habitat

LA NATURE À L'ŒUVRE

Portrait climatique de la MRC de Lotbinière

MRC Lotbinière

Septembre 2025

Habitat

Habitat est une entreprise de service-conseil en environnement dont la mission est d'accélérer la transition écologique, en transformant des ambitions environnementales en actions concrètes, durables et adaptées.

Habitat appuie une grande variété d'organisations et d'acteurs dans l'intégration des enjeux environnementaux au cœur de leurs décisions stratégiques. Nos interventions visent l'adoption de pratiques renforçant la résilience du territoire et des organisations face aux changements climatiques, tout en contribuant positivement à la biodiversité.

Derrière chacun de nos projets, il y a une expertise unique en modélisation, suivi de la biodiversité, évaluation des services rendus par la nature, gestion spatialisée des écosystèmes et planification durable du territoire.

Nous concevons et mettons en œuvre des solutions novatrices, scientifiquement fondées et adaptées aux enjeux d'aujourd'hui et de demain.

Équipe de réalisation

Ce rapport a été réalisé par l'équipe d'Habitat. Pour toutes questions ou communication, veuillez-vous adresser à info@habitat-nature.com.

Citation suggérée

Habitat. (2025). Portrait climatique de la MRC de Lotbinière. Rapport préliminaire. 52 p.

Table des matières

Glossaire 7

Brèves définitions des aléas climatiques 9

Mise en contexte 11

APERÇU DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ANTICIPÉS 12

- Vagues de chaleur et chaleur extrême 12
- Précipitations abondantes et fréquentes (liquides) 12
- Inondations fluviales - eau libre 12
- Inondations fluviales - embâcle 13
- Inondations pluviales 13
- Redoux hivernaux 13
- Glissement de terrain 14
- Feux de forêt 14
- Sécheresse 14
- Précipitations abondantes et fréquentes mixtes (verglas) 14
- Précipitations abondantes et fréquentes (solides) 15
- Tempêtes de neige 15
- Érosion et submersion côtière 15
- Tornades, vents violents et orages 16
- Présence de vecteurs de la maladie de Lyme 16
- Présence de pollen allergène 16

RÉSUMÉ DES CHANGEMENTS PASSÉS ET FUTURS 17

- Changements saisonniers anticipés sur le territoire de la MRC 17
- Portrait climatique passé 18
- Portrait climatique actuel et futur 18

MÉTHODOLOGIE 20

- Horizons temporels et scénarios d'émissions de gaz à effets de serre 20
- Estimation de la cote de vraisemblance des aléas climatiques 21

FICHES TECHNIQUES DES ALÉAS CLIMATIQUES 23

- VAGUES DE CHALEUR ET CHALEUR EXTRÊME 24
- PRÉCIPITATIONS ABONDANTES/FRÉQUENTES LIQUIDES 27

INONDATIONS FLUVIALES (EAU LIBRE) 28
INONDATIONS PLUVIALES 31
REDOUX HIVERNAUX 33
GLISSEMENTS DE TERRAIN 35
FEUX DE FORÊT 37
SÉCHERESSE 39
PRÉCIPITATIONS ABONDANTES/FRÉQUENTES MIXTES (VERGLAS) 42
TEMPÊTES DE NEIGE 43
ÉROSION CÔTIÈRE 46
SUBMERSION CÔTIÈRE 49
Références 50

Liste des figures

Figure 1. Périodes et scénarios d'émission de GES utilisés pour la collecte de données climatiques. 20

Figure 2. Représentation schématique de la distribution du rang centile d'une plage de données. Les 10e et 90e centiles représentent les valeurs extrêmes de la distribution. Le 50e centile (médiane) représente 50 % de la distribution. 22

Figure 3. Nombre de jours très chauds lorsque la température dépasse 30°C. 24

Figure 4. Nombre de jours très chauds additionnels selon les scénarios et l'horizon temporel. 25

Figure 5. Localisation des tronçons des cours d'eau considérés pour le portrait climatique et augmentation (en %) des débits moyens printaniers. 29

Figure 6. Évolution de la saison sans gel, selon les projections climatiques pour la MRC de Lotbinière. 34

Figure 7. Potentiel d'intensité et de propagation du feu basé sur le paysage actuel, selon les données du ministère des Ressources naturelles et des Forêts[15]. 38

Figure 8. Évolution de la quantité de neige des évènements extrêmes (95e centile) d'ici 2100, par rapport à la période 1980-2009. 44

Figure 9. Évolution de la fréquence moyenne des évènements annuels dépassant de 10 % la normale climatique des chutes de neige moyennes tombant en une journée d'ici 2100, par rapport à la période 1980-2009. 45

Figure 10. État du littoral du Saint-Laurent au niveau de la MRC de Lotbinière. 48

Liste des tableaux

Tableau 1. Aléas climatiques obligatoires et facultatifs. 11

Tableau 2. Synthèse des changements saisonniers 17

Tableau 3. Résumé des normales climatiques de la MRC. 19

Tableau 4. Échelles d'évaluation de la vraisemblance des aléas climatiques. 21

Tableau 5. Nombre moyen d'évènements de vagues de chaleur et nombre moyen de jours très chauds (supérieurs à 30 °C), ainsi que les 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs. 26

Tableau 6. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Vagues de chaleur et chaleur extrême.* 26

Tableau 7. Médiane des précipitations liquides annuelles et saisonnières totales (en mm), et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs. 27

Tableau 8. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Précipitations abondantes/fréquentes liquides.* 27

Tableau 9. Changement relatif (%) des valeurs médianes de débits moyens annuels 30

Tableau 10. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Inondations fluviales (eau libre).* 30

Tableau 11. Nombre d'évènements de précipitations abondantes (supérieur à 20 mm de pluie), maximum de précipitation en 24 h 31

Tableau 12. Quantité de précipitations extrêmes (mm/h) moyennes extraite des courbes IDF (intensité-durée-fréquence) de la station météorologique du barrage Angliers et du barrage Témiscamingue pour une durée de 1 h 32

Tableau 13. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Inondations pluviales.* 32

Tableau 14. Nombre d'évènements de gel-dégel en hiver, ainsi que 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs. 33

Tableau 15. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Redoux hivernaux.* 34

Tableau 16. Évènements de mouvement de terrain localisé sur le territoire. 35

Tableau 17. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Glissement de terrain.* 36

Tableau 18. Nombre de jours la composante avec un indice Forêt-Météo (IFM) élevé, très élevé, ou extrême et nombre de jours de la durée de la saison des feux 37

Tableau 19. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Feux de forêt.* 38

Tableau 20. Nombre moyen de séquences sèches (au moins 6 jours avec moins de 1 mm par jour) par année et nombre moyen de jours sans précipitations par année, ... 40

Tableau 21. Changement relatif (%) des valeurs moyennes des débits d'étiage 41

Tableau 22. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *sécheresse.* 41

Tableau 23. Nombre moyen d'heures de pluie verglaçante, d'épisodes de pluie verglaçante de longue durée (≥ six heures) et d'épisodes intenses de pluie verglaçante (en jours) attendus par année 42

Tableau 24. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Précipitations abondantes/fréquentes mixtes.* 42

Tableau 25. Médiane des précipitations solides annuelles et saisonnières totales (somme de l'équivalent en eau des précipitations solides en mm), et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs. 43

Tableau 26. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *tempête de neige.* 45

Tableau 27. Liste des sites sensibles à l'érosion côtière. 47

Tableau 28. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *érosion côtière.* 48

Tableau 29. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *submersion côtière.* 49

Glossaire

Les termes ci-dessous sont définis pour tenir compte des spécificités techniques liées à la méthodologie déployée et peuvent parfois différer des définitions conceptuelles plus répandues.

Aléas climatiques : Menaces éventuelles plus ou moins prévisibles et liées au climat pouvant causer des pertes humaines, des blessures, et des dommages aux biens et à l'environnement. Les chaleurs extrêmes, les inondations ou les feux de forêt en sont des exemples.

Appréciation des risques : Méthode d'évaluation des risques conjuguant la vraisemblance des aléas climatiques pour différents horizons temporels et leurs conséquences potentielles au niveau social, environnemental ou économique.

Capacité d'adaptation : Capacité des municipalités à mettre en place des efforts ou des mesures d'adaptation pour diminuer un risque climatique, considérant les ressources disponibles et les mesures déjà en place.

Centile : Valeur en statistique qui divise un ensemble de données triées en 100 parts égales. Chaque centile représente 1/100 de l'échantillon étudié. Les centiles sont fréquemment employés pour identifier la valeur médiane (le point milieu) ou les valeurs extrêmes d'un ensemble de données, comme le 10e ou le 90e centile.

Coincement côtier : Lorsqu'une barrière physique, comme un mur de protection ou une route, empêche le déplacement des sédiments lors de la hausse du niveau de la mer et provoque le recul de la ligne de côte et la disparition des plages ou des marais côtiers.

Conséquence : Atteinte ou dommage pour les systèmes naturels et humains découlant d'un impact potentiel d'un aléa climatique.

Effet de bout : Phénomène d'érosion accrue en aval de structure de protections des berges (murs, enrochements).

Exposition : Paramètre utilisé dans la méthodologie déployée qui réfère à la superposition géographique d'un aléa climatique, par exemple une zone à risque de glissement de terrain, et des composantes du système concernées par l'impact au sein d'une municipalité.

Horizon temporel : Période temporelle utilisée pour l'appréciation des risques climatiques.

Impact : Effet direct d'un aléa climatique sur l'environnement humain ou naturel, pouvant ensuite entraîner des conséquences au niveau social, environnemental ou économique.

Indicateur climatique : Mesure ou paramètre utilisé pour observer, évaluer et suivre l'évolution des conditions climatiques sur une période donnée. Il caractérise le climat à un endroit donné ou illustre les effets du changement climatique.

Indice Forêt-Météo : Méthode de calcul canadienne basée sur des indices d'humidité des combustibles et des informations sur les conditions météorologiques pour estimer le risque et le comportement potentiel des feux de forêt.

Risque : Possibilité de dommages résultant des interactions entre des aléas climatiques, et la vulnérabilité des systèmes humains et écologiques. Les résultats incluent des impacts sur la vie, la santé, les moyens de subsistance, les biens, les infrastructures et les écosystèmes, et peuvent évoluer avec les changements socioéconomiques et les décisions humaines.

Sensibilité : Caractérise l'ampleur des conséquences ressenties par une municipalité face à un impact potentiel des aléas climatiques, selon si elle serait faiblement ou fortement affectée par cet impact.

Scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (GES) : Projections qui estiment l'évolution future des émissions de GES et d'aérosols et qui servent à évaluer l'impact des émissions sur le climat et à guider les décisions en matière de politique climatique et de réduction des émissions. Plusieurs générations de scénarios existent, les plus récentes étant les *Trajectoires communes d'évolution socioéconomique* (SSP), qui remplacent les anciens *Profils représentatifs d'évolution de concentration* (RCP).

Seuil critique : Point critique d'un aléa climatique au-delà duquel des changements importants, voire irréversibles, peuvent se produire dans un système considéré (économique, social, technologique ou environnemental).

Vraisemblance : Probabilité ou plausibilité de la manifestation d'un aléa climatique, basé sur des modèles climatiques et des données historiques. Cette probabilité peut s'exprimer de façon qualitative ou quantitative.

Vulnérabilité : Propension ou prédisposition des personnes et des systèmes, qu'ils soient naturels ou humains, à subir des dommages en raison d'un aléa climatique. Celle-ci dépend de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation d'une municipalité face à un impact potentiel des aléas climatiques.

Certaines définitions du glossaire sont inspirées de celles proposées par les références suivantes :

Ouranos et Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). « Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques - Guide pour les organismes municipaux », 2024.

Field, Christopher B., Vicente R. Barros, et Intergovernmental Panel on Climate Change, éd. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York, NY: Cambridge University Press, 2014.

GIEC, 2021 : Annexe VII – Glossaire [Publié sous la direction de Matthews, J.B.R., V. Möller, R. van Diemen, J.S. Fuglestvedt, V. Masson-Delmotte, C. Méndez, S. Semenov, A. Reisinger]. In 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 [Publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu et B. Zhou], Cambridge University Press.

Brèves définitions des aléas climatiques

Les aléas qui ont fait l'objet d'une analyse approfondie dans le cas de ce portrait climatique sont indiqués en gras, pour plus de détails sur le choix de ces aléas, voir la section suivante p. 13.

> **Un aléa climatique est un phénomène naturel ponctuel qui peut entrainer des conséquences sur les communautés. Les glissements de terrain et les inondations en sont des exemples.**

Augmentation des températures : Augmentation moyenne des températures annuelles et saisonnières selon différents scénarios d'émissions de GES et à différents horizons temporels.

Dégel du pergélisol : Le pergélisol est un sol gelé pendant une période d'au moins deux années consécutives. Le dégel du pergélisol est rencontré dans les régions du nord du Québec et du Canada.

Érosion et submersion côtière : L'érosion est un phénomène naturel qui se caractérise par la perte de matériaux le long des côtes entrainant leur recul. Elle peut être causée par divers facteurs naturels (comme les vagues, les précipitations et le vent) et anthropiques (comme la destruction de la végétation naturelle et l'artificialisation des rives (remblais, murets, etc.)). La submersion côtière est un phénomène naturel qui se caractérise par une inondation de la côte induite de manière graduelle par la hausse du niveau des eaux ou de manière soudaine lors d'évènements météorologiques.

Glissement de terrain : Déplacement et/ou affaissement d'une masse de sols le long d'une zone de rupture. Lorsqu'il y a rupture, les terrains peuvent glisser très rapidement, surtout lorsqu'ils sont saturés en eau. Dans un contexte de changements climatiques, les précipitations abondantes sont l'un des principaux facteurs causant les glissements de terrain.

Feux de forêt : Tout incendie, naturel ou planifié, consommant des combustibles naturels (arbres, branches, broussailles, etc.). Au Québec, la foudre est la première cause de feux de forêt.

Inondations fluviales en eau libre : Phénomène survenant lorsque la quantité d'eau à drainer dépasse la capacité normale des lacs et des rivières à contenir l'eau, ce qui les amène à déborder. Elles peuvent avoir lieu lors des crues printanières générées par la fonte des neiges, par exemple.

Inondations fluviales (embâcles) : Résultat d'une accumulation de glace ou de débris divers (bois, sédiments, etc.) dans un cours d'eau plus étroit. Les glaces et débris retenus créent une sorte de barrage temporaire, faisant déborder l'eau en amont.

Inondations pluviales : Lorsque les précipitations, très abondantes pendant une période réduite, dépassent la capacité d'absorption des sols. Par exemple, lorsque le réseau de drainage ne parvient pas à évacuer le surplus d'eau, les surfaces minéralisées comme les stationnements peuvent être inondées.

Orage : Phénomène météorologique naissant d'une instabilité atmosphérique induite par la rencontre d'une masse d'air chaud et humide et d'une masse d'air froid. Les orages peuvent engendrer fortes rafales, grêlons et pluies abondantes.

Précipitations abondantes et fréquentes (liquides) : Augmentation graduelle des précipitations liquides et de ses effets cumulatifs.

Précipitations abondantes et fréquentes (mixtes) : Pluie verglaçante et verglas. La pluie est dite verglaçante lorsque les gouttes se congèlent au moment de leur arrivée sur le sol ou des objets à la surface. Les phénomènes de pluie verglaçante ont lieu lorsque la couche d'air proche du sol est en dessous de 0 °C et celle juste au-dessus est légèrement au-dessus de 0 °C.

Précipitations abondantes et fréquentes (solides) : Augmentation graduelle des précipitations solides et de leurs effets cumulatifs.

Présence de pollen allergène : Phénomène graduel lié à l'augmentation globale des températures, qui encouragera une saison de croissance plus longue des végétaux et, par conséquent, une saison des allergies plus longues.

Présence de vecteurs de la maladie de Lyme : Présence de la tique à pattes noires *(Ixodes scapularis)* dans une région donnée.

Redoux hivernaux : Évènements hivernaux de gel et de dégel lorsque la température de l'air varie au-dessus de 0 °C sur une période de 24 heures.

Sécheresse : Période anormalement sèche et suffisamment prolongée pour que l'absence de précipitation provoque un déséquilibre hydrologique.

Tempête de neige : Phénomène météorologique intense combinant vents violents (90 km/h et plus) et précipitations abondantes (surtout sous forme de neige).

Tornade : Phénomène météorologique violent se formant à partir de systèmes orageux très intenses. Les tornades sont caractérisées par une rotation de la colonne d'air, engendrant un nuage en entonnoir, qui viendra toucher le sol et créer des dommages.

Vague de chaleur et chaleur extrême : Période d'au moins 3 jours consécutifs lors de laquelle les températures maximales atteignent ou dépassent 30 °C. Cette valeur peut changer en fonction des régions. La chaleur extrême est définie par une température égale ou supérieure à 30 °C combinée à un humidex égal ou supérieur à 40.

Vents violents : Phénomène météorologique où les vents soutenus atteignent ou dépassent 70 km/h sur une période donnée ; ou les rafales atteignent ou dépassent 90 km/h pour une période donnée. Si les vents moyens dépassent le seuil de 89 km/h, l'évènement devient une tempête.

Mise en contexte

Afin de répondre aux exigences du programme *Accélérer la Transition Climatique Locale (ATCL)*, mis en place par le ministère de l'Environnement, de la Lutte aux Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) du Québec, plusieurs aléas climatiques doivent obligatoirement être analysés (voir Tableau 1).

Ce portrait climatique a pour objectif de fournir une vue d'ensemble de l'évolution des aléas climatiques sur le territoire de la MRC.

Tableau 1. Aléas climatiques obligatoires et facultatifs.

OBLIGATOIRES	FACULTATIFS
Vagues de chaleur et chaleur extrême	Redoux hivernaux
Précipitations abondantes/fréquentes (liquides)	Sécheresses
Précipitations abondantes/fréquentes (mixtes)	Tempêtes de neige
Inondations fluviales (eau libre)	
Inondations pluviales	
Glissements de terrain	
Feux de forêt	
Érosion et submersion côtière (estuaire fluvial)	
~~Dégel du pergélisol~~ *(non applicable)*	

Les aléas facultatifs ont été sélectionnés par la MRC et les municipalités lors d'une consultation en ligne en mai 2025 et lors de discussion avec l'équipe de projet.

Ce document contient les éléments méthodologiques permettant d'évaluer la vraisemblance des aléas climatiques en fonction des données du portrait climatique. Le portrait climatique global, suivi d'une fiche par aléa, renseigne sur les paramètres suivants :

- Les indicateurs climatiques utilisés ;
- La source des données consultées et présentées dans la fiche ;
- Le niveau de confiance en la précision des données consultées ;
- Une synthèse de ces données (texte, tableau et/ou graphique), ainsi que l'interprétation des tendances climatiques (augmentation, diminution ou tendance stable) ;
- Les cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa et reprises dans le calcul du risque associé aux impacts potentiels de cet aléa (pour plus de détails se référer à la section MÉTHODOLOGIE p 20.

APERÇU DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ANTICIPÉS

Un **Aléa préoccupant** a une cote de vraisemblance de 5 pour au moins un des horizons temporels et scenarios considérés. Cela signifie qu'il est quasiment certain que les indicateurs qui décrive cet aléa franchiront le seuil critique. Pour plus de détails sur l'estimation de la cote de vraisemblance se référer à la section **MÉTHODOLOGIE p.20.** *Notez que la vraisemblance a uniquement été estimée pour les aléas étudiés en détail.*

Vagues de chaleur et chaleur extrême **Aléa préoccupant**

- **Tendances climatiques** : Actuellement, la température dépasse 30°C seulement 4 jours par an. D'ici 2100, il y aurait entre 19 jours et 33 jours pour lesquels la température dépassera 30°C. Les vagues de chaleur sont présentement extrêmement rares dans la MRC avec un indice de 0,2 vagues de chaleur par année. Les vagues de chaleur vont progressivement devenir plus fréquentes avec entre 1 et 2 vagues de chaleur par an à l'horizon 2050, et 2 à 3 vagues de chaleur par an à l'horizon 2100. Cette augmentation sera ressentie moins fortement en bordure du fleuve et dans le sud de la MRC située plus en altitude.
- **Principaux impacts** : L'augmentation des jours de chaleur extrême peut entrainer une plus grande présence des îlots de chaleur, surtout en milieu urbain. Un tel phénomène peut entrainer des conséquences sur les personnes vulnérables, comme les personnes âgées et les enfants. Les vagues de chaleur et la chaleur extrême peuvent également avoir des conséquences sur l'agriculture et l'élevage avec des risques accrus de mortalité et des pertes de rendement.

Précipitations abondantes et fréquentes (liquides) **Aléa préoccupant**

- **Tendances climatiques** : Annuellement, autour de 130 millimètres de pluie supplémentaires sont attendus à moyen terme (2041-2070), alors qu'à long terme (2071-2100), c'est entre 167 mm à 226 mm de pluie supplémentaire qui devrait tomber, soit une augmentation de 17% à 23 %. Selon le scénario d'émissions modérées à moyen terme, les précipitations annuelles estivales augmenteront légèrement (7%), on s'attend à une forte augmentation des précipitations liquides en hiver (48%), au printemps (17%) et dans une moindre mesure à l'automne (10%).
- **Principaux impacts :** Les pluies intenses et abondantes (sans que l'on parle d'inondations, car cet aléa est traité séparément) pourraient entrainer des surverses, de l'érosion, la saturation des sols en eaux ou de l'infiltration d'eau dans les bâtiments.

Inondations fluviales - eau libre **Aléa préoccupant**

- **Tendances climatiques :** Les crues printanières seront plus hâtives et plus importantes avec une augmentation des débits de 6% à 12% à moyen terme et 8% à 16% à long terme. L'augmentation des débits sera plus importante dans le bassin versant de la rivière Beaurivage, qui a déjà subi 4 inondations majeures ces 20 dernières années.
- **Principaux impacts :** Une augmentation des débits peut engendrer des inondations importantes et endommager les infrastructures bâties, comme les routes et les bâtiments. Un tel évènement peut grandement perturber l'accès aux services essentiels, comme les services d'urgence, et engendrer des coûts importants pour les municipalités.

Inondations fluviales - embâcle

Cet aléa n'est pas analysé en détail.

- **Tendances climatiques :** Les redoux hivernaux, de plus en plus fréquents, modifieront le régime des glaces et augmenteront la variabilité des débits des cours d'eau, notamment en hiver et au printemps. La durée de la période sans dégel, qui est actuellement de 83 jours, serait de 64 jours à l'horizon moyen terme et entre 57 jours et 46 jours selon les scénarios à l'horizon 2100. Ce qui réduirait la période de glaces fluviales. La hausse de la fréquence et de l'amplitude des crues hivernales pourrait accentuer le risque d'inondation par embâcles.
- **Principaux impacts :** Les embâcles causent des inondations plus soudaines que les inondations en eau libre. Les dommages sont souvent plus localisés et peuvent être significatifs pour les communautés résidant à proximité des cours d'eau. Risques pour la sécurité des populations, dégâts matériels, perturbations environnementales et économiques significatives sont tous des conséquences potentielles des inondations par embâcle.

Inondations pluviales **Aléa préoccupant**

- **Tendances climatiques :** La fréquence et l'intensité des précipitations importantes sur une courte durée devraient augmenter au cours des prochaines décennies. Pour l'horizon 2071-2100, la probabilité de précipitations extrêmes serait multipliée par 4 fois selon le scénario d'émission de GES modéré et par 10 avec le scénario d'émission de GES très élevé. Le maximum des précipitations en 24h devrait augmenter de 7 mm à l'horizon moyen terme et de 10 mm à l'horizon long terme. Il est important de prendre en considération que les projections sont des valeurs médianes. Par exemple, pour la période actuelle, la valeur du maximum journalier est de 57 mm, sur cette même période des épisodes beaucoup plus intenses ont été mesurés en 1999 (86 mm), en 2003 (77 mm) et en 2005 (96 mm).
- **Principaux impacts :** Une augmentation du risque d'inondation touchera surtout les surfaces imperméables, comme les stationnements et les routes. Les surverses et les refoulements d'égout pourraient également se produire plus régulièrement. Cela risque d'augmenter les coûts de gestion et d'entretien des infrastructures pour les municipalités. Cela pourrait également accélérer significativement l'érosion des terres agricoles et l'érosion côtière.

Redoux hivernaux

- **Tendances climatiques :** La période avec un risque de gel sera plus courte mais avec plus d'évènements de gel-dégel. Le nombre de jours avec des évènements de gel-dégel devrait augmenter de 9 jours à l'horizon 2050 et entre 13 jours et 17 jours à l'horizon 2100. En parallèle, la saison sans gel devrait s'allonger de 2 semaines supplémentaires à l'horizon 2050 et de 3 à 4 semaines additionnelles pour l'horizon 2100. À moyen terme, la durée de la période avec un couvert continu de neige devrait réduire de 25 jours.
- **Principaux impacts :** Une plus grande fréquence des redoux hivernaux risque d'endommager une grande variété d'infrastructures, comme les routes, les ponceaux et les bâtiments. Une telle tendance pourrait significativement augmenter les coûts d'entretien pour les municipalités. Il est également possible que le couvert de neige s'installe plus tard et fonde plus rapidement, instaurant une certaine instabilité pour la saison hivernale.

Glissement de terrain

- **Tendances climatiques :** Les modifications au régime hydrique, comme l'augmentation des quantités et de la fréquence de précipitations liquides, la diminution des précipitations neigeuses et l'augmentation des cycles de gel-dégel, contribueront à l'augmentation de l'instabilité des sols. Certaines zones de glissement ont été répertoriées ponctuellement mais le ministère des Transports n'a pas cartographié systématiquement de Zones potentiellement exposées aux glissements de terrain (ZPEGT) dans la MRC.
- **Principaux impacts :** Les glissements de terrain peuvent engendrer des conséquences dévastatrices sur les milieux habités, voire causer des décès. Ils peuvent gravement endommager les infrastructures bâties, comme les bâtiments, les routes et les ponts, ce qui peut entrainer des perturbations majeures dans les transports et dans les services publics.

Feux de forêt Aléa préoccupant

- **Tendances climatiques :** La saison des feux devrait s'allonger d'environ 2 semaines à court terme, 3 à 4 semaines à moyen terme, et de près d'un mois à un mois et demi d'ici 2100. Le risque d'incendie est accentué lors de sécheresses ou d'orages avec de la foudre et des vents violents. Les principales zones à risque se situent dans la zone forestière centrée sur la municipalité de Saint-Gilles, la forêt de la Seigneurie de Lotbinière et les boisés adjacents.
- **Principaux impacts :** Les impacts des feux de forêt sont nombreux; destruction d'infrastructures et dommages majeurs aux écosystèmes, dégradation de la qualité de l'air qui causent problèmes de santé respiratoires et cardiovasculaires, surtout chez les personnes vulnérables ; déplacements et évacuation de communautés.

Sécheresse Aléa préoccupant

- **Tendances climatiques :** Bien que les précipitations moyennes estivales futures seront supérieures à la période actuelle, les températures estivales vont beaucoup augmenter, entrainant une aggravation probable des déficits hydriques. Les périodes d'étiages (niveau minimal des cours d'eau) seront plus longues et plus sévères pendant les saisons estivales et automnales.
- **Principaux impacts :** Les conséquences des sécheresses se feront ressentir sur les milieux naturels et agricoles, en plus d'affecter les débits hydriques, notamment la recharge des eaux souterraines. Cette réalité sera davantage ressentie dans les territoires agricoles.

Précipitations abondantes et fréquentes mixtes (verglas)

- **Tendances climatiques :** Le nombre d'heures annuelles de pluie verglaçante devrait baisser de 15% à 24% (soit 6h à 9h de moins par an) dès l'horizon moyen terme. Cependant, les indicateurs de pluie verglaçante de longue durée et d'accumulation de glace importante (>1cm) demeurent similaire à la période actuelle.
- **Principaux impacts :** En raison du niveau de confiance faible dans ces indicateurs et de la gravité des impacts sur le réseau électrique et les routes, il est impératif de demeurer préparé pour de telles intempéries.

Précipitations abondantes et fréquentes (solides)

Cet aléa n'est pas analysé en détail.

- **Tendances climatiques :** Le cumul des précipitations solides sous forme de neige diminuera de 10% à 20% à l'horizon 2100.
- **Principaux impacts :** La diminution du cumul de précipitations hivernales sous forme de neige ne signifie pas une diminution des tempêtes de neige. La diminution du manteau neigeux implique un risque accru de sécheresses printanières ainsi que des impacts l'agriculture avec une diminution de la survie hivernale des plantes pérennes.

Tempêtes de neige

- **Tendances climatiques :** L'augmentation des températures permet une augmentation de l'humidité de l'atmosphère qui pourrait engendrer des précipitations neigeuses importantes en hiver. Les chutes de neige devraient être moins fréquentes, mais survenir sous forme de tempêtes avec un cumul important pendant une courte période. Les tempêtes de neige pourraient gagner en intensité et en fréquence au cours des prochaines décennies, malgré la diminution du cumul des chutes de neige totales.
- **Principaux impacts :** Une tempête de neige peut causer des dommages significatifs sur les infrastructures (ex. : engendrer des effondrements de toit, endommager le réseau électrique et causer des pannes d'électricité, etc.). Le réseau routier peut être grandement perturbé, entrainant des coupures de route et parfois des accidents.

Érosion et submersion côtière Aléa préoccupant

- **Tendances climatiques :** Selon le scénario d'émissions très élevé, l'augmentation du niveau des eaux affecte modérément les côtes de l'estuaire du Saint-Laurent avec une augmentation de 16 cm à l'horizon 2070 et de 33 cm à l'horizon 2100 pour la MRC. L'érosion des rives a été cartographiée, mais son évolution n'est pas modélisée. Les effets cumulés des principaux aléas climatiques qui affecteront la MRC contribuent à l'accélération de l'érosion côtière sur près de la moitié des rives de la MRC.
- **Principaux impacts :** Le recul du trait de côte en raison de l'érosion peut causer la destruction d'infrastructure ou de milieux naturels et la submersion d'infrastructure proche de la côte en raison de l'augmentation du niveau de l'eau. Ce recul peut être accentué par des infrastructures humaines qui influencent les courants : le coincement côtier survient lorsqu'un mur ou une route bloque le recul des sédiments vers l'intérieur des terres et peut causer la disparition complète d'une plage ou d'un marais maritime. L'effet de bout se produit lorsque l'érosion est accentuée en aval d'une structure de protection (mur, enrochement).

Tornades, vents violents et orages

Ces aléas ne sont pas analysés en détail.

La grande complexité des évènements météorologiques extrêmes, comme les orages violents, les tornades et les vents violents, les rend très difficiles à modéliser. À l'heure actuelle, les modélisations climatiques ne peuvent établir de tendance claire sur ces aléas.

- **Tendances climatiques :** La fréquence et l'intensité des évènements météorologiques devraient augmenter au cours des prochaines décennies.
- **Principaux impacts :** De tels phénomènes causent typiquement des dégâts majeurs sur les infrastructures ; dommages importants aux bâtiments, aux arbres et au réseau de transport d'électricité et menacer la sécurité des personnes.

Présence de vecteurs de la maladie de Lyme

Cet aléa n'est pas analysé en détail.

- **Tendances climatiques :** L'augmentation des températures permet la migration des tiques porteuses de la maladie de Lyme vers de nouvelles zones. Les températures plus clémentes, notamment en hiver et au printemps, augmente leur survie et leur permettent d'être actives sur une plus longue période.
- **Principaux impacts :** Le risque principal est une propagation plus importante de la maladie de Lyme, qui peut avoir des impacts importants sur la santé des personnes affectées. Des problèmes chroniques peuvent s'ensuivre.

Présence de pollen allergène

Cet aléa n'est pas analysé en détail.

- **Tendances climatiques :** L'augmentation des températures risque de prolonger la saison de croissance des plantes allergènes. Les températures plus élevées favorisent également la migration de certaines espèces vers le nord.
- **Principaux impacts :** Les allergies peuvent avoir un impact significatif sur la qualité de vie et sur le bien-être des personnes affectées. Les activités quotidiennes et la productivité peuvent être limitées.

RÉSUMÉ DES CHANGEMENTS PASSÉS ET FUTURS

Changements saisonniers anticipés sur le territoire de la MRC

L'un des principaux changements pour la MRC sera les chaleurs extrêmes et les vagues de chaleur qui deviendront de plus en plus fréquents. Les projections climatiques permettent également d'anticiper une aggravation de certains aléas qui affectent déjà la MRC comme les précipitations abondantes et les inondations d'une part, et les sécheresses et le risque d'incendie d'autre part. Les aléas hivernaux comme les tempêtes de neige, le verglas et les redoux continueront d'affecter la MRC avec une intensité comparable ou plus élevée dans les décennies à venir. Ces différents aléas pourront déstabiliser les sites vulnérables aux glissements de terrain et à l'érosion côtière. Bien que difficiles à modéliser, les évènements météorologiques extrêmes pourront se produire à toutes les saisons.

Tableau 2. Synthèse des changements saisonniers

Hiver	Les hivers seront plus doux et humides avec moins de neige en moyenne et une augmentation des redoux, des précipitations sous forme de pluie et des grosses tempêtes de neige.
Printemps	Les printemps seront plus précoces souvent plus pluvieux avec un risque d'inondation fluviales ou par embâcle accru et plus tôt dans la saison. Certaines années plus sèches auront un risque accru de sécheresse et de feux de forêt en raison des températures plus élevées.
Été	Les étés seront plus chauds avec 10 à 30 jours qui dépasseront 30°C et une augmentation des vagues de chaleur. L'augmentation des températures causera un déficit hydrique en dépit d'une légère augmentation des précipitations et une augmentation des risques de sécheresses et d'incendies.
Automne	Les automnes seront aussi plus chauds et légèrement plus pluvieux avec un risque accru d'inondations. Les conditions estivales se prolongeront plus longtemps avec des premiers gels plus tardifs.

Portrait climatique passé

Une revue de presse des aléas climatiques survenus dans la MRC de Lotbinière au cours des 25 dernières années permet d'illustrer l'intensité et la fréquence de ces aléas et servir de référence pour mieux appréhender l'ampleur des aléas futurs.

La MRC de Lotbinière est régulièrement frappée par des inondations fluviales et par embâcles, particulièrement dans le bassin versant de la rivière Beaurivage. Bien que ces inondations soient principalement printanières, des crues importantes ont également lieu pendant la période estivale, comme en témoignent les inondations du mois d'août 2011 lorsque 100 résidences ont été évacuées, principalement à Saint-Patrice-de-Beaurivage, en raison du débordement de plusieurs rivières. Les inondations ont engendré des coupures de routes, des évacuations et des coûts importants pour les bâtiments inondés.

Des orages, des vents violents et même parfois des tornades ont fait régulièrement la Une de la presse. Le niveau de dégâts est variable. Il est principalement causé par des chutes d'arbre qui affectent les réseaux électriques et routiers mais peuvent parfois avoir des conséquences plus graves, comme ce fut le cas à Saint-Antoine-de-Tilly en juin 2023 lorsqu'un arbre, tombé sur des fils à haute tension, a provoqué un incendie.

Les tempêtes de neige créent régulièrement des conditions de circulation difficiles et parfois des accidents, comme ce fut le cas en mars 2025, et des pannes de courant, comme celle de février 2024, qui peuvent affecter une proportion significative des habitant.e.s de la MRC.

Portrait climatique actuel et futur

La section suivante présente un tableau sommaire du portrait climatique de la MRC pour la période de référence actuelle (1991-2020), à l'horizon moyen terme (2041-2070), et l'horizon long terme (2071-2100) pour un ensemble d'indicateurs caractérisant la température et les précipitations (**Tableau 3**). Ce portrait climatique a été compilé à l'aide des données des portraits climatiques d'Ouranos[1]. Pour chaque variable climatique, les résultats sont comparés selon les différents horizons temporels et les scénarios d'émission de GES modérés (SSP2-4.5) et élevés (SSP3-7.0).

Tableau 3. Résumé des normales climatiques de la MRC.

Les saisons sont définies de la manière suivante : hiver (décembre, janvier, février), printemps (mars, avril, mai), été (juin, juillet, août) et automne (septembre, octobre, novembre). Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre les moyennes de température projetées pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

VARIABLES CLIMATIQUES	INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
				SCÉNARIO MODÉRÉ (SSP2-4.5)	SCÉNARIO ÉLEVÉ (SSP3-7.0)	SCÉNARIO MODÉRÉ (SSP2-4.5)	SCÉNARIO ÉLEVÉ (SSP3-7.0)
Températures (°C)	Moyenne des températures annuelles	↗	5,2	7,3 (+2,1)	7,7 (+2,5)	8,2 (+3,0)	9,4 (+4,2)
	Moyenne des températures hivernales	↗	-8,8	-6,1 (+2,7)	-5,3 (+3,5)	-4,7 (+4,1)	-3,1 (+5,7)
	Moyenne des températures printanières	↗	3,4	5,4 (+2,0)	5,7 (+2,3)	6,2 (+2,8)	7,6 (+4,3)
	Moyenne des températures estivales	↗	18,6	20,5 (+1,9)	20,8 (+2,2)	21,1 (+2,5)	22,5 (+3,9)
	Moyenne des températures automnales	↗	7,2	9,0 (+1,8)	9,3 (+2,1)	10,0 (+2,8)	11,2 (+3,9)
	Nombre annuel de jours > 30°C	↗	4,3	14,5 (+10,2)	16,2 (+11,9)	19,1 (+14,8)	33,3 (+29,0)
	Nombre d'évènements de vagues de chaleur	↗	0,2	1,3 (+1,0)	1,4 (+1,2)	1,8 (+1,6)	3,4 (+3,2)
Redoux hivernaux (jours)	Nombre d'évènements de gel-dégel en hiver	↗	21,4	30,4 (+8,9)	30,4 (+8,9)	34,0 (+12,6)	37,7 (+16,2)
	Durée de la saison sans gel	↗	181	194 (+13)	197 (+16)	200 (+19)	212 (+31)
Précipitations (mm)	Total des neiges annuelles	↘	309	289 (-20)	295 (-14)	275 (-34)	243 (-66)
	Total des neiges hivernales	± ↘	225	215 (-10)	233 (+8)	206 (-19)	196 (-29)
	Total des pluies annuelles	↗	966	1101 (+135)	1089 (+123)	1134 (+168)	1192 (+226)
	Total des pluies hivernales	↗	87	129 (+42)	126 (+39)	144 (+57)	184 (+97)
	Total des pluies printanières	↗	234	275 (+41)	272 (+38)	285 (+51)	308 (+74)
	Total des pluies estivales	↗↘	352	377 (+25)	369 (+17)	373 (+21)	364 (+12)
	Total des pluies automnales	↗	297	333 (+36)	319 (+22)	373 (+77)	334 (+37)
	Maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours	↗ =	84	94 (+10)	96 (+12)	97 (+13)	96 (+12)

MÉTHODOLOGIE

Les aléas climatiques traités dans le cadre de cette démarche ont été sélectionnés lors d'un sondage transmis par la MRC aux municipalités afin de répondre aux exigences du MELCCFP et identifier les aléas les plus préoccupants pour les municipalités. Pour mieux décrire les aléas, il est nécessaire d'utiliser des indicateurs climatiques.

> **Un indicateur climatique est une mesure ou un paramètre utilisé pour observer, évaluer et suivre l'évolution des conditions climatiques sur une période donnée. Par exemple, le nombre annuel d'épisodes de pluie verglaçante de longue durée (supérieur à 6 h) peut être un indicateur à utiliser pour évaluer le risque associé au verglas.**

Les indicateurs climatique sont généralement issus de modèles à grandeur du Québec comme les données issues du portrait climatique d'Ouranos[1], du Canada[2] ou des études de cas régionales[3]. Leur résolution spatiale est définie par les données disponibles et les modèles utilisés. Lors de l'élaboration du présent portrait nous avons utilisé les données climatiques disponibles pour la MRC de Lotbinière avec la meilleure résolution spatiale et la plus grande robustesse pour chaque aléa.

Horizons temporels et scénarios d'émissions de gaz à effets de serre

Pour chacun des aléas climatiques analysés, des données ont été collectées pour caractériser le climat passé et actuel, à titre de référence. Pour le climat actuel, la période de référence 1991-2020 est privilégiée. Deux horizons de climat futur sont considérés : 2041-2070 (moyen terme) ; et 2071-2100 (long terme). Pour chacun de ces horizons temporels, deux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (GES) sont analysés: émissions modérées et émissions élevées. Les différents scénarios et les projections peuvent être sujets à changement en fonction de la disponibilité des données.

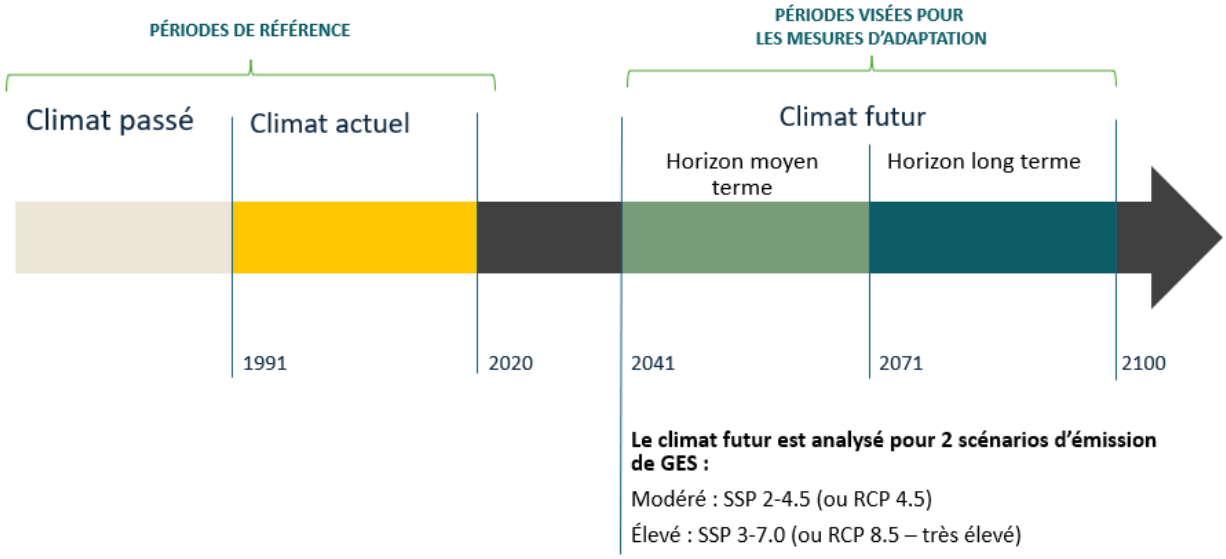

Figure 1. Périodes et scénarios d'émission de GES utilisés pour la collecte de données climatiques. Cela permet de caractériser le climat passé, actuel et futur pour les aléas à l'étude.

Les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (GES) constituent des projections qui estiment l'évolution future des émissions de GES et d'aérosols et qui servent à évaluer l'impact des émissions sur le climat et à guider les décisions en matière de politique climatique et de réduction des émissions. Plusieurs générations de scénarios existent, les plus récents étant les *Trajectoires communes d'évolution socioéconomique* (SSP, de l'anglais *Shared Socio-economic Pathway*), qui remplacent les anciens *Profils représentatifs d'évolution de concentration* (RCP, pour *Representative Concentration Pathways*).

Estimation de la cote de vraisemblance des aléas climatiques

Afin d'estimer si un aléa climatique va engendrer un risque sur le territoire dans le futur, une échelle de vraisemblance est utilisée. Cette échelle est présentée au Tableau 4. Elle permet de faire une estimation de l'occurrence de l'aléa ou de l'évaluation de sa probabilité à franchir un seuil critique. Le seuil critique est le moment charnière où la mesure d'adaptation actuellement en place n'est plus efficace et que le système a dépassé sa capacité d'absorber l'aléa. Au-dessus du seuil, le risque de subir des dommages est important.

Tableau 4. Échelles d'évaluation de la vraisemblance des aléas climatiques. Adaptées de Ouranos et MELCCFP, 2024[4]; Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019[5]; ainsi que d'une échelle d'intensité et durée proposée par les experts locaux du CIUSSS du Saguenay – Lac-Saint-Jean.

ÉCHELLE	***TRÈS IMPROBABLE***	***IMPROBABLE***	***PROBABLE***	***TRÈS PROBABLE***	***PRESQUE CERTAIN***
	1	***2***	***3***	***4***	***5***
Seuil critique[1]	Il est presque certain que l'aléa ne franchira pas le seuil critique.	Il est improbable que l'aléa franchisse le seuil critique.	Il est tout aussi probable que l'aléa franchisse le seuil critique que non.	Il est probable que l'aléa franchisse le seuil critique.	Il est quasiment certain que l'aléa franchira le seuil critique.
Qualitative	L'aléa pourrait se produire dans des circonstances exceptionnelles.	L'aléa pourrait se produire parfois.	L'aléa se produira parfois.	L'aléa se produira probablement dans la majorité des cas.	L'aléa est attendu souvent ou dans la majorité des cas.
Intensité et durée	L'intensité et la durée de l'aléa sont susceptibles de diminuer.	L'intensité et la durée de l'aléa sont susceptibles de rester les mêmes.	L'intensité et la durée de l'aléa sont susceptibles d'augmenter légèrement.	L'intensité et la durée de l'aléa sont susceptibles d'augmenter modérément.	L'intensité et la durée de l'aléa sont susceptibles d'augmenter de manière significative.

[1] Le seuil critique correspond au 90e centile de la distribution de valeurs pour la période actuelle.

Le seuil critique est défini à l'aide du 90e centile de la période précédente. Par exemple, pour la période actuelle, on établit le seuil critique en se fiant à la distribution de valeurs de la période passée, soit le 90e centile référant aux évènements extrêmes (**Figure 2**). Puis, on évalue la probabilité que cet aléa dépasse le seuil critique en se basant sur la distribution des valeurs pour la période actuelle. Pour les périodes futures, ce seuil critique est établi à partir du 90e centile de la période précédente. Cela permet de tenir compte de la capacité d'adaptation progressive d'une période à l'autre, considérant que nous nous adaptons progressivement aux évènements plus fréquents ou habituels, mais que les conséquences seront plus importantes lors d'évènements plus rares et correspondant au 90e centile, selon le GIEC[6].

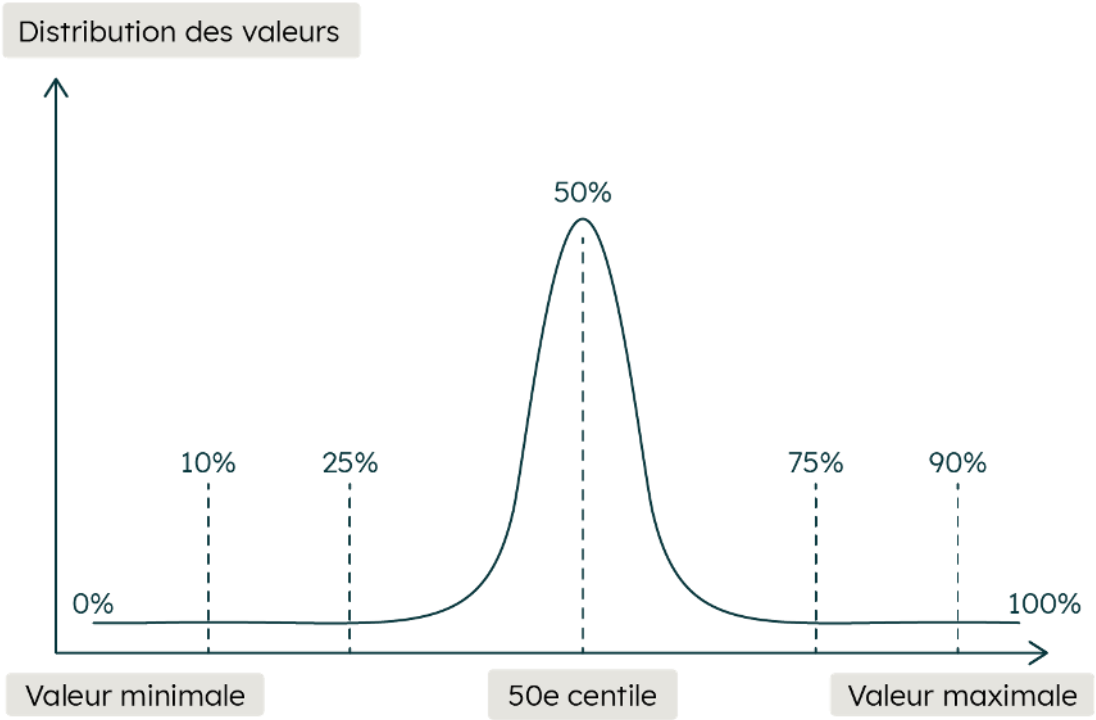

Figure 2. Représentation schématique de la distribution du rang centile d'une plage de données. Les 10e et 90e centiles représentent les valeurs extrêmes de la distribution. Le 50e centile (médiane) représente 50 % de la distribution.

Parfois, il n'est pas possible d'établir la vraisemblance d'un aléa climatique à l'aide d'un seuil critique. C'est notamment le cas pour l'érosion côtière. En effet, à l'heure actuelle, les avancées scientifiques ne permettent pas l'établissement de projections climatiques sous la forme de modélisation. Pour autant, les scientifiques s'attendent à ce que ces aléas augmentent dans le temps, tant en intensité qu'en durée[7]. C'est pourquoi deux autres échelles d'évaluation n'impliquant pas de seuil critique ont été établies, soit une échelle qualitative et une échelle d'intensité et de durée (Tableau 4).

FICHES TECHNIQUES DES ALÉAS CLIMATIQUES

Cette partie détaille de façon précise les aléas climatiques traités dans l'analyse de risques.

VAGUES DE CHALEUR ET CHALEUR EXTRÊME

INDICATEURS	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Nombre de vagues de chaleur • Nombre de jours très chauds, supérieurs à 30 °C	Portrait climatique[1]	Élevé

Synthèse des données consultées

Une vague de chaleur est une période d'au moins 3 jours consécutifs pendant laquelle les températures journalières minimales et maximales dépassent des valeurs seuils recommandées par l'INSPQ pour la région, soit respectivement, 18°C et 31°C[8]. Les vagues de chaleur sont présentement extrêmement rares dans la MRC avec un indice de 0,2 vagues de chaleur par année pour la période actuelle. Les vagues de chaleur vont progressivement devenir une réalité de plus en plus présente avec entre 1 et 2 vagues de chaleur par été à l'horizon 2050 et 2 à 3 vagues de chaleur à l'horizon 2100 selon les scénarios d'émissions modérées ou élevées (**Tableau 5**). En parallèle le nombre total de jours très chaud va fortement augmenter (**Figure 3**, **Figure 4**). D'ici 2100, il y aurait 19 jours à 33 jours où la température sera supérieure à 30°C comparé à seulement 4 jours actuellement (**Tableau 5**). Cette augmentation sera ressentie moins fortement en bordure du fleuve et dans le sud de la MRC située plus en altitude (**Figure 4**).

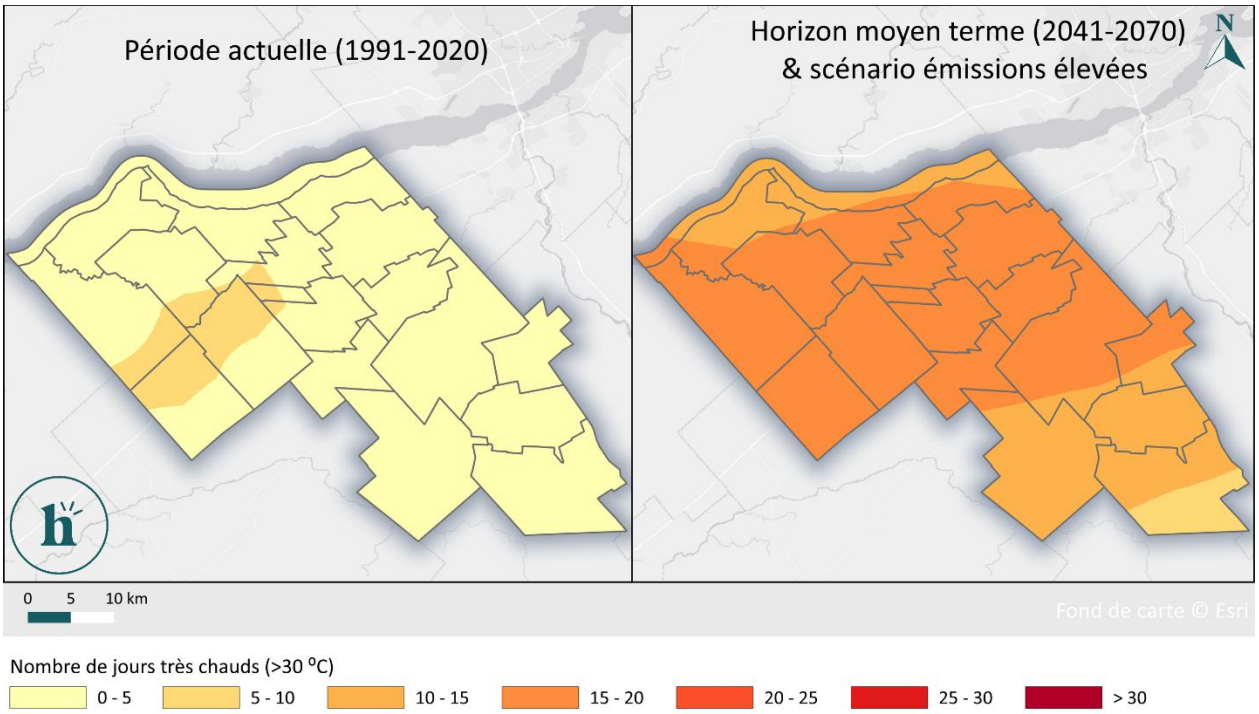

Figure 3. Nombre de jours très chauds lorsque la température dépasse 30°C.

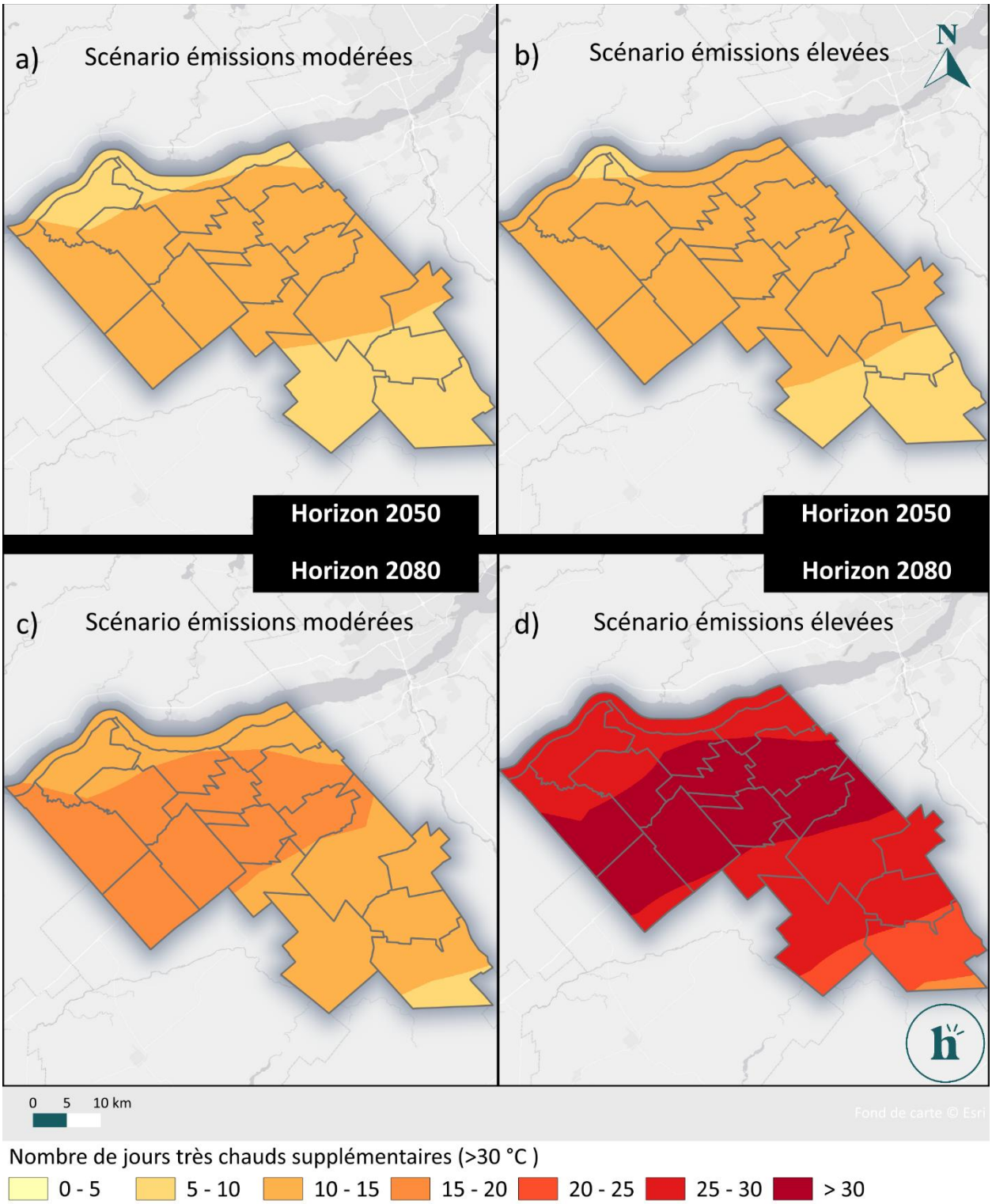

Figure 4. Nombre de jours très chauds additionnels selon les scénarios et l'horizon temporel.

Tableau 5. Nombre moyen d'évènements de vagues de chaleur et nombre moyen de jours très chauds (supérieurs à 30 °C), ainsi que les 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951-1980	ACTUEL 1991–2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
Nombre de vagues de chaleur[1]	↗	0,1 10e : 0,0 90e : 0,2	0,2 10e : 0,1 90e : 0,4	1,3 (+1,0)[2] 10e : 0,7 90e : 2,8	1,4 (+1,2) 10e : 0,7 90e : 2,0	1,8 (+1,6) 10e : 1,1 90e : 3,5	3,4 (+3,2) 10e : 2,0 90e : 4,4
Nombre de jours très chauds Seuil critique de 4,8 jours	↗	2 10e : 1,5 90e : 3,2	4,3 10e : 3,9 90e : 4,8	14,5 (+10,2) 10e : 9,3 90e : 23,6	16,2 (+11,9) 10e : 9,9 90e : 26,0	19,1 (+14,8) 10e : 12,3 90e : 35,5	33,3 (+29,0) 10e : 19,5 90e : 55,1

[1] Le seuil critique étant non significatif, nous avons utilisé l'échelle de vraisemblance intensité et durée.
[2] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre le nombre de jours projeté pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

Tableau 6. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Vagues de chaleur et chaleur extrême.*

ACTUEL 1991–2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
2	**4**	**4**	**4**	**5**

PRÉCIPITATIONS ABONDANTES/FRÉQUENTES LIQUIDES

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Total des précipitations liquides annuelles et saisonnières	Portrait climatique[1]	Modéré

Synthèse des données consultées

Le cumul des précipitations liquides est amené à augmenter de 14% à 23% dans le futur. Ce sera de 167 mm à 226 mm de pluie supplémentaires qui tomberont annuellement d'ici 2100, selon le scénario d'émissions de GES considéré (**Tableau 7**). La différence la plus marquante sera en hiver avec une augmentation de 50% des précipitations sous forme liquides à l'horizon moyen terme. Une augmentation attendue de près de 20% des précipitations printanières à l'horizon moyen terme est à surveiller en raison du risque d'inondations pluviales. L'été est la saison la plus pluvieuse pour la MRC, pour autant, la quantité totale de précipitations reçues sera similaire avec une augmentation inférieure à 7% pour l'ensemble des scénarios. De même, en automne, les modèles estiment une augmentation des précipitations autour de 10% à moins par rapport au climat actuel.

Tableau 7. Médiane des précipitations liquides annuelles et saisonnières totales (en mm), et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

SAISON[1]	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951-1980	ACTUEL 1991 –2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
Annuel Seuil critique de 987 mm	↗	934 10e : 883 90e : 966	966 10e : 950 90e : 987	1101 (+135)[2] 10e : 1054 90e : 1170	1089 (+123) 10e : 1043 90e : 1135	1134 (+167) 10e : 1074 90e : 1255	1192 (+226) 10e : 1153 90e : 1297
Hiver Seuil critique de 96 mm	↗	79 10e : 65 90e : 94	87 10e : 79 90e : 96	129 (+42) 10e : 104 90e : 178	126 (+39) 10e : 103 90e : 164	144 (+57) 10e : 123 90e : 202	184 (+98) 10e : 153 90e : 245
Printemps Seuil critique de 242 mm	↗	218 10e : 202 90e : 241	231 10e : 222 90e : 242	275 (+44) 10e : 244 90e : 301	272 (+41) 10e : 254 90e : 292	285 (+54) 10e : 256 90e : 325	308 (+77) 10e : 289 90e : 336
Été Seuil critique de 358 mm	↗=	348 10e : 333 90e : 374	352 10e : 344 90e : 358	377 (+25) 10e : 351 90e : 388	369 (+17) 10e : 347 90e : 406	373 (+21) 10e : 354 90e : 411	364 (+13) 10e : 344 90e : 391
Automne Seuil critique de 306 mm	↗=	280 10e : 267 90e : 293	297 10e : 287 90e : 306	333 (+36) 10e : 299 90e : 361	319 (+21) 10e : 293 90e : 343	320 (+23) 10e : 299 90e : 355	334 (+37) 10e : 324 90e : 385

[1] Les saisons sont définies de la manière suivante : hiver (décembre, janvier, février), printemps (mars, avril, mai), été (juin, juillet, août) et automne (septembre, octobre, novembre).
[2] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre les moyennes de précipitations projetées pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

Tableau 8. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Précipitations abondantes/fréquentes liquides.*

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
3	5	5	5	5

INONDATIONS FLUVIALES (EAU LIBRE)

INDICATEURS	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Changements relatifs des valeurs médianes des débits moyens annuels • Changements relatifs des valeurs médianes des débits moyens sur la période hiver-printemps et été-automne • Jour d'occurrence moyen du débit journalier maximal sur la période hiver-printemps • Changements relatifs de débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 et 100 ans hiver-printemps • Changements relatifs de débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 et 100 ans été-automne	Atlas hydroclimatique[9]	Modéré

Synthèse des données consultées

L'absence de variation significative des débits moyens annuels masque des différences saisonnières importantes. En accord avec les changements attendus pour les précipitations, les débits moyens à l'hiver et aux printemps devraient augmenter entre 4% et 6% à court terme, 6%-12% à moyen terme et 8-16% à long terme selon les scénarios d'émissions de GES. A contrario, les débits pour les saisons été et automne devraient diminuer dans des proportions similaires, de 3% à court terme, 7% à moyen terme et entre 7% et 16% à long terme (**Tableau 9**).

Malgré ces différences en apparence faibles, les récurrences de crues de 20 ans et de 100 ans (crues extrêmes) pourraient augmenter, particulièrement durant la période été/automne mais il y a une absence de consensus des projections pour ces indicateurs (**Tableau 9**).

Les projections indiquent une avancée rapide du jour de l'année où se produira la pointe de crue, c'est-à-dire le jour de l'année pendant lequel la valeur maximale de débit est observée lors d'une crue. Ce décalage serait d'une semaine à court terme, de deux semaines à moyen terme et de deux à quatre semaines à long terme (**Tableau 9**).

En conclusion, les crues printanières seront plus hâtives et plus importantes. La modélisation des évènements extrêmes qui aggravent les crues n'est pas suffisamment robuste pour obtenir un consensus sur la vraisemblance, il est donc préférable d'anticiper une augmentation possible, particulièrement dans les bassins versants déjà sensibles aux inondations.

Les données sont basées sur la modélisation des débits de la rivière Chaudière, du ruisseau Beaudet, de la rivière du Chêne, de la petite rivière du Chêne et la rivière Bécancour.

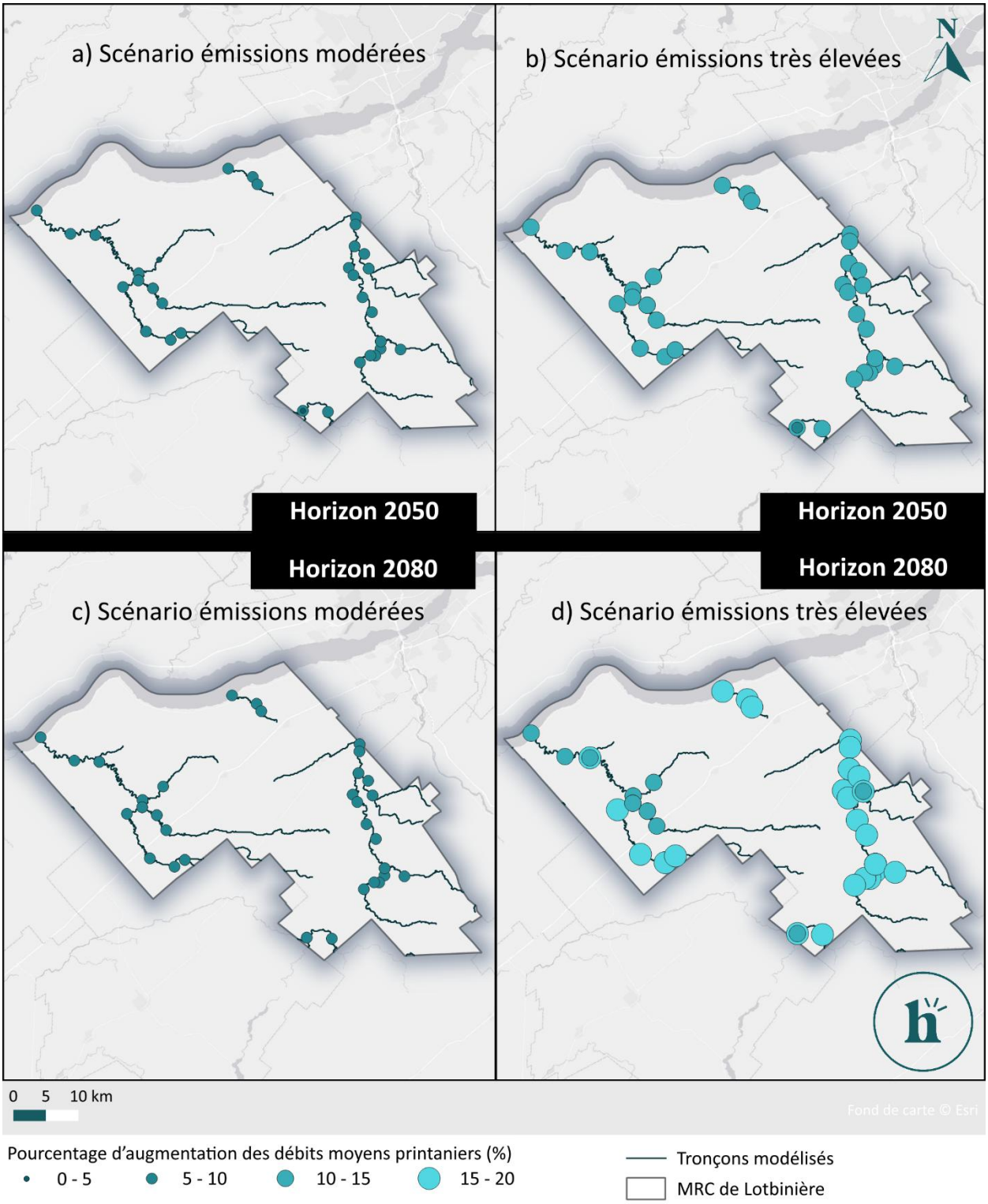

Figure 5. Localisation des tronçons des cours d'eau considérés pour le portrait climatique et augmentation (en %) des débits moyens printaniers.

Tableau 9. Changement relatif (%) des valeurs médianes de débits moyens annuels, saisonniers et du jour d'occurrence moyen du débit maximal printanier (ou pointe de crue) par rapport à la période historique de 1981-2010, ainsi que les 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	HORIZON ACTUEL ET COURT TERME 2011–2040		HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
		MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
Changement relatif du débit annuel moyen	→ Absence de consensus	1,1 10e : 0,9 90e : 1,3	2,1 10e : 2,0 90e : 2,3	-0,2 10e : -0,5 90e : 0,3	3,2 10e : 2,9 90e : 3,4	1,1 10e : 0,9 90e : 1,8	1,5 10e : 1,1 90e : 1,9
Changement relatif du débit hiver-printemps moyen	↗ Augmentation très probable	4,3 10e : 3,7 90e : 4,8	5,5 10e : 4,9 90e : 6,0	6,3 10e : 5,1 90e : 7,2	11,9 10e : 10,6 90e : 12,9	8,2 10e : 7,6 90e : 9,4	15,5 10e : 14,0 90e : 17,0
Changement relatif du débit été-automne moyen	↘ Diminution probable	-4 10e : -4,6 90e : -3,3	-2 10e : -2,4 90e : -1,5	-6,1 10e : -6,4 90e : -5,3	-7,8 10e : -8,5 90e : -7,2	-6,8 10e : -7,2 90e : -6,3	-15,8 10e : -16,6 90e : -14,7
Changement relatif du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans hiver-printemps	→ Absence de consensus	2,8 10e : 1,3 90e : 3,6	2,3 10e : 1,6 90e : 3,7	4,4 10e : 2,4 90e : 6,2	4,3 10e : 3,1 90e : 5,9	2,9 10e : 1,8 90e : 4,6	2,5 10e : 0,7 90e : 6,0
Changement relatif du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans été-automne	→ Absence de consensus	0,6 10e : -1,0 90e : 2,6	-0,8 10e : -2,4 90e : 2,2	4,6 10e : 3,2 90e : 5,9	12,1 10e : 8,8 90e : 16,3	6,3 10e : 3,2 90e : 8,4	20,5 10e : 17,7 90e : 24,0
Changement relatif de débit journalier maximal annuel de récurrence de 100 ans hiver-printemps	→ Absence de consensus	4,5 10e : 2,8 90e : 5,7	3 10e : 1,7 90e : 3,8	8 10e : 5,1 90e : 11,1	5,8 10e : 4,2 90e : 7,9	3,4 10e : 1,7 90e : 5,1	6,1 10e : 3,3 90e : 9,3
Changement relatif de débit journalier maximal annuel de récurrence de 100 ans été-automne	→ Absence de consensus	-0,4 10e : -1,9 90e : 2,5	-1 10e : -3,9 90e : 1,8	5,1 10e : 3,4 90e : 8,2	15,1 10e : 12,2 90e : 19,2	6,3 10e : 2,9 90e : 9,2	23,5 10e : 19,2 90e : 29,6
Jour d'occurrence du débit journalier maximal sur la période hiver-printemps	↘ Avancée très probable	-7 10e : -8,0 90e : -6,0	-5 10e : -6,0 90e : -4,0	-10 10e : -11,0 90e : -9,0	-15 10e : -16,0 90e : -14,0	-17 10e : -18,0 90e : -16,0	-28 10e : -29,3 90e : -27,0

Tableau 10. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Inondations fluviales (eau libre).*

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8,5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
3	3	4	4	5

INONDATIONS PLUVIALES

INDICATEURS	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Nombre annuel de jours de précipitations > 20 mm • Quantité maximale de précipitation durant 1 jour • Courbes IDF (intensité-durée-fréquence)	Portrait climatique[1] DonneesClimatiques.ca[2]	Élevé

Synthèse des données consultées

Les projections indiquent que les évènements de précipitations élevées devraient augmenter dans le futur, jusqu'à 5 jours de plus avec un cumul supérieur à 20 mm de pluie en 24h et une augmentation de 10 mm de pluie de plus en 24 h pour l'horizon 2100 (**Tableau 11**). Cependant, les indicateurs, tels que le nombre annuel de jours de précipitations supérieur à 20 mm et la quantité maximale de précipitation durant 1 jour sous-estiment souvent la sévérité des évènements de précipitation extrême comparée aux précipitations mesurées par les stations météorologiques, comme les courbes IDF. Cette sous-estimation est due à l'effet de lissage des données régionales via la réanalyse des données, au calcul d'une moyenne spatiale sur 30 ans et à la difficulté de modéliser la variabilité naturelle des précipitations extrêmes. Par exemple, pour la période actuelle, tandis que le modèle indique un maximum de 57 mm en une journée, des maximas de 86 mm en 1999, 77 mm en 2003 et 96 mm en 2005 ont été observés.

La fréquence et l'intensité des précipitations intenses de courte durée devraient augmenter dans le temps[10], favorisant les refoulements des canalisations municipales, le ruissèlement urbain des surfaces imperméables, comme l'asphalte et de la surcharge des systèmes d'évacuation des eaux pluviales, ce qui va entrainer une augmentation des risques d'inondations pluviales. Les courbes IDF de la station météorologique de Saint-Flavien montrent une augmentation importante de l'intensité des précipitations en mm/h au cours du temps. La récurrence des évènements extrêmes va augmenter. Par exemple, un évènement exceptionnel de 47 mm/h qui se passait une fois aux 100 ans (1 % de chance d'arriver chaque année), va devenir 4 fois plus probable avec une récurrence de 25 ans, pour l'horizon 2071-2100, avec le scénario d'émission de GES modéré et 10 fois plus probable avec une récurrence de 10 ans avec le scénario d'émission de GES très élevé (**Tableau 12**).

Tableau 11. Nombre d'évènements de précipitations abondantes (supérieur à 20 mm de pluie), maximum de précipitation en 24 h, et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951 1980	ACTUEL 1991 2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
Jours avec au moins 20 mm de précipitations Seuil critique de 14 jours	↗	13 10e : 12 90e : 14	14 10e : 13 90e : 14	17 (+3)[1] 10e : 16 90e : 18	16 (+3) 10e : 16 90e : 18	17 (+4) 10e : 16 90e : 18	18 (+5) 10e : 16 90e : 20
Maximum des précipitations en 1 jour Seuil critique de 51 mm	↗	48 10e : 44 90e : 50	47 10e : 45 90e : 51	55 (+8) 10e : 50 90e : 58	53 (+6) 10e : 51 90e : 59	55 (+8) 10e : 50 90e : 60	56 (+10) 10e : 50 90e : 63

[1] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre les moyennes de précipitation projetées pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

Tableau 12. Quantité de précipitations extrêmes (mm/h) moyennes extraite des courbes IDF (intensité-durée-fréquence) de la station météorologique du barrage Angliers et du barrage Témiscamingue pour une durée de 1 h, et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.
Les flèches illustrent un exemple de l'augmentation de la récurrence des précipitations d'une intensité donnée (cellules en bleu) par rapport à la situation actuelle.

STATION DE ST FLAVIEN	PRÉCIPITATIONS (MM/H) SELON LA PÉRIODE DE RÉCURRENCE					
	2 ANS	5 ANS	10 ANS	25 ANS	50 ANS	100 ANS
MODÉRÉES SSP2-4.5						
2011–2040	24 10e : 24 90e : 26	30 10e : 29 90e : 32	34 10e : 33 90e : 37	39 10e : 38 90e : 42	43 10e : 42 90e : 46	47 10e : 46 90e : 50
2041–2070	26 10e : 25 90e : 29	33 10e : 31 90e : 36	37 10e : 35 90e : 41	42 10e : 41 90e : 47	47 10e : 45 90e : 51	51 10e : 48 90e : 55
2071–2100	28 10e : 27 90e : 31	35 10e : 33 90e : 39	40 10e : 38 90e : 44	46 10e : 43 90e : 51	50 10e : 47 90e : 56	54 10e : 51 90e : 61
TRÈS ÉLEVÉES SSP5-8.5						
2011–2040	24 10e : 24 90e : 26	30 10e : 30 90e : 33	34 10e : 34 90e : 37	39 10e : 38 90e : 42	43 10e : 42 90e : 47	47 10e : 46 90e : 50
2041–2070	28 10e : 27 90e : 32	35 10e : 33 90e : 39	40 10e : 38 90e : 45	46 10e : 43 90e : 51	50 10e : 47 90e : 56	54 10e : 52 90e : 61
2071–2100	33 10e : 31 90e : 40	41 10e : 38 90e : 50	47 10e : 44 90e : 57	54 10e : 50 90e : 65	59 10e : 55 90e : 72	64 10e : 60 90e : 78

Tableau 13. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Inondations pluviales.*

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0 SSP5-8.5	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0 SSP5-8.5
3	4	4	5	5

REDOUX HIVERNAUX

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Nombre d'évènements de gel-dégel en hiver • Durée de la saison sans gel • Couvert de neige	Portrait climatique[1]	Élevé

Synthèse des données consultées

Un évènement de gel-dégel survient quand, dans une même journée, la température minimale est inférieure à 0°C et la température maximale est supérieure à 0°C. Le nombre total de jours avec du gel/dégel devrait demeurer autour de 90 jours par année, en revanche, le nombre d'évènements vont fortement augmenter l'hiver pour atteindre 30 jours à l'horizon 2050 et 34 à 36 jours par an pour l'horizon 2100 (**Tableau 14**). En plus des évènements de gel-dégel, la saison sans gel va s'allonger de 2 semaines supplémentaires à l'horizon 2050 et de 3 à 4 semaines additionnelles pour l'horizon 2100 (**Figure 6**).

Le projet portrait des indices de neige au sol (PINS)[11] d'Ouranos projette une réduction de la durée de couvert continu de neige de 25 jours à l'horizon moyen terme (2041-2070) (l'horizon long terme n'est pas disponible). Les données montrent que, pour l'horizon actuel, le couvert continu de neige naturelle au sol se situe de fin novembre à mi-avril. Pour l'horizon moyen terme, le couvert de neige devrait débuter début décembre et terminer la première semaine d'avril. Avec l'augmentation des températures, cette tendance devrait s'accentuer d'ici 2100.

Tableau 14. Nombre d'évènements de gel-dégel en hiver, ainsi que 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs. Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre le nombre de jours projeté pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951-1980	ACTUEL 1991–2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
Évènements de gel-dégel en hiver[1] Seuil critique de 23 jours	↗	18 10e : 16 90e : 23	21 10e : 20 90e : 23	30 (+9)[2] 10e : 24 90e : 34	30 (+9) 10e : 26 90e : 34	34 (+13) 10e : 27 90e : 39	38 (+17) 10e : 31 90e : 41
Durée de la saison sans gel Seuil critique de 185 jours	↗	172 10e : 167 90e : 182	181 10e : 175 90e : 185	194 (+13) 10e : 186 90e : 202	197(+16) 10e : 192 90e : 202	200 (+19) 10e : 192 90e : 207	212 (+31) 10e : 202 90e : 219
Début de la saison sans gel	↘	29 avr 10e : 23 avr 90e : 1 mai	26 avr 10e : 22 avr 90e : 28 avr	19 avr 10e : 15 avr 90e : 24 avr	19 avr 10e : 15 avr 90e : 22 avr	16 avr 10e : 12 avr 90e : 23 avr	9 avr 10e : 7 avr 90e : 19 avr
Fin de la saison sans gel	↗	18 oct 10e : 14 oct 90e : 23 oct	22 oct 10e : 17 oct 90e : 25 oct	28 oct 10e : 24 oct 90e : 3 nov	31 oct 10e : 27 oct 90e : 5 nov	1 nov 10e : 28 oct 90e : 8 nov	7 nov 10e : 1 nov 90e : 12 nov

[1] La saison d'hiver se définit de la manière suivante : décembre, janvier, février.
[2] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre le nombre de jours projeté pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

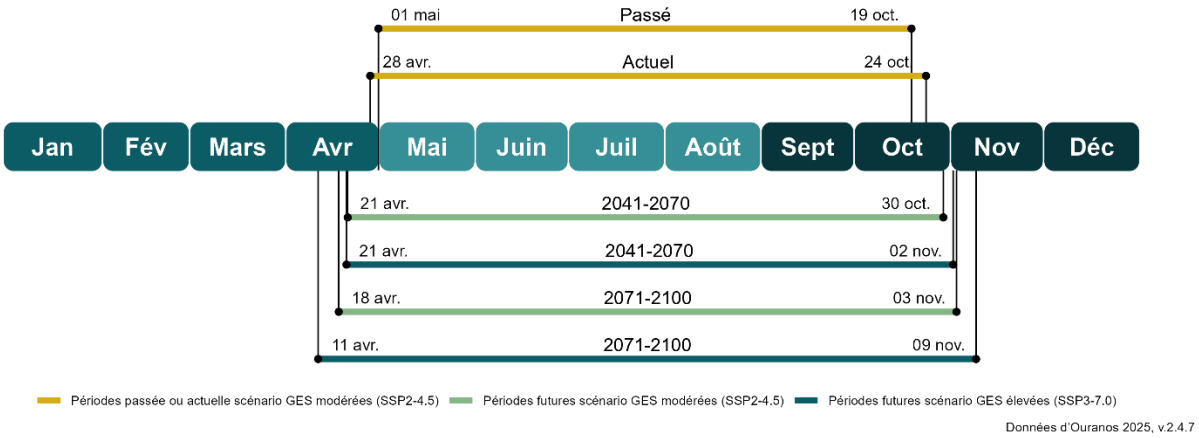

Figure 6. Évolution de la saison sans gel, selon les projections climatiques pour la MRC de Lotbinière.

Tableau 15. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Redoux hivernaux.*

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
3	4	4	4	4

GLISSEMENTS DE TERRAIN

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
aucun	Littérature scientifique Évènement de sécurité publique du Québec[12]	Faible

Synthèse des données consultées

Depuis 2000, 20 évènements de mouvement de terrain ont été recensés sur le territoire de la MRC (**Tableau 16**). Seulement trois d'entre eux ont été considérés avec une sévérité modérée, les autres ont été classés comme ayant une sévérité mineure. Les 3 principales municipalités concernées sont Leclercville, Sainte-Croix et Saint-Antoine-de-Tilly.

Tableau 16. Évènements de mouvement de terrain localisé sur le territoire.

DATE	LOCALISATION	SÉVERITÉ
2024-09-02	Saint-Édouard-de-Lotbinière	Mineure
2021-09-28	Saint-Antoine-de-Tilly	Mineure
2017-04-22	Sainte-Croix	Mineure
2016-10-22	Leclercville	Modérée
2016-10-22	**Val-Alain**	**Modérée**
2015-06-05	Saint-Antoine-de-Tilly	Mineure
2012-11-20	Sainte-Croix	Mineure
2012-04-24	**Saint-Antoine-de-Tilly**	**Modérée**
2011-12-05	Leclercville	Mineure
2011-11-22	Sainte-Croix	Mineure
2011-07-26	Sainte-Emmélie	Mineure
2009-07-03	Sainte-Croix	Mineure
2009-04-22	Leclercville	Mineure
2008-07-16	Sainte-Croix	Mineure
2008-05-09	Saint-Antoine-de-Tilly	Mineure
2008-05-09	Saint-Antoine-de-Tilly	Mineure
2008-05-09	Saint-Antoine-de-Tilly	Mineure
2006-04-06	Leclercville	Mineure
2005-09-25	Sainte-Croix	Mineure
2005-07-14	**Leclercville**	**Modérée**

De façon générale, l'eau joue un rôle déclencheur important dans la mise en place des glissements de terrain[13]. Par conséquent, les aléas suivants seront déterminants dans l'évaluation de la vraisemblance de l'aléa :

- En été et en automne, l'augmentation attendue des précipitations extrêmes et des tempêtes risque d'accroître l'instabilité du sol dans les zones propices aux glissements de terrain.
- En hiver et au printemps, l'augmentation des températures prévues pourrait modifier la forme des précipitations, qui seraient davantage sous forme de pluie que de neige, entrainant une plus grande saturation des sols, les rendant ainsi plus instables.
- Enfin, le fait que les cycles de gel et de dégel devraient se produire plus tôt dans la saison pourrait affecter l'expansion et la contraction du sol, fragilisant ainsi leur stabilité.

Le ministère des Transports n'a pas cartographié de Zone potentiellement exposée aux glissements de terrain (ZPEGT) dans la MRC.

Un processus de glissement a été répertorié sur la berge à Saint-Antoine-de-Tilly, localisé sur les lots 3 631 846 et 3 389 414.

Tableau 17. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Glissement de terrain.*

ACTUEL 1991-2020	**HORIZON MOYEN TERME** 2041-2070		**HORIZON LONG TERME** 2071-2100	
	PAS DE MODÉLISATION	PAS DE MODÉLISATION	PAS DE MODÉLISATION	PAS DE MODÉLISATION
2	3	3	3	3

FEUX DE FORÊT

INDICATEURS	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Indice Forêt-Météo (IFM) élevé, très élevé, ou extrême • Durée de la saison des feux	DonneesClimatiques.ca[14]	Faible

Synthèse des données consultées

La principale zone à risque se situe dans la zone forestière centrée sur la municipalité de Saint-Gilles et la forêt de la Seigneurie de Lotbinière et les boisés adjacents pour laquelle certaines portions sont également classées comme considérables, élevées ou extrêmes. Les zones plus agricoles de la MRC sont moins à risque en raison de l'absence de combustible forestier (**Figure 7**). Ces données sont rendues disponibles par la Direction de la protection des forêts du ministère des Ressources naturelles et des Forêts. Elles représentent le potentiel d'intensité et de propagation des feux de forêt sur le territoire québécois. Cette donnée résulte de l'analyse annuelle de la distribution des combustibles forestiers à une échelle territoriale locale, intégrant les données de la carte écoforestière et les connaissances sur la Méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêt (MCPCI).

D'ici 2100, selon les estimations de risque de feu de forêt évalué par l'indice Forêt-Météo (IFM), le nombre de jours avec risque élevé augmenterait d'une dizaine de jours et le risque très élevé 2 à 4 jours selon le scénario d'émission. La période de la saison des feux (période de l'année où le temps est suffisamment chaud pour engendrer un danger potentiel de feux de forêt), devrait s'allonger d'environ 2 semaines à court terme, 3 à 4 semaines à l'horizon moyen terme, et devrait augmenter de près d'un mois à un mois et demi d'ici 2100 (**Tableau 18**).

Tableau 18. Nombre de jours la composante avec un indice Forêt-Météo (IFM) élevé, très élevé, ou extrême et nombre de jours de la durée de la saison des feux, c'est-à-dire avec le nombre de jours avec danger d'incendie mesurable pendant laquelle les feux de forêt sont susceptibles de se déclencher et de se propager.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1971 2000	HORIZON ACTUEL ET COURT TERME 2011–2040		HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
			MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
Jours avec un IFM élevé	↗	8	11 (+3)[1]	11 (+3)	13 (+5)	15 (+7)	15 (+7)	19 (+11)
Jours avec un IFM très élevé	↗	1	2 (+1)	2 (+1)	2 (+1)	3 (+2)	3 (+2)	5 (+4)
Jours avec un IFM extrême	=	0	0 (+0,1)	0 (+0,1)	0 (+0,1)	0 (+0,2)	0 (+0,2)	1 (+0,6)
Nombre de jours avec un IFM mesurable	↗	190	203 (+13)	205 (+15)	212 (+22)	219 (+29)	217 (+27)	232 (+42)

[1] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre le nombre de jours avec un indice IFM élevé, très élevé, extrême entre les horizons futurs et la période de référence 1971-2000 et le nombre de jours de la durée de la saison des feux entre les horizons futurs et la période de référence 1971-2000.

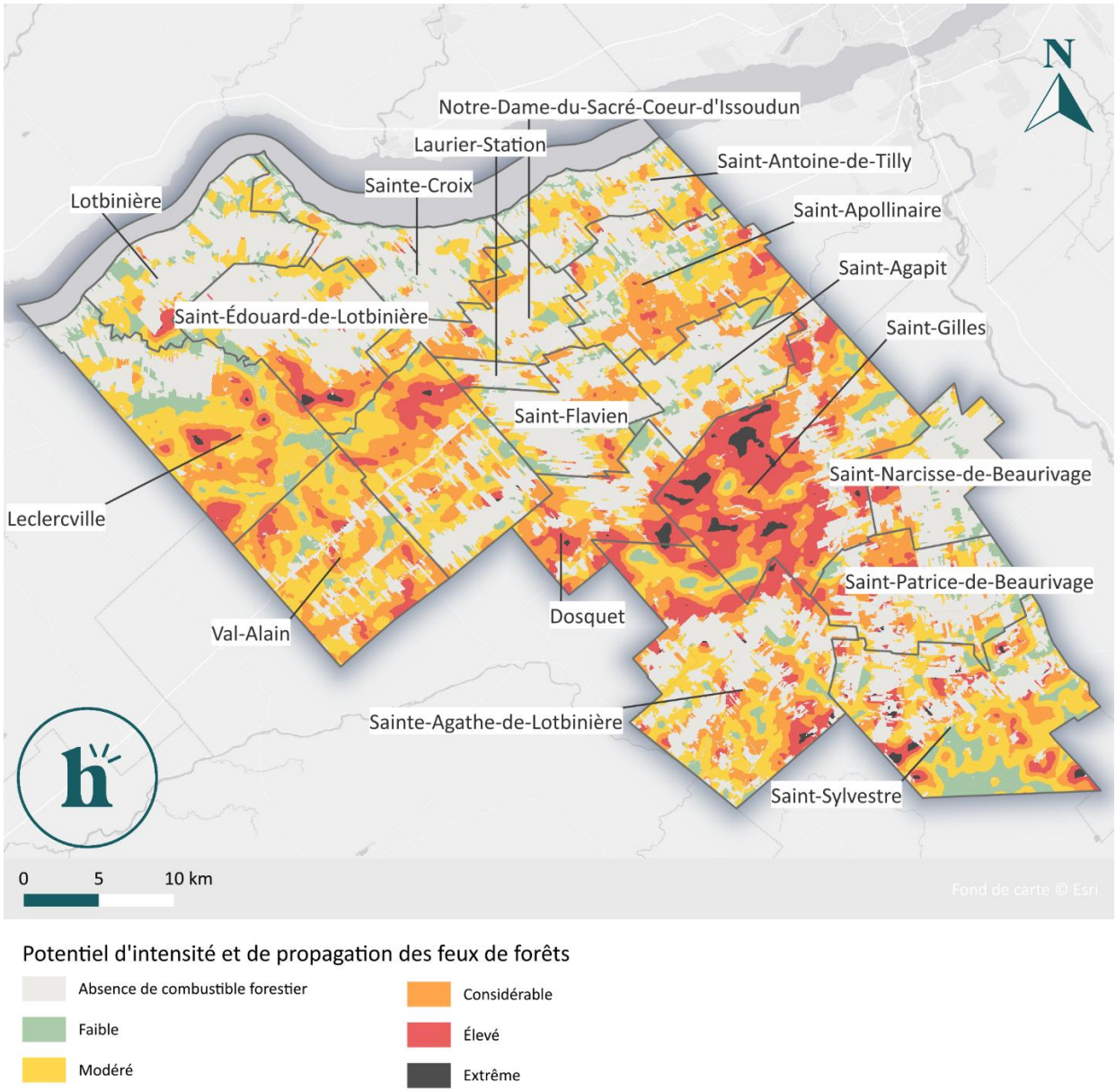

Figure 7. Potentiel d'intensité et de propagation du feu basé sur le paysage actuel, selon les données du ministère des Ressources naturelles et des Forêts[15].

Tableau 19. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Feux de forêt.*

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8,5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
2	3	3	4	5

SÉCHERESSE

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Nombre de séquences sèches, au moins 6 jours sans précipitation (moins de 1 mm par jour) • Nombre de jours sans précipitations (moins de 1 mm par jour)	Portrait climatique[1]	Modéré
• Changement relatif annuel du débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs de récurrence de 2 ans • Changement relatif été-automne du débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs de récurrence de 2 ans • Changement relatif hiver-printemps du débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs de récurrence de 2 ans • Débit moyen sur 30 jours minimal annuel de récurrence de 2 ans • Débit moyen sur 30 jours minimal sur la période été-automne de récurrence de 2 ans • Débit moyen sur 30 jours minimal sur la période hiver-printemps de récurrence de 2 ans	Atlas hydroclimatique[9]	Modéré

Synthèse des données consultées

Les séquences sèches sont définies par une période minimale de 6 jours sans précipitation. Un jour est dit « sans précipitation » lorsque le cumul des précipitations est inférieur à 1 mm en 24h. Selon les prévisions, le nombre de séquences sèches et de jours sans précipitation ne devrait pas changer dans le temps (**Tableau 20**). Cependant, en période estivale, comme la moyenne des températures va fortement augmenter avec le temps (**Tableau 3**), tout comme les épisodes de chaleur extrême (**Tableau 5**), cela entrainera une augmentation de l'évapotranspiration. L'évapotranspiration combine deux processus naturels de déplacement de l'eau vers l'atmosphère, soit l'évaporation de l'eau et la transpiration de la végétation. L'augmentation de l'évapotranspiration aggravera les déficits hydriques (c'est-à-dire la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration). En effet, l'augmentation des précipitations (**Tableau 7**) ne sera pas suffisante pour compenser l'effet de l'augmentation des températures. Selon le plan d'adaptation de l'agriculture de de la Région Chaudière-Appalaches[16], le déficit hydrique estival pourrait ainsi doubler d'ici 2050 en passant de - 41 mm à - 78 mm, ce qui accentuera la gravité des épisodes de sécheresses futures.

Tableau 20. Nombre moyen de séquences sèches (au moins 6 jours avec moins de 1 mm par jour) par année et nombre moyen de jours sans précipitations par année, et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951 1980	ACTUEL 1991 2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
Nombre de séquences sèches Seuil critique de 10 évènements	→	9,4	9,4	9,5 (+0,1)[1]	9,5 (+0,2)	9,4 (-0,0)	9,6 (+0,3)
		10e : 8,5	10e : 8,6	10e : 8,3	10e : 8,9	10e : 8,5	10e : 9,1
		90e : 10,2	90e : 10,2	90e : 10,6	90e : 10,1	90e : 9,9	90e : 10,4
Nombre de jours sans précipitations pendant l'été Seuil critique 56 jours	→	54,6	54,9	55,0 (+0,1)	55,0 (+0,1)	55,5 (+0,6)	56,4 (+1,5)
		10e : 53,4	10e : 54,2	10e : 53,5	10e : 53,1	10e : 53,2	10e : 53,5
		90e : 56,1	90e : 55,6	90e : 57,3	90e : 56,2	90e : 56,0	90e : 57,6

[1] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre le nombre de séquences sèches ou le nombre de jours sans précipitations projetées pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

Les sécheresses affectent également les débits des cours d'eau. Les périodes d'étiages correspondent au niveau minimal des cours d'eau au cours d'une année. Le débit minimal moyen sur 30 jours consécutifs permet de voir si les étiages seront plus longs, alors que le débit moyen sur 7 jours permet de voir si les étiages seront plus sévères. La récurrence de deux ans signifie qu'il s'agit du débit minimal attendu sur une période de deux ans, ce qui représente les habituelles.

Les projections de l'atlas hydroclimatique indiquent que les périodes seront plus longues et plus sévères pendant les saisons estivales et automnales. Cette aggravation se traduit par une diminution probable du débit minimal pour la période été-automne de 26% à 29% à l'horizon moyen terme et de 26% à 50% à l'horizon long terme selon les scénarios d'émissions de GES modérés et élevés respectivement (**Tableau 21**).

Il est important de noter que, selon l'atlas hydroclimatique (2022), le débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs est l'indicateur de référence pour fixer le prélèvement d'eau de surface maximum autorisé par le MELCCFP. Ceux-ci doivent être inférieurs à 15 % du débit d'étiage estival du cours d'eau à l'endroit où le prélèvement d'eau est effectué, selon le règlement sur les habitats fauniques.

Pendant la période hiver-printemps, les débits sont historiquement plus faibles en raison du gel. L'augmentation des précipitations sous forme liquide pendant cette période et la fonte des neiges et des glaces se traduiront par une augmentation très probable des débits minimaux des cours d'eau de 31% à 48% à moyen terme et de 40% à 105% à l'horizon long terme selon les scénarios d'émissions de GES modérés et élevés respectivement (**Tableau 21**). Cette augmentation va de pair avec l'augmentation importante des inondations fluviales printanières.

Tableau 21. Changement relatif (%) des valeurs moyennes des débits d'étiage annuels et saisonniers sur des périodes de 7 jours et 30 jours consécutifs, avec une récurrence de 2 ans, par rapport à la période historique de 1981-2010, ainsi que les 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

INDICATEURS	TENDANCES RÉGIONALES	HORIZON ACTUEL ET COURT TERME 2011–2040		HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
		MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
Changement relatif annuel du débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs de récurrence de 2 ans	↘ Diminution probable	-2,1 10e : -4,6 90e : -1,1	-2,4 10e : -5,6 90e : -0,6	-19,1 10e : -21,7 90e : -10,4	-23,8 10e : -26,6 90e : -14,1	-19,3 10e : -22,0 90e : -10,5	-48,9 10e : -50,8 90e : -28,6
Changement relatif été-automne du débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs de récurrence de 2 ans	↘ Diminution très probable	-8,2 10e : -9,2 90e : -6,5	-9 10e : -10,1 90e : -6,6	-27,7 10e : -29,1 90e : -21,2	-31,8 10e : -33,1 90e : -23,5	-26,7 10e : -28,0 90e : -20,0	-51,6 10e : -53,8 90e : -37,5
Changement relatif hiver-printemps du débit minimal moyen sur 7 jours consécutifs de récurrence de 2 ans	↗ Augmentation très probable	8,5 10e : 7,2 90e : 9,4	11,7 10e : 10,4 90e : 12,6	19,4 10e : 16,1 90e : 21,4	27,2 10e : 22,0 90e : 30,8	25 10e : 20,8 90e : 26,6	52,9 10e : 39,0 90e : 55,7
Changement relatif annuel du débit minimal moyen sur 30 jours consécutifs de récurrence de 2 ans	↘ Diminution probable	-0,6 10e : -1,7 90e : 2,4	0,7 10e : -1,6 90e : 2,7	-10,4 10e : -13,6 90e : -2,4	-17 10e : -18,6 90e : -6,4	-12,8 10e : -15,2 90e : -2,7	-42,1 10e : -44,7 90e : -23,8
Changement relatif été-automne du débit minimal moyen sur 30 jours consécutifs de récurrence de 2 ans	↘ Diminution très probable	-9 10e : -10,0 90e : -7,5	-8,5 10e : -10,0 90e : -7,4	-25,6 10e : -27,1 90e : -22,6	-29,4 10e : -31,4 90e : -25,4	-26,2 10e : -27,9 90e : -23,0	-50,3 10e : -52,7 90e : -40,3
Changement relatif hiver-printemps du débit minimal moyen sur 30 jours consécutifs de récurrence de 2 ans	↗ Augmentation très probable	12,4 10e : 12,0 90e : 13,2	17,3 10e : 15,7 90e : 17,8	31,5 10e : 28,0 90e : 33,0	48,2 10e : 43,9 90e : 51,6	39,9 10e : 35,5 90e : 42,7	105,4 10e : 92,0 90e : 112,8

Tableau 22. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *sécheresse*.

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8,5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
4	5	5	5	5

PRÉCIPITATIONS ABONDANTES/FRÉQUENTES MIXTES (VERGLAS)

INDICATEURS	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Nombre d'heures de pluie verglaçante • Nombre d'épisodes de pluie verglaçante de longue durée • Nombre d'épisodes intenses de pluie verglaçante	Portrait climatique[1]	Faible

Synthèse des données consultées

En raison de l'augmentation des températures, les épisodes de pluie verglaçante seront plus probables au cœur de l'hiver lors de redoux. Cependant, les indicateurs liés aux précipitations abondantes et/ou fréquentes mixtes, telles que le verglas ou la grêle, indiquent une diminution du nombre d'heures de pluie verglaçantes et une absence de changements pour les épisodes de longue durée ou avec une accumulation de glace importante (>1cm) (**Tableau 23**).

En raison du niveau de confiance faible dans ces indicateurs et de la gravité des impacts associés, il est recommandé de demeurer préparé pour de telles intempéries, comme l'occurrence de conditions permettant la pluie verglaçante dans le futur seront similaire à celles qui sont observées pour la période actuelle.

Tableau 23. Nombre moyen d'heures de pluie verglaçante, d'épisodes de pluie verglaçante de longue durée (≥ six heures) et d'épisodes intenses de pluie verglaçante (en jours) attendus par année, ainsi que les 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

INDICATEUR	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951 1980	ACTUEL 1991 2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
Nombre d'heures de pluie verglaçante Seuil critique de 45,6h	↘=	35,7 10e : 30,8 90e : 43,8	38,1 10e : 32,2 90e : 45,6	29,2 (-8,9)[1] 10e : 26,4 90e : 33,1	31,9 (-6,2) 10e : 28,9 90e : 37,5	29,8 (-8,3) 10e : 24,8 90e : 42,8	29,1 (-8,9) 10e : 20,2 90e : 35,4
Épisodes de pluie verglaçante de longue durée Seuil critique de 3,8 évènements	→	2,7 10e : 2,5 90e : 3,3	3 10e : 2,5 90e : 3,8	2,4 (-0,6) 10e : 2,0 90e : 2,5	2,6 (-0,4) 10e : 2,2 90e : 2,9	2,5 (-0,5) 10e : 1,9 90e : 3,2	2,4 (-0,6) 10e : 1,5 90e : 2,6
Épisodes avec au moins 10 mm de pluie verglaçante Seuil critique de 0,6 événements	→	0,2 10e : 0,2 90e : 0,4	0,4 10e : 0,2 90e : 0,6	0,2 (-0,2) 10e : 0,1 90e : 0,3	0,3 (-0,1) 10e : 0,1 90e : 0,4	0,3 (-0,1) 10e : 0,1 90e : 0,5	0,2 (-0,2) 10e : 0,1 90e : 0,4

[1] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre les moyennes de précipitations projetées pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

Tableau 24. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *Précipitations abondantes/fréquentes mixtes.*

ACTUEL 1991–2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
3	3	3	3	3

TEMPÊTES DE NEIGE

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Total des précipitations solides annuelles et saisonnières	Portrait climatique[1]	Modéré
• Nombre d'évènements avec un cumul supérieur à 10% du total des précipitations solides annuelles, • Valeur du 95e percentile de précipitation solide,	McCray et al. (2023)[3]	Faible

Synthèse des données consultées

Le cumul des précipitations solides sous forme de neige diminuera de 10% à 20% à l'horizon 2100 selon les scénarios, cependant, cette diminution est principalement due à une diminution de la neige en automne et au printemps (**Tableau 25**). Actuellement, près de 73% de précipitations sous forme de neige ont lieu en hiver, à moyen terme la quantité totale de précipitations solides pendant l'hiver serait similaire dans le futur avec une légère diminution selon le scénario d'émissions modérées et une légère augmentation selon le scénario d'émission élevé. En effet, l'augmentation des températures signifie également un air plus humide en hiver et donc des précipitations plus importantes sous forme de neige ou de pluie.

Tableau 25. Médiane des précipitations solides annuelles et saisonnières totales (somme de l'équivalent en eau des précipitations solides en mm), et 10e et 90e centiles de la distribution de valeurs.

SAISON[1]	TENDANCES RÉGIONALES	PASSÉ 1951 1980	ACTUEL 1991 2020	HORIZON MOYEN TERME 2041–2070		HORIZON LONG TERME 2071–2100	
				MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0	MODÉRÉES SSP2-4.5	ÉLEVÉES SSP3-7.0
Annuel Seuil critique de 329 mm	↘	341 10e : 302 90e : 365	309 10e : 287 90e : 329	289 (-20)[2] 10e : 223 90e : 333	295 (-14) 10e : 243 90e : 327	275 (-34) 10e : 214 90e : 300	243 (-66) 10e : 202 90e : 285
Hiver Seuil critique de 233 mm	→↘	240 10e : 212 90e : 253	225 10e : 210 90e : 233	215 (-10) 10e : 181 90e : 240	233 (+8) 10e : 199 90e : 242	206(-19) 10e : 172 90e : 227	196 (-29) 10e : 166 90e : 228
Printemps Seuil critique de 70 mm	↘	64 10e : 52 90e : 83	60 10e : 52 90e : 70	50 (-10) 10e : 35 90e : 65	47 (-13) 10e : 32 90e : 62	42 (-18) 10e : 31 90e : 55	33(-27) 10e : 23 90e : 41
Automne Seuil critique de 35 mm	↘	29 10e : 25 90e : 44	26 10e : 22 90e : 35	19 (-7) 10e : 10 90e : 28	16 (-10) 10e : 10 90e : 27	16 (-10) 10e : 10 90e : 23	11 (-15) 10e : 4 90e : 16

[1] Les saisons sont définies de la manière suivante : hiver (décembre, janvier, février), printemps (mars, avril, mai), été (juin, juillet, août) et automne (septembre, octobre, novembre).
[2] Les chiffres entre parenthèses indiquent la différence entre les moyennes de précipitations projetées pour les horizons futurs et les moyennes actuelles.

Les évènements extrêmes, tels que les tempêtes de neige, sont d'autant plus difficiles à modéliser qu'ils sont rares. L'étude de McCray et al. (2023) montre le changement de deux variables permettant d'évaluer l'évolution des évènements extrêmes de chute de neige, soit le 95e centile des chutes de neige quotidiennes (**Figure 8**) et le nombre d'évènements au cours desquels le cumul des chutes de neige dépasse 10 % des précipitations neigeuses annuelles (**Figure 9**). La **Figure 8** montre ainsi l'évolution de la quantité de neige lors des évènements extrêmes alors que la **Figure 9** montre l'évolution du nombre d'évènements extrêmes.

Même si de manière générale, les précipitations neigeuses moyennes à l'année devraient diminuer, selon cette étude, il y aurait une légère augmentation de la quantité de neige lors des évènements extrêmes et une augmentation du nombre de grosses tempêtes avec un cumul supérieur à 10% des précipitations neigeuses annuelles.

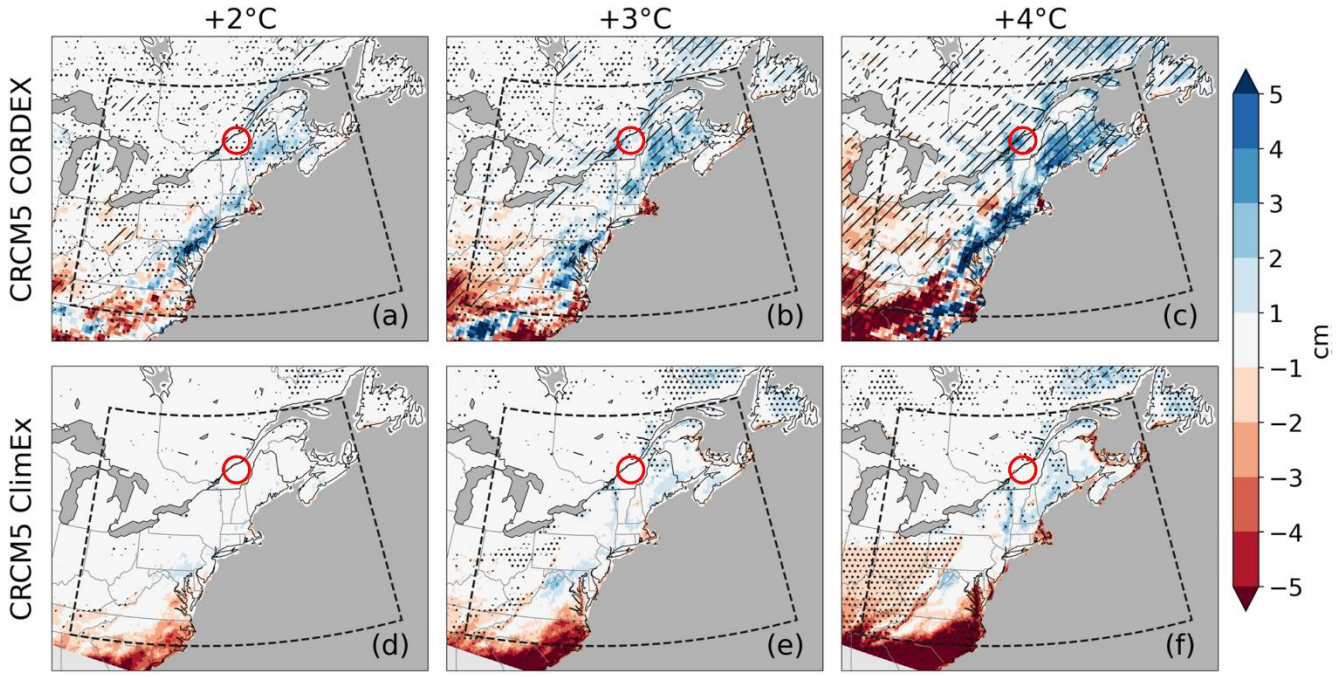

Figure 8. Évolution de la quantité de neige des évènements extrêmes (95e centile) d'ici 2100, par rapport à la période 1980-2009.

En haut de la figure, les degrés +2°C, +3°C et 4°C représentent respectivement les scénarios RCP2.6, 4.5 et 8.5, CRCM5-CORDEX and Cl ClimEx sont les noms des différentes modélisations utilisées. Le cercle rouge représente la MRC de Lotbinière. Les zones en pointillés (respectivement hachurées) sont celles pour lesquelles 75% (respectivement 100%) des simulations concordent. Source : McCray et al., (2023)

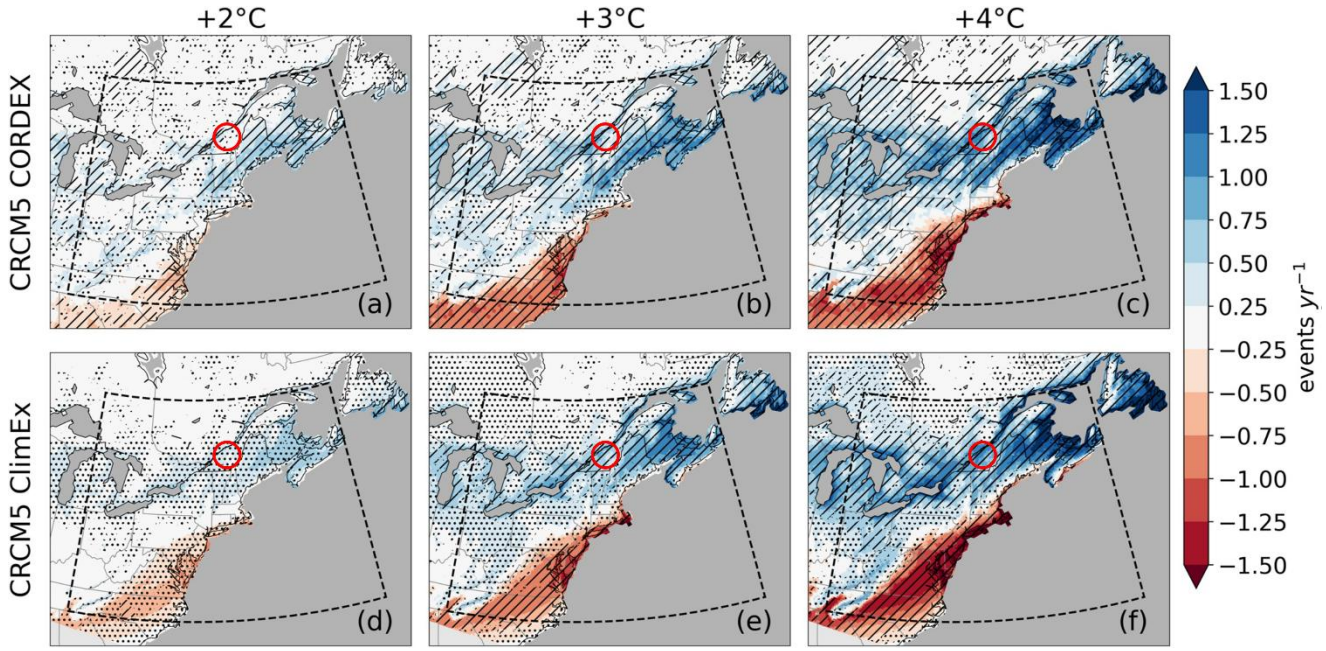

Figure 9. Évolution de la fréquence moyenne des évènements annuels dépassant de 10 % la normale climatique des chutes de neige moyennes tombant en une journée d'ici 2100, par rapport à la période 1980-2009.

En haut de la figure, les degrés +2°C, +3°C et 4°C représentent respectivement les scénarios RCP2.6, 4.5 et 8.5, CRCM5-CORDEX and ClimEx sont les noms des différentes modélisations utilisées. Le cercle rouge représente la MRC de Lotbinière. Source : McCray et al. (2023)

Tableau 26. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *tempête de neige.*

ACTUEL 1991-2020	**HORIZON MOYEN TERME** 2041-2070		**HORIZON LONG TERME** 2071-2100	
	MODÉRÉES RCP 4.5	**TRÈS ÉLEVÉES** RCP 8.5	**MODÉRÉES** RCP 4.5	**TRÈS ÉLEVÉES** RCP 8.5
2	3	3	3	3

ÉROSION CÔTIÈRE

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• État des côtes • État des infrastructures	Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent[17] Littérature scientifique	Élevé

Synthèse des données consultées

L'érosion côtière est un phénomène complexe influencé par des facteurs naturels, géologiques, climatiques, hydrologiques, biotiques et humains. Cet aléa est fortement dépendant de l'ampleur et de la fréquence d'autres aléas climatiques, notamment les inondations, les sécheresses et les évènements météorologiques extrêmes. De manière générale la végétation est un facteur de stabilisation des berges par l'action stabilisatrice de leur réseau racinaire. Les aménagements et les activités humaines influencent la dynamique des berges. Les nombreuses infrastructures (barrages, quais, digues, murs …) modifient localement la direction et la force des courants et l'accumulation de sédiment. Ces infrastructures modifient les dynamiques naturelles des berges et peuvent ralentir ou accélérer l'érosion.

Les données disponibles sont principalement sous forme d'études de cas locales. Un récent audit de la commissaire au développement durable pour l'Assemblée nationale du Québec[18], souligne le manque de gestion intégré, de connaissances et de soutien auprès des municipalités.

Pour la section fluviale du fleuve Saint-Laurent, le projet de caractérisation des berges réalisée par l'Université Laval a décrit les différents processus causant l'érosion côtière et identifié les principaux sites vulnérables à l'érosion le long des rives[19]. Il n'existe pas de modélisation pour l'évolution de l'érosion côtière aux horizons moyens et long terme.

Les sites sensibles répertoriés par l'université Laval sont listés dans le **Tableau 27**. Les berges actives présentent des signes d'érosion apparents, les berges semi-végétalisées présentent des signes d'érosion ponctuels, et les berges stables ne présentent pas de signe d'érosion apparent (**Figure 10**).

Parmi les différents phénomènes à considérer, les principaux sont le coincement côtier lorsqu'une barrière physique, comme un mur de protection ou une route empêche le déplacement des sédiments lors de la hausse du niveau de la mer et provoque le recul de la ligne de côte et la disparition des plages ou des marais côtiers. L'effet de bout opère en aval de structure de protections (murs, enrochements) : les effets du courant et des vagues s'accumulent en aval et accélèrent l'érosion après les structures de protection.

Tableau 27. Liste des sites sensibles à l'érosion côtière.

MUNICIPALITÉ	SITE	PRINCIPALES CAUSES ET IMPACT DE L'ÉROSION
Saint-Antoine - de-Tilly	EF 19	Gel dégel et mouvement gravitaire affectent la falaise rocheuse. Quelques habitations au pied de la falaise,
	EF 20	Effet du batillage et risque de coincement côtier sur le marais maritime en raison du mur de protection
Sainte-Croix	EF 21a	Action du courant et des vagues sur la plage
	EF 21 b	Gel dégel et mouvement gravitaire affectent la falaise rocheuse
	EF 21c	Action de la glace sur le rivage et risque de coincement côtier sur le marais maritime en raison du circuit automobile
	EF 22a	Action de la glace et du batillage sur la plage et le marais,
	EF 22 b	Action de courants forts et de la glace sur le quai (en remblai) complètement endommagé
	EF 22c	Action des vagues et mouvement gravitaire affectent la falaise meuble
	EF 22d	Action des courants et du batillage sur la plage
Lotbinière	EF 23	Gel dégel, mouvement gravitaire et ruissèlement au niveau du drain agricole affectent la falaise rocheuse
	EF 24	Action des courants et du batillage affectent la falaise meuble et le milieu humide au pied de la falaise
	EF 25	Gel dégel et mouvement gravitaire affectent la falaise rocheuse
	EF 26	Action de la glace et des vagues sur le marais maritime
	EF 27	Mouvement gravitaire et ruissèlement au niveau du drain agricole affectent la falaise meuble
Leclercville	EF 28a	Action des courants et de la glace sur un remblai très endommagé
	EF 28 b	Action des courants et risque de coincement côtier sur le marais maritime en raison des aménagements riverains
	EF 29	Enrochement au pied de la falaise meuble est partiellement endommagé, vulnérable à l'action de la glace et des vagues

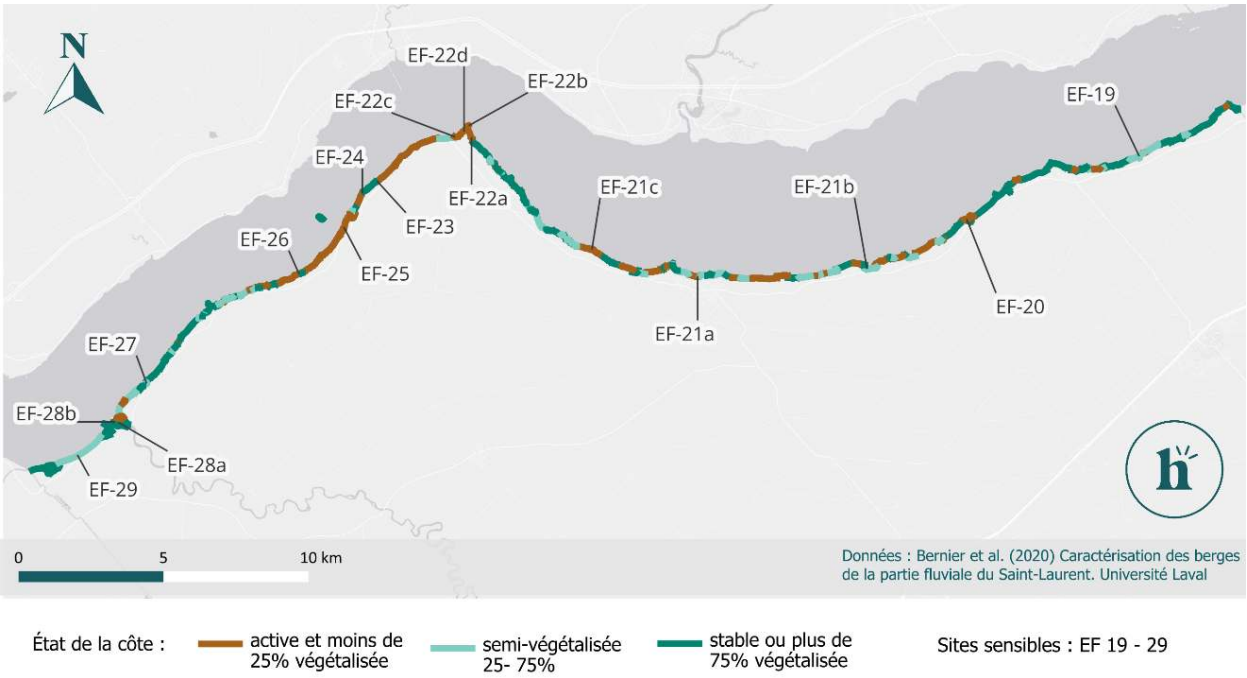

Figure 10. État du littoral du Saint-Laurent au niveau de la MRC de Lotbinière.

Tableau 28. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *érosion côtière.*

ACTUEL 1991-2020	**HORIZON MOYEN TERME** 2041-2070		**HORIZON LONG TERME** 2071-2100	
	PAS DE MODÉLISATION	PAS DE MODÉLISATION	PAS DE MODÉLISATION	PAS DE MODÉLISATION
5	5	5	5	5

SUBMERSION CÔTIÈRE

INDICATEUR	DONNÉES CONSULTÉES	NIVEAU DE CONFIANCE
• Hauteur relative du niveau de la mer	Changement relatif du niveau de la mer[20] Outil canadien d'adaptation aux niveaux d'eau extrêmes[21]	Élevé

Synthèse des données consultées

Le changement relatif du niveau de la mer est un indicateur qui prend en considération l'augmentation globale du niveau de la mer et le mouvement vertical local des terres[22].

Les données utilisées sont issues des projections du modèle CMIP5 en raison d'un problème avec les données signalé par Donneeesclimatiques.ca concernant les projections du modèle le plus récent (CMIP6) dans le fleuve Saint-Laurent. Le modèle CMIP5 estime une augmentation du niveau de la mer par rapport aux conditions de 1986 à 2005.

Pour la période actuelle, les projections indiquent une augmentation de 2 cm par rapport à la période de référence. À l'horizon 2050, les projections indiquent qu'une légère augmentation du niveau de l'eau est attendue pour les rivages de la MRC de Lotbinière de l'ordre de 12 cm (scénario d'émissions modérées) à 15 cm (scénario d'émissions élevées). Pour l'horizon 2080, l'augmentation serait de 21 cm (scénario d'émissions modérées) à 34 cm (scénario d'émissions élevées).

Pour les investissements à long terme qui seraient vulnérables à une augmentation du niveau de la mer, le gouvernement canadien recommande de prendre le 83e percentile du scénario RCP 8,5 d'émissions très élevé. Nous recommandons de consulter les données disponibles et mises à jour pour tout projet d'infrastructures côtières.

L'augmentation de la hauteur des vagues n'est pas modélisée pour l'estuaire fluvial. Cependant, aucun changement n'est attendu pour la hauteur des vagues au point modélisé le plus proche de l'embouchure.

Tableau 29. Cotes de vraisemblance attribuées à l'aléa *submersion côtière.*

ACTUEL 1991-2020	HORIZON MOYEN TERME 2041-2070		HORIZON LONG TERME 2071-2100	
	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5	MODÉRÉES RCP 4.5	TRÈS ÉLEVÉES RCP 8.5
2	3	3	4	4

Références

1. Ouranos. Portrait climatique v.2.4.7. (2024).

2. DonneesClimatiques.ca. Variables climatiques.

3. McCray, C. D. *et al.* Changing Nature of High-Impact Snowfall Events in Eastern North America. *J. Geophys. Res. Atmospheres* **128**, e2023JD038804 (2023).

4. Ouranos & MELCCFP (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs). *Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques - Guide pour les organismes municipaux*. 138 (2024).

5. Ministry of Environment and Climate Change Strategy. *Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia*. (2019).

6. Intergovernmental Panel On Climate Change (Ipcc). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Cambridge University Press, 2023). doi:10.1017/9781009157896.

7. *Rapport sur le climat changeant du Canada*. (Environnement et changement climatique Canada, Gatineau, Québec, 2019).

8. Systèmes d'alerte et de surveillance - Chaleur extrême - Professionnels de la santé - MSSS. https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/sante-environnementale/chaleur-extreme/systemes-d-alerte-et-de-surveillance.

9. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Atlas hydroclimatique. (2022).

10. Bush, E. *et al. Rapport sur le climat changeant du Canada à la lumière de la plus récente évaluation scientifique mondiale*. 42 https://ostrnrcan-dostrncan.canada.ca/handle/1845/266914 (2022) doi:10.4095/327812.

11. Portrait des indices de neige au sol (PINS). *Ouranos* https://www.ouranos.ca/fr/projets-publications/portrait-des-indices-de-neige-au-sol-pins.

12. Ministère de la Sécurité publique. Événements de sécurité civile.

13. Glissements de terrain - Changements projetés. *Ouranos* https://www.ouranos.ca/fr/phenomenes-climatiques/glissements-de-terrain-changements-projetes.

14. DonneesClimatiques.ca. Feux de forêt.

15. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts. Potentiel d'intensité et de propagation des feux de forêt. (2024).

16. Delisle, S. & Delmotte, S. *Plan d'adaptation de l'agriculture de ChaudièreAppalaches Aux Changements Climatiques*. (CDAQ, Projet Agriclimat, 2021).

17. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent et analyse de l'évolution des facteurs hydro-climatiques influençant les aléas d'érosion et d'inondation. (2020).

18. Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale. Audit de la commissaire au développement durable pour l'Assemblée nationale du Québec. (2023).

19. Bernier, J.-F., Chassiot, L., Ouellet, C. & Lajeunesse, P. *Caractérisation Des Berges de La Partie Fluviale Du Saint-Laurent*. 120 (2020).

20. Donneesclimatiques.ca. Changement relatif du niveau de la mer.

21. Blair J.W. Greenan. Outil canadien d'adaptation aux niveaux d'eau extrêmes (OCANEE). Secteur des sciences des écosystèmes et des océans, Pêches et Océans Canada. (2022).

22. DonneesClimatiques.ca. Nouvelles données sur le changement relatif du niveau de la mer et les hauteurs d'élévation. https://donneesclimatiques.ca/donneesclimatiques-ca-nouvelles-donnees-sur-le-changement-relatif-du-niveau-de-la-mer-et-les-hauteurs-delevation/ (2025).

habitat-nature.com

5605, avenue de Gaspé, suite 801, Montréal, H2T 2A4, QC

info@habitat-nature.com | (438) 825-4445