rails)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Réseau cyclable	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5
	Ponts (Québec-Lévis et Île d'Orléans)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Approvisionnement en énergie	Consommation énergétique (été/hiver)	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Parc éolien	Variables climatiques reliées à la température	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Parc solaire	Variables climatiques reliées à la température	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Transport d'électricité / Pylônes et stations de distribution	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Besoin pour de la capacité d'accueil (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Fonctionnalité des centres de traitement des matières résiduelles (lieu d'enfouissement technique)	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Demande pour l'utilisation des parcs, piscines extérieures et jeux d'eau	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Infrastructures vertes et services écosystémiques	Milieux humides	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Milieux boisés	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	2
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Cours d'eau	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Milieux de friches	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	3
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Canopée (réduction de la canopée)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Humidité (augmentation du niveau d'humidité)	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Captation carbone	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Service de rétention d'eau	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	3
	Indice de qualité du milieu	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

Les tableaux ci-dessous présentent seulement les groupes de variables climatiques utilisés. Le lecteur est prié de consulter le fichier Excel de mise en relation automatisée des données pour connaître l'ensemble des indicateurs considérés.

**Tableau C-2 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Utilisation de l'eau »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Disponibilité de l'eau	Demande en eau potable	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles) - Taux d'utilisation versus capacité du cours d'eau	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	3
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Capacité de recharge des aquifères	Variables climatiques reliées à la température	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	2
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5
	Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

**Tableau C-3 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Milieux naturels »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Faune et Flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	3
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	3
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	2
	Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	2
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	3
	Milieux humides (flore)	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
			Variables climatiques reliées à la température

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Diversité/composition des espèces floristiques	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE FROID, GEL ET DÉGEL	4
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX VENTS	1
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS ABONDANTES	1
	Espèces envahissantes (faune et flore)	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES À LA TEMPÉRATURE	5
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES	1
		VARIABLES CLIMATIQUES DE FROID, GEL ET DÉGEL	4
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX VENTS	1
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS ABONDANTES	1
	Diversité/composition faunique	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES À LA TEMPÉRATURE	4
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE FROID, GEL ET DÉGEL	4
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX VENTS	1
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS ABONDANTES	1
	Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES À LA TEMPÉRATURE
VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS			4
VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES			4

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	3
	Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	3
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité	
	Stabilité/érosion des côtes (rivières)	Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4	
		Variables climatiques reliées à la température	5	
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5	
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4	
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4	
		Variables climatiques reliées aux vents	1	
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4	
	Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)	Variables climatiques reliées à la température	3	
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3	
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	3	
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1	
		Variables climatiques reliées aux vents	1	
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1	
	Cycles et rythmes des écosystèmes	Synchronisme plantes-pollinisateurs	Variables climatiques reliées à la température	4
			Variables climatiques reliées aux précipitations	1
Variables climatiques de chaleur extrêmes			1	
Variables climatiques de froid, gel et dégel			4	
Variables climatiques reliées aux vents			1	
Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes			1	
Cycle / survie hivernal		Variables climatiques reliées à la température	4	

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Parasites (ex. : tiques) et ravageurs	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

**Tableau C-4 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Agriculture »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Production	Productivité végétale	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES À LA TEMPÉRATURE	5
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS	5
		VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES	5
		VARIABLES CLIMATIQUES DE FROID, GEL ET DÉGEL	5
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX VENTS	4
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS ABONDANTES	4
	Productivité animale	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES À LA TEMPÉRATURE	5
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS	3
		VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE FROID, GEL ET DÉGEL	4
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX VENTS	1
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS ABONDANTES	1
Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau	VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES À LA TEMPÉRATURE	5
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE CHALEUR EXTRÊMES	4
		VARIABLES CLIMATIQUES DE FROID, GEL ET DÉGEL	3
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX VENTS	1
		VARIABLES CLIMATIQUES RELIÉES AUX PRÉCIPITATIONS ABONDANTES	3

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Besoins en eau	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Besoins en drainage au printemps	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Recharge des bassins d'irrigation	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	3
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Agrotourisme	Météo	Variables climatiques reliées à la température	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
Acériculture	Productivité (journées au-dessus de zéro et nuit en-dessous de zéro)	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

**Tableau C-5 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Patrimoine bâti et paysage »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	Bâtiments historiques (matériaux historiques)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Sites archéologiques	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal	Variables climatiques reliées à la température
Variables climatiques reliées aux précipitations			4
Variables climatiques de chaleur extrêmes			1
Variables climatiques de froid, gel et dégel			1
Variables climatiques reliées aux vents			1
Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes			1

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Rive fluviale	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4

**Tableau C-6 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Santé publique »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Morbidité	Maladie de Lyme	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
Mortalité	Vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation	Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1

**Tableau C-7 : Sensibilité des thématiques d'analyse pour la dimension « Milieux de vie »**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Mobilité des citoyens	Accident routier	Variables climatiques reliées à la température	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	2
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	3
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Temps de déplacement	Variables climatiques reliées à la température	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
Accès sécuritaires aux infrastructures de transport en commun et transport actif	Variables climatiques reliées à la température	2	
	Variables climatiques reliées aux précipitations	3	
	Variables climatiques de chaleur extrêmes	2	
	Variables climatiques de froid, gel et dégel	1	
	Variables climatiques reliées aux vents	1	
	Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1	

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
Travailleurs extérieurs	Temps de travail perdu	Variables climatiques reliées à la température	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations	1
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	3
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
Récrotourisme et villégiature	Météo	Variables climatiques reliées à la température	3
		Variables climatiques reliées aux précipitations	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	3
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Accès aux berges/inondations	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	1
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4
		Variables climatiques reliées à la température	4

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
	Activités de chasse et de pêche	Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	1
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Attractivité des milieux (attractivité liée aux espèces)	Variables climatiques reliées à la température	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations	4
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	4
		Variables climatiques reliées aux vents	1
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	1
	Qualité du milieu de vie	Confort du cadre urbain	Variables climatiques reliées à la température
Variables climatiques reliées aux précipitations			4
Variables climatiques de chaleur extrêmes			5
Variables climatiques de froid, gel et dégel			1
Variables climatiques reliées aux vents			3
Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes			5
Qualité de l'air		Variables climatiques reliées à la température	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	5

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques utilisés	Indices de sensibilité
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	4
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	3
		Variables climatiques reliées aux vents	4
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	4

# **Annexe D : Impact potentiel des thématiques d'analyse**

**Tableau D-1 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Infrastructures d'intérêt métropolitain » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Transport	Transport aérien (aéroport de Québec)	Variables climatiques reliées à la température	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Transport maritime (quai, administration portuaire)	Variables climatiques reliées à la température	3	4	5	3	4	5	3	4	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Transport routier (réseau routier/routes)	Variables climatiques reliées à la température	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Transport ferroviaire (rails)	Variables climatiques reliées à la température	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Réseau cyclable	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Ponts (Québec-Lévis et Île d'Orléans)	Variables climatiques reliées à la température	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Approvisionnement en énergie	Consommation énergétique (été/hiver)	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Parc éolien	Variables climatiques reliées à la température	3	4	5	3	4	5	3	4	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
Variables climatiques reliées aux vents		10	10	10	10	10	10	10	10	10	

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Parc solaire	Variables climatiques reliées à la température	3	4	5	3	4	5	3	4	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Transport d'électricité / Pylônes et stations de distribution	Variables climatiques reliées à la température	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Infrastructures de rayonnement métropolitain	Intégrité des bâtiments (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Besoin pour de la capacité d'accueil (hôpitaux, bâtiments de santé et sécurité publique, bâtiments climatisés/refuges thermiques, centres de réfugiés)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
Variables climatiques reliées aux vents		6	6	6	6	6	6	6	6	6	

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Intégrité des prises d'eau et usines de traitement des eaux	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Fonctionnalité des centres de traitement des matières résiduelles (lieu d'enfouissement technique)	Variables climatiques reliées à la température	9	12	15	9	12	15	9	12	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
	Demande pour l'utilisation des parcs, piscines extérieures et jeux d'eau	Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Infrastructures vertes et services écosystémiques	Milieux humides	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	15	10	15	10	10	15	15	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Milieux boisés	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	9	6	9	6	6	9	9	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Cours d'eau	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Milieux de friches	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	8	12	8	8	12	12	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	6	6	9	6	6	6	6	6	9
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Canopée (réduction de la canopée)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	8	12	8	12	12	12	12	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	12	12	8	12	12	8	12	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Humidité (augmentation du niveau d'humidité)	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	12	12	8	12	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Captation carbone	Variables climatiques reliées à la température	9	12	15	9	12	15	9	12	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Service de rétention d'eau	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Indice de qualité du milieu	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tableau D-2 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Utilisation de l'eau » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Disponibilité de l'eau	Demande en eau potable	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Disponibilité de l'eau potable (réserves naturelles) - Taux d'utilisation versus capacité du cours d'eau	Variables climatiques reliées à la température	9	12	15	9	12	15	9	12	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Capacité de recharge des aquifères	Variables climatiques reliées à la température	6	8	10	6	8	10	6	8	10
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Qualité de l'eau	Propriétés de l'eau à traiter	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tableau D-3 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Milieux naturels » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Faune et Flore	Arbres ou peuplements en forêt boréale	Variables climatiques reliées à la température	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux vents	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Arbres ou peuplements en forêt de feuillus	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	12	12	8	12	12	8	12	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Milieux humides (flore)	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	20	20	12	20	20	12	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Diversité/composition des espèces floristiques	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	20	20	12	20	20	12	20	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Espèces envahissantes (faune et flore)	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	20	20	12	20	20	12	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Diversité/composition faunique	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	20	20	12	20	20	12	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Milieux aquatiques et milieux humides	Assèchement (milieux isolés et milieux humides)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Stabilité/érosion des berges (milieux riverains)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20	
	Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12	
	Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12	
	Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Qualité de l'eau (réchauffement des eaux, acidification, prolifération d'algues)	Variables climatiques reliées à la température	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	Variables climatiques reliées aux précipitations	9	15	15	9	15	15	9	15	15	
	Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3	
	Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Milieux côtiers et estuaire fluvial	Niveau d'eau (et impacts conséquents)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Stabilité/érosion des côtes (rivières)	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	15	15	10	15	15	10	15	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Front salin (déplacement du front salin dû à la modification des régimes hydrologiques)	Variables climatiques reliées à la température	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	9	15	15	9	15	15	9	15	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Synchronisme plantes-pollinisateurs	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Cycles et rythmes des écosystèmes		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Cycle / survie hivernal	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	20	20	12	20	20	12	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beauséjour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
	Parasites (ex. : tiques) et ravageurs	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tableau D-4 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Agriculture » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Production	Productivité végétale	Variables climatiques reliées à la température	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques reliées aux vents	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Productivité animale	Variables climatiques reliées à la température	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)	Propriétés des rejets d'eau	Variables climatiques reliées à la température	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux vents	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Besoins en eau	Variables climatiques reliées à la température	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées aux vents	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Besoin en drainage au printemps	Variables climatiques reliées à la température	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées aux vents	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Recharge des bassins d'irrigation	Variables climatiques reliées à la température	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques reliées aux vents	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Agrotourisme	Météo	Variables climatiques reliées à la température	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Variables climatiques reliées aux précipitations	9	6	9	6	6	9	9	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Acériculture	Productivité (journées au-dessus de zéro et nuit en-dessous de zéro)	Variables climatiques reliées à la température	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	20	20	12	20	20	12	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12
		Variables climatiques reliées aux vents	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tableau D-5 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Patrimoine bâti et paysage » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques)	Bâtiments historiques (matériaux historiques)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	8	8	12	8	8	8	8	8	12
		Variables climatiques reliées aux vents	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Sites archéologiques	Variables climatiques reliées à la température	9	12	15	9	12	15	9	12	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, agricole et bâti)	Patrimoine hivernal	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Rive fluviale	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	10	15	10	10	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20

**Tableau D-6 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Santé publique » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Morbidité	Maladie de Lyme	Variables climatiques reliées à la température	9	12	15	9	12	15	9	12	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mortalité	Vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orléans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tableau D-7 : Impacts potentiels des thématiques d'analyse pour la dimension « Milieux de vie » pour les trois horizons**

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orleans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Mobilité des citoyens	Accident routier	Variables climatiques reliées à la température	3	4	5	3	4	5	3	4	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	6	6	9	6	6	6	6	6	9
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Temps de déplacement	Variables climatiques reliées à la température	3	4	5	3	4	5	3	4	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orleans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Accès sécuritaire aux infrastructures de transport en commun et transport actif		Variables climatiques reliées à la température	6	8	10	6	8	10	6	8	10
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Travailleurs extérieurs	Temps de travail perdu	Variables climatiques reliées à la température	3	4	5	3	4	5	3	4	5
		Variables climatiques reliées aux précipitations	2	2	3	2	2	3	2	2	3
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orleans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Récrotourisme et villégiature	Météo	Variables climatiques reliées à la température	9	12	15	9	12	15	9	12	15
		Variables climatiques reliées aux précipitations	6	6	9	6	6	9	6	6	9
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Accès aux berges/inondations	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	8	12	8	8	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orleans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Activités de chasse et de pêche	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	8	12	8	12	12	12	12	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Attractivité des milieux (attractivité liée aux espèces)	Variables climatiques reliées à la température	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux précipitations	12	8	12	8	12	12	12	12	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	12	16	20	12	16	20	12	16	20
		Variables climatiques reliées aux vents	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orleans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Confort du milieu de vie	Confort du cadre urbain	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	8	8	12	8	12	12	8	12	12
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	2	2	3	2	2	2	2	2	3
		Variables climatiques reliées aux vents	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Qualité de l'air	Variables climatiques reliées à la température	15	20	25	15	20	25	15	20	25
		Variables climatiques reliées aux précipitations	10	10	15	10	15	15	10	15	15
		Variables climatiques de chaleur extrêmes	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Variables climatiques de froid, gel et dégel	6	9	9	6	9	9	6	9	9
Variables climatiques reliées aux vents		8	8	8	8	8	8	8	8	8	

Thématiques d'analyse	Éléments analysés	Groupes de variables climatiques	Jean-Lesage			Île d'Orleans			Beausejour		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
		Variables climatiques reliées aux précipitations abondantes	20	20	20	20	20	20	20	20	20

# Annexe E : Sondage sur les capacités d'adaptation

# SONDAGE SUR LES CAPACITÉS D'ADAPTATION

## Auprès des partenaires de la CMQuébec

Dans le cadre du projet PIACC et à la suite de l'atelier 2, vous êtes invités.ées à remplir le sondage suivant ayant pour but d'évaluer les capacités d'adaptation actuelles sur le territoire de la CMQuébec.

### Section 1 : Questions d'ordre général

Questions	Réponses
1. Quelle entité administrative représentez-vous ?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agglomération de Québec</li><li>• MRC de La Côte-de-Beaupré</li><li>• MRC de La Jacques-Cartier</li><li>• MRC de L'Île-d'Orléans</li><li>• Ville de Lévis</li><li>• Non applicable</li></ul>
2. Quelle ville représentez-vous ?	<p>Si a répondu MRC de La Côte-de-Beaupré :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Beaupré</li><li>• Boischatel</li><li>• Château-Richer</li><li>• L'Ange-Gardien</li><li>• Sainte-Anne-de-Beaupré</li><li>• Saint-Ferréol-les-Neiges</li><li>• Saint-Joachim</li><li>• Saint-Tite-des-Caps</li><li>• Saint-Louis-de-Gonzague-du-Cap-Tourmente</li><li>• Je représente l'entité administrative</li></ul> <p>Si a répondu MRC de La Jacques-Cartier :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fossambault-sur-le-Lac</li><li>• Lac-Beauport</li><li>• Lac-Delage</li><li>• Lac-Saint-Joseph</li><li>• Sainte-Brigitte-de-Laval</li></ul>

Questions	Réponses
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier</li> <li>• Saint-Gabriel-de-Valcartier</li> <li>• Shannon</li> <li>• Stoneham-et-Tewkesbury</li> <li>• Je représente l'entité administrative</li> </ul> <p>Si a répondu MRC de L'Île-d'Orléans :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sainte-Famille</li> <li>• Sainte-Pétronille</li> <li>• Saint-François-de-l'Île-d'Orléans</li> <li>• Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans</li> <li>• Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans</li> <li>• Saint-Pierre-de-l'Île-d'Orléans</li> <li>• Je représente l'entité administrative</li> </ul> <p>Si a répondu Agglomération de Québec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Québec</li> <li>• L'Ancienne-Lorette</li> <li>• Saint-Augustin-de-Desmaures</li> </ul> <p>Si a répondu Ville de Lévis : Passer à la question 3 Si a répondu non applicable : Passer à la question 4</p>
<p>3. Quel est votre rôle au sein de votre ville ou entité administrative ?</p>	<p>Question ouverte. Passer à la section 2</p>
<p>4. Quelle organisation représentez-vous et quel est votre rôle ?</p>	<p>Question ouverte. Passer à la section 6</p>

## Section 2 : Information, sensibilisation et connaissance sur les questions liées aux changements climatiques

Votre accès aux ressources peut se situer sur une échelle de 1 à 5 :

1	Accès nul	Aucun accès
2	Accès insuffisant	Accès présent, mais ne répondant pas du tout au besoin (limité, périmé, hors d'usage, inactif, etc.)
3	Accès partiel	Accès présent, mais ne répondant qu'en partie au besoin (incomplet, informel, angles morts, peu connu, volontaire, etc.)
4	Accès suffisant	Accès présent et répondant au besoin
5	Accès très suffisant	Accès présent et répondant au-delà du besoin

Sur une échelle de 1 (accès nul) à 5 (accès très suffisant), évaluez l'accès que vous avez (ou des acteurs de votre entité administrative) aux ressources nécessaires.

	1 (Accès nul)	2 (Accès insuffisant)	3 (Accès partiel)	4 (Accès suffisant)	5 (Accès très suffisant)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Information relative aux changements climatiques et à leurs impacts potentiels sur votre territoire.						
Décideurs sensibilisés et possédant un bon degré d'information par rapport aux changements climatiques, leurs impacts potentiels et les possibles options d'adaptation.						
Employés sensibilisés et possédant un bon degré d'information par rapport aux changements climatiques, leurs impacts potentiels et les possibles options d'adaptation.						
Formations pour les employés autour de la question des changements climatiques ou la gestion des risques liés à l'évolution du climat.						
Actions d'information ou sensibilisation des citoyens autour des effets des changements climatiques et des possibles options d'adaptation.						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

### Section 3 : Acteurs et gouvernance

Sur une échelle de 1 (accès nul) à 5 (accès très suffisant), évaluez l'accès que vous avez (ou des acteurs de votre ville ou entité administrative) aux ressources nécessaires.

	1 (Accès nul)	2 (Accès insuffisant)	3 (Accès partiel)	4 (Accès suffisant)	5 (Accès très suffisant)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Départements travaillant sur les changements climatiques ou la gestion de risques liés à l'évolution du climat.						
Groupe externe à la ville ou l'entité administrative, mais localisé sur son territoire, œuvrant sur la question des changements climatiques ou la gestion des risques liés à l'évolution du climat (ex. comité de travail).						
Groupe externe à la ville ou l'entité administrative et localisé à l'extérieur de son territoire travaillant sur les changements climatiques ou la gestion des risques liés à l'évolution du climat (ex. institutions ou organisations)						
Existence d'un capital social (tissu social) permettant de faire face aux menaces et de saisir les opportunités associées aux changements climatiques, tout en assurant la protection des groupes les plus vulnérables.						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

#### Section 4 : Outils, plans et procédures en matière de changements climatiques et gestion des risques

Sur une échelle de 1 (accès nul) à 5 (accès très suffisant), évaluez l'accès que vous avez (ou des acteurs de votre entité administrative) aux ressources nécessaires.

	1 (Accès nul)	2 (Accès insuffisant)	3 (Accès partiel)	4 (Accès suffisant)	5 (Accès très suffisant)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Cartographie du risque dans la ville ou l'entité administrative (ex. inondations) tenant compte des changements climatiques prévus.						
Savoir-faire de la ville ou l'entité administrative en matière d'adaptation aux changements climatiques ou de gestion de risques liés à l'évolution du climat développé à travers des actions ou projets passés.						
Plans, guides et procédures en matière de changements climatiques et de gestion des risques liés à l'évolution du climat (inondations, canicules, érosion, etc.).						
Outils, pratiques et technologies permettant de faire face aux changements climatiques et leurs impacts (ex. systèmes d'alerte précoce pour inondation ou étiage, etc.).						
Capacité d'utilisation des nouvelles technologiques et pratiques permettant d'augmenter la résilience de la ville ou l'entité administrative aux changements climatiques (faible résistance au changement et haute capacité d'apprentissage).						
Autre(s) ressource(s) non mentionnées ci-haut						

	1 (Accès nul)	2 (Accès insuffisant)	3 (Accès partiel)	4 (Accès suffisant)	5 (Accès très suffisant)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
*veuillez préciser laquelle ou lesquelles et déterminer l'accès à celle(s)-ci						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

### Section 5 : Priorités d'investissement (dépenses publiques)

Sur une échelle de 1 (accès nul) à 5 (accès très suffisant), évaluez l'accès que vous avez (ou des acteurs de votre entité administrative) aux ressources nécessaires.

	1 (Accès nul)	2 (Accès insuffisant)	3 (Accès partiel)	4 (Accès suffisant)	5 (Accès très suffisant)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Budgets publics dédiés à l'environnement et aux changements climatiques.						
Budgets publics dédiés à la gestion des risques liés à l'évolution du climat.						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

## Section 6

Votre capacité d'adaptation peut se situer sur une échelle de 1 à 5 :

1	Adaptation hors de portée	L'adaptation demandera un coût financier et en ressources humaines très important. Et/ou Les conditions présentes ne sont pas du tout favorables à l'adaptation aux changements climatiques.
2	Adaptation peu probable	L'adaptation demandera un coût financier et en ressources humaines substantielles. Et/ou Les conditions présentes sont très peu favorables à l'adaptation aux changements climatiques.
3	Adaptation possible	L'adaptation demandera un certain coût financier et en ressources humaines. Et/ou Les conditions présentes permettent une possible adaptation aux changements climatiques.
4	Bonne capacité d'adaptation	L'adaptation demandera un faible coût financier et en ressources humaines. Et/ou Les conditions présentes sont favorables à l'adaptation aux changements climatiques.
5	Excellente capacité d'adaptation	L'adaptation ne demandera aucun ou un très faible coût financier et en ressources humaines. Et/ou Les conditions présentes sont très favorables à l'adaptation aux changements climatiques.

## Section 7 : Infrastructures d'intérêt métropolitain

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez les infrastructures mentionnées comme étant adaptées aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Choix de matériaux résilients;
- Augmentation de la fréquence d'entretien;
- Orientation et ventilation des bâtiments;
- Maintien et développement d'infrastructures vertes;
- Plans et mesures d'urgence;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Transport (aérien, routier, maritime, réseau cyclable, etc.)  <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Approvisionnement en énergie (consommation, distribution, parcs éolien, solaire, etc.)  <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est faible pour les deux horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Infrastructures de rayonnement métropolitain (hôpitaux, prises d'eau, traitement des matières résiduelles, parcs, etc.)  <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Infrastructures vertes et services écosystémiques (milieux humides, boisés, cours d'eau, canopée, etc.)  <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

## Section 8 : Utilisation de l'eau

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez les différents usages associés à l'eau comme étant adaptés aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Diversification des sources d'eau (interconnexion des réseaux);
- Réduction de l'imperméabilisation des sols;
- Suivi de la qualité de l'eau;
- Séparation des réseaux sanitaire et pluvial;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Disponibilité de l'eau (demande en eau potable, taux d'utilisation versus capacité du cours d'eau, capacité de recharge des aquifères) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est faible pour l'horizon 2011-2040 et modéré pour l'horizon 2071-2100</i>						
Qualité de l'eau (propriétés de l'eau à traiter, prélèvement et traitement de l'eau potable et des eaux usées) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

## Section 9 : Milieux naturels

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez les milieux naturels comme étant adaptés aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Protection des milieux naturels existants;
- Restauration des milieux humides et hydriques d'intérêt;
- Mise en réseau des milieux naturels (connectivité écologique);
- Stabilisation des berges face à l'érosion;
- Contrôle des espèces nuisibles et envahissantes;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Faune et flore (arbres et peuplements forestiers, diversité, espèces envahissantes, etc.) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Milieux aquatiques et milieux humides (assèchement, érosion, qualité de l'eau, etc.) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Milieux côtiers et estuaire fluvial (niveau d'eau, érosion, front salin) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Cycles et rythmes des écosystèmes (synchronisme plantes/pollinisateurs, cycle/survie hivernal, parasites et ravageurs)  <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est faible pour l'horizon 2011-2040 et modéré pour l'horizon 2071-2100</i>						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

## Section 10 : Agriculture

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez le secteur agricole comme étant adaptés aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Implantation de haies brise-vents;
- Dépistage plus fréquent des insectes;
- Entreposage d'eau;
- Amélioration de la ventilation;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Production (végétale et animale) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est extrême pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Partage de l'eau (usage et conflit d'usage) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est extrême pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Agrotourisme (météo) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Acériculture (productivité)						

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
<i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est élevé pour l'horizon 2011-2040 et extrême pour l'horizon 2071-2100</i>						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

## Section 11 : Patrimoine bâti et paysage

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez votre patrimoine bâti et vos paysages comme étant adaptés aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Augmentation de la fréquence d'entretien;
- Mesures de prévention des incendies;
- Contrôle des espèces nuisibles;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (sites patrimoniaux et historiques, bâtiments, sites archéologiques) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour l'horizon 2011-2040 et élevé pour l'horizon 2071-2100</i>						
Unités de paysage d'intérêt métropolitain (patrimoine naturel, hivernal, agricole, bâti, rive fluviale) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

## Section 12 : Santé publique

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez les enjeux sanitaires comme étant adaptés aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Contrôle des insectes nuisibles;
- Suivi auprès des populations vulnérables;
- Accès à des lieux climatisés;
- Réduction des îlots de chaleur;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Morbidité (maladie de Lyme) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est négligeable pour l'horizon 2011-2040 et faible pour l'horizon 2071-2100</i>						
Mortalité (vagues de chaleur et capacité insuffisante de climatisation) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Si pertinent, veuillez détailler votre réponse	Question ouverte					

### Section 13 : Milieux de vie

Dans la prochaine section, nous vous demandons de nous indiquer à quel niveau (sur l'échelle de 1 à 5), vous considérez vos milieux de vie comme étant adaptés aux impacts potentiels des changements climatiques.

Voici quelques exemples d'actions d'adaptation aux changements climatiques :

- Réduction des îlots de chaleur;
- Cible de canopée à atteindre et/ou conserver;
- Protection des milieux naturels existants;
- Etc.

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
Mobilité des citoyens (accident routier, temps de déplacement, accès sécuritaire aux infrastructures de transports en commun et actif) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est faible pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						
Qualité du milieu (niveau de confort des usagers, îlots de chaleur, etc.) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est élevé pour l'horizon 2011-2040 et faible pour l'horizon 2071-2100</i>						
Travailleurs extérieurs (temps de travail perdu pour cause de chaleur, froid ou autres) <i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est faible pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i>						

Thématiques	1 (Hors de portée)	2 (Peu probable)	3 (Possible)	4 (Bonne)	5 (Excellente)	Ne sais pas / Ne s'applique pas
<p>Récréotourisme et villégiature (météo, accès aux berges/inondations, activités de chasse et pêche, attractivité des milieux pour les espèces favorisant le récréotourisme par ex. l'observation des oiseaux)</p> <p><i>L'impact potentiel des changements climatiques sur ce thème est modéré pour les horizons 2011-2040 et 2071-2100</i></p>						
<p>Si pertinent, veuillez détailler votre réponse</p>	Question ouverte					

# **Annexe F : Résultats des tendances et des extrêmes climatiques pour le RCP 4.5**

## F.1 Projections des tendances climatiques

### F.1.1 Variables climatiques reliées à la température

#### Température

Le tableau suivant présente les températures moyennes annuelles et saisonnières pour le RCP 4.5.

**Tableau F-1 : Projections des températures moyennes annuelles et saisonnières (°C) pour le RCP 4.5**

Période	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Annuel	4,9	4,9	5,1	6,0	6,0	6,2	7,2	7,2	7,4	7,8	7,8	8,0
Hiver	-9,5	-9,7	-9,6	-8,2	-8,4	-8,3	-6,7	-6,9	-6,7	-6,0	-6,2	-6,1
Printemps	3,7	3,9	4,1	4,6	4,8	5,0	5,7	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7
Été	18,1	18,2	18,4	19,2	19,3	19,5	20,4	20,5	20,7	20,8	21,0	21,1
Automne	7,1	7,0	7,2	8,2	8,1	8,3	9,1	9,1	9,2	9,8	9,7	9,9

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

#### Nombre de cycles gel-dégel

Le tableau F-2 présente les événements de gel-dégel annuels et saisonniers.

**Tableau F-2 : Projections des moyennes d'évènements de cycles gel-dégel annuels et saisonniers pour le RCP 4.5**

Période	Historique						Projections					
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Annuel	76,6	76,1	73,2	74,1	73,4	70,5	73,1	72,1	69,0	70,6	69,5	66,0
Hiver	18,0	17,3	17,1	21,1	20,0	19,7	25,6	23,9	23,5	27,1	25,2	24,9
Printemps	34,7	34,5	33,1	31,2	31,3	29,8	28,8	29,0	27,6	26,4	26,8	24,9
Automne	23,9	24,3	23,0	21,7	22,0	21,0	18,7	19,2	17,9	17,0	17,5	16,3

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## F.1.2 Variables climatiques reliées aux précipitations

Le tableau F-3 présente les projections des variables climatiques reliées aux précipitations pour le RCP 4.5.

**Tableau F-3 : Projections des moyennes des variables climatiques reliées aux précipitations pour le RCP 4.5**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Précipitation (mm)	1157,5	1144,4	1165,5	1202,2	1188,1	1210,3	1239,1	1224,0	1248,2	1249,9	1234,9	1259,7
Pluie en hiver (mm)	44,0	46,1	48,4	58,8	60,2	63,7	78,6	79,6	84,2	84,0	84,8	89,7
Pluie au printemps (mm)	197,8	192,0	199,0	219,6	213,1	220,7	227,1	220,7	228,2	243,8	236,3	244,6
Pluie en été (mm)	348,8	340,6	342,4	352,9	344,1	346,3	363,9	354,3	356,8	356,5	348,5	350,2
Pluie à l'automne (mm)	283,9	273,3	283,9	295,5	285,5	295,2	312,2	300,6	312,3	315,1	303,3	315,2
Pluie pendant la période de croissance (mm)	800,3	774,5	791,7	833,1	805,2	823,2	860,6	831,2	850,3	869,1	840,1	859,0
Neige en hiver (cm)	196,8	203,3	205,6	205,0	212,7	214,2	195,6	204,0	204,9	198,9	207,5	208,2
Neige au printemps (cm)	54,2	55,5	54,0	45,5	47,1	45,5	42,2	43,9	42,4	36,3	38,0	36,5
Neige à l'automne (cm)	32,0	33,5	32,1	24,9	26,2	24,9	19,6	21,1	19,5	15,3	16,6	15,3
Précipitations maximales sur cinq jours (mm)	82,5	80,4	83,8	86,2	83,0	86,7	90,3	87,3	91,0	90,1	87,6	91,5

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## F.1.3 Variables climatiques reliées à l'agriculture

Le tableau F-4 présente les tendances des variables climatiques reliées à l'agriculture pour le RCP 4.5.

**Tableau F-4 : Projections des moyennes des variables climatiques reliées à l'agriculture pour le RCP 4.5**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Durée de la période de croissance (nombre de jours)	89,4	89,4	89,4	100,9	95,1	100,2	111,0	107,5	111,0	116,9	112,9	117,2
Premier jour de la période de croissance	156,8	156,8	156,9	151,4	153,5	151,1	147,1	148,7	146,8	143,7	145,8	142,9
Dernière journée de la période de croissance	246,1	246,1	246,3	252,4	248,2	251,5	258,9	257,0	258,7	261,4	259,6	261,2
Degrés-jours de croissance	1692,8	1726,9	1752,5	1895,8	1931,5	1958,3	2114,5	2151,7	2180,4	2223,2	2260,3	2290,2
Unités thermiques maïs (UTM)	2735,0	2792,0	2832,1	2991,7	3034,5	3078,3	3310,0	3349,8	3403,9	3452,9	3488,6	3540,8
Dernier jour de gel au printemps	122,9	124,0	122,5	118,2	119,5	116,6	113,7	115,2	107,5	108,6	110,4	95,8
Premier jour de gel à l'automne	280,8	277,9	279,8	285,3	283,4	287,2	290,9	289,3	296,4	294,8	292,6	308,63
Degrés-jours (température >0°C)	2856,7	2892,5	2926,1	3106,8	3143,7	3178,4	3375,0	3412,1	3449,0	3514,2	3550,5	3588,6
Pluie pendant la période de croissance (mm)	800,3	774,5	791,7	833,1	805,2	823,2	860,6	831,2	850,3	869,1	840,1	859,0
Précipitation – Évapotranspiration (période de croissance) (mm)	95,0	55,3	75,5	157,5	113,8	136,5	158,1	112,4	136,2	154,8	109,5	133,2

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## F.1.4 Variables climatiques reliées aux vents

Les changements de la vitesse moyenne du vent resteront probablement peu perceptibles d'ici la fin du siècle sur le territoire de la CMQuébec.

## F.2 Projection des événements climatiques extrêmes

### F.2.1 Vagues de chaleur

Le tableau F-5 présente les projections des vagues de chaleur pour le RCP 4.5.

**Tableau F-5 : Nombre de vagues de chaleur dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	19	23	26	41	49	52	77	91	92	93	103	105
Moyenne annuelle	0,6	0,8	0,9	1,4	1,6	1,7	2,6	3,0	3,1	3,1	3,5	3,5

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

### F.2.2 Vagues de chaleur extrême

Le tableau F-6 présente les projections des vagues de chaleur extrême pour le RCP 4.5.

**Tableau F-6 : Nombre de vagues de chaleur extrême dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	0	0	0	10	12	14	27	30	32	39	44	49
Moyenne annuelle	0	0	0	0,3	0,4	0,5	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans

Beau. : station météorologique de Beauséjour

J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## F.2.3 Vagues de froid

Le tableau ci-dessous présente les projections des vagues de froid pour le RCP 4.5.

**Tableau F-7 : Nombre de vagues de froid dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2070			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	20	25	26	10	11	11	3	4	4	2	2	2
Moyenne annuelle	0,7	0,8	0,9	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
Beau. : station météorologique de Beauséjour  
J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## F.2.4 Pluies extrêmes

Le tableau ci-dessous présente les projections des épisodes de précipitations extrêmes pour le RCP 4.5.

**Tableau F-8 : Station Jean-Lesage : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

Période de retour	Historique (1981-2010)		Projections		
	Précipitations	Nombre d'évènements <sup>1</sup>	2011-2040	2041-2070	2071-2100
1:5	64 mm	5	10	15	20
1:50	90 mm	0	2	3	4
1:100	97 mm	1	2	3	3

1. Nombre observé et non modélisé en raison de la non-applicabilité de la relation Clausius-Clapeyron sur cette période.

**Tableau F-9 : Station Beauséjour : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

Période de retour	Historique (1981-2010)		Projections		
	Précipitations	Nombre d'évènements <sup>1</sup>	2011-2040	2041-2070	2071-2100
1:5	65 mm	8	9	14	17
1:50	93 mm	0	1	2	3
1:100	102 mm	0	0	1	1

1. Nombre observé et non modélisé en raison de la non-applicabilité de la relation Clausius-Clapeyron sur cette période.

**Tableau F-10 : Île d'Orléans : Nombre d'évènements de pluies extrêmes dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

-			Projections		
Période de retour	Précipitations	Nombre d'évènements <sup>1</sup>	2011-2040	2041-2070	2071-2100
1:5	68 mm	8	9	14	18
1:50	98 mm	0	1	2	2
1:100	107 mm	0	0	1	1

1. Nombre observé et non modélisé en raison de la non-applicabilité de la relation Clausius-Clapeyron sur cette période.

## F.2.5 Sécheresses

Le tableau F-11 présente les projections du nombre d'évènements de sécheresse pour le RCP 4.5.

**Tableau F-11 : Nombre de sécheresses dans le futur en comparaison avec le climat actuel (1981-2010) pour le RCP 4.5**

	Historique			Projections								
	1981-2010			2011-2040			2041-2071			2071-2100		
	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.	Î. O.	Beau.	J.-L.
Nombre total	39	31	30	38	32	32	36	27	29	37	29	30
Moyenne annuelle	1,3	1,0	1,0	1,3	1,1	1,1	1,2	0,9	1,0	1,2	1,0	1,0

Î. O. : station météorologique de l'île d'Orléans  
Beau. : station météorologique de Beauséjour  
J.-L. : station météorologique de Jean-Lesage

## F.2.6 Vents violents

Le tableau F-12 présente les projections de la vitesse des vents pour le RCP 4.5.

**Tableau F-12 : Projections de la vitesse des vents violents (en moyenne pour le territoire de la CMQuébec) avec une récurrence de 100 ans pour le RCP 4.5**

	Historique	Projections		
	1981-2010	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Vents violents (km/h)	125,2	126,8	128,0	128,7

# **Annexe G : Courbes IDF projetées aux stations météorologiques pour le RCP 4.5**

## G.1 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Jean-Lesage

**Tableau G-1 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2011-2040 à la station météorologique de Jean-Lesage**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	105.2	136.9	157.9	184.4	204.1	223.6
10 min	74.0	94.3	107.8	124.7	137.3	149.8
15 min	58.4	74.4	84.9	98.4	108.3	118.1
30 min	37.0	48.8	56.8	66.8	74.1	81.6
1 heure	22.7	30.9	36.4	43.3	48.4	53.6
2 heures	13.9	18.8	22.1	26.2	29.2	32.2
6 heures	6.7	8.5	9.7	11.2	12.4	13.6
12 heures	4.1	5.2	5.8	6.7	7.3	8.0
24 heures	2.5	3.0	3.4	4.0	4.3	4.6

**Tableau G-2 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2041-2071 à la station météorologique de Jean-Lesage**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	114.1	148.4	171.2	199.9	221.3	242.5
10 min	80.3	102.3	116.9	135.2	148.9	162.4
15 min	63.3	80.6	92.1	106.7	117.4	128.1
30 min	40.1	52.9	61.6	72.5	80.4	88.5
1 heure	24.7	33.5	39.5	47.0	52.5	58.1
2 heures	15.1	20.3	24.0	28.4	31.7	34.9
6 heures	7.2	9.2	10.5	12.2	13.4	14.7
12 heures	4.4	5.6	6.3	7.2	7.9	8.6
24 heures	2.7	3.3	3.7	4.3	4.7	5.0

**Tableau G-3 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2071-2100 à la station météorologique de Jean-Lesage**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	118.6	154.3	178.0	207.9	230.2	252.2
10 min	83.5	106.3	121.5	140.6	154.8	168.9
15 min	65.9	83.9	95.8	111.0	122.1	133.2
30 min	41.7	55.1	64.0	75.3	83.6	92.0
1 heure	25.6	34.9	41.1	48.9	54.6	60.4
2 heures	15.7	21.1	24.9	29.5	32.9	36.3
6 heures	7.5	9.6	10.9	12.6	14.0	15.3
12 heures	4.6	5.8	6.6	7.5	8.3	9.0
24 heures	2.8	3.4	3.9	4.5	4.9	5.2

## G.2 Courbes IDF projetées à la station météorologique de Beauséjour

**Tableau G-4 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2011-2040 à la station météorologique de Beauséjour**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	89.6	121.3	141.2	165.5	182.9	199.7
10 min	68.0	92.3	107.7	126.8	140.6	154.2
15 min	54.7	74.9	88.4	105.7	118.9	132.4
30 min	37.0	49.6	57.8	68.5	76.7	85.2
1 heure	23.9	31.4	36.2	42.3	46.9	51.7
2 heures	14.8	19.3	22.3	26.1	29.1	32.2
6 heures	7.0	8.9	10.1	11.5	12.5	13.5
12 heures	4.1	5.2	5.9	6.6	7.1	7.6
24 heures	2.5	3.1	3.4	3.8	4.1	4.3

**Tableau G-5 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2041-2071 à la station météorologique de Beauséjour**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	97.1	131.5	153.1	179.4	198.3	216.5
10 min	73.7	100.0	116.8	137.4	152.4	167.2
15 min	59.3	81.2	95.8	114.6	128.9	143.5
30 min	40.1	53.7	62.7	74.3	83.1	92.4
1 heure	25.9	34.0	39.2	45.9	50.9	56.1
2 heures	16.1	20.9	24.1	28.3	31.5	34.9
6 heures	7.5	9.7	11.0	12.5	13.6	14.7
12 heures	4.5	5.6	6.3	7.2	7.7	8.3
24 heures	2.7	3.3	3.7	4.1	4.4	4.7

**Tableau G-6 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2071-2100 à la station météorologique de Beauséjour**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	101.0	136.7	159.2	186.6	206.2	225.2
10 min	76.7	104.0	121.5	142.9	158.5	173.8
15 min	61.7	84.4	99.6	119.2	134.1	149.3
30 min	41.7	55.9	65.2	77.2	86.5	96.1
1 heure	26.9	35.4	40.8	47.7	52.9	58.3
2 heures	16.7	21.8	25.1	29.4	32.8	36.3
6 heures	7.8	10.0	11.4	13.0	14.1	15.3
12 heures	4.7	5.9	6.6	7.4	8.0	8.6
24 heures	2.8	3.4	3.8	4.3	4.6	4.9

## G.3 Courbes IDF projetées à la station météorologique de L'Île d'Orléans

**Tableau G-7 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2011-2040 à la station météorologique de L'Île d'Orléans**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	88.4	115.5	132.5	153.3	168.5	183.7
10 min	65.7	86.4	99.8	116.7	129.5	142.7
15 min	52.9	70.3	82.4	98.5	111.4	125.2
30 min	36.0	48.0	56.2	67.3	76.4	86.4
1 heure	22.9	30.7	35.9	42.8	48.1	53.8
2 heures	14.1	18.2	21.3	25.6	29.3	33.5
6 heures	6.7	8.6	9.9	11.5	12.7	14.0
12 heures	4.2	5.3	6.0	6.9	7.7	8.4
24 heures	2.6	3.1	3.5	3.8	4.1	4.4

**Tableau G-8 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2041-2071 à la station météorologique de L'Île d'Orléans**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	95.9	125.2	143.7	166.2	182.7	199.2
10 min	71.3	93.7	108.2	126.5	140.4	154.7
15 min	57.4	76.2	89.3	106.8	120.8	135.8
30 min	39.0	52.0	60.9	72.9	82.8	93.7
1 heure	24.9	33.2	38.9	46.4	52.2	58.3
2 heures	15.3	19.8	23.1	27.8	31.8	36.3
6 heures	7.3	9.3	10.7	12.5	13.8	15.2
12 heures	4.6	5.7	6.5	7.5	8.3	9.1
24 heures	2.8	3.4	3.8	4.2	4.5	4.7

**Tableau G-9 : Intensité de pluie par période de retour (mm/h) projetée pour le RCP 4.5 pour la période 2071-2100 à la station météorologique de L'Île d'Orléans**

Durée	Récurrences					
	2 ans	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
5 min	99.7	130.3	149.4	172.9	190.1	207.2
10 min	74.1	97.5	112.5	131.6	146.0	160.9
15 min	59.7	79.3	92.9	111.1	125.7	141.2
30 min	40.5	54.1	63.3	75.9	86.1	97.5
1 heure	25.9	34.6	40.5	48.2	54.3	60.6
2 heures	15.9	20.6	24.0	28.9	33.1	37.8
6 heures	7.6	9.7	11.1	13.0	14.4	15.8
12 heures	4.7	6.0	6.8	7.8	8.6	9.5
24 heures	2.9	3.5	3.9	4.3	4.6	4.9

# 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  
Téloc. : 514 287-8600

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

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