



**Services professionnels en adaptation aux  
changements climatiques et appréciation  
des risques - évaluation des impacts  
potentiels des changements climatiques et  
appréciation des risques**

RAPPORT FINAL

Préparé pour :  
Ville de Saguenay

Préparé par :  
Stantec Experts-conseils ltée

Numéro de livrable :  
167040537-600-CC-R-0001-1

Le 9 mai 2025



## Registre d'approbation

Les conclusions du Rapport, intitulé *Services professionnels en adaptation aux changements climatiques et appréciation des risques - évaluation des impacts potentiels des changements climatiques et appréciation des risques* reflètent l'opinion professionnelle de Stantec au moment de la rédaction du Rapport et concernent la portée du mandat décrite dans le Rapport. Les opinions contenues dans ce document sont basées sur les conditions et les informations existantes au moment de la publication du document et ne tiennent compte d'aucune modification ultérieure. Le Rapport ne concerne que le projet pour lequel les services de Stantec ont été retenus et l'objectif énoncé pour lequel le Rapport a été préparé. Le Rapport ne doit pas être utilisé afin de modifier ou de prolonger le projet, ou à tout autre fin ou projet, et toute utilisation non autorisée par quiconque est aux risques de ce dernier.

Stantec a présumé que toutes les informations reçues de la Ville de Saguenay (le « Client ») et de tierces parties pour la préparation du Rapport sont exactes. Bien que Stantec ait exercé un jugement et une diligence raisonnable dans l'utilisation de ces informations, Stantec n'assume aucune responsabilité quant aux conséquences découlant d'omissions ou d'erreurs qui pourraient être incluses dans lesdites informations.

Ce Rapport est destiné à l'usage exclusif du Client, en conformité avec le contrat conclu entre Stantec et le Client. Bien que le Rapport puisse être remis aux autorités compétentes applicables et autres parties envers lesquelles le Client est responsable, Stantec ne garantit les services à aucune tierce partie. Aucune autre partie ne pourra avoir recours au rapport sans le consentement exprès de Stantec, lequel sera accordé à l'entière discrétion de Stantec.

PRÉPARÉ PAR :	Zineb Alaoui Mdaghri, Ph. D.	
VÉRIFIÉ PAR :	Joël Fleurent, ing. pour : Liza Leclerc, MBA	
RÉVISÉ PAR :	Martin Chevrier, géogr., M. Sc.	

Révision	Description	Auteure	Vérification qualité	Revue indépendante
A	Rapport préliminaire	Z. Alaoui Mdaghri	L. Leclerc	M. Chevrier
0	Rapport final	Z. Alaoui Mdaghri	L. Leclerc	M. Chevrier
1	Rapport final, rév.	Z. Alaoui Mdaghri	L. Leclerc	M. Chevrier





## Table des matières

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>MISE EN CONTEXTE.....</b>	<b>2</b>
2.1.	OBJECTIFS DU MANDAT .....	2
2.2.	PRISE EN COMPTE DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LES DIFFÉRENTS PLANS ET PROGRAMMES DE LA VILLE .....	3
2.3.	PORTÉE ET ÉQUIPE DU PROJET .....	5
<b>3.</b>	<b>PORTRAIT TERRITORIAL.....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>PORTRAIT CLIMATIQUE ACTUEL ET FUTUR DE SAGUENAY.....</b>	<b>9</b>
4.1.	DONNÉES CLIMATIQUES HISTORIQUES .....	15
4.2.	PROJECTIONS CLIMATIQUES FUTURES .....	15
4.3.	TEMPÉRATURE .....	16
4.4.	MOYENNES ANNUELLE ET SAISONNIÈRE DES TEMPÉRATURES MOYENNES QUOTIDIENNES .....	16
4.5.	MOYENNES ANNUELLE ET SAISONNIÈRE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES .....	18
4.6.	VAGUES DE CHALEUR ET JOURS DE CANICULE .....	20
4.7.	MOYENNES ANNUELLE ET SAISONNIÈRE DES TEMPÉRATURES MINIMALES .....	21
4.8.	JOURS DE GEL.....	23
4.9.	CYCLES DE GEL-DÉGEL .....	23
4.10.	PRÉCIPITATION.....	25
4.10.1	Accumulation annuelle et saisonnière totale .....	25
4.10.2	Accumulation sur 1, 3 et 5 jours .....	26
4.11.	INTENSITÉ-DURÉE-FRÉQUENCE (IDF).....	27
4.12.	NEIGE .....	32
4.13.	PLUIE VERGLAÇANTE .....	33
4.14.	VENTS VIOLENTS .....	33
4.15.	TORNADES .....	34
4.16.	FEUX DE FORÊT .....	35
4.17.	TEMPÊTES VIOLENTES (ORAGES, Foudre, TEMPÊTES HIVERNALES).....	36
4.18.	LA SÉCHERESSE .....	37
4.19.	ESPÈCES ENVAHISSANTES .....	38
4.20.	INONDATIONS ET ÉROSION FLUVIALES.....	41
<b>5.</b>	<b>ÉVALUATION DES IMPACTS DU CLIMAT ACTUEL ET ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ .....</b>	<b>42</b>
5.1.	MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ .....	43
5.2.	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ .....	46
<b>6.</b>	<b>ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES.....</b>	<b>51</b>
6.1.	MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES.....	51



# Registre d'approbation

6.2.	LES ALÉAS CLIMATIQUES ET LEURS PROBABILITÉS D'OCCURRENCE.....	51
6.3.	CATÉGORIES ET ÉCHELLE DE SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES.....	56
6.4.	SYSTÈMES ET SOUS-SYSTÈMES ÉVALUÉS.....	57
6.5.	ÉCHELLE DES RISQUES CLIMATIQUES.....	57
6.6.	ÉTAPES DE L'ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES.....	58
6.7.	RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES.....	58
6.8.	RISQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES IDENTIFIÉS SUR L'ENVIRONNEMENT NATUREL.....	61
6.9.	RISQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES IDENTIFIÉS SUR LES INFRASTRUCTURES.....	66
6.10.	RISQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES IDENTIFIÉS SUR LA POPULATION ET L'ÉCONOMIE LOCALE.....	73
6.11.	RISQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES IDENTIFIÉS SUR LES SERVICES MUNICIPAUX.....	76
6.12.	PROBLÉMATIQUES À SURVEILLER OUTRE LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE MATRICIELLE DES RISQUES CLIMATIQUES.....	82
6.13.	PROBLÉMATIQUES À SURVEILLER.....	82
6.14.	REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DE L'ANALYSE DES RISQUES CLIMATIQUES.....	85
<b>7.</b>	<b>AXES D'INTERVENTION STRATÉGIQUES.....</b>	<b>95</b>
7.1.	AXES D'INTERVENTION POUR LE SYSTÈME ENVIRONNEMENT NATUREL.....	95
7.2.	AXES D'INTERVENTION PHYSIQUES ET STRUCTURELS.....	95
7.3.	AXES D'INTERVENTION NORMATIFS ET RÉGLEMENTAIRES.....	96
7.4.	AXES D'INTERVENTION DE NATURE INFORMATIVE.....	96
7.5.	AXES D'INTERVENTION POUR LE SYSTÈME INFRASTRUCTURES.....	96
7.6.	AXES D'INTERVENTION PHYSIQUES ET STRUCTURELS.....	97
7.7.	AXES D'INTERVENTION NORMATIFS ET RÉGLEMENTAIRES.....	98
7.8.	AXES D'INTERVENTION DE NATURE INFORMATIVE.....	98
7.9.	AXES D'INTERVENTION POUR LE SYSTÈME POPULATION ET ÉCONOMIE LOCALE.....	98
7.10.	AXES D'INTERVENTION PHYSIQUES ET STRUCTURELS.....	99
7.11.	AXES D'INTERVENTION NORMATIFS ET RÉGLEMENTAIRES.....	99
7.12.	AXES D'INTERVENTION DE NATURE INFORMATIVE.....	99
7.13.	AXES D'INTERVENTION POUR LE SYSTÈME SERVICES MUNICIPAUX.....	99
7.14.	AXES D'INTERVENTION PHYSIQUES ET STRUCTURELS.....	100
7.15.	AXES D'INTERVENTION NORMATIFS ET RÉGLEMENTAIRES.....	100
7.16.	AXES D'INTERVENTION DE NATURE INFORMATIVE.....	100
<b>8.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>101</b>
<b>9.</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>102</b>



# Registre d’approbation

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Exemples d’objectifs et indicateurs Plan stratégique 2024-2030 de la Ville tenant compte des changements climatiques .....	4
Tableau 2	Statistiques de l’utilisation du sol à Saguenay (Source : PRMHH, tiré du Projet de Schéma d’aménagement et de développement révisé de la Ville de Saguenay, 2022) .....	8
Tableau 3	Données climatiques historiques de la région de Saguenay .....	15
Tableau 4	Températures moyennes historiques et projetées au Saguenay .....	17
Tableau 5	Températures maximales annuelle et saisonnière historiques et projetées à Saguenay .....	18
Tableau 6	Résumé du nombre historique et projeté de jours par année avec une température maximale quotidienne $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ à Saguenay .....	19
Tableau 7	Nombre annuel moyen de vagues de chaleur et de jours de canicules historiques et projetées à Saguenay .....	20
Tableau 8	Températures minimales historiques et projetées à Saguenay .....	22
Tableau 9	Nombre annuel historique et projeté de jours de gel à Saguenay .....	23
Tableau 10	Nombre des cycles gel-dégel annuels historiques et projetés (jour avec température maximale $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et température minimale $\leq -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) à Saguenay .....	23
Tableau 11	Précipitations totales annuelles moyennes (m) historiques et projetées à Saguenay .....	25
Tableau 12	Accumulations de précipitations maximales annuelles moyennes historiques et projetées sur 1, 3 et 5 jours au Saguenay .....	26
Tableau 13	Données historiques sur l’accumulation des précipitations IDF (mm) - Bagotville A (ID de la station : 7 060 400) (années 1961-2017) .....	28
Tableau 14	Données IDF sur l’accumulation des précipitations projetées (mm) Bagotville A (station ID : 7060400), 2020 (2011-2040) .....	29
Tableau 15	Données IDF sur l’accumulation des précipitations projetées (mm) Bagotville A (station ID : 7060400), années 2050 (2041-2070) .....	30
Tableau 16	Données IDF sur l’accumulation des précipitations projetées (mm) Bagotville A (station ID : 7060400), 2080 (2071-2100) .....	31
Tableau 17	Jours avec chutes de neige - Bagotville A .....	32
Tableau 18	Nombre moyen de jours par an avec des vents violents et tendances projetées - Regina (1955-2024) .....	34
Tableau 19	Occurrences historiques de tornades dans un rayon de 100 km du Saguenay (2019-2023) .....	35
Tableau 20	Exemples d’énoncés d’impacts climatiques .....	43
Tableau 21	Services concernés et systèmes impactés des exemples .....	43
Tableau 22	Cotes d’évaluation de la sensibilité .....	44
Tableau 23	Cotes d’évaluation de la capacité d’adaptation .....	45
Tableau 24	Échelle d’évaluation de la vulnérabilité .....	46
Tableau 25	Répartition des énoncés d’impacts par niveau de vulnérabilité .....	46
Tableau 26	Probabilité d’occurrence des aléas climatiques .....	52
Tableau 27	Aléas climatiques, seuils et probabilités d’occurrence .....	54
Tableau 28	Catégories des conséquences et leur échelle de sévérité .....	56
Tableau 29	Échelle d’évaluation des risques climatiques .....	57
Tableau 30	Sommaire de l’analyse des risques par horizon temporel et scénario climatique .....	59
Tableau 31	Sommaire de l’analyse des risques par aléa climatique .....	60



## Registre d’approbation

Tableau 32	Sommaire de l’analyse des risques par aléa climatique (suite).....	60
Tableau 33	Matrice d’analyse des risques climatiques sur l’Environnement naturel .....	62
Tableau 34	Matrice d’analyse des risques climatiques sur l’Environnement naturel (suite) .....	63
Tableau 35	Matrice d’analyse des risques climatiques sur l’Environnement naturel (suite) .....	64
Tableau 36	Matrice d’analyse des risques climatiques sur l’Environnement naturel (suite) .....	65
Tableau 37	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Infrastructures.....	67
Tableau 38	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Infrastructures (suite).....	68
Tableau 39	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Infrastructures (suite).....	69
Tableau 40	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Infrastructures (suite).....	70
Tableau 41	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Infrastructures (suite).....	71
Tableau 42	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Infrastructures (suite).....	72
Tableau 43	Matrice d’analyse des risques climatiques sur la Population et l’économie locale .....	74
Tableau 44	Matrice d’analyse des risques climatiques sur la Population et l’économie locale (suite).....	75
Tableau 45	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Services municipaux.....	77
Tableau 46	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Services municipaux (suite) .....	78
Tableau 47	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Services municipaux (suite) .....	79
Tableau 48	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Services municipaux (suite) .....	80
Tableau 49	Matrice d’analyse des risques climatiques sur les Services municipaux (suite) .....	81

### LISTE DES CARTES

Carte 1	Emplacement des stations météorologiques sur le territoire de Saguenay.....	13
Carte 2	Risques climatiques reliés aux zones de contrainte sur le territoire de la Ville de Saguenay .....	87
Carte 3	Risques climatiques reliés aux zones de contrainte sur le territoire de l’arrondissement de Chicoutimi .....	89
Carte 4	Risques climatiques reliés aux zones de contrainte sur le territoire de l’arrondissement de Jonquière .....	91
Carte 5	Risques climatiques reliés aux zones de contrainte sur le territoire de l’arrondissement de La Baie .....	93

### LISTE DES FIGURES

Figure 1	Les arrondissements de la Ville de Saguenay (source : Ville de Saguenay, 2019) .....	6
Figure 2	Répartition des emplois selon les secteurs économiques pour Saguenay, le Saguenay Lac-Saint-Jean et le Québec.....	7
Figure 3	Les scénarios climatiques « Shared socio-economic pathways (SSP) » du 6 <sup>e</sup> rapport du GIEC (source : donneesclimatiques.ca) .....	10



# Registre d’approbation

Figure 4	Fiche climatique du Saguenay–Lac-Saint-Jean (source : Ouranos et MELCCFP. 2024. Élaborer un plan d’adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux, annexe A).....	16
Figure 5	Moyennes annuelles et saisonnières historiques (1981-2010) et futures des températures journalières.....	17
Figure 6	Température maximale annuelle et saisonnière historique et projetée au Saguenay.....	19
Figure 7	Nombre annuel historique et projeté de vagues de chaleur (temp. max. $\geq$ 31 °C, temp. min. $\geq$ 18 °C) à Saguenay.....	21
Figure 8	Température minimale historique et projetée au Saguenay.....	22
Figure 9	Nombre des cycles gel-dégel annuels historiques et projetés au Saguenay.....	24
Figure 10	Nombre des cycles gel-dégel hivernaux historiques et projetés au Saguenay.....	24
Figure 11	Précipitations totales historiques et projetées à Saguenay.....	26
Figure 12	Chutes de neige annuelles totales enregistrées la station Bagotville A.....	33
Figure 13	Nombre d’incendies de forêt annuels et superficie brûlée dans un rayon de 100 km de Saguenay.....	35
Figure 14	SPEI historique et projeté sur 3 mois près du Saguenay (1900-2100).....	37
Figure 15	SPEI historique et projeté sur 12 mois près de Saguenay (1900-2100).....	38
Figure 16	Taux d’incidence des cas de maladie de Lyme au Québec de 2008 à 2019 (source : INSPQ, 2020).....	39
Figure 17	Zones climatiques habitables pour les tiques selon la période historique 2009-2017 (en haut) et selon les scénarios SSP2-4.5 (au milieu) et SSP3-7.0 (en bas).....	40
Figure 18	Matrice d’analyse de la vulnérabilité.....	45
Figure 19	Sommaire de l’analyse par niveau de risque.....	59
Figure 20	Sommaire de l’analyse des risques par catégorie de conséquence.....	61

## LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 MATRICE D’ANALYSE DE VULNÉRABILITÉ (FICHER SÉPARÉ)
- ANNEXE 2 MATRICES D’ÉVALUATION DES RISQUES (FICHERS SÉPARÉS)



## **Résumé**

La Ville/MRC de Saguenay est située dans une région reconnue pour sa proximité avec les milieux naturels, ses cours d'eau et ses grands espaces, offrant une qualité de vie exceptionnelle. Un territoire dominé par les forêts qui s'introduit dans différentes parties urbaines, aux abords de la rivière Saguenay, de La Baie des Ha! Ha! et du lac Kénogami, Saguenay présente trois cœurs urbains : Jonquière, Chicoutimi et La Baie, soit la moitié (52,8 %) de la population totale de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, et représente la 7<sup>e</sup> ville en importance au Québec.

Dans ce contexte démographique et environnemental, Saguenay est activement engagée dans la lutte contre les changements climatiques. Plusieurs initiatives ont été engagées dans ce sens, parmi lesquelles :

- Son adhésion au programme Partenaires dans la protection du climat (PPC);
- Le Grand Dialogue pour la transition socio-écologique du Saguenay–Lac-Saint-Jean;
- Plusieurs actions pour protéger l'eau et améliorer l'efficacité énergétique;
- Des services aux citoyens pour les accompagner dans la protection des bandes riveraines et milieux hydriques avec des orientations d'interventions et des exemples de bandes riveraines aménagées conformément aux règles et normes en vigueur;
- Un accompagnement pour réaliser des événements écoresponsables.

Saguenay poursuit sa transition environnementale avec l'élaboration de son plan climat grâce au soutien du programme Accélérer la transition climatique locale (ATCL) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) et du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). Par ce programme, la Ville/MRC de Saguenay a accès à un financement de 1,7 million de dollars issu du Plan pour une économie verte 2030. L'élaboration du plan climat de Saguenay s'inscrit dans cette dynamique visant à renforcer sa résilience territoriale et socio-économique aux changements climatiques.

Ce rapport répond aux exigences du volet adaptation aux changements climatiques du programme ATCL. Il comprend une présentation du portrait territorial et des portraits climatiques actuel et futur, l'évaluation des impacts climatiques et l'appréciation des risques climatiques ainsi que les axes d'intervention stratégiques permettant d'orienter les actions à mettre en place. Le volet adaptation aux changements climatiques ainsi que celui de réduction de GES, en cours d'élaboration, seront conjugués afin d'élaborer le plan climat de Saguenay.

La méthodologie adoptée dans le cadre du volet Adaptation aux changements climatiques s'appuie sur les directives du programme ATCL ainsi que sur les meilleures pratiques d'Ouranos et d'ICLEI Canada, suivis par plusieurs municipalités au Québec. L'ensemble du travail s'est accompli en harmonie avec la documentation disponible et les orientations des outils de planification de la Ville. À travers une approche collaborative des experts de la Ville et des consultations participatives des différentes parties prenantes impliquées dans la démarche d'adaptation, des axes d'intervention en vue de s'adapter aux risques identifiés ont été sélectionnés et priorisés pour être développés à travers une stratégie de mise en œuvre ainsi qu'un programme de suivi.



## Résumé de l'identification des impacts du climat et de l'analyse de vulnérabilité

En amont de la démarche d'adaptation, l'analyse de vulnérabilité actuelle du territoire de Saguenay a été réalisée à travers des rencontres de travail avec les différents services de la Ville de Saguenay ainsi qu'une recherche documentaire. Cet exercice a permis d'identifier 112 impacts climatiques sur le territoire de Saguenay. L'analyse de vulnérabilité a permis de les prioriser en fonction de la sensibilité<sup>1</sup> des éléments impactés et de la capacité de la Ville à y faire face, c'est-à-dire la capacité d'adaptation. Cette analyse a abouti à la cotation de la vulnérabilité de faible (V1) à élevée (V5).

## Synthèse des résultats de l'analyse de vulnérabilité

Niveaux de vulnérabilité	Faible (V1)	Moyen-faible (V2)	Moyen (V3)	Moyen-élevé (V4)	Élevé (V5)
Nombre d'énoncés d'impacts	2	26	51	26	7

Les résultats de l'analyse de vulnérabilité ont permis de faire ressortir les services les plus vulnérables aux impacts climatiques ainsi que les causes climatiques qui engendrent ces impacts. Ci-dessous des exemples des impacts ayant obtenu des cotes de vulnérabilité plus élevées (V5 et V4) :

Services d'urgence :

- Interventions sur les habitations en raison des crues riveraines, des glissements de terrain, de l'augmentation du niveau de la mer et des feux de forêt;
- Hausse des événements extrêmes des précipitations (fréquence, intensité) qui impacte la mobilité et logistique en cas d'urgence;
- Augmentation des stress sur la population en raison des vagues de chaleur plus fréquentes et intenses;
- Amincissement de la glace sur les lacs lors de la période hivernale, ce qui représente un danger à la sécurité du public.

Service des travaux publics :

- Manque d'équipements motorisés face à l'augmentation de fréquence et de l'intensité des événements extrêmes;
- La hausse des températures cause une hausse de mortalité de certaines espèces de plantes et d'arbres;
- Pertes de chemins/routes à cause de crues riveraines, de précipitations extrêmes, de vents forts, de glissements de terrain, de conditions hivernales changeantes, d'embâcles de glace, de l'augmentation du niveau de la mer et des feux de forêt;
- Saturation en eau du sol en raison des pluies intenses de courte durée;
- L'augmentation des cycles gel-dégel hivernaux cause des bris aux équipements municipaux.

<sup>1</sup> La sensibilité fait référence aux caractéristiques des éléments évalués susceptibles d'exacerber les impacts climatiques.



# SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

Service des finances :

- Augmentation des coûts liés aux changements climatiques - impact à la hausse des dépenses au budget de fonctionnement et d'investissement;
- Difficulté de prévoir l'aménagement, la mise à niveau et la construction d'infrastructures adaptées au climat futur dans le PTI.

Service du génie :

- Augmentation des bris de conduites et de fuites des conduites vieillissantes du système d'aqueduc en hiver et au printemps dues aux perturbations du cycle gel-dégel;
- Les événements météorologiques extrêmes entraînent des conséquences sur les prises d'eau brute ainsi que sur les besoins de filtration aux stations de traitement d'eau impactant potentiellement la qualité de l'eau.

Les résultats détaillés de l'analyse de vulnérabilité sont présentés plus en détail dans la section 5 du rapport et la matrice d'analyse de vulnérabilité est partagée dans l'annexe 1.

## Résumé de l'appréciation des risques climatiques

Parmi les impacts identifiés, ceux ayant reçu une cote de vulnérabilité élevée (V5) ou moyenne élevée (V4) ont été retenus pour l'analyse de risques. Le calcul des risques des impacts potentiels des changements climatiques sur le territoire de Saguenay a fait appel à la formule suivante :

$$R = P \times C$$

Où le risque associé à chaque impact est déterminé en fonction de la probabilité d'occurrence de l'aléa climatique qui le cause (P) et de l'ampleur de ses conséquences (C) sur les systèmes évalués. Le produit de ces deux paramètres permet d'obtenir une cote finale correspondant au risque (R) que représente l'impact.

Conformément aux exigences du programme ATCL, l'analyse des risques a été réalisée en évaluant les conséquences potentielles des impacts identifiés sur les systèmes socio-économiques, sur l'environnement bâti, et sur l'environnement naturel.

Les aléas climatiques ou liés au climat causant les impacts ont été identifiés et leur probabilité d'occurrence calculée et se présentent comme suit :

- Vagues de chaleur et augmentation de température;
- Précipitations abondantes/fréquentes (liquide, solide et mixte);
- Redoux hivernaux (cycle de gel-dégel);
- Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents);
- Érosion et submersion côtières;
- Inondations fluviales (eau libre, embâcle);
- Inondations pluviales;
- Feux de forêt;
- Sécheresse;



## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

- Glissements de terrain;
- Présence de pollen allergène;
- Présence de vecteurs de la maladie de Lyme (tiques).

L'évaluation des risques climatiques a été menée en s'appuyant sur l'évolution future des aléas climatiques à travers deux scénarios climatiques, le scénario d'émissions modérées (SSP2-4.5) et le scénario d'émissions élevées (SSP3-7.0), et ce sur trois horizons temporels, à savoir : l'horizon 2020 pour le court terme (2011-2040), l'horizon 2050 pour le moyen terme (2041-2070) et l'horizon 2080 pour le long terme (2071-2100).

Avec une cotation des conséquences combinée à l'évolution future des aléas climatiques, sur une échelle de 1 à 5 chacun, les valeurs du risque climatique peuvent varier de 1 à 25.

L'évaluation des risques climatiques, pour chacun des scénarios climatiques, a fait ressortir plusieurs faits saillants qui se présentent comme suit :

- Une augmentation des risques élevés d'ici la fin du siècle, qui vont augmenter de 7 dans l'horizon 1981-2010 à 32 sous le scénario modéré (SSP 2-4.5), et de 63 sous le scénario élevé (SSP 3-7.0);
- Sur les 16 aléas climatiques et d'aléas liés au climat retenus dans le cadre de l'analyse, l'érosion, suivie de la chaleur extrême, des cycles gel/dégel hivernaux et des feux de forêt sont les aléas qui causent le plus de risques modérés à élevés sur le territoire de Saguenay. Dans le cadre du scénario modéré (SSP 2), à eux seuls ces quatre aléas représentent 35 % des risques modérés totaux (179/518) et 75 % des risques élevés totaux (65/87);
- L'environnement bâti ressort comme étant le plus susceptible de subir les conséquences des changements climatiques, en présentant le nombre le plus élevé des risques élevés, suivi des facteurs socio-économiques puis de l'environnement naturel. Ceci peut être expliqué par le nombre élevé des risques affectant les Infrastructures en termes de dommages physiques directs sur les actifs et composantes des actifs ainsi que par la multitude des conséquences socio-économiques, notamment sur la santé publique, à cause du climat changeant.

Les résultats détaillés de l'évaluation des risques climatiques sont présentés plus en détail dans la section 6 du rapport et la matrice d'analyse des risques est partagée dans l'annexe 2.



### **Propositions des axes d'intervention stratégiques**

En s'appuyant sur les guides et cadres de référence existants (comme le guide *S'adapter au climat par la réglementation* (UMQ, 2022), le Guide pour les organismes municipaux « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques », les normes ISO 14090 :2019 et ISO 14091) ainsi que sur notre expérience au cours de plusieurs mandats réalisés, les axes stratégiques d'intervention visant à réduire les risques identifiés ont été regroupés en trois catégories :

- Actions d'adaptation physiques et structurelles comme les options d'ingénierie, technologiques, ainsi que les solutions basées sur la nature;
- Actions normatives et réglementaires, à travers la revue des politiques, plans et programmes, des normes et procédures ainsi que des outils économiques et financiers;
- Actions de nature informative en regardant les options basées sur le savoir, l'information et la sensibilisation.

De plus, un recensement des actions entreprises par la Ville de Saguenay a permis de faire ressortir les actions mises en place afin d'orienter les axes d'intervention stratégiques proposés en harmonie avec les expériences réelles et actions réussies dans le contexte saguenéen. En addition, une revue des engagements d'autres villes et municipalités ailleurs au Québec et au Canada touchées pour des enjeux climatiques similaires a été réalisée afin de s'en inspirer.



## **Acronymes**

AES	Air, eau et sol
ATCL	Accélérer la transition climatique locale
BARC	Bâtir des collectivités adaptées et résilientes
CA	Capacité d'Adaptation
COVID	Maladie à coronavirus 2019
C-C	Relation de Clausius-Clapeyron
CSA	Association canadienne de normalisation
CVCA	Chauffage, Ventilation et Conditionnement de l'Air
ECCC	Environnement et Changements climatiques Canada
EF	Échelle de Fujita
ESPO	Ensemble de Simulations post-traitées d'Ouranos
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HJ	Hydro-Jonquière
ICFU	Îlots de chaleur et de fraîcheur urbains
ICLEI	Gouvernements locaux pour le développement durable
ICU	Îlot de chaleur urbain
IDF	Intensité, à la durée et à la fréquence
IS	Intégrité structurale
ISO	Organisation internationale de normalisation
ISQ	Institut de la statistique du Québec
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
INRS	Institut national de la recherche scientifique
MCG	Modèles climatiques globaux
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et des Forêts



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
RSS	Régions socio-sanitaires (INSPQ)
PACC	Plan d'Adaptation aux changements climatiques
PDZA	Développement de la zone agricole
PexGEP	Programme d'excellence en gestion des eaux pluviales
PGMR	Plan de gestion des matières résiduelles de la Ville de Saguenay
PPC	Partenaires dans la protection du climat
PRMHH	Plan régional des milieux humides et hydriques
PTI	Plan triennal d'investissement
SIG	Système d'information géographique
SPEI	Indice standardisé d'évapotranspiration des précipitations
SSP	<i>Shared socio-economic pathway</i> (trajectoire commune d'évolution socio-économique)
Tmax	Température maximale
Tmin	Température minimale
UMQ	Unions des municipalités du Québec



## **Glossaire**

Afin d'avoir un langage commun, le glossaire suivant regroupe la terminologie utilisée dans le cadre du présent projet. Les définitions ont été reprises et adaptées, pour les besoins de l'étude à partir du glossaire du sixième rapport du GIEC « Changements climatiques 2021 : Les éléments scientifiques.

Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat » ainsi que du guide d'Ouranos et MELCCFP (2024) « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux ».

Adaptation (aux changements climatiques)

Pour les systèmes humains, démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu ainsi qu'à ses conséquences, visant à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, démarche d'ajustement au climat actuel ainsi qu'à ses conséquences; l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation des systèmes naturels au climat attendu et à ses conséquences.

Aléa climatique

Événement climatique ou d'origine climatique susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines ou des conséquences sur la santé ou la sécurité, des dommages aux infrastructures et aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement. Un aléa peut se produire graduellement ou soudainement.

Analyse des risques

Processus systématique qui vise à déterminer le niveau de risque par l'analyse de la vraisemblance des aléas à différents horizons temporels et des conséquences potentielles pouvant résulter de leur manifestation.

Appréciation des risques

Processus global d'identification, d'analyse et d'évaluation du risque.

Capacité d'adaptation

Faculté d'ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et d'autres organismes, leur permettant de se prémunir contre d'éventuels dommages, de tirer parti des opportunités ou de réagir aux conséquences. Dans le cas, d'une ville ou d'une municipalité, la capacité d'adaptation fait référence à la capacité de maintenir ses services compte tenu des impacts climatiques potentiels. Les déterminants de la capacité d'adaptation sont les forces qui influencent la capacité du système à s'adapter, comme la capacité de gestion, l'accès aux ressources financières, technologiques et informationnelles, la planification des infrastructures, l'environnement institutionnel, l'influence politique.



### Centile

Rang occupé par une valeur dans un ensemble de données lorsque les valeurs sont ordonnées en ordre croissant, puis divisées en 100 parts égales. Les centiles sont souvent utilisés pour connaître le point milieu (la médiane correspondant au 50<sup>e</sup> centile), ou les valeurs extrêmes d'un ensemble de données (10<sup>e</sup> ou 90<sup>e</sup> centile par exemple).

### Changement climatique

Changement de climat attribué directement ou indirectement aux activités humaines qui modifie la composition de l'atmosphère dans son ensemble, et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat observée sur des périodes comparables. Cette variation de l'état du climat peut être décelée (au moyen de tests statistiques, etc.) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus.

### Confiance

Robustesse d'un résultat, selon la nature, la quantité, la qualité et la concordance des éléments probants (compréhension mécaniste, théorie, données, modèles, avis d'experts, etc.) et selon le degré de cohérence correspondant. Dans le présent rapport, elle est exprimée en termes qualitatifs (Mastrandrea et coll., 2010).

### Évaluation des risques

Processus visant à hiérarchiser les risques, à identifier ceux qui requièrent la mise en place de mesures pour en réduire l'importance et à leur attribuer une priorité de traitement. Il s'agit de la troisième étape de l'appréciation des risques.

### Exposition

Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, de ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de systèmes ou biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un cadre susceptible de subir des conséquences.

### Horizon temporel

Période temporelle future à court, moyen, ou long terme utilisée, notamment pour l'appréciation et le traitement des risques.

### Impacts

Conséquences de la matérialisation des risques sur les systèmes naturels et humains, les risques découlant des interactions des aléas associés au climat (y compris les événements météorologiques et climatiques extrêmes), de l'exposition et de la vulnérabilité. Il s'agit en général d'effets sur la vie, la santé et le bien-être des personnes, les moyens de subsistance, les écosystèmes et les espèces, les biens et ressources économiques, sociaux et culturels, les services (y compris les services écosystémiques) et les infrastructures. Les impacts peuvent être préjudiciables ou bénéfiques.



# SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

## Incertitude

État des connaissances lacunaires, pouvant découler d'un manque d'information ou d'un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. Elle peut être exprimée par des mesures quantitatives (une fonction de densité de probabilité, par exemple) ou par des évaluations qualitatives (reflétant par exemple l'opinion d'une équipe d'experts) (voir Moss et Schneider, 2000; GIEC, 2004; Mastrandrea et coll., 2010).

## Options d'adaptation

Ensemble des stratégies et des mesures qui sont disponibles et adéquates pour favoriser l'adaptation. Cela inclut un large éventail d'activités de nature structurelle, institutionnelle, écologique ou comportementale.

## Population vulnérable

Population susceptible de subir des conséquences physiques, mentales, sociales, ou économiques associées à un aléa.

## Projection climatique

Simulation de la réponse du système climatique à un scénario futur d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols et à des changements d'affectation des terres, obtenue généralement à l'aide de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par le fait qu'elles sont liées aux scénarios d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisés, lesquels reposent sur des hypothèses concernant, par exemple, le développement socio-économique et technologique qui peuvent ou non se réaliser. Les prévisions climatiques, étant le résultat d'une tentative d'estimation (à partir d'un état donné du système climatique) de l'évolution réelle future du climat, à l'échelle d'une saison, de plusieurs années ou d'une décennie, sont fortement influencées par les conditions initiales et sont, en général, de nature probabiliste.

## Résilience

Capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux interdépendants à faire face à une évolution, à une perturbation ou à un événement aléatoire, leur permettant d'y répondre ou de se réorganiser de façon à préserver leur fonction, leur identité et leur structure fondamentales. Qualité positive lorsqu'elle permet de maintenir les capacités d'adaptation, d'apprentissage et, ou de transformation (Conseil de l'Arctique, 2016).

## Risque

Possibilité de conséquence résultant de l'exposition d'un système humain ou naturel vulnérable à un aléa climatique. Le risque combine la vraisemblance d'un aléa et ses conséquences.

## Sensibilité

Les caractéristiques de l'élément évalué qui le rendent susceptible d'être stressé par le changement climatique identifié (exemple : état de vétusté d'un bâtiment, zones minéralisées, population âgée).



## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

### Seuil climatique

Limite au sein d'un système au-delà de laquelle ce comportement est considéré comme moins efficace (économiquement, socialement, technologiquement ou environnementalement).

### Scénarios d'émissions

Une représentation plausible de l'évolution future des émissions de gaz à effet de serre et des aérosols engendrant des hausses de température globale jusqu'à la fin du siècle. Ils sont basés sur des hypothèses quant aux forces sous-jacentes, comme le développement socio-économique et démographique ou le changement technologique. Il existe plusieurs générations de scénarios d'émissions, les plus récentes étant les Trajectoires communes d'évolution socio-économique (*Shared Socioeconomic Pathways* ou SSP), qui remplacent les Profils représentatifs d'évolution de concentration (*Representative Concentration Pathway* ou RCP).

### Vraisemblance

Possibilité associée à la manifestation d'un aléa qui peut s'exprimer de façon qualitative ou quantitative.

### Vulnérabilité

Propension ou prédisposition des personnes et des systèmes, naturels et humains, à subir des dommages dus à un aléa et qui résulte de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux. La notion de vulnérabilité englobe la sensibilité et la capacité d'adaptation. La vulnérabilité englobe divers concepts et éléments tels que la sensibilité ou la fragilité ainsi que l'incapacité de faire face et de s'adapter.



## **1. Introduction**

Les changements climatiques provoquent des bouleversements mondiaux. Ils entraînent une augmentation d'événements météorologiques extrêmes, altèrent les écosystèmes, menacent la sécurité de millions de personnes et génèrent des coûts de plus en plus élevés pour les communautés. Pour le Canada, selon l'Institut climatique canadien : « pour chaque dollar dépensé sur des mesures d'adaptation aujourd'hui, 13 \$ - 15 \$ seront récupérés dans les années suivantes en bénéfices directs et indirects »<sup>2</sup>.

Connue pour ses paysages et ses grands espaces naturels, Saguenay fait face à des enjeux propres aux régions périphériques québécoises tels que le ralentissement de la croissance de la population, l'importance du développement économique, la pression du transport solo, l'adaptation face aux changements climatiques, etc. La Ville de Saguenay n'échappe malheureusement pas aux impacts que causent les changements climatiques sur nos milieux de vie. La région du Saguenay–Lac-Saint-Jean a d'ailleurs subi certaines des conséquences attribuées en partie au climat, notamment l'érosion du sol, des glissements de terrain, des feux de forêt et des conditions climatiques comme des averses et des périodes de chaleur accablante. Ces aléas peuvent être exacerbés par des conditions climatiques en évolution.

À la lumière de ces constats, la Ville de Saguenay s'est engagée à élaborer son premier plan climat permettant de mettre en œuvre des mesures concrètes afin d'adapter les milieux de vie, les infrastructures, les services à la population et de réduire les vulnérabilités liées aux aléas climatiques. À travers cet outil de planification stratégique, il est possible de faire l'inventaire des risques et de cibler les actions à mettre en œuvre permettant de contrer et de diminuer les impacts actuels et futurs des changements climatiques. La Ville de Saguenay vise ainsi à devenir une ville résiliente en mesure d'anticiper, de réagir et de s'adapter au contexte des changements climatiques.

Le plan climat comporte deux volets, un volet adaptation, qui vise à réduire les impacts négatifs des changements climatiques et à renforcer la résilience des systèmes naturels et humains, et un volet atténuation qui a pour objectif de réduire les émissions des gaz à effet de serre (GES) qui sont responsables des changements climatiques. Le présent rapport se penche sur le premier volet ciblant l'adaptation aux changements climatiques. Il présente la méthodologie ainsi que les conclusions des étapes ayant ponctué la démarche, à savoir l'évaluation de la vulnérabilité, l'analyse des risques ainsi que le développement et la priorisation des axes d'intervention stratégiques. L'ensemble de la démarche s'est déroulée de manière collaborative, notamment par la réalisation d'ateliers consultatifs internes puis à travers la consultation publique où le grand public a pu en savoir plus sur les enjeux climatiques à Saguenay et se prononcer sur les actions et orientations proposées tout en renforçant l'appropriation et l'engagement des différentes parties prenantes.

---

<sup>2</sup> [La Stratégie nationale d'adaptation du Canada protégera les collectivités et bâtira une économie forte - Canada.ca](https://www150.com/la-strategie-nationale-dadaptation-du-canada-protgera-les-collectivites-et-batira-une-economie-forte). Gouvernement du Canada, 2022.



## **2. Mise en contexte**

La Ville de Saguenay est soucieuse de la problématique des changements climatiques et s'implique dans la lutte contre ceux-ci. À cet effet, elle s'est engagée dans plusieurs initiatives, comme son adhésion au programme Partenaires dans la protection du climat<sup>3</sup> (PPC), un réseau national composé de plus de 400 municipalités qui vise à réduire les émissions des gaz à effet de serre (GES) et à lutter contre les changements climatiques.

En matière de réduction des GES, la Ville de Saguenay a réalisé un inventaire des émissions de GES en 2018. Cet inventaire est en cours de mise à jour dans le cadre du plan climat du programme ATCL. De plus, plusieurs actions ont été mises en place<sup>4</sup>, comme :

- Le Grand Dialogue régional pour la transition socio-écologique du Saguenay–Lac-Saint-Jean; Des actions pour protéger l'eau et améliorer l'efficacité énergétique;
- Des services aux citoyens pour les accompagner dans la protection des bandes riveraines et milieux hydriques avec des orientations d'interventions (revégétalisation des rives, des techniques de génie végétal, la clé d'enrochement) ainsi que des exemples de bandes riveraines aménagées conformément aux règles et normes en vigueur;
- Un accompagnement pour réaliser des événements écoresponsables.

Saguenay poursuit ainsi sa transition environnementale avec l'élaboration de son plan climat grâce au soutien du programme Accélérer la transition climatique locale (ATCL) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs et du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. Par ce programme, la Ville de Saguenay a accès à un financement de 1,7 million de dollars issu du Plan pour une économie verte 2030. L'élaboration du plan d'adaptation de la Ville de Saguenay s'inscrit dans cette dynamique visant à renforcer l'adaptation et la résilience territoriale et socio-économique de la ville.

### **2.1. Objectifs du mandat**

La Ville de Saguenay souhaite se munir d'un premier Plan d'adaptation aux changements climatiques (PACC) qui s'harmonise avec les autres plans et politiques déjà en vigueur. Ce premier PACC vise ainsi à réaliser un portrait du territoire et des aléas climatiques antérieurs, une analyse de vulnérabilité et une étude d'appréciation des risques liés aux changements climatiques pour la Ville de Saguenay.

À travers une approche collaborative de l'ensemble des parties prenantes, et appuyées sur une revue des meilleures pratiques, les mesures d'adaptation à mettre en œuvre sont sélectionnées et priorisées pour être développées à travers une stratégie de mise en œuvre ainsi qu'un programme de suivi. L'appui du Programme accélérer la transition climatique locale (ATCL) du gouvernement provincial pour réaliser un plan climat, dont bénéficie la Ville de Saguenay, donne un cadre qui oriente la réalisation du PACC.

Programme accélérer la transition climatique locale (ATCL) :

---

<sup>3</sup> [Partenaires dans la protection du climat | Fédération canadienne des municipalités \(fcm.ca\)](#)

<sup>4</sup> [Ville de Saguenay | Plan climat](#)



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Le 8 février 2024, le gouvernement du Québec a annoncé une aide financière de 500 millions de dollars sur 5 ans pour soutenir la transition climatique locale par le biais du programme ATCL.

Le programme ATCL s'inscrit dans le cadre de la mesure 4.2 du Plan pour une économie verte 2030, qui vise l'engagement des partenaires dans la transition climatique du Québec, ainsi que dans l'objectif 4 du Plan de mise en œuvre 2023-2027 de la Politique nationale de l'architecture et de l'aménagement du territoire, qui vise à améliorer la capacité d'adaptation des communautés aux conséquences des changements climatiques ainsi que la conservation des milieux naturels et de la biodiversité.

L'objectif général du programme est d'accélérer la transition climatique des communautés en soutenant la planification et la mise en œuvre de projets de lutte contre les changements climatiques. Les objectifs spécifiques du programme sont les suivants :

- Augmenter la résilience des communautés face aux changements climatiques en soutenant la mise en œuvre de projets d'adaptation par le milieu municipal;
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre en soutenant la mise en œuvre de projets d'atténuation des changements climatiques par le milieu municipal;
- Accroître la connaissance en matière de lutte contre les changements climatiques et la mobilisation des acteurs;
- Accroître la prise en compte des changements climatiques dans la gouvernance municipale;
- Accroître les moyens du milieu municipal pour lui permettre de planifier et de mettre en œuvre des projets structurants de lutte contre les changements climatiques.

Ainsi, dans le cadre du programme ATCL, la Ville de Saguenay a accès à un financement de 1,7 million de dollars pour réaliser son plan climat.

### **2.2. Prise en compte de l'adaptation aux changements climatiques dans les différents plans et programmes de la ville**

La question de l'harmonisation du Plan climat, dans son volet adaptation, avec les orientations et les priorités de la Ville de Saguenay est primordiale dans une démarche d'adaptation aux changements climatiques. De ce fait, les notions d'adaptation aux changements climatiques ont été considérées dans certains documents de planification comme des politiques, plans et programmes qui peuvent servir de véhicule pour l'avancement de l'adaptation aux changements climatiques.

Ainsi dans le Plan stratégique de la ville, la question de l'adaptation aux changements climatiques est au cœur des orientations prioritaires, une gestion responsable des finances publiques, des infrastructures et du patrimoine, et ce, à travers des objectifs et indicateurs spécifiques, dont des exemples sont présentés dans le tableau qui suit.



**Tableau 1 Exemples d’objectifs et indicateurs Plan stratégique 2024-2030 de la Ville tenant compte des changements climatiques**

Objectifs	Indicateurs
1.1 Diminuer les niveaux de risques reliés aux changements climatiques sur le territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de citoyens touchés par des risques reliés à leur sécurité/santé physique</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes financières, pour la Ville, associées aux changements climatiques</li> </ul>

D’un autre côté, le Schéma d’aménagement et de développement révisé de la Ville de Saguenay témoigne de la prise en compte de l’adaptation aux changements climatiques lors de la présentation des huit chantiers à la base de la réflexion amorcée par la Ville de Saguenay en fonction des préoccupations du milieu et des enjeux de planification en 2018. C’est notamment le cas du chantier « verdissement, environnement et développement durable » dont l’objectif est d’assurer une planification territoriale plus résiliente et durable, en tenant compte des milieux sensibles et de la vulnérabilité des communautés face aux changements climatiques. Pour ce faire, le chantier vise, d’une part, à identifier des milieux dits sensibles ou à valeur ajoutée, en priorisant des secteurs présentant une vulnérabilité accrue, et d’autre part, à assurer le maintien d’un couvert végétal et forestier en milieux urbanisés. Finalement, il identifie et met en valeur les attraits naturels du territoire de manière à favoriser l’accès public.

De plus dans le portrait présenté dans le schéma d’aménagement et de développement, les changements climatiques et la vulnérabilité du territoire sont traités dans une section entière qui fait état des phénomènes issus des dérèglements climatiques qui méritent d’être considérés dans la planification territoriale. Il s’agit notamment des îlots de chaleur urbains et vagues de chaleur, de la hausse du niveau des mers et l’érosion côtière ainsi que certains aléas hydrométéorologiques. Le portrait du schéma d’aménagement, en présentant les défis et des enjeux de santé publique et de sécurité, présente l’adaptation aux changements climatiques nécessaire à intégrer aux réflexions relatives à la planification et l’aménagement du territoire afin de réduire les vulnérabilités territoriales et populationnelles dues aux changements climatiques. Ainsi, atténuer les vulnérabilités face aux changements climatiques fait partie intégrante des concepts structurants de la Vision stratégique du schéma d’aménagement et de développement de la Ville de Saguenay. À cet effet, en adoptant une approche préventive visant à diminuer les effets des changements climatiques, et à atténuer la vulnérabilité des personnes et des biens, la Ville de Saguenay poursuit l’acquisition de connaissance sur les changements climatiques. C’est le cadre dans lequel s’inscrit l’élaboration du plan d’adaptation aux changements climatiques, tout en utilisant l’aménagement du territoire comme outil pour outiller la population et faire face aux conséquences des changements climatiques.

Le Plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH) de la Ville de Saguenay est un document précieux pour caractériser les vulnérabilités du territoire, et présente des recommandations importantes pour préparer des milieux fragiles aux perturbations des changements climatiques à long terme, ce qui montre la considération évidente de l’adaptation aux changements climatiques dans ce plan. Cependant, dans le Plan d’action du plan de développement durable 2016 – 2026 ainsi que dans le Plan de gestion des matières résiduelles de la Ville de Saguenay PGMR 2023-2030, l’adaptation aux changements climatiques n’est pas mentionnée.



### **2.3. Portée et équipe du projet**

Le plan climat comporte deux volets, un volet adaptation, qui vise à réduire les impacts négatifs des changements climatiques et à renforcer la résilience des systèmes naturels et humains, et un volet atténuation qui a pour objectif de réduire les gaz à effet de serre (GES) qui sont responsables des changements climatiques. Le présent rapport se penche sur le premier volet en ciblant l'adaptation aux changements climatiques et présente la méthodologie ainsi que les conclusions des étapes ayant ponctué la démarche. Il s'aligne avec les étapes de la Ville de Saguenay pour réaliser son Plan d'adaptation aux changements climatiques :

- Étape 1 : Évaluation du climat et appréciation des risques;
- Étape 2 : Consultation publique, priorisation de gestion des risques, rédaction et mise en œuvre du plan d'adaptation aux changements climatiques.

Le présent mandat consiste ainsi à réaliser l'étape 1 du plan d'adaptation aux changements climatiques de la Ville de Saguenay, ainsi qu'une partie de l'étape 2 à travers les étapes suivantes :

- Identifier les impacts du climat actuel;
- Évaluer la vulnérabilité aux impacts;
- Définir les impacts potentiels des changements climatiques et analyser les vulnérabilités;
- Réaliser une appréciation des risques sur son territoire;
- Proposer des axes d'intervention stratégiques.

L'ensemble de la démarche s'est déroulée de manière collaborative, notamment par la réalisation d'ateliers consultatifs avec les élus et la direction générale puis avec la consultation publique où le grand public a pu en savoir plus sur les enjeux climatiques au Saguenay tout en renforçant l'appropriation et l'engagement des différentes parties prenantes sur le terrain.

L'équipe projet dédiée au plan climat est représentée par le comité de travail formé des ressources suivantes :

- Hugo Descôteaux-Simard, ing., Directeur du Service du développement durable et de l'environnement;
- Audrey Bédard, Conseillère en environnement, Service de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme;
- Noémie Bussièrès, Conseillère en développement durable, Service du développement durable et de l'environnement;
- Patrick Gagnon, Coordonnateur en gestion de risques, Service de la sécurité incendie.

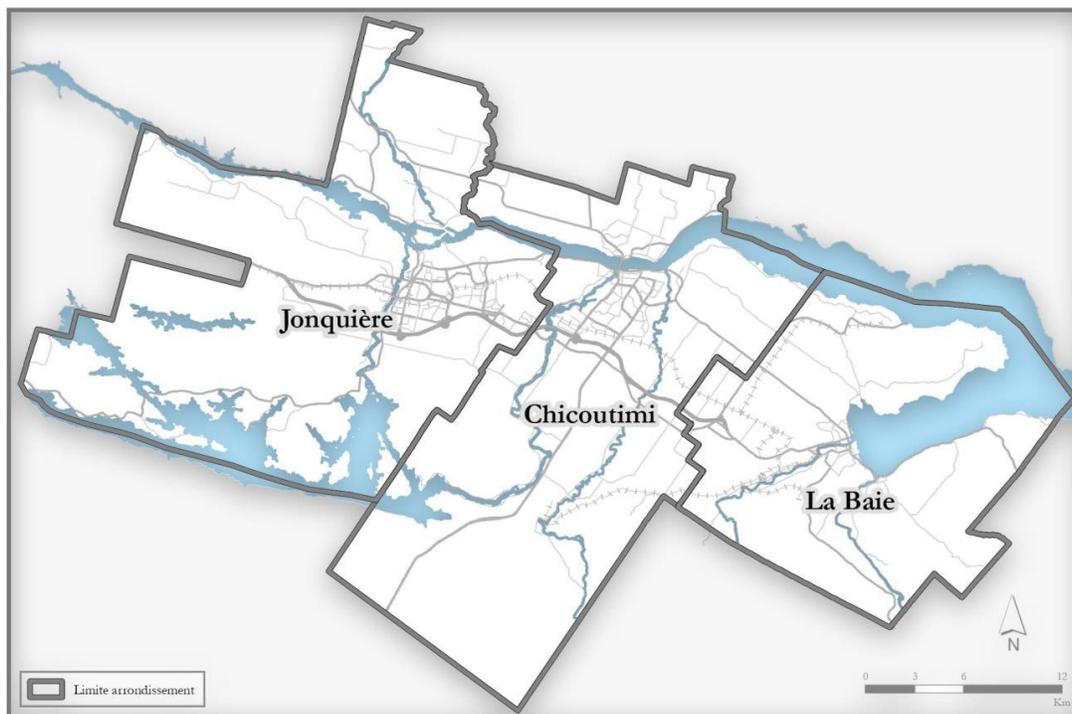
De plus, plusieurs entrevues ont été réalisées avec différents acteurs de la Ville de Saguenay et des organismes connexes.



### 3. Portrait territorial

Le portrait territorial de Saguenay présente de manière succincte les principales caractéristiques du territoire en vue d'une meilleure compréhension de ses différentes fonctions territoriales. Pour plus de détails sur les contextes d'aménagement et environnementaux, il est possible de consulter respectivement le Schéma d'aménagement et de développement révisé<sup>5</sup> (2022) et le Plan régional des milieux humides et hydriques de la Ville de Saguenay<sup>6</sup> (2024).

Créée le 1er janvier 2002, la Ville de Saguenay résulte de la fusion de sept anciennes entités territoriales, soit les villes de Jonquière, Chicoutimi, La Baie et Laterrière, ainsi que les municipalités de Shipshaw et Lac-Kénogami et une partie de la municipalité de Canton Tremblay. La structure territoriale de la Ville de Saguenay se présente en trois arrondissements : Jonquière, Chicoutimi et La Baie, comme illustré ci-dessous<sup>7</sup>.



**Figure 1** Les arrondissements de la Ville de Saguenay (source : Ville de Saguenay, 2019)

<sup>5</sup> Schéma d'aménagement et de développement révisé, Ville de Saguenay, 2022

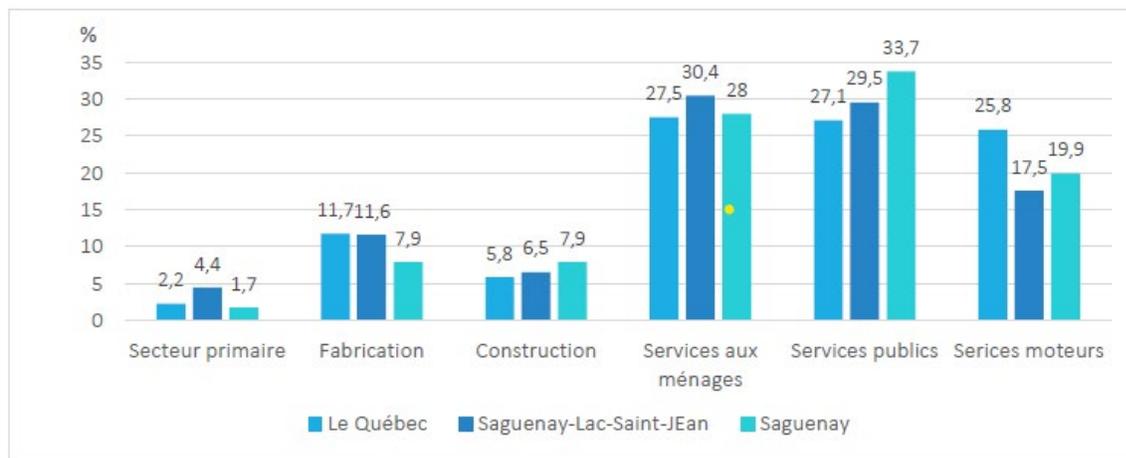
<sup>6</sup> Plan régional des milieux humides et hydriques de la Ville de Saguenay, janvier 2024, V. 2.

<sup>7</sup> Schéma d'aménagement et de développement révisé, Ville de Saguenay, 2022.

## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

Avec une superficie de 1 165 km<sup>2</sup> et une population de 145 949 habitants (selon le recensement de 2016), soit la moitié (52,8 %) de la population totale de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, la Ville de Saguenay est la 7<sup>e</sup> ville en importance au Québec. Elle connaîtra, si les projections de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) s'avèrent véridiques, un déclassement de deux rangs dans les deux prochaines décennies<sup>8</sup>.

Malgré sa position dans une région dite « ressource » ou « périphérique », Saguenay se démarque par une structure économique de ses emplois moins axés sur la production de biens (secteur primaire, fabrication et construction), mais davantage sur les services (aux ménages, publics et moteurs) et montre que la Ville joue son rôle de centre de services pour le Saguenay–Lac-Saint-Jean, comme en témoigne la figure suivante.



**Figure 2 Répartition des emplois selon les secteurs économiques pour Saguenay, le Saguenay Lac-Saint-Jean et le Québec<sup>9</sup>**

Certains secteurs d'activité ayant généré l'essor économique de la région demeurent importants pour le dynamisme de la Ville de Saguenay. Parmi ceux-ci, on retrouve la foresterie, la défense nationale, l'aluminium, l'énergie hydroélectrique et les services publics. Ces secteurs d'activités représentent la base de l'activité économique de la région et de Saguenay. Malgré qu'elle soit forte de ses activités économiques traditionnelles, Saguenay continue de se développer pour accéder à de nouveaux secteurs et permettre une diversité d'emplois et de travailleurs. Parmi ces nouveaux secteurs d'activité, notons entre autres l'industrie numérique et les technologies de l'information, le tourisme, le secteur bioalimentaire, le domaine de la recherche et l'innovation. De plus, la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean se démarque par la présence de quatre créneaux d'excellence. Il s'agit du créneau d'excellence AgroBoréal, du tourisme d'aventure et écotourisme, de la transformation de l'aluminium et le créneau d'excellence sur les drones civils et commerciaux. En plus, la Ville a annoncé plusieurs grands projets

<sup>8</sup> Source : PRMHH, Tiré du Projet de Schéma d'aménagement et de développement révisé de la Ville de Saguenay. 2022 : « Selon les projections de l'ISQ, on estime que la population de Saguenay atteindra tout près de 148 500 habitants en 2026 et diminuera de 1 000 habitants d'ici 2036. Les perspectives pour Saguenay présentent donc une augmentation puis une décroissance de la population ».

<sup>9</sup> Source : PRMHH, Tiré du Projet de Schéma d'aménagement et de développement révisé de la Ville de Saguenay. 2022.

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

d'investissement pour les prochaines années comme la modernisation de l'aéroport Saguenay-Bagotville, la construction de plusieurs usines ainsi que divers travaux d'infrastructures.

En termes d'utilisation du territoire, l'hydrographie représente un élément structurant du territoire, avec la présence de la rivière Saguenay, de La Baie des Ha! Ha!, du lac Kénogami et de ses nombreux autres cours d'eau. En plus, des trois grands cœurs urbains, soit les centres des trois arrondissements : Jonquière, Chicoutimi et La Baie, le territoire est toutefois dominé par les terres en forêt qui ceinture les limites de la Ville et s'introduit dans différentes parties urbaines.

**Tableau 2 Statistiques de l'utilisation du sol à Saguenay (Source : PRMHH, tiré du Projet de Schéma d'aménagement et de développement révisé de la Ville de Saguenay, 2022)**

Usage	Superficie (km <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Forêt	690,52	55
Agriculture	190,13	15
Hydrographie	151,39	12
Espace urbanisé	126,09	10
Vacant/Friche	53,75	4
Parc extensif	21,79	2
Marécage/terrain improductif	15,02	1
Industrie extractive	14,15	1

L'espace urbanisé conjugue plusieurs usages, notamment résidentiels (60 % de la superficie), infrastructure publique (14 %), industrie manufacturière (10 %), parc intensif et commercial (respectivement avec 7 % de la superficie) et finalement un usage mixte. Cet espace urbanisé a connu une croissance d'environ 10,5 % de sa superficie de 2001 à 2019 en raison de l'augmentation du nombre de ménages.

La zone forestière quant à elle peut se diviser en deux catégories, soit la forêt privée qui représente 56 % de la superficie forestière et la forêt publique représentant 44 %. Pour les terres publiques sur le territoire de la Ville, soit environ 8000 ha, Saguenay assure la gestion sous convention de gestion avec le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). Ces terres représentent des terres forestières, mais aussi des terres agricoles et celles vouées exclusivement au récréotourisme ou encore à la villégiature. La Ville a donc la responsabilité d'assurer la gestion de la villégiature, du sable et gravier ainsi que du territoire forestier dans ces secteurs.

La Ville de Saguenay a adopté en 2018 son plan de développement de la zone agricole (PDZA). L'analyse de l'utilisation du sol depuis 2001 indique peu de changements pour la fonction agricole. Son développement est demeuré relativement stable. Au niveau des entreprises agricoles, un total de 181 entreprises étaient présentes sur le territoire de la Ville de Saguenay en 2014, dont les entreprises de production laitière qui représentent 41 % des entreprises agricoles.



## 4. Portrait climatique actuel et futur de Saguenay

L'élaboration d'un plan d'adaptation aux changements climatiques requiert une évaluation de la vulnérabilité et des risques des systèmes, des infrastructures, et des services de la ville exposés à des aléas climatiques. Afin de déterminer le portrait climatique de la Ville de Saguenay, un profil climatique a été élaboré afin de regrouper les informations climatiques historiques, actuelles et futures. Les données climatiques présentées ont été obtenues à partir de ressources fédérales et provinciales publiques pour les données hydrologiques, climatiques et physiographiques, ainsi que des programmes locaux de surveillance météorologique et climatique.

L'évolution du climat est fortement influencée par la hausse des concentrations de gaz à effet de serre (GES) émis dans l'atmosphère. En d'autres mots, la nature et le rythme des bouleversements climatiques qui sont et seront vécus à une échelle régionale et locale dépendent en grande majorité des activités humaines et des actions mises de l'avant à l'échelle mondiale. Ainsi, il existe un certain niveau d'incertitude dans les projections climatiques futures lié en partie aux efforts déployés et aux progrès réalisés (ou non) à l'échelle mondiale en matière de réduction des émissions de GES.

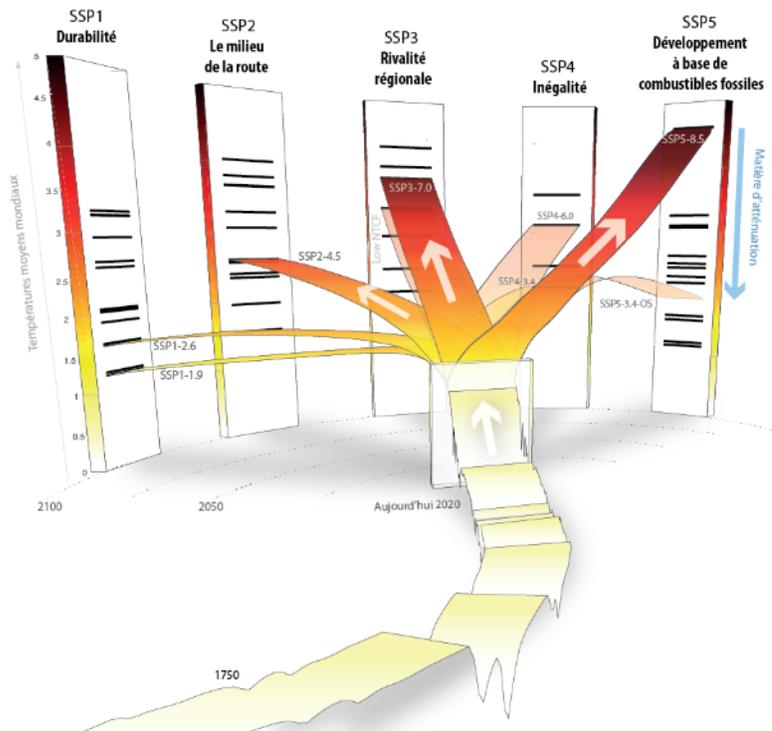
Les modélisations climatiques pour simuler le climat futur sont des scénarios de concentrations de GES utilisés pour comprendre les effets de ces scénarios différenciés sur le climat. Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), dans son 6<sup>e</sup> rapport, le plus récent, a adopté cinq profils de Trajectoires socio-économiques partagées (*Shared Socio-economic Pathways - SSP*). La figure 3 illustre les cinq scénarios du plus optimiste (SS1) au plus pessimiste (SSP5). La figure montre des exemples de niveaux de température moyenne globaux par rapport aux niveaux préindustriels. Y sont indiquées les températures historiques (bande jaune pâle à l'avant), les températures actuelles (2020) [bloc blanc au milieu] et la ramification des scénarios au cours du 21<sup>e</sup> siècle selon les différentes familles socio-économiques<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Pour une description des scénarios détaillés, voir [Comprendre la science du climat - modélisation climatique | Ouranos](#).



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**



**Figure 3 Les scénarios climatiques « Shared socio-economic pathways (SSP) » du 6<sup>e</sup> rapport du GIEC (source : donneesclimatiques.ca)**

Pour l'appréciation des risques climatiques et la détermination des vraisemblances des aléas climatiques, en respect aux recommandations du guide de l'ATCL<sup>11</sup>, l'utilisation des scénarios d'émissions modérées (SSP2-4.5) et élevées (SSP3-7.0) a été privilégiée, afin de tenir compte d'une grande partie de l'éventail possible des projections climatiques. Le scénario d'émissions très élevées, à savoir le SSP5-8.5, est quant à lui plus pertinent lorsqu'on s'intéresse à des aléas très improbables, aux conséquences catastrophiques, ou comme analogue climatique post -2100.

De plus, pour tenir compte de la durée de vie prévue des infrastructures, avoir une meilleure visibilité sur l'évolution des risques sur le long terme et orienter les décisions de planification d'aménagement du territoire et d'infrastructures d'envergure, les horizons temporels choisis dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- « Historique » : qui réfère à la normale historique, période de 1981 à 2010;
- « 2020 » : un horizon à court terme couvrant la période de 2011 à 2040;
- « 2050 » : un horizon à moyen terme couvrant la période de 2041 à 2070;
- « 2080 » : un horizon à long terme couvrant la période de 2071 à 2100.

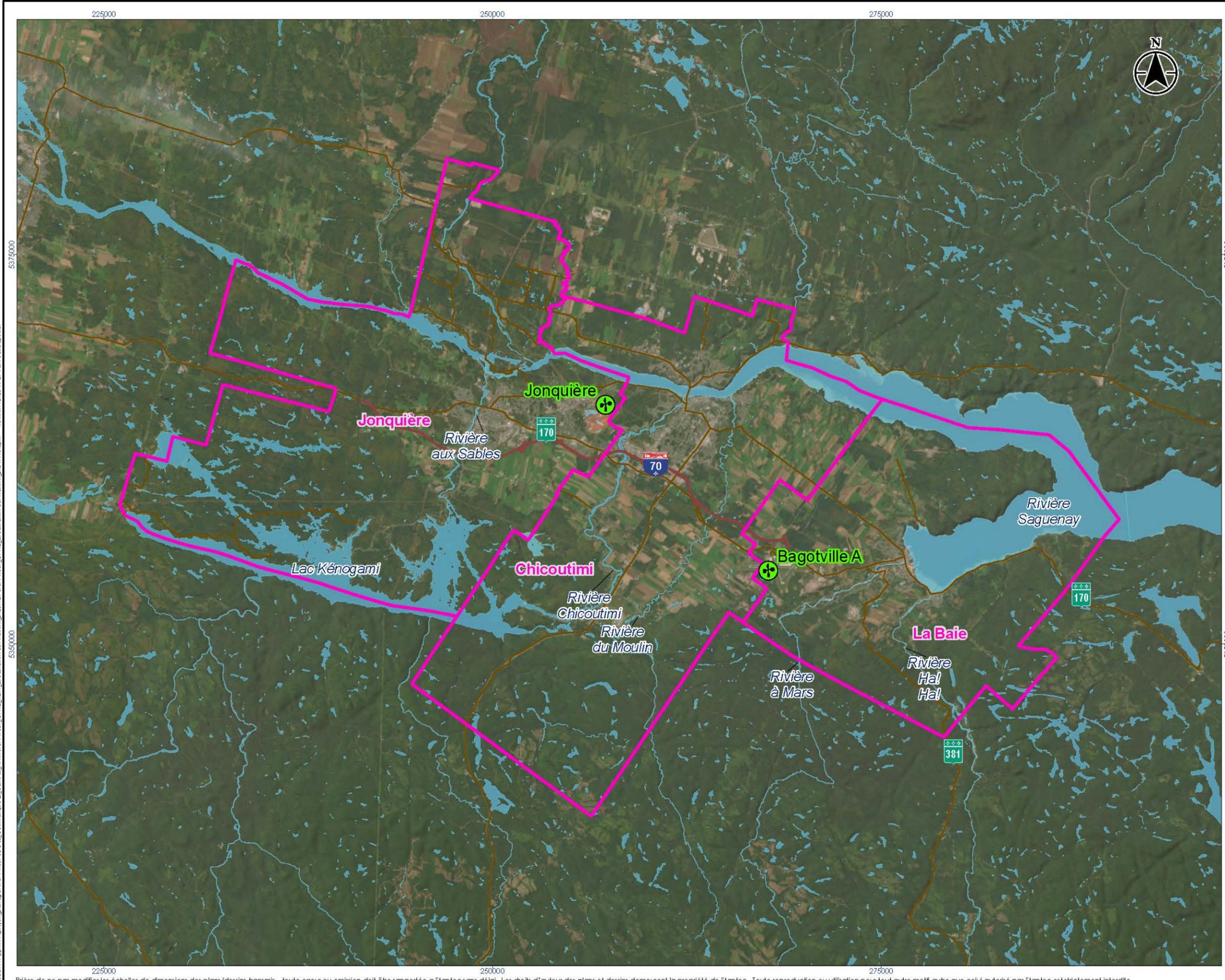
<sup>11</sup> Ouranos et MELCCFP. 2024. Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux. 138 pages. p. 37.

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Lors de l'élaboration d'un profil du climat historique d'une région, les données les plus valables sont généralement celles de températures, de précipitations et de vent recueillies auprès des stations météorologiques à proximité. L'élaboration du profil climatique de la Ville de Saguenay a nécessité un examen des données météorologiques historiques disponibles et des données de projections climatiques des deux stations météorologiques pour représenter les paramètres climatiques du territoire à l'étude. Il s'agit de Bagotville A (ID de la station : 6 078 280) et de Jonquière (ID de la station : 6 078 286) représentées dans la carte suivante.







**Composante du projet**

- Limite d'arrondissement
- + Station météorologique
- Hydrologie - GRHQ**
- Plan eau
- Autre**
- Autoroute
- Route



**Sources**

1. Système de coordonnées : NAD 1983 CSRS MTM 7
2. Limite arrondissement : Ville de Saguenay, 2024.
3. Station météorologique : Environnement Canada, 2024.
4. Hydrologie : GRHQ, 2024.
5. Réseau routier : Ville de Saguenay, 2024.
6. Imagerie : Esri World Imagery, 2022.



Localisation du projet: Saguenay, Québec  
 167040537\_C0002 REVA  
 Préparé par Charles-Élie Dubé-Poirier le 2025-01-27  
 Vérifié par Zineb Alaoui Madaghri le 2025-01-27  
 Révision indépendante par Mathieu Cyr le 2025-01-27

Client/Projet  
 Ville de Saguenay  
 Plan d'adaptation aux changements climatiques  
 pour la Ville de Saguenay

Carte No.  
**1**

Titre  
**Répartition des stations météorologiques  
 utilisées de Saguenay**

C:\00119-pp150\projets\portages\167040537\GOV\Géomatique\2\_Carte\3\_Arr\167040537\_C0002\_REVA\_Localisation des stations\_20250127\_Poirier.cd.dwg  
 Révision : 2025-01-27 Par : cd.bepoirier



La section suivante présente les données climatiques actuelles et leur évolution future selon les deux scénarios SSP.

#### 4.1. Données climatiques historiques

Le tableau 3 indique les moyennes historiques (1991-2020) locales pour la région de Saguenay.

**Tableau 3 Données climatiques historiques de la région de Saguenay**

Données historiques (1991-2020)		
Température	Températures quotidiennes moyennes (°C) - annuel	3,1
	Moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes (°C)	8,5
	Nombre de jours > 30 °C (jours) - annuel	8,4
	Nombre de jours > 32 °C (jours) - annuel	3,1
	Nombre de jours > 35 °C (jours) - annuel	0,33
	Moyenne des températures minimales quotidiennes (°C) - annuel	-2,3
	Nombre de jours ≤ -15 °C (jours) - annuel	70,3
	Nombre de jours ≤ -30 °C (jours) - annuel	6,5
	Événement de cycles gel-dégel - annuel	71,57
	Nombre de vagues de chaleur <sup>12</sup> (temp. max. (°C) 31 temp. min. (°C) 18) - annuel	0,3
Précipitations	Précipitations totales (mm) - annuel	929,7
	Précipitations totales (mm) - Hiver	169,7
	Précipitations totales (mm) – Printemps	196,9
	Accumulation maximale annuelle moyenne de précipitations en 1 jour (mm)	41,99
	Accumulation maximale annuelle moyenne de précipitations en 3 jours (mm)	62,68
	Accumulation maximale annuelle moyenne de précipitations en 5 jours (mm)	70,86

#### 4.2. Projections climatiques futures

Cette section décrit leurs évolutions possibles en appliquant deux scénarios de concentration des GES. En plus des données issues du profil climatique développé dans le cadre du PACC de Saguenay, plusieurs publications, comme celle issue du rapport d'Ouranos intitulé « Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean », présentent l'état des connaissances relatives à l'évolution de certains phénomènes météorologiques et aléas climatiques dans la région du Saguenay. La figure ci-dessous, issue du Guide pour les organismes municipaux « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques » réalisé par Ouranos et MELCCFP (2024) illustre les grandes tendances climatiques saisonnières pour la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean.

<sup>12</sup> Une vague de chaleur extrême est définie comme une période d'au minimum 3 jours consécutifs pendant laquelle les moyennes mobiles sur 3 jours des températures maximales de 31 °C et minimales de 18 °C, observées à la station de Bagotville. Ces seuils sont basés sur une étude de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) et de l'INSPQ.



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Variables et indices climatiques		Tendances régionales	Normales climatiques et évolution anticipée				
			1991-2020	Projections 2041-2070		Projections 2071-2100	
				SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP2-4.5	SSP3-7.0
 Températures (°C)	Moyenne annuelle des températures	↑	0,0	2,1 [1,4 - 3,4]	2,5 [1,8 - 3,5]	3,0 [2,5 - 5,0]	4,4 [3,8 - 5,6]
	Moyenne hivernale des températures	↑	-15,1	-12,4 [-13,3 - -10,3]	-11,6 [-12,7 - -10,4]	-10,9 [-11,7 - -8,9]	-9,6 [-10,2 - -7,5]
	Moyenne printanière des températures	↑	-2,5	-0,6 [-1,5 - 0,4]	-0,4 [-1,2 - 0,8]	-0,1 [-0,9 - 1,9]	1,7 [0,7 - 2,2]
	Moyenne estivale des températures	↑	14,5	16,5 [15,7 - 17,4]	16,7 [16,1 - 17,7]	17,3 [16,4 - 19,0]	18,4 [17,4 - 19,8]
	Moyenne automnale des températures	↑	2,9	4,8 [4,2 - 5,8]	5,1 [4,6 - 6,2]	5,7 [5,1 - 7,2]	6,7 [6,1 - 8,0]
	Nombre annuel de vagues de chaleur	↑	0,0	0,0 [0,0 - 0,1]	0,0 [0,0 - 0,2]	0,1 [0,0 - 0,3]	0,2 [0,1 - 0,8]
	Nombre annuel de jours >30°C [jours]	↑	1	2 [1 - 4]	2 [2 - 5]	3 [2 - 8]	7 [3 - 15]
	Total annuel des degrés-jours de croissance [DJC]	↑	1271	1579 [1488 - 1738]	1668 [1526 - 1781]	1715 [1600 - 2019]	191 [1795 - 2154]
 Gel-dégel [jours]	Nombre annuel d'événements de gel-dégel	↓	86	82,0 [75,9 - 86,7]	79,7 [75,7 - 83,5]	79,0 [71,8 - 84,6]	76,2 [69,0 - 81,3]
	Nombre d'événements gel-dégel en hiver	↑	7,0	9,5 [7,5 - 12,3]	9,9 [7,8 - 12,0]	11,5 [8,5 - 13,5]	12,9 [10,5 - 15,2]
	Nombre d'événements gel-dégel au printemps	↓	46,2	42,8 [40,5 - 46,8]	42,2 [28,9 - 46,6]	40,2 [38,0 - 46,3]	37,3 [34,5 - 43,3]
	Nombre d'événements gel-dégel en automne	↓	29,8	27,4 [25,4 - 30,1]	28,6 [24,5 - 28,6]	26,1 [23,3 - 28,0]	23,4 [20,7 - 25,6]
	Indice de gel hivernal (°C · jours)	↓	1928	1555 [1275 - 1665]	1442 [1288 - 1583]	1386 [1055 - 1457]	1155 [936 - 1235]
 Précipitations (mm)	Total hivernal des précipitations solides	↑	174,8	191,5 [177,1 - 206,7]	192,4 [180,9 - 204,8]	195,6 [165,8 - 207,8]	201,0 [187,1 - 218,4]
	Total printanier des précipitations solides	↓	87,5	83,8 [68,4 - 93,5]	80,8 [67,8 - 91,3]	75,4 [61,1 - 94,4]	70,9 [63,1 - 85,2]
	Total automnal des précipitations solides	↓	78,4	81,0 [50,8 - 73,2]	59,4 [47,8 - 73,5]	56,2 [39,7 - 66,0]	46,4 [35,8 - 56,6]
	Total hivernal des précipitations liquides	↑	17,1	23,2 [15,7 - 43,9]	26,7 [20,7 - 37,5]	31,2 [23,5 - 51,9]	41,6 [28,5 - 63,4]
	Total printanier des précipitations liquides	↑	131,0	168,3 [140,4 - 186,8]	180,5 [142,6 - 175,7]	172,3 [149,3 - 202,2]	187,7 [172,2 - 213,4]
	Total estival des précipitations liquides	↑	366,5	381,2 [368,0 - 398,0]	386,3 [362,0 - 404,7]	382,1 [358,8 - 412,7]	369,6 [357,2 - 412,0]
	Total automnal des précipitations liquides	↑	281,7	307,9 [278,8 - 316,6]	300,9 [281,7 - 320,7]	312,0 [297,6 - 340,0]	327,8 [315,9 - 380,7]
	Maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours	↑	75,9	85,1 [81,1 - 94,2]	83,8 [79,5 - 92,8]	86,9 [78,8 - 95,0]	87,8 [80,2 - 93,8]
	Maximum des précipitations cumulées sur cinq jours pour les mois d'avril à septembre	↑	71,9	81,2 [76,0 - 88,8]	79,9 [73,1 - 85,6]	81,4 [72,8 - 90,9]	82,5 [72,7 - 84,9]

**Figure 4** Fiche climatique du Saguenay–Lac-Saint-Jean (source : Ouranos et MELCCFP. 2024. Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux, annexe A).

Les données dans la section suivante sont présentées sous forme de tableaux et figures. Les graphiques décrivent la distribution des valeurs des modèles climatiques ainsi que les valeurs médianes. Les cases de chaque graphique représentent, avec une barre, l'emplacement d'environ 50 % des points de données et donc pour lesquels plus de confiance est accordée. Les tableaux présentent ces valeurs médianes.

### 4.3. Température

#### 4.4. Moyennes annuelle et saisonnière des températures moyennes quotidiennes

Le tableau 4 présente les résumés des températures moyennes historiques des périodes de référence 1981-2010 et 1991-2020 pour la région du Saguenay, ainsi que le changement de la température moyenne par rapport à la période de référence. Les moyennes annuelles et saisonnières de la température moyenne quotidienne dans la région du Saguenay sont présentées à la figure 2, et la tendance de la température moyenne annuelle ainsi que les moyennes des projections sur 30 ans sont présentées à la figure 5. La température moyenne annuelle et saisonnière devrait augmenter par rapport à la base de référence 1981-2010, les changements les plus importants (+5,3 °C et +7,0 °C) se produisant pendant les mois d'hiver dans le cadre des scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0 respectivement.



Tableau 4 Températures moyennes historiques et projetées au Saguenay

Saison	Température moyenne 1981–2010 (°C)	Température moyenne 1991–2020 (°C)	Température moyenne (changement de) par rapport à la référence 1981–2010 (°C)					
			SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Annuel	2,8	3,1	4,4 (+1,6)	5,8 (+3,0)	6,8 (+4,0)	4,4 (+1,6)	6,1 (+3,3)	8,3 (+5,5)
Hiver	-13,0	-12,6	-11,0 (+2,0)	-9,1 (+3,9)	-7,7 (+5,3)	-11,1 (+1,9)	-8,7 (+4,3)	-6,0 (+7,0)
Printemps	2,0	2,0	3,4 (+1,4)	4,6 (+2,6)	5,6 (+3,6)	3,5 (+1,5)	4,9 (+2,9)	6,9 (+4,9)
Été	17,0	17,4	18,4 (+1,4)	19,7 (+2,7)	20,6 (+3,6)	18,4 (+1,4)	20,0 (+3,0)	21,9 (+4,9)
Automne	5,1	5,6	6,6 (+1,5)	7,8 (+2,7)	8,8 (+3,7)	6,5 (+1,4)	8,1 (+3,0)	10,1 (+5,0)

Les moyennes annuelles et saisonnières historiques (1981-2010) et futures des températures moyennes quotidiennes dans la zone du projet sont aussi présentées sous forme graphique dans la figure 6.

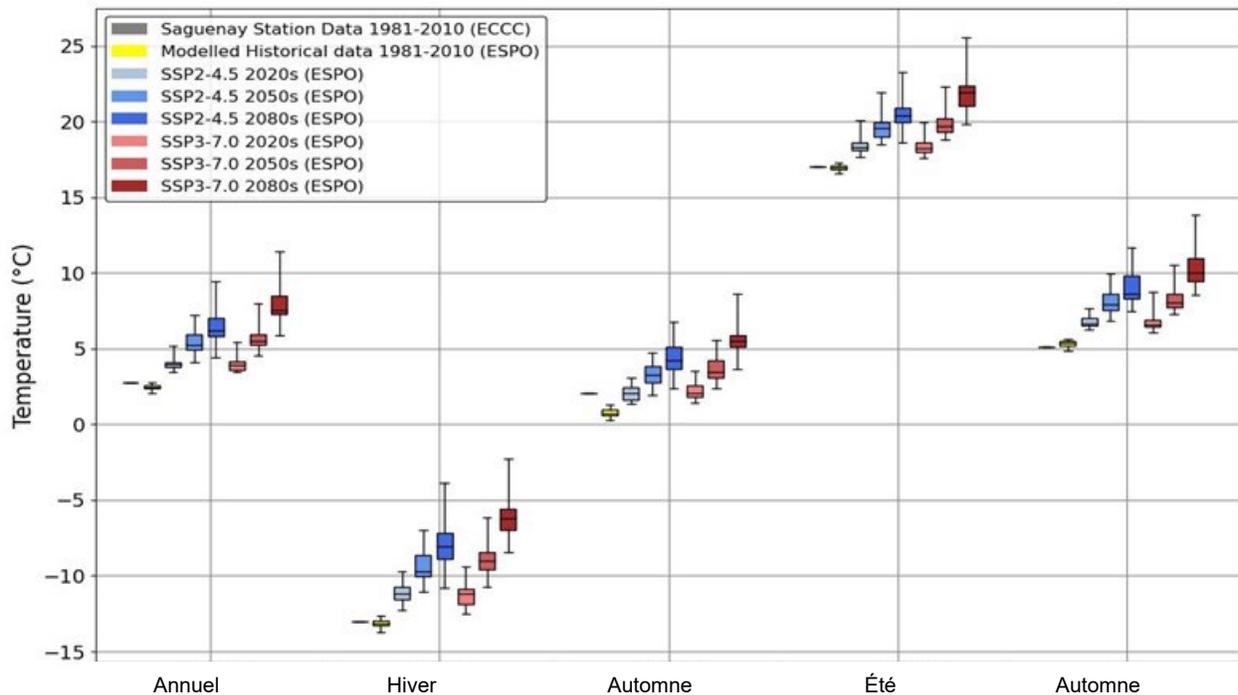


Figure 5 Moyennes annuelles et saisonnières historiques (1981-2010) et futures des températures journalières

## 4.5. Moyennes annuelle et saisonnière des températures maximales

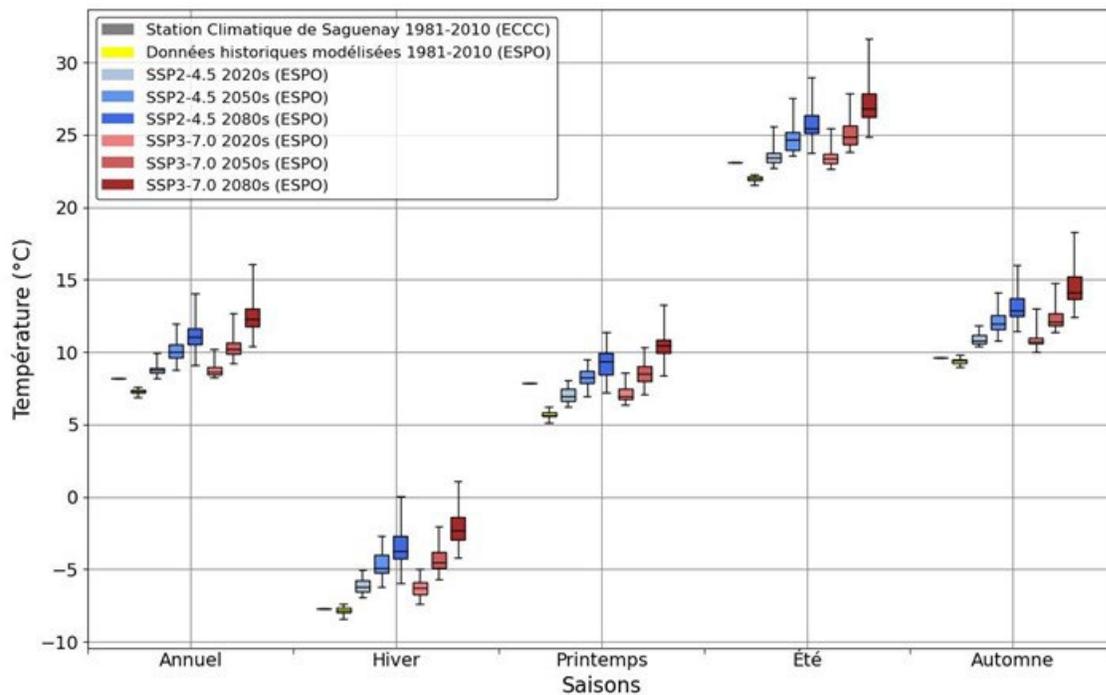
Le tableau suivant présente des résumés des moyennes des températures maximales historiques de la période de référence 1981-2010 et 1991-2020 pour Saguenay, ainsi que le changement moyen de la température maximale par rapport à la période de référence. Les moyennes temporelles annuelles et saisonnières de la température maximale quotidienne dans la région sont aussi présentées sous forme graphique à la figure 6, proposant une représentation supplémentaire des variations et tendances dans les projections.

La température maximale annuelle et saisonnière devrait augmenter par rapport à la base de référence 1981-2010, la plus forte augmentation se produisant pendant les mois d'hiver (+4,4 °C et +5,8 °C) dans le cadre des scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0 respectivement. Une augmentation de la variabilité de la température maximale moyenne peut conduire à des événements extrêmes plus intenses tels que des vagues de chaleur plus longues et plus intenses, avec une courte période de rebond lorsque les nuits tropicales deviennent plus fréquentes.

**Tableau 5 Températures maximales annuelle et saisonnière historiques et projetées à Saguenay**

Saison	Température maximale 1981–2010 (°C)	Température maximale 1991–2020 (°C)	Moyenne (changement) de la température maximale par rapport à la référence 1981–2010 (°C)					
			SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Annuel	8,2	8,5	9,7 (+1,5)	11,0 (+2,8)	12,1 (+3,9)	9,7 (+1,5)	11,3 (+3,1)	13,4 (+5,2)
Hiver	-7,7	-7,4	-6,0 (+1,7)	-4,4 (+3,3)	-3,3 (+4,4)	-6,1 (+1,6)	-4,1 (+3,6)	-1,9 (+5,8)
Printemps	7,8	7,8	9,2 (+1,4)	10,4 (+2,6)	11,4 (+3,6)	9,3 (+1,5)	10,6 (+2,8)	12,6 (+4,8)
Été	23,1	23,4	24,6 (+1,5)	25,9 (+2,8)	26,9 (+3,8)	24,6 (+1,5)	26,2 (+3,1)	28,3 (+5,2)
Automne	9,6	10,1	11,1 (+1,5)	12,3 (+2,7)	13,3 (+3,7)	11,1 (+1,5)	12,6 (+3,0)	14,7 (+5,1)

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**



**Figure 6 Température maximale annuelle et saisonnière historique et projetée au Saguenay**

La chaleur extrême peut avoir des effets négatifs sur certaines infrastructures. L'expansion thermique causée par la chaleur peut accélérer la dégradation des matériaux, ce qui a un impact sur l'intégrité structurale et augmente les coûts d'exploitation et d'entretien. Pour évaluer les épisodes de chaleur extrême, le nombre moyen de jours où les températures maximales quotidiennes sont supérieures ou égales à 30 °C, 32 °C et 35 °C dans la région du Saguenay est indiqué dans le tableau 6, respectivement pour la période de référence ainsi que pour le climat futur. La fréquence des températures élevées extrêmes devrait augmenter dans la région. Il est important de noter que les valeurs futures projetées dans le tableau 6 sont ajustées à la base de référence 1981-2010 en raison des valeurs de températures maximales modélisées plus fraîches en été.

**Tableau 6 Résumé du nombre historique et projeté de jours par année avec une température maximale quotidienne  $\geq 30$  °C, 32 °C et 35 °C à Saguenay**

Seuil	Référence 1981-2010	Référence 1991-2020	SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Temp. max. $\geq 30$ °C	7,8	8,4	11,1	16,5	21,8	11,1	18,1	32,8
Temp. max. $\geq 32$ °C	2,5	3,1	3,6	5,9	8,4	3,8	6,7	15,9
Temp. max. $\geq 35$ °C	0,2	0,3	0,4	0,7	1,3	0,4	1,1	3,8



Selon le scénario SSP2-4.5, les jours de chaleur extrême dépassant les seuils de 30 °C et 32 °C devraient augmenter respectivement de plus de 14 et 6 jours d'ici la période 2071-2100, tandis que les jours de chaleur extrême dépassant le seuil de 35 °C devraient passer d'un événement de 1:4 ans à un événement annuel entre la période historique et la période 2071-2100. Selon le scénario SSP3-7.0, les jours de chaleur extrême dépassant les seuils de 30 °C et 32 °C devraient augmenter de plus de 25 et 13 jours d'ici à la période 2071-2100, tandis que les jours de chaleur extrême dépassant le seuil de 35 °C devraient passer d'un événement sur quatre ans dans la période 2011-2040 à 3,8 événements par an dans la période 2071-2100. Il est important de noter qu'en raison des données modélisées ESPO plus fraîches en été, les valeurs des figures sont inférieures aux valeurs ajustées du tableau 7.

#### **4.6. Vagues de chaleur et jours de canicule**

Une vague de chaleur extrême est définie comme une période d'au minimum trois jours consécutifs pendant laquelle les moyennes mobiles sur trois jours des températures maximales et minimales, observées aux stations météorologiques de référence des différentes régions sociosanitaires (RSS), atteignent les valeurs seuils de chaleur extrême. D'après les données de l'INSPQ, les seuils pour les vagues de chaleur pour la région du Saguenay sont de Tmax : 31 °C ou plus et Tmin : 18 °C ou plus<sup>13</sup>. Le nombre annuel moyen de vagues de chaleur et des jours de canicule (présentés dans le tableau suivant) devraient augmenter pour la région du Saguenay.

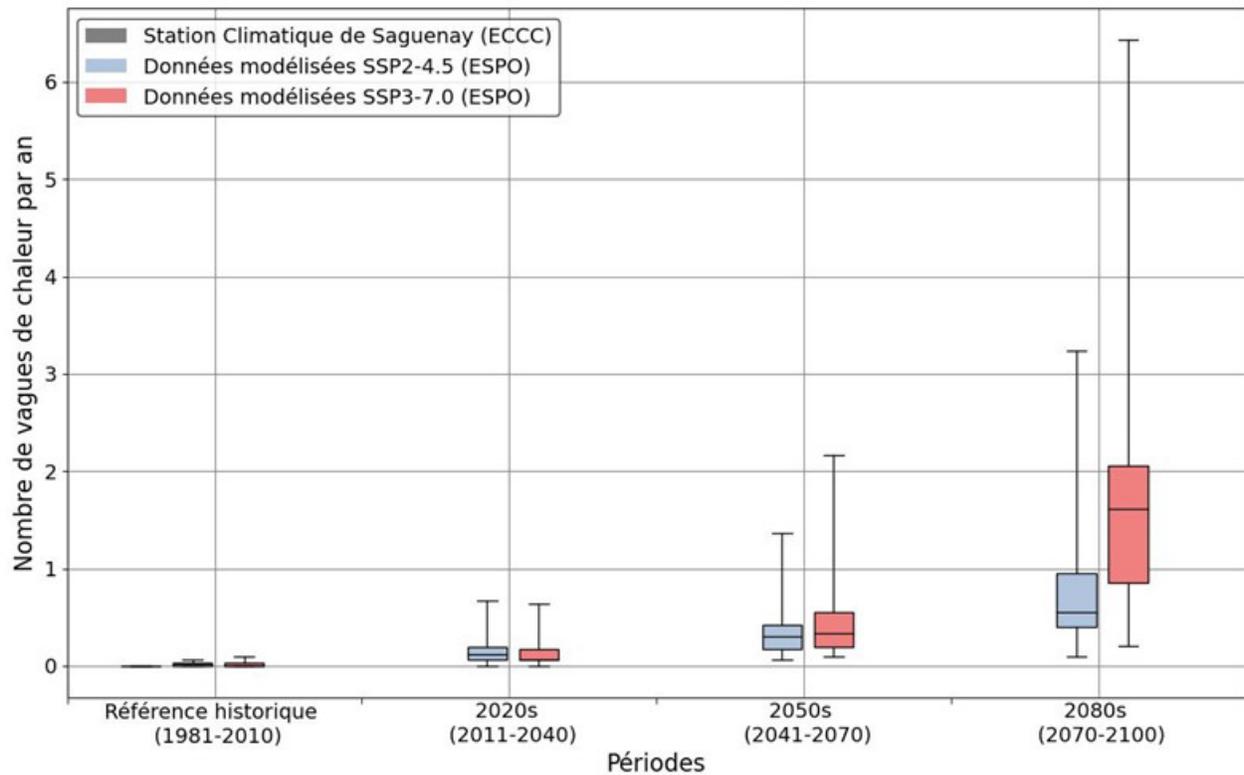
**Tableau 7 Nombre annuel moyen de vagues de chaleur et de jours de canicules historiques et projetées à Saguenay**

Nombre annuel moyen de vagues de chaleur								
Seuils	Référence 1981-2010	Référence 1991-2020	SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Tmax. ≥31 °C et Tmin. ≥18 °C	0	0,03	0,1	0,4	0,8	0,1	0,5	1,8
Nombre annuel moyen de jours de canicule								
Seuils	Référence 1981-2010	Référence 1991-2020	SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Temp. max. ≥31 °C	0	0,1	0,4	1,4	3,2	0,5	2,3	9,2
Temp. max. ≥35 °C	0	0	0,01	0,03	0,1	0,01	0,1	0,4

<sup>13</sup> Institut National de Santé publique du Québec, 2023. [Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur extrême au Québec - Bilan de la saison estivale 2021](#)



Selon le scénario SSP2-4.5, la fréquence des vagues de chaleur, quasi inexistante dans le climat historique, devrait passer à 0,8 événement par an d'ici la fin du siècle. Selon le scénario SSP3-7.0, la fréquence des vagues de chaleur devrait atteindre près de 1,8 événement par an d'ici 2071-2100. L'arrivée de vagues de chaleur à Saguenay sous l'effet du changement climatique augmentera considérablement la demande et la capacité de refroidissement et posera un risque pour la santé du grand public, notamment à travers l'aggravation des symptômes des maladies chroniques.



**Figure 7** Nombre annuel historique et projeté de vagues de chaleur (temp. max.  $\geq 31$  °C, temp. min.  $\geq 18$  °C) à Saguenay

#### **4.7. Moyennes annuelle et saisonnière des températures minimales**

Les résumés des températures minimales historiques moyennes à partir des périodes de référence 1981-2010 et 1991-2020 pour Saguenay et le changement moyen de la température minimale par rapport à la période de référence sont présentés dans le tableau 8. Les moyennes temporelles annuelles et saisonnières de la température minimale quotidienne dans la région sont présentées à la figure 8.

La température minimale annuelle et saisonnière devrait augmenter par rapport à la base de référence 1981-2010, la plus forte augmentation (+6,2 °C et +8,3 °C) se produisant pendant les mois d'hiver dans le cadre des scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0 respectivement.

Tableau 8 Températures minimales historiques et projetées à Saguenay

Saison	Température minimale 1981-2010 (°C)	Température minimale 1991-2020 (°C)	Moyenne (changement) de la température minimale par rapport à la référence 1981-2010 (°C)					
			SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Annuel	-2,6	-2,3	-1,0 (+1,6)	0,5 (+3,1)	1,6 (+4,2)	-1,0 (+1,6)	0,8 (+3,4)	3,1 (+5,7)
Hiver	-18,3	-17,7	-15,9 (+2,4)	-13,8 (+4,5)	-12,1 (+6,2)	-16,0 (+2,3)	-13,2 (+5,1)	-10,0 (+8,3)
Printemps	-3,8	-3,8	-2,4 (+1,4)	-1,2 (+2,6)	-0,2 (+3,6)	-2,3 (+1,5)	-0,9 (+2,9)	1,3 (+5,1)
Été	10,9	11,4	12,3 (+1,4)	13,4 (+2,5)	14,3 (+3,4)	12,2 (+1,3)	13,7 (+2,8)	15,6 (+4,7)
Automne	0,6	1,0	2,1 (+1,5)	3,3 (+2,7)	4,2 (+3,6)	2,0 (+1,4)	3,6 (+3,0)	5,5 (+4,9)

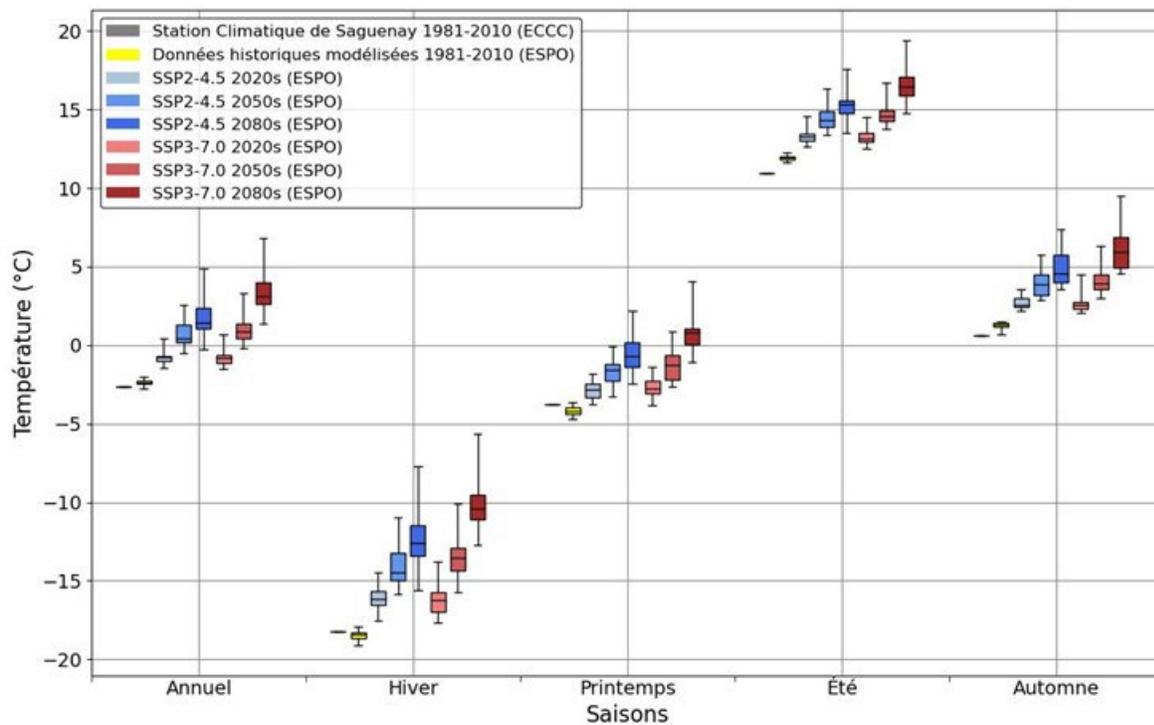


Figure 8 Température minimale historique et projetée au Saguenay

## 4.8. Jours de gel

Les jours de gel sont des jours où la température minimale quotidienne est inférieure à 0 °C, ce qui indique que les conditions sont sous le point de congélation (généralement pendant la nuit) et que du gel peut se former au niveau du sol ou sur les surfaces froides. Les estimations historiques et projetées du nombre annuel moyen de jours de gel à Saguenay sont présentées dans le tableau 9. La fréquence des jours de gel devrait diminuer dans la région pour tous les scénarios.

**Tableau 9 Nombre annuel historique et projeté de jours de gel à Saguenay**

Nombre annuel moyen de jours de gel							
Référence 1981-2010	Référence 1991-2020	SSP2-4.5			SSP3-7.0		
		2020	2050	2080	2020	2050	2080
187,97	186,6	176,7	166,9	157,8	177,3	164,1	145,8

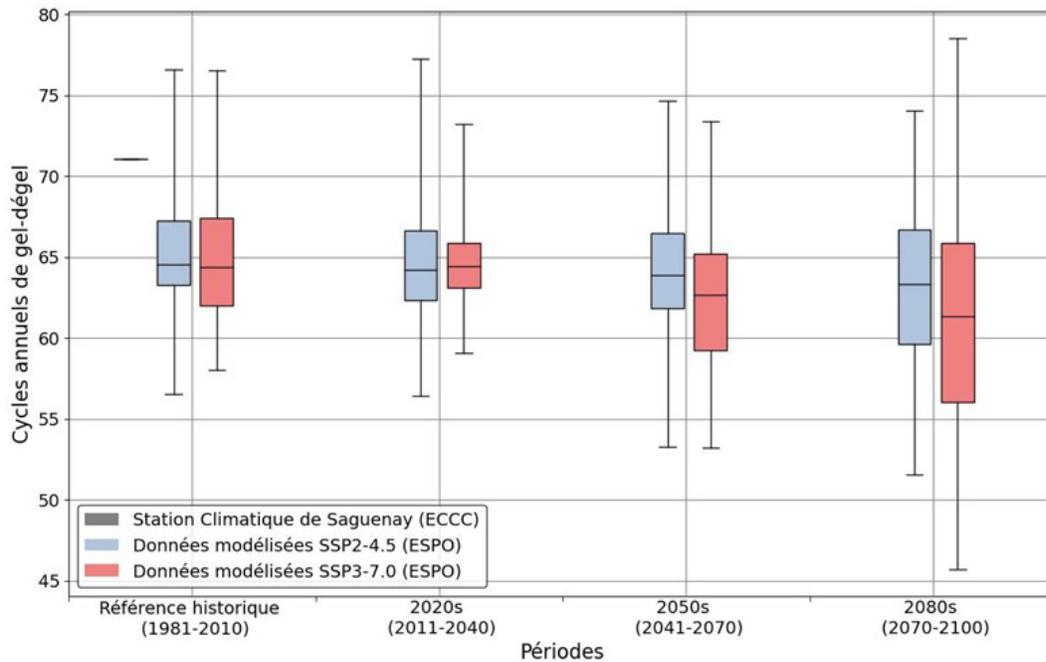
## 4.9. Cycles de gel-dégel

Les cycles de gel-dégel sont définis comme des jours où la température maximale est supérieure à 0 °C et la température minimale égale ou inférieure à -1 °C. Un seuil de température minimale de -1 °C (au lieu de 0 °C) est utilisé pour augmenter la probabilité que l'eau présente à la surface gèle. Le nombre annuel historique et projeté de cycles de gel-dégel est présenté dans le tableau suivant. Le nombre annuel de cycles de gel-dégel devrait diminuer légèrement dans les scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0 à Saguenay<sup>14</sup>.

**Tableau 10 Nombre des cycles gel-dégel annuels historiques et projetés (jour avec température maximale > 0 °C et température minimale ≤ -1 °C) à Saguenay**

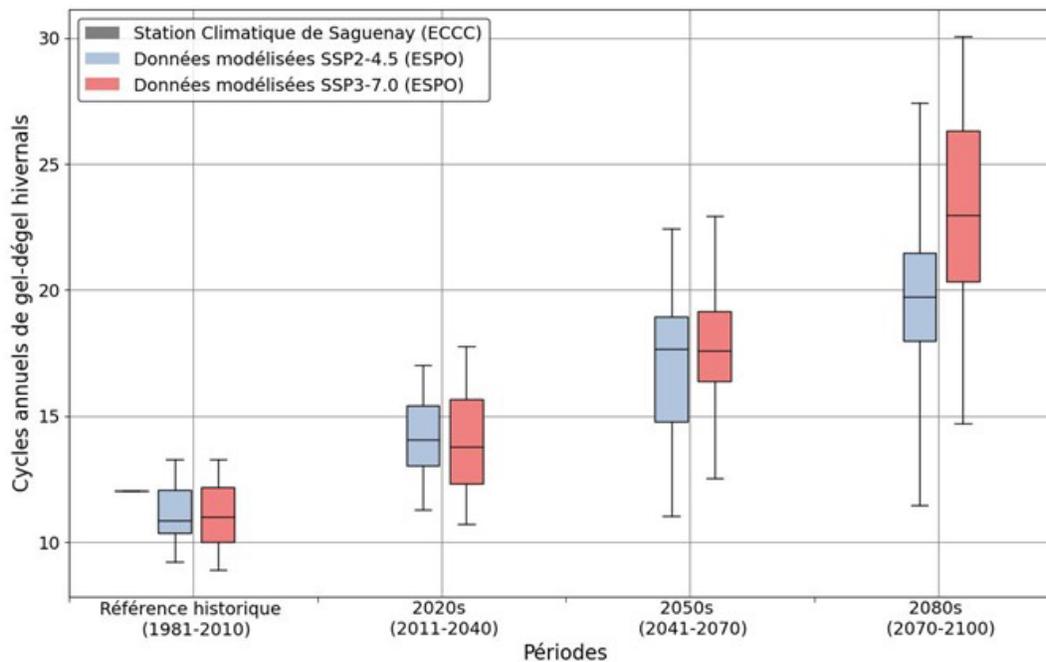
Nombre des cycles gel – dégel annuel moyen							
Référence 1981-2010	Référence 1991-2020	SSP2-4.5			SSP3-7.0		
		2020	2050	2080	2020	2050	2080
71,07	71,57	70,34	69,6	68,5	70,5	68,5	66,67

<sup>14</sup> En raison de la complexité des cycles gel-dégel et des biais inhérents à l'ensemble, les cycles de gel-dégel sont généralement sous-estimés dans les simulations climatiques historiques. En outre, comme les scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0 sont composés de modèles climatiques de différentes tailles avec différents moteurs de MCG, certains ensembles peuvent présenter un climat plus « chaud » que d'autres, ce qui se reflète dans les différences entre les cycles annuels de gel et de dégel de chaque scénario SSP. Cependant, leur sensibilité au changement climatique reste pertinente pour l'évaluation des risques liés au changement climatique, car les modèles capturent toujours les tendances du paramètre.



**Figure 9** Nombre des cycles gel-dégel annuels historiques et projetés au Saguenay

Ainsi, les moyennes historiques (1981-2010) et les projections des cycles gel-dégel hivernaux à Saguenay démontrent une tendance à la hausse comme représentées dans la figure suivante.



**Figure 10** Nombre des cycles gel-dégel hivernaux historiques et projetés au Saguenay



## 4.10. Précipitation

### 4.10.1 Accumulation annuelle et saisonnière totale

Les précipitations annuelles et saisonnières totales à Saguenay de référence 1981-2010 et 1991-2020 et le changement en pourcentage des précipitations totales par rapport à la référence sont indiquées dans le tableau 11. Les précipitations annuelles et saisonnières totales dans la région pour les périodes climatiques futures sont présentées à la figure 12.

Les précipitations annuelles et saisonnières devraient augmenter au Saguenay, les changements les plus importants en pourcentage (+17,3 % et +31,0 %) se produisant en hiver selon les scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0, respectivement, d'ici les années 2080.

**Tableau 11 Précipitations totales annuelles moyennes (m) historiques et projetées à Saguenay**

Saison	Précipitations totales annuelles moyennes 1981-2010 (mm)	Précipitations totales annuelles moyennes 1991-2020 (mm)	Précipitations totales annuelles moyennes (mm) et pourcentage de changement projeté des précipitations totales par rapport à la Référence 1981-2010 (%)					
			SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Annuel	933,1	929,7	990,3 (+6,1 %)	981,8 (+5,2 %)	1031,3 (+10,5 %)	1028,2 (+10,2 %)	1049,0 (+12,4 %)	1083,1 (+16,1 %)
Hiver	177,8	169,7	196,9 (+10,7 %)	194,9 (+9,4 %)	208,6 (+17,3 %)	211,8 (+19,1 %)	216,7 (+21,9 %)	233,0 (+31,0 %)
Printemps	195,3	196,9	211,2 (+8,1 %)	211,4 (+8,2 %)	222,2 (+13,8 %)	221,5 (+13,4 %)	228,9 (+17,2 %)	241,8 (+23,8 %)
Été	293,4	302,4	305,1 (+4,0 %)	298,8 (+1,8 %)	310,1 (+5,7 %)	310,6 (+5,9 %)	311,4 (+6,1 %)	305,3 (+4,1 %)
Automne	266,7	260,7	276,3 (+3,6 %)	276,1 (+3,5 %)	288,7 (+8,3 %)	282,5 (+5,9 %)	289,8 (+8,7 %)	299,2 (+12,2 %)

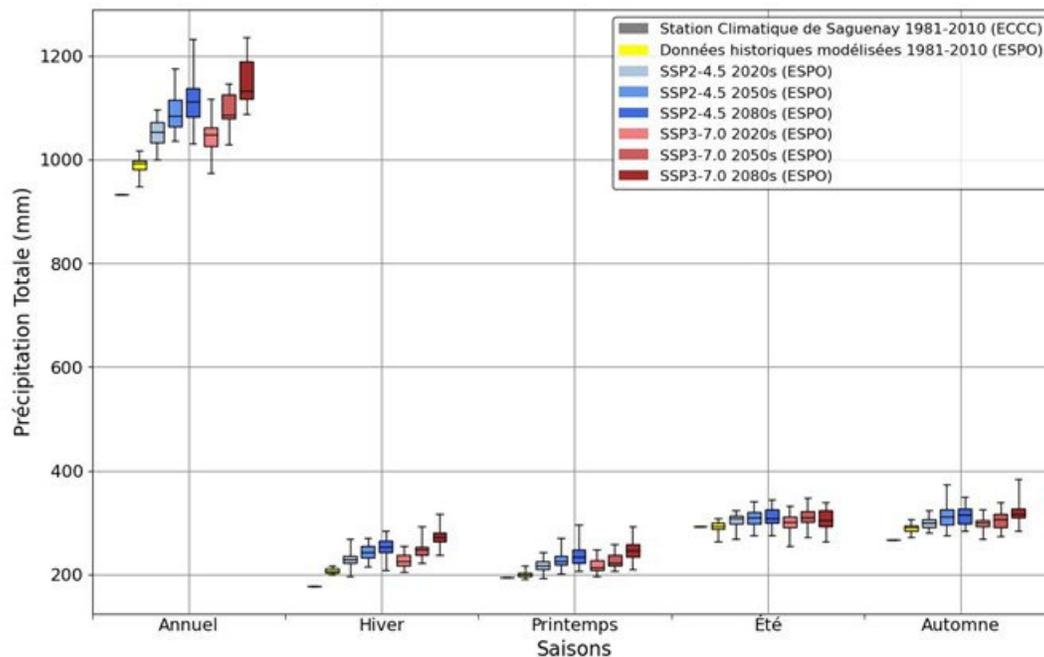


Figure 11 Précipitations totales historiques et projetées à Saguenay

#### 4.10.2 Accumulation sur 1, 3 et 5 jours

Les observations des stations météorologiques du ECCC dans la région de Saguenay ont été choisies pour les ensembles complets de données de précipitations pour les années 1950 à 2023 pour la région étudiée. Les estimations historiques et projetées pour les accumulations maximales de précipitations sur 1, 3 et 5 jours dans la région sont présentées dans le tableau 12.

L'accumulation des précipitations sur 1, 3 et 5 jours devrait augmenter dans tous les scénarios SSP étudiés dans la région.

Tableau 12 Accumulations de précipitations maximales annuelles moyennes historiques et projetées sur 1, 3 et 5 jours au Saguenay

Durée de l'événement	Accumulation maximale annuelle moyenne de précipitations (mm)							
	Référence 1981-2010	Référence 1991-2020	SSP2-4.5			SSP3-7.0		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
1-jour	43,37	41,99	45,85	48,45	48,82	45,43	48,6	50,49
3-jours	64,22	62,68	67,9	71,18	72,2	67,13	71,62	74,52
5-jours	72,01	70,86	76,26	79,82	80,93	75,13	79,85	82,98

#### **4.11. Intensité-Durée-Fréquence (IDF)**

Une façon courante de représenter les précipitations extrêmes consiste à utiliser des ensembles de données intensité-durée-fréquence (IDF). Les courbes IDF représentent un modèle statistique de la fréquence d'une certaine quantité de pluie (c'est-à-dire l'intensité, généralement en mm) sur une période (par exemple, une durée de 10 minutes ou d'une heure). Les statistiques sont généralement basées sur des mesures de précipitations horaires et infrahoraires.

L'évaluation des données historiques et projetées sur l'intensité, la durée et la fréquence (IDF) permet de comprendre comment l'intensité, la durée et la fréquence des précipitations évolueront dans les conditions climatiques futures. Les données IDF établissent un lien entre l'intensité des précipitations de courte durée et de forte intensité et leur fréquence<sup>15</sup>. Lorsque les données IDF ne sont pas disponibles à la station météorologique représentative de la zone climatique, il est possible d'utiliser des données IDF historiques « non jaugées », calculées par interpolation entre les stations météorologiques d'Environnement Canada dans la région. La station Bagotville A (ID de la station : 7 060 400) fournit 45 ans de données IDF, couvrant la période 1961-2017. Par conséquent, pour la région du Saguenay, les données historiques des IDF de la station météorologique de Bagotville A (station ID : 7060400) sont fournies pour évaluer les changements futurs dans l'intensité, la durée et la fréquence des événements de précipitations. La quantité totale de précipitations (mm) et l'intensité des événements de précipitations (mm/h) dans des intervalles de temps spécifiques (5 minutes à 24 heures) pour diverses périodes de retour (2 ans à 100 ans) sont fournies dans les tableaux 13 à 16.

---

<sup>15</sup> Le Guide intensité-durée-fréquence des précipitations (CSA PLUS 4013:19) de l'Association canadienne de normalisation (CSA) et Environnement et Changement climatique Canada recommandent d'utiliser la méthode de la relation de Clausius-Clapeyron (C-C) pour estimer les changements projetés dans les événements de précipitations de courte durée et de forte intensité. La relation C-C est fondée sur la relation théorique de la physique atmosphérique entre la température de l'air et la capacité de rétention de l'atmosphère (c'est-à-dire la quantité d'eau que l'air peut potentiellement contenir). La relation C-C indique qu'il y a, en moyenne, une augmentation de 7 % de la capacité de rétention de l'air par 1 °C de réchauffement local. Par conséquent, les projections des IDF présentées dans cette évaluation sont calculées selon la méthode de la relation C-C :  $RP = RC \times 1,07\Delta T$   
Où RP est la valeur future estimée de l'intensité des précipitations, RC est la valeur actuelle de l'intensité des précipitations, et  $\Delta T$  est le changement de température annuelle moyenne à long terme (moyenne sur 30 ans) pour le site d'étude entre l'horizon temporel cible (par exemple, les années 2050) et la période de référence.

**Tableau 13 Données historiques sur l'accumulation des précipitations IDF (mm) - Bagotville A (ID de la station : 7 060 400) (années 1961-2017)**

<b>Périodes de retour (années)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
5-min	5,95	8,23	10,01	11,96	12,63	14,88
10-min	8,87	12,46	15,22	18,19	19,21	22,6
15-min	10,81	15,53	19,31	23,52	24,98	29,95
30-min	13,45	19,41	24,39	30,11	32,15	39,21
1-heure	16,21	22,87	28,21	34,17	36,25	43,31
2-heures	20,54	27,32	32,49	38,01	39,89	46,08
6-heures	28,76	37,14	43,31	49,73	51,87	58,84
12-heures	35,34	45,15	51,73	58,11	60,15	66,47
24 heures	43,49	55,29	62,85	69,92	72,13	78,81

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

**Tableau 14 Données IDF sur l'accumulation des précipitations projetées (mm) Bagotville A (station ID : 7060400), 2020 (2011-2040)**

Périodes de retour (années)	SSP2-4,5						SSP3 – 7,0					
	2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
5-min	6,6 (6,4-7,0)	9,2 (8,9-9,6)	11,1 (10,8-11,7)	13,3 (12,9-14,0)	14,1 (13,7-14,8)	16,6 (16,1-17,4)	6,6 (6,4-7,0)	9,1 (8,9-9,7)	11,1 (10,8-11,7)	13,3 (12,9-14,0)	14,0 (13,6-14,8)	16,5 (16,1-17,5)
10-min	9,9 (9,6-10,4)	13,9 (13,5-14,6)	17,0 (16,5-17,8)	20,3 (19,7-21,3)	21,4 (20,8-22,5)	25,2 (24,5-26,5)	9,9 (9,6-10,4)	13,8 (13,5-14,6)	16,9 (16,4-17,9)	20,2 (19,7-21,3)	21,3 (20,8-22,5)	25,1 (24,4-26,5)
15-min	12,0 (11,7-12,7)	17,3 (16,8-18,2)	21,5 (20,9-22,6)	26,2 (25,5-27,6)	27,8 (27,0-29,3)	33,4 (32,4-35,1)	12,0 (11,7-12,7)	17,3 (16,8-18,2)	21,5 (20,9-22,7)	26,1 (25,4-27,6)	27,8 (27,0-29,3)	33,3 (32,4-35,2)
30-min	15,0 (14,6-15,8)	21,6 (21,0-22,7)	27,2 (26,4-28,6)	33,5 (32,6-35,3)	35,8 (34,8-37,7)	43,7 (42,5-45,9)	14,9 (14,5-15,8)	21,6 (21,0-22,8)	27,1 (26,4-28,6)	33,4 (32,5-35,3)	35,7 (34,7-37,7)	43,6 (42,4-46,0)
1-heure	18,1 (17,6-19,0)	25,5 (24,8-26,8)	31,4 (30,5-33,1)	38,1 (37,0-40,0)	40,4 (39,2-42,5)	48,2 (46,9-50,8)	18,0 (17,5-19,0)	25,4 (24,7-26,8)	31,3 (30,5-33,1)	38,0 (36,9-40,1)	40,3 (39,2-42,5)	48,1 (46,8-50,8)
2-heures	22,9 (22,2-24,1)	30,4 (29,6-32,0)	36,2 (35,2-38,1)	42,3 (41,2-44,5)	44,4 (43,2-46,7)	51,3 (49,9-54,0)	22,8 (22,2-24,1)	30,4 (29,5-32,1)	36,1 (35,1-38,1)	42,2 (41,1-44,6)	44,3 (43,1-46,8)	51,2 (49,8-54,1)
6-heures	32,0 (31,1-33,7)	41,4 (40,2-43,5)	48,2 (46,9-50,8)	55,4 (53,8-58,3)	57,8 (56,2-60,8)	65,5 (63,7-69,0)	32,0 (31,1-33,8)	41,3 (40,1-43,6)	48,1 (46,8-50,8)	55,2 (53,7-58,4)	57,6 (56,1-60,9)	65,4 (63,6-69,1)
12-heures	39,4 (38,3-41,4)	50,3 (48,9-52,9)	57,6 (56,0-60,6)	64,7 (62,9-68,1)	67,0 (65,1-70,5)	74,0 (72,0-77,9)	39,3 (38,2-41,5)	50,2 (48,8-53,0)	57,5 (55,9-60,7)	64,6 (62,8-68,2)	66,8 (65,0-70,6)	73,8 (71,8-78,0)
24 heures	48,4 (47,1-51,0)	61,6 (59,9-64,8)	70,0 (68,0-73,7)	77,9 (75,7-81,9)	80,3 (78,1-84,5)	87,8 (85,3-92,4)	48,3 (47,0-51,0)	61,4 (59,8-64,9)	69,8 (67,9-73,8)	77,7 (75,6-82,1)	80,1 (77,9-84,7)	87,6 (85,2-92,5)



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

**Tableau 15 Données IDF sur l'accumulation des précipitations projetées (mm) Bagotville A (station ID : 7060400), années 2050 (2041-2070)**

Périodes de retour (années)	SSP2-4,5						SSP3 – 7,0					
	2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
5-min	7,3 (6,9-7,9)	10,1 (9,6-10,9)	12,2 (11,7-13,3)	14,6 (13,9-15,9)	15,4 (14,7-16,8)	18,2 (17,3-19,8)	7,4 (7,1-8,3)	10,3 (9,8-11,4)	12,5 (11,9-13,9)	14,9 (14,2-16,6)	15,8 (15,0-17,6)	18,6 (17,7-20,7)
10-min	10,8 (10,3-11,8)	15,2 (14,5-16,6)	18,6 (17,7-20,2)	22,2 (21,2-24,2)	23,5 (22,4-25,5)	27,6 (26,3-30,1)	11,1 (10,5-12,3)	15,6 (14,8-17,3)	19,0 (18,1-21,2)	22,7 (21,6-25,3)	24,0 (22,8-26,7)	28,2 (26,9-31,4)
15-min	13,2 (12,6-14,4)	19,0 (18,1-20,7)	23,6 (22,5-25,7)	28,7 (27,4-31,3)	30,5 (29,1-33,2)	36,6 (34,9-39,8)	13,5 (12,9-15,0)	19,4 (18,5-21,6)	24,1 (23,0-26,9)	29,4 (28,0-32,7)	31,2 (29,7-34,7)	37,4 (35,6-41,7)
30-min	16,4 (15,7-17,9)	23,7 (22,6-25,8)	29,8 (28,4-32,4)	36,8 (35,1-40,0)	39,3 (37,4-42,8)	47,9 (45,7-52,1)	16,8 (16,0-18,7)	24,2 (23,1-27,0)	30,5 (29,0-33,9)	37,6 (35,8-41,9)	40,2 (38,2-44,7)	49,0 (46,6-54,5)
1-heure	19,8 (18,9-21,6)	28,0 (26,6-30,4)	34,5 (32,9-37,5)	41,8 (39,8-45,4)	44,3 (42,2-48,2)	52,9 (50,4-57,6)	20,2 (19,3-22,5)	28,6 (27,2-31,8)	35,2 (33,5-39,2)	42,7 (40,6-47,5)	45,3 (43,1-50,4)	54,1 (51,5-60,2)
2-heures	25,1 (23,9-27,3)	33,4 (31,8-36,3)	39,7 (37,8-43,2)	46,5 (44,3-50,6)	48,8 (46,5-53,1)	56,3 (53,7-61,3)	25,7 (24,4-28,6)	34,1 (32,5-38,0)	40,6 (38,6-45,2)	47,5 (45,2-52,9)	49,8 (47,4-55,5)	57,6 (54,8-64,1)
6-heures	35,2 (33,5-38,2)	45,4 (43,3-49,4)	52,9 (50,4-57,6)	60,8 (57,9-66,1)	63,4 (60,4-69,0)	71,9 (68,5-78,3)	35,9 (34,2-40,0)	46,4 (44,2-51,7)	54,1 (51,5-60,2)	62,1 (59,1-69,2)	64,8 (61,7-72,1)	73,5 (70,0-81,8)
12-heures	43,2 (41,2-47,0)	55,2 (52,6-60,0)	63,2 (60,3-68,8)	71,0 (67,7-77,3)	73,5 (70,1-80,0)	81,2 (77,4-88,4)	44,1 (42,0-49,2)	56,4 (53,7-62,8)	64,6 (61,5-72,0)	72,6 (69,1-80,8)	75,1 (71,5-83,7)	83,0 (79,0-92,5)
24-heures	53,2 (50,7-57,8)	67,6 (64,4-73,5)	76,8 (73,2-83,6)	85,5 (81,4-93,0)	88,2 (84,0-95,9)	96,3 (91,8-104,8)	54,3 (51,7-60,5)	69,1 (65,7-76,9)	78,5 (74,7-87,4)	87,3 (83,1-97,3)	90,1 (85,8-100,3)	98,4 (93,7-109,6)



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

**Tableau 16 Données IDF sur l'accumulation des précipitations projetées (mm) Bagotville A (station ID : 7060400), 2080 (2071-2100)**

Périodes de retour (années)	SSP2-4,5						SSP3 – 7,0					
	2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
5-min	7,8 (7,3-8,6)	10,8 (10,1-11,9)	13,2 (12,3-14,5)	15,7 (14,7-17,3)	16,6 (15,5-18,3)	19,6 (18,3-21,5)	8,6 (8,1-9,5)	11,9 (11,2-13,2)	14,5 (13,6-16,0)	17,3 (16,2-19,1)	18,3 (17,1-20,2)	21,5 (20,2-23,8)
10-min	11,7 (10,9-12,8)	16,4 (15,3-18,0)	20,0 (18,7-22,0)	23,9 (22,4-26,3)	25,2 (23,6-27,8)	29,7 (27,8-32,7)	12,8 (12,0-14,2)	18,0 (16,9-19,9)	22,0 (20,6-24,3)	26,3 (24,7-29,1)	27,8 (26,0-30,7)	32,7 (30,6-36,1)
15-min	14,2 (13,3-15,6)	20,4 (19,1-22,4)	25,4 (23,8-27,9)	30,9 (28,9-34,0)	32,8 (30,7-36,1)	39,4 (36,8-43,3)	15,7 (14,7-17,3)	22,5 (21,1-24,8)	28,0 (26,2-30,9)	34,1 (31,9-37,6)	36,2 (33,9-39,9)	43,4 (40,6-47,9)
30-min	17,7 (16,5-19,4)	25,5 (23,9-28,1)	32,1 (30,0-35,3)	39,6 (37,0-43,5)	42,3 (39,6-46,5)	51,5 (48,2-56,7)	19,5 (18,2-21,5)	28,1 (26,3-31,0)	35,3 (33,1-39,0)	43,6 (40,8-48,1)	46,5 (43,6-51,4)	56,8 (53,2-62,7)
1-heure	21,3 (19,9-23,4)	30,1 (28,1-33,1)	37,1 (34,7-40,8)	44,9 (42,0-49,4)	47,6 (44,6-52,4)	56,9 (53,3-62,6)	23,5 (22,0-25,9)	33,1 (31,0-36,5)	40,8 (38,2-45,1)	49,5 (46,3-54,6)	52,5 (49,1-57,9)	62,7 (58,7-69,2)
2-heures	27,0 (25,3-29,7)	35,9 (33,6-39,5)	42,7 (40,0-47,0)	50,0 (46,8-54,9)	52,4 (49,1-57,7)	60,6 (56,7-66,6)	29,7 (27,8-32,8)	39,6 (37,0-43,7)	47,0 (44,0-51,9)	55,0 (51,5-60,7)	57,8 (54,1-63,7)	66,7 (62,5-73,6)
6-heures	37,8 (35,4-41,6)	48,8 (45,7-53,7)	56,9 (53,3-62,6)	65,4 (61,2-71,9)	68,2 (63,8-75,0)	77,3 (72,4-85,0)	41,6 (39,0-46,0)	53,8 (50,3-59,3)	62,7 (58,7-69,2)	72,0 (67,4-79,5)	75,1 (70,3-82,9)	85,2 (79,8-94,0)
12-heures	46,4 (43,5-51,1)	59,3 (55,6-65,3)	68,0 (63,6-74,8)	76,4 (71,5-84,0)	79,1 (74,0-86,9)	87,4 (81,8-96,1)	51,2 (47,9-56,5)	65,4 (61,2-72,1)	74,9 (70,1-82,7)	84,1 (78,8-92,9)	87,1 (81,5-96,1)	96,2 (90,1-106,2)
24-heures	57,2 (53,5-62,9)	72,7 (68,0-79,9)	82,6 (77,3-90,8)	91,9 (86-101,1)	94,8 (88,7-104,3)	103,6 (97-113,9)	63,0 (59,0-69,5)	80,1 (75,0-88,3)	91,0 (85,2-100,4)	101,2 (94,8-111,7)	104,4 (97,8-115,3)	114,1 (106,8-125,9)



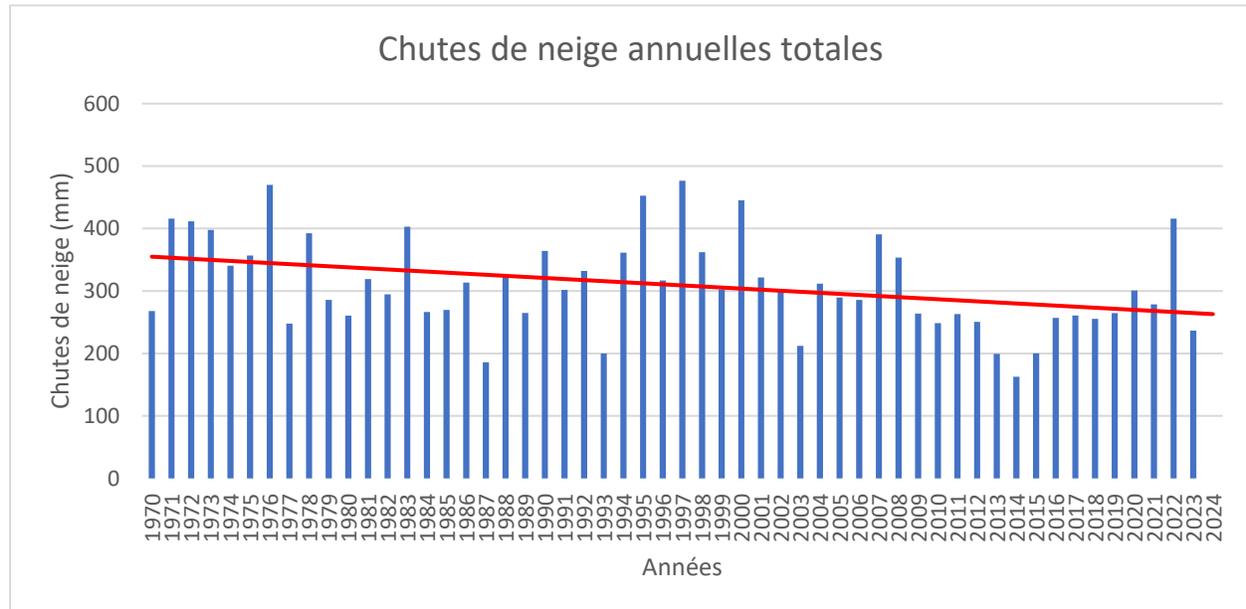
Les résultats indiquent que l'on peut s'attendre à une augmentation de l'accumulation des précipitations à la station météorologique climatique de Saguenay pour la plupart des événements de précipitations. Pour les années 2011-2040, le pourcentage d'augmentation projeté par rapport aux périodes historiques pour les événements de précipitations varie de 11,1 % et 11,4 % pour les scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0 respectivement. Pour les années 2050, le pourcentage de changement projeté par rapport aux périodes historiques pour les précipitations est compris entre 22,2 % et 24,9 % pour les scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7,0 respectivement. Pour les années 2071-2100, le pourcentage de changement projeté par rapport aux périodes historiques pour les précipitations est compris entre 31,4 % et 44,8 % pour les scénarios SSP2-4,5 et SSP3-7,0 respectivement. Les tendances à la hausse de l'accumulation totale de pluie pour toutes les durées dans le cadre des deux différents scénarios de changement climatique tout au long des périodes étudiées de 1981 à 2100 montrent que les événements pluvieux de forte intensité seront plus fréquents. Par exemple, l'événement de précipitations d'une heure sur 100 ans avec 51,4 mm de précipitations aura une période de retour de 25 ans à la fin du siècle et l'événement de précipitations d'une heure sur 100 ans en 2100 connaîtra une accumulation de 74,4 mm dans le cadre du scénario SSP3-7,0. Par conséquent, les précipitations extrêmes devraient devenir plus fréquentes et plus intenses dans tous les scénarios de changement climatique.

#### **4.12. Neige**

Les données historiques de chutes de neige de la station de Bagotville A sont basées sur les observations des stations météorologiques du ECCC pour la période 1950-2023 comme le montrent le tableau 17 et la figure 13. Dans l'ensemble, les chutes de neige devraient diminuer dans la région selon les deux scénarios de changement climatique du SSP. Toutefois, des événements de grande ampleur resteront possibles dans le cadre du changement climatique en raison des poussées d'air froid et des trajectoires des tempêtes. Dans les scénarios SSP2-4,5 et SSP3-7,0, les chutes de neige devraient rester similaires aux périodes historiques.

**Tableau 17 Jours avec chutes de neige - Bagotville A**

<b>Chute de neige</b>	<b>Jour/année</b>
≥ 0,2 cm	91,73
≥ 5,0 cm	21,37
≥ 10,0 cm	7,3
≥ 25,0 cm	0,3



**Figure 12 Chutes de neige annuelles totales enregistrées la station Bagotville A**

### 4.13. Pluie verglaçante

La pluie verglaçante est décrite comme une pluie surfondue qui gèle à l'impact pour former une couche de glace transparente sur les surfaces exposées. Selon l'intensité de l'événement, la glace peut s'accumuler et causer des dommages importants aux structures en dépassant leur capacité de charge nominale.

Dans le cadre des projections de changement climatique, la recherche a montré que le réchauffement progressif de la température dans un climat futur peut augmenter la probabilité d'occurrence d'un événement de pluie verglaçante dans les années 2050 et 2080. Les épisodes de pluie verglaçante durant les mois d'hiver (décembre, janvier et février) pourraient augmenter d'environ 40 à 100 % au Saguenay dans les années 2080. Pour les mois plus chauds (novembre, mars et avril), les événements de pluie verglaçante devraient augmenter de 10 à 40 % pour les périodes futures. Cependant, d'autres études, utilisant différentes méthodes de simulation de la pluie verglaçante et des ensembles de MCG, ont suggéré que le nombre total annuel d'heures de pluie verglaçante pourrait diminuer sous l'effet d'un réchauffement de la température, alors que des événements extrêmes restent possibles. Par conséquent, il est difficile de déterminer l'impact des événements de pluie verglaçante sur la région de Saguenay en raison du peu de données à l'appui et de l'incertitude importante.

### 4.14. Vents violents

Les vents violents sont définis comme des vents en ligne droite (à différencier des tornades) incluant les vents associés aux orages (rafales descendantes, microrafales) et les vents provenant de systèmes de basse pression à grande échelle, d'une force suffisante pour causer des dommages à la végétation exposée, aux bâtiments et aux infrastructures.



Pour ce profil climatique, le seuil de danger de rafales analysé est  $\geq 70$  km/h. Les seuils plus élevés de 90 km/h et 110 km/h ont également été retenus en raison de leurs impacts sévères. Ce seuil indique généralement la limite entre le « seuil des dommages visibles » et les impacts plus graves sur les infrastructures, les bâtiments et les arbres, qui peuvent constituer une menace pour la vie.

Un résumé de la fréquence des vents violents est présenté dans le tableau 18. Les valeurs de référence ont été établies à partir de toutes les données disponibles mesurées dans les stations du ECCC de Timmins pour les rafales dépassant 70 km/h, 90 km/h et 110 km/h. Le tableau 18 montre les jours avec des vents forts basés sur les données historiques. Il y a 6,41 jours/an pour des rafales  $\geq 70$  km/h, 0,35 jour/an pour des rafales  $\geq 90$  km/h et 0,02 jour/an pour des rafales  $\geq 110$  km/h respectivement.

**Tableau 18 Nombre moyen de jours par an avec des vents violents et tendances projetées - Regina (1955-2024)**

Vents violents	Référence (1970-2024)	2020	2050	2080
$\geq 70$ kph	6,4 jours/an	Tendance à la hausse	Tendance à la hausse	Tendance à la hausse
$\geq 90$ kph	0,4 jour/an	Tendance à la hausse	Tendance à la hausse	Tendance à la hausse
$\geq 110$ kph	0,02 jour/an	Tendance à la hausse	Tendance à la hausse	Tendance à la hausse

Les tendances projetées en matière de rafales sont basées sur les résultats publiés, examinés par des pairs, de la réduction d'échelle statistique des rafales futures supérieures au seuil de 90 km/h. En utilisant l'ensemble de huit simulations MCG, les résultats modélisés indiquent que la fréquence des rafales pourrait augmenter au Canada dans le cadre d'un dérèglement climatique. L'analyse des données climatiques reliées aux rafales a également démontré un schéma cohérent d'augmentation de la fréquence des rafales pour des seuils de plus en plus élevés. Par conséquent, on s'attend à ce que les rafales au-dessus du seuil de 110 km/h augmentent au moins de la même ampleur, sinon plus, que pour le seuil de 90 km/h sous l'effet du changement climatique.

#### **4.15. Tornades**

Une tornade de faible intensité EF0 a touché le sol à Chicoutimi le 11 juillet 2001 et s'est déplacée dans la région du lac Saint-Jean, causant des dommages dans une zone résidentielle et des pannes d'électricité. Pour évaluer l'occurrence des tornades près de la région du Saguenay, une base de référence historique a été établie à l'aide de la base de données canadienne sur les tornades (1980-2009), du Northern Tornado Project (2019-2023) et de sources médiatiques. Au cours de la période 1980-2009, 15 tornades ont été observées dans un rayon de 100 km de Saguenay et toutes les occurrences étaient de catégorie F2 ou inférieure. Le tableau 19 montre les tornades dans un rayon de 100 km du Saguenay et leur gravité. De 2019 à 2023, le Northern Tornado Project a enregistré un total de 13 tornades dans un rayon de 100 km du Saguenay. L'augmentation notable des occurrences de tornades peut être attribuée aux progrès de l'imagerie satellitaire et de la technologie de communication. Il est également important de noter que la base de données canadienne sur les tornades et le Northern Tornado Project utilisent des échelles différentes pour classer les tornades. L'échelle de Fujita (échelle F) ne prend en compte que la vitesse maximale du vent de la tornade, tandis que l'échelle de Fujita améliorée (échelle EF) prend également en compte les dommages causés par la tornade.

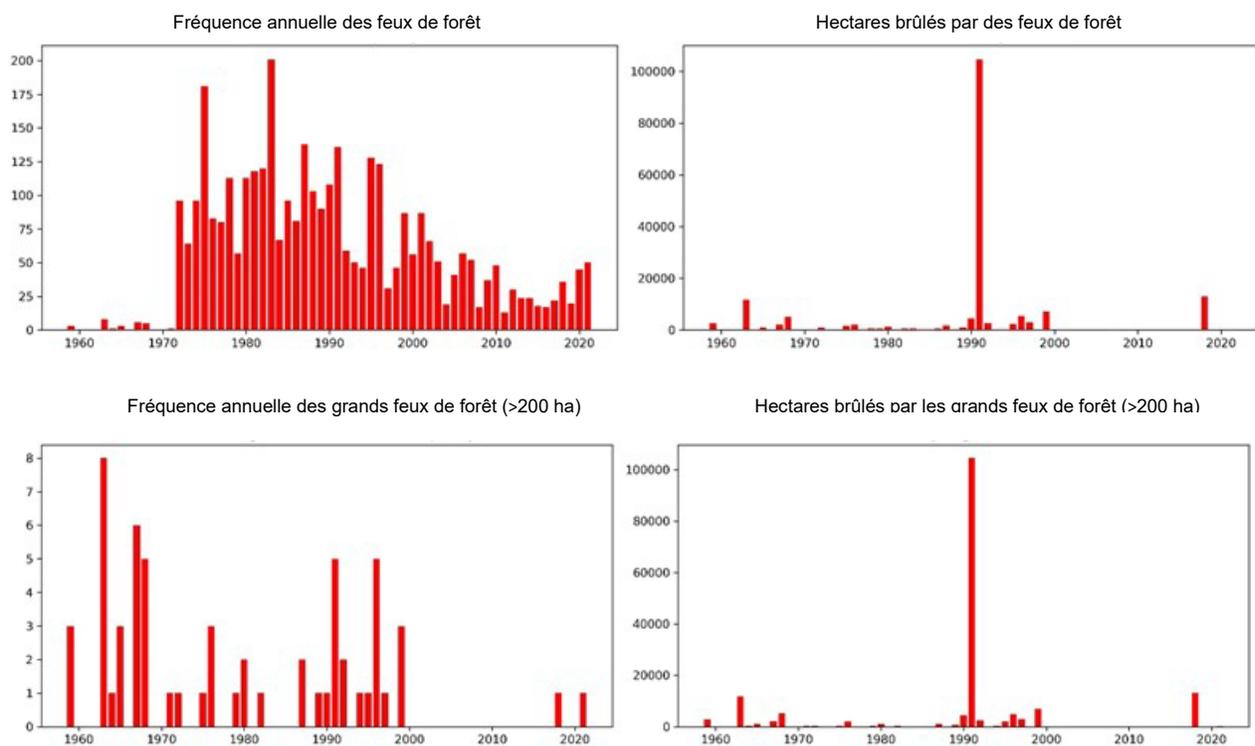


**Tableau 19 Occurrences historiques de tornades dans un rayon de 100 km du Saguenay (2019-2023)**

Intensité	EF0	EF1	EF2	EF3	EF4	EF 5
Occurrence	3	7	3	0	0	0

#### 4.16. Feux de forêt

En moyenne, entre 1970 et 2021, plus de 8 000 incendies de forêt se sont déclarés chaque année au Canada. Cependant, peu d’entre eux sont considérés comme des catastrophes et la plupart sont gérés et n’ont que peu ou pas d’impact négatif. Ainsi, pour cette évaluation, le seuil de danger est défini comme l’occurrence de grands feux de forêt ( $\geq 200$  ha) dans un rayon de 100 km autour de la région. Toutefois, il est important de noter que des incendies de forêt graves survenant en dehors de ce rayon de 100 km peuvent encore affecter la visibilité et la qualité de l’air dans la région. À l’aide du Système canadien d’information sur les feux de végétation, 60 grands incendies de forêt pour la période 1950-2020 ont été observés dans un rayon de 100 km du site du projet. La figure 16 montre la fréquence annuelle des feux de forêt et la superficie brûlée dans un rayon de 100 km de Saguenay.



**Figure 13 Nombre d’incendies de forêt annuels et superficie brûlée dans un rayon de 100 km de Saguenay**

Selon les projections du changement climatique RCP8.5, la superficie brûlée par les feux de forêt devrait augmenter graduellement de 2020 à 2050 et exponentiellement de 2050 à 2100. En raison du réchauffement prévu des températures, du changement des précipitations et de l'intensification des épisodes de sécheresse, la superficie moyenne brûlée devrait augmenter d'environ 40 % d'ici 2040 et de 60 % d'ici 2090 dans la zone de l'est de la Baie James, selon les scénarios de convection des incendies et de propagation des incendies au sol tirés des projections climatiques du MCG. En outre, la température a également montré une forte corrélation positive avec la foudre, l'humidité et la saison des incendies. Par conséquent, des températures plus chaudes peuvent entraîner des saisons d'incendie plus longues et des incendies de forêt plus fréquents et plus intenses. Toutefois, cette conclusion est entachée d'une incertitude modérée en raison de la nature complexe des incendies de forêt, des activités humaines causant accidentellement des feux de forêt, du type de combustible et des éventuels plans d'adaptation de la gestion des incendies à l'avenir.

#### **4.17. Tempêtes violentes (orages, foudre, tempêtes hivernales)**

Les orages violents produisant des éclairs sont fréquents dans la région de Saguenay. Comme les orages violents peuvent générer de la grêle et des tornades, et qu'ils sont généralement accompagnés de vents violents, leurs impacts peuvent varier d'une tempête à l'autre. Historiquement, les alertes aux orages violents émises par l'ECCC se produisent chaque année dans la région. Malheureusement, en raison de la nature complexe et localisée des orages, il est difficile d'identifier les tendances et de mesurer l'influence du réchauffement climatique sur l'activité orageuse. En outre, en raison de leur échelle relativement petite et des limites des données historiques disponibles, les modèles climatiques mondiaux ne permettent pas d'observer précisément leurs effets, car le changement climatique transforme également la dynamique des systèmes. Toutefois, l'augmentation de la température et de l'humidité dans l'atmosphère accroît le risque d'orages violents à l'avenir.

En ce qui concerne les éclairs, les statistiques canadiennes sur l'activité de la foudre ont enregistré 13 741 éclairs nuage-sol de 1999 à 2018, soit une moyenne annuelle de 23,8 jours avec de la foudre dans un rayon de 25 km autour du Grand Saguenay. À l'échelle mondiale, on compte environ 25 millions d'éclairs par année. Sous l'effet du changement climatique, un modèle de substitution basé sur les taux de précipitations et la circulation de l'air dans l'atmosphère a estimé que pour chaque augmentation de 1 °C de la température moyenne de l'air, il y a une augmentation de 12 % ( $\pm 5$  %) de la foudre aux États-Unis en raison d'une teneur en humidité plus élevée dans l'atmosphère. Toutefois, des recherches supplémentaires sur la fréquence des éclairs sont nécessaires pour comprendre l'incertitude et la variabilité locales dans les modèles climatiques et pour contribuer à informer les stratégies d'adaptation locales et la planification de la résilience.

De violentes tempêtes hivernales (blizzards, tempêtes de poudrerie) se produisent chaque année dans la région du Saguenay et elles entraînent des répercussions importantes sur l'état des routes et la circulation locale. Dans un contexte de réchauffement climatique, on s'attend à ce que les chutes de neige dans les tempêtes hivernales extrêmes diminuent et se transforment en précipitations liquides. Les projections dans le cadre d'un scénario de réchauffement climatique suggèrent qu'une augmentation de la température et de l'humidité déplacera probablement les tempêtes de neige extrêmes vers le nord de la frontière entre les États-Unis et le Canada, tandis que l'intensité des fortes chutes de neige devrait demeurer relativement constante.



## 4.18. La sécheresse

La sécheresse peut causer des dommages importants à l'agriculture, à l'économie et à l'environnement. Comme les effets ne sont apparents qu'après une longue période de sécheresse, il est généralement difficile de déterminer le début, l'étendue et la fin de la sécheresse. Le Canada a connu des sécheresses fréquentes et graves au cours de son histoire. Cependant, sous l'effet du changement climatique, de nouvelles régions du pays pourraient être touchées et les sécheresses sévères récurrentes devraient se produire plus souvent. Pour mesurer quantitativement et prévoir l'ampleur, la durée et l'étendue spatiale des sécheresses, l'indice standardisé d'évapotranspiration des précipitations (SPEI) est pris en compte. En utilisant des mesures telles que les précipitations, les taux de ruissèlement, l'évapotranspiration et la teneur en eau du sol sur une longue période, l'indice SPEI permet de surveiller et d'analyser les sécheresses et d'identifier leurs caractéristiques dans le contexte du changement climatique. Une valeur SPEI supérieure à 1 est considérée comme un état humide, tandis qu'une valeur inférieure ou égale à -1 est considérée comme un état sec. La figure suivante montre l'indice SPEI historique et projeté sur 3 mois et 12 mois près de Saguenay, respectivement. L'indice sur trois mois est généralement utilisé pour évaluer les conditions à court terme comme les changements dans les régimes de précipitations, l'humidité du sol et les changements saisonniers, tandis que l'indice sur douze mois permet d'évaluer la nappe phréatique et les conditions à long terme. Dans le cadre du scénario de changement climatique RCP8.5, l'indice SPEI projeté sur trois mois devient de plus en plus sec et humide après les années 2041-2070. Cette évolution peut être attribuée à l'instabilité accrue causée par le changement climatique dans la région et à l'augmentation de l'incertitude dans les projections à long terme du modèle. Pour l'indice SPEI sur 12 mois, les périodes humides deviennent extrêmement rares après les années 2050, ce qui suggère des conditions sèches prolongées avec des sécheresses occasionnelles. Les conditions sèches à long terme peuvent être attribuées au déficit du bilan hydrique, causé par une augmentation prolongée de l'évapotranspiration, des écoulements et des précipitations plus faibles.

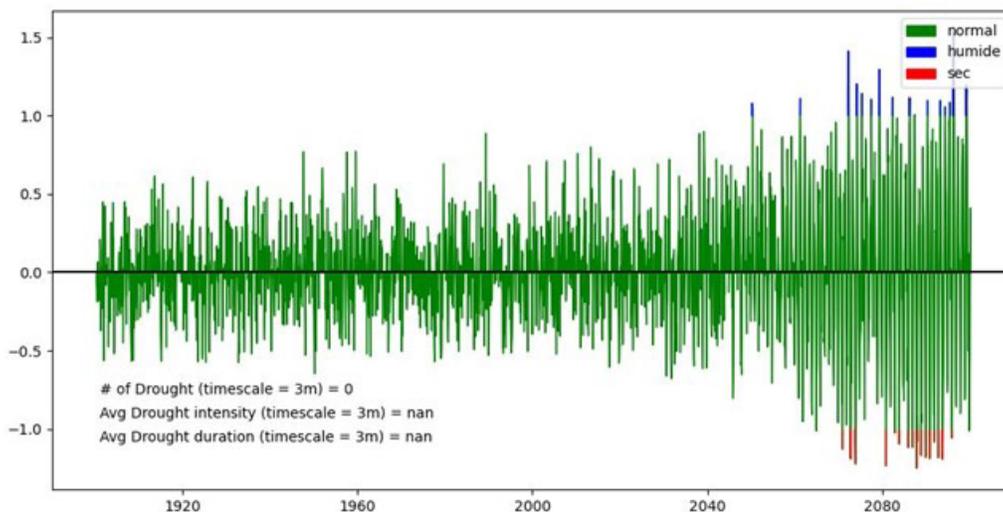


Figure 14 SPEI historique et projeté sur 3 mois près du Saguenay (1900-2100)

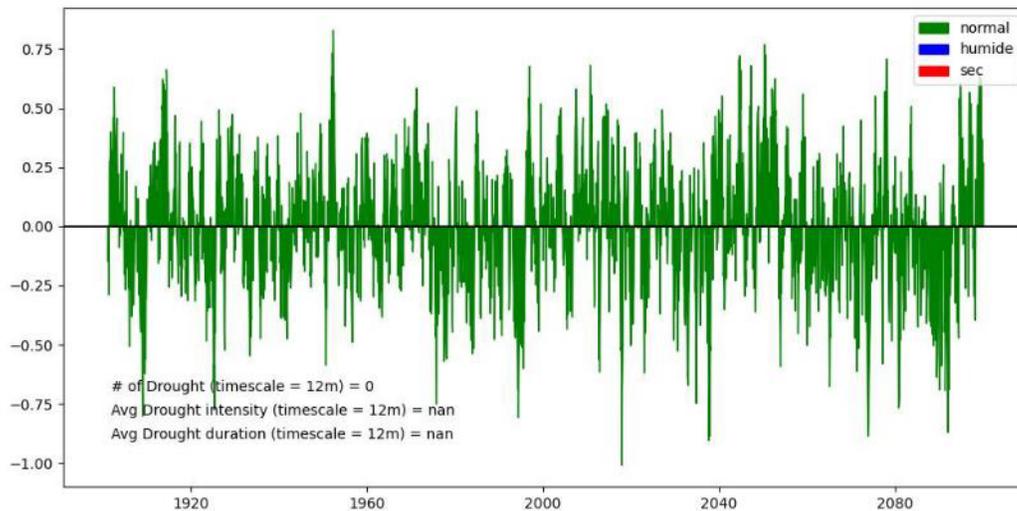
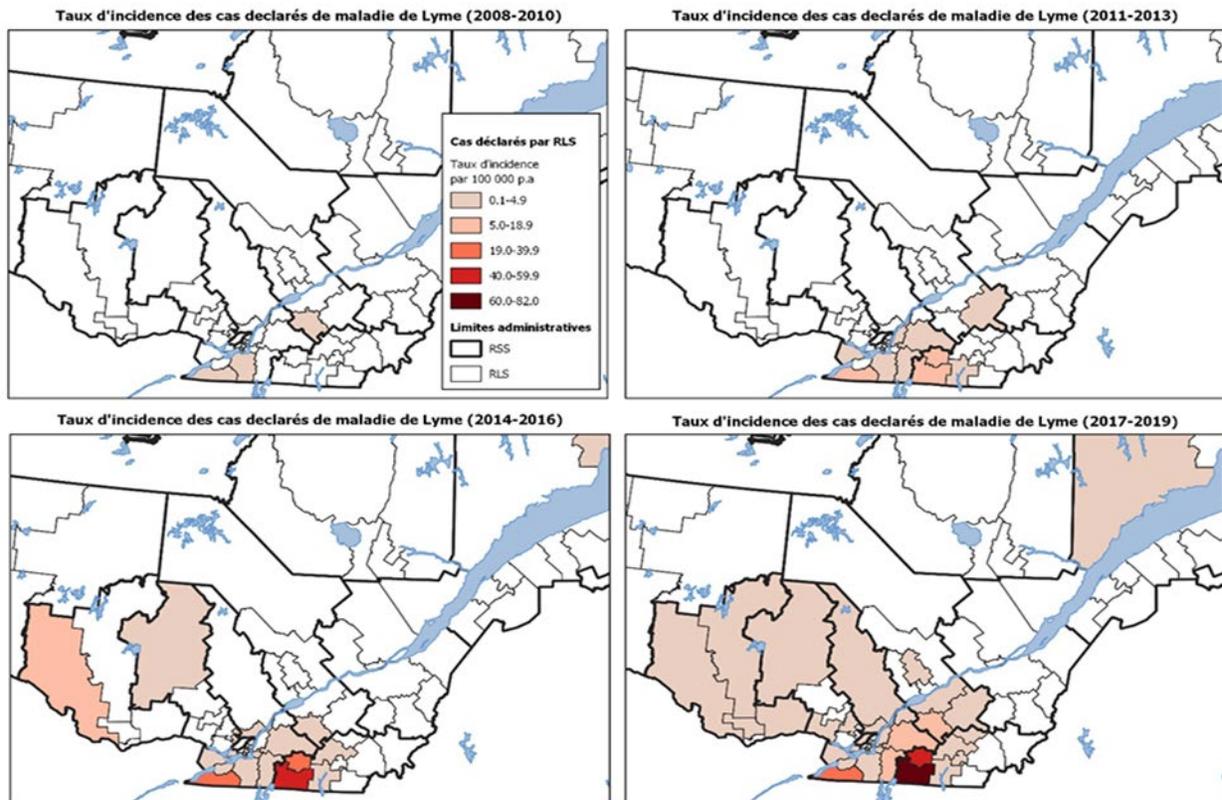


Figure 15 SPEI historique et projeté sur 12 mois près de Saguenay (1900-2100)

#### 4.19. Espèces envahissantes

Sous un climat plus chaud et des précipitations changeantes, l'adéquation de l'habitat pour certaines espèces peut être modifiée et leur aire de répartition peut s'étendre à des régions qui étaient auparavant défavorables à leur survie. Ces espèces envahissantes peuvent apporter leurs propres maladies et entrer en concurrence avec la flore et la faune locales pour les mêmes ressources dans l'écosystème. Un exemple notable est celui de la progression des tiques au Québec. Auparavant, principalement présente dans le nord-est et le haut du Midwest des États-Unis, leur population s'est répandue dans les régions méridionales du Canada, créant de nouveaux vecteurs de maladies, comme la maladie de Lyme. Au Québec, les cas de maladie de Lyme ont connu une augmentation considérable entre 2006 et 2019, le risque d'infection étant 4,8 fois plus élevé en 2019 qu'en 2013. La figure 18 montre le taux d'incidence des cas de maladie de Lyme au Québec pour différentes périodes. Bien que la région du Saguenay n'ait rapporté aucun cas de maladie de Lyme entre 2008 et 2019, la présence de tiques par le biais de contacts humains et animaux a été notifiée par les autorités locales.

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**



**Figure 16 Taux d'incidence des cas de maladie de Lyme au Québec de 2008 à 2019 (source : INSPQ, 2020)**

Sous l'effet du changement climatique, l'aire d'habitat des tiques devrait s'étendre vers le nord et leur saison active continuera de s'allonger en raison de saisons plus douces et de saisons chaudes plus longues. L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a déterminé la zone habitable des tiques à l'aide d'indices de température et de cartes des populations de tiques dans le cadre des programmes SSP2-4.5 et SSP3-7.0. La majeure partie de la région du Saguenay se trouve dans la zone habitable pour les tiques d'ici les années 2080 selon le SSP2-4,5 et d'ici les années 2050 selon le SSP3-7,0.

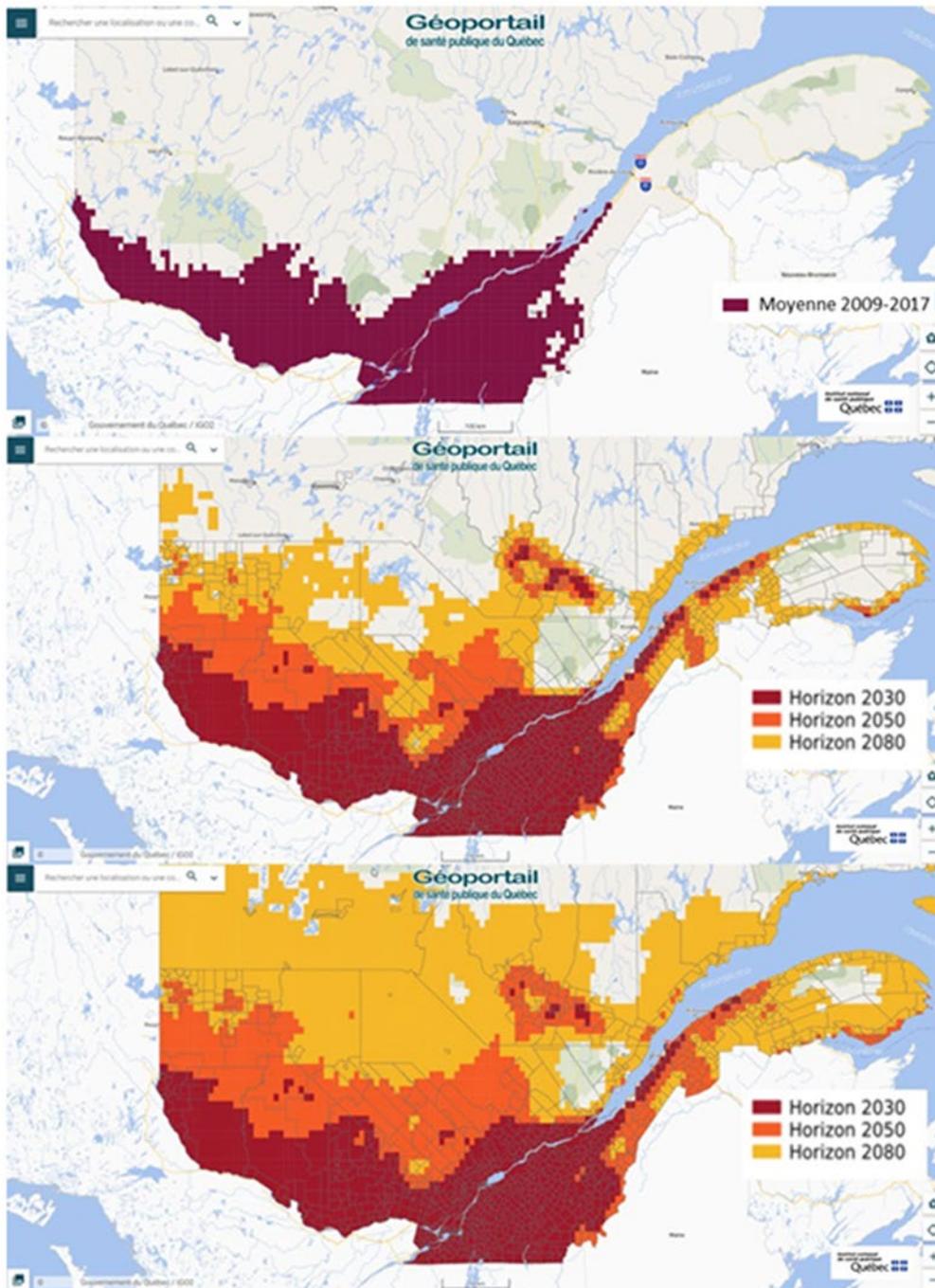


Figure 17 Zones climatiques habitables pour les tiques selon la période historique 2009-2017 (en haut) et selon les scénarios SSP2-4.5 (au milieu) et SSP3-7.0 (en bas)

## **4.20. Inondations et érosion fluviales**

La région du Saguenay a connu d'importantes inondations qui ont eu un impact sur les communautés et l'environnement local. L'inondation du Saguenay en 1996, causée par de fortes pluies et un sol saturé, est considérée comme l'une des inondations les plus dévastatrices de l'histoire du Canada. En raison de la topographie et de la géomorphologie de la région, les fortes pluies et la fonte rapide des neiges peuvent entraîner des inondations et, par la suite, l'érosion des berges. De nombreux facteurs climatiques, tels que les précipitations printanières et la fonte des neiges, la présence et la durée de la glace dans la rivière, les journées froides, les précipitations extrêmes, les variations rapides de température, l'élévation du niveau de la mer, les périodes de sécheresse, peuvent contribuer à une inondation et à un épisode d'érosion. Les fortes précipitations du printemps peuvent accélérer la fonte des neiges et entraîner la saturation du sol et l'érosion des berges. La présence de glace, les variations rapides de température et le nombre de jours froids peuvent déterminer si la glace est suffisamment solide pour protéger les berges des débris ou si elle risque de provoquer un embâcle et d'aggraver l'érosion. Les précipitations extrêmes et l'élévation du niveau de la mer peuvent provoquer des inondations et, enfin, de graves périodes de sécheresse peuvent entraîner la rupture des berges en raison de l'assèchement des sols.

Avec les changements climatiques, la plupart de ces facteurs climatiques augmenteront la probabilité d'inondations et, par conséquent, d'érosion dans la région. Les précipitations printanières devraient augmenter de 13,8 % et de 23,8 % d'ici 2080 dans le cadre des scénarios SSP2-4,5 et SSP3-7,0 respectivement. La durée et l'épaisseur de la glace de lac et les jours froids devraient diminuer, ce qui supprimerait une couche de protection pour les berges. Les précipitations extrêmes, les variations rapides de température, l'élévation du niveau de la mer et les périodes de sécheresse devraient toutes augmenter. Ainsi, la probabilité d'inondation et d'érosion des cours d'eau devrait s'accroître sous l'effet du changement climatique. Toutefois, en raison de la nature complexe des risques climatiques et de leur interaction avec d'autres risques, il existe un degré élevé d'incertitude. D'autres recherches sur l'hydrologie et l'hydraulique de la région sont justifiées pour obtenir une compréhension approfondie des inondations et de l'érosion fluviales sous l'effet du changement climatique dans la région du Saguenay, comme l'étude réalisée par WSP pour la Ville de Saguenay en 2021 intitulée « Démarche d'appréciation des risques de submersion et d'érosion le long de la rivière Saguenay dans un contexte de changement climatique ».

## **5. Évaluation des impacts du climat actuel et analyse de la vulnérabilité**

Préalablement à l'analyse des risques, l'analyse de vulnérabilité vise à déterminer la propension ou la prédisposition d'un système à subir des dommages en présence d'un aléa climatique. Elle permet de recueillir des informations de manière plus structurée et détaillée, qui serviront à déterminer les conséquences lors de l'étape d'analyse des risques.

Ainsi, cette étape s'est articulée autour de l'identification des impacts passés et actuels des changements climatiques sur la Ville de Saguenay à travers une analyse qualitative. En plus des informations recueillies à travers la revue de la littérature et des données climatiques pour identifier les secteurs, les services, les activités et les populations affectés par des conditions climatiques néfastes, l'identification des impacts du climat actuel sur la Ville de Saguenay a été réalisée à travers une série d'entrevues avec les employés de la Ville ainsi que d'autres personnes-ressources identifiées. Elle s'est appuyée sur les informations recueillies lors des rencontres qui ont été menées en fonction des avis d'experts, des données disponibles au moment de l'analyse et réalisées de façon collaborative avec les différents services de la Ville. Les services ayant contribué à l'identification des impacts climatiques sur le territoire de Saguenay sont :

- Affaires juridiques;
- Greffe;
- Aménagement du territoire et urbanisme;
- Communication;
- Culture, sports et vie communautaire;
- Police;
- Ressources humaines;
- Ressources informationnelles;
- Travaux publics;
- Génie;
- Développement durable et environnement;
- Immeubles et équipements motorisés;
- Finances;
- Hydro-Jonquière;
- Sécurité incendie.

Les causes climatiques (aléas) ont ainsi été identifiées et caractérisées et les conséquences sur les infrastructures, les bâtiments publics et privés, les services municipaux, la population et les milieux naturels de la Ville de Saguenay ont été décrites lors de la formulation des énoncés des impacts climatiques. Les mesures de contrôle mises en place pour y faire face ont été identifiées également et leur efficacité a été évaluée.

L'ensemble des informations recueillies pour documenter les impacts climatiques sur les différents éléments a été consigné dans une matrice d'analyse de la vulnérabilité présentée dans l'annexe 1.



## 5.1. Méthodologie de l'analyse de la vulnérabilité

Les informations recueillies ont permis de formuler les énoncés d'impacts en identifiant les services affectés, ainsi que les aléas climatiques qui en sont responsables, comme dans les exemples suivants.

**Tableau 20 Exemples d'énoncés d'impacts climatiques**

Énoncés des impacts climatiques	Aléas climatiques
Manque d'équipements motorisés face à l'augmentation de fréquence et de l'intensité des événements extrêmes.	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)
Les îlots de chaleur urbains causent une hausse de mortalité de certaines espèces de plantes et d'arbres.	Vagues de chaleur et hausse des températures moyennes
Augmentation des primes d'assurance pour les bâtiments situés à environ 100 pieds des espaces boisés à cause des risques accrus reliés aux feux de forêt.	Feux de forêt

Pour chaque énoncé d'impacts, les services affectés ont été identifiés conformément aux exigences du guide ATCL, ainsi que les systèmes impactés.

**Tableau 21 Services concernés et systèmes impactés des exemples**

Services affectés (ATCL)	Description des conséquences sur les services	Système(s) impacté(s)
<i>Services des travaux publics</i>	Les équipements motorisés sont sollicités davantage lors d'événements extrêmes (exemple : lors du relogement des personnes sinistrées lors du glissement de terrain de La Baie de 2022).	Impacts socio-économiques
<i>Services des travaux publics</i>	Taux de survie en baisse au niveau de la plantation d'arbres. Apparition de maladies s'attaquant à la foresterie urbaine (ex. : argile du frêne). Survie difficile des végétaux (fleurs, arbres, gazon, etc.).	Environnement naturel
<i>Services des finances</i>	Dans les nouveaux contrats d'assurance, ajout de clauses qui tiennent compte des feux de forêt. Élargir les besoins de couverture (assurance). Augmenter le budget requis pour être assuré.	Impacts socio-économiques

Une fois ces informations recueillies, la démarche d'analyse de la vulnérabilité a été réalisée en harmonie avec les cadres méthodologiques développées dans le cadre du programme BARC (Bâtir des collectivités adaptées et résilientes) développé par ICLEI Canada ainsi que celle présentée dans le Guide pour les organismes municipaux « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Annexe H » réalisé par rapport Ouranos et MELCCFP (2024). Dans cette dernière, la vulnérabilité fait référence à la sensibilité et à la capacité d'adaptation du territoire lorsqu'il est exposé aux effets d'un impact lié à l'altération du climat.

La sensibilité fait référence aux caractéristiques de l'élément évalué qui le rendent susceptible de subir un stress par le changement climatique identifié (exemple : état de vétusté d'un bâtiment, zones minéralisées, population âgée).



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Afin d'évaluer la sensibilité, les cotes suivantes ont été attribuées en réponse à la question suivante :

Les caractéristiques (physiques, sociales, environnementales) de l'élément évalué exacerbent-elles les impacts climatiques (inondations, érosion, glissements de terrain) de manière à affecter sa fonctionnalité?

Ainsi, des cotes de sensibilité (S1 à S5) ont été attribuées à chacun des impacts. Cette cote correspond au niveau de fonctionnalité (par exemple, d'une infrastructure) ou d'un état (par exemple, de la santé humaine) que pourra maintenir le système touché à la suite de l'exposition à un impact climatique donné. Le tableau suivant dresse la liste des cotes de sensibilité utilisées dans le cadre de l'analyse de la vulnérabilité.

**Tableau 22 Cotes d'évaluation de la sensibilité**

Cote de sensibilité	Niveau de sensibilité
S1	La fonctionnalité restera la même
S2	La fonctionnalité restera probablement la même
S3	La fonctionnalité risque de se détériorer
S4	La fonctionnalité se détériorera
S5	Perte de fonctionnalité

En parallèle, une cote de capacité d'adaptation (CA1 à CA5) est attribuée à chacun des impacts identifiés. Cette cote correspond à la capacité de la Ville de Saguenay à maintenir son niveau de service compte tenu des impacts climatiques identifiés. Les déterminants de la capacité d'adaptation sont les forces qui influencent la capacité du système à s'adapter, comme la capacité de gestion; l'accès aux ressources financières, technologiques et informationnelles; la planification des infrastructures; l'environnement institutionnel; l'influence politique.

Afin d'évaluer la capacité d'adaptation, les cotes suivantes ont été attribuées en réponse à la question suivante :

- La Ville de Saguenay dispose-t-elle des ressources nécessaires pour gérer les conséquences des impacts climatiques et maintenir son niveau de service ?
- Le tableau suivant dresse la liste des cotes de la capacité d'adaptation utilisées dans le cadre de l'analyse de la vulnérabilité.



**Tableau 23 Cotes d'évaluation de la capacité d'adaptation**

Cote	Description
CA1	Peu ou pas de ressources déjà en place et, malgré des investissements importants et du temps, un retour à l'état normal est peu probable ou pourrait nécessiter l'intervention d'un palier supérieur (ex. : gros investissements en santé ou aide de l'armée après des inondations).
CA2	Quelques ressources déjà en place. Nécessitera une nouvelle infrastructure importante ou l'offre d'un nouveau service pour un retour à l'état normal (ex. : refaire une bonne partie du réseau d'égout).
CA3	Certaines ressources sont déjà en place. Nécessitera une nouvelle infrastructure modérée ou l'offre d'un nouveau service pour un retour à l'état normal (ex. : nouvelle campagne de sensibilisation d'envergure ou réfection complète de rues qui n'était pas prévue).
CA4	Plusieurs ressources déjà en place. Nécessitera des améliorations aux activités municipales existantes (ex. : campagnes de sensibilisation à l'arrosage plus fréquentes ou changement de priorisation de projets déjà planifiés).
CA5	Très nombreux (tous ou presque) plans, programmes et ressources déjà en place qui limitent les impacts et facilitent les interventions. Nécessitera une intervention habituelle pour un retour à l'état normal.
NA	Relève d'autres paliers de gouvernance et de juridiction.

Une fois la sensibilité et la capacité d'adaptation identifiées pour un impact donné, il est dès lors possible de situer ce dernier dans une matrice de vulnérabilité, présenté dans la prochaine figure, permettant ainsi d'accorder la priorité aux impacts par rapport auxquels la Ville de Saguenay est davantage vulnérable.

		Sensibilité Faible → Haute				
		S1	S2	S3	S4	S5
Capacité d'adaptation Faible ↓ Haute	CA1	V2	V2	V4	V5	V5
	CA2	V2	V2	V3	V4	V5
	CA3	V2	V2	V3	V4	V4
	CA4	V1	V2	V2	V3	V3
	CA5	V1	V1	V2	V3	V3

**Figure 18 Matrice d'analyse de la vulnérabilité**



## 5.2. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité

L'analyse de la vulnérabilité a permis de prioriser les énoncés d'impacts à travers leur valeur de vulnérabilité s'échelonnant de faible (V1) à élevée (V5) selon l'échelle suivante.

**Tableau 24** Échelle d'évaluation de la vulnérabilité

Niveau de vulnérabilité	Description
V1	Faible
V2	Moyen-Faible
V3	Moyen
V4	Moyen-Élevé
V5	Élevé

Cette démarche a permis d'identifier 112 énoncés d'impacts sur le territoire de Saguenay, de les analyser et les prioriser en fonction de leur vulnérabilité comme synthétisé dans le tableau suivant.

**Tableau 25** Répartition des énoncés d'impacts par niveau de vulnérabilité

Niveaux de vulnérabilité	V1	V2	V3	V4	V5
Nombre d'énoncés d'impacts	2	26	51	26	7

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Ainsi, les énoncés avec la plus grande cote de vulnérabilité (V5) se présentent comme suit :

Énoncés des impacts climatiques	Aléas climatiques	Services de la Ville
Augmentation des coûts liés aux changements climatiques - impact à la hausse des <u>dépenses au budget de fonctionnement et d'investissement.</u>	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Service des finances
Il pourrait avoir un <u>manque de quantité d'eau disponible</u> dans les sources d'eau (surface et souterraine) en cas de sécheresse ou de baisse des précipitations.	Sécheresse et manque d'eau	Service du génie
Accélération de l'érosion des <u>berges</u> les plus vulnérables en raison des crues riveraines, des précipitations extrêmes, des vents forts, des conditions hivernales changeantes, des embâcles de glace et de l'augmentation du niveau de la mer.	Érosion et submersion côtières	
Perte de stabilité des <u>pent</u> es des <u>berges</u> à cause des précipitations extrêmes, des vents forts, des glissements de terrain, de l'augmentation du niveau de la mer et des feux de forêt.	Érosion et submersion côtières	
<u>Interventions sur les habitations</u> en raison des crues riveraines, des glissements de terrain, de l'augmentation du niveau de la mer et des feux de forêt.	Érosion et submersion côtières	Multi-services
La faible qualité de la glace, températures douces, présences de nombreuses fissures limitant les activités récréatives hivernales (pêche blanche, centre de ski, patinoire, etc.	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	
Les événements climatiques provoquent des températures extrêmes de façon à augmenter les fréquences des grands froids et des grandes chaleurs. Ces événements provoquent des augmentations majeures de la <u>charge électrique</u> et le phénomène est grandement amplifié par les trajectoires de réduction d'émission de GES au Québec (réf. : Dunsky Énergie et Climat).	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Hydro-Jonquière

Les énoncés avec une cote de vulnérabilité moyenne à élevée (V4) :

Énoncés des impacts climatiques	Aléas climatiques	Services de la Ville
Manque d' <u>équipements motorisés</u> face à l'augmentation de fréquence et de l'intensité des événements extrêmes.	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Service des travaux publics
La hausse des températures cause une hausse de mortalité de certaines <u>espèces de plantes et d'arbres.</u>	Vagues de chaleur et hausse des températures moyennes	Service des travaux publics



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Énoncés des impacts climatiques	Aléas climatiques	Services de la Ville
Difficulté de <u>prévoir</u> l'aménagement, la mise à niveau et la construction d'infrastructures adaptées au climat futur <u>dans le PTI</u> .	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Service des finances
Surcharge et refoulement du <u>réseau de drainage</u> unitaire (capacité atteinte) en raison de pluie de fortes intensités.	Précipitations abondantes ou fréquentes (liquide, solide et mixte)	Service des travaux publics
Augmentation des bris de conduites et de fuites des conduites vieillissantes du <u>système d'aqueduc</u> en hiver et au printemps dues aux perturbations du cycle gel-dégel.	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	Service des travaux publics
Les événements météorologiques extrêmes peuvent avoir des conséquences sur les prises d'eau brute ainsi que sur les besoins de filtration aux stations de traitement d'eau impactant potentiellement <u>la qualité de l'eau</u> .	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Service des travaux publics
La récurrence des pannes de courant affecte potentiellement le <u>nombre de débordements aux ouvrages de surverses</u> (un nombre limité de génératrice aux sources).	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Service des travaux publics
Augmentation des mouvements différentiels (dépression, tassements, soulèvements, affaissements) et fissures dans les <u>fondations</u> qui produisent des dommages <u>aux immeubles, infrastructures et biens privés</u> par le phénomène de retrait/gonflement des sols argileux et en présence d'une nappe phréatique à faible profondeur.	Érosion et submersion côtières	Service du génie
Pertes de <u>chemins/routes</u> à cause de crues riveraines, de précipitations extrêmes, de vents forts, de glissements de terrain, de conditions hivernales changeantes, d'embâcles de glace, de l'augmentation du niveau de la mer et des feux de forêt.	Érosion et submersion côtières	Service des travaux publics et du génie
Perte progressive d' <u>enrochement</u> en raison des crues riveraines, des précipitations extrêmes, des glissements de terrain, des conditions hivernales changeantes et de l'augmentation du niveau de la mer.	Érosion et submersion côtières	Service de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Énoncés des impacts climatiques	Aléas climatiques	Services de la Ville
Détérioration accélérée des <u>berges artificielles</u> (autres qu'enrochement) en raison des crues riveraines, des précipitations extrêmes, des glissements de terrain, des conditions hivernales changeantes et de l'augmentation du niveau de la mer.	Érosion et submersion côtières	Service de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme
Augmentation des pannes (coupures) au niveau du <u>système d'approvisionnement électrique</u> à cause des arbres qui tombent en raison de la possible augmentation de l'intensité des tempêtes (vents forts, pluies accompagnées de vents), de foudres, etc.	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Hydro-Jonquière
Les précipitations abondantes augmentent les besoins pour faire du <u>balayage mécanisé</u> .	Précipitations abondantes ou fréquentes (liquide, solide et mixte)	Service des travaux publics
Les précipitations abondantes entraînent une grande pression sur les <u>ponceaux</u> .	Précipitations abondantes ou fréquentes (liquide, solide et mixte)	Service des travaux publics
L'augmentation des cycles gel-dégel hivernaux cause des bris aux <u>équipements municipaux</u> .	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	Service des travaux publics
En raison de l'augmentation des cycles gel-dégel hivernaux, le <u>réseau routier</u> en mauvais état au printemps.	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	Service des travaux publics
Les événements extrêmes, comme des vents violents, causent une augmentation de la mobilisation des <u>ressources humaines d'Hydro-Jonquière</u> ainsi que des <u>dégâts matériels</u> .	Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents)	Hydro-Jonquière
Hausse des événements extrêmes des précipitations (fréquence, intensité) qui impacte la mobilité et logistique en cas d' <u>urgence</u> .	Précipitations abondantes ou fréquentes (liquide, solide et mixte).	Multi-services
Saturation en eau du <u>sol</u> en raison des pluies intenses de courte durée.	Précipitations abondantes ou fréquentes (liquide, solide et mixte)	Service des travaux publics
Augmentation des stress sur la <u>population</u> en raison des vagues de chaleur plus fréquentes et intenses.	Vagues de chaleur et hausse des températures moyennes	Multi-services
L'augmentation des cycles gel-dégel hivernaux cause des bris aux <u>équipements municipaux</u> .	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	Service des travaux publics
Baisse de la <u>qualité de l'air</u> en raison des conditions propices à la formation du smog (ex. : feux de forêt).	Vagues de chaleur et hausse des températures moyennes	Service de la culture, des sports et de la vie communautaire



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Énoncés des impacts climatiques	Aléas climatiques	Services de la Ville
Amincissement de la glace sur les <u>lacs</u> lors de la période hivernale pose un danger à la <u>sécurité du public</u> .	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	Multi-services
Diminution des précipitations hivernales (neige), mais augmentation des précipitations pluviales qui diminuent les jours d'opération des <u>centres de ski de fond/alpin</u> .	Redoux hivernaux (cycles de gel-dégel)	Service de la culture, des sports et de la vie communautaire
<u>Sentiers pédestres</u> - Érosion et glissements de terrain.	Inondations fluviales (eau libre, embâcle)	Service de la culture, des sports et de la vie communautaire
<u>Site des Écorceurs</u> (rue de l'Anse-à-Benjamin) - Érosion des berges.	Inondations fluviales (eau libre, embâcle)	Service de la culture, des sports et de la vie communautaire

Les énoncés d'impacts ayant obtenu les cotes de vulnérabilité élevée (V5) ou moyenne élevée (V4) ont été retenus pour l'analyse de risques.



## 6. Évaluation des risques climatiques

### 6.1. Méthodologie d'évaluation des risques climatiques

L'évaluation des risques climatiques permet d'évaluer comment les conséquences des changements climatiques pourraient évoluer dans le futur afin d'orienter les stratégies d'adaptation. L'évaluation des risques est de nature probabiliste et peut être qualitative ou quantitative. Cette approche est utile en changements climatiques en raison des incertitudes liées à l'évolution du climat dans le temps.

Afin d'avoir une appropriation commune de l'approche méthodologique adoptée le cadre l'analyse des risques climatiques sur le territoire de Saguenay, une rencontre a été tenue avec les représentants du MELCCFP, de la Ville de Saguenay et de Stantec. Lors de cette rencontre, la question de la terminologie utilisée a été abordée, notamment après la publication du guide « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux »<sup>16</sup>, qui suggère par exemple de privilégier l'utilisation du terme « vraisemblance » plutôt que « probabilité ». Cependant et étant donné l'état d'avancement du projet, il a été convenu de garder dans ce rapport la terminologie adoptée depuis le début du projet et d'utiliser le mot probabilité d'occurrence dans le cadre de l'analyse des risques climatiques sur le territoire de Saguenay.

Le calcul des risques des impacts potentiels des changements climatiques sur le territoire de Saguenay a fait appel à la formule suivante :

$$R = P \times C$$

Où le risque associé à chaque impact est déterminé en fonction de la probabilité d'occurrence de l'aléa climatique qui le cause (P) et de l'ampleur de ses conséquences (C). Le produit de ces deux indices permet d'obtenir une cote finale correspondant au niveau de risque (R) que représente l'impact à court, moyen et long termes.

### 6.2. Les aléas climatiques et leurs probabilités d'occurrence

La probabilité d'occurrence (P) est analysée en fonction de l'historique du climat, des données observées et des projections climatiques. Les aléas climatiques et les aléas liés au climat retenus dans le cadre de l'analyse des risques climatiques de Saguenay sont :

Aléas climatiques

- Vagues de chaleur et augmentation de température;
- Précipitations abondantes/fréquentes (liquide, solide et mixte);
- Redoux hivernaux (cycle de gel-dégel);
- Événements météorologiques extrêmes (tempêtes, tornades, orages, vents violents);

<sup>16</sup> Ouranos et MELCCFP. 2024. Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux. 138 pages.



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Aléas liés au climat (potentiellement exacerbés par les changements climatiques) :

- Érosion et submersion côtières;
- Inondations fluviales (eau libre, embâcle);
- Inondations pluviales;
- Feux de forêt;
- Sécheresse;
- Glissements de terrain;
- Présence de pollen allergène;
- Présence de vecteurs de la maladie de Lyme (tiques).

Les deux derniers aléas, à savoir le potentiel allergène et l'habitat favorable aux tiques responsables de la maladie de Lyme, font partie des aléas climatiques étudiés lors de l'élaboration du profil climatique de Saguenay. Cependant, ils n'ont pas été retenus pour l'analyse des risques étant donné que les énoncés d'impacts y afférant n'ont pas fait ressortir des indices de vulnérabilité moyens ni élevés.

Pour cette étude, deux échelles de probabilité allant de 1 à 5 sont utilisées :

- Pour les événements ponctuels et significatifs, principalement liés aux conditions météorologiques pour lesquelles il est possible d'évaluer les conséquences d'un seul événement survenu (par exemple, une pluie intense de courte durée), une échelle avec des catégories **absolues** a été utilisée. L'échelle absolue est basée sur la probabilité annuelle et la période de récurrence équivalente d'un aléa;
- Pour les événements à tendances graduelles, à effets cumulatifs ou à fréquence annuelle élevée (par exemple, une sécheresse estivale), une échelle avec des catégories **relatives** a été utilisée. L'échelle relative attribue la cote de 3 lorsque la fréquence de l'aléa est semblable à la normale historique. La fréquence future peut évoluer relativement par rapport à la normale (3); ainsi les probabilités peuvent augmenter (4, 5) ou diminuer (2, 1) dans le temps, selon l'évolution climatique de l'aléa considéré.

**Tableau 26 Probabilité d'occurrence des aléas climatiques**

Cote	Échelle relative liée aux aléas chroniques		Échelle absolue liée aux aléas aigus	
	Description	Changement dans la Fréquence/Intensité	Description	Probabilité d'intervalle d'occurrence
1	Très probablement moins fréquent que le climat actuel	Réduction de 25 % par rapport à aujourd'hui	Rare	Plus de 30 ans
2	Probablement légèrement moins fréquent que le climat actuel	Réduction de 10-25 % par rapport à aujourd'hui	Peu Probable	10 à 30 ans
3	Probablement aussi fréquent que dans le climat actuel	Dans une marge de +/-10 % par rapport à aujourd'hui	Possible	5 à 10 ans
4	Probablement légèrement plus fréquent que le climat actuel	Augmentation de 10-25 % par rapport à aujourd'hui	Probable	1 à 5 ans
5	Très probablement plus fréquent que le climat actuel	Augmentation de 25 % par rapport à aujourd'hui	Presque Certain	Moins de 1 an



## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

Afin de caractériser l'évolution des aléas climatiques dans le climat futur, l'utilisation des scénarios d'émissions modérées (SSP2-4.5) et élevées (SSP3-7.0) a été retenue comme recommandée par le guide ATCL. De plus, afin d'apprécier les risques climatiques sur le long terme, l'utilisation de trois horizons temporels a été préconisée, à savoir : l'horizon 2020 pour le court terme (2011-2040), l'horizon 2050 pour le moyen terme (2041-2070) et l'horizon 2080 pour le long terme (2071-2100).

Le tableau suivant présente les aléas climatiques, leurs seuils<sup>17</sup> retenus pour l'analyse des risques, ainsi que leurs probabilités d'occurrence sur les trois horizons temporels et pour les deux scénarios climatiques SSP2-4.5 et SSP3-7.0.

Il y a lieu de signaler que pour les aléas climatiques, les probabilités ont été calculées en fonction de leur occurrence future selon l'échelle présentée au tableau précédent. Cependant pour les aléas liés au climat (comme l'érosion ou les inondations fluviales), le calcul de leur probabilité s'est rattaché à l'occurrence des facteurs climatiques qui les exacerbent.

---

<sup>17</sup> Les seuils des aléas climatiques font référence aux niveaux au-dessus desquels des dommages sont encourus.



Tableau 27 Aléas climatiques, seuils et probabilités d'occurrence

Numéro de l'aléa	Catégorie d'aléas	Type d'aléa	Seuil	Données historiques	Occurrence chronique ou aiguë	Niveau de confiance	SSP2			SSP3		
							Horizon 2020	Horizon 2050	Horizon 2080	Horizon 2020	Horizon 2050	Horizon 2080
1	Température	Nombre de cycles de gel-dégel hivernaux	Nombre moyen de jours avec Tmax > 0 °C et Tmin < -1 °C (30 cycles)	3	C	modéré	4	5	5	4	5	5
2		Froid extrême	Jours par an avec Tmin ≤ -30 °C	3	C	élevé	2	1	1	2	1	1
3		Chaleur extrême	Jours par an avec Tmax ≥ 30 °C	3	C	élevé	5	5	5	5	5	5
4		Vagues de chaleur	Nombre de vagues de chaleur annuelles (Tmax : 31 °C, Tmin : 18 °C, 3 jours)	1	A	élevé	3	4	4	3	4	5
5	Précipitations	Précipitations hivernales mixtes	Nombre d'événements par année	3	C	modéré	3	3	3	3	3	2
6		Chutes de neige abondantes	Événements de chute de neige de 25 cm ou plus en 24 heures	3	C	modéré	3	3	3	3	3	3
7		Pluies de longue durée	Événements de précipitation de 78,8 mm ou plus en 24 heures	1	A	modéré	2	3	3	2	3	4
8		Pluies intenses de courte durée	Événements de précipitation de 43,3 mm ou plus en 1 heure	1	A	modéré	1	1	2	1	2	3
9	Cas spécial (qualitatif)	Rafale	Jours avec rafales ≥ 90 km/h	3	C	bas	3	4	4	4	5	5



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Numéro de l'aléa	Catégorie d'aléas	Type d'aléa	Seuil	Données historiques	Occurrence chronique ou aiguë	Niveau de confiance	SSP2			SSP3		
							Horizon 2020	Horizon 2050	Horizon 2080	Horizon 2020	Horizon 2050	Horizon 2080
10	Cas spécial (qualitatif)	Tornades	Nombre de tornades dans un rayon de 100 km	3	C	bas	3	3	3	3	3	3
11	Cas spécial (qualitatif)	Feux de forêt	Nombre de grands incendies dans un rayon de 100 km	3	C	bas	3	4	4	4	5	5
12	Cas spécial (quantitatif)	Inondations fluviales	Risque accru (embâcles de glace, précipitations, élévation du niveau de la mer)	3	C	bas	3	4	4	3	4	5
13	Cas spécial (quantitatif)	Érosion	Risque accru (blocs de glace, précipitations, élévation du niveau de la mer)	3	C	bas	3	4	4	3	4	5
14	Cas spécial (quantitatif)	Sécheresse	Indice de Précipitation Standardisé (SPI ou SPEI) (échelle de 3 mois)	3	C	bas	3	4	4	5	5	5
15	Cas spécial (qualitatif)	Allergènes de pollen	Potentiel allergène	3	C	bas	4	5	5	4	5	5
16	Cas spécial (qualitatif)	Maladie de Lyme	Habitat favorable aux tiques	1	A	modéré	4	5	5	5	5	5



### 6.3. Catégories et échelle de sévérité des conséquences

Trois catégories de conséquences ont été retenues dans le cadre de cette analyse. Le premier critère fait référence à l'environnement bâti, il caractérise les dommages physiques directs sur l'actif ou ses composantes touchant l'intégrité structurale (IS). Le deuxième critère ramène aux conséquences de nature socio-économique et regarde principalement les enjeux reliés à la santé humaine et la manière dont elle est impactée par les aléas climatiques. Le dernier critère considère plutôt les conséquences sur l'environnement naturel (air, eau et sol). Le tableau suivant présente l'échelle de sévérité (de 1 à 5) de chaque critère ainsi qu'une description générale de chaque niveau.

**Tableau 28 Catégories des conséquences et leur échelle de sévérité**

Échelle de sévérité	Description générale	Environnement bâti	Socio-économique	Environnement naturel
		Dommages physiques directs sur l'actif ou composantes de l'actif (IS)	Santé publique	AES (air, eau et sol)
1	Négligeable	Aucun dommage sur l'intégrité de l'ouvrage	•Apparition d'une menace, mais sans préjudice réel •La santé et sécurité des personnes n'est pas affectée	Apparition d'une menace, mais sans effets réels
2	Mineur	Dommages qui ne représentent pas de risque pour l'intégrité de l'ouvrage et peuvent être réparés ou réduction de la durée de vie	•Peu de blessures mineures ou quasi-accidents •Inconfort potentiel dans des cas isolés	Diminution mineure de la qualité, de façon localisée et à court terme
3	Modéré	Dommages importants nécessitant un suivi serré en attendant les réparations d'un spécialiste	Petit nombre de blessés ou de cas de maladies	Diminution modérée de la qualité, de façon généralisée, à court ou moyen termes
4	Majeur	•Perte de plusieurs éléments d'un actif •Dommages importants sur l'intégrité de l'ouvrage nécessitant une réparation immédiate	Quelques cas de décès, blessures graves ou personnes aux prises avec une maladie de longue durée	Diminution majeure de la qualité, de façon généralisée, à moyen ou long termes
5	Catastrophique	Perte totale d'équipements et remplacement/reconstruction nécessaire de plusieurs composantes majeures de l'actif ou de l'actif au complet	Grand nombre de décès, de blessures graves ou de personnes aux prises avec une maladie permanente	Perte de la qualité des AES de manière irréversible

## 6.4. Systèmes et sous-systèmes évalués

Comme précisé dans le guide ATCL, les énoncés d'impacts retenus pour l'évaluation des risques ont permis d'identifier les systèmes et sous-systèmes à considérer dans l'appréciation des risques. Ils ont été regroupés en 4 catégories d'enjeux :

- Environnement naturel, cette catégorie rassemble les sous-systèmes naturels, qu'il s'agisse de cours d'eau de surface ou eau souterraine, de biodiversité, d'espace vert, etc.;
- Infrastructures : appelé également « systèmes bâtis », cette catégorie regroupe les sous-systèmes suivants, sans s'y limiter :
  - Réseau routier et ouvrages civils connexes;
  - Réseau d'approvisionnement en électricité;
  - Réseau d'eau potable et autres infrastructures de gestion de l'eau;
  - Réseau de collecte et de traitement des eaux usées et des eaux pluviales;
  - Bâtiments résidentiels et municipaux.
- Population et économie locale : cette catégorie faisant référence aux systèmes dits « socioéconomiques » regroupe les éléments qui touchent la santé et la sécurité des populations ainsi que les activités récréotouristiques offertes sur le territoire de Saguenay;
- Services municipaux regroupant l'ensemble des services de la Ville de Saguenay, comme le Service des finances de l'aménagement du territoire et urbanisme ou encore le Service des travaux publics.

## 6.5. Échelle des risques climatiques

L'analyse des risques est réalisée au moyen de matrices de risques. Ces matrices analysent les risques climatiques en multipliant la cote de probabilité d'occurrence du climat (P) par la cote de sévérité des conséquences (C) sur les systèmes et sous-systèmes à l'étude. Comme les cotes sont données sur une échelle de 1 à 5 pour les deux paramètres, le risque climatique peut donc varier de 1 à 25.

**Tableau 29 Échelle d'évaluation des risques climatiques**

<b>Sévérité d'impact sur les actifs/activités</b>	<b>Catastrophique</b>	<b>5</b>	5 (choc)	10	15	20	25
	<b>Majeur</b>	<b>4</b>	4	8	12	16	20
	<b>Modéré</b>	<b>3</b>	3	6	9	12	15
	<b>Mineur</b>	<b>2</b>	2	4	6	8	10
	<b>Mesurable, négligeable</b>	<b>1</b>	1	2	3	4	5 (stress)
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
			<b>Très faible</b>	<b>Faible</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Élevée</b>	<b>Très élevée</b>
			<b>Probabilité d'occurrence de l'aléa climatique</b>				

## **6.6. Étapes de l'évaluation des risques climatiques**

Pour chaque système et sous-système impacté, la première étape consiste à déterminer les aléas climatiques avec lesquels il y a une interaction O (Oui) ou N (Non).

Une fois que les interactions déterminées, l'étape suivante consiste à coter les conséquences : il s'agit de déterminer la sévérité de la conséquence (de 1 à 5) dans les catégories applicables (environnement bâti, socio-économique ou encore milieu naturel).

Pour les besoins de cette analyse, deux matrices d'analyse des risques ont été élaborées : une pour le scénario d'émissions modérées (SSP2-4.5) et une matrice pour les élevées (SSP3-7.0).

De plus, certaines considérations ont été préconisées dans le cadre de l'analyse qui se présente comme suit :

- Le fait qu'il y ait une interaction entre un système évalué et un aléa climatique ne signifie pas nécessairement que les trois catégories de conséquences sont affectées et peuvent de ce fait ne pas être cotées. Ceci explique les cases vides malgré l'interaction entre un système évalué et un aléa climatique;
- Dans certains cas, les impacts similaires, soulevés par plusieurs services, ont été regroupés dans la matrice de l'analyse des risques;
- Certains systèmes évalués se prêtent difficilement à l'exercice de l'analyse matricielle des risques climatiques (comme pour le Service des finances pour lequel il y a des interactions avec tous les aléas et il est difficile d'en évaluer les conséquences avec les catégories et échelles de sévérité des conséquences retenues). Pour ces éléments, une évaluation qualitative des risques climatiques sera réalisée et n'a pas besoin d'être cotée.

## **6.7. Résultats de l'évaluation des risques climatiques**

L'analyse des risques climatiques a fait ressortir 860 risques pour chacun des scénarios climatiques. Plusieurs lectures permettent d'affiner l'évaluation des risques climatiques par :

- Horizon temporel

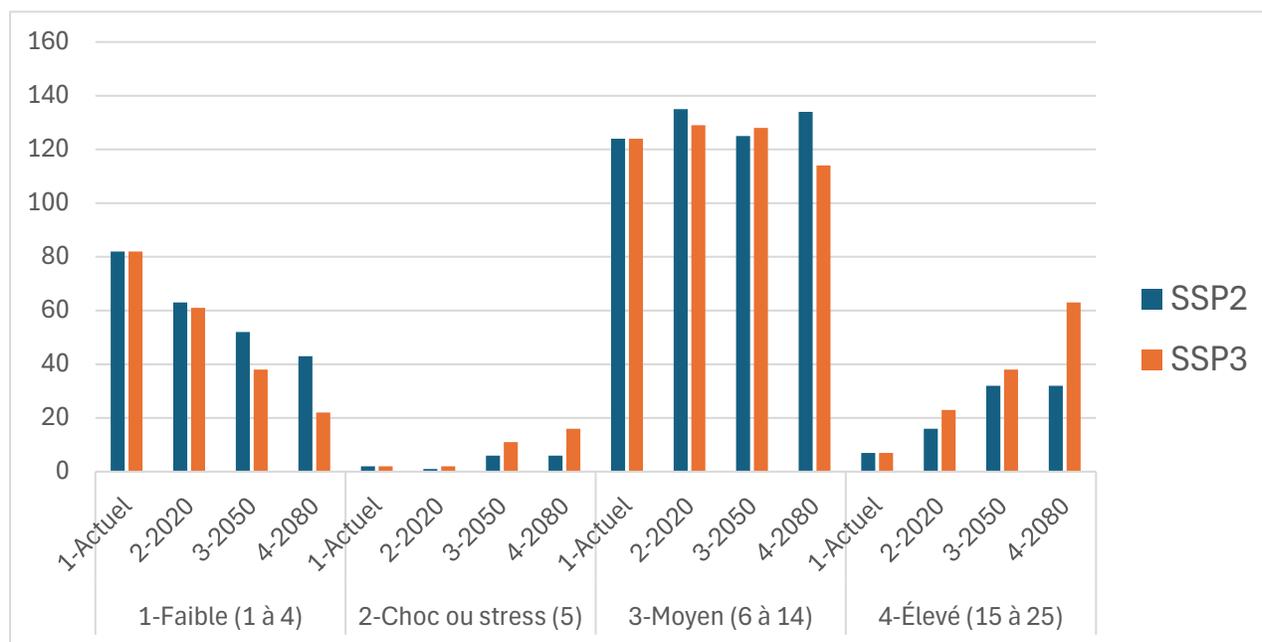
La lecture des résultats des risques climatiques par horizon temporel permet d'avoir une meilleure compréhension de l'évolution des risques à court, moyen et long termes. Ainsi, sur un total de 860 risques climatiques pour l'ensemble des systèmes et sous-systèmes étudiés, l'évaluation par horizon temporel démontre une tendance à la baisse des risques faibles qui passent de 82 risques faibles dans le climat historique à 43 avec le scénario modéré (SSP2) et 22 avec le scénario élevé (SSP3). Le nombre des risques modérés demeurera sensiblement le même entre le climat historique (124 risques) et la fin du siècle (avec respectivement 134 risques avec SSP 2 et 114 avec SSP 3). Cependant, les risques élevés connaîtront une hausse significative d'ici la fin du siècle pour passer de 7 risques élevés à 32 risques avec SSP2 et 63 avec le SSP 3 à l'horizon 2080. Les cas spéciaux, représentant les chocs et les stress, connaîtront une légère hausse avec le scénario modéré (pour passer de 2 dans l'horizon 1981-2010 à 6 d'ici la fin du siècle). Cette hausse sera plus prononcée avec le scénario

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

élevé SSP3 qui les fera passer de 2 à 16 d'ici la fin du siècle. Le tableau suivant présente la répartition des risques pour les quatre horizons temporels avec les deux scénarios de projection climatique.

**Tableau 30 Sommaire de l'analyse des risques par horizon temporel et scénario climatique**

Horizons temporels Niveaux de risques	Historique 1981-2010	2020		2050		2080		Total	
		2020		2050		2080		Total	
		SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3
Nombre de risques faibles	82	63	61	52	38	43	22	240	203
Nombre de risques « cas spéciaux »	2	1	2	6	11	6	16	15	31
Nombre de risques modérés	124	135	129	125	128	134	114	518	495
Nombre de risques élevés	7	16	23	32	38	32	63	87	131
<b>Total</b>	215	215		215		215		860	



**Figure 19 Sommaire de l'analyse par niveau de risque**

**Aléa climatique**

Une autre lecture de la matrice d'analyse des risques climatiques permet de faire une analyse par aléa climatique. Cette évaluation permet d'avoir une meilleure compréhension des causes climatiques qui engendrent les risques modérés à élevés. Il en ressort que sur les 16 aléas climatiques retenus dans le cadre de l'analyse, l'érosion, suivie de la chaleur extrême, des cycles gel/dégel hivernaux et des feux de



**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

forêt sont les aléas qui causent le plus de risques modérés à élevés sur le territoire de Saguenay. Dans le cadre du scénario modéré (SSP 2), à eux seuls ces quatre aléas représentent 35 % des risques modérés totaux (179/518) et 75 % des risques élevés totaux (65/87).

**Tableau 31 Sommaire de l'analyse des risques par aléa climatique**

	Température								Précipitations							
	Nombre de cycles gel/dégel hivernaux		Froid extrême		Chaleur extrême		Vagues de chaleur		Précipitations hivernales mixtes		Chutes de neige abondantes		Pluies de longue durée		Pluies intenses de courte durée	
	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3
Nombre de risques faibles	6	6	9	9	1	1	18	16	12	18	4	4	51	50	107	81
Nombre de risques « cas spéciaux »	6	6	4	4	3	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre de risques modérés	45	45	5	5	26	26	30	25	36	31	36	36	45	46	9	35
Nombre de risques élevés	19	19	2	2	26	26	6	11	4	3	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>76</b>		<b>20</b>		<b>56</b>		<b>56</b>		<b>52</b>		<b>40</b>		<b>96</b>		<b>116</b>	

**Tableau 32 Sommaire de l'analyse des risques par aléa climatique (suite)**

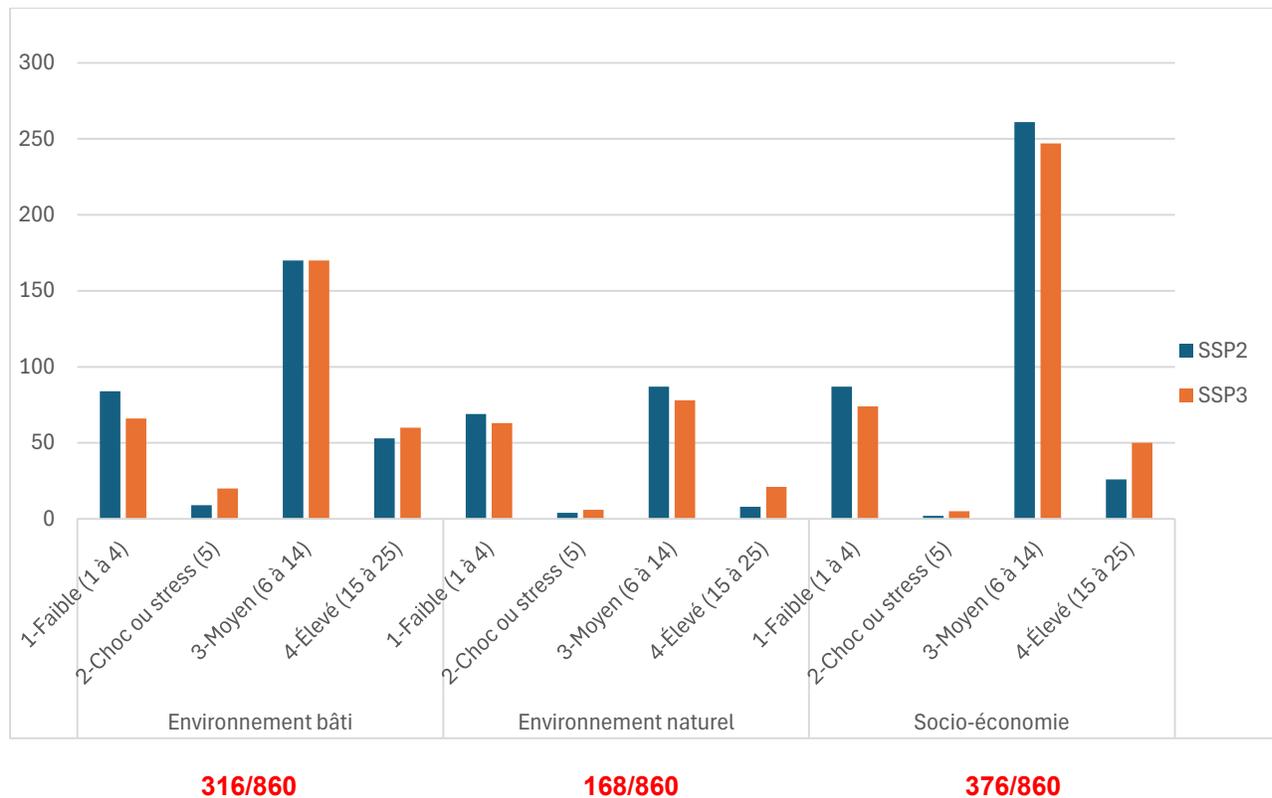
	Cas spéciaux															
	Rafales		Tornades		Feux de forêt		Inondations fluviales		Érosion		Sécheresse		Allergènes de pollen		Maladie de Lyme	
	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3	SSP2	SSP3
Nombre de risques faibles	8	4	0	0	8	4	8	6	4	3	4	1	0	0	0	0
Nombre de risques « cas spéciaux »	0	4	0	0	0	4	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0
Nombre de risques modérés	46	39	48	48	26	23	62	52	82	71	20	11	2	2	0	0
Nombre de risques élevés	2	9	4	4	10	13	2	12	10	21	0	9	2	2	0	0
<b>Total</b>	<b>56</b>		<b>52</b>		<b>44</b>		<b>72</b>		<b>96</b>		<b>24</b>		<b>4</b>		<b>0</b>	

**Catégorie de conséquence :**

Après avoir présenté la synthèse de l'évaluation des risques climatiques par niveau de risque et par aléa climatique, l'évaluation par critère d'évaluation permet de faire ressortir, parmi les trois catégories de conséquence (environnement naturel, environnement bâti et impacts socio-économiques), lequel est le plus affecté avec des niveaux de risques modérés à élevés.



Ainsi, il en ressort que sur les 860 risques totaux par scénario climatique, l'environnement bâti est celui qui recense le plus de risques élevés, suivi de la catégorie socio-économique et inversement pour les risques modérés. La catégorie environnement naturel arrive au troisième niveau en matière de risques modérés et élevés. Ceci peut être expliqué par le nombre élevé des risques affectant le système Infrastructures en termes de dommages physiques directs sur les actifs et/composantes des actifs ainsi que par la multitude des conséquences socio-économiques, notamment sur la santé publique, à cause du climat changeant. La figure suivante représente le nombre de risques totaux par catégorie d'évaluation ventilée par niveau de risque.



**Figure 20** Sommaire de l'analyse des risques par catégorie de conséquence

## 6.8. Risques des changements climatiques identifiés sur l'Environnement naturel

Pour l'environnement naturel, l'évaluation des risques a fait ressortir les résultats représentés dans les tableaux suivants.











Les risques climatiques sur les éléments impactés de l'Environnement naturel touchent principalement l'eau comme principal vecteur par lequel les effets des changements climatiques se feront sentir. Les risques climatiques sur l'Environnement naturel se résument ainsi aux points suivants :

- Manque de la quantité d'eau disponible dans les sources d'eau (surface et souterraine);
- Hausse de mortalité de certaines espèces de plantes et d'arbres;
- Augmentation des maladies s'attaquant à la foresterie urbaine (ex. : argile du frêne);
- Baisse de la qualité des services écosystémiques;
- Perte progressive des îlots de fraîcheur avec difficulté de remplacement des espèces;
- Augmentation du déclin de la biodiversité locale, présence d'espèces envahissantes et perte de services écosystémiques due aux événements météorologiques extrêmes;
- Stress dû à la détérioration et à la fragmentation des habitats;
- Dommages sur la canopée urbaine et perte de services écosystémiques en raison de la prolifération des espèces exotiques envahissantes, comme l'argile du frêne.

## **6.9. Risques des changements climatiques identifiés sur les Infrastructures**

Pour les Infrastructures, l'évaluation des risques a fait ressortir les résultats représentés dans les tableaux suivants.







**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

**Tableau 40 Matrice d'analyse des risques climatiques sur les Infrastructures (suite)**

Éléments Impactés	O/N	Précipitation Pluies de longue durée Évènements de précipitation de 78.8 mm ou plus en 24 heures															Précipitation Pluies intenses de courte durée Évènements de précipitation de 43.3 mm ou plus en 1 heure																					
		EB						SE						EN						EB						SE						EN						
		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3		SSP2		SSP3						
		Actuel	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	Actuel	2020	2050	2080	2020	2050	2080	Actuel	2020	2050	2080	2020	2050	2080	Actuel	2020	2050	2080			
<b>Infrastructures</b>																																						
<b>Bâtiments municipaux</b>																																						
Climatisation des bâtiments municipaux	N																																					
<b>Bâtiments résidentiels</b>																																						
Immeubles, infrastructures et biens privés	N																																					
<b>Énergie et télécommunications (Hydro-Jonquière)</b>																																						
Demande en électricité	N																																					
Infrastructures de production et de distribution	N																																					
<b>Infrastructure de protection contre les sinistres</b>																																						
Ouvrages de surverses	O	2	4	6	6	4	6	8	3	6	9	9	6	9	12	3	6	9	9	6	9	12	3	6	9	9	6	9	12	3	6	9	9	6	9	12		
Berges artificielles	N																																					
Enrochement de protection	O	2	4	6	6	4	6	8	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4		
<b>Infrastructures récréatives et récréotouristiques</b>																																						
Sentiers pédestres	N																																					
<b>Réseau de collecte et de traitement des eaux usées et des eaux pluviales</b>																																						
Ponceaux	O	3	6	9	9	6	9	12	2	4	6	6	6	9	12	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4		
Réseau de drainage unitaire	O	3	6	9	9	6	9	12	2	4	6	6	4	6	8	2	4	6	6	4	6	8	2	4	6	6	4	6	8	2	4	6	6	4	6	8		
<b>Réseau d'eau potable</b>																																						
Stations de traitement des eaux	O	2	4	6	6	4	6	8	2	4	6	6	4	6	8																							
Système d'aqueduc	N																																					
<b>Réseau routier</b>																																						
Chaussée en asphalte	N																																					
Chaussées perméable (pavées et en gravier)	O	3	6	9	9	6	9	12	2	4	6	6	4	6	8	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4	1	2	3	3	2	3	4		
Routes	N																																					







Les risques climatiques sur les éléments impactés du système Infrastructures se résument ainsi aux points suivants :

- Difficulté à maintenir la température de consigne dans les bâtiments lors des vagues de chaleur et de chaleur extrême avec un impact potentiel sur la santé humaine; et des conséquences financières en raison d'augmentation de la consommation électrique;
- Impact négatif sur la fonctionnalité des systèmes de climatisation en raison de l'augmentation de la demande en climatisation, notamment dans les bâtiments municipaux (dépassant la capacité ou réduisant potentiellement la durée de vie des composants des systèmes de climatisation);
- Impacts négatifs sur les infrastructures de production et de distribution de l'électricité dû à l'augmentation sur la demande en électricité :
- Coupures électriques plus fréquentes et atteinte à l'intégrité structurale des infrastructures de production et de distribution de l'électricité à cause des arbres qui tombent en raison de la possible augmentation de l'intensité des tempêtes (vents forts, pluies accompagnées de vents), de foudres, etc.;
- Augmentation de stress et réduction de la durée de vie des éléments de structure routière (formations de fissures et des nids-de-poule) en raison de l'augmentation des pluies hivernales et des cycles gel-dégel hivernaux;
- Risques modérés à élevés de l'érosion et des inondations fluviales sur plusieurs actifs publics et privés;
- Surcharge et refoulement du réseau de drainage unitaire (capacité atteinte) en raison de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de pluies;
- Baisse de l'efficacité des ouvrages Infrastructure de protection contre les sinistres en raison de la hausse de leur exposition aux aléas liés au climat (inondations fluviales, érosion, etc.).

## **6.10. Risques des changements climatiques identifiés sur la Population et l'économie locale**

Pour la population et l'économie locale, l'évaluation des risques a fait ressortir les résultats représentés dans les tableaux suivants.







Les risques climatiques sur les éléments impactés du système Population et économies locales se présentent comme suit :

- La chaleur, les feux de forêt et le potentiel allergène nuisent à la qualité de l'air avec des risques socio-économiques élevés (affecte davantage les populations vulnérables);
- Les activités récréotouristiques hivernales sont affectées par les redoux hivernaux qui causent des risques élevés.

### **6.11. Risques des changements climatiques identifiés sur les Services municipaux**

Pour les services municipaux, l'évaluation des risques a fait ressortir les résultats représentés dans les tableaux suivants.

**SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

**Tableau 45 Matrice d'analyse des risques climatiques sur les Services municipaux**

Éléments Impactés	O/N	Température Nombre de cycles gel/dégel hivernaux												Température Froid extrême														
		Nombre moyen de jours avec Tmax > 0°C et Tmin < -1°C (30 cycles)												Jours par an avec Tmin ≤ -30°C														
		EB				SE				EN				EB				SE				EN						
		Actuel	SSP2		SSP3		Actuel	SSP2		SSP3		Actuel	SSP2		SSP3		Actuel	SSP2		SSP3		Actuel	SSP2		SSP3			
	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080	
<b>Services municipaux</b>																												
<b>Sécurité publique</b>																												
Accès aux bâtiments	O	6	8	10	10	8	10	10	6	8	10	10	8	10	10	N												
Habitations	N															N												
Sécurité du public	O								12	16	20	20	16	20	20	O												
Service d'urgence (déplacement des personnes, accès aux infrastructures critiques, réseau de transport)	N														N													
<b>Travaux publics</b>																												
Équipements motorisés de balayage	N														N													
Équipements municipaux pour sécuriser les routes	O	6	8	10	10	8	10	10	9	12	15	15	12	15	15	N												
Logistique et disponibilité des équipements motorisés	O	6	8	10	10	8	10	10	6	8	10	10	8	10	10	N												











## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

Les risques climatiques sur les éléments impactés du système Services municipaux se résument ainsi aux points suivants :

- Difficulté d'assurer une bonne logistique pour les services d'urgence en cas d'événements climatiques extrêmes en raison de manque d'équipements nécessaires;
- Manque de main-d'œuvre et difficultés de coordonner en cas d'événements climatiques extrêmes;
- Les événements extrêmes, tels que les feux de forêt, les inondations ou encore l'érosion mettent à rude épreuve l'ensemble des services de la Ville.
- Les cycles gel/dégel amènent plusieurs contraintes pour les travaux publics, que ce soit en termes de disponibilité des équipements municipaux pour sécuriser les routes qu'en termes de logistique et disponibilité des équipements motorisés;
- Enjeux liés à la compétitivité municipale (limite dans la diversification des revenus dans un contexte de concurrence entre les villes au niveau de la taxation municipale et de la capacité limitée de paiement des citoyens);
- Difficulté de prévoir des budgets liés aux projets d'adaptation aux changements climatiques (autant sur les projets existants que futurs);

### **6.12. Problématiques à surveiller outre les résultats de l'analyse matricielle des risques climatiques**

Outre les risques issus de la matrice d'analyse des risques, il y a lieu de soulever certains enjeux, non problématiques actuellement, mais qui pourraient le devenir à cause des changements climatiques ainsi que des zones pour lesquels il y a présence de plusieurs facteurs susceptibles d'exacerber les risques climatiques issus de l'analyse cartographique.

### **6.13. Problématiques à surveiller**

Cette section décrit certains enjeux, non problématiques actuellement, mais qui pourraient le devenir à cause des changements climatiques. Il s'agit de :

- Potentiel d'augmentation des infiltrations d'eau et réduction de la durée de vie des éléments de structure pour les fondations des bâtiments municipaux en raison de l'augmentation des pluies hivernales et des cycles gel-dégel hivernaux. La gestion des conséquences de cette nature fait appel autant à une surveillance accrue accompagnée d'un programme d'entretien et de maintenance pour les bâtiments existants que d'une intégration effective des changements climatiques lors de la conception des futurs bâtiments (dans les paramètres de conception, le choix des matériaux, etc.);
- Un autre phénomène relié aux changements climatiques est causé par l'abondance (augmentation des IDF) ou la baisse du niveau d'eau dans le sol (en raison de la sécheresse). Des mouvements différentiels (dépression, tassements, soulèvements, affaissements) et des fissures dans les fondations qui produisent de dommages aux immeubles, infrastructures et biens privés par le phénomène de retrait/gonflement des sols argileux sont à surveiller. Même si ces phénomènes ne sont pas encore présents à la ville, ou même à la région du Saguenay, ils commencent à causer des inquiétudes dans le sud du Québec et plusieurs mesures en mises en pratique afin d'en assurer le suivi et d'en réduire les conséquences;



## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

- Complexification de la gestion des enjeux liés à la vulnérabilité climatique populationnelle, notamment en relation avec l'augmentation des températures, de l'élargissement de l'air de propagation des tiques responsables de la maladie Lyme ou encore de l'augmentation des maladies chroniques accentuée par la mauvaise qualité de l'air. Cette réalité fait appel à une conjugaison des efforts de la part des services de la Ville de Saguenay avec les partenaires œuvrant dans le domaine de la santé comme le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Saguenay–Lac-Saint-Jean (exemple : VRAC-PARC);
- Étant un premier cycle d'adaptation aux changements climatiques, le potentiel d'atteinte aux sites archéologiques par aléas climatiques ainsi que l'augmentation de leur exposition en raison de leur présence ou de leur proximité de zones de contraintes n'a pas été évalué. Il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'un enjeu à surveiller en raison des perturbations météorologiques et des changements climatiques actuels et futurs;
- Avec les redoux hivernaux, l'augmentation de la densité et donc du poids des précipitations hivernales peut représenter une problématique en cas de dépassement de la capacité portante des toitures. Ceci amène un besoin de changement des pratiques de déneigement des toitures (l'épaisseur des précipitations n'est plus un paramètre fiable pour déclencher les opérations de déneigement des toitures), mais bien en faisant des prélèvements à mesurer;
- L'augmentation des probabilités de feux de forêt/feux de broussailles en raison de l'augmentation des journées chaudes et sèches influence la qualité de l'air ce qui requière des changements au niveau de la ventilation et des filtres à air utilisés dans les bâtiments (possibilité d'installer des filtres à charbon actif);
- Il n'y a pas que les cycles de gel/dégel hivernaux qui impactent les chaussées. La chaleur a son lot de conséquences avec l'augmentation du ramollissement et de l'orniérage des chaussées où les véhicules lourds sont stationnés. Cet enjeu est accompagné d'une augmentation des besoins de réparation des chaussées (budget + ressources humaines). Certaines solutions peuvent être implantées comme le remplacement des chaussées en asphalte par des chaussées bétonnées dans des endroits spécifiques, comme les stationnements des véhicules lourds;
- Certaines espèces (résineux) sont mal adaptées à l'augmentation de la densité de la neige en hiver et risquent de se casser plus fréquemment avec l'augmentation des événements météorologiques extrêmes. Des interventions plus fréquentes, pour le remplacement des arbres ou pour l'entretien, seront nécessaires pour éviter des accidents;
- Porter attention à certaines actions de maladaptation comme le phénomène des « îlots de chaleur intra-urbains » causé par l'installation de terrains en gazon artificiel qui engendre une augmentation significative des températures au sol et en surface. Les diverses études sur le sujet rapportent une élévation pouvant aller jusqu'à 10 degrés Celsius par rapport aux températures environnantes (Giguère, 2009; De Carolis, 2012; Gov. Of Western Australia, 2011; McNitt, Petrunak, and Serensits, 2007), et jusqu'à 16 °C par rapport au gazon naturel (Simon, 2010). Ce phénomène, baptisé « îlot de chaleur intra-urbain », a été reconnu et documenté au Québec par les principaux acteurs de santé publique. « INSPQ, <https://www.inspq.qc.ca/bise/les-terrains-en-gazon-synthetique-bons-ou-mauvais-pour-la-sante> ».



## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

De plus, plusieurs facteurs non climatiques pourraient exacerber les risques climatiques identifiés. Il s'agit de :

- La croissance de l'espace urbanisé et des surfaces minéralisées pourrait contribuer à accroître les risques reliés aux inondations pluviales lors des événements de pluies intenses ainsi qu'aux îlots de chaleurs urbains. L'augmentation des surfaces imperméables réduira les services écosystémiques fournis par la nature. À ce sujet, il y a lieu de signaler l'augmentation de 10,5 % de l'espace urbanisé entre 2011 et 2019 (Ville de Saguenay, 2019);
- L'emplacement du site d'enfouissement des déchets à proximité du lac Kénogami, bassin d'alimentation en eau potable de près de 70 % de la population de Saguenay, pourrait être un enjeu majeur étant donné que la qualité de l'eau du lac pourrait être affectée par le ruissèlement appelé à s'accroître en raison de l'augmentation des IDF dans le contexte des changements climatiques. Ceci pourrait affecter la qualité des eaux, à cause des sédiments, en plus de nécessiter des inspections, voir des remplacements de certaines composantes (comme les membranes) ou encore des aménagements permettant de maintenir la qualité de l'eau au lac Kénogami à un niveau conforme;
- Les actions entreprises par les acteurs dans les domaines touristique, agricole, forestier et minier pour affecter les vulnérabilités et les risques climatiques sur le territoire de Saguenay. De plus, les conséquences éventuelles dans ces domaines pourraient diminuer les revenus économiques de ces secteurs pour la Ville;
- La présence d'une grande proportion de terrains privés sur le territoire de la Ville de Saguenay ne facilite pas la mise en place d'interventions de gestion des risques climatiques, ce qui impacte la capacité d'adaptation de la Ville de Saguenay;
- La vétusté des infrastructures (conduites, ponceau, immeubles, etc.) les rend plus probables à subir des dommages associés aux aléas climatiques;
- La Ville de Saguenay, en devenant un pôle d'accueil et de refuge pour les migrants, que ce soit pour des causes climatiques comme les feux de forêt de 2023 ou encore en raison de la pandémie de la COVID, pourrait amener de nouveaux défis auxquels la Ville de Saguenay n'est pas habituée. À titre d'exemple, le phénomène d'itinérance a augmenté de manière considérable lors des dernières années<sup>18</sup>. Ces enjeux émergents nécessiteraient une planification adéquate pour y faire face et pourraient présenter des opportunités de nouveaux partenariats intermunicipaux en plus de nécessiter le développement de capacités et de connaissances en matière de gestion d'urgence;
- La question de la gouvernance climatique mériterait d'être étayée. Une cartographie des acteurs permettrait de mieux définir les rôles et responsabilités des différents acteurs interpellés dans la gestion des enjeux climatiques, et ce à plusieurs niveaux (municipal, provincial, fédéral). De plus, une meilleure appropriation des enjeux climatiques par les différents services de la Ville permettrait une meilleure conjugaison des efforts en vue d'améliorer la résilience climatique sur l'ensemble du territoire de Saguenay.

---

<sup>18</sup> Article le Quotidien, juillet 2024 « Itinérance à Saguenay en 2024: le service de travail de rue de Chicoutimi sollicité plus que jamais »



## **6.14. Représentation cartographique de l'analyse des risques climatiques**

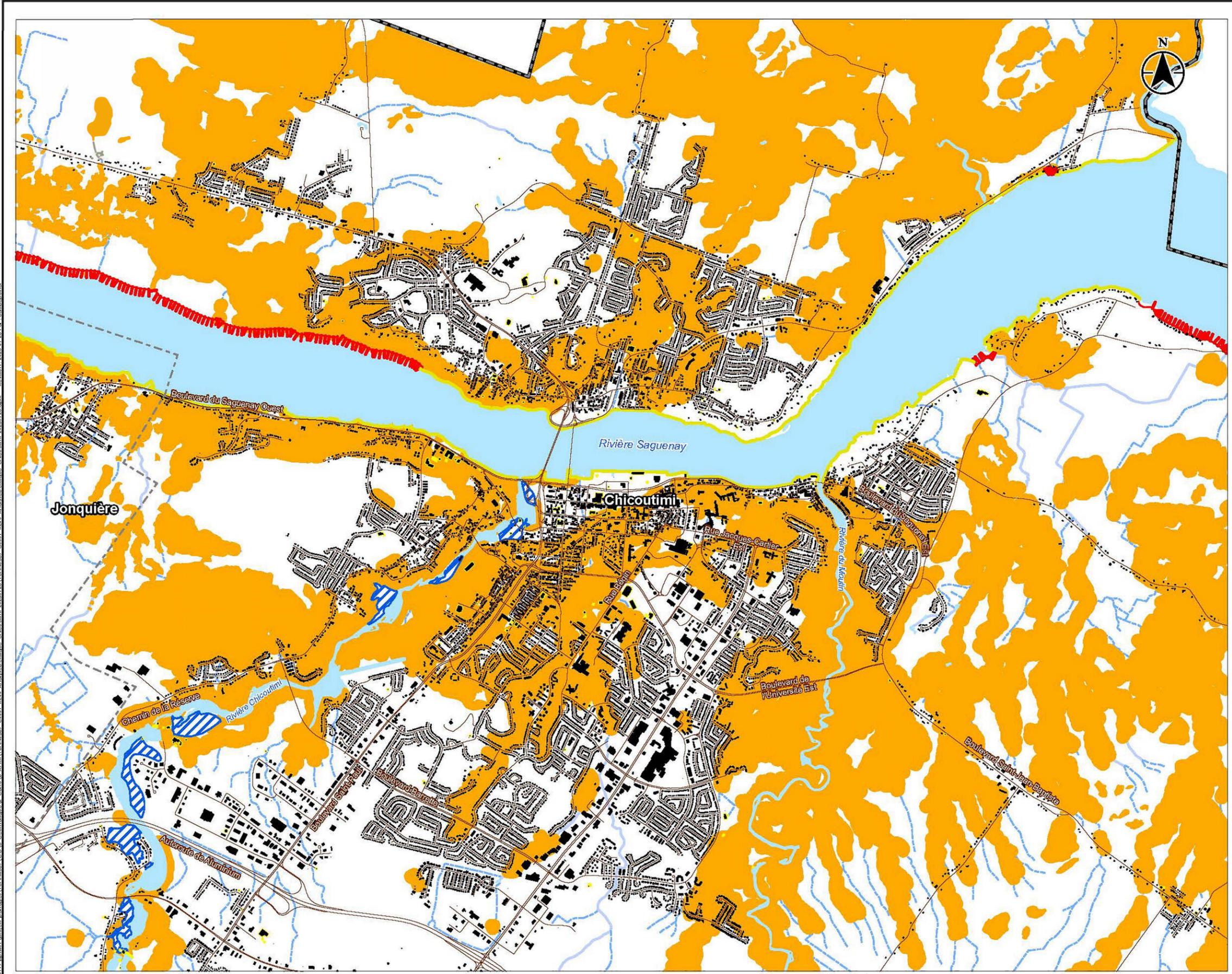
En plus de l'analyse matricielle, l'analyse cartographique des risques climatiques a permis de générer des représentations cartographiques des risques associés aux zones de contrainte reliées aux glissements de terrain, à l'érosion et aux inondations. Ainsi, à travers la superposition des couches d'information géoréférencées relatives aux zones de contraintes, l'analyse des risques a permis de faire ressortir les zones les plus à risque à la fois à l'échelle territoriale de Saguenay ainsi qu'au niveau des trois arrondissements : La Baie, Chicoutimi et Jonquière.











**Composante du projet**

- Bâtiment
- Bâtiment municipal
- Limite d'arrondissement
- Ville de Saguenay

**Vulnérabilité berge**

- Érosion
- Stabilité

**Zone de risque**

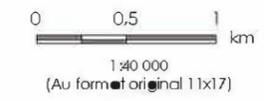
- Zone de glissement terrain
- Zone inondable

**Hydrologie**

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Plan eau - GRHQ

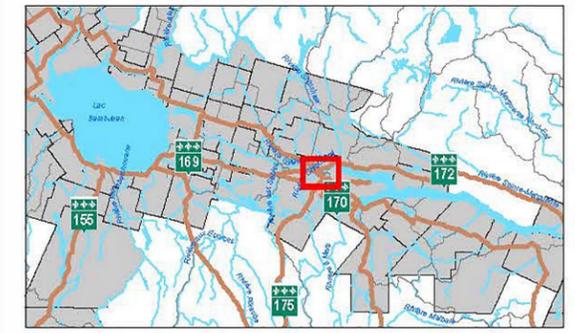
**Autre**

- Voie circulation



**Sources**

1. Système de coordonnées : NAD 1983 MTM 7
2. Composantes du projet : Ville de Saguenay, 2024.
3. Vulnérabilité berge : Ville de Saguenay, 2024.
4. Zone de risques : Ville de Saguenay, 2024.
5. Hydrologie : MRF, 2024.
6. Voies circulations : Adresses Québec, 2024.



Localisation du projet 16740537\_C001 REV0  
 Saguenay Québec Préparé par Mathieu Arcand le 2024-08-15  
 Vérifié par Zineb Aloui Mdeghri le 2024-08-15  
 Révision indépendante par Mathieu Cyr le 2024-08-15

Client/Projet  
 Ville de Saguenay  
 Services professionnels en adaptation aux  
 changements climatiques et appréciation des risques

Carte No.  
 3

Titre  
**Analyse de risques - Contraintes à  
 l'échelle de Chicoutimi**

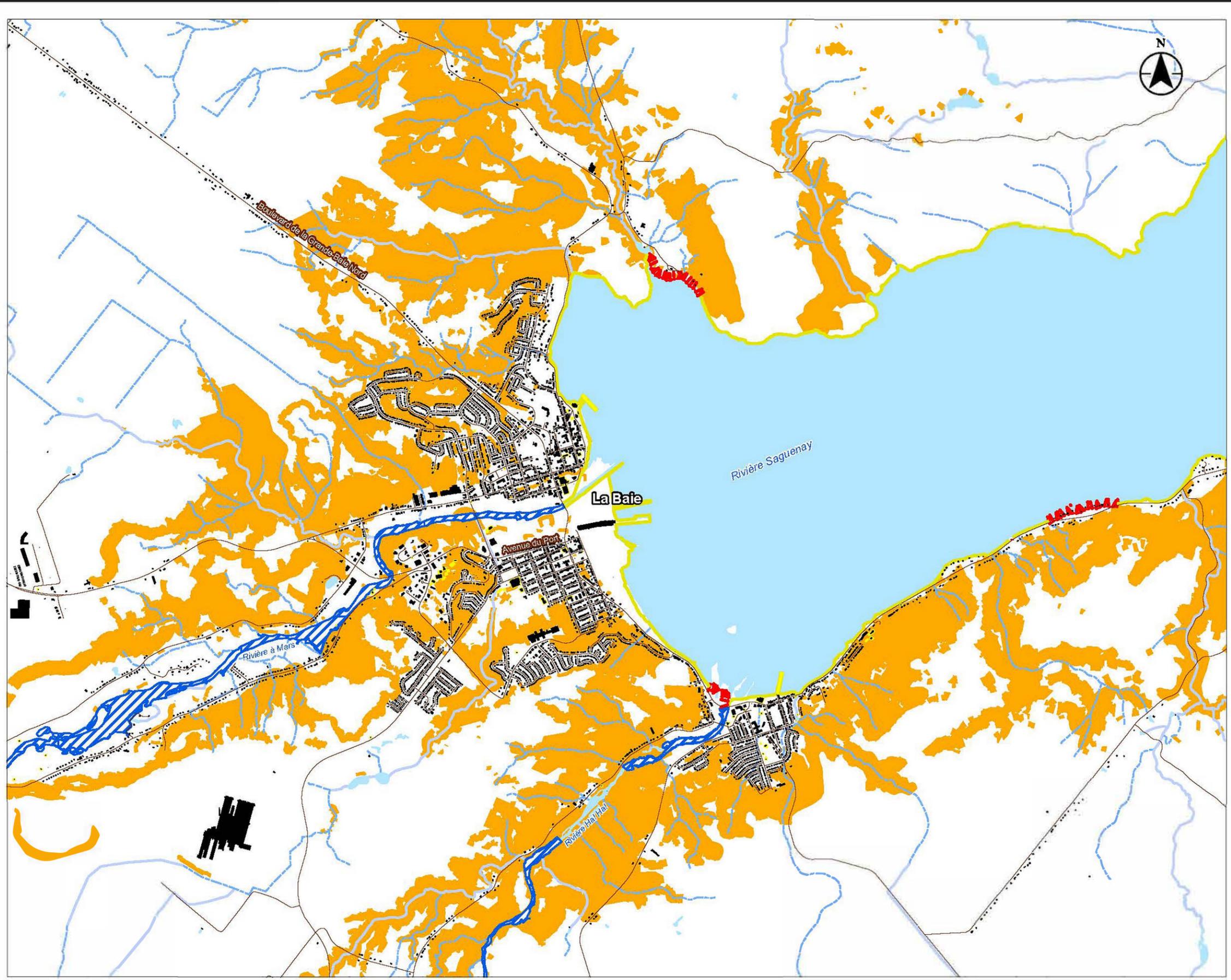
Prépare de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis - toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.







\\C00119-ep1061\projets\partages\16740537\_GOV6\_Ceom\cadrage\2\_Cours\_V\_PRR\1\_6740537\_C001\_REV0\_AnalyseDeRisque\_LaBaie\_20250127.aprx Révision: 2025-01-28 Par: calocopolier



**Composante du projet**

- Bâtiment
- Bâtiment municipal
- Limite d'arrondissement
- Ville de Saguenay

**Vulnérabilité berge**

- Érosion
- Stabilité

**Zone de risque**

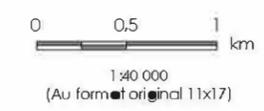
- Zone de glissement terrain
- Zone inondable

**Hydrologie**

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Plan eau - GRHQ

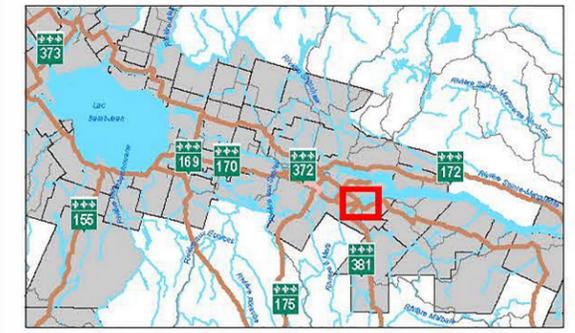
**Autre**

- Voie circulation



**Sources**

1. Système de coordonnées : NAD 1983 MTM 7
2. Composantes du projet : Ville de Saguenay, 2024.
3. Vulnérabilité berge : Ville de Saguenay, 2024.
4. Zone de risques : Ville de Saguenay, 2024.
5. Hydrologie : MRNF, 2024.
6. Voies circulations : Adresses Québec, 2024.



Localisation du projet 16740537\_C001\_REV0  
 Saguenay Québec Préparé par Mathieu Arcand le 2024-08-15  
 Vérifié par Zineb Aloui Mdaghli le 2024-08-15  
 Révision indépendante par Mathieu Cyr le 2024-08-15

Client/Projet  
 Ville de Saguenay  
 Services professionnels en adaptation aux  
 changements climatiques et appréciation des risques

Carte No.  
 5

Titre  
**Analyse de risques - Contraintes à  
 l'échelle de La Baie**



## **7. Axes d'intervention stratégiques**

En s'appuyant sur les guides et cadres de référence existants (comme le guide S'adapter au climat par la réglementation (UMQ, 2022), le Guide pour les organismes municipaux « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques » (version 1), les normes ISO 14090 :2019 et ISO 14091) ainsi que sur notre expérience au cours de plusieurs mandats réalisés, les axes d'intervention stratégiques visant à réduire les risques identifiés ont été regroupés en trois catégories :

- Axes d'intervention de nature physique et structurelle comme les options d'ingénierie, technologiques ainsi que les solutions basées sur la nature;
- Axes d'intervention de nature normative et réglementaire, à travers la revue des politiques, plans et programmes, des normes et procédures ainsi que des outils économiques et financiers;
- Axes d'intervention de nature informative en regardant les options basées sur le savoir, l'information et la sensibilisation.

Ainsi pour chaque système d'évaluation des risques (Environnement naturel, Infrastructures, Population et économie locales ainsi que Services municipaux), des propositions d'axes d'intervention stratégiques sont proposées pour chacune des catégories. De plus, un recensement des actions entreprises par la Ville de Saguenay permettra de faire ressortir les actions mises en place permettant d'orienter les axes stratégiques d'intervention de la Ville de Saguenay. En addition, une revue des engagements d'autres villes, municipalités ailleurs au Québec et au Canada touchées pour des enjeux climatiques similaires, a été réalisée afin de s'inspirer des bonnes pratiques ayant réussies dans des contextes similaires.

### **7.1. Axes d'intervention pour le système Environnement naturel**

Lors de l'analyse de la vulnérabilité climatique, la documentation de la capacité d'adaptation de la Ville de Saguenay pour faire face aux aléas climatiques a fait ressortir plusieurs actions déjà entreprises par la Ville pour gérer les conséquences climatiques sur l'environnement naturel. Il s'agit notamment de :

- Les compteurs d'eau sont imposés au niveau commercial;
- Plan particulier contre l'argile du frêne;
- Inventaire forestier réalisé afin de planifier le renouvellement des espèces, l'arrivée de nouvelles maladies, etc. Cet inventaire sera réalisé de manière cyclique sur 5 ans;
- Plan de rattrapage sur 4 ans proposé pour les arbres le long des rues ou des parcs organisés.

### **7.2. Axes d'intervention physiques et structurels**

Les axes d'intervention de nature physique et structurelle reliés au système Environnement naturel visent à renforcer la résilience des sous-systèmes naturels, qu'il s'agisse de cours d'eau de surface ou eaux souterraines, de biodiversité, d'espaces verts, à travers des options d'ingénierie, technologiques ou encore des solutions basées sur la nature.



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

Ces axes se présentent comme suit :

- Protéger la quantité des ressources en eau (de surface et souterraine) contre la sédimentation due à l'érosion à travers une gestion de l'utilisation des terres, des infrastructures artificielles ou naturelles (digues et gestion des zones humides par exemple);
- Maintenir la qualité de l'eau, affectée par les contaminants transportés lors des inondations, à travers des solutions basées sur la nature (ex. : aménagement des zones ripariennes, restauration/protection des zones humides);
- Adapter les pratiques de la foresterie urbaine aux conditions climatiques futures (choix de cultures moins consommatrices d'eau, etc.);
- S'appuyer sur une expertise en aménagement paysager urbain pour évaluer les espèces les mieux adaptées aux nouvelles réalités climatiques et maintenir la canopée urbaine.

### **7.3. Axes d'intervention normatifs et réglementaires**

Les axes d'intervention de nature normative et réglementaire reliés au système Environnement naturel visent à protéger le capital naturel à travers des politiques, plans ou programmes qui viendraient s'ajouter à l'arsenal réglementaire mis en place par la Ville de Saguenay et qui permettraient de renforcer davantage la résilience des sous-systèmes naturels.

- Évaluer les risques engendrés par la baisse de la qualité et de la quantité d'eau (de surface et souterraine) sur des secteurs clés de la Ville de Saguenay (comme le tourisme, l'agriculture, etc.);
- Évaluer les arbitrages des différents usagers de l'eau afin d'orienter la gestion et la distribution en cas de conflit d'usage et réduire les inefficacités et les inégalités;
- Élaborer et faire approuver un programme de subvention permettant de rétablir la situation lorsqu'il y a présence d'espèces exotiques ou nuisibles (ex. : argile du frêne, renouée du Japon, etc.).

### **7.4. Axes d'intervention de nature informative**

En harmonie avec l'approche collaborative préconisée par la Ville de Saguenay, les propositions des axes d'intervention de nature informative visent à faire participer les différentes parties prenantes dans la démarche de protection et de résilience du capital naturel saguenéen.

- Éduquer et sensibiliser le public et les industries, commerces et institutions aux impacts de la baisse de la qualité et de la quantité de l'eau et inciter un changement de comportement;
- Travailler en concertation avec les organismes locaux (ex. : l'Organisme de bassin versant du Saguenay) afin de concevoir des solutions systémiques à l'échelle du bassin versant;
- Établir un programme de veille phytosanitaire.

### **7.5. Axes d'intervention pour le système Infrastructures**

La documentation des actions déjà entreprises par la Ville pour gérer les conséquences climatiques sur les infrastructures a fait ressortir les éléments suivants :



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

- Accompagnement par le bureau de projet sur les inondations et l'érosion afin d'évaluer les différentes alternatives;
- Identification de l'ensemble des contraintes affectant les propriétés dans la cartographie et dans les outils d'analyse et d'émission de permis;
- Intervention des services de la Ville de Saguenay pour cibler les sentiers et les infrastructures (ex. : ponceaux) sujets à des érosions ou glissements de terrain + assurer une inspection au besoin;
- Fermeture des infrastructures (routes, ponts, ponceaux, etc.) qui représentent un enjeu pour la santé et sécurité des usagers;
- Mécanismes de communication aux citoyens mis sur pied;
- Analyses en cours par le Service des immeubles et équipements motorisés visant à intégrer au Plan d'investissement des mesures de maintenance des bâtiments;
- Problématiques reliées au réseau d'égout unitaire connues et bien localisées et les cibles de renouvellement sont identifiées.

Les axes d'intervention, qu'ils soient de nature physique et structurelle, normative et réglementaire ou encore informative, reliés au système Infrastructures, visent à réduire les conséquences futures des aléas climatiques sur les différents sous-systèmes évalués. À cet effet, plusieurs propositions peuvent être faites en vue de renforcer la résilience des Infrastructures de la Ville de Saguenay, cependant, l'accent a été mis davantage sur les éléments considérés comme stratégiques par la Ville de Saguenay. Ces axes se présentent comme suit :

### **7.6. Axes d'intervention physiques et structurels**

- Mesurer régulièrement la capacité portante des lacs autres que le lac Saint-Jean;
- Évaluer les options de modernisation des technologies de contrôle de consommation d'électricité lors du prochain virage (cycle de 5 ans) afin d'éviter les arrêts de service ponctuels (comme lors de la pointe historique en février 2023);
- Mieux préserver l'emmagasinement des réservoirs et éviter un surdimensionnement sous-utilisé;
- Renforcer le contrôle de la végétation (relevés et les inspections) de l'ensemble du réseau électrique (pas seulement les artères principales);
- Adapter les bâtiments pour répondre aux exigences de la sécurité publique en cas d'événements météorologiques extrêmes (ex. : accessibilité, sécurité lors des évacuations);
- Évaluer la capacité de drainage du réseau d'égout existant avec les projections des pluies pendant sa durée de vie utile afin de prioriser les secteurs et les actions à mettre en place;
- S'inspirer de bonnes pratiques comme les patrouilles bleues pour encourager des pratiques de rétention des eaux pluviales à la source, à travers le branchement des gouttières par exemple;
- Assurer l'intégrité de la voirie en évaluant les options permettant d'augmenter le nombre de kilomètres réhabilités par année;
- Concevoir les futures infrastructures avec les données climatiques projetées;
- Intégrer les données climatiques projetées dans les calculs mécaniques et choix des équipements CVCA;
- Envisager des mesures d'encouragement fiscales pour inciter les propriétaires privés à mettre en place des aménagements drainants sur leur terrain;



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

- Considérer l'adaptation et diversification des services récréatifs de la Ville de Saguenay en prenant en considération les conditions climatiques changeantes à court, moyen et long termes (mise en place des tentes plutôt que des cabanes).

### **7.7. Axes d'intervention normatifs et réglementaires**

- Accélérer la transition vers un système de facturation « habile » permettant aux usagers de suivre leur consommation et les paliers de facturation afin de faire des choix éclairés en matière de réduction de la consommation de l'électricité;
- Mettre en place des technologies de mesurage avancé afin de maximiser l'utilisation de l'électricité par la clientèle;
- Considérer la mise en place d'une base de données combinée à une infrastructure de mesurage avancée et de ressources pour la gestion du réseau électrique;
- Recenser et faire le suivi des mesures identifiées dans d'autres cadres réglementaires pour favoriser l'infiltration naturelle (tels que dans le PRMHH);
- Mettre à jour la réglementation municipale pour augmenter le drainage au niveau des espaces imperméables (exemple : des stationnements);
- Évaluer les options en vue d'alléger les délais d'intervention, actuellement encore longs principalement en raison d'une lourdeur administrative, comme la création d'un groupe de travail muni d'un pouvoir décisionnel adéquat pour intervenir en cas d'urgence;
- Adopter une Politique environnementale des bâtiments municipaux en lien avec un programme de bâtiments durables.

### **7.8. Axes d'intervention de nature informative**

- Évaluer la faisabilité et l'acceptabilité des options de gestion de la demande en électricité, notamment lors des périodes de pointes;
- Encourager des mesures de sobriété énergétique (ex. : en donnant accès à la consommation en temps réel, envisager des incitatifs financiers);
- Développer des mesures de verdissement spécifiquement orientées vers la gestion des pluies abondantes et des ICU (volet 2 - programme OASIS);
- Participer aux initiatives de partage de bonnes pratiques (exemple : PexGEP de Réseau Environnement).

### **7.9. Axes d'intervention pour le système Population et économie locale**

Les mesures de contrôle déjà mises en place par la Ville en lien avec les risques identifiés sont les suivantes :

- Planification stratégique pour la gestion de la pêche blanche (incluant la table de concertation avec l'ensemble des partenaires) gérée par le mandataire, mais avec implication de la Ville;
- Intervention du Comité de gestion des risques géré par le Service de sécurité incendie et implication de différents services (génie, urbanisme, SCSVC, affaires juridiques);



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

- Mise sur pied d'un plan d'adaptation aux changements climatiques par l'organisme mandataire des centres de ski avec une implication municipale pour accompagnement.

Pour le système Population et économie locale, les axes d'intervention proposés se voulaient plutôt une sorte de survol permettant de renforcer la résilience de la population et de certaines activités économiques de nature récréative plutôt reliées à l'identité de la Ville de Saguenay. Considérant que, pour mener l'évaluation de ce système, l'ensemble des acteurs économiques sur territoire auraient pu contribuer à cette réflexion et à l'élaboration des axes d'intervention qui les concernent. Cependant, étant un premier cycle d'adaptation, cet exercice est plutôt de haut niveau et sera appelé à être retravaillé autant avec les acteurs locaux (regroupements communautaires, associations professionnelles, etc.) ou encore avec les entités gouvernementales concernées, les systèmes et sous-systèmes évalués et impliqués sur le territoire saguenéen.

### **7.10. Axes d'intervention physiques et structurels**

- Considérer l'adaptation et diversification des services récréatifs de la Ville de Saguenay en prenant en considération les conditions climatiques changeantes à court, moyen et long termes (mise en place des tentes plutôt que des cabanes);
- Améliorer la ventilation dans les bâtiments communautaires et sportifs afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur.

### **7.11. Axes d'intervention normatifs et réglementaires**

- Arrimer les plans d'offre de services en loisir et la planification de l'entretien de plateaux sportifs aux enjeux de l'adaptation aux changements climatiques;
- Intégrer l'adaptation aux changements climatiques et planifier en fonction des projections climatiques lors de l'élaboration et de la mise à jour des différents plans existants Plan directeur des parcs, du Plan de développement de la zone agricole;
- Créer une stratégie d'inclusion sociale (ex. : lors de la création d'îlots de fraîcheur sur le territoire).

### **7.12. Axes d'intervention de nature informative**

Considérer les vulnérabilités populationnelles aux changements climatiques au sein des différentes tables d'échange et/ou de concertation.

### **7.13. Axes d'intervention pour le système Services municipaux**

Les mesures de contrôle déjà mises en place par la Ville en lien avec les conséquences affectant les Services municipaux sont multiples, notamment il s'agit de :

- Création de la réserve financière (VS-R-2020-133);
- Location d'équipements lors d'événements majeurs (feux de forêt de 2023).



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

La proposition des axes d'intervention pour le système Services municipaux s'est articulée autour de plusieurs objectifs. En premier lieu, la question d'exemplarité à travers laquelle la Ville de Saguenay traduit son engagement à travers des pratiques administratives et politiques municipales qui tiennent compte des changements climatiques, afin d'inspirer la communauté saguenéenne et susciter son adhésion dans l'effort de résilience climatique. Dans un second lieu, ces axes se voulaient protéger son capital humain, à savoir les employés de ses différents services, afin de maintenir le déploiement de ses services aux citoyens. Le dernier objectif, et non le moindre, est rattaché au renforcement d'une assise financière qui permettrait de concrétiser les axes d'intervention identifiés et d'en assurer la pérennité.

### **7.14. Axes d'intervention physiques et structurels**

- Améliorer les infrastructures vertes, accroître le couvert végétal et appliquer des solutions fondées sur la nature permettent de réduire les effets des changements;
- Inclure la culture du verdissement dans les stationnements de la Ville.

### **7.15. Axes d'intervention normatifs et réglementaires**

- Adopter la budgétisation climatique et la divulgation d'informations financières liées au climat permet d'intégrer la responsabilité et la gouvernance dans les processus de planification et de mise en œuvre des mesures climatiques au niveau municipal, créant une culture de leadership climatique cohérente, permettant de briser les silos et d'améliorer la transparence;
- Mettre en place des mécanismes de financement innovants pour l'adaptation;
- Créer une stratégie d'inclusion sociale à la création d'îlots de fraîcheur sur le territoire;
- Préserver la santé du personnel de la Ville et la qualité du milieu de travail en lien avec les risques et mesures mises en place lors d'événements climatiques (d'autres villes ont proposé des mesures issues par des employés pour améliorer leurs conditions de travail lors d'événements extrêmes);
- Développer une méthodologie de suivi de dépenses encourues en lien avec les changements climatiques conjointement avec les services impliqués.

### **7.16. Axes d'intervention de nature informative**

- Tisser des liens entre différents systèmes de connaissances pour faire progresser l'action climatique à travers l'utilisation de multiples savoirs (locaux et scientifiques);
- Considérer les vulnérabilités populationnelles aux changements climatiques au sein des différentes tables d'échange ou de concertation;
- Assurer une veille des sources de financement disponibles;
- Intégrer une section d'information relative à l'adaptation aux changements climatiques dans les processus décisionnels et d'approbation des projets (canevas des sommaires décisionnels).



## **8. Conclusion**

Consciente des enjeux liés aux changements climatiques, la Ville de Saguenay s'est engagée dans une série d'initiatives visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à promouvoir une adaptation efficace aux nouvelles réalités climatiques. Avec l'initiative d'élaborer son premier Plan climat, elle est en mesure de continuer son engagement dans la lutte contre les changements climatiques, tant dans le volet de réduction des émissions GES que dans l'adaptation aux aléas climatiques, notamment grâce au soutien du programme Accélérer la transition climatique locale (ATCL) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) et du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH).

Conformément aux directives du programme ATCL ainsi qu'aux meilleures pratiques d'Ouranos et d'ICLEI Canada, le volet adaptation aux changements climatiques du plan climat s'est articulé autour de l'évaluation des impacts climatiques et l'appréciation des risques climatiques ainsi que les axes d'intervention stratégiques permettant d'orienter les actions à mettre en place. Ainsi, en amont de la démarche d'adaptation, l'analyse de vulnérabilité actuelle de Saguenay a permis d'identifier 112 impacts climatiques sur le territoire de Saguenay et de mieux comprendre leur effet sur les différents services de la Ville. Parmi les impacts identifiés, ceux ayant reçu une cote de vulnérabilité moyenne à élevée (V4 et V5) ont fait l'objet d'une analyse de risques. En s'appuyant sur les guides et cadres de référence existants (comme le Guide pour les organismes municipaux « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques » (MELCCFP et Ouranos, version 1er juin 2024), le Guide « S'adapter au climat par la réglementation » (UMQ, 2022), les normes ISO 14090 :2019 et ISO 14091) ainsi que sur notre expérience au cours de plusieurs mandats réalisés, les axes stratégiques d'intervention visant à réduire les risques identifiés ont été regroupés en trois catégories : axe d'adaptation physique et structurel, axe normatif et réglementaire, et axe de nature informative.

L'ensemble du travail s'est accompli en harmonie avec la documentation disponible et les orientations des outils de planification de la Ville. À travers une approche collaborative des experts de la Ville et grâce aux consultations participatives des différentes parties prenantes impliquées dans la démarche d'adaptation, des axes d'intervention en vue de s'adapter aux risques climatiques identifiés ont été sélectionnés et priorisés lors de la consultation publique citoyenne qui s'est tenue le 20 novembre 2024. La planification et la mise en œuvre de ces actions permettront non seulement de renforcer la résilience de la communauté face aux impacts climatiques, mais également d'assurer un cadre de vie sain et sécuritaire pour les générations futures.

En conclusion, l'ensemble de la démarche a été une réussite à plusieurs égards, notamment grâce à la gouvernance et à l'engagement accordés par la Ville pour élaborer son Plan climat. Avec ce premier cycle d'adaptation, Saguenay a pu affiner sa compréhension des enjeux climatiques et de leurs impacts sur ses services, ses infrastructures et sa population. Grâce à un engagement continu et à des efforts concertés, la vision et les actions de la Ville de Saguenay pour faire face aux changements climatiques témoignent d'une approche proactive et inclusive, visant à assurer un avenir durable et résilient pour ses citoyens.



## **9. Références**

- Association canadienne de normalisation (CSA), 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 (CSA PLUS 4013:19).
- Contact nature, 2021. Pêche blanche sur les glaces du Fjord, Analyse des impacts des changements climatiques, 16 pages;
- Conseil international pour les initiatives écologiques locales (ICLEI), 2024. [Programme BARC | ICLEI Canada](#).
- Donneesclimatiques.ca, 2024. [Emplacement — DonneesClimatiques.ca](#)
- Fédération canadienne des municipalités, 2019. Document d'information : Convention globale des maires pour le climat et l'énergie du Canada ([Nouvelles : Document d'information : Convention globale des maires pour le climat et l'énergie du Canada \(fcm.ca\)](#)).
- Fédération canadienne des municipalités, 2024. Partenaires dans la protection du climat ([Partenaires dans la protection du climat | Fédération canadienne des municipalités \(fcm.ca\)](#)).
- GCNN. 2021. Analyse de la vulnérabilité de la source destinée à l'alimentation en eau potable—Prise d'eau n° X0009978 de la rivière aux Sables. Prise d'eau n° X0009978 de la rivière aux Sables. 61 pages.
- GCNN. 2021. Analyse de la vulnérabilité de la source destinée à l'alimentation en eau potable—Prises d'eau n° X0010043 et N°X0009979 de la rivière Chicoutimi. 124 pages.
- GCNN. 2021. Analyse de la vulnérabilité de la source destinée à l'alimentation en eau potable—Prise d'eau n° X0010044 du lac de l'Aqueduc. Prise d'eau n° X0010044 du lac de l'Aqueduc. 76 pages.
- Gouvernement du Canada, 2022. [La Stratégie nationale d'adaptation du Canada protégera les collectivités et bâtira une économie forte - Canada.ca](#).
- Hydro-Jonquière, 2023. Directive d'exploitation – Gestion du débit d'eau Centrale hydroélectrique de la Jonquière - 3941 St-Damase G7X 2J7 Rivière-aux-Sables. 11 pages.
- Hydro-Jonquière, 2023. Directive d'exploitation - Contrôle du niveau d'eau Centrale hydroélectrique Chute-Garneau - 2443 Rang St-Pierre G7H 0E2 Rivière Chicoutimi. 22 pages.
- Hydro-Jonquière, 2023. Directive d'exploitation - Contrôle du niveau d'eau Centrale hydroélectrique Pont-Arnaud - 1691 rue de la Manic G7K 1J1 Rivière Chicoutimi. 24 pages.
- Hydro-Ressources Inc. 2021. Analyse de la vulnérabilité du poste d'eau potable Shipshaw (X0010153), 18 pages.



## SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES

Hydro-Ressources Inc. 2021. Analyse de la vulnérabilité du poste d'eau potable du Lac Kénogami (X0010153), 13 pages.

Institut national de santé publique du Québec, 2024.

<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/ilots-de-chaleur-fraicheur-urbains-et-ecarts-de-temperature-relatifs-2020-2022/resource/d4a09256-6f59-4449-8ce1-fb1b4912100a>

Institut national de santé publique du Québec, 2024. Mesures d'adaptation populationnelles aux pollens allergènes (Mesures d'adaptation populationnelles aux pollens allergènes | Institut national de santé publique du Québec)

Institut national de santé publique du Québec, 2021.

<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2771-aleas-changements-climatiques-effets-sante-vulnerabilite-adaptation.pdf>

Laforest Nova Aqua Inc., 2021. Rapport d'analyse de vulnérabilité ; installation et production d'eau potable N. X 0010039 et X00110474

Le Quotidien, 2024. [Itinérance à Saguenay en 2024: le service de travail de rue de Chicoutimi sollicité plus que jamais.](#)

Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2018, Effets des changements climatiques sur les pollens allergènes ([Effets des changements climatiques sur les pollens allergènes - Herbe à poux et autres pollens allergènes - Professionnels de la santé - MSSS](#))

Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, 2024. [Adaptation aux changements climatiques - OQACC](#)

Ouranos, 2024. Comprendre la science du climat ([Comprendre la science du climat - modélisation climatique | Ouranos](#)).

Ouranos et MELCCFP. 2024. Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide pour les organismes municipaux. 138 pages.

Ville de Saguenay :

- Codification administrative du règlement vs-r-2020-133 ayant pour objet de créer une réserve financière afin de pourvoir aux capitaux nécessaires au financement des dépenses fluctuantes et dépenses urgentes attribuables aux changements climatiques, 2020;
- Codification administrative du règlement vs-r-2021-100 concernant la gestion contractuelle de la ville Saguenay, 2021;
- Démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique de la flotte de véhicules, 2022;
- Démarche d'appréciation des risques de submersion et d'érosion le long de la rivière Saguenay dans un contexte de changement climatique. WSP, 2021;
- Guide d'intervention de sécurité civile, Service de sécurité incendie de la Ville de Saguenay, 2024;
- Liste des bâtiments, Service des immeubles et équipements motorisés, 2024
- Liste des compteurs d'eau, Service des immeubles et équipements motorisés, 2024



## **SERVICES PROFESSIONNELS EN ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES - ÉVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET APPRÉCIATION DES RISQUES**

- Liste des tâches préventives, Service des immeubles et équipements motorisés, 2024;
- Plan de gestion des matières résiduelles de la Ville de Saguenay. PGMR, 2023-2030;
- Plan régional des milieux humides et hydriques. Ville de Saguenay, 2024;
- Plan directeur des parcs, Outil de planification, 2020-2035;
- Plan de développement durable, Plan d'action 2016 – 2026. Ville de Saguenay, 2015;
- Plan d'action - Rapport d'adaptation aux changements climatiques de la pêche blanche, Plan 2022-2027;
- Schéma d'aménagement et de développement révisé, 2022;
- Plan municipal de sécurité civile, Service de sécurité incendie de la Ville de Saguenay, 2021;
- Plan stratégique 2020-2030;
- Plan stratégique de développement et de mise en valeur 2017-2027, Le centre-ville de l'arrondissement de Chicoutimi, 2019;
- Programme particulier d'urbanisme, Centre-ville traditionnel de Kénogami, 2021;
- Programme particulier d'urbanisme, Centre-ville de Jonquière, 2021;
- Règlement de zonage – VS-R-2012-3, Chapitre 14, Dispositions applicables à la protection de l'environnement;
- Règlement numéro VS-R-2012-3 portant sur le zonage s'appliquant à l'ensemble du territoire de la Ville de Saguenay, 2012;
- Schéma de couverture de risques 2018 à 2022, Service de sécurité incendie;
- Structure organisationnelle, 2023.



**ANNEXE 1 Matrice d'analyse de vulnérabilité (fichier séparé)**





**ANNEXE 2 Matrices d'évaluation des risques (fichiers séparés)**



