

Portrait des changements climatiques et identification des impacts et risques pour la Ville de Baie-Saint-Paul

Projet Villes-Vitrines Canada/Plan d'adaptation aux changements climatiques de Baie-Saint-Paul

PRÉPARÉ POUR

Ville de Baie-Saint-Paul



© Ville Baie-Saint-Paul

Mars 2021

Équipe de réalisation

Raphaëlle Dancette

Directrice générale

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix

Audrey Bédard

Chargée de projets

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix

Luce-Ann Tremblay

Directrice des communications et du développement durable

Ville Baie-Saint-Paul

Citation suggérée

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix et Ville de Baie-Saint-Paul (2021). Portrait des changements climatiques et identification des impacts et risques pour la ville de Baie-Saint-Paul. Baie-Saint-Paul, QC. 29 pages et annexes.

Préambule

La Ville de Baie-Saint-Paul (BSP) fait partie de la première cohorte du projet Villes-vitrines dirigé par la Convention mondiale des maires pour le climat et l'énergie (CMMC) au Canada.

Dans le cadre de cette initiative climatique internationale, la Ville de Baie-Saint-Paul s'est engagée à dresser le portrait des impacts des changements climatiques sur son territoire d'ici 2050. Pour ce faire, elle suit la méthodologie de l'outil BCAR (Bâtir des communautés adaptées et résilientes, ICLEI Canada) selon laquelle le processus de planification de l'adaptation aux changements climatiques doit :

- 1) Identifier les acteurs qui devraient contribuer à l'adaptation de la ville aux changements climatiques en fonction de leur expertise;
- 2) Développer la compréhension de la communauté face aux impacts des changements climatiques afin d'évaluer la vulnérabilité et les risques.

L'étape suivante sera de mettre en place un plan d'adaptation visant à diminuer ces impacts tant sur les infrastructures municipales que sur l'ensemble de son territoire.

Le présent document a pour objectif de dresser le portrait des changements climatiques à l'horizon 2050 pour la municipalité de Baie-Saint-Paul et de définir leurs impacts sur son territoire.

Sommaire exécutif

La complexité des changements climatiques est difficile à résumer dans un même tableau étant données les nombreuses relations présentes entre les diverses tendances climatiques et impacts. De ce fait, le premier tableau présente le portrait des changements climatiques pour Baie-Saint-Paul en 2050 et le tableau suivant, les aléas qui seront détaillés dans ce document. Il est donc à noter que certains impacts recensés peuvent être dus à plus d'un phénomène climatique.

Tableau 1. Changements climatiques Baie-Saint-Paul et Charlevoix

Saisons	Phénomènes climatiques	Impacts
HIVER	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des températures ▪ Raccourcissement de la saison hivernale ▪ Augmentation des redoux en décembre ▪ Diminution des précipitations sous forme de neige dans les périodes de transition saisons chaudes/froides dans les régions proches du fleuve ▪ Augmentation des précipitations sous forme de neige dans les régions éloignées du fleuve ▪ Diminution des conditions pour fabriquer de la neige ▪ Diminution des froids intenses surtout en janvier et février 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raccourcissement de la saison des sports de glisse et de motoneige ▪ Augmentation des besoins en neige artificielle ▪ Hausse du niveau marin ▪ Diminution du couvert de glace ▪ Risque d'érosion des rives et du littoral ▪ Réduction des coûts de chauffage
PRINTEMPS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des températures moyennes ▪ Saison chaude hâtive ▪ Augmentation des redoux en mars ▪ Augmentation du nombre de jours avec des températures entre 20 et 25 °C en mai ▪ Augmentation des précipitations totales en période de transition hiver/printemps ▪ Crues printanières plus hâtives 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des crues printanières ▪ Risque d'érosion ▪ Risque d'inondation et de submersion temporaire

<p style="text-align: center;">ÉTÉ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des températures moyennes ▪ Augmentation de la durée des canicules ▪ Augmentation de la sévérité des précipitations intenses ▪ Étiages estivaux plus sévères et plus longs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production de nouveaux cultivars et vulnérabilité de certaines cultures ▪ Augmentation des insectes ravageurs et parasites ▪ Espèces exotiques envahissantes ▪ Stress hydrique sur les cultures et augmentation de la demande en eau ▪ Prolongement de la saison touristique ▪ Aggravation des conséquences liées aux îlots de chaleur urbains ▪ Hausse des GES liés à la climatisation ▪ Recrudescence des feux de forêt
<p style="text-align: center;">AUTOMNE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation du nombre de jours doux en septembre et octobre ▪ Augmentation des événements de précipitations intenses (fréquence et intensité) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Achalandage touristique plus important ▪ Prolongement de la saison de croissance des végétaux ▪ Diminution des pertes de récoltes associées aux gels ▪ Dépassement des capacités du réseau d'évacuation des eaux

Tableau 2. Impacts négatifs et opportunités des aléas climatiques pour la ville de Baie-Saint-Paul

Phénomènes climatiques		Impacts négatifs	Opportunités
Réchauffement du climat	Hausse du niveau marin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Érosion ▪ Submersion des terres 	
	Diminution du couvert de glace	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Érosion ▪ Exposition du littoral aux tempêtes ▪ Inondations et submersion temporaires 	
	Prolongement de la saison chaude (Raccourcissement de la saison froide)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raccourcissement de la saison de ski/de motoneige 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversification des activités des centres de ski ▪ Prolongement de la saison touristique estivale et hausse de l'achalandage à l'automne ▪ Prolongement de la saison de croissance des végétaux
	Redoux hivernaux et diminution des froids intenses		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminution des pertes de récoltes associées aux gels ▪ Réduction des coûts de chauffage
	Hausse des températures estivales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnérabilité de certaines cultures (ex. céréales) ▪ Nouveaux risques phytosanitaires (ex. insectes ravageurs) ▪ Stress hydrique sur les cultures 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production de nouveaux cultivars (ex. pommes, poires et raisins)
	Vagues de chaleur et sécheresse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recrudescence des feux de forêts ▪ Aggravation des conséquences liées aux îlots de chaleur urbains ▪ Hausse de la demande en eau potable ▪ Hausse de la consommation d'énergie (ex. climatisation) ▪ Stress hydrique sur 	

		l'écosystème	
Modification au régime de précipitations	Hausse de la quantité de précipitations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crue printanière augmentée ▪ Dépassement des capacités du réseau d'évacuation des eaux ▪ Hausse du débit des rivières ▪ Érosion ▪ Fragilisation des sols 	
	Diminution des précipitations sous forme de neige	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation de l'enneigement artificiel dans les stations de ski (affecte la quantité de skieurs) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminution de l'enneigement artificiel dans certaines stations de ski (haute altitude et loin du fleuve)
Changements globaux (température et précipitations)	Mouvements d'espèces	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnérabilité d'espèces d'intérêt écologique (ex. caribou) ▪ Vulnérabilité d'espèces d'intérêt économique (ex. orignal, saumon) ▪ Propagation de parasites (ex. tiques) ▪ Espèces végétales exotiques envahissantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Croissance d'espèces d'intérêt économique (ex. cerf de Virginie)
	Événements climatiques extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes ▪ Épisodes de verglas plus probables 	

À la lumière des tableaux précédents, les principaux aléas dus aux changements climatiques pour Baie-Saint-Paul 2050, sont, par ordre d'importance : 1) l'érosion des berges, 2) les précipitations abondantes et inondations, 3) les mouvements d'espèces et 4) les événements climatiques extrêmes.

Table des matières

Équipe de réalisation	i
Préambule	ii
Sommaire exécutif	iii
Introduction	1
Contexte régional et local	2
Portrait climatique de Baie-Saint-Paul en 2050	3
Portrait régional.....	4
Portrait local	5
Impacts potentiels des changements climatiques sur le territoire	10
1. L'érosion des berges	10
2. Les précipitations abondantes et inondations	12
3. Les mouvements d'espèces	14
4. Les événements climatiques extrêmes	16
Conclusion	19
Références	20
Annexe 1. Identification des acteurs contribuant à l'adaptation de la Ville de Baie-Saint-Paul aux changements climatiques	25
Partenaires locaux	25
Partenaires gouvernementaux.....	26
ONG et groupes experts	28
Partenaires changements climatiques.....	29

Introduction

Au cours des prochaines décennies, les changements climatiques en cours, soit une hausse majeure de la température moyenne annuelle et une modification du régime des précipitations, exigeront des collectivités de la résilience qui passera par des mesures permettant de s'adapter à ces changements.

Dans ce contexte, à la lumière des données scientifiques, nous présentons les impacts liés aux changements climatiques sur le territoire de BSP et de Charlevoix .

D'emblée, la complexité et la transversalité du dossier climatique impliquent la concertation et la collaboration d'acteurs de plusieurs secteurs d'activités et d'intervention (incluant les sphères sociales, économiques et environnementales), en plus de plusieurs niveaux de gouvernance. Aussi, bien que certains intervenants aient été ciblés dans ce document (Annexe 1), tous les acteurs, tant les citoyens, commerçants et organismes, doivent jouer un rôle proactif dans le processus d'adaptation.

Contexte régional et local

Baie-Saint-Paul est située dans la région de Charlevoix, à une centaine de kilomètres de la ville de Québec. Charlevoix borde la rive nord du fleuve Saint-Laurent sur une superficie de 6 000 km². La région est réputée pour son environnement de qualité exceptionnelle, ce qui lui a d'ailleurs valu le statut de Réserve de la biosphère, attribué par l'UNESCO en 1988 (UNESCO 2018).

La région de Charlevoix fait partie de la région administrative de la Capitale-Nationale. Cette dernière se divise en deux municipalités régionales de comté (MRC): Charlevoix et Charlevoix-Est. Baie-Saint-Paul fait partie de la MRC de Charlevoix, habitée par près de 13 200 personnes réparties dans six municipalités. Le territoire de la MRC de Charlevoix est dominé par les forêts (84 %) et les terres agricoles (9 %) (MRC de Charlevoix 2012).

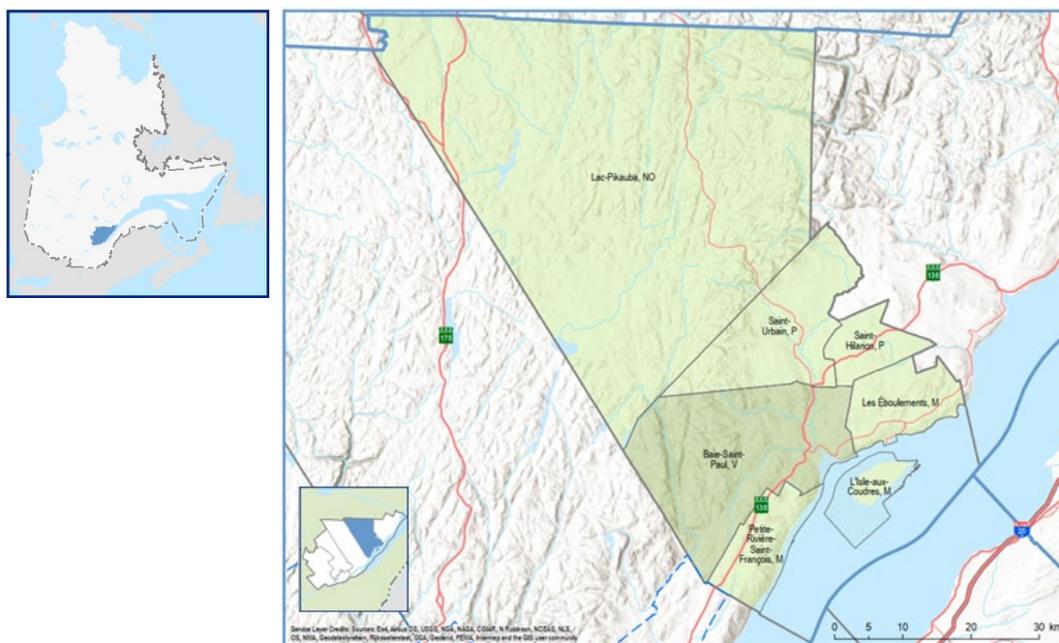


Figure 1. Divisions de la MRC de Charlevoix, dans la région administrative de la Capitale-Nationale (adapté de MAMH 2020).

L'agglomération de Baie-Saint-Paul, d'une superficie de près de 566 km², se situe au cœur d'une vallée traversée par les rivières du Gouffre et du Bras. Sa population représente près de 55 % de la population de la MRC de Charlevoix, ce qui fait de la ville le pôle de service et de développement régional. En 2020, sa population totale est de 7 168 habitants (MAMH 2020). Le tableau suivant présente la distribution par groupe d'âge pour Baie-Saint-Paul et l'ensemble du Québec en 2016. On constate que la ville n'échappe pas au vieillissement de la population; le phénomène étant plus marqué que celui observé à l'échelle provinciale.

Tableau 2. Distribution de la population lors du recensement de 2016
(Statistique Canada 2017)

	Distribution de la population par groupe d'âge (%)					Âge médian
	0 - 14 ans	15 - 24 ans	25 - 44 ans	45 - 64 ans	65 ans et +	
Baie-Saint-Paul	13,2	7,3	18,9	31,9	28,7	53,6
Ensemble du Québec	16,4	11,4	25,3	28,6	18,3	41,9

L'économie de Baie-Saint-Paul repose principalement sur l'agriculture et la forêt ainsi que sur le tourisme. La région de Charlevoix reçoit 1,3 M de visiteurs par année (Tourisme Charlevoix, communication personnelle); ses paysages spectaculaires, sa vie culturelle foisonnante dont des événements courus, ses produits du terroir et son patrimoine naturel et bâti figurent parmi les attraits les plus prisés.

Portrait climatique de Baie-Saint-Paul en 2050

Les changements climatiques se font de plus en plus sentir à l'échelle mondiale, régionale et locale. D'ailleurs, les données publiées par le service européen Copernicus sur le changement climatique (C3S) et l'Organisme météorologique mondial (OMM) rapportent que l'année 2020 a été la plus chaude jamais enregistrée dans le monde n'ayant pas été marquée par un épisode *El Niño*, un phénomène climatique entraînant une hausse des températures (C3S 2021). Depuis 1977, la température moyenne mesurée est, chaque année, plus chaude que la température moyenne du 20^e siècle (Paque *et al.* 2018).

Au Canada, on observe une hausse des températures deux fois plus importante que celle observée à l'échelle mondiale, et près de trois fois plus importante pour le nord du Canada. Ainsi, pendant la période 1948-2016, la température moyenne annuelle a augmenté de 1,7°C pour l'ensemble du Canada et de 2,3°C pour le nord du Canada en comparaison à la moyenne 1961-1990 (Bush et Lemmen 2019). Au Québec les températures annuelles et saisonnières moyennes augmentent de façon différente selon les régions, de 1 à 3°C (1950-2011), et particulièrement l'hiver (Ouranos 2015).

On observe également une augmentation des précipitations. Au Canada, on estime que les précipitations ont augmenté d'environ 20 % pour la période 1948-2012 (Vincent *et al.* 2015 dans Bush et Lemmen 2019). Ce constat est similaire pour le Québec qui enregistre une tendance à la hausse pour les précipitations automnales

et printanières, mais une diminution des précipitations sous forme de neige pour le sud du Québec (Ouranos 2015).

Non seulement les moyennes de températures et de précipitations augmentent, mais les événements extrêmes (tempêtes, canicules, feux de forêt et épisodes de verglas, etc.) se font plus intenses et plus fréquents (Bush et Lemmen 2019).

Portrait régional

Au Québec, les changements climatiques auront des impacts importants, mais ils ne seront pas uniformes sur l'ensemble du territoire (Paque *et al.* 2018). Le tableau ci-dessous montre les tendances climatiques estimées pour la région de Charlevoix en fonction des différentes saisons.

Tableau 3. Tendances climatiques futures pour la région de Charlevoix

Tendances climatiques futures	
Saison	Charlevoix
HIVER	<ul style="list-style-type: none"> ↑↑ températures (accentuées en hiver) ↑ redoux surtout en mars et novembre ↓ nombre de jours avec des températures maximales inférieures à -5 °C ↓ froids intenses surtout en janvier et février ↓ précipitations sous forme de neige dans les basses altitudes ↑ précipitations sous forme de neige dans les hautes altitudes et secteurs éloignés du fleuve (sous-région Parc-réserve faunique)
PRINTEMPS	<ul style="list-style-type: none"> ↑ températures moyennes ↑ durée de la saison chaude ↑ nombre de jours avec des températures entre 20° et 25 °C en mai ↑ précipitations totales aux intersaisons
ÉTÉ	<ul style="list-style-type: none"> ↑ températures ↑ durée des canicules (surtout à partir de 2060) Précipitations totales stables
AUTOMNE	<ul style="list-style-type: none"> ↑ températures Prolongement de la saison chaude (s'amplifie après 2040) ↑ nombre de jours avec des températures entre 20° et 25 °C en septembre Précipitations stables, mais ↑ entre mi-novembre et début décembre

Adapté de Paque *et al.* 2018

Dans la région de Charlevoix, les températures se réchaufferont toute l'année, et plus particulièrement l'hiver. Ainsi, le nombre de jours avec des températures maximales inférieures à -5°C diminuera, tout comme les froids intenses (particulièrement en janvier et février). Les redoux seront aussi plus fréquents en mars et en novembre. Les précipitations sous forme de neige d'hiver diminueront à basse altitude. Cependant, ces dernières augmenteront à haute altitude, surtout dans les zones à l'écart du fleuve. Entre les saisons chaudes et froides, une augmentation des quantités de pluie est à prévoir.

Au printemps, la saison chaude se prolongera et le nombre de jours avec des températures entre 20 et 25°C en mai augmentera. En été, les canicules s'étendront sur de plus longues périodes, surtout à partir de 2060. La saison chaude se prolongera à l'automne, surtout après 2040, et le nombre de jours avec des températures entre 20 et 25°C en septembre augmentera aussi. Les précipitations estivales et automnales, de leurs côtés, devraient demeurer stables, mais une augmentation est à prévoir entre mi-novembre et début décembre.

Portrait local

Baie-Saint-Paul fera aussi face à une hausse des températures et des précipitations. Nous dressons ici son portrait climatique selon les prévisions pour l'horizon 2050 en fonction d'un scénario modéré d'émissions de GES.

À Baie-Saint-Paul, la température annuelle projetée pour l'année 2050 est de $6,6^{\circ}\text{C}$ selon un scénario d'émissions de GES élevées, de $5,5^{\circ}\text{C}$ selon un scénario d'émissions modérées et de $5,4^{\circ}\text{C}$ selon un scénario d'émissions faibles. La figure ci-dessous (figure 2) présente la température moyenne annuelle historique pour les périodes de 1951-1980 et de 1981-2010 et les projections pour la période de 2021-2050 selon un scénario d'émissions de GES modérées (CCSC-ECCC version 1.8).

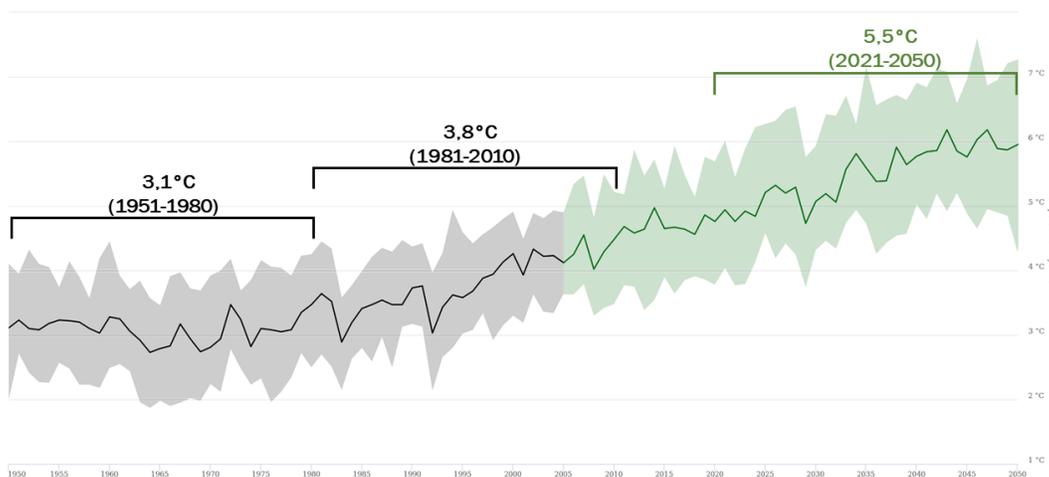


Figure 2. Températures annuelles historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

Une augmentation de la température moyenne entrainera d'autres modifications au climat de Baie-Saint-Paul. On prévoit ainsi que le jour le plus chaud enregistré au cours d'une année sera d'une température de plus en plus élevée pour atteindre une moyenne de 32,8°C (figure 3) et qu'il y aura une moyenne de 6,9 jours où la température maximale dépassera 30°C (figure 4) pour la période de 2021-2050.

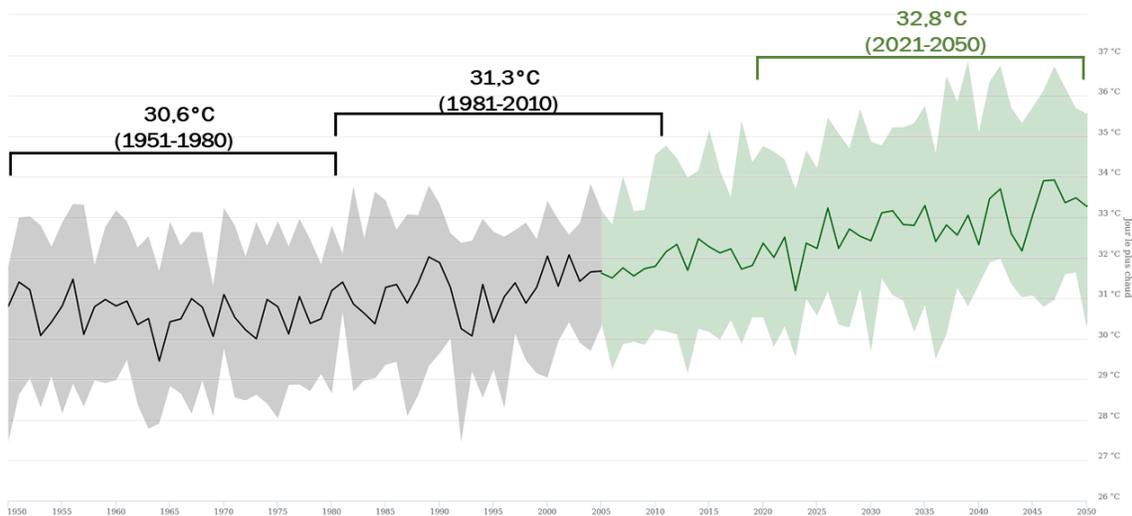


Figure 3. Températures du jour le plus chaud de l'année selon les données historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

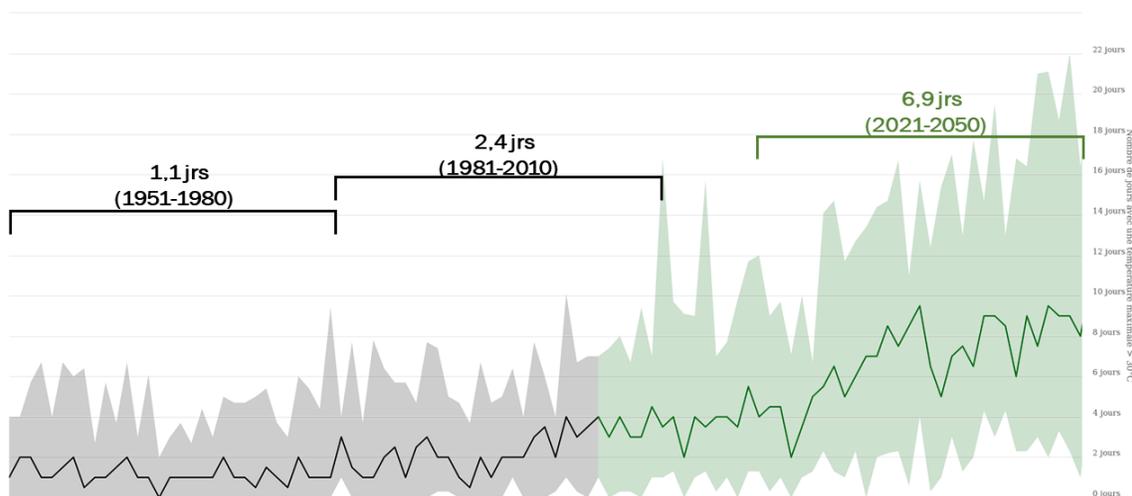


Figure 4. Nombres de jours où la température maximale dépasse 30 °C selon les données historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

Pour la saison froide, on prévoit que le jour le plus froid enregistré au cours d'une année sera aussi d'une température plus élevée pour atteindre une moyenne de -27,6 °C pour la période 2021-2050 (figure 5).

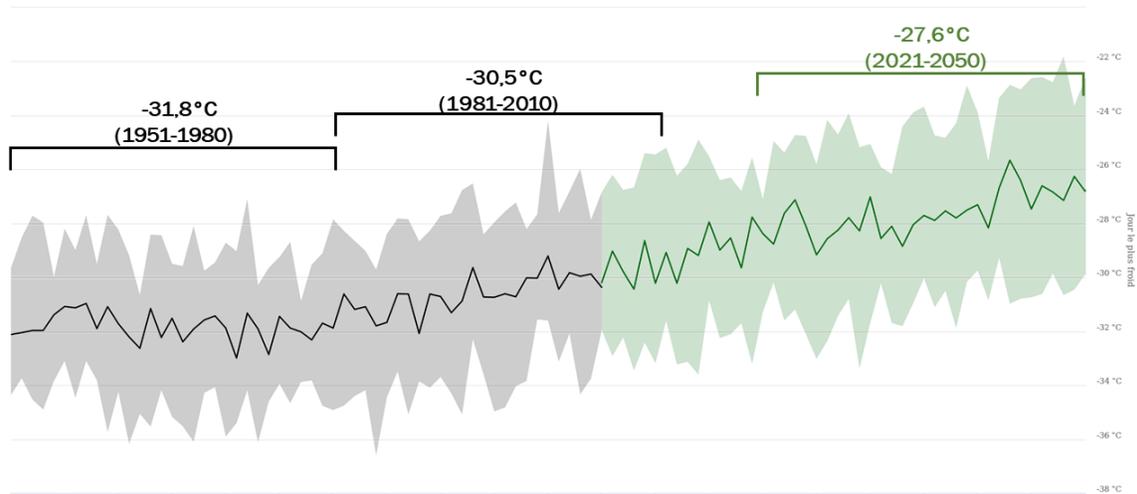


Figure 5. Températures du jour le plus froid de l'année selon les données historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

Il y aura moins de jours où la température minimale sera inférieure à 0 °C (jours de gel) soit une moyenne de 163 jours pour la période 2021-2050 (figure 6).

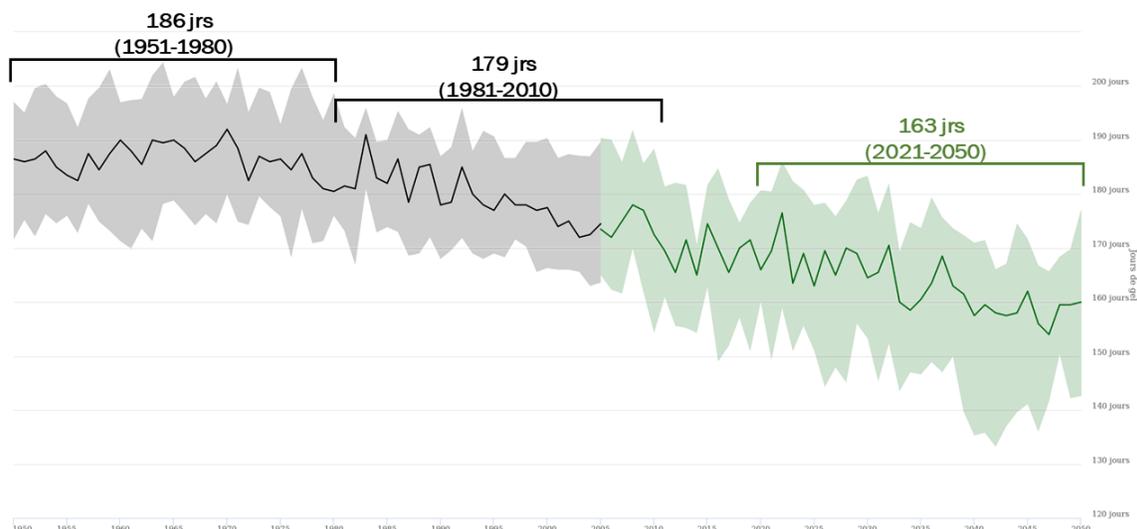


Figure 6. Nombres de jours où la température minimale est inférieure à 0 °C selon les données historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

En ce qui concerne les précipitations annuelles totales pour Baie-Saint-Paul, on prévoit une hausse d'environ 8 % en 2050 par rapport à la période de 1951-1980; il s'agit de près de 1 181 mm selon un scénario d'émissions de GES élevées, 1 138 mm selon un scénario d'émissions modérées et 1 113 mm selon un scénario d'émissions faibles. La figure 7 présente les précipitations annuelles totales historiques pour les périodes de 1951-1980 et de 1981-2010 et les projections pour la période de 2021-2050 selon un scénario d'émissions de GES modérées (CCSC-ECCC version 1.8).

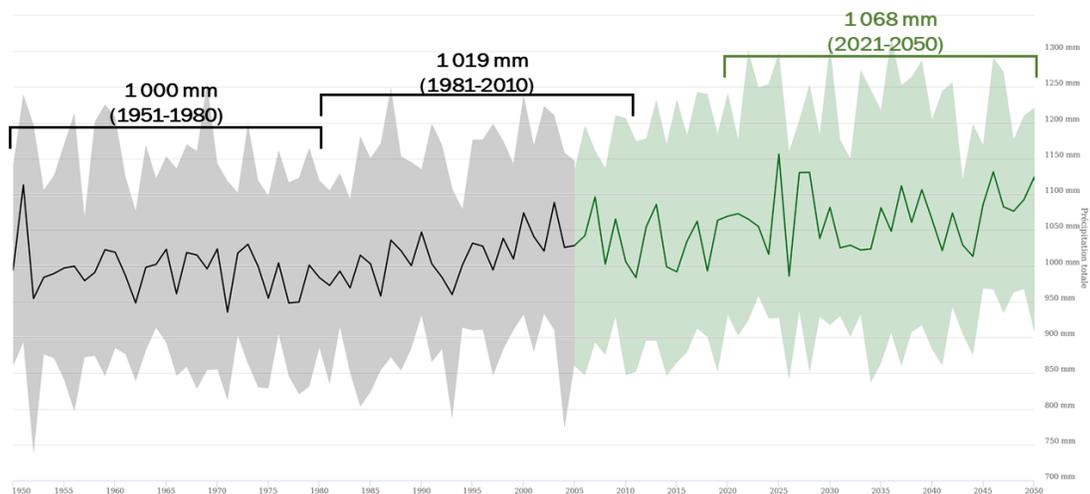


Figure 7. Précipitations totales annuelles historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

Les changements climatiques à prévoir apporteront leur lot d'impacts et d'opportunités pour Baie-Saint-Paul et la région de Charlevoix. Le tableau 3 présente une synthèse des phénomènes climatiques à venir pour 2050 ainsi que les impacts associés aux différentes saisons. Ces impacts sont présentés en détail dans la section suivante.

Tableau 4. Phénomènes climatiques prévus pour Baie-Saint-Paul et la région de Charlevoix en fonction des différentes saisons

Baie-Saint-Paul et la région de Charlevoix		
Saison	Phénomène climatique	Impacts
HIVER	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des températures ▪ Raccourcissement de la saison hivernale ▪ Augmentation des redoux en décembre ▪ Diminution des précipitations sous forme de neige dans les périodes de transition saisons chaudes/froides dans les régions proches du fleuve ▪ Augmentation des précipitations sous forme de neige dans les régions éloignées du fleuve ▪ Diminution des conditions pour fabriquer de la neige ▪ Diminution des froids intenses surtout en janvier et février 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raccourcissement de la saison des sports de glisse et de motoneige ▪ Augmentation des besoins en neige artificielle ▪ Hausse du niveau marin ▪ Diminution du couvert de glace ▪ Risque d'érosion des rives et du littoral
PRINTEMPS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des températures moyennes ▪ Saison chaude hâtive ▪ Augmentation des redoux en mars ▪ Augmentation du nombre de jours avec des températures entre 20 et 25 °C en mai ▪ Augmentation des précipitations totales en période de transition hiver/printemps ▪ Crues printanières plus hâtives 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des crues printanières ▪ Risque d'érosion ▪ Risque d'inondation et de submersion temporaire
ÉTÉ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation des températures moyennes ▪ Augmentation de la durée des canicules ▪ Augmentation de la sévérité des précipitations intenses ▪ Étiages estivaux plus sévères et plus longs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production de nouveaux cultivars et vulnérabilité de certaines cultures ▪ Augmentation des insectes ravageurs et parasites ▪ Espèces exotiques envahissantes ▪ Stress hydrique sur les cultures et augmentation de la demande en eau ▪ Prolongement de la saison touristique ▪ Aggravation des conséquences liées aux îlots de chaleur urbains ▪ Recrudescence des feux de forêt

AUTOMNE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation du nombre de jours doux en septembre et octobre ▪ Augmentation des événements de précipitations intenses (fréquence et intensité) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Achalandage touristique plus important ▪ Prolongement de la saison de croissance des végétaux ▪ Diminution des pertes de récoltes associées aux gels ▪ Dépassement des capacités du réseau d'évacuation des eaux
----------------	---	---

Impacts potentiels des changements climatiques sur le territoire

Au regard du portrait climatique de Baie-Saint-Paul 2050 dressé à la section précédente, les principaux aléas des changements climatiques pour le territoire sont, par ordre d'importance : 1) l'érosion des berges, 2) les précipitations abondantes et inondations, 3) les mouvements d'espèces et 4) les événements climatiques extrêmes. Chaque début de section contient un tableau récapitulatif des aléas climatiques décrits. Le tableau complet est disponible à l'Annexe 2.

1. L'érosion des berges

En milieu marin et côtier, l'augmentation du niveau de la mer, les vagues de tempêtes, les processus de gel-dégel et la diminution des glaces marines rendent le littoral et les infrastructures plus vulnérables au recul du trait de côte, i.e. l'érosion, un phénomène qui touche actuellement près de 6 000 km de littoral au Québec (Circé *et al.* 2016).

Phénomène climatique		Impacts négatifs	Opportunités
Réchauffement du climat	Hausse du niveau marin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Érosion ▪ Submersion des terres 	
	Diminution du couvert de glace	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Érosion ▪ Exposition du littoral aux tempêtes ▪ Inondations et submersion temporaires 	

Hausse du niveau des mers

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) prévoit une hausse du niveau de la mer moyen à l'échelle mondiale d'environ 0,61 à 1,1 m d'ici la fin du siècle (Oppenheimer *et al.* 2019). Or, ces projections pourraient être révisées à la hausse en fonction du rythme de fonte des glaciers de l'Antarctique, dont l'effondrement est impossible à estimer pour l'instant (Rondeau-Genesse et Braun 2019).

Le long du fleuve Saint-Laurent, le rehaussement marin est estimé depuis 1993 et représente entre 2,8 et 3,2 mm/an (Bonnier Roy 2019). La figure suivante montre les secteurs étant les plus susceptibles de se retrouver sous le niveau des mers en 2050. On y observe un risque plus important à l'embouchure de la rivière du Gouffre, sur la côte bordant la rue Saint-Anne et dans le secteur du Bas-de-la-Baie.

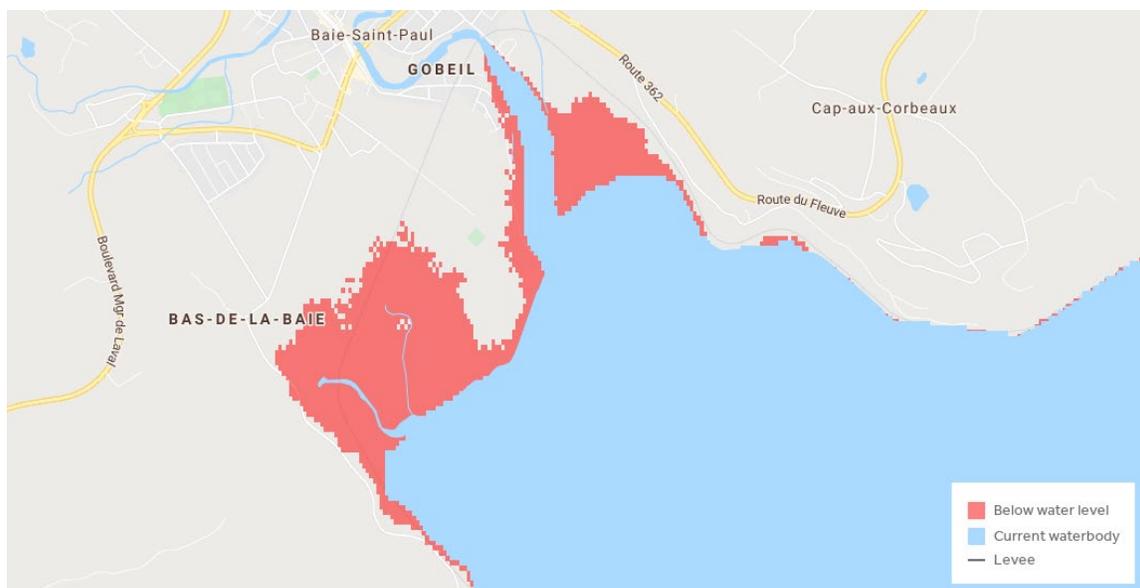


Figure 8. Territoire projeté pour être sous le niveau des mers en 2050 (en rouge) selon les données du Climate Central's Digital Elevation Model (Climate Central inc.).

Il faut toutefois compenser la hausse du niveau des mers par le phénomène de rebond isostatique qui correspond au soulèvement de la croûte terrestre suite au retrait des glaciers depuis la dernière glaciation. Ce phénomène est assez fort en Charlevoix (un gain d'environ 1,3 à 2,0 mm/an dans le secteur de l'île aux Coudres; Koohzare *et al.* 2008). Bien que ce phénomène ralentisse la hausse du niveau marin et que le niveau du Saint-Laurent ait été stable ces dernières décennies, certaines études indiquent que la hausse du niveau des mers prévue sera plus rapide que le rebond isostatique (Bernatchez et Quintin 2016). Par exemple, on aurait constaté une hausse relative de 3,96 mm/an à Saint-Joseph-de-la-Rive entre 2000 et 2013 (Bonnier Roy 2019). Malgré toutes les informations disponibles, les projections laissent encore plusieurs incertitudes face à l'amplitude de ces hausses.

Tempêtes hivernales et couverture de glace

Outre le niveau de la mer, les vagues et les vents sont aussi des facteurs favorisant l'érosion des berges. Bien que ces derniers facteurs se produisent naturellement, l'augmentation relative de la fréquence et de l'intensité des tempêtes pourrait

accélérer le processus d'érosion naturel. La période hivernale, historiquement une saison de grandes tempêtes, pourrait se voir encore plus impactée par le passage d'importantes dépressions atmosphériques (vents soutenus poussant les masses d'eau vers les berges). En effet, la tendance actuelle indique que la glace de berge diminuera, s'affinera et persistera moins longtemps sur nos berges. Or, cette glace permettait autrefois de briser l'onde de tempête avant que celle-ci ne frappe la berge, réduisant ainsi l'érosion côtière et la submersion (Savard *et al.* 2016). Cependant, lorsqu'elle est trop fine ou absente, la glace de berge ne peut plus jouer ce rôle de protection et les tempêtes ont alors un impact accru sur le littoral. On prévoit que plus de 95% de la glace de berge pourrait avoir disparu par rapport à aujourd'hui à la fin du 21^{ème} siècle. Sans protection suffisante, l'érosion et les inondations par submersion s'aggraveront donc dans le futur.

2. Les précipitations abondantes et inondations

Une augmentation des précipitations totales aux intersaisons est à prévoir d'ici 2050; ce qui affecterait la crue printanière. Cette augmentation peut accroître les risques de débordement de rivières, d'inondations, d'érosion et de glissement de terrain. Il s'agit donc du risque associé aux changements climatiques qui ont le plus d'impacts sur les infrastructures. On prévoit également, durant la saison hivernale, une modification du type de précipitations dans plusieurs secteurs (ex. plus de précipitations sous forme de pluie plutôt que sous forme de neige) ce qui risque d'affecter les activités offertes dans la région pendant cette période.

Phénomène climatique		Impacts négatifs	Opportunités
Modification du régime de précipitations	Hausse de la quantité de précipitations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crue printanière augmentée ▪ Dépassement des capacités du réseau d'évacuation des eaux ▪ Hausse temporaire du débit des rivières ▪ Érosion ▪ Fragilisation des sols 	
	Diminution des précipitations sous forme de neige	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation de l'enneigement artificiel dans les stations de ski 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminution de l'enneigement artificiel dans certaines stations de ski (haute altitude et loin du fleuve)

Réchauffement du climat	Raccourcissement de la saison froide (prolongement de la saison chaude)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raccourcissement de la saison de ski/motoneige 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversification des activités des centres de ski ▪ Prolongement de la saison touristique estivale
-------------------------	---	--	--

Hausse des précipitations et glissements de terrain

En contexte de changements climatiques, on prévoit non seulement une hausse des précipitations totales, mais également une augmentation des événements de pluies intenses (Bush et Lemmen 2019). Lors de ces averses, une grande quantité d'eau tombe subitement ce qui peut entraîner un dépassement des capacités d'évacuation des réseaux pluviaux municipaux et des systèmes d'écoulement naturels. Aux intersaisons, l'augmentation des quantités de précipitations prévues affectera les crues printanières, en plus de contribuer à la fragilisation des sols. En considérant que la région de Charlevoix-Kamouraska est la zone sismique la plus active dans l'est du pays (Ressources naturelles Canada 2018), les glissements de terrain et affaissements de talus pourraient être aggravés s'il survenait une secousse sismique pendant une période où la stabilité des sols est déjà précaire (p.ex. lorsque les sols sont saturés en eau).

À Baie-Saint-Paul, les rivières du Gouffre et du Bras-du-Nord-Ouest ont été étudiées dans le Plan directeur des événements naturels et anthropiques de la Ville de Baie-Saint-Paul (2019). La rivière du Bras-du-Nord-Ouest présente une grande réactivité et donc un potentiel de crues subites important. Ces deux rivières causent régulièrement de l'érosion riveraine, des débordements ou des glissements de terrain. Les dégâts engendrés par ces aléas sont coûteux pour la Ville (aux infrastructures), les résidents (aux propriétés) et à l'environnement. Il est probable que les changements climatiques augmentent les problèmes actuellement associés à ces deux cours d'eau dans le futur.

On peut aussi s'attendre à une augmentation temporaire du débit des rivières. Les grands courants pourraient ainsi nuire aux infrastructures, notamment ceux de la marina et de la route qui borde ce secteur, car des inondations pourraient survenir lors de grandes marées. Une zone étendue à l'ouest du quai, mais surtout à l'est de celui-ci est également inondable (rivière du Gouffre et estuaire du Saint-Laurent). Des zones de mouvement de terrain bordent aussi la rivière du Gouffre en amont de cette zone sensible à l'érosion. Plusieurs méandres de la rivière du Gouffre posent des enjeux similaires (inondations, glissements de terrain, érosion et destruction d'infrastructures mises en place pour limiter ces mêmes impacts).

Redoux hivernaux et couverture de neige

En période hivernale et aux entre-saisons (novembre et mars), les précipitations se feront de plus en plus souvent sous forme de pluie que de neige en raison de l'augmentation des températures moyennes. Ainsi, d'ici 2050, la moitié des jours du mois de mars connaîtront des températures au-dessus de 0°C (Paque et al. 2018).

Ainsi, les redoux hivernaux et la diminution des précipitations sous forme de neige impliqueront un raccourcissement de la saison hivernale, et donc de la saison de motoneige et de ski. Cette industrie devra alors faire face à de nouvelles incertitudes et prévoir une diminution de la fiabilité des pentes et une augmentation des exigences d'enneigement artificiel. La diversification des activités des centres de ski est une avenue importante à considérer pour tenter d'amortir les coûts associés à ces conditions plus complexes. À l'inverse, les stations plus éloignées du fleuve seront avantagées par les changements climatiques, car il est prévu qu'elles reçoivent davantage de précipitations, sous forme de neige (Paque et al. 2018).

3. Les mouvements d'espèces

En ce qui a trait à la faune et à la flore, le réchauffement du climat ainsi que les modifications aux régimes de précipitations pourrait entraîner un déplacement potentiel de 500 km d'ici la fin du siècle – soit de 45 à 70 km par décennie – chez les espèces cherchant à retrouver des conditions plus favorables à leur survie (Berteaux et al. 2014). Cette migration des espèces aura des répercussions inévitables sur la biodiversité de la région. Ainsi, certaines espèces indigènes pourraient ne pas survivre au changement climatique trop rapide, alors que d'autres espèces plus méridionales viendraient coloniser des territoires plus septentrionaux (Berteaux et al. 2014).

Phénomène climatique		Impacts négatifs	Opportunités
Réchauffement du climat	Prolongement de la saison chaude		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prolongement de la saison de croissance des végétaux
	Redoux hivernaux et diminution des froids intenses		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminution des pertes de récoltes associées aux gels
	Hausse des températures estivales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnérabilité de certaines cultures (ex. céréales) ▪ Nouveaux risques phytosanitaires (ex. insectes ravageurs) ▪ Stress hydrique sur les cultures 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production de nouveaux cultivars (ex. pommes, poires et raisins)

Changements globaux	Mouvements d'espèces	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnérabilité d'espèces d'intérêt écologique (ex. caribou) ▪ Vulnérabilité d'espèces d'intérêt économique (ex. orignal, saumon) ▪ Propagation de parasites (ex. tiques) ▪ Espèces végétales exotiques envahissantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Croissance d'espèces d'intérêt économique (ex. cerf de Virginie)
----------------------------	----------------------	--	--

Vulnérabilité des espèces d'intérêt écologique ou économique

Plusieurs espèces d'intérêt écologique ou économique telles que le caribou forestier (espèce menacée), l'orignal (pour la chasse), l'omble de fontaine, le touladi et le saumon atlantique (pour la pêche) pourraient être menacées dans le futur dû à différentes perturbations du milieu (Bélanger *et al.* 2013; Bourgault *et al.* 2008; Giroux et Langevin 2016). Par exemple, les saumons de la rivière du Gouffre pourraient être affectés négativement par le réchauffement des températures de l'eau, par l'évaporation résultant en une baisse du niveau de l'eau et par l'acidification de celle-ci (Breau *et al.* 2001; Dugdale *et al.* 2013; Paque *et al.* 2018). Les activités de pêche et de chasse sont donc vulnérables aux changements climatiques en Charlevoix. Toutefois, certaines espèces comme le cerf de Virginie pourraient bénéficier des hivers moins rigoureux pour augmenter leur présence dans la région (Lavoie et Blanchette 2017). Ces espèces représenteraient donc une opportunité pour la chasse récréative et sportive.

Propagation de parasites

En Charlevoix-Est, la propagation d'espèces comme la tique d'hiver de l'orignal constitue une grande inquiétude pour la MRC. Ces parasites, ayant été observés par le Ministère de la Faune, des forêts et des parcs (MFFP) entre 2012 et 2016, peuvent affaiblir les orignaux et entraîner leur mort dans certains cas (MFFP 2016 dans Paque *et al.* 2018). Des études restent à faire pour confirmer et suivre la relation entre les changements climatiques (p. ex. hivers doux et tardifs) et de la tique d'hiver, mais tout porte à croire que la propagation de cette tique sera favorisée par le réchauffement des températures.

La tique porteuse de la maladie de Lyme constitue aussi une menace, notamment pour les randonneurs, puisque sa présence pourrait se généraliser dans tout le sud du Québec jusqu'au Saguenay d'ici 2050 (Millien 2013; Roy-Dufresne *et al.* 2013).

Diversification des cultures

Quant aux espèces végétales, la hausse des températures et le prolongement de la saison estivale devraient favoriser la croissance de plusieurs espèces. Les changements climatiques impliqueraient moins de pertes associées au gel hivernal

et à la gelée printanière. De plus, il sera possible d'utiliser de nouveaux cultivars nécessitant une saison de croissance plus longue et des hivers moins rudes. Pour l'agrotourisme, les changements climatiques seront propices à la culture des pommes (Lease *et al.* 2009) et des vignes (Roy *et al.* 2017), et donc à la production de vins et à la diversification des cépages. Toutefois, ces opportunités peuvent s'accompagner d'effets indésirables tels que l'apparition de nouveaux risques phytosanitaires (p. ex. les insectes ravageurs; Moiroux *et al.* 2014) ou un plus grand stress hydrique.

Il faudra porter une attention particulière aux cultures déjà en production, notamment les céréales, et s'assurer qu'elles s'adaptent à des températures plus chaudes ou qu'elles soient remplacées par des cultivars plus résistants (DesJarlais 2010; Howden *et al.* 2007; Tripathi *et al.* 2016).

Espèces végétales exotiques envahissantes

Les changements climatiques vont également favoriser la propagation d'espèces exotiques envahissantes. En Charlevoix, on observe une augmentation d'espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) telles que la berce du Caucase, la renouée du Japon et le roseau commun (phragmite). La renouée du Japon, l'impatiante glanduleuse et le roseau commun se trouvent notamment dans la baie de Baie-Saint-Paul (BEA 2017; Comité ZIPSC 2020). Pour le moment, leur présence dans la région n'est pas alarmante, mais ces espèces sont à surveiller, et leur propagation est à limiter autant que possible. Une invasion trop importante d'EVEE pourrait non seulement affecter la beauté des paysages, mais pourrait mettre en péril la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes (Touglas-Tellier *et al.* 2013; Paque *et al.* 2018).

4. Les événements climatiques extrêmes

Les changements climatiques pourraient entraîner certains événements climatiques extrêmes qu'il faut prendre en considération.

Phénomène climatique		Impacts négatifs	Opportunités
Réchauffement du climat	Prolongement de la saison chaude		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prolongement de la saison touristique estivale et augmentation de l'achalandage à l'automne
	Vagues de chaleur et sécheresse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recrudescence des feux de forêt ▪ Aggravation des conséquences liées aux îlots de chaleur urbains ▪ Hausse de la demande en 	

		<p>eau potable</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hausse de la consommation d'énergie (ex. climatisation) ▪ Stress hydrique sur l'écosystème 	
--	--	--	--

Feux de forêt

Les augmentations de température causent, au Canada, une recrudescence des feux de forêt. Ceux-ci peuvent subitement éradiquer de grandes portions de forêt boréale et leur accentuation pourrait perturber le cycle naturel de l'écosystème et éventuellement occasionner des risques pour la santé et la sécurité publique (Bush et Lemmen 2019).

Vagues de chaleurs et sécheresses

On prévoit également une hausse de la température estivale et une accentuation des canicules, menant à des vagues de chaleur plus importantes notamment en milieu urbain.

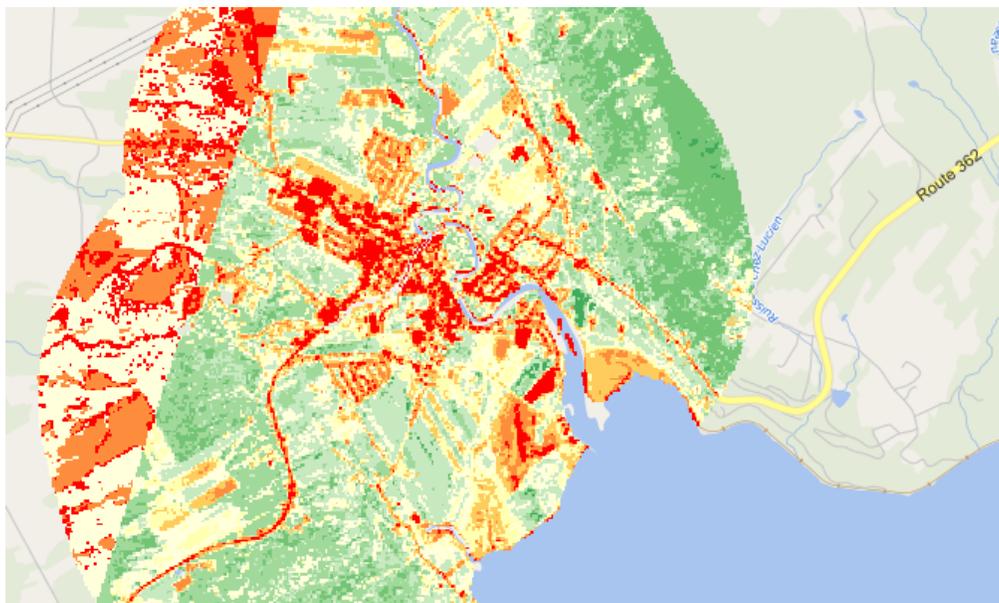


Figure 9. Identification des îlots de chaleur pour le secteur de Baie-Saint-Paul. Plus la couleur tend vers le rouge, plus la température de surface est élevée ce qui indique la présence d'un îlot de chaleur (Source : GéoMSP version 1.6.3).

La problématique des îlots de chaleur urbains pourrait s'aggraver avec les changements climatiques (figure ci-haut). Cette problématique engendre une différence importante entre la température de l'air/du sol dans un milieu et celle enregistrée dans les secteurs environnants. Les îlots de chaleurs ont des conséquences non seulement sur l'environnement (p. ex. formation de smog, qualité de l'air, émissions de GES), mais aussi sur la santé humaine (p. ex. stress thermique, inconfort et coups de chaleur) (Mon climat, ma santé).

Tous ces facteurs peuvent mener à une hausse de la demande en eau potable, soit pour s'hydrater ou se rafraîchir (abreuvoir, piscine, jeux d'eau, etc.), soit pour le maintien des aménagements (arrangements végétaux, terrain de golf, etc.). On peut aussi s'attendre à une hausse de la consommation d'énergie pour la réfrigération et la climatisation par exemple (Mon climat, ma santé).

Dans le même ordre d'idées, ces hausses de températures pourraient mener à des épisodes de sécheresse plus sévère en été. Cela risque d'augmenter la pression sur les écosystèmes humides et hydriques. Par exemple, des étiages plus sévères nuiraient à certaines activités récréatives (kayak sur la rivière du Gouffre, etc.).

Tempêtes et verglas

Les variations dans le régime de précipitations pourraient aussi mener à de plus fréquents épisodes de verglas, incluant les pluies verglaçantes, et de tempêtes hivernales (Paque *et al.* 2018). Ces phénomènes climatiques pourraient entraîner des pannes de courant ou compromettre les conditions routières. De plus, on peut envisager des fermetures temporaires de certaines installations (p.ex. sentiers ou pentes de ski) par mesure de sécurité.

Conclusion

La région de Charlevoix et Baie-Saint-Paul se positionnent plutôt bien face aux changements climatiques en comparaison avec les régions situées plus au sud de la province. Les résidents souffriront moins de canicules que dans les grands centres urbains; la disponibilité en eau présentera un problème moindre et les nombreux parcs naturels sont des atouts.

Le portrait des changements climatiques et de leurs principaux impacts présentés dans ce document exigera une planification et des investissements de la part de la municipalité, mais aussi des actions au quotidien de la part de tous les acteurs locaux.

À Baie-Saint-Paul, les connaissances sont disponibles et les experts et chercheurs poursuivent leurs études pour suivre l'état du territoire dans le contexte des changements climatiques. Des sites et secteurs plus vulnérables aux changements climatiques sont identifiés et suivis. La prochaine étape pour Baie-Saint-Paul est la planification de son plan d'adaptation afin de limiter les impacts et risques négatifs en plus de transformer certains d'entre eux en nouvelles opportunités.

Références

Anctil, F. et J.-P. Troude (1992). Étude de la remontée relative des niveaux d'eau et l'estuaire du Saint-Laurent. *Canadian Journal of Civil Engineering*. vol. 19(2). pp. 252-259. doi : <https://doi.org/10.1139/I92-031>

BEA – Bureau d'écologie Appliqué (2017). Plan d'action pour réduire la propagation des espèces exotiques envahissantes dans le corridor fluvial de la région de Charlevoix. Rapport présenté au Comité ZIP Saguenay-Charlevoix. 33 pages + annexes.

Bélanger, C., Huard, D., Gratton, Y., Jeong, D.I, St-Hilaire, A., Auclair, J-C. et I. Laurion (2013). Impacts des changements climatiques sur l'habitat des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec. Institut national de la recherche scientifique. Rapport présenté à Ouranos. 168 pages.

Bernatchez, P. et C. Quintin (2016). Potentiel de migration des écosystèmes côtiers meubles québécois de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent dans le contexte de la hausse appréhendée du niveau de la mer. *La Naturaliste canadien*. vol. 140(2). pp. 91-104. doi : <https://doi.org/10.7202/1036507ar>

Berteaux, D., Casajus, N et S. de Blois (2014). Changements climatiques et biodiversité du Québec : vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec. 202 pages.

Bonnier Roy, F. (2019). L'influence des conditions météo-marines et des ouvrages de protection sur la morphosédimentologie des plages et de l'herbier à spartine alterniflore, île aux Coudres (Québec, Canada). Mémoire de thèse. Université du Québec à Rimouski. 317 pages + annexes.

Bourgault, S., E. Boulfroy, A. Verstraete et A. Plante (2008). Portrait socio-économique de la région de la Capitale-Nationale. Association forestière Québec métropolitain (AFQM) et Centre collégial de transfert de technologie en foresterie de Sainte-Foy (CERFO). Québec, 59 pages.

Breau, C., Cunjak, R.A. et S.J. Peake (2011). Behaviour during elevated water temperatures: Can physiology explain movement of juvenile Atlantic salmon to cool water?. *Journal of Animal Ecology*. vol. 80. pp. 844–853. doi : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01828.x>

Bush E. et D.S. Lemmen : éditeurs (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa ON. 446 pages.

CCSC-ECCC – Centre canadien des services climatiques d'Environnement et Changements climatiques Canada (version 1.8). Baie-Saint-Paul, QC. Consulté le 3 février 2021. [en ligne] https://donneesclimatiques.ca/explorer/emplacement/?loc=EMAOT&location-select-temperature=tx_max&location-select-precipitation=rx1day&location-select-autres=frost_days

Circé, M., Da Silva, L., Boyer-Villemare, U., Duff, G., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016). Analyse coûts-avantages d'options d'adaptation en zone côtière au Québec – Rapport synthèse. Ouranos. Montréal QC. 92 pages et annexes.

Climate Central Inc. (s.d). Coastal Risk Screening Tool : Land projected to be below annual flood level in 2050. Consulté le 5 février 2021. [en ligne] https://coastal.climatecentral.org/map/5/-68.4425/54.7402/?theme=sea_level_rise&map_type=coastal_dem_comparison&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2050&pathway=rcp45&percentile=p50&refresh=true&return_level=return_level_1&slr_model=kopp_2014

C3S – Copernicus Climate Change Service (2021). Copernicus: 2020 warmest year on record for Europe; globally, 2020 ties with 2016 for warmest year recorded. Consulté le 4 février 2021. [en ligne] <https://climate.copernicus.eu/2020-warmest-year-record-europe-globally-2020-ties-2016-warmest-year-recorded>

Comité ZIPSC – Comité ZIP Saguenay-Charlevoix (2020). Travaux de terrains concernant les plantes exotiques envahissantes effectués du 3 au 12 novembre 2020. Rapport présenté au Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 11 pages.

DesJarlais, C., Allard, M., Blondlot, A., Bourque, A., Chaumont, D., Gosselin, P., Houle, D., Larrivée, C., Lease, N., Roy, R., Savard, J.-P., Turcotte, R. et C. Villeneuve (2010). Savoir s'adapter aux changements climatiques. Rapport présenté à Ouranos. Montréal QC. 128 pages.

Dugdale S. J., Bergeron, N.E. et A. St-Hilaire (2013). Temporal variability of thermal refuges and water temperature patterns in an Atlantic salmon river. Remote sensing of Environment. vol 136. pp. 358-376. doi : <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.05.018>

GéoMSP – Ministère de la Sécurité publique du Québec (version 1.6.3). Outil cartographique d'identification des îlots de chaleur urbains au Québec. Consulté le 9 février 2021. [en ligne] <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/aperçu-qc/?context=inspq>

Giroux, W. et B. Langevin (2016). Inventaire aérien du caribou forestier (*Rangifer tarandus caribou*) de Charlevoix en mars 2013. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Directions de la gestion des forêts et de la gestion de la faune Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, 22 pages.

Howden, S.M., Soussana, J.-F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M. et H. Meinke (2007). Adapting agriculture to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. vol. 104(50). pp. 19691-19696. doi : <https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104>

Koohzare, A., Vaníček, P. et M. Santos (2008). Patterns of recent vertical crustal movements in Canada. Journal of Geodynamics. vol. 45(2-3). pp. 133-145. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jog.2007.08.001>

Lavoie, M. et P. Blanchette (2017). Évaluation de la rigueur des conditions hivernales pour le cerf de Virginie à partir des données météorologiques : effets des scénarios de changements climatiques sur l'indicateur NIVA. Direction générale de la gestion de la faune et des habitats et Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune, Québec QC. 48 pages.

Lease, N., A. Pichette et D. Chaumont (2009). Projet d'étude sur l'adaptation aux changements climatiques du secteur de la pomme au Québec. Rapport présenté à Ouranos. 58 pages.

MAMH – Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2020). Répertoire des municipalités : Baie-Saint-Paul. Consulté le 8 février 2021. [en ligne] https://www.mamh.gouv.qc.ca/repertoire-des-municipalites/fiche/?tx_mamrotrepertoire_pi1%5Btype%5D=mun&tx_mamrotrepertoire_pi1%5Bcode%5D=16013&cHash=b32df1b60a21e42512cdb0e09144e383

Millien, V. (2013). Effets combinés de la fragmentation de l'habitat et des changements climatiques sur les espèces invasives : micromammifères hôtes et tique vectrice de la bactérie responsable de l'expansion de la maladie de Lyme au Québec. Rapport présenté à Ouranos. 26 pages.

Moiroux J., Bourgeois, G., Boivin G. et J. Brodeur (2014). Impact différentiel du réchauffement climatique sur les insectes ravageurs des cultures et leurs ennemis naturels: implications en agriculture. Feuille technique Ouranos Projet 550005-103, Québec, Canada. 12 pages.

Mon climat, ma santé (s.d.). Îlots de chaleur : Qu'est-ce qu'un îlot de chaleur urbain?. Institut national de santé publique. Consulté le 9 février 2021. [en ligne] <http://www.monclimatmasante.qc.ca/%C3%AEilots-de-chaleur.aspx>

MRC de Charlevoix (2012). Aménagement du territoire : Schéma d'aménagement et de développement. Consulté le 11 février 2021. [en ligne] <http://www.mrccharlevoix.ca/mrc/amenagement-du-territoire-et-urbanisme/schema-damenagement/>

OBV Charlevoix-Montmorency. 2014. Plan directeur de l'eau de la zone hydrique Charlevoix-Montmorency. Chapitre 1. Présentation générale de la zone hydrique Charlevoix-Montmorency. Présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Août 2014. 903 pages.

OBV Charlevoix-Montmorency, Résultats de consultation menée en 2018 afin d'identifier et de prioriser les problématiques liées à la gestion de l'eau sur le territoire.

Oppenheimer, M., Glavovic, B.C., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A.K., Abd-Elgawad, A., Cai, R., Cifuentes-Jara, M., DeConto, R.M., Ghosh, T., Hay, J., Isla, F., Marzeion, B., Meysignac, B. et Z. Sebesvari (2019). Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands,

Coasts and Communities. Dans: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Consulté le 4 février 2021. [en ligne] <https://www.ipcc.ch/srocc/>

Ouranos (2015). Vers l'adaptation : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Montréal QC. 415 pages.

Paque G., Bleau S., Lebon C., Germain K., et M.-A. Vachon (2018). Diagnostic des risques et des opportunités liés aux changements climatiques pour le secteur touristique des régions de Québec et Charlevoix . Rapport présenté à Ouranos. 125 pages + annexes.

Ressources naturelles Canada (2018). Les zones sismiques dans l'est du Canada. Consulté le 10 février 2021. [en ligne] <https://www.seismescanada.rncan.gc.ca/zones/eastcan-fr.php#CSZ>

Rondeau-Genesse, G. et M. Braun (2019). Impact of internal variability on climate change for the upcoming decades: analysis of the CanESM2-LE and CESM-LE large ensembles. Climatic Change. vol. 156. pp. 299-314. doi : <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02550-2>

Roy, P., Grenier, P., Barriault, E., Logan, T., Blondlot, A., Bourgeois, G. et D. Chaumont (2017). Probabilistic climate change scenarios for viticultural potential in Québec. Climatic Change. vol. 143(1-2). pp. 43-58. doi : <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1960-x>

Roy-Dufresne, E., Logan, T., Simon, J.A., Chmura, G.L. et V. Millien (2013). Poleward expansion of the white-footed mouse (*peromyscus leucopus*) under climate change : implications of spread of Lyme disease. PLoS ONE. vol. 8(11). doi : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080724>

Savard, J.-P., van Proosdij, D. et S. O'Carroll (2016). Perspectives relatives à la région de la côte Est du Canada. Dans : Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa ON. p. 99-152.

Statistique Canada (2017). Profil du recensement, Recensement de 2016 : Baie-Saint-Paul, V [Subdivision de recensement], Québec et Charlevoix, MRC [Division de recensement], Québec. Consulté le 8 février 2021. [en ligne] <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=2416013&Geo2=CD&Code2=2416&SearchText=baie-saint-paul&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&TABID=1&type=0>

Tougas-Tellier, M.-A., Morin, J., Hatin, D. et C. Lavoie (2013). Impacts des changements climatiques sur l'expansion du roseau envahisseur dans les frayères du fleuve Saint-Laurent. Rapport présenté à Ouranos. 53 pages.

Tripathi, A., Tripathi, D.K., Chauhan, D., Kumar, N., et G. Singh (2016). Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge

and future prospects. *Agriculture, Ecosystem & Environment Journal*. vol. 216. pp. 356–373. doi : <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.034>

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2018). Charlevoix Biosphere Reserve, Canada. Consulté le 8 février 2021. [en ligne] <https://en.unesco.org/biosphere/eu-na/charlevoix>

Ville BSP – Ville de Baie-Saint-Paul (2019). Plan directeur des événements naturels et anthropiques. 284 pages.

Vincent, L.A., Zhang, X., Brown, R.D., Feng, Y., Mekis, E., Milewska, E.J., Wan, H. et X.L. Wang (2015). Observed trends in Canada's climate and influence of low-frequency variability modes. *Journal of Climate*. vol. 28. pp. 4545–4560. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00697.1>

Annexe 1. Identification des acteurs contribuant à l'adaptation de la Ville de Baie-Saint-Paul aux changements climatiques

Les acteurs suivants ont été identifiés par la Ville, à l'interne, à titre de parties prenantes : bureau du service du génie, des opérations publiques, de l'urbanisme et du patrimoine, de la sécurité et des incendies, des loisirs et des parcs, des finances, des communications et du développement durable. Le maire et son conseil seront également consultés et informés régulièrement.

À l'externe, les parties prenantes ciblées sont les députés, les médias, les citoyens, les promoteurs et les institutions (hôpital, écoles). Le rôle des partenaires, ONG, spécialistes et ministères identifiés est détaillé ci-bas (en ordre alphabétique).

Bien évidemment, la collectivité aura aussi un rôle crucial à jouer dans l'adaptation aux changements climatiques de la Ville de Baie-Saint-Paul.

Partenaires locaux

Association des gens d'affaires de Baie-Saint-Paul (AGA)

La nature et la culture sont indissociables pour cette association qui cherche à supporter la communauté d'affaires dans un environnement changeant. Ses idées pourront certainement inspirer le Comité, et vice versa.

<https://aga-bsp.s1.yapla.com/>

Association touristique régionale de Charlevoix (ATRC ou Tourisme Charlevoix)

Le tourisme est l'un des secteurs les plus touchés, mais aussi les plus prometteurs pour l'adaptation aux changements climatiques (certaines activités nécessitant une plus grande flexibilité, mais d'autres pouvant se prolonger grâce à des étés plus longs). Puisque la mission de l'ATRC est de promouvoir l'industrie touristique en concertation avec ses membres, c'est un partenaire qui permettra au groupe d'adaptation aux changements climatiques de Baie-Saint-Paul de rejoindre de nombreux acteurs très importants pour l'économie de la région.

<https://www.tourisme-charlevoix.com/>

Chambre de Commerce de Charlevoix (CCC)

Parce qu'elle défend les intérêts des intervenants économiques régionaux, la CCC nous permettra de joindre des partenaires qui peuvent jouer plusieurs rôles, tant pour la réduction des GES que pour l'adaptation à un climat changeant.

<https://www.creezdesliens.com/>

MRC de Charlevoix

La MRC, de par son mandat de planification de l'aménagement du territoire, devra tenir compte des projections relatives aux changements climatiques et aux modifications à prévoir en Charlevoix. Elle pourrait à la fois se servir du travail du groupe d'adaptation aux changements climatiques, et lui fournir des informations spécifiques aux éléments qui composent son territoire et aux projets qui s'y développent. L'adaptation nécessitant un travail de coopération, elle est un partenaire incontournable pour la Ville de Baie-Saint-Paul dans ses efforts d'adaptation aux changements climatiques.

<http://www.mrccharlevoix.ca/>

Train de Charlevoix

Étant donné qu'il longe les rives de l'estuaire du Saint-Laurent sur 125 km, entre Québec et La Malbaie, et qu'il traverse Baie-Saint-Paul, le train de Charlevoix est exposé aux impacts et aléas climatiques de la côte charlevoisienne. Les falaises et berges, fouettées par les vents, s'érodent et posent des questions de sécurité au train. La voie ferrée est aussi parfois atteinte par les grandes marées associées à des tempêtes, ce qui demande un suivi et un entretien rigoureux des infrastructures ferroviaires. Le train de Charlevoix a donc tout intérêt à suivre l'évolution des enjeux climatiques, et son expertise technique (stabilité et solidité des substrats, etc.) peut aussi servir à la Ville dans son plan d'adaptation aux changements climatiques.

<https://traindecharlevoix.com/>

Partenaires gouvernementaux

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)

Ce ministère est le seul à lutter directement contre les changements climatiques et à protéger l'environnement au Québec. Pour un « développement social et une économie verte et résiliente au bénéfice des générations actuelles et futures », bien ancré dans le contexte local, son partenariat avec le Comité sera des plus importants.

<https://www.environnement.gouv.qc.ca/>

Ministère de la sécurité publique (MSP)

Puisque ce ministère a pour mission de faire de nos milieux de vie un endroit sécuritaire et propice au développement socio-économique de la société, il a des responsabilités qui seront nécessairement affectées par les changements climatiques. L'adaptation adéquate des villes et communautés est donc essentielle au respect de son mandat.

<https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/accueil.html>

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS)

Le maintien et la restauration de la santé et du bien-être de nos populations doivent tenir compte des changements climatiques, qui constituent la première menace pour la santé des Québécois. Il faudra considérer à la fois les nouvelles menaces pour la santé associée aux changements climatiques (p. ex., la pandémie actuelle, la maladie de Lyme, les maladies cardiorespiratoires et l'asthme), mais surtout les moyens de lutter à la fois contre les changements climatiques et améliorer la santé de nos populations. La prévention étant largement moins coûteuse que les soins, dans le domaine de la santé comme dans celui de l'environnement.

<https://www.msss.gouv.qc.ca/>

Ministère des Transports du Québec (MTQ)

Le transport est l'un des principaux secteurs produisant les GES du Québec, mais c'est aussi un secteur qui subit fortement les effets des changements climatiques sur ses installations (routes, etc.). Des adaptations sont donc à prévoir afin d'agir sur ce secteur, qu'il s'agisse des infrastructures, des services ou des réseaux entiers.

<https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/Pages/default.aspx>

Ministère du tourisme du Québec (MTO)

Le secteur du tourisme sera l'un des plus touchés par les changements climatiques, mais aussi un de ceux créant de nombreuses opportunités. Le MTO sera un partenaire important pour soutenir le développement et la promotion du tourisme, et ce dans une perspective de développement durable et de prospérité économique.

<https://www.quebec.ca/gouv/ministere/tourisme/>

Parcs Canada

Le projet d'Aire marine protégée (AMP) de l'Estuaire en voie de création pour protéger l'habitat essentiel du béluga touchera à la Ville de BSP. Aussi, de nombreuses et importantes connaissances sont acquises et analysées par Parcs Canada, notamment sur la navigation maritime. Il est donc un partenaire important à intégrer afin d'élargir nos connaissances sur le milieu marin.

<https://www.pc.gc.ca/fr/index>

Pêches et Océans Canada (MPO)

Puisque les changements climatiques ont déjà et continuerons d'avoir de forts impacts sur nos milieux marins, incluant l'estuaire moyen à la hauteur de Charlevoix, le MPO pourrait être intéressé par les travaux du Comité, puisque tant la pêche que le transport maritime pourraient être appelés à changer afin de mieux s'adapter aux changements climatiques. De plus, certaines nouvelles opportunités pourraient aussi se présenter considérant une hausse des températures de l'eau et le changement de la répartition de certaines espèces animales et végétales du Saint-Laurent et de ses côtes.

<https://www.dfo-mpo.gc.ca/index-fra.htm>

ONG et groupes experts

Association de Conservation de la Vallée du Gouffre (ACVG)

Cette organisation vise à mettre en valeur la rivière du Gouffre et ses berges, notamment par l'aménagement de fosses à saumon, la coordination de la pêche sur la rivière et en permettant aux visiteurs de se promener le long de la rivière (infrastructures, etc.). Des barrières de comptage ont été installées pour suivre la migration des saumons. L'ACVG a aussi procédé à des travaux de stabilisation des berges. De par son suivi de cet écosystème particulièrement sensible aux perturbations climatiques, l'ACVG est un intervenant important pour préciser les enjeux climatiques liés à la vallée du Gouffre, et proposer des pistes d'adaptation qui soient véritablement ancrées sur le terrain.

<http://www.rivieredugouffre.org/>

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix (ZIPSC)

Le Comité ZIPSC travaille à la protection et à la restauration de la rivière Saguenay et de l'estuaire du Saint-Laurent en Charlevoix, par la concertation et par des projets variés. Son expertise touche tant aux analyses scientifiques qu'à la participation citoyenne. Les changements climatiques façonnent les écosystèmes côtiers et marins, et le Comité ZIPSC travaille à mettre en valeur et à préserver les éléments qui permettent une meilleure résilience face aux changements climatiques. Il développe actuellement la cartographie à basse altitude afin de suivre l'évolution du trait de côte, pouvant être affecté par la hausse du niveau marin et l'érosion. Le Comité ZIPSC recense aussi les espèces exotiques envahissantes (EEE), qui peuvent nuire aux services écosystémiques de lutte et adaptation naturelle aux changements climatiques.

<https://zipsaguenaycharlevoix.ca/>

Firmes de consultants, universités et centres de recherche

Différentes firmes ont déjà travaillé à la caractérisation du territoire de la Ville, qu'il s'agisse d'inventorier la biodiversité ou de préparer des travaux d'infrastructures. Des connaissances et informations de base, nécessaires pour le suivi des changements associés aux changements climatiques, pourraient donc être cherchées auprès de ces acteurs. De façon similaire, plusieurs études, passées et actuelles (p. ex., INRS et Université Laval dans la baie de Baie-Saint-Paul) par des groupes de recherche universitaires, permettent de mieux comprendre l'état et l'évolution du milieu. Ces savoirs sont donc essentiels à centraliser et à synthétiser pour que la ville puisse en tenir compte dans son plan d'adaptation aux changements climatiques.

Organisme de bassin versant Charlevoix-Montmorency (OBV-CM)

Cet organisme pose un diagnostic sur les cours d'eau de son territoire, incluant la Ville de Baie-Saint-Paul et le bassin versant de la Rivière du Gouffre, qui couvre une grande portion du territoire de la Ville. La pertinence de son intervention réside en

son expertise dans l'évaluation de la quantité d'eau, de sa qualité et de sa disponibilité. Les problèmes liés à l'eau sont répertoriés et les impacts et solutions font l'objet du Plan directeur de l'eau de l'OBV-CM. L'organisme agit aussi à titre de table de concertation, et permettra donc à la ville de joindre une multitude d'intervenants dans le cadre de la diffusion de l'information relative à son plan d'adaptation aux changements climatiques.

<https://charlevoixmontmorency.ca/>

Ouranos

Cet organisme regroupe un réseau de 450 chercheurs, experts, praticiens et décideurs de différentes disciplines et organisations. Il vise l'adaptation du Québec aux changements climatiques en fondant rigoureusement ses analyses sur la science. Ouranos travaille également en concertation, et offre des scénarios climatiques ainsi que de nombreux outils utiles pour prévoir l'adaptation aux changements climatiques.

<https://www.ouranos.ca/>

Réserve de biosphère de Charlevoix (RBC)

Grâce à son programme de reconnaissance environnementale, la RBC lutte notamment contre les changements climatiques. Elle évalue la production de gaz à effet de serre des institutions, commerces et industries de Charlevoix. Puis, elle propose des mesures de compensation (p. ex., plantation d'arbres, programmes d'éducation aux changements climatiques dans les écoles) et l'implantation de mesures organisationnelles plus sobres en carbone. De par son statut de Réserve de biosphère, la RBC favorise aussi la conservation de la biodiversité en adéquation avec son utilisation durable.

<https://www.biospherecharlevoix.org/>

Partenaires changements climatiques

Fédération canadienne des municipalités (FCM)

La FCM soutient les municipalités face à différents enjeux, dont celui du climat et du développement durable. Ainsi, elle peut permettre de renforcer la viabilité des collectivités et de mieux les préparer aux changements climatiques.

<https://fcm.ca/fr>

ICLEI Canada

Baie-Saint-Paul a été choisie parmi 25 municipalités canadiennes afin de faire partie de la première partie des Villes-vitrines de la Convention mondiale des maires pour le climat et l'énergie (CMMC) au Canada. Cet accompagnement technique, en formation, outils et réseautage, servira à Baie-Saint-Paul pour mieux préparer son adaptation aux changements climatiques.

<https://icleicanada.org/fr/>



Comité ZIP Saguenay-Charlevoix
63, rue Ambroise-Fafard, local 1115
Baie Saint-Paul, Québec
G3Z 2J7
www.zipsaguenaycharlevoix.ca



Ville de Baie-Saint-Paul
15, rue Forget
Baie-Saint-Paul, Québec
G3Z 3G1
www.baiesaintpaul.com