



Portrait climatique

Cadre d'évaluation de la vulnérabilité régionale en matière de santé publique

Préparé par



Centre intégré
de santé et de services
sociaux de Chaudière-
Appalaches

Québec 

CIRUSS

Chaire interdisciplinaire
sur la santé et les services sociaux
pour les populations rurales

UQAR

With support from
Avec l'appui de



Health
Canada

Santé
Canada

Le 29 septembre 2023

Portrait climatique – Cadre d'évaluation de la vulnérabilité régionale en matière de santé publique est une production du Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS) de Chaudière-Appalaches :

363, route Cameron
Sainte-Marie (Québec) G6E 3E2
Téléphone : 418 386-3363

Auteurs :

M^{me} Camille Robitaille-Bérubé, professionnelle de recherche, Chaire interdisciplinaire sur la santé et les services sociaux pour les populations rurales, Université du Québec à Rimouski et Centre de recherche du CISSS de Chaudière-Appalaches
M^{me} Jade Talbot, stagiaire à la maîtrise, Chaire interdisciplinaire sur la santé et les services sociaux pour les populations rurales, Université du Québec à Rimouski et Centre de recherche du CISSS de Chaudière-Appalaches, étudiante à la maîtrise en sciences géographiques à l'Université Laval
M^{me} Lily Lessard, cotitulaire Chaire interdisciplinaire sur la santé et les services sociaux pour les populations rurales, Université du Québec à Rimouski et chercheure Centre de recherche du CISSS de Chaudière-Appalaches

Avec la collaboration de :

M^{me} Émilie Grenier, professionnelle en santé environnementale, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches
M^{me} Pier-Anne Paquet-Gagnon, coordonnatrice professionnelle, équipe de planification, vigie, surveillance et soutien méthodologique, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches
M. Simon Arbour, professionnel en santé environnementale, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches
M^{me} Tamari Langlais, professionnelle de recherche, Chaire interdisciplinaire sur la santé et les services sociaux pour les populations rurales de l'Université du Québec à Rimouski et Centre de recherche du CISSS de Chaudière-Appalaches

Mise en page et révision du texte :

M^{me} Marie-Noëlle Labbé, technicienne en administration, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches
M^{me} Maude Roy, technicienne en administration, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches

Les réviseurs ont été conviés à apporter des commentaires sur la version préfinale de ce rapport et, en conséquence, n'en ont pas révisé ni endossé le contenu final.

Remerciements :

La réalisation de cette évaluation a été rendue possible grâce à la participation financière du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques et de Santé Canada dans le cadre du programme ADAPTATIONSanté.

Nous souhaitons remercier Donneesclimatiques.ca d'avoir fourni une partie des informations climatiques utilisées dans ce document. Donneesclimatiques.ca est le fruit d'un travail de collaboration entre le Consortium sur les impacts climatiques du Pacifique (CICP), Ouranos inc., le Centre climatique des Prairies (CCP), Environnement et changement climatique Canada (ECCC), le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) et Habitat7.

Référence bibliographique suggérée :

Robitaille-Bérubé, C., Talbot, J., Lessard, L. (2023). *Portrait climatique-Cadre d'évaluation de la vulnérabilité régionale en matière de santé publique*. Chaire de recherche sur la santé et services sociaux pour les populations rurales (CIRUSSS) de l'Université du Québec à Rimouski, en collaboration avec la Direction de santé publique Chaudière-Appalaches.

Le présent document est disponible sur le site Internet du CISSS de Chaudière-Appalaches à l'adresse suivante : www.cisssca.com.

Lorsque le contexte l'exige, le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Toute reproduction partielle de ce document est autorisée et conditionnelle à la mention de la source.

© Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches, 2023

Table des matières

Liste des figures	III
Liste des tableaux	VII
Introduction	IX
1. Réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et vagues de chaleur	1
2. Froids, froids extrêmes et vagues de froid	7
3. Pollution atmosphérique	15
4. Feux de végétation	17
5. Pollens allergènes	27
6. Inondations, submersions marines et érosion côtière	29
7. Sécheresse	45
8. Tempêtes et précipitations	48
9. Glissement de terrain et avalanches	50
10. Vecteurs de maladie	56
11. Exposition aux rayons ultraviolets	61
Conclusion	62
Références	64
Annexe 1 - Tableau synthèse des données climatiques en fonction d'une période de référence de 30 ans selon les scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches	69
.....	96

Liste des figures

Figure 1 : Projection du jour le plus chaud en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	1
Figure 2 : Projection du nombre de jours avec une température maximale > 25°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	2
Figure 3 : Projection de la température maximale supérieure à 30°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	3
Figure 4 : Projection du nombre annuel de vagues de chaleur (Tmin >18°C, Tmax >31°C) pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	3
Figure 5 : Projection des nuits tropicales (température minimale > 18°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	4
Figure 6 : Projection des nuits tropicales (température minimale > 20°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	5
Figure 7 : Îlots de chaleur et de fraîcheur en 2015 pour Chaudière-Appalaches.....	6
Figure 8 : Projection du jour le plus froid en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	7
Figure 9 : Projection de la température minimale <-15°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	8
Figure 10 : Projection du nombre de jours avec une température minimale <-25°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	9
Figure 11 : Projection de la température maximale moyenne hivernale pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	10
Figure 12 : Projection de la température minimale moyenne hivernale pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	10
Figure 13 : Projection de la température moyenne hivernale pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	11
Figure 14 : Perte d'endurcissement pour la période de référence 1971 à 2000 en Chaudière-Appalaches.....	12
Figure 15 : Projection de la perte d'endurcissement pour la période de référence de 1971 à 2000 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	13
Figure 16 : Projection du nombre de jours de précipitation > 1 mm en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	17
Figure 17 : Projection du nombre de jours de précipitations > 10 mm en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	18
Figure 18 : Projection du nombre de jours de précipitations > 20 mm en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	18
Figure 19 : Projection du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	19
Figure 20 : Projection des précipitations maximales durant 1 jour en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	20

Figure 21 : Projection du degré-jours de croissance (5°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	21
Figure 22 : Projection du nombre de degrés-jours de croissance (10°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	21
Figure 23 : Projection du cumul précipitation-évapotranspiration entre le 1er mai et le 31 octobre pour la période de référence de 1971 à 2000 selon le RCP 8.5	22
Figure 24 : Projection de l'indice d'humidité climatique pour la période de référence de 1981 à 2010 selon différents scénarios d'émissions	23
Figure 25 : Projection de la longueur de la saison de croissance pour la période de référence de 1971 à 2000 selon le RCP 8.5.....	24
Figure 26 : Projection du nombre de grands feux pour la période de référence de 1981 à 2010 selon différents scénarios d'émissions	25
Figure 27 : Projection de la superficie annuelle brûlée par année par grands feux pour la période de référence de 1981 à 2010 selon différents scénarios d'émissions	26
Figure 28 : Projection du maximum des précipitations cumulées sur cinq jours pour les mois d'avril à septembre pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches	27
Figure 29 : Présence d'herbe à poux au Québec en 2001.....	28
Figure 30 : Projection des précipitations maximales durant un jour en fonction des scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches.....	30
Figure 31 : Projection total annuel des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	30
Figure 32 : Projection totale hivernale des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	31
Figure 33 : Projection totale printanière des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	32
Figure 34 : Projection totale estivale des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	32
Figure 35 : Projection totale automnale des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	33
Figure 36 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	34
Figure 37 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	35
Figure 38 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans à l'été et à l'automne pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	36
Figure 39 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans à l'été et à l'automne pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	37
Figure 40 : Projection du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	38
Figure 41 : Projection du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	39

Figure 42 : Projection du débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	40
Figure 43 : Projection du débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 20 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches.....	41
Figure 44 : Zones inondables en Chaudière-Appalaches en 2018	42
Figure 45 : Historique des événements géomorphologiques de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020	43
Figure 46 : Types de sols en Chaudière-Appalaches	44
Figure 47 : Surveillance des sécheresses en Chaudière-Appalaches, juillet 2020	46
Figure 48 : Projection des cumuls précipitation-évapotranspiration pour la période de référence de 1971 à 2000	47
Figure 49 : Historique des événements de tornades et de vents de tempêtes de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020 ..	49
Figure 50 : Projection du nombre annuel d'événements de gel-dégel pour la période de référence de 1981 et 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches.....	51
Figure 51 : Projection des degrés-jours (base 0°C) en période froide (<-15°C) pour la période de référence de 1971 à 2000	52
Figure 52 : Historique des événements de mouvements de terrain de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020	53
Figure 53 : Zone potentiellement exposée aux glissements de terrain de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020	54
Figure 54 : Projection de l'évolution de la présence de la maladie de Lyme au Québec d'ici 2050	56
Figure 55 : Risque d'acquisition de la maladie de Lyme en Chaudière-Appalaches en 2020.....	58
Figure 56 : Qualité de l'eau (IQBP) des rivières de Chaudière-Appalaches	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Cas d'intoxication au monoxyde de carbone en Chaudière-Appalaches entre 1999 et 2005	14
Tableau 2 : Nombre de jours avec au moins un dépassement de la norme quotidienne du RAA de dioxyde d'azote (106 ppb), particules fines (30 µg/m ³) et d'ozone (82 ppb) de 1998 à 2009 pour Chaudière-Appalaches	16
Tableau 3 : Journées avalancheuses avec mortalité au Québec entre 1825 et 2014.....	55
Tableau 4 : Cas de zoonoses et maladies d'origine infectieuses en Chaudière-Appalaches entre 2007 et 2016	59

Introduction

Pour établir le portrait climatique de Chaudière-Appalaches, les données climatiques et météorologiques historiques et projetées, de même que les mesures d'exposition ont été recueillies. Les principales sources sont: le portail Données climatiques Canada, les portraits climatiques d'Ouranos, l'Atlas agroclimatique du Québec, l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional et Données Québec. Les données météorologiques ou climatiques historiques (1981 à 2010, une période récente de 30 ans est privilégiée pour représenter l'état moyen d'un climat) ainsi que celles projetées (horizon 2041-2070), disponibles pour les scénarios RCP 4.5 (scénarios émissions modérées) et RCP 8.5 (scénarios émissions pessimistes) de 11 aléas climatiques, seront présentés. Le RCP 2.6 n'a pas été retenu puisqu'il suppose une baisse éventuelle des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère au cours du 21^e siècle, ce qui est improbable (Charron, 2016). Ces aléas sont les suivants :

- Réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et vagues de chaleur
- Froids, froids extrêmes et vagues de froid
- Pollution atmosphérique
- Feux de végétation
- Pollens allergènes
- Sécheresses
- Tempêtes et précipitations
- Inondations, submersions marines et érosion côtière
- Glissements de terrain et avalanches
- Vecteurs de maladie
- Exposition aux rayons ultraviolets

Les variables qui seront présentées ne représentent pas nécessairement une liste exhaustive de tous les facteurs qui influenceront le climat futur. D'ailleurs, les données présentées sont sujettes à des limites considérant que la vitesse des vents et l'humidité relative variables qui forment la chaleur ressentie, sont des variables pour lesquelles il n'existe pas de projections régionales. De plus, le climat demeure variable et incertain. La variabilité climatique naturelle demeurera présente même avec les changements climatiques (Charron, 2016). Chaque donnée climatique est abordée en détail et un tableau synthèse est proposé en annexe. Pour chaque variable, des tendances à la hausse, à la baisse ou incertaines seront établies. Les zones sensibles sont celles qui se démarquent le plus dans le sens de l'augmentation de l'aléa. Cependant, cela ne veut pas dire que le reste de la région ne sera pas touché par ces mêmes aléas.

De manière générale, l'aléa peut être progressif ou soudain, influençant la vulnérabilité de certaines populations (MSP, 2008). L'aléa du glissement de terrain et des avalanches, comme celui des tempêtes, sont plutôt soudains tandis que la sécheresse et l'érosion sont progressives. De plus, pour tous les aléas, la localisation des individus joue un rôle non négligeable. En effet, l'emplacement spatial de l'aléa, mais aussi de la population, va influencer l'exposition de ces derniers. Par exemple, les localités côtières ou en zone inondable sont plus à risque de subir des inondations tandis que les citoyens sont plus à risque de subir des vagues de chaleur. « Ainsi, un même territoire peut-il être perçu ou non comme à risque, indépendamment de la réalité objective du danger » (Veyret et Reghezza, 2005, p. 67).

1. Réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et vagues de chaleur

Les conséquences liées à une hausse des températures sur la santé, l'économie et l'environnement des populations seront ressenties dans toutes les régions et dans tous les secteurs d'activité (gouvernement du Canada, 2004). « Les augmentations observées et projetées de la température moyenne au Canada sont environ le double des augmentations correspondantes de la température moyenne mondiale, peu importe le scénario d'émissions » (Zhang et al., 2019, p. 117). L'augmentation de la température est souvent l'aléa le plus utilisé et le plus fiable pour décrire les changements climatiques (MSSS, 2017). Néanmoins, il est nécessaire d'analyser l'information spatialement avec les caractéristiques clés qui l'entourent pour bien comprendre la dynamique de cet aléa. Pour ce premier aléa, qui est le réchauffement moyen, les chaleurs extrêmes et les vagues de chaleur, 11 variables seront utilisées afin d'établir un portrait climatique.

La première variable utilisée est le **jour le plus chaud**, qui correspond à la valeur maximale de température la plus élevée de cette période. Entre 1981 et 2010, le jour le plus chaud variait de 25 à 34°C tandis que pour l'horizon 2040 à 2070, ce jour serait plutôt de 31 à 37°C (RCP 4.5¹) ou de 31 à 38°C (RCP8.5). En prenant le scénario ayant des émissions les plus élevées (RCP 8.5), qui est basé sur l'augmentation constante des concentrations de CO₂ (Charron, 2016), la température du jour le plus chaud pourrait augmenter jusqu'à une dizaine de degrés de plus (figure 1). Cette augmentation se fera surtout sentir en bordure du fleuve Saint-Laurent ainsi qu'au sud de la région.

jour le plus chaud

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

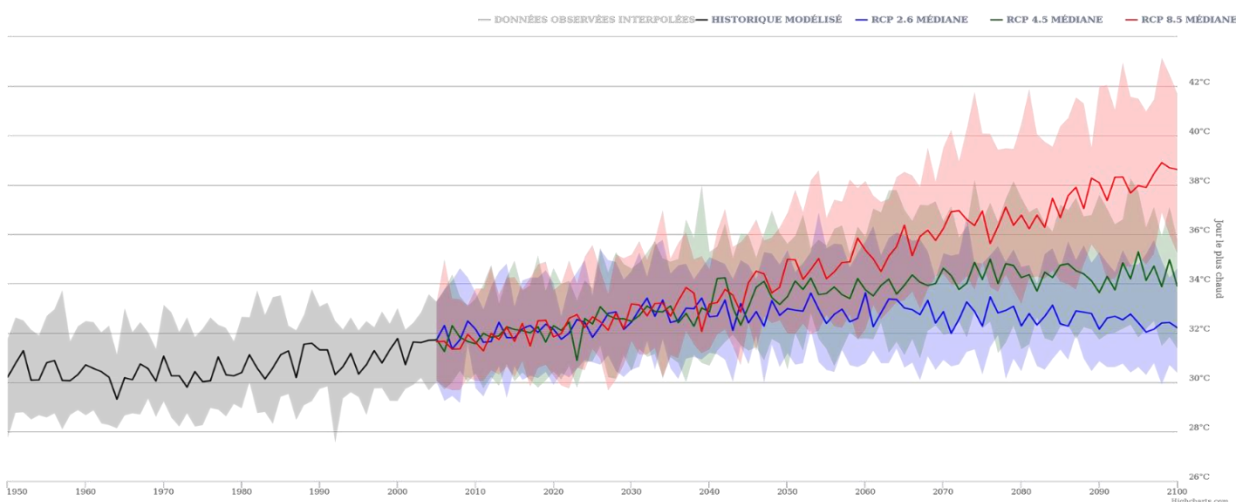


Figure 1 : Projection du jour le plus chaud en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

La deuxième variable retenue pour évaluer l'aléa du réchauffement moyen et des vagues de chaleur est le nombre de jours avec une **température maximale quotidienne supérieur à 25°C** (journées chaudes). Entre 1981 et 2010, il était possible de retrouver de 5 à 50 journées ayant une température moyenne supérieure à 25°C. Pour l'horizon 2041 à 2070, il serait plutôt question de 37 à 39 journées chaudes pour le RCP 4.5 comparativement au scénario RCP 8.5 qui fait référence de 47 à 97 journées chaudes (figure 2). L'augmentation de la température

¹ Les RCP représentent des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre ou « Representative Concentration Pathways ». Ils ont été développés par la communauté scientifique et ils sont nommés selon leur forçage radiatif autour de l'année 2100 (Charron, 2016).

quotidienne pourra surtout être observée à l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent ainsi qu'au sud à partir de Saint-Georges.

Nombre de jours avec une température maximale > 25°C

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

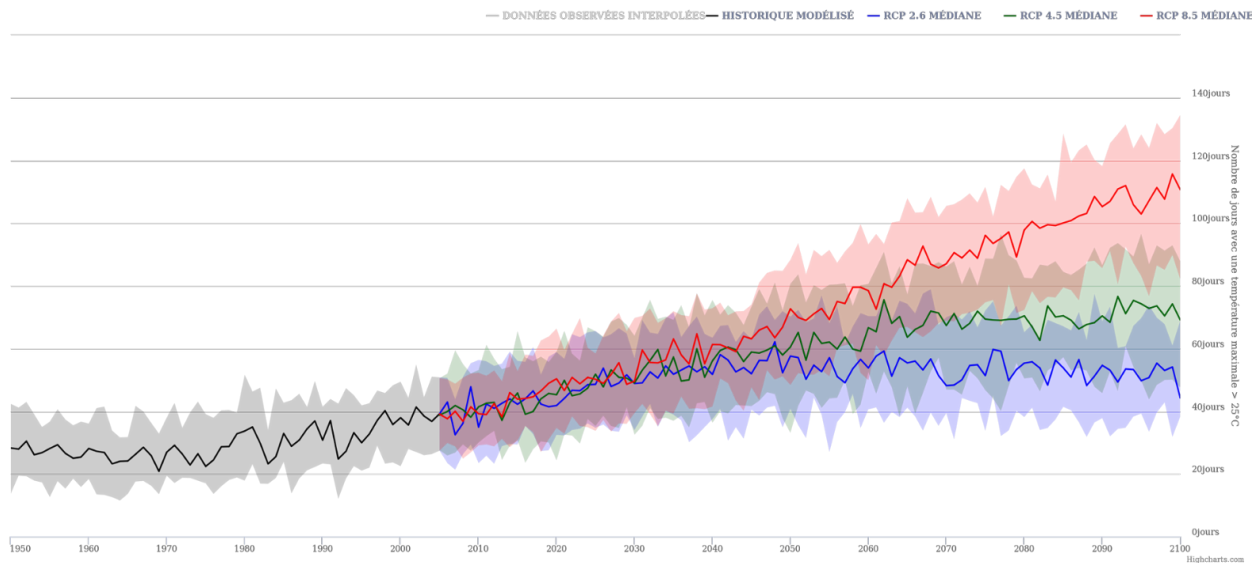


Figure 2 : Projection du nombre de jours avec une température maximale > 25°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

La troisième variable retenue est le nombre de jours avec une **température maximale supérieure à 30°C**, soit des journées considérées de chaleur extrême. Les données historiques de 1981-2010 comprenaient de 0,2 à 6 journées chaudes. Pour le RCP le plus modéré (4.5), le nombre de jours de chaleur extrême serait de 2,7 à 18,6 pour une période de 30 ans et de 4,9 à 27,5 pour le scénario le plus pessimiste (figure 3). Cette tendance s'observera aux mêmes endroits que celle de la variable précédente. Ainsi, les jours de chaleurs extrêmes ont le potentiel de doubler en fréquence.

Nombre de jours avec une température maximale > 30°C
Cliquez et faites glisser dans la zone du tracé pour agrandir

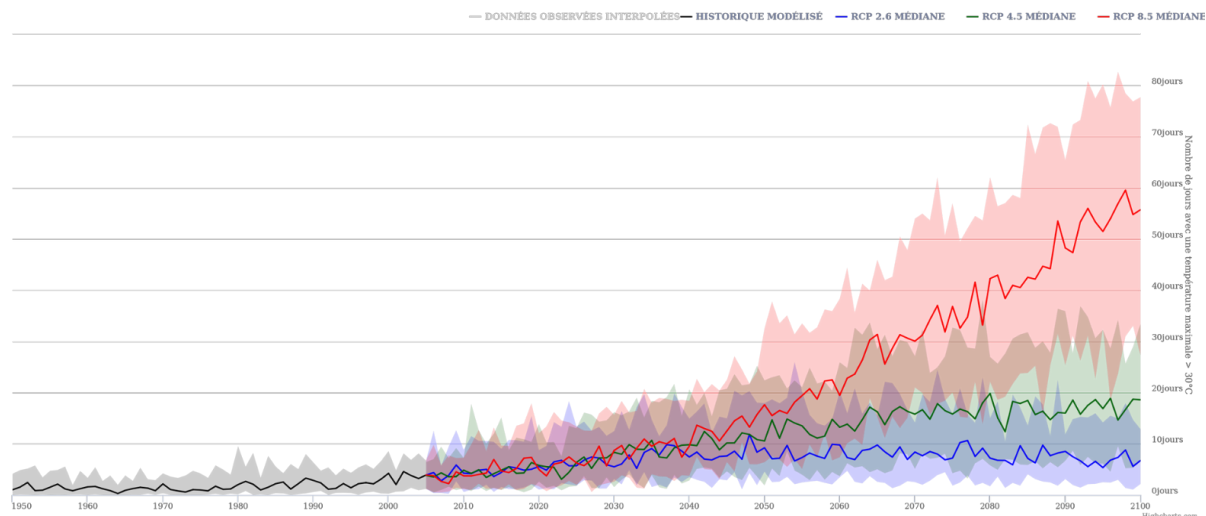


Figure 3 : Projection de la température maximale supérieure à 30°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

La variable suivante est le **nombre annuel de vagues de chaleur** ($T_{min} > 18^{\circ}\text{C}$, $T_{max} > 31^{\circ}\text{C}$), plus précisément le nombre d'événements où la température est au-dessus d'un certain seuil durant 3 jours consécutifs. Les vagues de chaleur entre 1981 et 2010 sont quasiment inexistantes (0 à 0,10). Pour le scénario RCP 4.5, le nombre d'événements pourrait être de 0,43 à 0,87 et de 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour le RCP 8.5 entre 2041 et 2070 (figure 4). Tous scénarios confondus, le nombre d'événements de vague de chaleur augmentera dans le futur et se fera surtout sentir à l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent ainsi qu'au sud de la région.

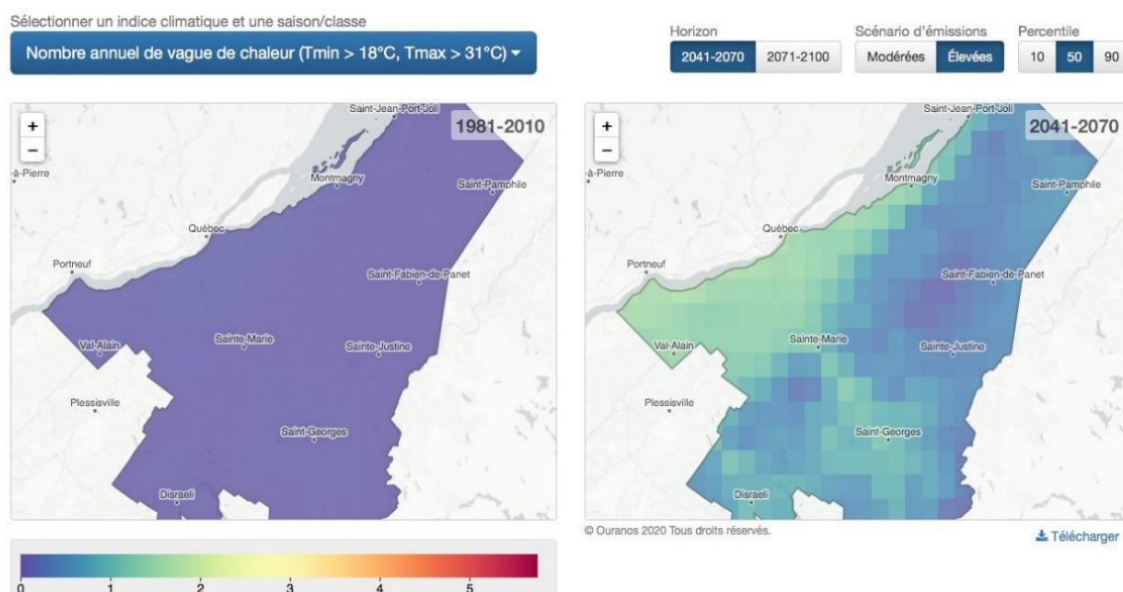


Figure 4 : Projection du nombre annuel de vagues de chaleur ($T_{min} > 18^{\circ}\text{C}$, $T_{max} > 31^{\circ}\text{C}$) pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

Un autre indicateur de l'augmentation des températures et des vagues de chaleur est le nombre de **nuits tropicales** où la température minimale est supérieure à **18°C**. Cette variable illustre le nombre de jours où la valeur de la température minimale (habituellement des températures nocturnes) ne descend pas sous les 18°C. Pour les années 1981 à 2010, de 1 à 17 nuits ont été observées. Ces chiffres augmenteront de 20 nuits (RCP 4.5) à 30 nuits (RCP 8.5) selon les scénarios d'émissions (figure 5). Pour cet indicateur aucune donnée ne permet de cibler une zone de Chaudière-Appalaches plus à risque qu'une autre.

Nuits tropicales (température minimale > 22°C)
Cliquez et faites glisser dans la zone du tracé pour agrandir

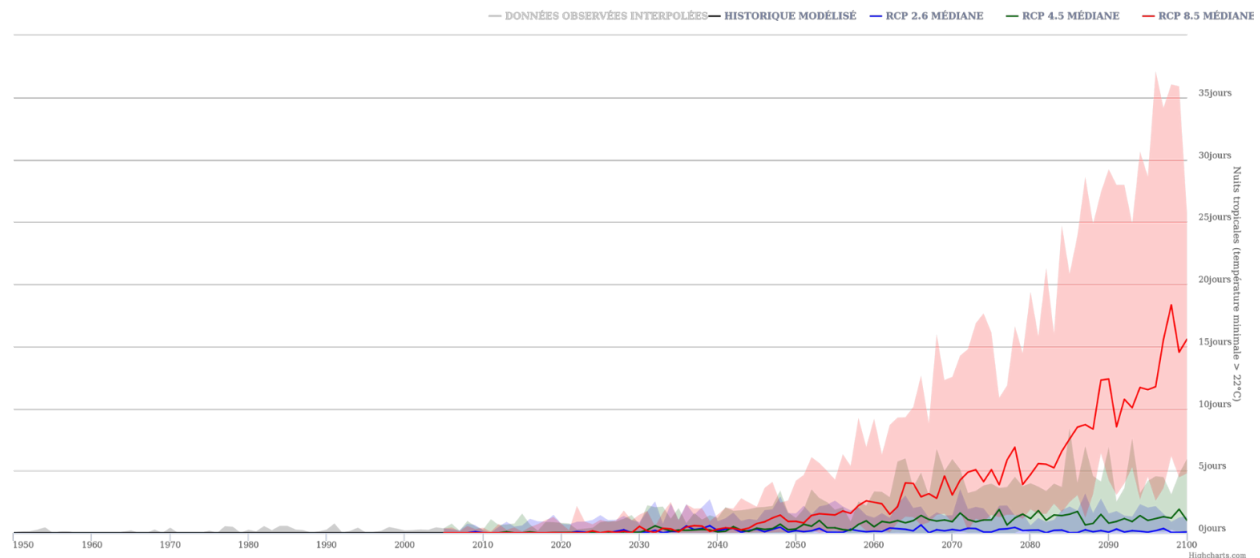


Figure 5 : Projection des nuits tropicales (température minimale > 18°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Dans le même ordre d'idée, le nombre de **nuits tropicales** où la température minimale est **supérieure à 20°C** et où la température minimale **est supérieure à 22°C** peut aussi être utilisé pour évaluer l'aléa de cette présente section (le nombre de nuits tropicales réfère au nombre de jours où la valeur de la température nocturne ne descend pas sous les 20 ou 22°C selon le cas). Entre 0 à 3 nuits ont été répertoriées pour des nuits tropicales de 20°C et plus entre 1981 à 2010 (figure 6). Pour la même période de référence, aucune nuit avec une température plus élevée que 22°C n'a été répertorié pour 1981-2010. Pour un horizon de 30 ans, le nombre de nuits tropicales ayant une température plus grande à 20°C passera d'environ 10 nuits (RCP 4.5) à 20 nuits (RCP 8.5). Quant au nombre de nuits ayant une température supérieure à 22°C, elles passeront de 3 nuits (RCP 4.5) à environ 10 nuits (RCP 8.5) pour 2041 à 2070. Ainsi, selon les scénarios d'émissions, les nuits tropicales ayant une température nocturne supérieure à 18°C et ensuite de 20°C seront les plus susceptibles d'augmenter dans le futur.

Nuits tropicales (température minimale > 20°C)
 Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

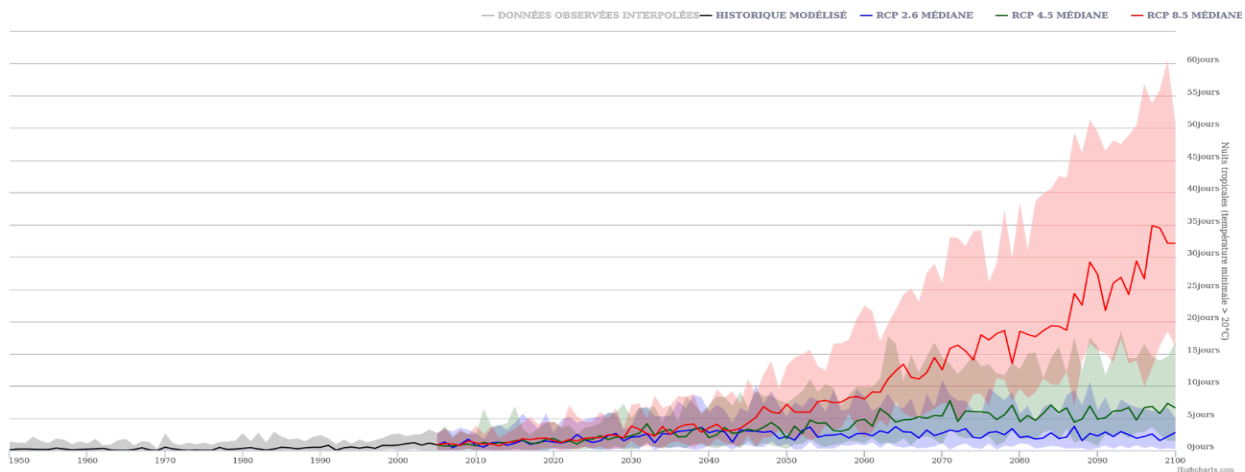


Figure 6 : Projection des nuits tropicales (température minimale > 20°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(DonneesClimatiques.ca (2021))

Le prochain indicateur retenu est la **température moyenne estivale**. Ces valeurs étaient entre 15°C et 19°C pour 1981 à 2010. Cette température moyenne augmentera entre 17 et 21°C (RCP 4.5) ou entre 18 et 22°C (RCP 8.5) pour 2041 à 2070. La **température moyenne annuelle** est aussi utilisée pour dresser un portrait climatique de la température ambiante. Pour les années de référence, cette température variait entre 2°C et 5°C. Le RCP 4.5 mentionne plutôt des températures entre 4°C et 7°C et entre 5°C et 8°C pour le RCP 8.5.

Les prochaines données climatiques prises en compte sont la **température maximale et minimale moyenne estivale**. Pour 1981-2010, il était question d'une température maximale moyenne estivale de 20°C et 24°C et d'une température minimale moyenne estivale de 10°C et 13°C. Les résultats des modèles climatiques augmentent à 23°C et 27°C (RCP 4.5) ou à 24°C et 28°C (RCP 8.5) pour la température maximale moyenne et entre 12°C et 15°C (RCP 4.5) ou entre 13 et 16°C (RCP 8.5) pour la température minimale moyenne estivale. Pour ces 3 variables, les zones les plus sensibles seront à l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent ainsi qu'au sud à partir de Saint-Georges.

La 12^e variable pour l'aléa du réchauffement moyen et des vagues de chaleur sont les **îlots de chaleur et de fraîcheur**. Un îlot de chaleur est un endroit précis, souvent en milieu urbain, où il fait très chaud. Pour réaliser cet indice, le CERFO a utilisé l'indice de végétation NDVI (indice de végétation par différence normalisée), les températures de surfaces, les images Landsat et l'occupation du sol entre autres (CERFO, 2003). La température de surface est plus élevée dans les zones des îlots de chaleurs que dans le reste de la ville ou des campagnes aux alentours. Cela est causé par l'emménagement de la chaleur par certains matériaux de surface (comme le béton) pendant le jour (INSPQ, 2020). Les îlots de chaleur sont surtout concentrés à Lévis, dans les noyaux urbains, près des principales artères routières (20 et 73) et dans les zones industrielles de Chaudière-Appalaches (figure 7). Pour l'horizon 2041 à 2070, en se fiant à l'augmentation des températures des variables précédentes, les îlots de chaleur augmenteront eux aussi. L'augmentation des îlots de chaleur se fera sentir dans les zones déjà propices et recensées pour ce phénomène (milieu urbain et industriel). « Les personnes les plus vulnérables des milieux urbanisés en Chaudière-Appalaches, en particulier dans les secteurs peu végétalisés de Lévis, seront les plus touchées par la fréquence accrue des vagues de chaleur résultant des changements climatiques. Selon l'Institut

national de santé publique du Québec, la différence de température peut atteindre 12°C entre un îlot de chaleur urbaine et un autre secteur à l'intérieur d'une même ville » (Ouranos, 2020, p.7).

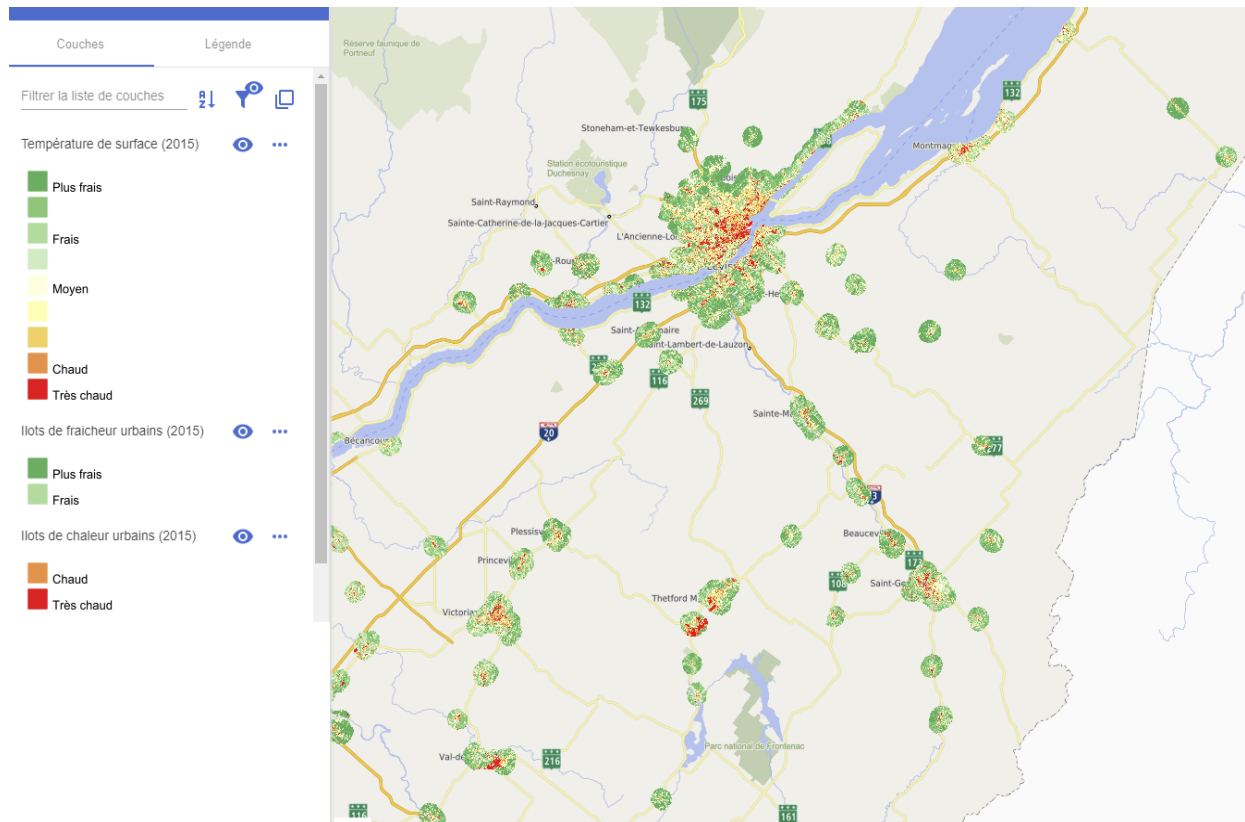


Figure 7 : Îlots de chaleur et de fraîcheur en 2015 pour Chaudière-Appalaches

(INSPQ (2015))

L'augmentation des températures de l'air et de l'eau de surface favorisera la prolifération des algues bleues. Ces cyanobactéries profitent aussi de l'apport en phosphore, de l'amincissement de la couche d'ozone et des pics de précipitation (lessivant les sols agricoles de pesticides vers les plans d'eau) (gouvernement du Québec, 2021). En plus de nuire à la faune et à la flore aquatique, les algues bleu-vert, aussi appelées cyanobactéries, peuvent causer des problèmes de santé par les substances toxiques qu'elles sécrètent. Un contact ou l'ingestion d'eau avec ces algues peut provoquer maux de ventre, diarrhée, vomissements, maux de tête, fièvre, irritation de la peau, etc. (gouvernement du Québec, 2021).

2. Froids, froids extrêmes et vagues de froid

Dans un tout autre ordre d'idée, le deuxième aléa retenu pour la région de la Chaudière-Appalaches est le froid, les froids extrêmes ainsi que les vagues de froid. « Même si le changement climatique va continuer à augmenter les températures moyennes, cela n'exclut pas la possibilité d'avoir des vagues de froid intense ponctuelles qui seraient encore plus dangereuses pour la santé des populations étant donné l'éventuelle perte progressive de l'acclimatation au froid » (INSPQ, 2020, p.1). Actuellement, les décès liés aux températures froides en hiver sont plus nombreux que ceux liés aux vagues de chaleur en été au Québec (INSPQ, 2021).

L'Arctique se réchauffe plus rapidement que le reste de la planète et cela peut créer un déséquilibre occasionnant un déplacement de masses d'air froid vers des latitudes plus méridionales (Pelletier, 2020). En général, les projections pour le Québec montrent seulement une légère diminution dans la durée des vagues de froid. Pour avoir un meilleur portrait de cet aléa, 8 variables ont été retenues.

La première donnée retenue est celle du **jour le plus froid** qui se définit comme étant la valeur minimale de température la plus basse de la période en question. Tel qu'illustré sur la figure 8, le jour le plus froid était de -30°C pour 1981 à 2010. Cette valeur diminuera à environ -27°C (RCP4.5) ou à -20°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070. Sans être possible de cibler les zones qui seront touchées par le réchauffement du jour le plus froid, une diminution de ce jour est prévue par rapport aux données historiques.

Jour le plus froid

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

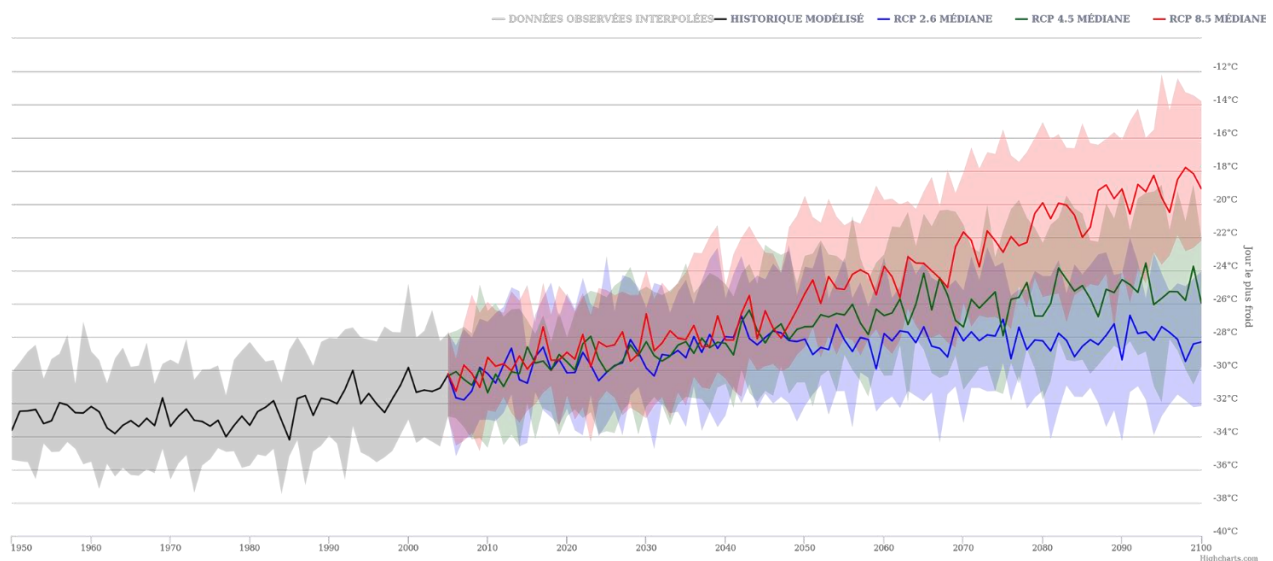


Figure 8 : Projection du jour le plus froid en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

La seconde variable sélectionnée est le nombre de **jours sans dégel**, c'est-à-dire le nombre de jours où la température maximale n'excède pas 0°C. Pour la période de référence, le nombre de jours sans dégel englacé était entre 75 et 110 jours tandis que ce nombre a la capacité de diminuer de 70 à 100 jours (RCP 4.5) ou de 50 à 80 jours (RCP 8.5) pour la période projetée en fonction des scénarios d'émissions. Ainsi, les jours de dégel n'excédant pas 0°C vont probablement diminuer en se fiant aux modèles climatiques projetés. Néanmoins, il n'est pas possible d'estimer une zone plus encline qu'une autre à être touchée par ce changement en raison du manque de données spatiales.

La troisième variable pour l'aléa du froid et des vagues de froid est le **nombre de jours avec une température minimale <-15°C** puisque ce dernier fournit une indication du nombre de jours très froids dans une période donnée. Entre 1981-2010, la température minimale <-15°C était entre 40 et 60 jours. Selon les 2 scénarios d'émissions, ces températures varieront de 20 à 40 jours (RCP 4.5) ou de 10 à 20 jours (RCP 8.5) d'ici 2070 (figure 9). Ici aussi les données ne permettent pas d'identifier une zone plus à risque dans la région d'étude. Néanmoins, la tendance projetée est une diminution des jours inférieurs à -15°C. La variable du **nombre de jours avec une température minimale <-25°C** a aussi été retenue pour évaluer l'exposition à l'aléa en question. Ce nombre de jours était d'environ 10 pour 1981 à 2010. Les projections illustrent plutôt entre 2 et 5 jours (RCP 4.5) et entre 0 et 1 jour (RCP 8.5) pour l'horizon 2041 à 2070. Bien que les données des zones sensibles ne soient pas disponibles, il est possible d'observer une tendance à la baisse des températures minimales d'ici 2070 (figure 10).

Nombre de jours avec une température minimale < -15°C

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

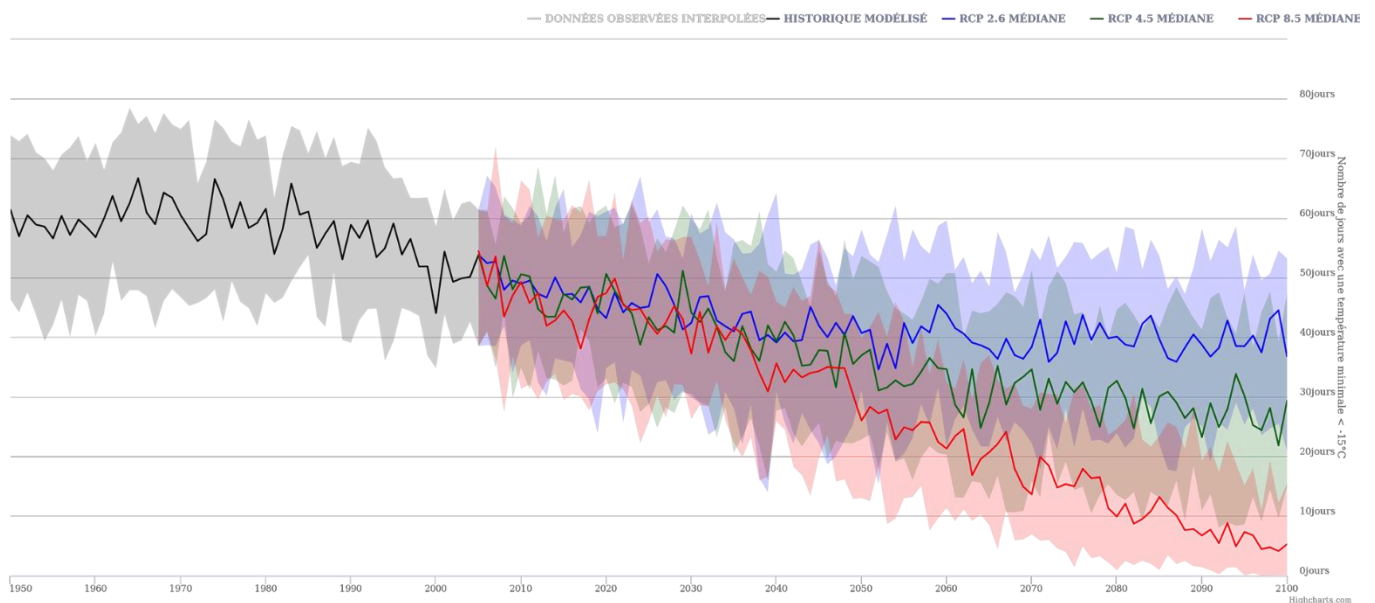


Figure 9 : Projection de la température minimale <-15°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Nombre de jours avec une température minimale < -25°C

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

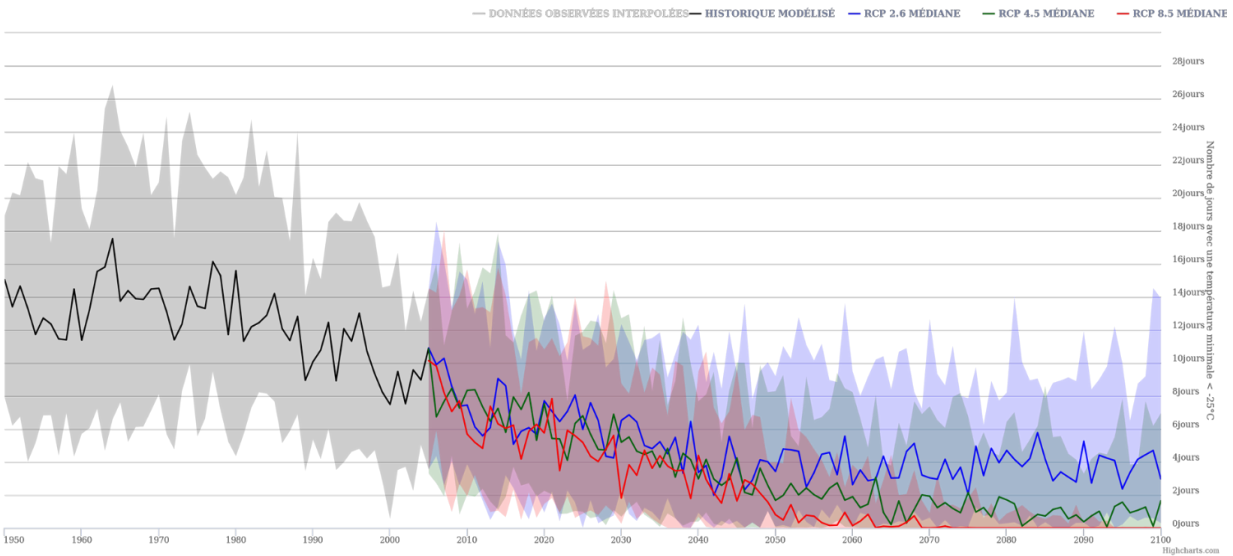


Figure 10 : Projection du nombre de jours avec une température minimale < -25°C en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Par la suite, la **température maximale et minimale moyenne hivernale** a été prise en compte. Ces variables représentent des moyennes quotidiennes hivernales. Pour l'horizon 2070, la température maximale moyenne hivernale variera entre -2 et -5°C (RCP 4.5) ou entre -1 et -4,5°C (RCP 8.5). Considérant que ces températures oscillaient de -4 à -7°C de 1981 à 2010, cela représente une hausse pouvant aller jusqu'à 6°C (figure 11). Quant à la température minimale hivernale, elle se situait entre -13 et -17°C pour les années 1981 à 2010. Avec les modèles climatiques, ces données seraient plutôt entre -10°C et -14°C (RCP 4.5) ou entre -9 et -12,5°C (RCP 8.5) pour les années 2041 à 2070 (figure 12). Avec ces projections climatiques, il est ainsi possible de dire que les températures hivernales maximales et minimales seront moins froides d'ici 2070.

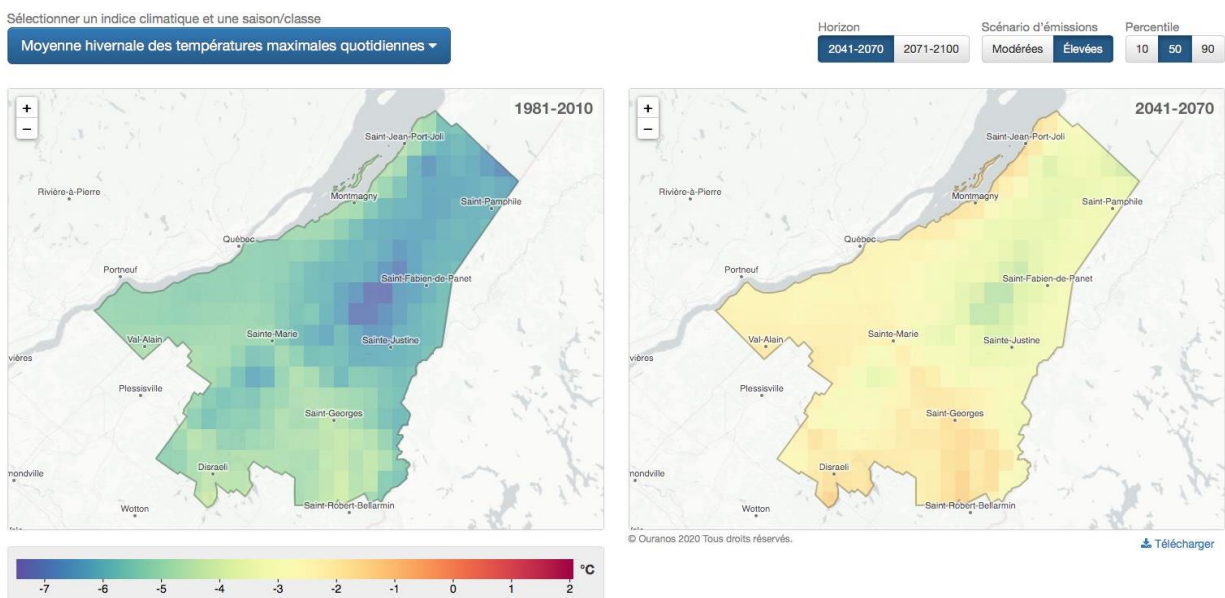


Figure 11 : Projection de la température maximale moyenne hivernale pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches
(Ouranos (2020))

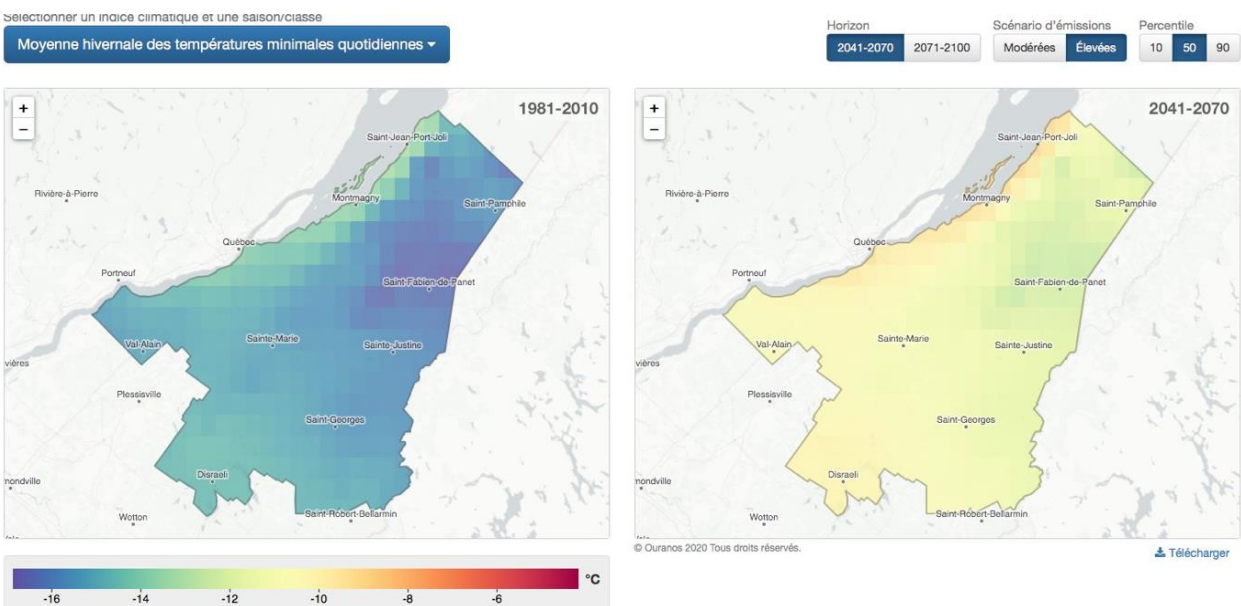


Figure 12 : Projection de la température minimale moyenne hivernale pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches
(Ouranos (2020))

Une autre variable importante à prendre en considération est celle de la **température moyenne hivernale**, soit la moyenne des températures quotidiennes. Entre les années 1981-2010, la température moyenne hivernale était de -9 à -12°C. Pour l'horizon 2041 à 2070, cette température passera de -6 à -9°C (RCP 4.5) ou de -5 à -8°C (RCP 8.5) selon les projections climatiques. Les modèles climatiques prévoient donc l'augmentation des températures pour cette variable-ci dans l'ensemble de la région (figure 13).

Sélectionner un indice climatique et une saison/classe

Moyenne hivernale des températures ▼

Horizon

2041-2070

2071-2100

Scénario d'émissions

Modérées

Élevées

Percentile

10

50

90

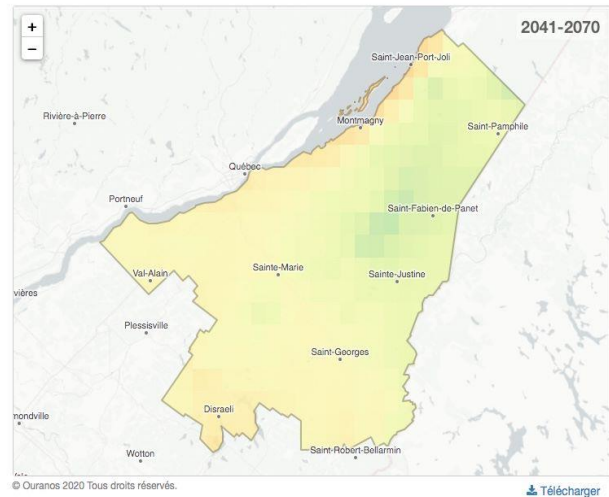
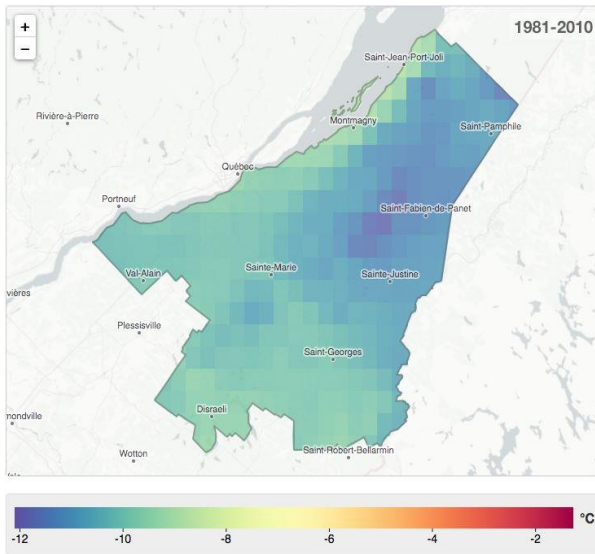


Figure 13 : Projection de la température moyenne hivernale pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

La dernière donnée climatique retenue est la **perte d'endurcissement** qui illustre la moyenne des degrés-jours (base 0°C) cumulés entre la première et la dernière occurrence d'une température minimale de -15 °C. Entre autres, cette perte d'endurcissement accroît les risques de mortalité des plantes pérennes herbacées et ligneuses. Ces dernières perdent progressivement leur endurcissement lorsqu'elles sont exposées à des températures supérieures à 0 °C en hiver (Agrométéo Québec, 2012). Pour une période récente de 30 ans (1971 à 2000), la perte d'endurcissement était entre 11 et 36 jours avec un gradient nord-sud (figure 14). Pour l'horizon 2041 à 2070, la perte d'endurcissement passerait de 24 à 48 jours (RCP 8.5). Comme illustré à la figure 15, une différence de 13 à 16 degrés-jours caractérise les projections futures et elle se fera sentir dans l'ensemble de la région de la Chaudière-Appalaches. Cette tendance sera problématique pour les producteurs agricoles.

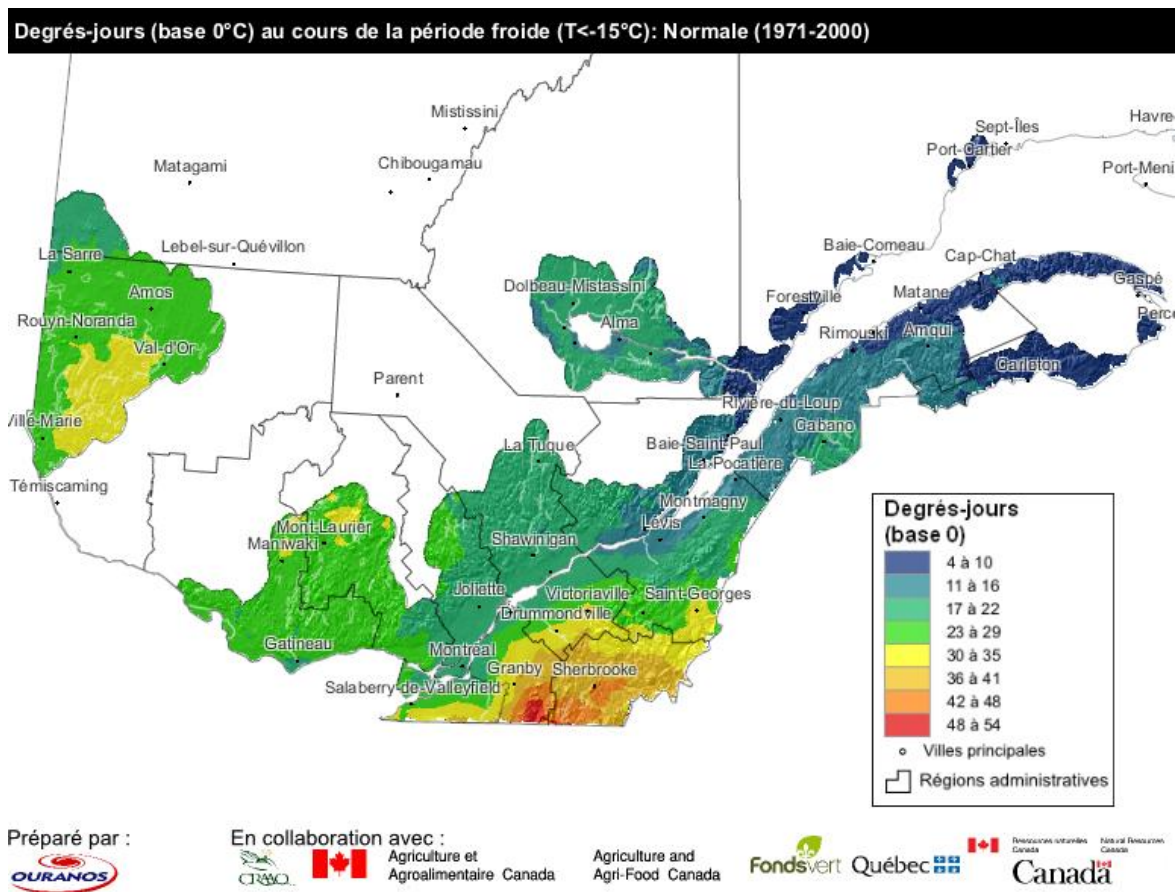


Figure 14 : Perte d'endurcissement pour la période de référence 1971 à 2000 en Chaudière-Appalaches
 (Agrométéo Québec (2012))

Degrés-jours (base 0°C) en période froide (T<15°C): Scénario de changement supérieur (2041-2070 vs 1971-2000)

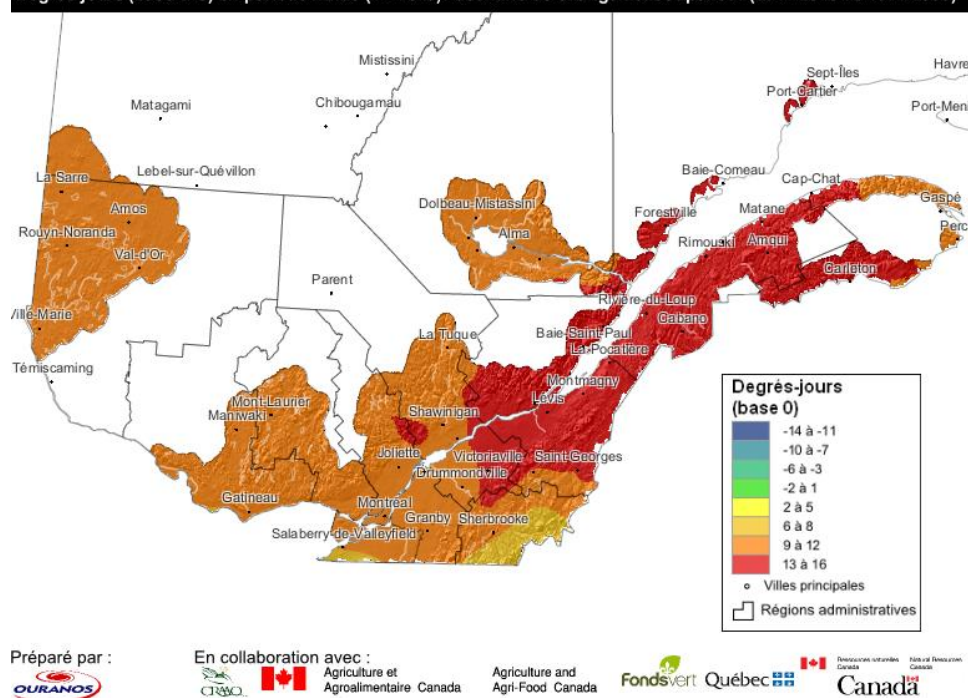


Figure 15 : Projection de la perte d'endurcissement pour la période de référence de 1971 à 2000 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Agrométéo Québec (2012))

« Les villes avec des hivers plus doux sont, par rapport aux villes avec des hivers plus intenses, celles qui présentent un risque plus élevé de subir des impacts sur la santé lors des vagues de froid » (INSPQ, 2020a). La **sévérité des hivers selon les municipalités** peut donc être une variable mentionnée. Les populations des municipalités au sud de la région seront ainsi plus exposées aux froids, froids extrêmes et vagues de froid. De plus, les périodes de froids extrêmes, en début et en fin de saison hivernale, auraient un impact plus important sur la santé. Actuellement au Québec, les avertissements liés au froid sont émis sur la base des prévisions de température de l'air et de deux indices de confort thermique : l'humidex et l'indice de refroidissement éolien (Provençal et al., 2014). Ces indices sont faciles à calculer, mais ils négligent certaines variables environnementales qui influencent le confort. Pour pallier ce manque, l'indice climatique universel (Universal Thermal Climate Index ou UTCI) a été développé en 2009. Il est un indicateur de confort thermique du corps humain (INSPQ, 2020a). Cet indice intègre des facteurs thermiques, comme la température de l'air, mais aussi des informations sanitaires concernant l'équilibre thermique, la physiologie du corps humain et les vêtements portés (Pappenberger et al., 2015). Provençal et al. (2014), mentionne que l'UTCI pourrait être utilisé pour se préparer aux catastrophes.

Le **nombre d'intoxications au monoxyde de carbone** est aussi à considérer. Le froid et les pannes d'électricité peuvent mener à une augmentation de l'utilisation d'appareils de chauffage ou de cuisson (ex. : poêle à bois, génératrice et barbecue) et, par le fait même, à un risque d'intoxication au monoxyde de carbone accru (INSPQ, 2021). « Le monoxyde de carbone (CO) est la plus importante cause d'empoisonnement chimique d'origine environnementale déclarée au Québec » (Centre intégré de santé et de services sociaux de Lanaudière, 2015, p.1). En Chaudière-Appalaches, entre 1990 et 2004, le Centre antipoison du Québec a enregistré un nombre annuel moyen d'environ 55 appels tandis que pour la même période, la chambre hyperbare de l'Hôtel-Dieu de Lévis traitait en moyenne 18 cas sévères (Agence de développement de réseaux locaux et services de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches, 2005). Néanmoins, les intoxications au CO au Québec sont encore méconnues

en raison de diverses lacunes institutionnelles. Le tableau 1 illustre qu'entre 1999 et 2005, 100 cas auraient été répertoriés dans la région. Plus de la moitié des cas actuels ont lieu lors des 6 mois les plus froids de l'année (octobre à mars). Les hommes sont aussi plus marqués par les intoxications que les femmes (Agence de développement de réseaux locaux et services de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches, 2005). Malgré l'augmentation des températures d'ici 2050, les épisodes ponctuels de froid intense pourront entraîner des épisodes d'intoxication au monoxyde de carbone.

Tableau 1 : Cas d'intoxication au monoxyde de carbone en Chaudière-Appalaches entre 1999 et 2005

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 *	Total
Nombre de cas	5	5	12	10	11	34	23	100
Lévis	1	4	6	7	3	8	17	46
Montmagny	1	0	5	2	7	23	18	56
Beauceville	4	1	5	1	4	7	3	25
Total	6	5	16	10	14	38	38	127
* De janvier à avril								

Compilation : Nicaise Dovonou, DSPCA 2005

(Agence de développement de réseaux locaux et services de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches (2005))

3. Pollution atmosphérique

« Les changements climatiques ne sont pas directement responsables de la qualité de l'air, car elle dépend d'abord et avant tout des niveaux des émissions anthropogéniques ou naturelles des divers polluants » (MSSS, 2017, p. 20). Néanmoins, les conditions météorologiques influent beaucoup sur la dispersion des polluants atmosphériques. Les changements climatiques sont en relation étroite avec la pollution puisque la chaleur exacerbe cette dernière en contribuant à la formation d'ozone (Pelletier, 2020). Par ailleurs, deux polluants, les particules fines en suspension et l'ozone troposphérique, sont plus inquiétants en termes d'effets sur la santé. Le chauffage au bois, les procédés industriels, le transport et certains phénomènes naturels sont principalement responsables de l'accumulation des particules fines ($PM_{2.5}^2$) dans l'atmosphère (CANUE, 2018c). Quant à l'ozone (O_3), les rejets d'oxydes d'azote (NO_x) venant du transport et les composés organiques volatils provenant des industries sont identifiés comme source de ce contaminant (CANUE, 2018a). Le dioxyde soufre (SO_2) est aussi un indicateur de la qualité de l'air. La combustion du charbon représente environ la moitié des émissions globales annuelles de SO_2 (CANUE, 2018b). Une exposition prolongée à de faibles ou fortes concentrations de ces gaz peut-être à l'origine de graves problèmes de santé.

Pour l'aléa de la pollution atmosphérique, sept variables ont été retenues en Chaudière-Appalaches. Certaines données font aussi partie du portrait d'autres aléas climatiques comme celui du réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et des vagues de chaleur.

Considérant que la chaleur influence la qualité de l'air, les variables suivantes ont été retenues : **nombre de jours avec une température maximale > 25°C et > 30°C, nombre de vagues de chaleur, température moyenne estivale et annuelle, température maximale et minimale moyenne estivale, le nombre annuel de jours où il y a eu au moins un dépassement des normes et des critères pour les principaux contaminants** ($PM_{2.5}$, NO_2 , SO_2 , O_3) ainsi que la **proportion de jours ayant une mauvaise qualité de l'air**. Pour cet aléa, seules les trois dernières valeurs énumérées seront analysées plus en détail. Pour avoir les données des autres variables, voir l'aléa du réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et des vagues de chaleur.

Ainsi, quant au dépassement des normes de la qualité de l'air, pour la période de 1995 à 2018, 109 jours de dépassement des normes et critères pour les particules fines, 18 jours pour l'ozone, 9 jours pour le dioxyde d'azote et aucun pour le dioxyde de soufre ont été notés. Il n'est pas possible d'établir une tendance à la hausse ou à la baisse pour les 30 prochaines années à venir pour cette variable considérant qu'il n'existe pas de projections climatiques disponibles, du moins pour la zone d'étude. Néanmoins, le réseau de surveillance de la qualité de l'air du MELCC indique une nette amélioration de la qualité de l'air ambiant au Québec (tableau 2). « Premièrement, de 1974 à 1995, on constate une diminution marquée des concentrations moyennes annuelles à l'échelle du Québec, pour les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO_2) et le monoxyde de carbone (CO). [...] Deuxièmement, pendant la période de 1996 à 2009, on assiste à une légère diminution des concentrations des mêmes contaminants, ainsi que des particules fines ($PM_{2.5}$). Les tendances temporelles des concentrations d'ozone révèlent en milieu rural une légère diminution alors qu'en milieu urbain, elles sont stables de 1975 à 1989 et augmentent de 1990 à 2009 » (INSPQ, 201, p. I). Dans la région, de 2010 à 2012, les concentrations annuelles estimées de particules fines étaient les plus élevées dans la MRC de Lévis, les Appalaches suivies de Lotbinière. De 2005 à 2015, les concentrations annuelles d'ozone étaient les plus élevées dans les MRC de Beauce-Sartigan ainsi que dans celle des Appalaches. Finalement, les concentrations moyennes annuelles les plus élevées de dioxyde de soufre (SO_2) étaient respectivement dans les MRC de Lotbinière, Bellechasse ainsi que de La Nouvelle-Beauce.

² Particules d'un diamètre inférieur à 2.5 microns

Tableau 2 : Nombre de jours avec au moins un dépassement de la norme quotidienne du RAA de dioxyde d'azote (106 ppb), particules fines (30 µg/m3) et d'ozone (82 ppb) de 1998 à 2009 pour Chaudière-Appalaches

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ozone	2	2	3	0	1	0	1	3	0	1	0	1	3	0	0
Particules fines	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	2	4	0	1
Dioxyde de soufre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

: données non disponibles

(INSPQ (2012))

Quant à la proportion de jours ayant une mauvaise qualité de l'air, le réseau de surveillance de la qualité de l'air du MELCC indique qu'il était de 1,1 % en 2016, de 0,3 % en 2017 et de 0,8 % en 2018 pour le secteur du parc Georges-Maranda à Lévis. Ici aussi, le manque de données empêche d'établir une projection à long terme de la qualité de l'air. Plusieurs contaminants sont d'origines anthropiques; des concentrations plus élevées dans les villes sont ainsi observées. Pour les 30 prochaines années, il est donc possible que le réchauffement des variables climatiques mentionnées plus haut accentue la pollution atmosphérique en ville.

Selon Ouranos (2015, p. 65), « les projections forcées par des scénarios d'émission RCP montrent en général des diminutions dans la concentration globale d'O₃, sauf dans les cas de RCP 8.5 où une augmentation des émissions de méthane contribue à une légère augmentation d'O₃ ». Quant aux particules en suspension, tous les scénarios illustrent des réductions pour l'Amérique du Nord d'ici 2100.

4. Feux de végétation

Les feux de forêt façonnent l'écosystème et ont une incidence sur la disponibilité des ressources forestières de même que sur la sécurité, la santé et les propriétés des gens (Ressource naturelle Canada, s. d.). La production forestière pourrait diminuer, affectant les emplois en exploitation et en transformation, qui sont importants pour la région de la Chaudière-Appalaches (Ouranos, 2020). Il est estimé que les changements climatiques aggraveront l'intensité et la fréquence des feux de forêt. Plus précisément, le phénomène instaure des conditions favorables aux feux de forêt (sécheresse, vent et chaleur). Au Canada, une grande majorité des incendies de forêt sont le résultat de la foudre (90 % superficie brûlée) (INSPQ, 2011). Cet aléa a aussi une influence sur l'aspect de la qualité de l'air. En effet, les débris provenant d'incendies de forêt constituent une source importante de matières particulaires. « Le fardeau sanitaire associé aux incendies de forêt est principalement lié aux émissions de polluants atmosphériques tels que les particules fines, le monoxyde de carbone, les NOx et les COV » (INSPQ, 2021, p. 131).

Pour l'aléa des feux de végétation, 14 variables sont retenues. Certaines variables telles que le **nombre de jours avec une température maximale >25°C, nombre de jours avec une température maximale >30°C, nombre de vagues de chaleur, température maximale et minimale moyenne estivale** ont été présentées pour l'aléa du réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et des vagues de chaleur et celui de la pollution atmosphérique. Ces dernières ne seront donc pas abordées à nouveau pour cet aléa-ci puisque les projections climatiques et les tendances sont les mêmes.

Pour déterminer la probabilité d'occurrence et de risque des incendies de forêt, les **jours de précipitations > 1 mm, > 10 mm et > 20 mm** (précipitations quotidiennes totales supérieures à 1, 10 ou 20 mm) ont été retenus. Entre 1981 et 2010, le nombre de jours de précipitations supérieur à 1 mm variait entre 140 et 170 jours. Les projections climatiques pour l'horizon 2040 à 2070, illustrent sensiblement les mêmes chiffres pour ces quantités de précipitations (figure 17). Quant au nombre de jours ayant des quantités précipitations supérieures à 10 mm, ce chiffre était de 30 à 40 jours entre 1981 et 2010. Les 2 scénarios d'émissions s'entendent pour une augmentation d'environ 10 jours pour cette variable d'ici 2070 (figure 16).

Jours de précipitations > 1 mm.

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

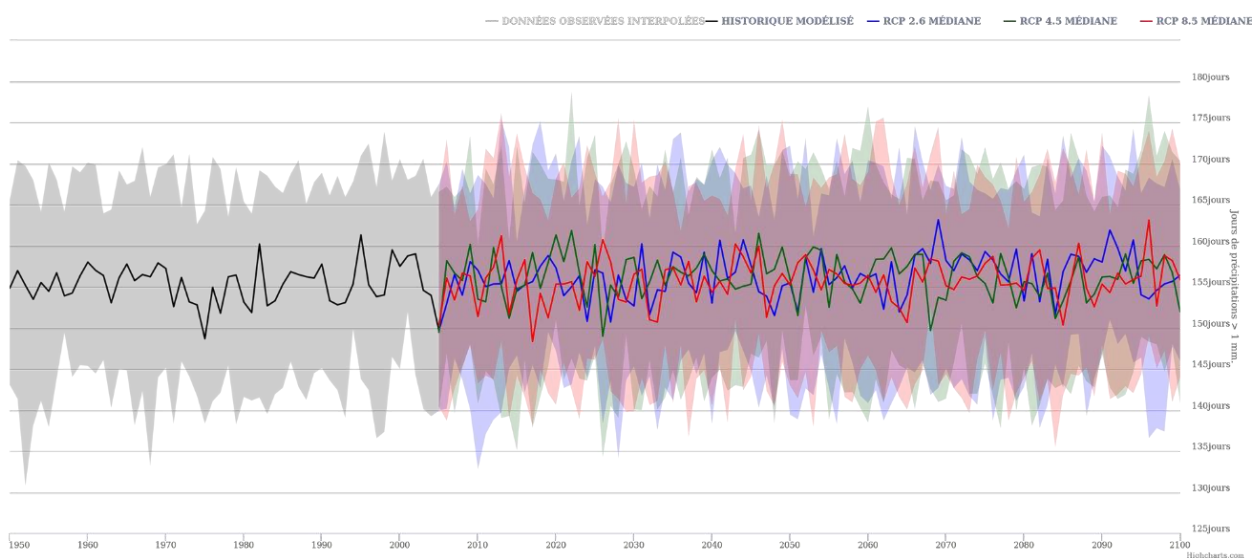


Figure 16 : Projection du nombre de jours de précipitation > 1 mm en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Jours de précipitations > 10 mm.

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

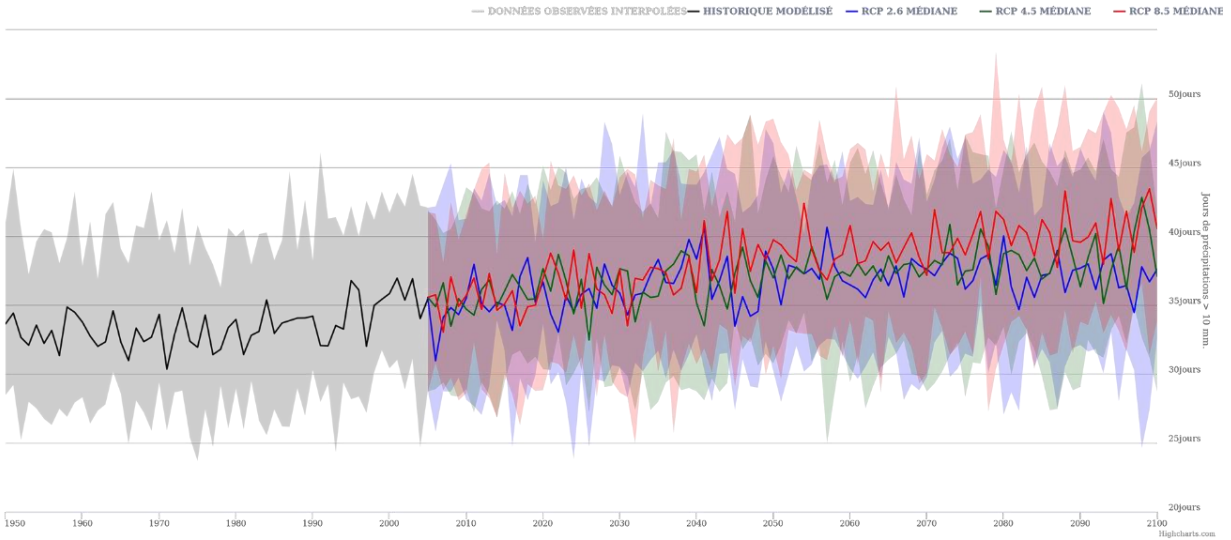


Figure 17 : Projection du nombre de jours de précipitations > 10 mm en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Entre 1981 et 2010, le nombre de jours de précipitations > 20 mm était d'environ 10 jours. Selon les projections, ce nombre devrait être de 7 à 15 jours pour les 2 scénarios d'émissions. Il serait donc question d'une augmentation du nombre de jours ayant des précipitations supérieures à 20 mm pour 2070 (figure 18). En bref, les journées ayant des précipitations de plus de 10 mm augmenteront d'ici 2070. Néanmoins, il y a une incertitude quant aux zones de Chaudière-Appalaches touchées par ces augmentations.

Jours de précipitations > 20 mm.

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

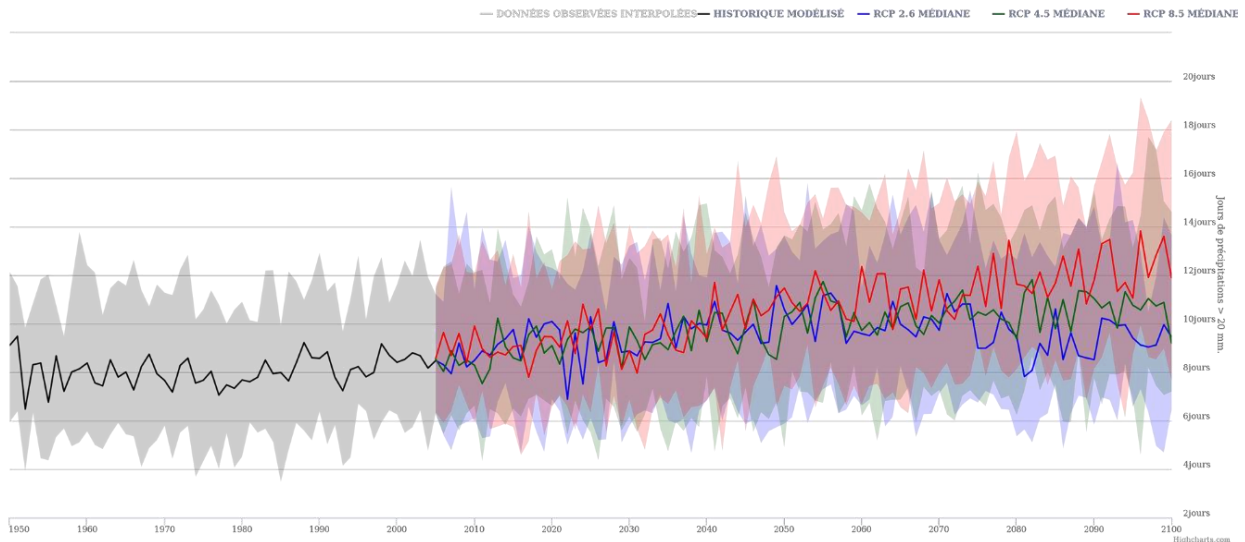


Figure 18 : Projection du nombre de jours de précipitations > 20 mm en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Le **maximum annuel des précipitations cumulées** (liquides et solides) **pour 5 jours** a aussi été retenu. Ces précipitations étaient de 70 à 85 mm entre 1981 et 2010. Pour l'horizon 2041-2070, les précipitations cumulées sur 5 jours seront entre 74 et 92 mm (RCP 4.5) ou entre 76 et 92 mm (RCP 8.5). Une augmentation des précipitations, comparativement aux données historiques, est donc à prévoir (figure 19). Le sud-ouest de la région pourra recevoir jusqu'à 92 mm de pluie en 5 jours.

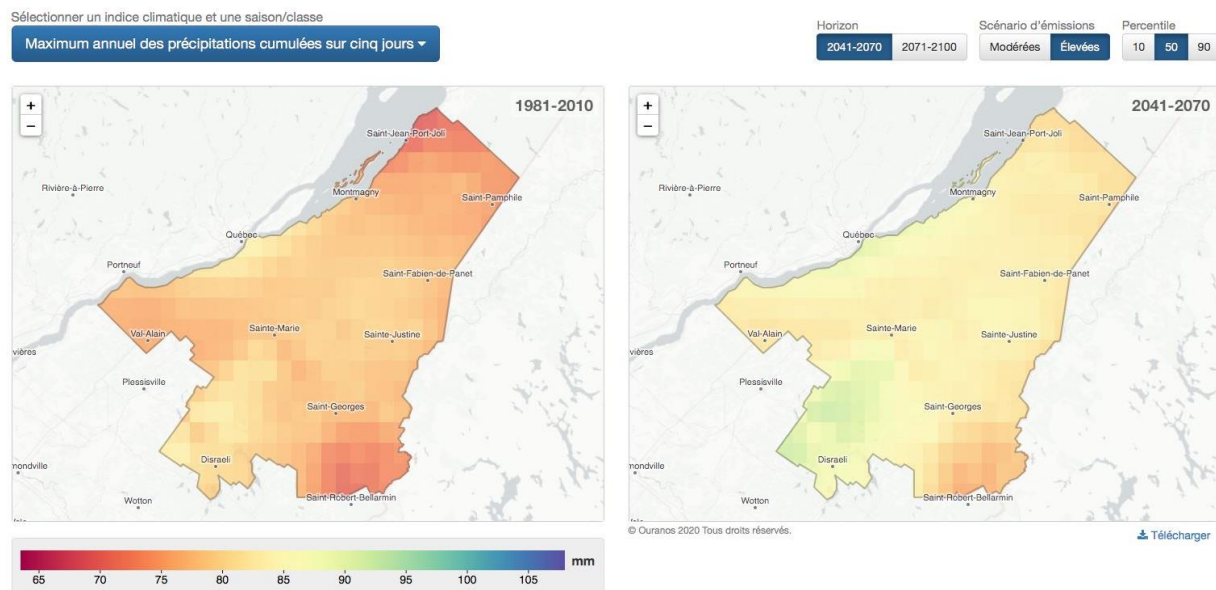


Figure 19 : Projection du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

La quantité de **précipitation maximale durant un jour** permettra aussi d'évaluer le risque des feux de végétation. Ces précipitations oscillaient de 30 à 50 mm pour la période de référence de 1981 à 2010. Ces quantités augmenteront de quelques millimètres d'ici 2070, soit de 33 à 63 mm pour le RCP 4.5 ou de 36 à 70 pour le RCP 8.5 (figure 20). Encore une fois, il n'est pas possible de cibler une zone de la région plus touchée en fonction des données disponibles.

Précipitation maximale durant 1 jour

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

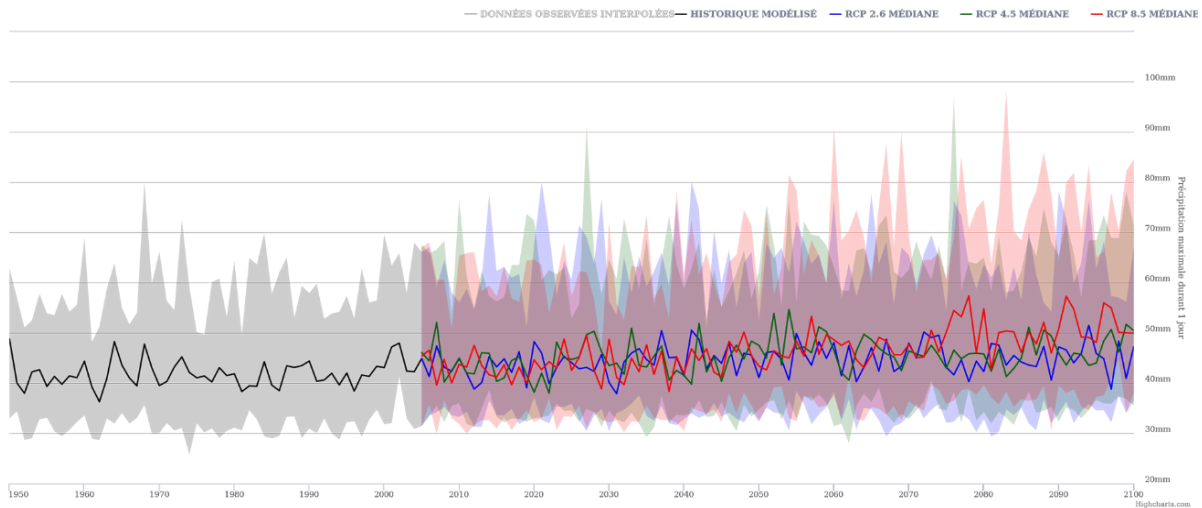


Figure 20 : Projection des précipitations maximales durant 1 jour en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2018-2021))

Deux autres variables sélectionnées sont les **degrés-jours de croissance 5°C et 10°C**. Les degrés-jours de croissance sont une mesure indiquant si les conditions climatiques sont suffisamment chaudes pour la croissance des plantes. Lorsque la température moyenne quotidienne franchit une température seuil, les degrés-jours de croissance sont cumulés. En agriculture, un seuil de 5°C est habituellement employé pour les cultures fourragères et le canola tandis qu'un seuil de 10°C est employé pour le maïs et les fèves par exemple, qui requièrent des températures plus chaudes pour atteindre leur maturité (Donneesclimatiques.ca (2021)). Le nombre de degrés-jours de croissance de 5°C était entre 1500 et 2000 pour 1981 à 2010. En fonction des scénarios, ces degrés-jours varieront de 1900 à 2050 (RCP 4.5) ou de 2100 à 2700 (RCP 8.5) pour 2041 à 2070 (figure 21). Quant aux nombres de degrés-jours de croissance de 10°C pour 1981 à 2010, ils étaient entre 700 et 1000. Ils augmenteront aussi entre 1000 et 1400 (RCP 4.5) ou entre 1200 et 1600 (RCP 8.5) pour 2041 à 2070 (figure 22). Cette tendance se fera surtout observer au sud et à l'ouest de la région. Ainsi, il est possible que les feux de forêt s'étalent sur une plus longue période en se fiant au nombre de degrés-jours de croissance.

Degrés-jours de croissance (5°C)

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

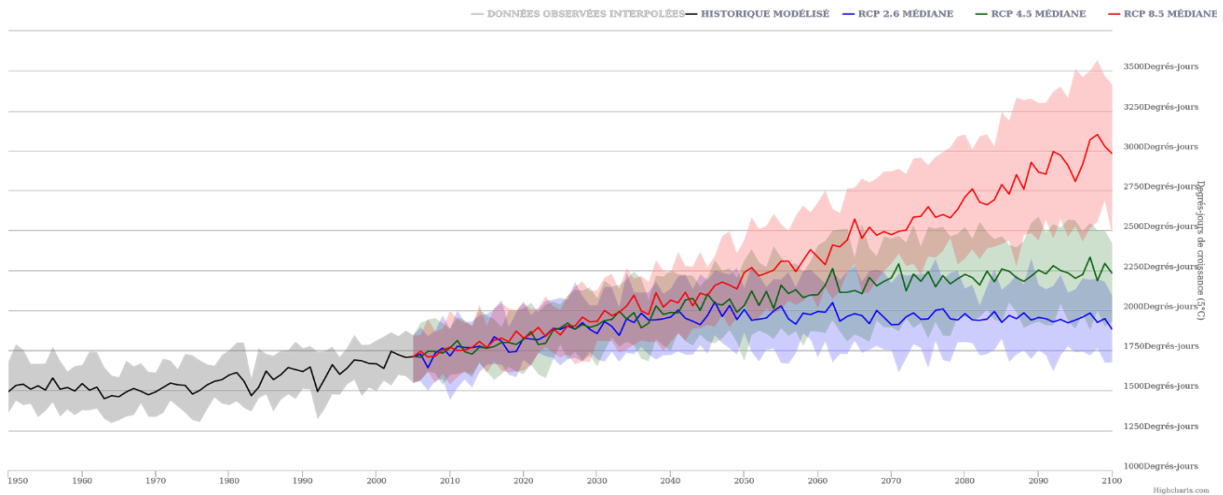


Figure 21 : Projection du degré-jours de croissance (5°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Degrés-jours de croissance (10°C)

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

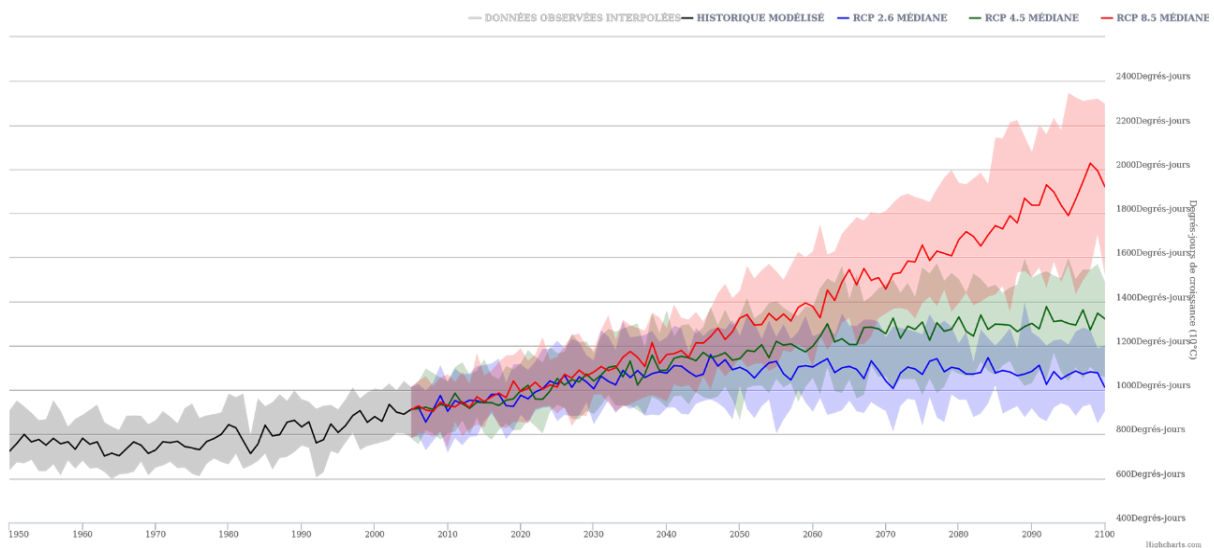


Figure 22 : Projection du nombre de degrés-jours de croissance (10°C) en fonction de différents scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

La prochaine donnée climatique est celle de **précipitation-évapotranspiration potentielle de mai à octobre**. Cette valeur se définit comme étant un cumul moyen des écarts entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle. Le cumul moyen était entre -30 et 221 mm pour 1974 à 2003. Pour le scénario d'émission RCP 8.5, le cumul moyen serait entre -60 à 280 mm pour 2041 à 2070. Comme illustré à la figure 23, l'augmentation des écarts entre les précipitations et l'évapotranspiration par rapport aux données historiques se fera surtout observer au nord de la

région, le long du fleuve Saint-Laurent. Un surcroît d'évapotranspiration dû à une hausse des températures, jumelé à un manque d'eau sous forme de pluie, pourrait occasionner un stress hydrique et par le fait même, des feux de végétation. Le gouvernement du Canada mentionne, quant à lui, l'indice d'humidité climatique (IHC) pour exprimer la différence entre les précipitations annuelles et l'évapotranspiration potentielle. Selon la figure 24, l'humidité devrait augmenter d'ici 2070 partout au Québec.

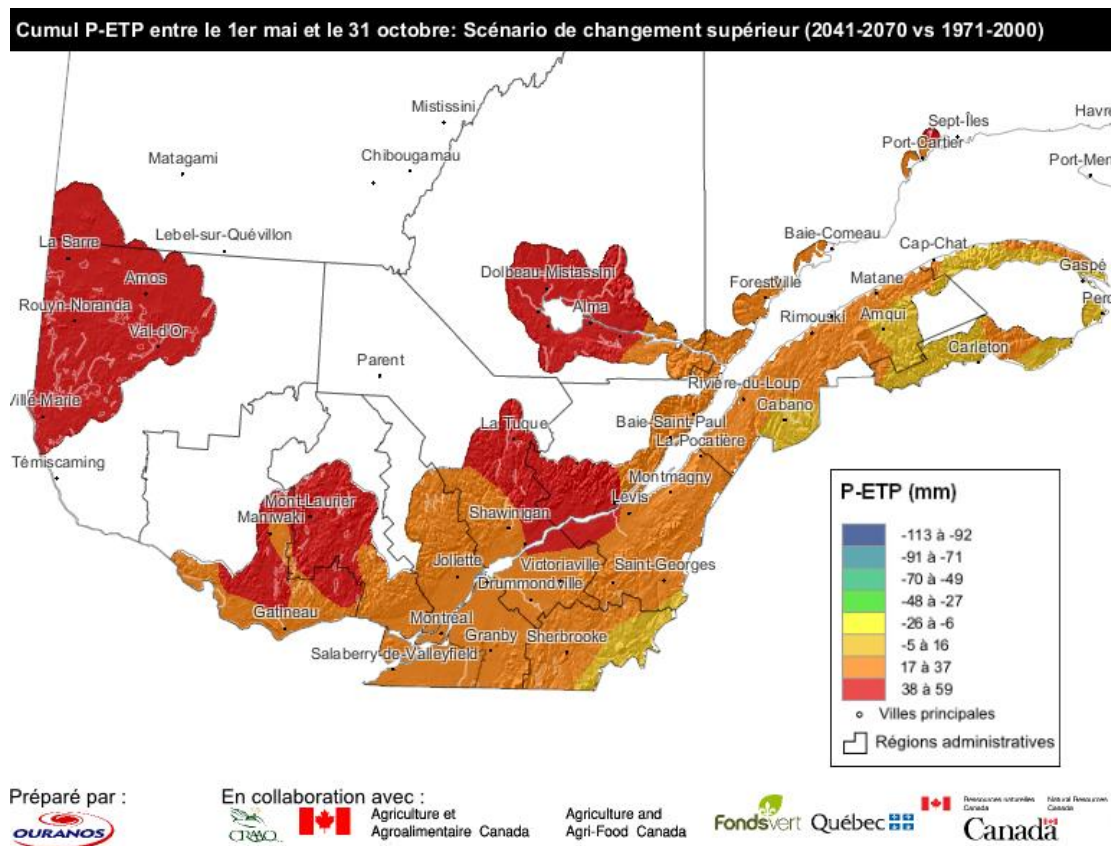


Figure 23 : Projection du cumul précipitation-évapotranspiration entre le 1er mai et le 31 octobre pour la période de référence de 1971 à 2000 selon le RCP 8.5

(Agrométéo Québec, 2012)

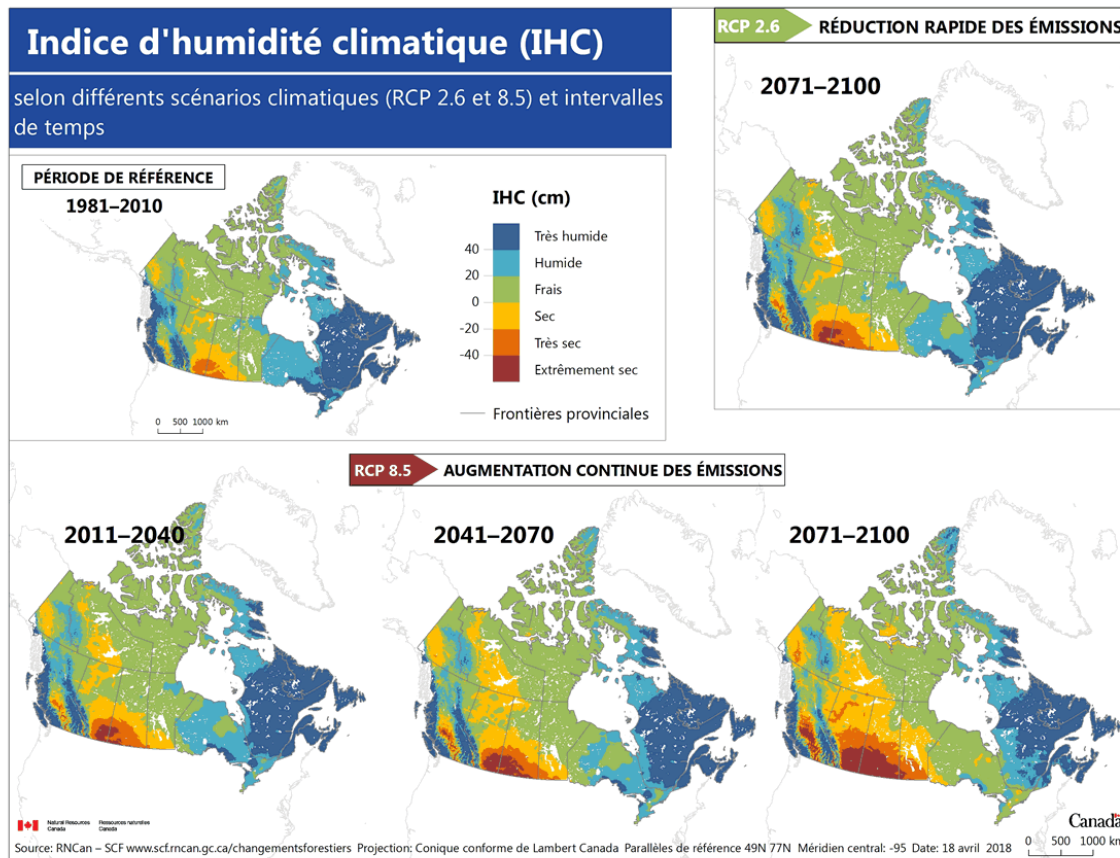


Figure 24 : Projection de l'indice d'humidité climatique pour la période de référence de 1981 à 2010 selon différents scénarios d'émissions

(Ressource naturelle Canada (2018))

Par la suite, la **saison de croissance**, soit la période où les conditions climatiques d'une région permettent la croissance d'une culture ($5,5^{\circ}\text{C}$), a été sélectionnée comme donnée climatique. La durée de la saison de croissance est un facteur déterminant de la croissance, de la composition et de la répartition des végétaux. Néanmoins, chaque espèce végétale réagit à des signaux environnementaux uniques pour commencer et terminer son cycle annuel de croissance. Cette mesure est donc un indicateur général de la synchronisation de l'activité photosynthétique des plantes (Ressource naturelle Canada, s. d.). Entre 1979 et 2008, cette saison était de 175 à 199 jours pour Chaudière-Appalaches. D'ici 2041 à 2070, ce nombre de jours devrait passer de 200 à 230 et il sera observé au sud de la région (figure 25). L'allongement de la période de croissance pourra donc bénéficier à certains végétaux comme nuire à d'autres, mais aussi influencer la saison des feux de végétation.

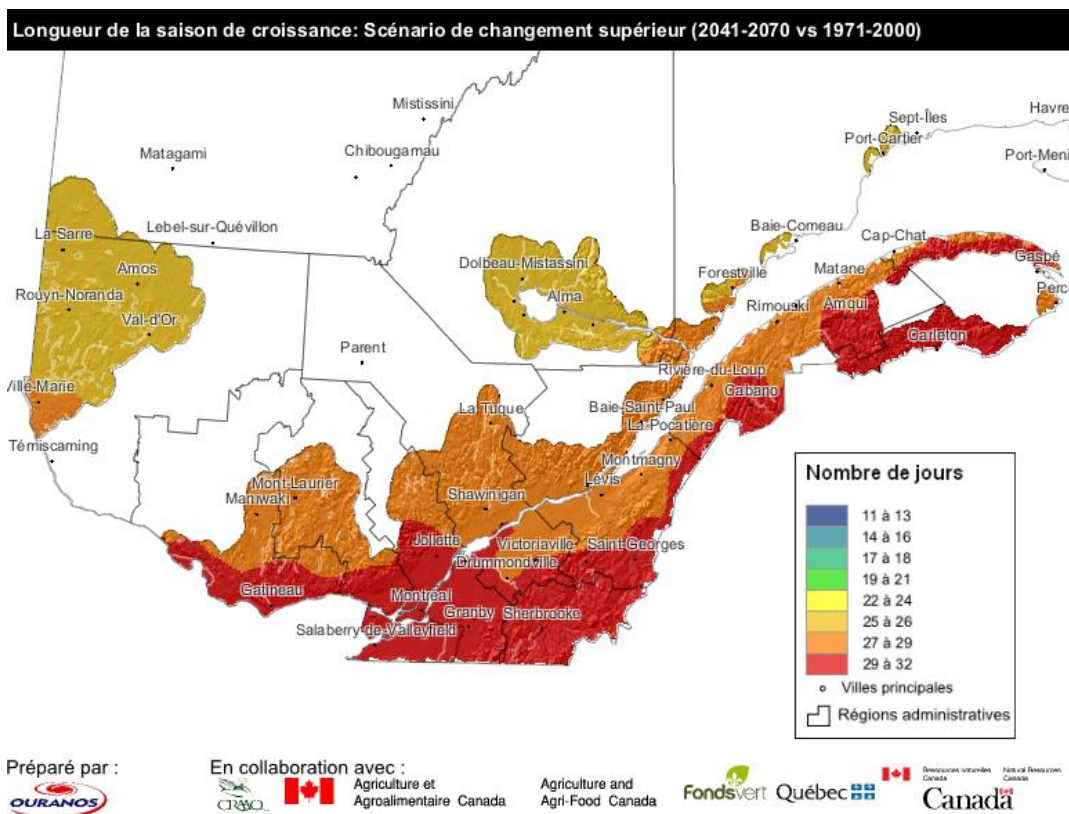


Figure 25 : Projection de la longueur de la saison de croissance pour la période de référence de 1971 à 2000 selon le RCP 8.5

(Agrométéo Québec (2012))

La dernière variable climatique retenue pour l'aléa des feux de végétation est l'**historique des événements de feux de végétation**. En Chaudière-Appalaches, au moins 23 feux de végétation avec une superficie totale de 116,6 hectares pour 1976 à 2018 ont été dénombrés. La figure 26 ci-dessous illustre que plusieurs régions connaîtront une augmentation du nombre de grands feux de forêt. La figure 27 illustre quant à elle qu'entre 0 à 0,2 ha par année de forêts seraient brûlés selon la période de référence pour l'horizon 2071 à 2100 (RCP 8.5). Chaudière-Appalaches n'apparaît cependant pas comme une région particulièrement à risque de grands feux de forêt (>200 ha) (0 à 0,05 grand feu par 100 000 hectares). Toutefois, les particules fines libérées dans l'air lors de feux de forêt plus au nord ou à l'est pourront atteindre la région en fonction de la direction des vents.

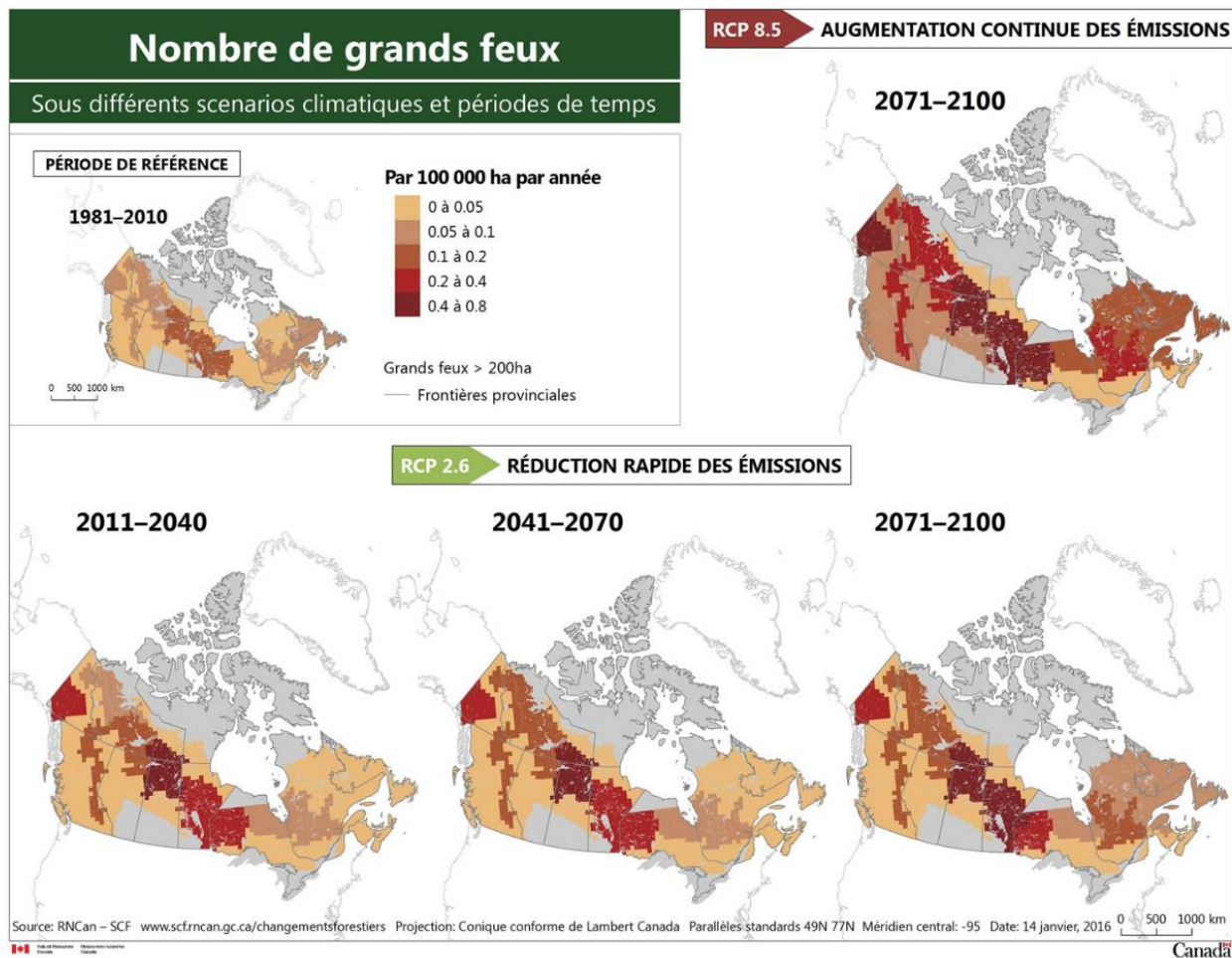


Figure 26 : Projection du nombre de grands feux pour la période de référence de 1981 à 2010 selon différents scénarios d'émissions

(Ressource naturelle Canada (2016))

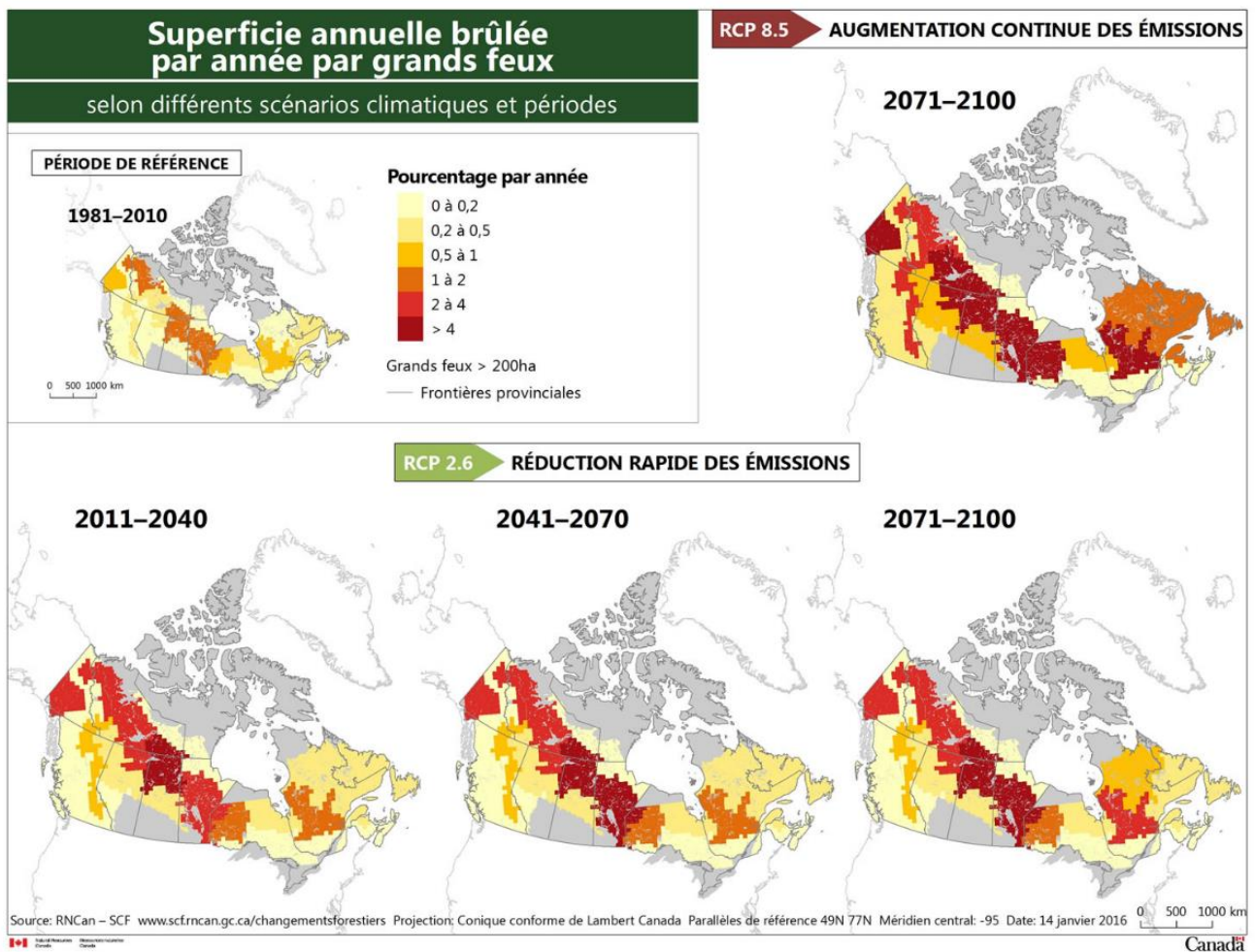


Figure 27 : Projection de la superficie annuelle brûlée par année par grands feux pour la période de référence de 1981 à 2010 selon différents scénarios d'émissions

(Ressource naturelle Canada (2016))

En résumé, il y aura plus de précipitation sur une courte période de temps. Néanmoins, l'augmentation des températures aura une incidence sur l'évapotranspiration et, par le fait même, la sécheresse occasionnant plus de feux de forêt. Le portrait pour cet aléa est ainsi incertain. Toutefois, Chaudière-Appalaches ne sera pas autant affectée que d'autres régions par cet aléa.

5. Pollens allergènes

Une personne sur neuf souffre d'allergies saisonnières au Québec et ces mêmes personnes présentent souvent des symptômes lorsqu'il y a présence de pollen de l'herbe à poux (Jacob et al., 2019). La rhinite allergique entraîne absentéisme et perte de productivité, d'importants coûts d'hospitalisations, de médicaments et de consultations médicales (Breton et al., 2006; Garneau et al., 2006). Sa prévalence semble avoir augmenté de 6 % depuis 1987 (Garneau et al., 2006). « L'augmentation de la température et du dioxyde de carbone dans l'air auront pour effet d'allonger la saison pollinique et de fertiliser les plantes, faisant en sorte d'accroître les concentrations de pollens allergènes dans l'air que l'on respire » (Ouranos, 2015, p.58). Le vent est aussi un facteur dans la dispersion des allergènes dans l'air. Toutefois, l'impact qu'il aura avec le réchauffement futur demeure incertain. En prenant en compte ces éléments, l'aléa des pollens allergènes peut avoir des conséquences non négligeables sur la santé des populations.

Six données climatiques ont été retenues, soit les **degrés-jours de croissance 5°C et 10 °C**, le **maximum des précipitations non hivernales cumulées sur 5 jours**, la **saison de croissance**, la **pluie et les orages violents** et la **proportion de la population ayant eu des symptômes de rhinite allergique au cours des 12 derniers mois dont le facteur déclenchant est le pollen**. Seules les variables non abordées pour les autres aléas seront présentées ici puisque les tendances sont les mêmes.

Le maximum des précipitations cumulées sur cinq jours consécutifs (avril à septembre), incluant les précipitations liquides et solides, était de 65 à 82 mm entre 1981 et 2010. Ces précipitations non hivernales augmenteront de 70 à 90 mm pour les 2 scénarios d'émissions d'ici 2041 à 2070. Comme illustré sur la figure 28, cette augmentation sera répartie sur tout le territoire, mais elle sera plus marquée au sud-ouest.

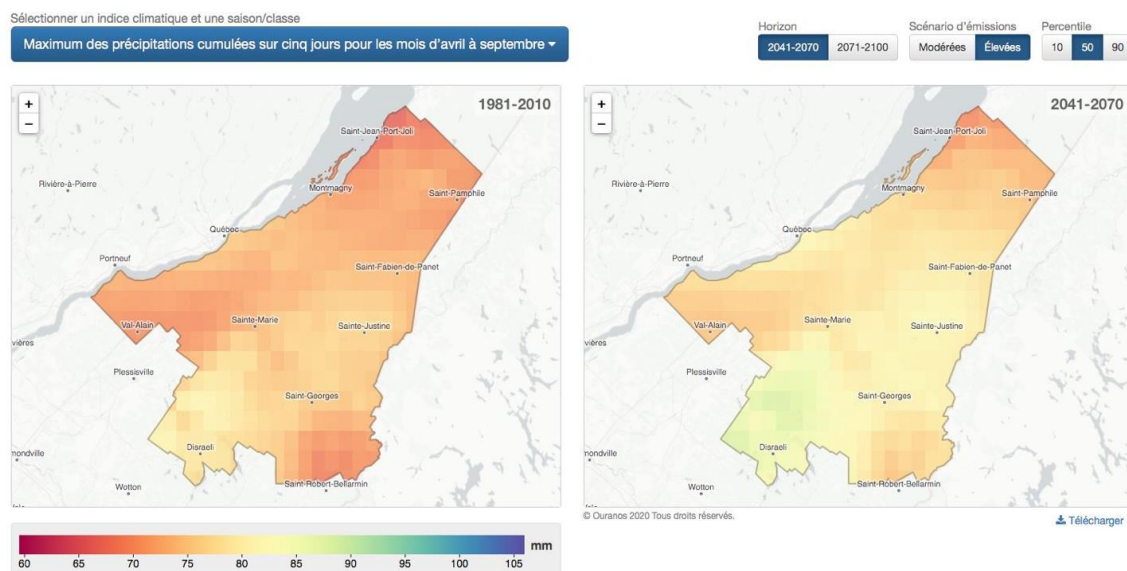


Figure 28 : Projection du maximum des précipitations cumulées sur cinq jours pour les mois d'avril à septembre pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches (Ouranos (2020))

Un autre indicateur lié aux pollens allergènes est la pluie et les orages violents. Les données actuelles ne permettent pas d'effectuer des projections pour les événements météorologiques extrêmes. « En ce qui a trait aux orages, quelques études préliminaires laissent entrevoir une hausse de leur fréquence et de leur intensité au fur et à mesure que l'on s'approche de l'année 2100 sans toutefois pouvoir établir un niveau de confiance dans ces projections »

(Ouranos, 2015, p.7). L'augmentation de la saison propice aux orages et des épisodes de pluies intenses laissent présager l'accroissement de cette variable.

Selon l'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP), entre 2014 et 2015, 69 % de la population ont eu des symptômes de rhinite allergique au cours des 12 derniers mois dont le facteur déclenchant est le pollen. Les zones ayant eu le plus de cas sont la Beauce (75 %) suivie des Etchemins (71 %). Le pollen de l'herbe à poux serait responsable de 50 % à 90 % des cas de rhinite allergique (CISSS-CA, 2021). Comme illustré sur la figure 29, l'herbe à poux est abondante dans plusieurs régions du Québec, dont celle de Chaudière-Appalaches. Selon une étude de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie (2008), la prévalence de l'allergie au pollen de l'herbe à poux était d'environ 17,5 % au Québec en 2005, ce qui représente 1 055 390 individus. Les personnes les plus touchées sont issues des classes d'âge actives de la société (25 à 44 ans). Toujours selon cette étude, en 2005, les coûts associés à ces allergies étaient de 156 millions de dollars. En prenant en compte l'allongement de la saison de croissance et, par le fait même, l'augmentation des concentrations de pollens, les symptômes des personnes allergiques, tout comme l'augmentation du nombre de personnes subissant ces symptômes, seront accentués d'ici 2050.

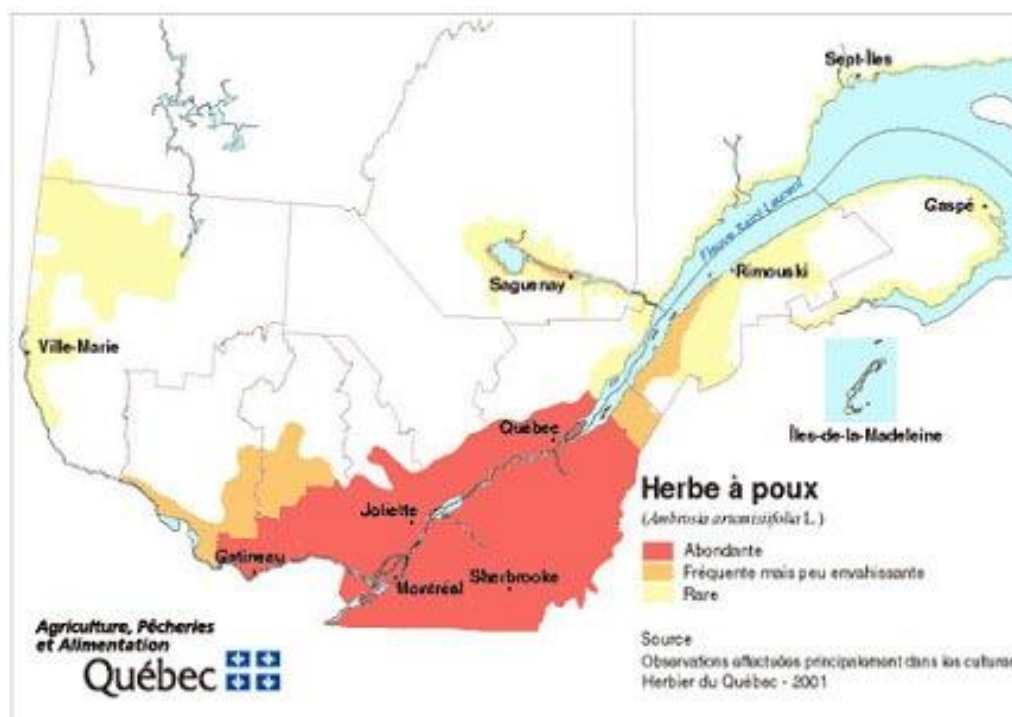


Figure 29 : Présence d'herbe à poux au Québec en 2001

(MAPAQ (2001))

6. Inondations, submersions marines et érosion côtière

Les précipitations abondantes, les tempêtes, la hausse du niveau de la mer et la fonte de la neige sont susceptibles de causer des inondations. « En Chaudière-Appalaches, les changements climatiques laissent présager deux tendances opposées en matière d'hydraulicité : durant l'hiver et au printemps, une hausse des débits des cours d'eau est attendue, tandis qu'à l'été, une baisse significative de ceux-ci est anticipée. En conséquence, les débâcles amenant la rivière Chaudière à sortir de son lit pourraient survenir plus tôt dans la saison que par le passé » (Ouranos, 2020, p.9). Ces événements pourraient par exemple occasionner des surcharges des systèmes d'égout ou des problèmes d'approvisionnement en eau potable. Cet aléa met donc à risque les bâtiments et les infrastructures, ce qui va demander des déboursés importants de la part du gouvernement entre autres (Ouranos, 2015). Les inondations affectent près de 80 % des municipalités riveraines du Québec, faisant de cet aléa le plus commun dans la province (Valois et al., 2017).

« La submersion marine est « une inondation épisodique de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques sévères » (ministère de la transition écologique, 2014) tandis que « l'érosion côtière se définit comme la perte graduelle de matériaux qui entraîne le recul de la côte et l'abaissement des plages » (MSP, 2017).

Pour l'aléa inondations, submersions marines et érosion côtière, 21 données climatiques ont été retenues pour dresser un portrait de la situation en Chaudière-Appalaches, soit les **jours de précipitations >1 mm, > 10 mm et > 20 mm, le maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours, les précipitations maximales durant un jour, précipitations totales annuelles, hivernales, printanières, estivales, automnales, le débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps, le débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans en été et en automne, le débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver, le débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été, le débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps, les inondations, le niveau de la mer, les zones inondables de faible et de grand courant, l'érosion côtière et submersion marine, le taux de recul et la proportion de la côte en érosion**. Parmi les variables retenues, quatre ont déjà été présentées dans l'aléa feux de végétation (jours de précipitations >1 mm, > 10 mm et > 20 mm et le maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours). Elles ne seront donc pas abordées de nouveau.

Les précipitations maximales durant un jour (plus grand total de précipitations en une seule journée en mm) étaient entre 30 et 50 mm de 1981 à 2010. Pour l'horizon 2070, une légère augmentation est prévue (33 à 63 mm pour RCP 4.5 et 36 à 70 pour RCP 8.5) selon les scénarios d'émissions (figure 30). Néanmoins, il existe une incertitude quant aux zones sensibles et aux tendances projetées pour cet indicateur.

Précipitation maximale durant 1 jour

Cliquer et faire glisser dans la zone du tracé pour agrandir

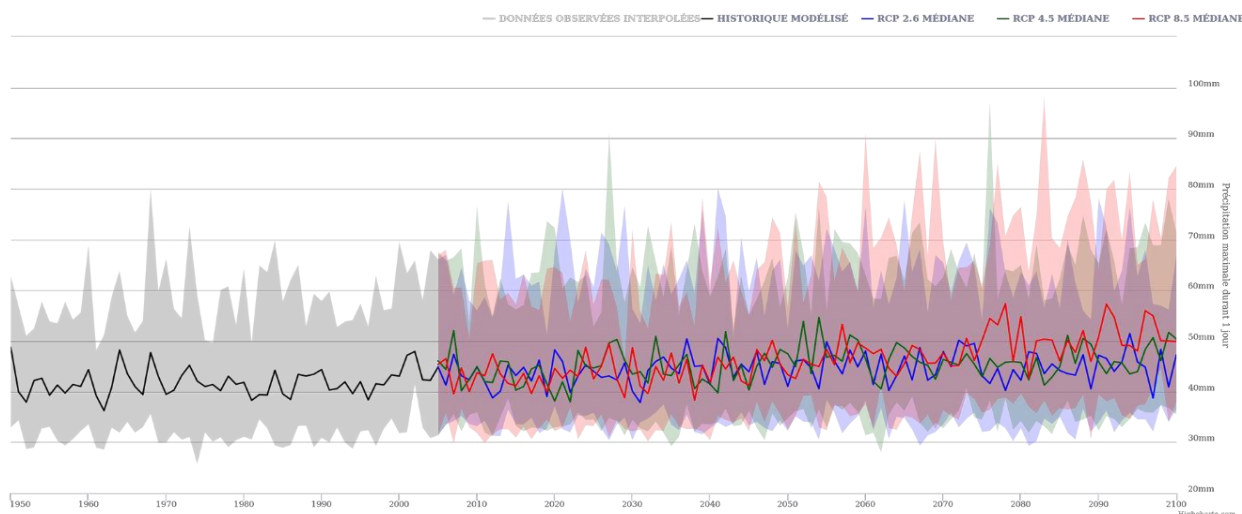


Figure 30 : Projection des précipitations maximales durant un jour en fonction des scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

(Donneesclimatiques.ca (2021))

Les précipitations totales annuelles, qui représentent la somme de la pluie totale et de l'équivalent en eau de la neige totale en millimètres, variaient de 970 à 1300 mm de 1981 à 2010. Selon les scénarios, cette valeur augmenterait de 1100 à 1370 mm (RCP 4.5) ou de 1430 à 1500 mm (RCP 8.5) pour l'horizon 2041 à 2070. Selon la figure 31, il est possible d'observer que la tendance générale annuelle est à la hausse, surtout au centre de la région.

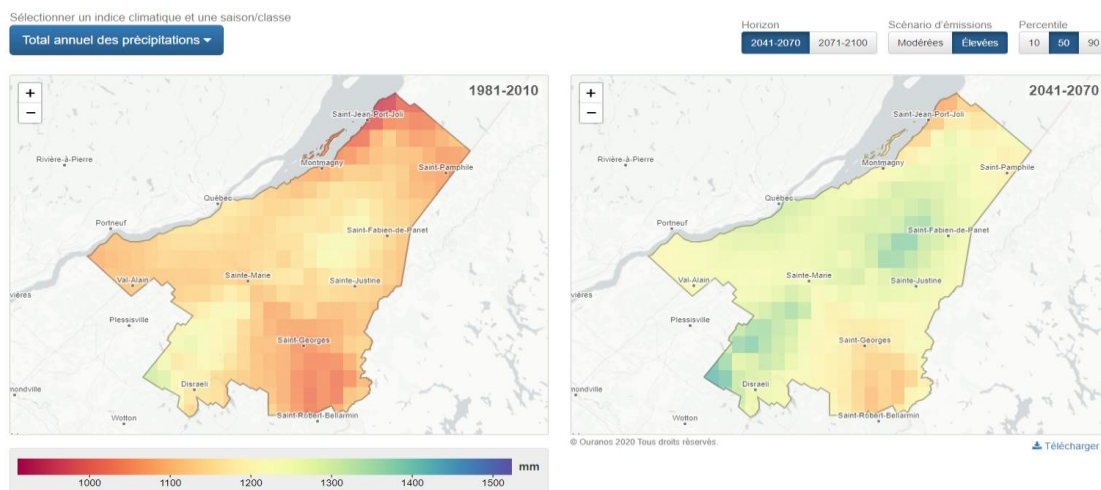


Figure 31 : Projection total annuel des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

Pour ce qui est de la donnée climatique des précipitations totales hivernales, cette donnée variait de 210 à 290 mm pour 1981 à 2010. Ces précipitations augmenteront selon les projections de 220 à 310 mm (RCP 4.5) ou de 245 à 350 mm (RCP 8.5) d'ici 2041 à 2070. Comme illustré à la figure 32, cette augmentation se fera sentir sur toute la région, mais plus particulièrement au sud-ouest du territoire.

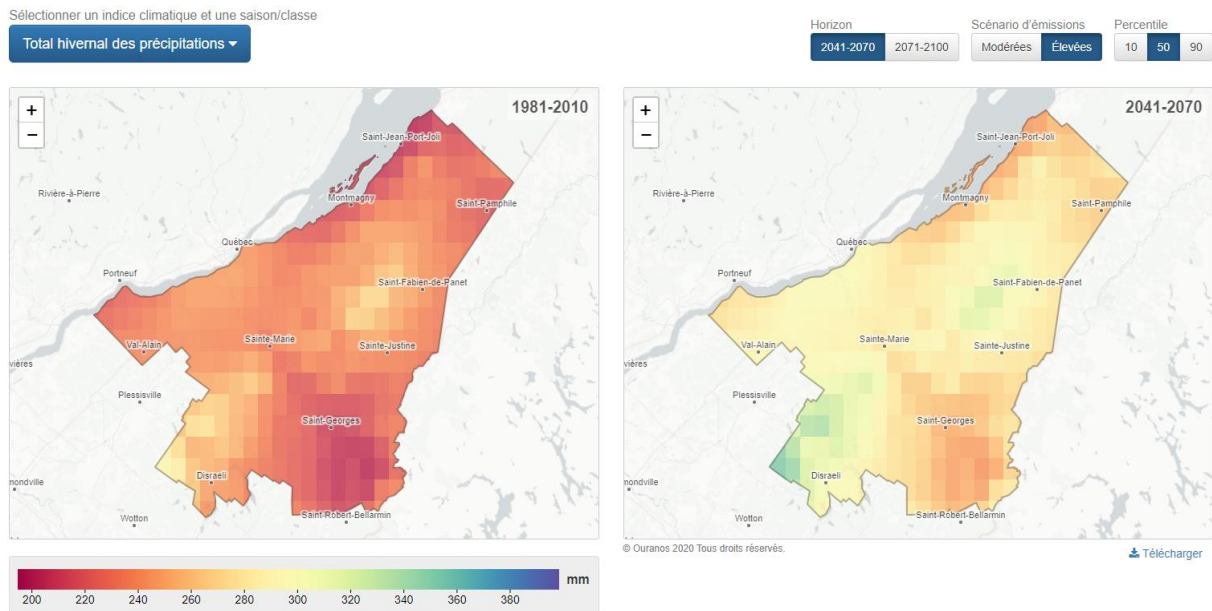


Figure 32 : Projection totale hivernale des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

Dans le même ordre d'idées, les précipitations totales printanières étaient entre 225 et 285 mm pour la période de référence de 1981 à 2010. Les précipitations totales printanières passeront de 240 à 310 mm (RCP 4.5) ou de 225 à 330 mm (RCP 8.5) d'ici 2070. Comme la valeur hivernale, cette tendance à la hausse pourra surtout être observée au sud-ouest de Chaudière-Appalaches (figure 33).

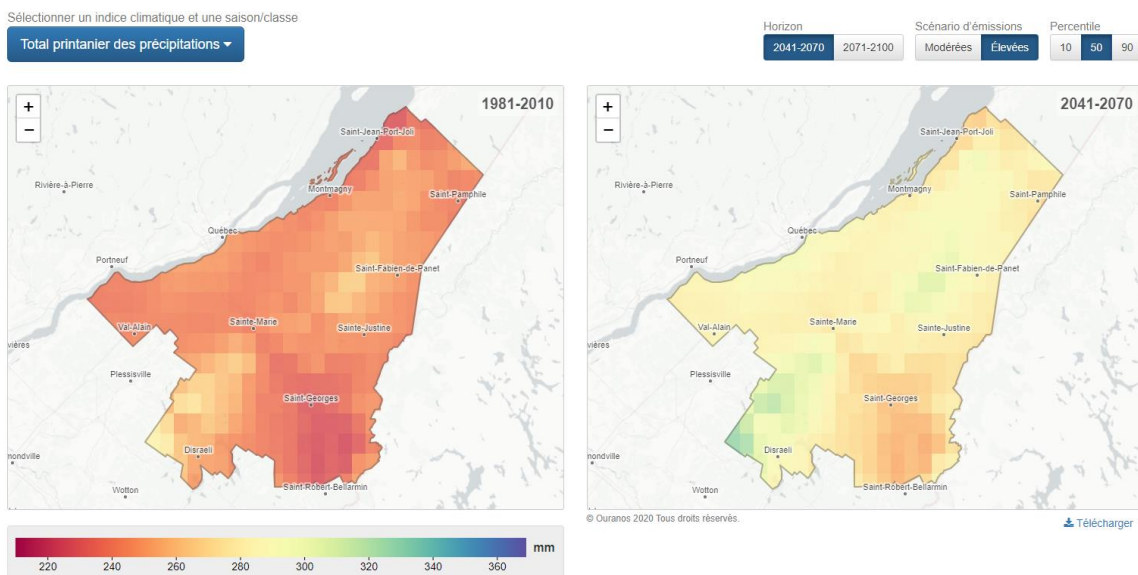


Figure 33 : Projection totale printanière des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

Les précipitations totales estivales ont un portrait assez similaire des précipitations hivernales et printanières. En effet, l'été, les quantités de pluies reçues allaient de 285 à 385 mm entre 1981 et 2010. À l'horizon 2070, cette donnée pourrait passer de 280 et 395 mm (RCP 4.5) ou de 290 à 400 mm (RCP 8.5). Bien que l'augmentation estivale soit moins importante que les autres saisons, elle se fera le plus observée sur la même zone que les valeurs précédentes (figure 34).

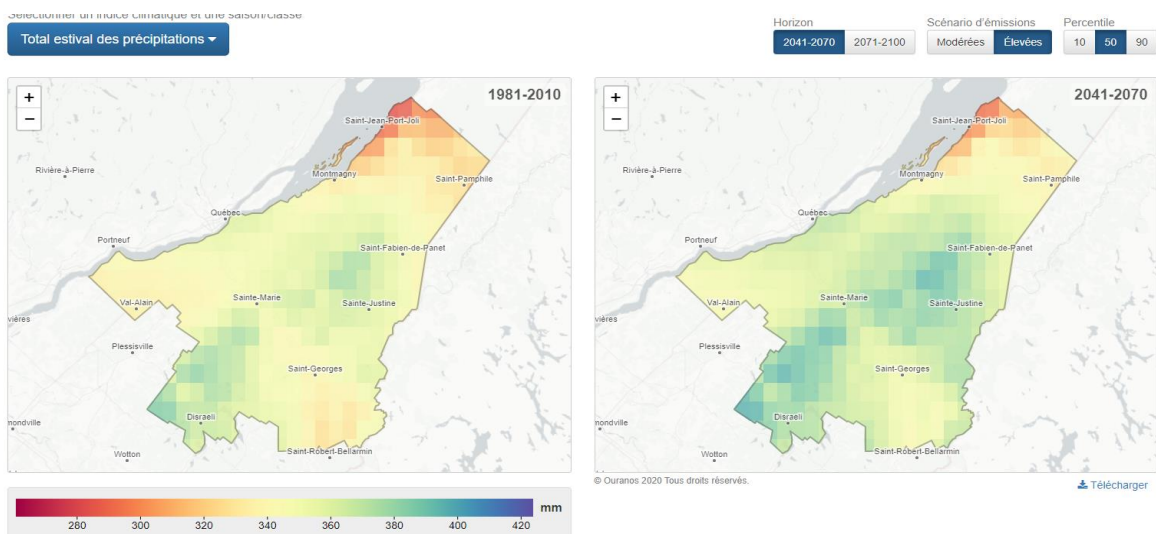


Figure 34 : Projection totale estivale des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

Les précipitations totales automnales étaient de 250 à 340 mm pour 1981 à 2010. Ces chiffres pourraient passer de 250 à 345 mm (RCP 4.5) ou de 270 à 360 mm (RCP 8.5). Ainsi, les précipitations automnales augmenteraient de quelques millimètres, surtout à l'ouest de Thetford Mines (figure 35).

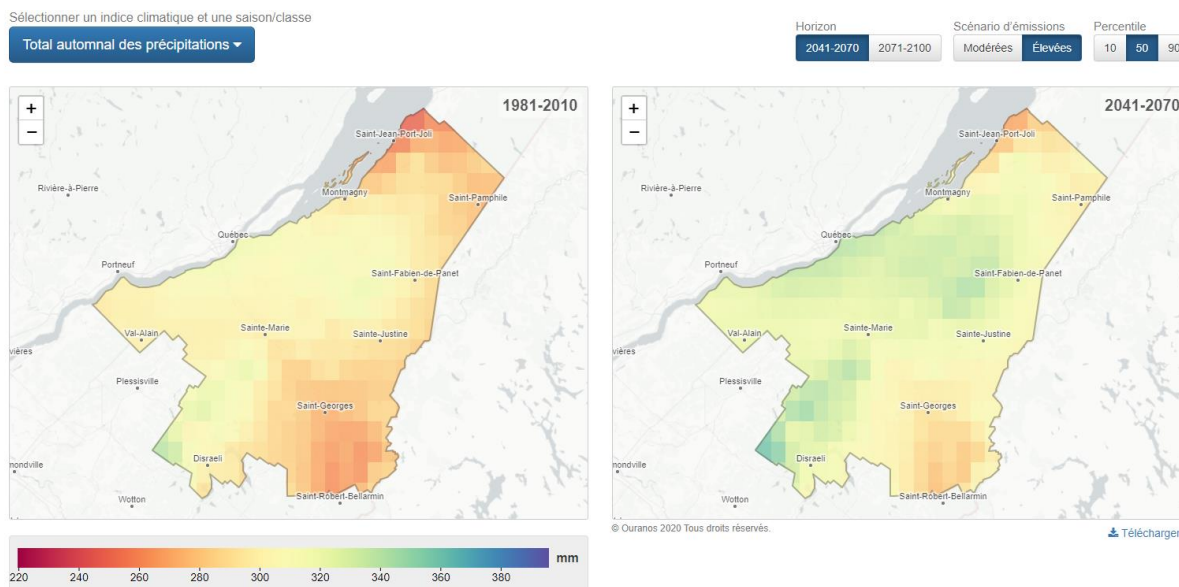


Figure 35 : Projection totale automnale des précipitations pour la période de référence de 1981 à 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

Selon l'Atlas hydroclimatique (2018), le débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps devrait diminuer pour les réseaux hydrographiques disponibles pour les 2 scénarios d'émissions (RCP 4.5 et 8.5) d'ici 2050 (figure 36 et 37). Néanmoins, les données historiques et projetées précises sur les débits (m^3/s) ne sont pas disponibles.

Les inondations sont mesurées par rapport à leur niveau et à leur fréquence. Les expressions « période de retour » et « récurrence » sont utilisées à cet effet. Les périodes de récurrence 20 et 100 ans sont utilisées pour déterminer les limites des plaines d'inondations. Une récurrence de 20 ans a 1 chance sur 20 de se produire chaque année. Il est ainsi rare, mais pas impossible. Par exemple, un événement de récurrence de 20 ans pourrait survenir plus d'une fois en 5 ans ou à l'inverse ne pas se produire pendant plusieurs années (MELCC, 2021).

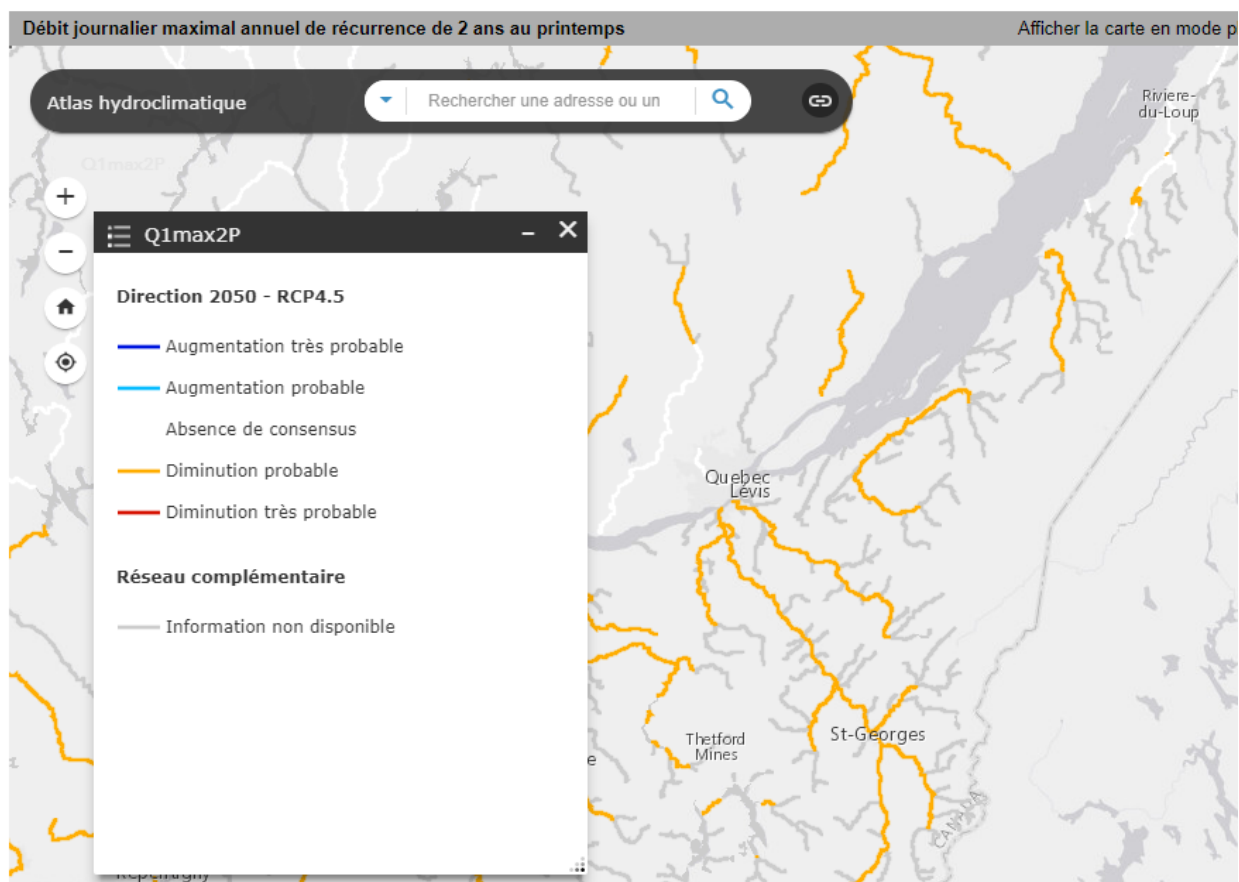


Figure 36 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

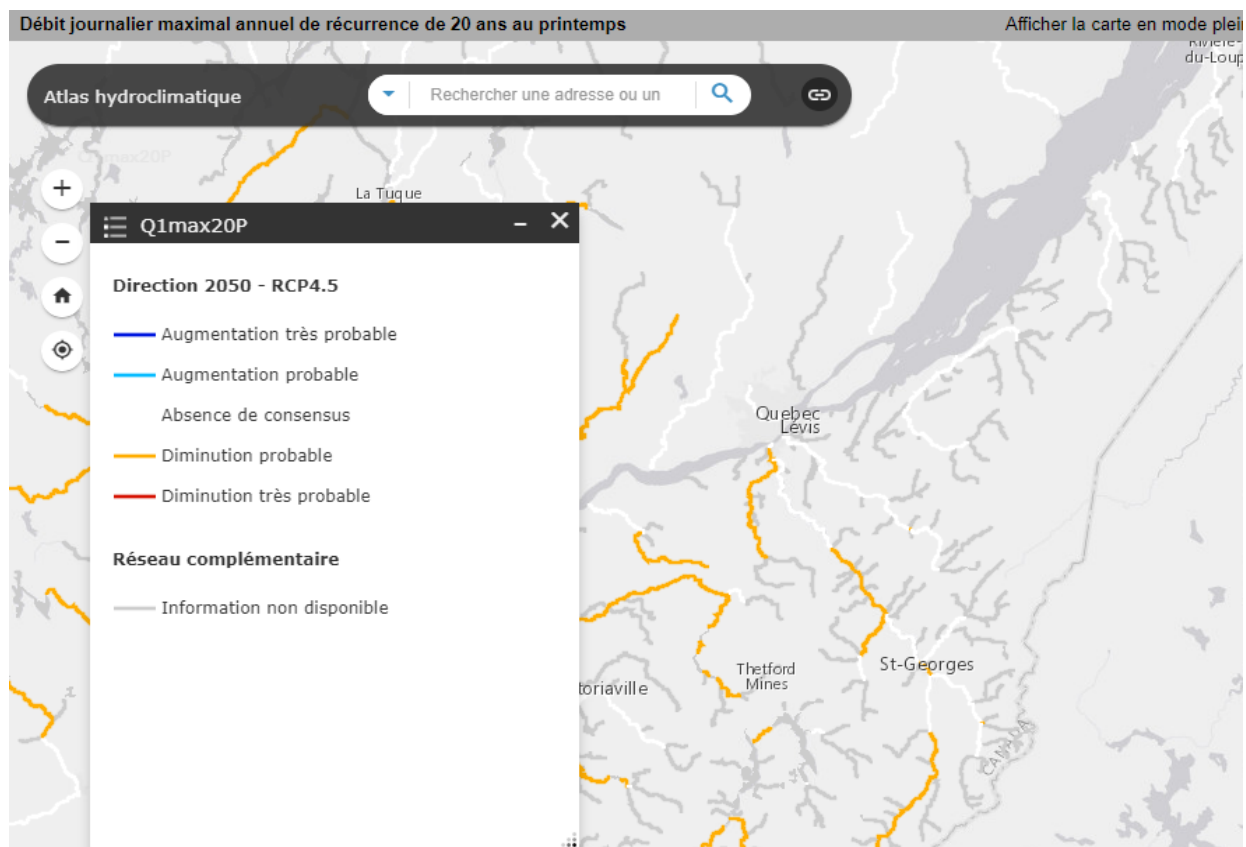


Figure 37 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

Le débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans en été et en automne présente un portrait différent. Selon la période de référence de 1971 à 2000, les modèles climatiques prévoient une augmentation probable du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans en été et en automne (RCP 4.5 et RCP 8.5) pour la rivière Etchemin principalement et une augmentation probable du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans en été et en automne (RCP 4.5 et RCP 8.5) pour l'horizon 2050 (figure 38 et 39).

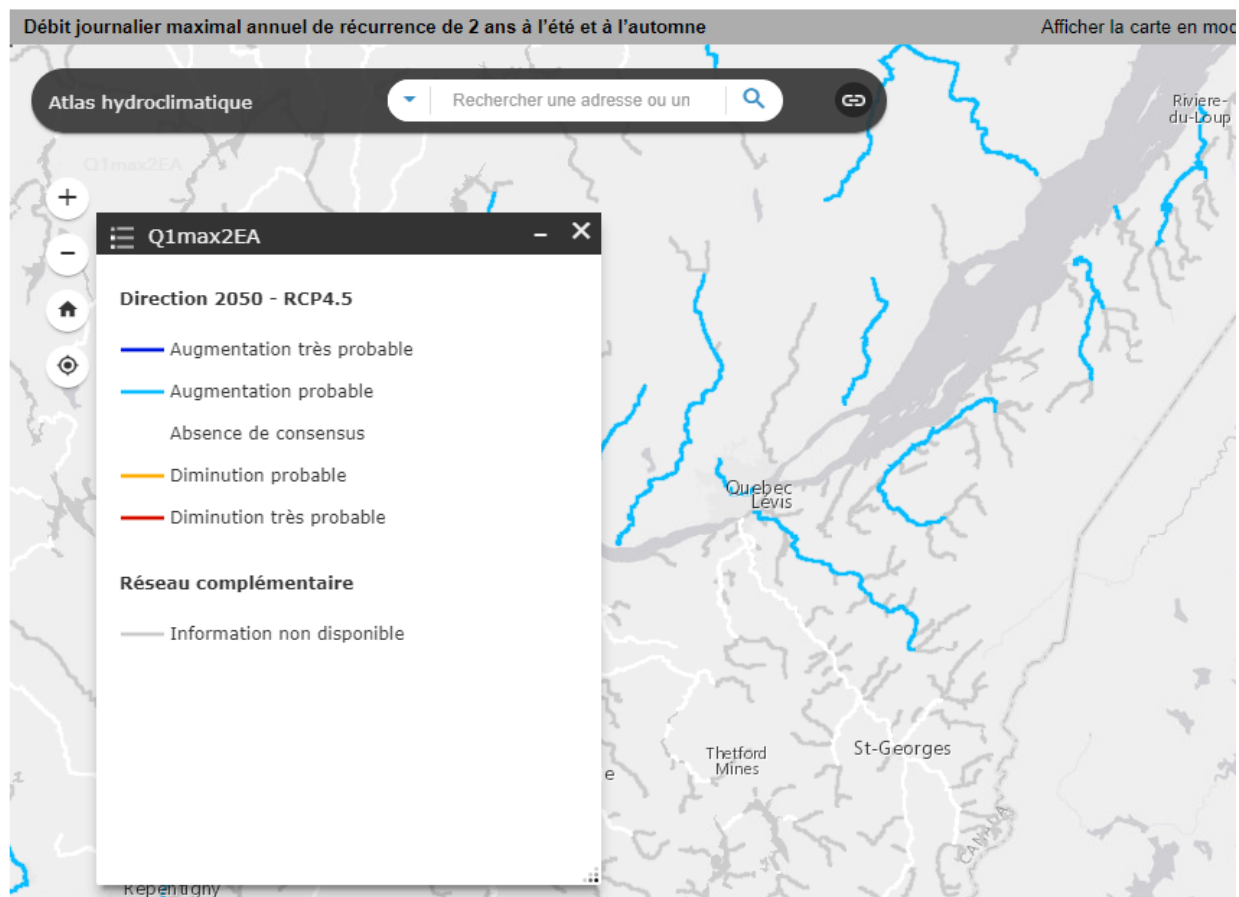


Figure 38 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans à l'été et à l'automne pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

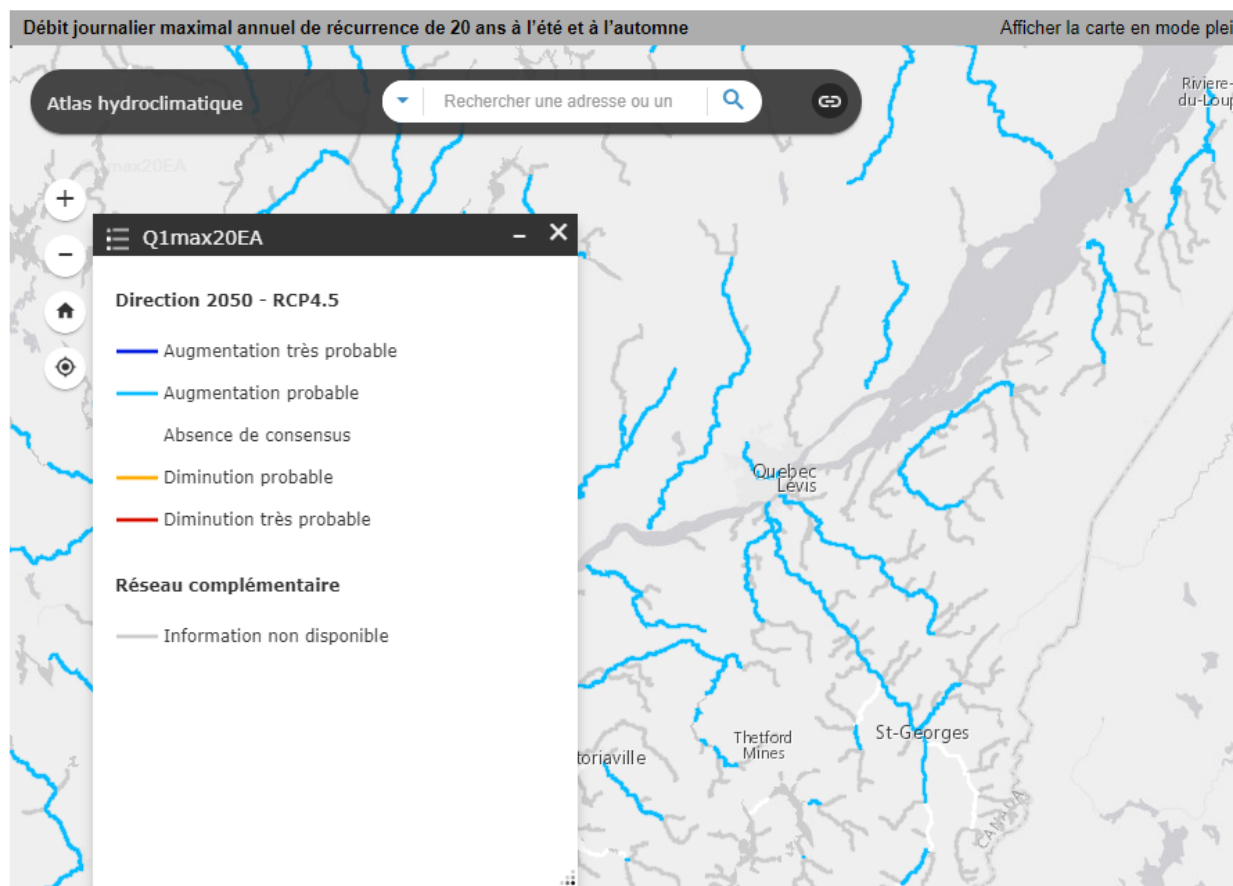


Figure 39 : Projection du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans à l'été et à l'automne pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

Quant au débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver, les projections indiquent une augmentation très probable (RCP 4.5 et RCP 8.5) pour 2050 (figure 40). Cette tendance s'accorde avec l'augmentation des précipitations en hiver.

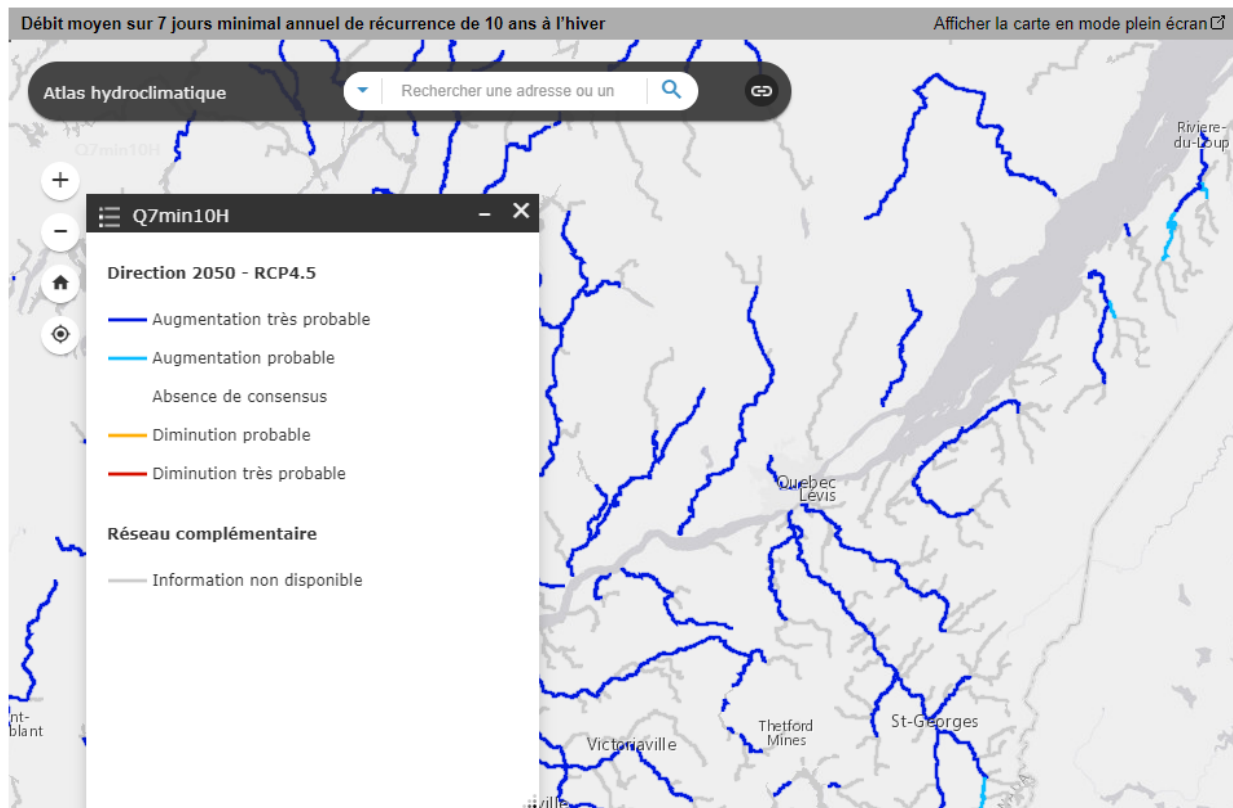


Figure 40 : Projection du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

À l'inverse, les projections futures indiquent une diminution très probable du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été d'ici 2041-2070 pour les 2 scénarios d'émissions (figure 41). Cette tendance ne s'accorde pas avec l'augmentation ou la stabilité des précipitations prévues dans les prochaines années. Néanmoins, « [e]n été, les températures chaudes et l'importante activité végétale sont la cause d'une évapotranspiration importante qui extrait l'eau contenue dans le sol pour la retourner vers l'atmosphère, sous forme de vapeur » (gouvernement du Québec, 2018, p. 21).

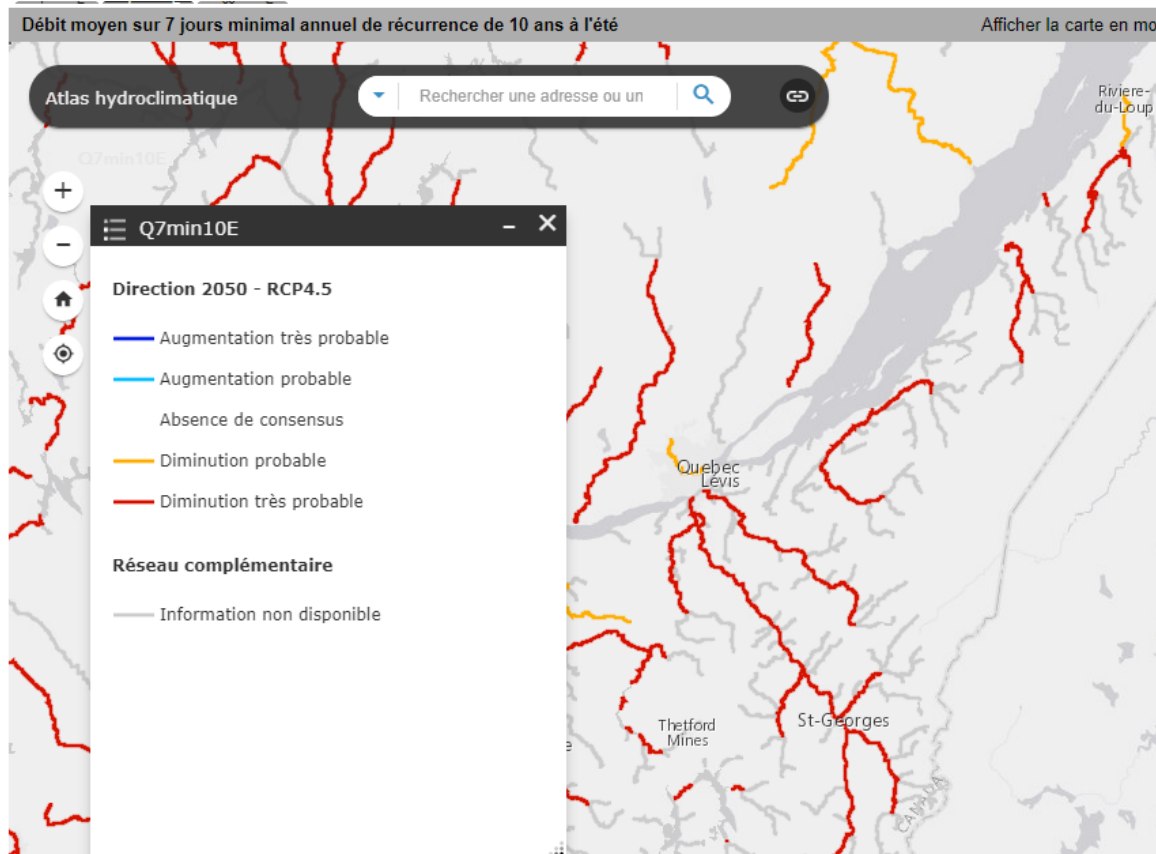


Figure 41 : Projection du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

Une autre donnée utile pour dresser le portrait climatique de l'aléa des inondations, érosion côtière et submersions marines est le débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps. Selon la période de référence de 1971 à 2000, les modèles prévoient une diminution probable à très probable du débit moyen (RCP 4.5 et RCP 8.5) pour 2050 (figure 42 et 43).



Figure 42 : Projection du débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

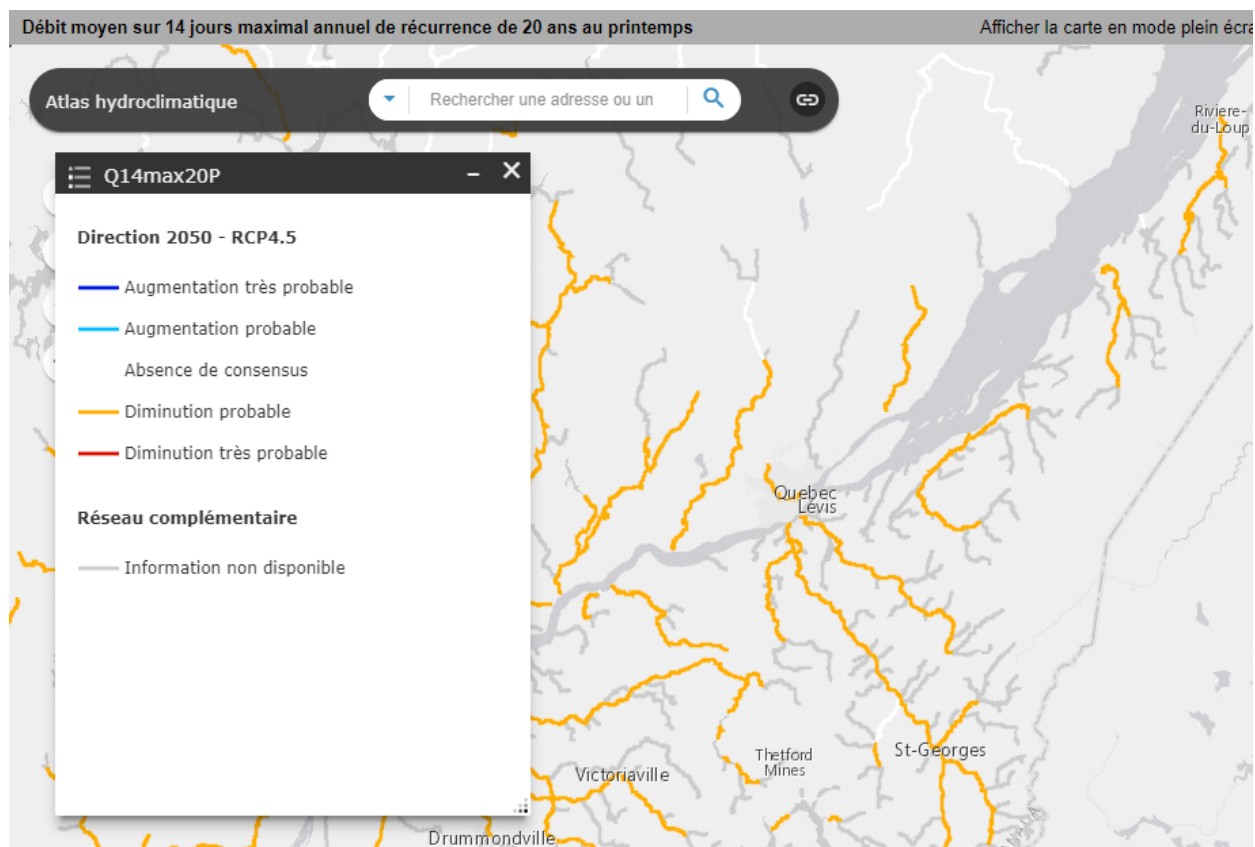


Figure 43 : Projection du débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 20 ans au printemps pour la période de référence de 1970 à 2000 selon le RCP 4.5 pour Chaudière-Appalaches

(Atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018))

Quant à lui, le nombre d'inondations historiques permet de cibler des zones enclines aux inondations pour le futur. Il y a eu plusieurs événements d'inondations de 1971 à 1991, soit 10 sur la rivière Chaudière, dont un événement d'inondation majeure en 2019. La rivière Etchemin a aussi connu des événements d'inondation. Jumelant les indicateurs de précipitations et de débit moyen, il est possible de dire qu'une augmentation des risques d'inondations aura lieu surtout à l'hiver et au printemps. Les embâcles pourraient aussi être plus présents et, par le fait même, occasionner plus de dommages. Le risque sera plus présent pour les populations près des cours d'eau, comme celles en Beauce le long de la rivière Chaudière.

Le fleuve Saint-Laurent a aussi occasionné des événements d'inondation. Avec la fonte des glaces et l'érosion côtières, la hausse du niveau de la mer est une donnée non négligeable. Entre 1993 et 2009, le niveau de la mer a augmenté de 0,2 à 0,36 cm/an. D'ici 2100, cette augmentation pourrait aller de 40 à 60 cm (RCP 8.5). Évidemment, les zones qui seront touchées par cette augmentation du niveau de la mer seront les municipalités côtières de Chaudière-Appalaches.

Un autre indicateur retenu est les zones inondables. Ces dernières se situent le long de la rivière Chaudière, à quelques segments de la rivière Etchemin, de la rivière Beaurivage, de la rivière des Hamel, de la rivière de la Fourche et du fleuve Saint-Laurent (figure 44).

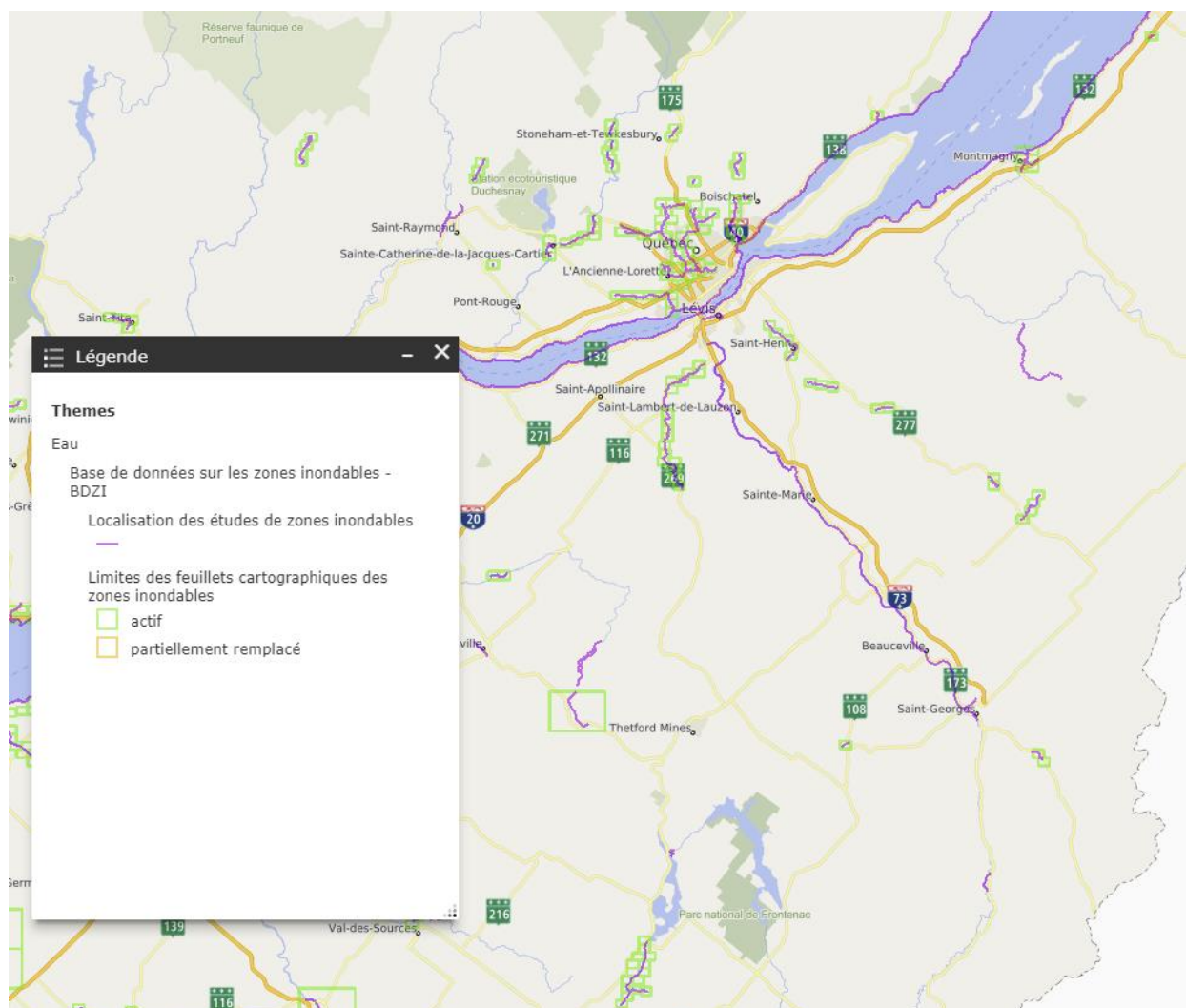


Figure 44 : Zones inondables en Chaudière-Appalaches en 2018

(MELCC (2018))

Pour ce qui est de l'érosion côtière et la submersion marine, le pourcentage des côtes submersibles en Chaudière-Appalaches était de 54 % en 2006. Avec l'augmentation de l'érosion côtière en raison des événements météorologiques extrêmes et de l'élévation du niveau de la mer, la proportion des zones sensibles pourrait augmenter le long du fleuve Saint-Laurent ainsi que dans les zones de marais maritimes. Par ailleurs, le taux de recul moyen des côtes suivies était de 108 cm/an pour 2003 à 2012. Bien qu'il n'existe pas de projections pour cet indicateur, il est fort probable qu'il y ait une augmentation du taux de recul pour l'horizon 2070 dans les mêmes zones nommées précédemment.

La dernière variable utilisée pour l'aléa des inondations, submersions marines et érosions côtières est la proportion de la côte en érosion. En 2006, cette proportion était de 35 % dans la région. Elle augmentera probablement dans les années à venir le long du fleuve Saint-Laurent. Tel qu'illustré sur la figure 45, plusieurs événements de sécurité

civile de nature géomorphologique mineure ont été répertoriés dans Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020. Néanmoins, ces données ne recensent pas seulement l'érosion côtière. Elles peuvent donc être utiles pour cibler et surveiller certaines zones à risque.

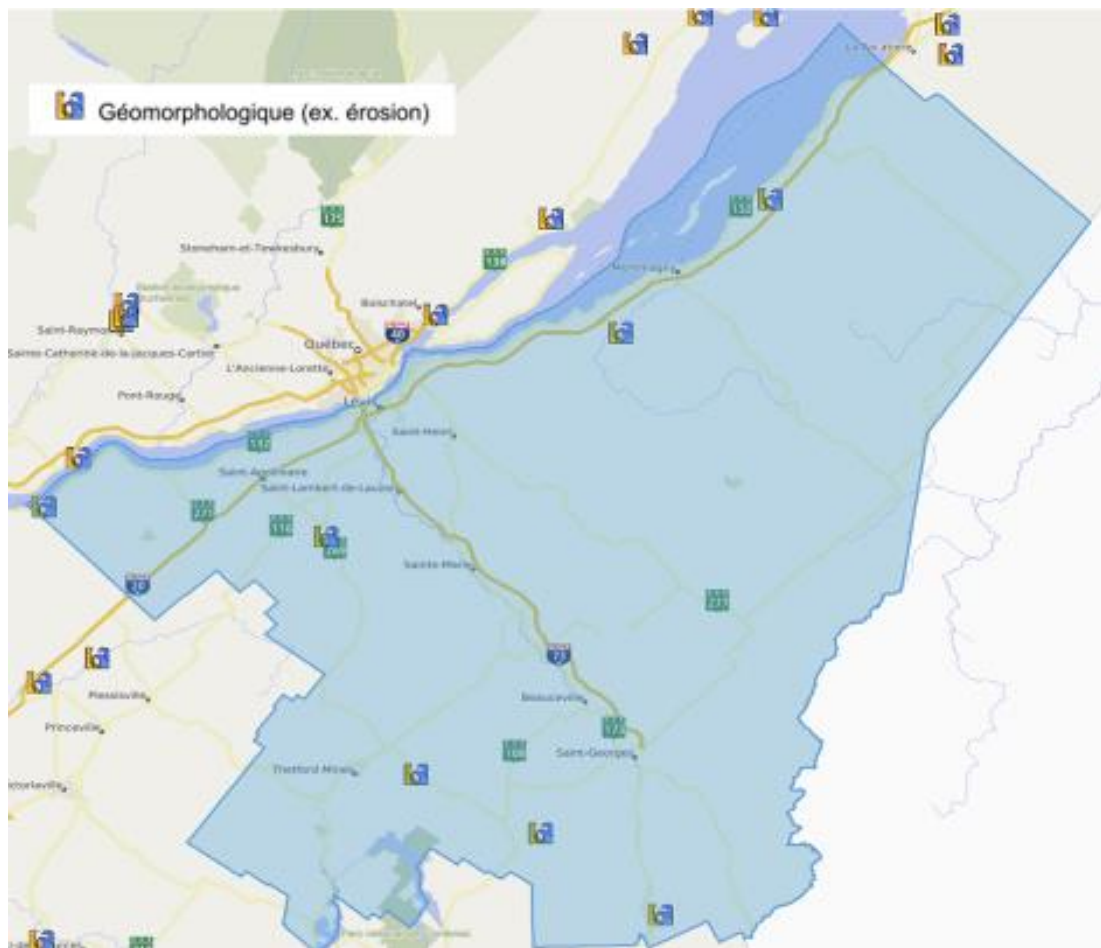


Figure 45 : Historique des événements géomorphologiques de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020

(MSP (2016))

D'autres variables peuvent également être notées comme le type de sol. Les dépôts meubles tels que l'argile, le sable et le gravier sont plus souvent touchés par l'érosion et les glissements de terrain. Les berges du Saint-Laurent sont constamment en mouvement en raison de leur nature meuble, ce qui les rend vulnérables à l'érosion (MSP, 2016). Comme illustré sur la figure 46, les sols de la région sont principalement composés d'argile et de loam.

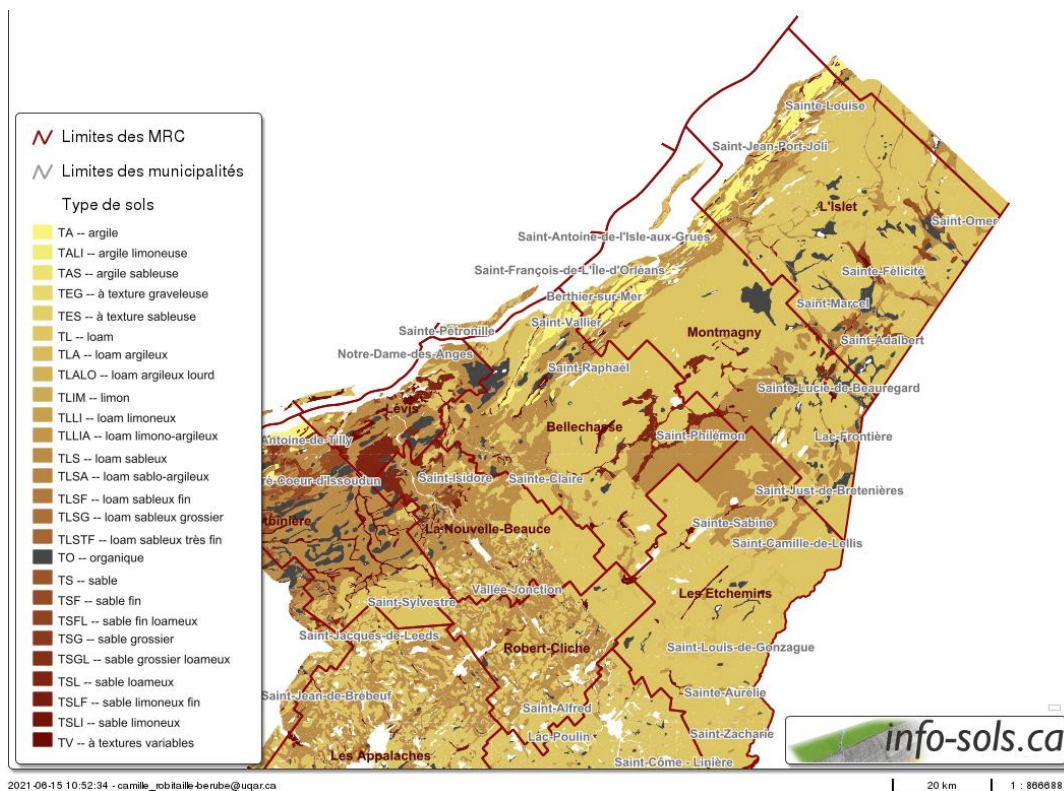


Figure 46 : Types de sols en Chaudière-Appalaches

(MAPAQ (s.d.))

Dans un autre ordre d'idée, la superficie ou la présence de milieux humides ainsi que la végétation peuvent diminuer ou réduire le risque des inondations. Dans un premier temps, « la protection, la conservation et la restauration des milieux humides contribuent de manière considérable à la résilience du territoire face aux inondations, en stockant temporairement les eaux de crues et en régulant les débits » (Ouranos, s.d.). D'autre part, le NDVI (indice de végétation par différence normalisée) peut être utile pour évaluer la quantité de végétation en bordure des cours d'eau. En effet, les végétaux absorbent l'eau et stabilisent les sols avec leurs racines. Plus les rives sont artificielles (bétonnées, surfaces imperméables) moins la pluie et l'eau des crues pourront pénétrer dans le sol, augmentant ainsi les probabilités d'inondations (le gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d.).

En bref, la population de Chaudière-Appalaches sera assurément touchée par l'aléa des inondations, de l'érosion côtière et des submersions marines en fonction des projections climatiques disponibles. Bien que les quantités de précipitations seront variables au fil des saisons, les municipalités en bordure du fleuve comme des rivières seront exposées à cet aléa. Cette problématique est d'autant plus importante en raison du contexte géologique de la région.

7. Sécheresse

L'impact des changements climatiques sur les sécheresses demeure incertain. Dans le sud du Québec, les scénarios prévoient l'allongement des jours consécutifs sans précipitations. Néanmoins, le nombre maximal de jours secs devraient décroître dans toutes les régions sociosanitaires du Québec, sauf pour la saison estivale (Ouranos, 2015). « La saison estivale serait, quant à elle, caractérisée par des étiages plus fréquents et sévères. Ainsi, plusieurs municipalités s'approvisionnant dans la rivière Chaudière risquent de faire face à des problèmes de disponibilité de l'eau potable » (Ouranos, 2020, p.9). En plus d'affecter l'approvisionnement en eau potable, les sécheresses peuvent aussi influencer la sécurité alimentaire, les risques de maladies à transmissions vectorielles, l'occurrence et l'intensité des feux de forêt ainsi que la productivité agricole.

Pour l'aléa de la sécheresse, 18 variables ont été retenues soit le **jour le plus chaud**, le **nombre de jours avec une température maximale >25°C** (journée chaude), le **nombre de jours avec une température maximale >30°C** (journée de chaleur extrême), le **nombre de vagues de chaleur**, les **nuits tropicales** (température minimale >18°C et température minimale >22°C), la **température moyenne estivale**, la **température maximale et minimale moyenne estivale**, les **jours de précipitations > 1mm, > 10mm et > 20mm**, les **précipitations totales annuelles, hivernales, printanières, estivales, automnales**, la **saison de croissance** et l'**historique des sécheresses**. Plusieurs de ces variables ont été présentées pour les aléas précédents, elles ne seront donc pas présentées à nouveau. Rappelons que toutes les variables de températures illustraient avec certitude des augmentations prévues par rapport aux données historiques, et ce, surtout pour l'ouest de la région, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud, à partir de Saint-Georges. Le portrait est plus incertain quant aux données des jours de précipitations (>1mm, >10mm et >20 mm). Néanmoins, l'indicateur des précipitations totales (annuelles, hivernales, printanières, estivales et automnales) marque une légère hausse. Ces tendances à la hausse seront marquées près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.

L'historique des sécheresses a également été retenu comme donnée climatique pour dresser un portrait de l'aléa des sécheresses. Par le passé, la région de la Chaudière-Appalaches a connu des épisodes de sécheresses. En regardant la surveillance des sécheresses au Canada depuis 2002, il est possible d'observer une augmentation des étés connaissant des épisodes de sécheresses dans le temps. Cette tendance s'applique aussi quant à la sévérité de ces événements. La figure 47 illustre l'un des étés les plus secs répertoriés par le système de surveillance du gouvernement du Canada, celui de 2020. Sur la légende, le temps anormalement sec représente une situation qui survient une fois tous les trois à cinq ans, la sécheresse modérée représente une situation qui survient tous les cinq à dix ans, la sécheresse grave représente une situation qui survient tous les 10 à 20 ans, la sécheresse extrême représente une situation qui survient tous les 20 à 25 ans et la sécheresse exceptionnelle représente une situation qui survient tous les 50 ans. D'ailleurs, la Beauce est généralement la zone connaissant les sécheresses les plus sévères dans la région, tel est le cas en date du 31 octobre 2021.

En prenant les précipitations moins l'évapotranspiration pour calculer le déficit hydrique, tout porte à croire qu'il y aura des périodes d'insuffisance en eau et d'assèchement du sol plus important en été pour l'horizon 2050. Les secteurs de Montmagny et de L'Islet seront particulièrement touchés par ces sécheresses (figure 48). Les valeurs négatives correspondent à des conditions plus sèches.

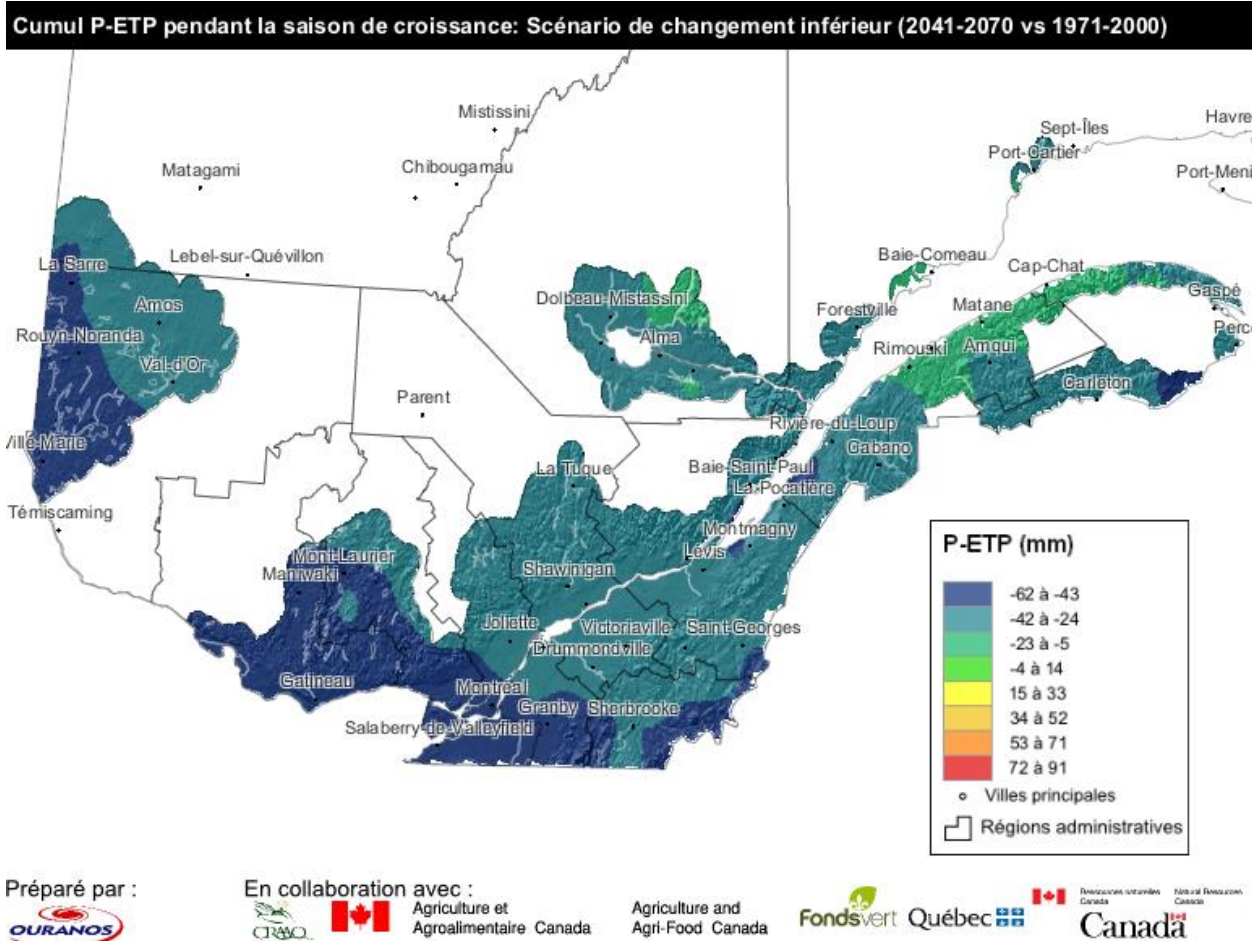


Figure 48 : Projection des cumuls précipitation-évapotranspiration pour la période de référence de 1971 à 2000

(Agrométéo Québec (2012))

8. Tempêtes et précipitations

Les modèles climatiques ne sont pas encore en mesure avec certitude de simuler des tendances futures liées aux tempêtes, car il est difficile d'estimer le moment, l'endroit et l'intensité qui leur est associée (Ouranos, 2015). Le GIEC estime néanmoins qu'il est presque certain que les ouragans les plus intenses augmenteront, affectant indirectement le Québec par sa position géographique. Le Québec n'est pas à l'abri d'épisodes de pluies torrentielles et de vents extrêmes qui tirent leur origine de « reste d'ouragan » (Ouranos, 2015). Toutefois, les pluies extrêmes, les vents violents et les vagues en secteurs côtiers, entraînés par les tempêtes, sont un réel danger pour la sécurité des populations, des infrastructures et même de la navigation.

« Une tempête se définit dans cette section comme un phénomène météorologique violent caractérisé par des vents forts, souvent combinés à des précipitations intenses, pouvant survenir à toute saison. Elle peut être accompagnée de foudre ou de tornades. Il s'agit d'un terme englobant entre autres les orages, les blizzards, les tempêtes de neige et les ouragans » (INSPQ, 2021, p. 61).

Pour cet aléa, 16 données climatiques ont été sélectionnées. Il s'agit des jours de précipitations hivernales >1mm, >10mm et >20mm, des jours de précipitations > 1mm, >10mm et > 20mm, du maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours, des précipitations maximales durant un jour, des précipitations totales annuelles, hivernales, printanières, estivales, automnales, des orages violents (pluie), des ouragans (tornades) et des tempêtes hivernales (vents de tempêtes).

Comme présenté précédemment, les précipitations annuelles et saisonnières augmenteront d'ici 2050 selon les projections climatiques. Chaudière-Appalaches a connu des événements d'orages violents entre 1981 et 2010, événements qui peuvent se définir comme étant la combinaison de fortes pluies, de foudre et de vents violents (INSPQ, 2021). Sans avoir de projections climatiques pour cette variable, la littérature mentionne une augmentation de la saison propice aux orages et aux épisodes de pluies intenses. Néanmoins, les données disponibles ne permettent pas d'identifier des zones de la région qui seraient plus sensibles que d'autres.

De 1985 à 2018, le Québec a subi environ 181 tornades, soit une moyenne de 5,3 tornades par année (INSPQ, 2021). Elles surviennent principalement d'avril à septembre autour du fleuve Saint-Laurent. Pour Chaudière-Appalaches, sans avoir de chiffres précis, il est possible de dire que la région a connu des tornades de force F1 et F2 et des mini-tornades pour les mêmes années. Les tornades ou les ouragans sont des tempêtes tropicales caractérisées par des vents violents. Une tornade F1 se définit comme étant une tornade modérée (39 % des tornades), dont les vents de 117 à 180 km/h renversent les automobiles, détruisent les abris et déracinent les arbres, tandis qu'une tornade F2 se définit comme étant considérable (24 % des tornades), dont les vents de 181 à 252 km/h arrachent les toits, démolissent les hangars et les dépendances, renversent les maisons mobiles (INSPQ, 2001-2010). D'ailleurs, 85 % des tornades sont de forces F0 ou F1. Pour cet indicateur climatique, aucune donnée projetée n'est disponible. Il est possible d'observer des événements passés (1905 à 2020) de tornades de sévérité modérée à importante dans la région à la figure 49. Comme illustré, les tornades ont été principalement recensées au centre et au sud de la région.

La dernière variable retenue pour dresser un portrait des tempêtes et précipitations est celle des tempêtes hivernales et des vents de tempêtes. « Les tempêtes hivernales peuvent entraîner d'importantes chutes de neige, du verglas, des blizzards, des vents violents et de la poudrerie » (Croix-Rouge canadienne, 2021). Ces rafales causent parfois des pannes d'électricité pouvant durer des jours et peuvent rendre les routes impraticables. Par le passé, la région a connu ces événements. Elles occurred entre les mois de novembre et d'avril (Croix-Rouge canadienne, 2021). Dans la littérature, il est question d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes. N'ayant aucune projection de disponible, il est impossible de cibler une zone plus vulnérable de Chaudière-Appalaches. Néanmoins, la figure 48 présente les zones ayant subi des vents de tempêtes de sévérité mineure à modérée de 1905 à 2020.

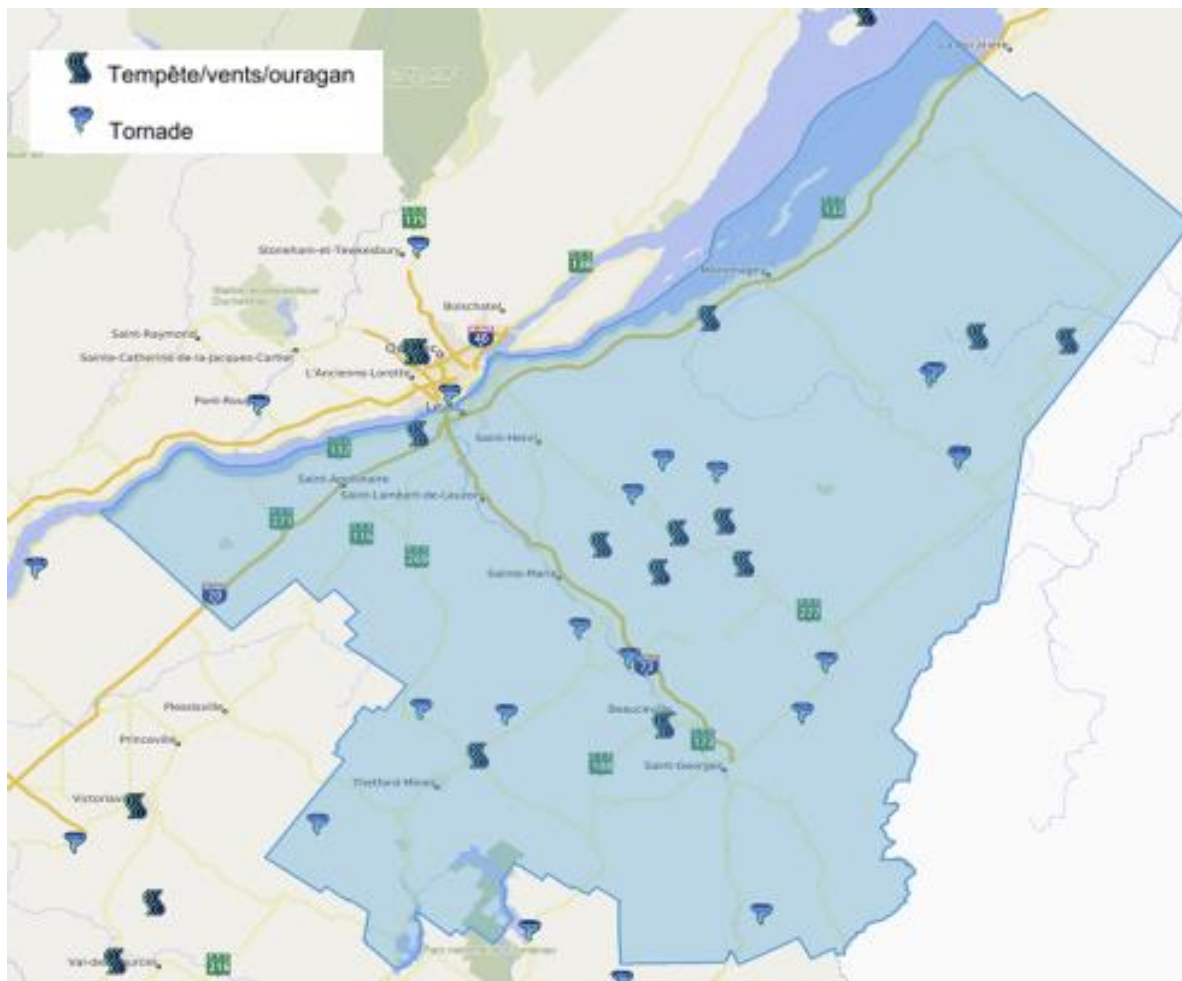


Figure 49 : Historique des événements de tornades et de vents de tempêtes de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020 (MSP, 2016)

9. Glissement de terrain et avalanches

Un glissement de terrain est le déplacement vers le bas de matériaux géologiques sur un versant. Les matériaux d'un glissement peuvent être constitués de roche ou de sédiments meubles, dont l'argile, le sable, le gravier, ou encore de tous ces matériaux à la fois (Ressources naturelles Canada, 2009). Les effets des glissements de terrain et des avalanches sont particulièrement documentés dans le nord du Québec avec la dégradation du pergélisol. En Chaudière-Appalaches, les terres qui longent les rives du fleuve sont argileuses et proviennent des dépôts marins post-glaciaires (Demers et al., 2008). Ce type de dépôts meubles, que caractérise toute la vallée du Saint-Laurent, est propice au glissement de terrain (Ouranos, 2015). Ces zones sont souvent les plus densément peuplées du Québec en raison de leur terre fertile. Les mouvements de terrain se produisent surtout lorsqu'il y a un excès d'eau dans le sol. Avec l'augmentation des températures en hiver et au printemps, la couverture de neige diminuera tandis que la température du sol augmentera et les événements extrêmes de précipitations influenceront la stabilité des matériaux dans les zones de glissement de terrain à long comme à court terme (Raetzo et Lateltin, 2003).

« On désigne par avalanche le déplacement des masses de neige sur toute leur trajectoire de la zone de décrochement à la zone de dépôt » (Raetzo et Lateltin, 2003, p.83). La majorité des accidents connus liés à des avalanches au Québec se sont produits dans la vallée du Saint-Laurent, sur de courtes pentes dont le dénivelé est généralement inférieur à 80 m (Héту et al., 2015). Le rôle des changements climatiques sur ces dernières est incertain étant donné la pluralité des types d'avalanches et le manque de données disponibles (Auclair, 2012). Néanmoins, quelques études montrent une corrélation entre les facteurs de déclenchement des avalanches et certaines variables climatiques (Héту et al., 2015). En effet, les avalanches sont influencées par la quantité de neige tombée au cours des 72 dernières heures et la fréquence des cycles de gel-dégel. L'augmentation des températures implique surtout des avalanches de neige mouillée. Cette dernière variable est la deuxième cause explicative des avalanches derrière les chutes de neiges abondantes (Héту et al., 2015).

Pour cet aléa, 14 variables ont été retenues. Il s'agit des **jours de précipitations hivernales >1mm, >10mm et >20mm**, des **jours de précipitations >1mm, >10mm et >20mm**, le **maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours**, les **précipitations maximales durant un jour**, les **précipitations totales hivernales et annuelles**, les **événements de gel-dégel**, la **perte d'endurcissement**, les **avalanches** et les **glissements de terrain**.

Un événement quotidien de gel-dégel survient quand, dans une période de 24 heures, la température minimale est inférieure à 0°C et la température maximale est supérieure à 0°C. Entre 1981 et 2010, le nombre annuel d'événements de gel-dégel variait de 73 à 98 jours. Ce nombre d'événements pourrait passer de 62 à 85 jours (RCP 4.5) ou de 56 à 84 jours (RCP 8.5) selon le scénario d'émission d'ici 2070. La diminution des jours de gel-dégel pourra être observée surtout le long du fleuve et au centre de la région près des monts Notre-Dame (figure 50).

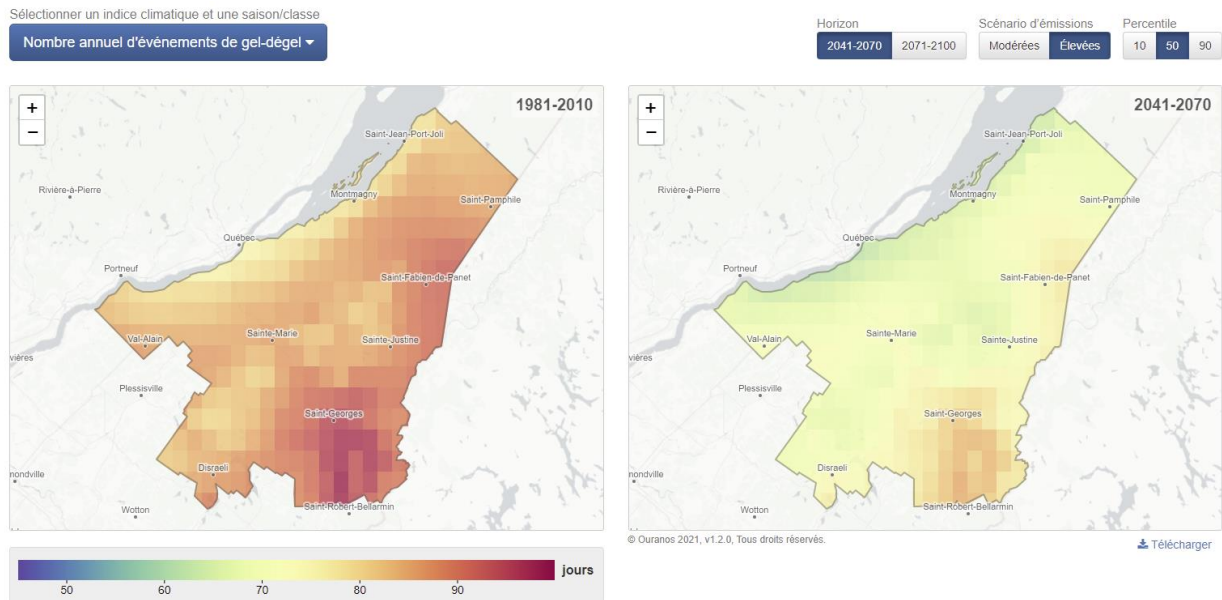


Figure 50 : Projection du nombre annuel d'événements de gel-dégel pour la période de référence de 1981 et 2010 selon le RCP 8.5 pour Chaudière-Appalaches

(Ouranos (2020))

La perte d'endurcissement représente la moyenne des degrés-jours (base 0 °C) cumulés entre la première et la dernière occurrence d'une température minimale de -15 °C. Cette perte était entre 11 et 36 degrés-jours avec un gradient nord-sud pour les années 1981 à 2010. Le scénario d'émission RCP 8.5 fait état d'une perte d'endurcissement probable de 24 à 48 degrés-jours pour l'horizon 2070 (figure 51).

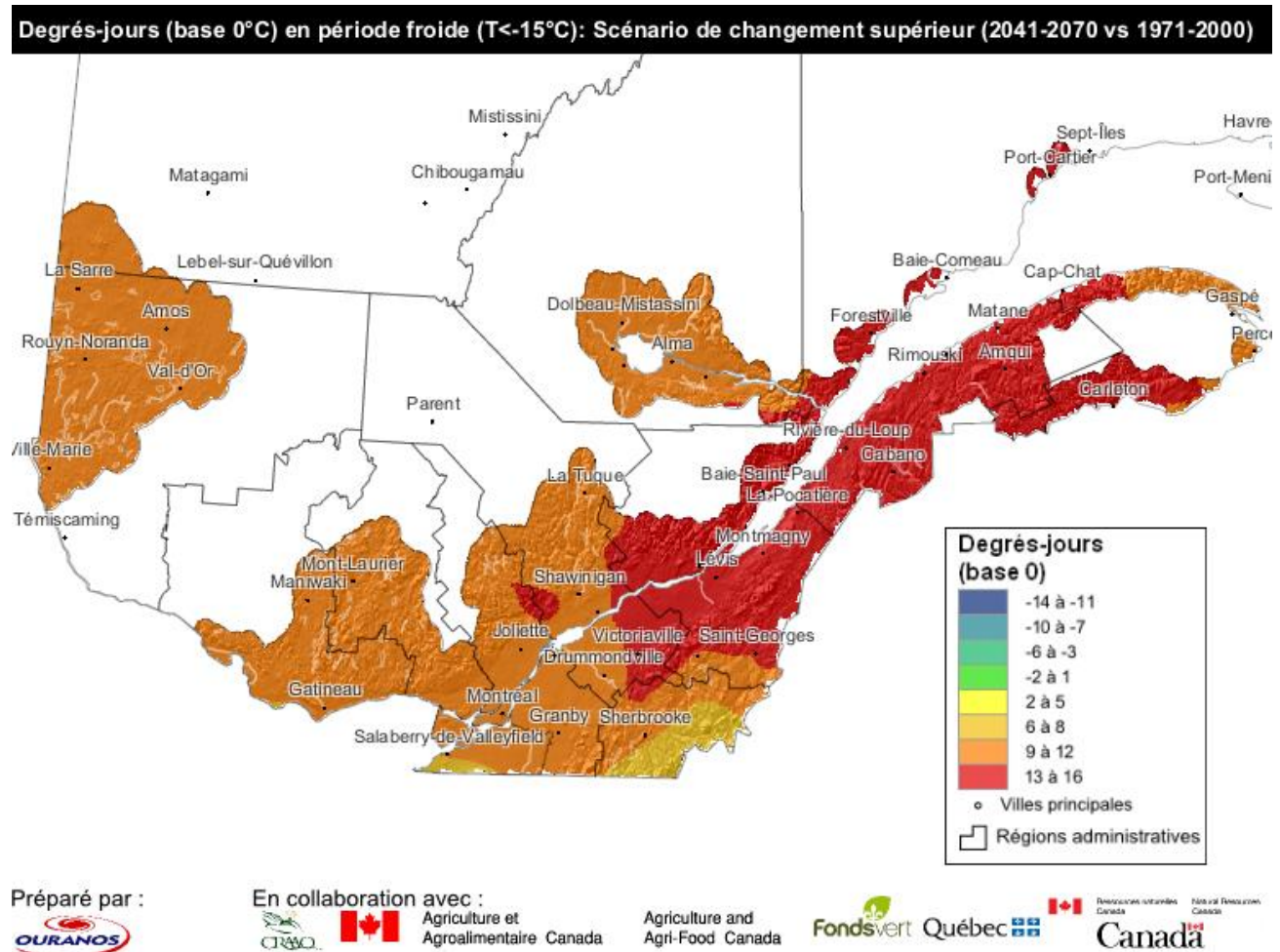


Figure 51 : Projection des degrés-jours (base 0°C) en période froide (<-15°C) pour la période de référence de 1971 à 2000

(Agrométéo Québec (2012))

Le ministère du Transport du Québec (MTQ) avait recensé plus de 5 000 cas de mouvements de terrain depuis 1970 (Fortin et al., 2008). De 1900 à 2010, 12 glissements de terrain importants ont été répertoriés dans la province de Québec (Sécurité publique Canada, 2009). Toutefois, des centaines de glissements de terrain se produisent chaque année (Ouranos, 2010). Il est d'ailleurs possible d'observer à la figure 52 les nombreux glissements de terrains d'une sévérité variant de mineure à importante. Tel qu'illustré sur la carte 53, les zones propices au glissement de terrain dans la région se situent surtout dans la MRC de Bellechasse le long de la rivière Boyer, Etchemin et celle du sud au niveau des municipalités de Saint-Henri, Saint-Charles-de-Bellechasse, Saint-Vallier, Saint-François-de-la-Rivière-Sud et de Saint-Pierre-de-la-Rivière-Sud. Aucune projection climatique n'existe pour cette variable. Néanmoins, il est possible d'estimer que les glissements de terrain d'ici 2070 se produiront dans les zones actuellement sensibles.

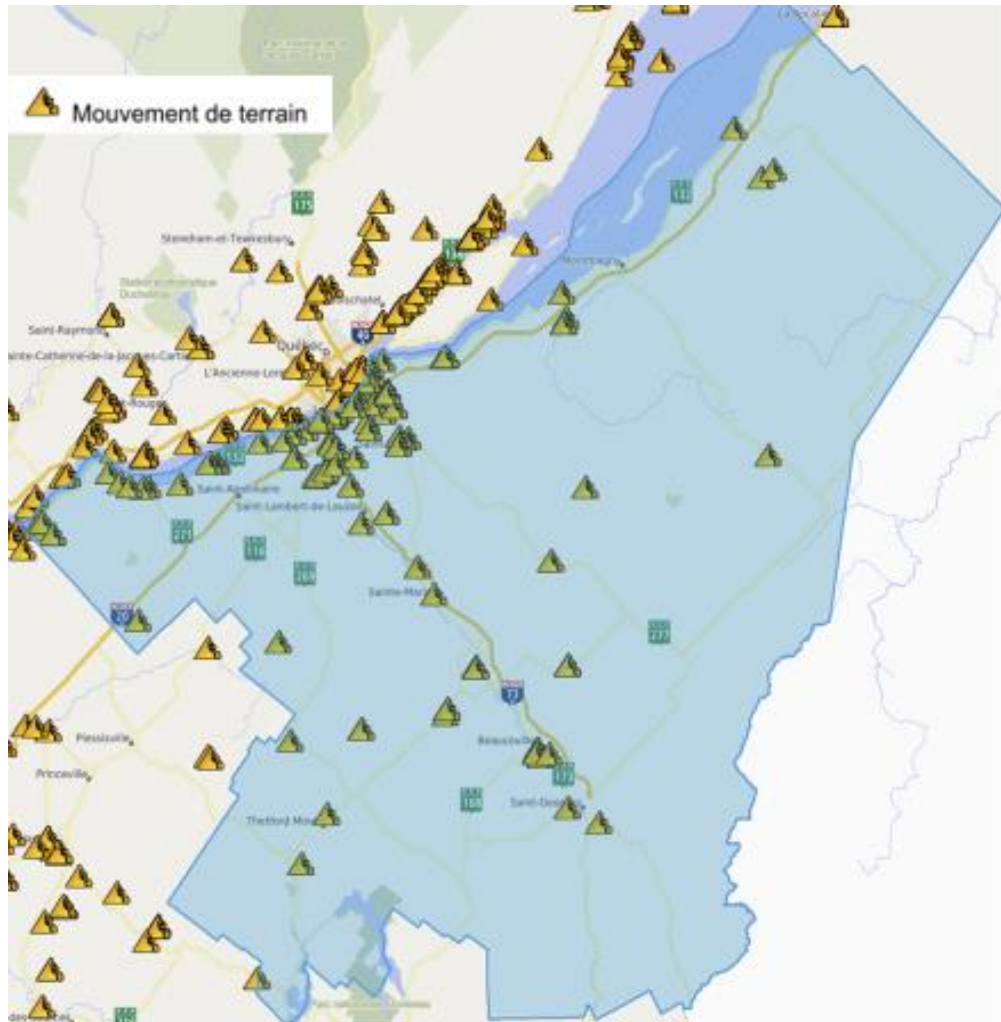


Figure 52 : Historique des événements de mouvements de terrain de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020 (MSP (2016))

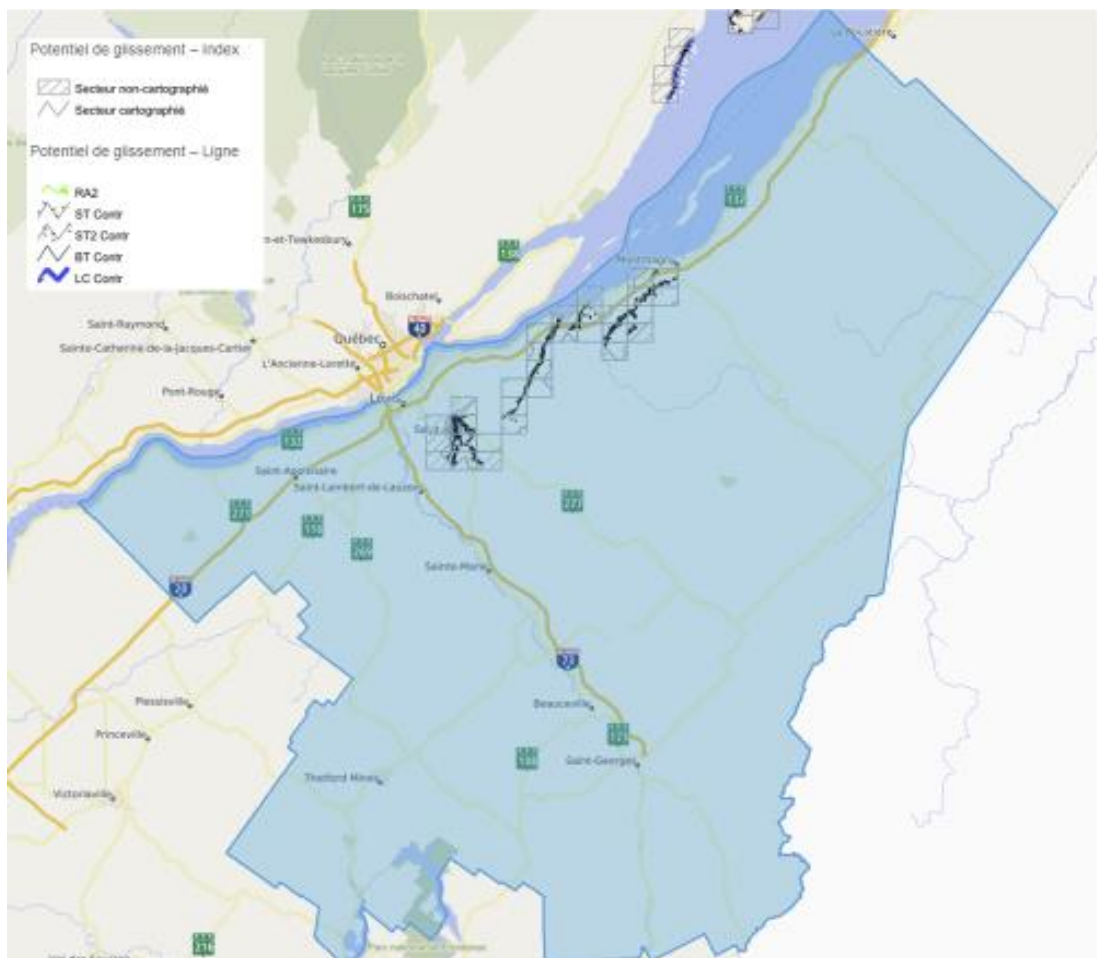


Figure 53 : Zone potentiellement exposée aux glissements de terrain de sécurité civile consignés par la Direction des opérations du ministère de la Sécurité publique en Chaudière-Appalaches entre 1905 et 2020 (MTQ (2020))

En Chaudière-Appalaches, plusieurs avalanches ont causé des décès (figure 54). Entre le 4 février 1825 et le 17 décembre 2014, Héту et al. (2015), ont recensé 44 avalanches meurtrières au Québec méridional, toutes d'une courte pente de moins de 85 mètres. Plusieurs ont été notées à Lévis et Thetford Mines et une à Black Lake. Aucune projection climatique n'est disponible pour cette variable. Néanmoins, les endroits ayant déjà connu ces événements sont les plus susceptibles d'être touchés à l'horizon 2070. « La forte activité avalancheuse de la fin du XIX^e siècle s'explique par des chutes de neige plus abondantes, par des tempêtes de neige plus fréquentes, par le déboisement des pentes et par une utilisation du sol (agriculture) propice au transport nivéo-éolien. Le reboisement des versants et l'urbanisation croissante du replat au sommet des versants tout au long du XX^e siècle ont réduit les transports éoliens et fortement diminué les risques d'avalanche » (Héту et al., 2015, p. 307).

Tableau 3 : Journées avalanches avec mortalité au Québec entre 1825 et 2014

Date	Lieu	Type*	Décès	Station météorologique (distance km)†	Sources primaires‡/date parution
1825-02-04	Lévis	Er	5	Non disponible	Cor, Gazette de Québec 07/02
1836-02-09	Québec	PE	1	Non disponible	Cor, Provost 1977, Le Canadien 10/02
1840-02-01	Château-Richer	I	1	Non disponible	Cor
1843-12-18	Québec	SP	1	Non disponible	Cor, Gazette de Québec 20/12
1863-01-16	Lévis	SP	2	Non disponible	Cor, Le Courrier du Canada 16/01
1866-02-26	Les Éboulements	E	1	Non disponible	Cor, Le Courrier du Canada 05/03
1869-03-11	Lévis	Er	4	Non disponible	Cor, Roy 1920
1869-02-16	Lévis	Er	1	Non disponible	Roy 1920
1875-02-03	Québec	Er	8	Québec (<1)	Provost 1977
1879-02-12	Lévis	PE	1	Québec (<4)	Cor, Le Courrier du Canada 13/02
1898-02-22	Lévis	Er	4	Québec (<4)	Cor, Roy 1932, Le Soleil 23 et 24/02
1905-01-12	Québec	SP	1	Québec (<1)	Le Soleil, 13/01
1909-02-26	La Malbaie	T	1	Non disponible	Cor, L'Action Sociale 02/03
1928-01-25	Lévis	E	1	Québec (<4)	Cor, Le Soleil 26/01
1933-02-7	Gaspésie	I	1	Non disponible	Quotidien de Lévis 06/02
1935-01-24	Mont-Saint-Pierre	T	1	Mont-Louis (7)	Cor, L'Action catholique 01/02
1936-03-12	Les Éboulements	T	1	La Pocatière (28)	Le Soleil 13/03
1950-03-07	St-Franç.-de-Pabos	SP	1	Port Daniel (33)	Cor
1956-01-25	Mont-St-Pierre	T	1	Mont-Louis (7)	Cor, La Voix de Matane, 02/02
1959-01-09	Lac-des-Aigles	SP	2	Trinité-des-Monts (22)	Cor
1968-12-15	Québec	SP	1	Québec Jean-Lesage (14)	Le Soleil 16/12
1969-12-27	Thetford Mines	SP	1	Thetford Mines (<8)	Le Soleil 29/12
1971-12-20	Mont-St-Pierre	T	1	Cap-Chat (65)	Le Soleil 21/12
1975-04-04	Lévis	Er	1	Québec Jean-Lesage (15)	Le Soleil 05/04
1976-01-14	Cap-Santé	SP	1	Saint-Augustin (25)	Stethem et Schaerer 1979
1976-12-28	Tadoussac	SP	1	Tadoussac (4)	Stethem et Schaerer 1980
1977-01-31	Thetford Mines	SP	1	Thetford Mines (<8)	Le Soleil 01/02
1977-02-13	Château-Richer	SP	1	Ste-Anne-de-Beaupré (13)	Le Soleil 14/02
1977-?-7	Black Lake	SP	2	date inconnue	La Presse 23/12/1995
1983-12-31	Hébertville	SP	1	Lac Ste-Croix (8)	Témoin ami de la victime
1984-03-05	Saint-Fabien	SP	1	Ladrière (7)	Témoin proche de la victime
1985-03-03	Montagne Blanche	SA	1	Rivière Éternité (11)	Jamieson & Geldsetzer 1997
1988-02-13	St-Mathieu-du-Parc	SP	1	St-Mathieu (?)	Le Soleil 15/02
1991-02-05	Rivière-Malbaie	SP	1	La Malbaie (?)	La Presse 06/02
1993-02-18	Tadoussac	SP	1	Tadoussac (4)	Le Soleil 20/02
1995-03-10	Blanc-Sablon	Er	2	Blanc-Sablon A (5)	Le Soleil 11/03
1995-12-21	Robertsonville	SP	2	Thetford Mines (<7)	Le Soleil 23/12, La Presse 23/12
1996-03-26	Monts Groulx	SA	1	Fermont (195)	Jamieson & Geldsetzer 1997
1999-01-01	Kangisualujjuak	E et PE	9	Kangisualujjuak (2)	Héty et Bergeron 2004
2000-02-14	Château-Richer	SP	1	Château-Richer (1)	Le Journal de Québec 17/02
2000-03-14	Mts Vallières	SA	1	Gîte du mont Albert (14)	Le Journal de Québec 14/03
2000-03-18	Mont-Albert	SA	1	Gîte du mont Albert (5)	Le Journal de Québec 20/03
2008-03-21	Thetford Mines	SP	1	Thetford Mines (<8)	Le Soleil 23 et 26 mars 2008
2009-04-14	La Martre	SA	1	Rapport CAHG (18)	Cyberpresse.ca 16/04/2009

*E, dans un édifice (Er, résidence) détruit ou partiellement endommagé; PE, près d'un édifice; SP, activités sportives de proximité; SA, activités sportives en arrière-pays; T, transport; I, indéterminé/autre.

†Entre parenthèses, distance (km) de la station météorologique la plus proche.

‡Cor : Enquêtes des Coroners, Bibliothèques et Archives nationales Québec; en italiques: journal quotidien ou hebdomadaire avec date de parution.

(Héty et al. (2015))

En résumé, les projections climatiques sont manquantes pour l'aléa des glissements de terrain et des avalanches. Néanmoins, ces phénomènes engendrent des conséquences sanitaires notables depuis plusieurs années.

10. Vecteurs de maladie

« Au Québec, les zoonoses sont définies comme des maladies ou des infections causées par des virus, des bactéries, des parasites, des champignons et des prions qui se transmettent naturellement entre les animaux (incluant les insectes) et les humains » (INSPQ, 2001-2010). Elles peuvent se transmettre par voie orale, par contact direct, par piqûres ou morsures et par gouttelettes ou aérosols produits par des animaux porteurs de maladies transmissibles à l'humain. En prenant en compte les projections climatiques, les conditions propices aux vecteurs de maladie augmenteront (humidité, température, précipitations). De plus, cela pourrait avoir pour effet d'agrandir l'aire de distribution de certaines maladies transmises par les animaux, les insectes et les tiques ainsi que la saison d'infection de maladies existantes ou même l'apparition de nouvelles maladies (Ouranos, 2010). Parmi les maladies zoonotiques transmissibles à l'humain, il y a le syndrome pulmonaire à hantavirus (SPH), la rage, la maladie de Lyme, le virus du Nil, la salmonellose, etc. (MAPAQ, 2021). La figure 55 présente une simulation de l'évolution de la présence de la maladie de Lyme au Québec d'ici 2050. « Il serait en effet possible de voir apparaître des maladies zoonotiques et à transmission vectorielle qui ne s'y propagent pas normalement et que certaines de ces maladies déjà présentes sur le territoire québécois gagnent en intensité » (INSPQ, 2006, p. 2). Par exemple, la propagation de la malaria, la fièvre de la vallée du Rift et la fièvre dengue inquiète au Canada (INSPQ, 2001-2010). À l'heure actuelle, les maladies provoquées par les changements climatiques sont relativement faibles comparativement aux effets d'autres facteurs de perturbation (GIEC, 2014).



Figure 54 : Projection de l'évolution de la présence de la maladie de Lyme au Québec d'ici 2050

(Ogden et al. (2006))

Pour l'aléa des vecteurs de maladies, 22 variables ont été sélectionnées pour tenter de dresser un portrait de celui-ci. Il est question du **nombre de jours avec une température maximale >25°C** (journée chaude), **>30°C** (journée de chaleur extrême), du **nombre de vagues de chaleur**, de la **température moyenne hivernale et annuelle**, des **degrés-jours de croissance (5°C et 10°C)**, des **jours de précipitations > 1mm, > 10mm et > 20mm**, des **précipitations totales annuelles et hivernales**, du **maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours**, des **précipitations - évapotranspiration potentielle**, de la **saison de croissance**, du **nombre d'éclosions de maladies d'origine hydrique**, du **nombre de déclarations hors normes selon le type de contamination de l'eau potable**, du **nombre et durée des avis de non-consommation de l'eau potable**, du **risque d'acquisition de la maladie de Lyme en 2019**, du **rapport de surveillance intégrée du virus du Nil occidental**, l'**incidence d'autres maladies infectieuses** ainsi que de l'**indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau**.

Entre 2005 et 2018, le nombre d'éclosions de maladies d'origine hydrique était de 15 éclosions. Aucune projection n'existe pour cette variable. Néanmoins, en se fiant aux autres variables climatiques (humidité, température, précipitations), les conditions seront propices pour le développement de maladies d'origine hydrique.

Pour la région, le nombre de déclarations hors normes selon le type de contamination de l'eau potable était de 4527 déclarations de 2005 à 2018. Parmi ces déclarations, il y en avait 1594 de types inorganiques (métaux), 2122 de types microbiologiques (coliformes fécaux et E. Colis) et 811 de types organiques (pesticides, herbicides, hydrocarbures aromatiques polycycliques). Avec les changements climatiques, ces dépassements des normes pourraient s'accroître avec l'augmentation des précipitations et du lessivage des sols facilitant le transport de contaminants vers les eaux de surfaces et souterraines, desquelles la population s'approvisionne (INSPQ, 2021).

Un avis d'ébullition est diffusé par le responsable d'une installation de distribution d'eau potable afin d'informer la population visée que l'eau ne doit pas être consommée à moins d'avoir bouilli pendant au moins une minute tandis qu'un avis de non-consommation est diffusé par le responsable d'une installation de distribution d'eau potable afin d'informer la population visée que l'eau ne doit pas être consommée (MELCC, 2021). Ces mesures préventives, ayant pour but de protéger la santé des populations des organismes pathogènes d'origine hydrique, ne sont pas toujours connues et/ou respectées des habitants des plus petites municipalités surtout (Tairou et al., 2011). Pour Chaudière-Appalaches, le nombre d'avis de non-consommation de l'eau potable était de 848 pour une durée moyenne variant entre 4 et 821 jours pour 2005 à 2018. Concernant les avis d'ébullition, plusieurs sont en cours dans la région dans les municipalités d'East Broughton, de la Durantaye et de Saint-Bernard, entre autres depuis plusieurs mois, voire plusieurs années pour certaines municipalités (MELCC, 2021).

En 2020, le risque d'acquisition de la maladie de Lyme en Chaudière-Appalaches était présent, c'est-à-dire qu'il y a eu « deux cas de maladie de Lyme acquis localement au cours des cinq dernières années, où entre 11 et 22 soumissions de tiques Ixodes scapularis d'origine humaine au cours des cinq dernières années obtenues par la surveillance passive ou au moins une tique Ixodes scapularis collectée lors des activités de surveillance active » (INSPQ, 2020b). Ce risque est présent et non endémique pour les municipalités de Lévis, Notre-Dame-du-Sacré-Cœur-d'Issoudun, Sainte-Marie, Sainte-Praxède, Saint-Joseph-de-Coleraine, Saint-Roch-des-Aulnaies et Saint-Sylvestre (figure 56). Des simulations prévoient une expansion de la zone porteuse des vecteurs de la maladie et une augmentation du risque d'acquisition d'ici 2050.

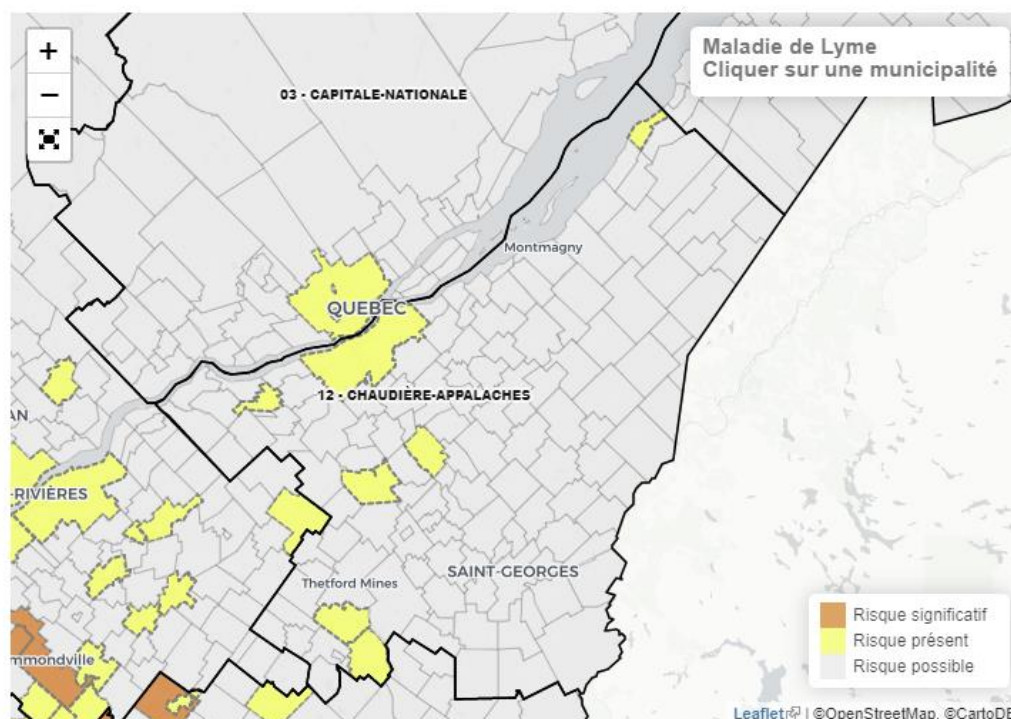


Figure 55 : Risque d'acquisition de la maladie de Lyme en Chaudière-Appalaches en 2020

(INSPQ (2020))

De 2002 à 2017, deux cas (2012 et 2013) de virus du Nil ont été répertoriés en Chaudière-Appalaches et un total de 361 cas au Québec (INSPQ, 2018a). Depuis 2012, une augmentation de l'étendue géographique des cas d'infection par le virus avec plus de régions sociosanitaires (RSS) touchées est notée (INSPQ, 2018a). Cette croissance pourrait être expliquée par une expansion géographique du virus ou par une meilleure sensibilisation des professionnels de la santé. La majorité des cas manifestent un syndrome neurologique et sont hospitalisés entre 2 et 30 jours (INSPQ, 2018a). D'ici l'horizon 2050, la littérature prévoit une augmentation de la probabilité du risque d'acquisition.

L'incidence d'autres maladies infectieuses a aussi été retenue. L'INSPQ (2018b) a réalisé une priorisation des zoonoses dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques en fonction de différents critères, dont l'incidence, la létalité, la fréquence, la sévérité, etc. En plus du Virus du Nil et de la maladie de Lyme, l'institut a ciblé le botulisme, la rage, la salmonellose, la listériose, l'infection à *Escherichia coli*, Syndrome pulmonaire à Hantavirus (SPH) et l'influenza aviaire (tableau 3) comme étant prioritaire. « Un nombre record de maladies à déclaration obligatoire (MADO) d'origine infectieuse ont été déclarées en Chaudière-Appalaches en 2016, soit 1826 comparativement à 1416 pour l'année précédente. Depuis l'an 2000, le nombre de MADO a doublé, tant dans notre région que dans l'ensemble du Québec » (DSPu, 2016). Pour la région de la Chaudière-Appalaches, le niveau de risque de la rage est faible en 2020 (cinq ou six ans sans découverte d'un animal rabique) (INSPQ, 2020b). Néanmoins, les activités humaines modifient les écosystèmes naturels, ce qui met en relation les humains et les animaux. Ce rapprochement peut amener les chauves-souris (majorité des cas de rages humaines transmises par ce mammifère) aux milieux urbains et ainsi augmenter l'exposition des humains à la rage (Rhodain, 2015). La maladie entérique (26 % des MADO) la plus répandue est la *Campylobacteriose* avec 243 déclarations en 2016 (tableau 3). Depuis, 2003, aucun cas de grippe aviaire n'a été déclaré au Québec, un élevage pathogène a néanmoins été répertorié dans la région (MAPAQ, 2019). Actuellement, les cas de zoonoses sont en émergences.

Une augmentation de la prévalence est déjà observée dans les mois chauds d'été pour plusieurs maladies (INSPQ, 2017). Toutefois, un manque de connaissance est mis en évidence.

Tableau 4 : Cas de zoonoses et maladies d'origine infectieuses en Chaudière-Appalaches entre 2007 et 2016

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fièvre Q	2	1	0	0	2	4	2	1	6	1
Leptospirose	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Botulisme	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salmonellose	41	128	74	78	69	85	82	87	86	99
Infection à <i>Escherichia coli</i>	10	12	6	7	9	5	2	5	6	10
Listériose	3	6	2	5	5	2	0	4	1	1
Campylobacteriose	-	-	-	-	28,24*	32,05*	34,27*	35,63*	29,91*	243
Cryptosporidiose	2	0	0	0	0	0	0	0	18	38

*Taux/100 000

(DS Publique (2016))

L'indice de qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau (IQBP) sert à évaluer la qualité générale de l'eau des rivières et des petits cours d'eau en considérant les usages (ex. : activités nautiques et baignade). Elle est basée sur des paramètres comme les coliformes fécaux, le phosphore, l'azote, les nitrites-nitrates, la température de l'eau, etc. Avec le réchauffement des températures, la population pourrait être portée à pratiquer des activités nautiques et à vouloir se rafraîchir, les exposant davantage aux cours d'eau de piètre qualité. Comme illustré à la carte 57, la rivière Bécancour, la rivière Noire et la rivière le Bras ont une qualité dite très mauvaise de 2015 à 2017. Lorsqu'une eau est de très mauvaise qualité, tous les usages risquent d'être compromis (Hébert, 1997). Alors que le ruisseau Corriveau, la rivière Boyer et le Bras d'Henri ont une qualité considérée mauvaise, c'est-à-dire que la plupart des usages risquent d'être compromis. Les rivières n'ont pas toutes des stations d'échantillonnage, rendant le suivi et l'évaluation du risque à la santé plus difficile. Néanmoins, certaines rivières comme celle d'Etchemin ont une bonne qualité.

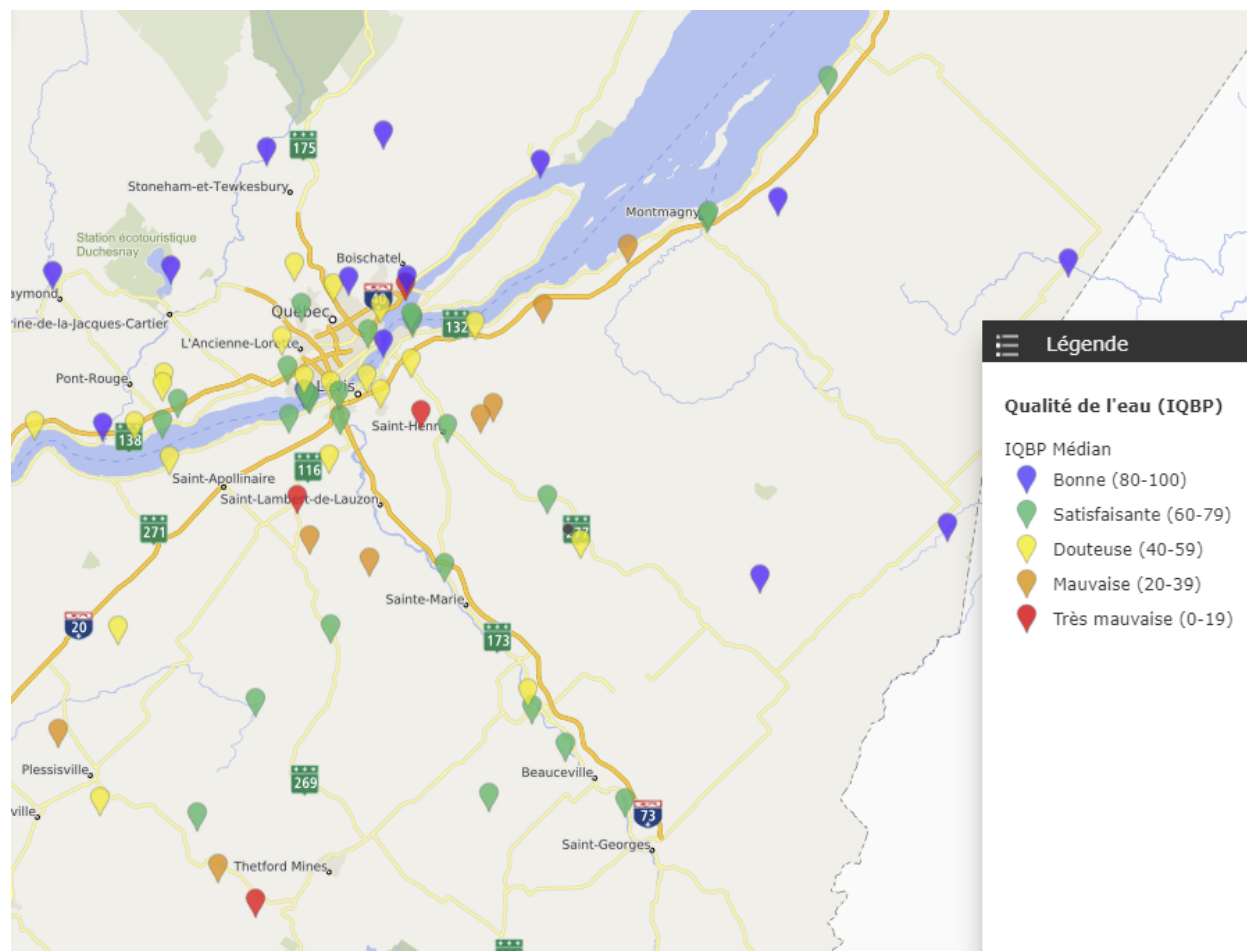


Figure 56 : Qualité de l'eau (IQBP) des rivières de Chaudière-Appalaches
(MELCC (2019))

11. Exposition aux rayons ultraviolets

Au Québec, les changements de comportements liés aux changements climatiques seraient le facteur le plus important quant à l'exposition future aux rayons ultraviolets (UV) (Diffey, 2004). Les températures chaudes pourraient encourager la population à passer plus de temps à l'extérieur et ainsi à être exposés davantage aux impacts des rayons UV. Les coups de soleil, les cancers de la peau, les cataractes et les maladies associées aux effets immunosuppresseurs des rayons UV sont des effets qui pourraient être encourus (Ouranos, 2010; INSPQ, 2021). D'ailleurs, les cancers de la peau sont la principale conséquence d'une surexposition aux UV (International Agency for Research on Cancer, 1992). Bien qu'il soit le plus répandu de tous les cancers, au Québec, seul le mélanome est mesuré (CISSS-CA, 2013). À l'inverse, les rayons UV peuvent avoir des effets bénéfiques chez les humains, c'est-à-dire qu'ils sont la source de vitamine D la plus importante (Lucas, 2010).

Plusieurs éléments sont à prendre en considération par rapport aux rayonnements ultraviolets (UV). Bais et al. (2015) mentionnent qu'une augmentation de l'ozone stratosphérique, des changements d'ozones et de couvertures nuageuses induites par une augmentation de gaz à effet de serre, des changements dans les aérosols troposphériques absorbant les UV et une diminution de la réflectivité de la surface aux hautes latitudes (diminution effet albédo en raison de la fonte du couvert neigeux) peuvent influencer le rayonnement UV. Ainsi, la récupération de l'ozone (en raison de la diminution des substances appauvrissant la couche d'ozone et de l'augmentation des gaz à effet de serre) et le couvert nuageux pourraient mener à une diminution des UV d'ici 2050. En effet, les projections prévoient une diminution des UV comparativement à ceux de 1980 de 2 à 10 % aux latitudes moyennes tel le Québec, jusqu'à 20 % au nord et de 50 % aux hautes latitudes méridionales. Néanmoins, ces projections demeurent incertaines puisqu'elles ne tiennent pas compte des variations des concentrations des aérosols, un des facteurs les plus importants dans la variation des niveaux d'UV. L'amélioration attendue de la qualité de l'air et la réduction des aérosols dans les zones les plus peuplées de l'hémisphère nord pourraient entraîner une augmentation de 10 à 20 % des UV (Bais et al., 2015).

Pour cet aléa climatique, 11 variables ont été retenues soit le **nombre de jours avec une température maximale >25°C et >30°C**, le **nombre de vagues de chaleur**, la **température moyenne printanière, estivale et automnale**, le **maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours**, les **précipitations totales hivernales**, le **nombre incidence mélanome ou cancer peau du à l'exposition au soleil**, la **proportion de la population de 18 ans et plus qui utilise au moins une méthode de protection solaire, parmi celles exposées 30 minutes ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et 16 h durant l'été** et la **proportion de la population de 18 ans et plus ayant passé deux heures ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et 16 h durant l'été**. Ces huit premières variables sont à la hausse d'ici 2050, et ce, surtout pour l'ouest de la région, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges. Les variables de précipitations font exceptions puisqu'il est impossible d'établir une zone plus sensible.

Entre 2006 et 2010, on note 1,7 % de nouveaux cas de mélanome de la peau chez les femmes et 1,8 % chez les hommes. Le taux moyen annuel des cancers était à la hausse entre 2006 et 2010 en Beauce (tous cancers confondus). En général, le risque de cancer est plus élevé chez les hommes. Ne sachant pas avec certitude l'évolution du rayonnement UV avec les changements climatiques, il est impossible d'estimer une tendance future pour ce cancer.

Pour 2015-2016, 239 600 personnes soit 91,4 % de la population de la région utilisaient au moins une **méthode de protection solaire parmi celles exposées 30 minutes ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et 16 h**. Pour les mêmes années, 187 100 personnes de **18 ans et plus ont passé deux heures ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et 16 h durant l'été**, ce qui représentait 55,5 % de la population de la région (Statistique Canada, 2019). Ces deux variables d'exposition varieront en fonction des habitudes de vie et des comportements de la population. « [L]es comportements risqués d'exposition au soleil, tels qu'une augmentation du temps passé à l'extérieur et le port de vêtements offrant peu de protection solaire, tendent à s'accroître lorsque les températures se réchauffent » (INSPQ, 2021, p. 201).

Conclusion

Ce portrait climatique de la région de Chaudière-Appalaches a permis de soulever des projections climatiques pour certains paramètres météorologiques et climatiques pour 11 aléas. Plusieurs aléas ont déjà des impacts non négligeables sur la santé des populations et la plupart s'intensifieront tels que présentés précédemment. Plus précisément, il est actuellement question de celui du réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et vagues de chaleur, des pollens allergènes, de la sécheresse, des tempêtes et précipitations, des inondations, submersions marines et érosion côtière ainsi que des vecteurs de maladie. À l'inverse, d'autres aléas auront un faible impact d'ici 2050 sur la population de la région tel que celui de la pollution atmosphérique, des feux de végétation, des glissements de terrain et avalanches et de l'exposition aux rayons ultraviolets. Néanmoins, plusieurs données sont encore manquantes, incomplètes ou incertaines. Le manque de connaissance envers les UV, le vent et les tempêtes est ressorti. Les recherches sur les inondations, l'érosion et la submersion marine font souvent référence aux impacts économiques de ces événements (INSPQ, 2021) alors que les impacts sur la santé et le bien-être des individus sont aussi nombreux. Davantage de recherches devraient être réalisées pour accroître les connaissances sur la probabilité d'occurrence et les conséquences des événements météorologiques futurs par les universités et les gouvernements, incluant les directions de santé publique. Cette réalité est encore plus vraie pour le Québec et ses régions, où les données sont souvent manquantes. Les effets sociaux, la prise en compte de facteurs de vulnérabilités cumulés et l'évaluation et la mise en place de mesures d'adaptation afin de diminuer les impacts négatifs sur la santé sont sous-documentés. Bien qu'il soit impossible d'empêcher la venue des aléas climatiques menaçant la santé humaine, les connaissances et les outils pour faire face à ces événements peuvent jouer un rôle important à la vulnérabilité des populations.

Références

- Agence de développement de réseaux locaux et services de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches. (2005). *Étude descriptive des intoxications au monoxyde de carbone en Chaudière-Appalaches: synthèse et pistes d'actions préventives*.
<http://www.santecom.qc.ca/BibliothequeVirtuelle/ChaudiereAppalaches/2895482403.pdf>.
- Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie. (2008). *Rapport d'enquête produit par la Direction de santé publique de la Montérégie pour la Table québécoise sur l'herbe à poux*.
<http://extranet.santemonteregie.qc.ca/depot/document/2516/NUISANCE-POUX-Coutssante-2005.pdf>.
- Agrométéo Québec. (2012). *Atlas agroclimatique du Québec*.
http://www.agrometeo.org/index.php/atlas/map/scenario_superieur30/djdesendurcissement/1979-2008/false.
- Auclair M.-J. (2012). *Avalanches et changements climatiques : Liens possibles ?* Magazine découverte – Pour vivre le plein air autrement.
- Bais, A. F., McKenzie, R., Bernhard, G., Aucamp, P., Ilyas, M., Madronich, S. et Tourpali, K. (2015). *Ozone depletion and climate change: impacts on UV radiation*. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 14(1), 19-52.
- Breton, M.-C., M. Garneau, I. Fortier, F. Guay et J. Louise. (2006). *Relationship between climate, pollen concentrations of Ambrosia and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal, 1994–2002*, *Science of the Total Environment*, vol. 370, no 1, p. 39-50.
- Burke, M., González, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S., & Hsiang, S. (2018). *Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico*. *Nature Climate Change*, 8(8), 723-729. doi: 10.1038/s41558-018-0222-x.
- Canadian Urban Environmental health Research Consortium (CANUE). (2018a). *CANUE Metadata O3 CHG*.
<http://canue.ca/wp-content/uploads/2018/02/CANUE-Metadata-O3-CHG.pdf>.
- Canadian Urban Environmental health Research Consortium (CANUE). (2018b). *CANUE Metadata NO2 LUR*.
<http://canue.ca/wp-content/uploads/2018/03/CANUE-Metadata-NO2-LUR.pdf>.
- Canadian Urban Environmental health Research Consortium (CANUE). (2018c). *CANUE Metadata PM2.5 DAL*.
<http://canue.ca/wp-content/uploads/2018/02/CANUE-Metadata-PM25-DAL.pdf>.
- Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches. (CISSS-CA). (2013). *État de la situation du cancer en Chaudière-Appalaches*. <https://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs2316487>.
- Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches. (CISSS-CA). (2021). *Herbe à poux*.
<https://www.cisssca.com/extranet/medecins-partenaires-et-professionnels/sante-et-environnement/herbe-a-poux/>.
- Centre intégré de santé et de services sociaux de Lanaudière. (2015). *Portrait des intoxications accidentelles au monoxyde de carbone dans Lanaudière*. https://www.cisss-lanaudiere.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/cisss_lanaudiere/Documentation/Sante_publicue/Themes/Intoxications_et_plantes_toxiques/Intoxication-CO-VF.pdf.
- Centre d'enseignement de la recherche en foresterie de Sainte-Foy (CERFO). (2003). *Rapport technique: version finale. Conservation des îlots de fraîcheur urbains*. https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/c60da948-3bdf-422c-aeae-0ae378132e6d/resource/e22e3ae8-9284-425c-b5b5-517b66568ac7/download/rapport_final_cerfo_2012-11c_version_2013.pdf.
- Charron, I. (2016) *Guide sur les scénarios climatiques : Utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation*, Édition 2016. Ouranos, 94 p. https://ouranos.ca/wp-content/uploads/GuideScenarios2016_FR.pdf

- Croix-Rouge Canadienne. (2021). *Tempêtes hivernales : informations et faits*. <https://www.croixrouge.ca/nos-champs-d-action/urgences-et-catastrophes-au-canada/types-d-urgence/tempetes-hivernales/tempetes-hivernales-informations-et-faits>
- Demers, D., Robitaille, D., Potvin, J., Bilodeau, C. et Dupuis, C. (2008). *La gestion des risques de glissement de terrain dans les sols argileux au Québec*. Dans J. Locat, D. Perret, D. Turmel, D. Demers and S. Leroueil (dir.), *Comptes rendus de la 4e Conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion*. Québec : Presse de l'Université Laval, Québec. 594 p.
- Diffey, B. (2004). *Climate change, ozone depletion and the impact on ultraviolet exposure of human skin*, *Physics in Medicine and Biology*, vol. 49, no 1, p. R1-11.
- Direction de santé publique (DSPublique). (2016). *Bulletin d'information de santé publique*. https://www.cisssca.com/clients/CISSSCA/Professionnels_M%C3%A9decins_et_partenaires/Maladies_infectieuses/Contact/Bulletins/2016/BUL_MI_Contact_Special_MADO_2016_2017-05-01.pdf.
- Donnéesclimatiques.ca [consulté le 7 avril 2022].
- Fortin A., Ouellet D., Paradis S, Demers D., (2008). *Développement d'un portail informatique pour l'accès à des bases de données géotechniques*, *Comptes-rendus de la 4ème Conférence canadienne sur les Géorisques*, Québec, mai 2008.
- Fortin, G., Hétu, B. et Germain, D. (2011). *Climat hivernal et régime avalancheux dans les corridors routiers de la Gaspésie septentrionale (Québec, Canada)*. *Climatologie*, 8: 9-26. Gouvernement du Canada. (s.d.). Régime des feux. <https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/changements-climatiques/indicateurs-des-changements-fore/regime-feux/17781>.
- Garneau, M., Breton, M.C., Guay, F., Fortier, I., Sottile, M.F. et Chaumont, D. (2006). *Hausse des concentrations des particules organiques (pollens) causée par le changement climatique et ses conséquences sur les maladies respiratoires des populations vulnérables en milieu urbain*, *Fonds d'action pour le changement climatique — sous-composante Impacts et Adaptation*, projet A571.
- Gouvernement du Québec. (2018). *Document d'accompagnement de l'Atlas hydroclimatique*. <https://cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/doc-accompagnement.pdf>.
- Gouvernement du Québec. (2021a). *Algues bleu-vert = cyanobactéries!* <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/index.asp>.
- Gouvernement du Québec. (2021b). *Effets du froid sur la santé*. <https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/effets-du-froid-sur-la-sante>.
- Hébert, S. (1997). *Développement d'un indice bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*. MELCC https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/indice/IQBP.pdf.
- Hetu, B., Fortin, G. et Brown, K. (2015). *Winter climate, land settlement and avalanche dynamics in southern Quebec: an analysis from the known accidents since 1825*. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 52(5), 307-321. 10.1139/cjes-2014-0205.
- Institut de la statistique du Québec. (2019). *L'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) 2014-2015*, gouvernement du Québec.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2001-2010). *Tornades*. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/tornades.aspx>.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2001-2010). *Zoonoses*. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/maladies-vectorielles-et-zoonoses.aspx>.

- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2011). *Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés à la foudre et aux incendies de forêt*.
https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1223_PropoIndicTroublesSanteFoudreIncendiesForet.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2012). *Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009*. https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1432_BilanQualiteAirQcLienSante1975-2009.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2017). *Portrait des zoonoses priorisées par l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques en 2015*.
https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2290_portrait_zoonoses_priorisees_2015.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2018a). *Rapport de surveillance du virus du Nil occidental et autres arbovirus transmis par les moustiques au Québec: saison 2017*.
https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2455_surveillance_virus_nil_occidental_arborovius.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2018b). *Priorisation des zoonoses au Québec dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques à l'aide d'un outil d'aide à la décision multicritère*.
https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2432_priorisation_zoonoses_quebec_outil_aide_decision_multicritere.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2019). *Indicateurs en lien avec les vagues de chaleur et la santé de la population : mise à jour*.
https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2650_indicateurs_vagues_chaleur_sante_population.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2020a). *Indicateurs en lien avec le froid et la santé de la population : mise à jour*.
https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2707_indicateurs_froid_sante_population.pdf.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2020b). *La maladie de Lyme et les maladies transmises par les tiques*. <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/maladie-de-lyme>.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2020c). *La rage*. <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/rage>.
- Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). (2021). *Les aléas affectés par les changements climatiques: effets sur la santé, vulnérabilités et mesures d'adaptation*.
<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2771-aleas-changements-climatiques-effets-sante-vulnerabilite-adaptation.pdf>.
- International Agency for Research on Cancer. (1992). *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Solar and ultraviolet radiation (no 55).
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte, 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, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- Jacob, J., Valois, P., Canuel, M. et Demers, I. (2019). *Adaptation municipale aux problèmes d'allergies liées au pollen de l'herbe à poux : portrait des actions prises à l'échelle des municipalités québécoises*. INSPQ.
<https://inspq.qc.ca/bise/adaptation-municipale-problemes-allergies-pollen-herbe-poux>.
- Lessard, L., Robitaille, M.-A., et Turmel, J. (en cours). *Rapport du projet CASSSIOPÉE : volet inondations*
- Le gouvernement du Nouveau-Brunswick. (s.d.). *Inondations et aménagement des terres*.
https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/eql/environnement/content/inondations/amenagement_des_terres.html
- Lucas, R. (2010). *Solar ultraviolet radiation: assessing the environmental burden of disease at national and local levels*. World Health Organization.

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). (2019). *Bilan du réseau aviaire et du groupe basse-cour*.
https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Santeanimale/RevueRAIZO/BilanRaizo_Aviaire_2019_V2.pdf.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). (2021). *Maladies animales transmissibles à l'humain*.
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/santeanimale/maladies/transmissibleshumain/Pages/transmissibles.aspx>.
- Ministère de la Sécurité publique (MSP). (2008). *Concept de base en sécurité civile*.
https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/concepts_base.pdf.
- Ministère de la Sécurité publique (MSP). (2017). *L'érosion côtière*. <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere.html>.
- Ministère de la transition écologique (2014). *La submersion marine et l'érosion côtière*.
<http://www.donnees.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lesessentiels/essentiels/risques-naturels-marine.html>.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2021a). *Zones inondables - Informations générales*. <https://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/index.htm>.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2021b). *Avis d'ébullition et avis de non-consommation diffusés en vertu du Règlement sur la qualité de l'eau potable*.
https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/avisebullition/liste_avis.asp?tag=12.
- Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). (2017). *Changements climatiques Vulnérabilité et adaptation des immeubles*. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2017/17-610-03W.pdf>.
- Ministère de la Sécurité publique (MSP) (2016). *Cartographie des zones de contraintes relatives à l'érosion côtière et aux mouvements de terrain le long de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent*. https://mrcbonaventure.com/wp-content/uploads/2020/09/MRC_Bonaventure_Cadre_Normatif_Guide_Tableau_11-2016.pdf.
- Ogden, N.H, Maarouf A., Barker, I.K., Bigras-Poulin, M., Lindsay, L.R. Morshed, M.G., O'Callaghan, C.J., Ramay, F., Waltner-Toews, D., Charron, D.F. (2006), janvier). Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. Dans *International Journal for Parasitology*, Volume 36, Issue 1, 2006, Pages 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.08.016>.
- Ouranos. (s.d.). *Les inondations dans un contexte de changements climatiques*. <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/FicheAvisInondation2018-Fr.pdf>.
- Ouranos. (2010). *Savoir s'adapter aux changements climatiques*.
<https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2052216>.
- Ouranos (2015). *Vers l'adaptation: Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*.
<https://ouranos.ca/wp-content/uploads/SynthesePartie2.pdf> et <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/SynthesePartie3.pdf>.
- Ouranos. (2020). *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de Chaudière-Appalaches*.
https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_OuranosChaudiereAppalaches.pdf.

- Pappenberger, F., Jendritzky, G., Staiger, H., Dutra, E., Di Giuseppe, F., Richardson, D. S. et Cloke, H. L. (2015). *Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*. *International journal of biometeorology*, 59(3), 311-323. 10.1007/s00484-014-0843-3.
- Pelletier, S.-J. (2020). *La surveillance des impacts à la santé des changements climatiques dans la région de la Capitale-Nationale-Démarche exploratoire*. [Rapport de stage].
- Provençal, S., Bergeron, O., Leduc, R., et Barrette, N. (2016). *Thermal comfort in Quebec City, Canada: sensitivity analysis of the UTCI and other popular thermal comfort indices in a mid-latitude continental city*. *International journal of biometeorology*, 60(4), 591-603.
- Raetzo, H. et Lateltin, O. (2003). *Les mouvements de masse : glissement de terrain et éboulements. Événements extrêmes et changements climatiques* (p. 79–82). Berne, Suisse : Organe consultatif sur les changements climatiques (OcCC). <http://proclimweb.scnat.ch/portal/ressources/859.pdf>.
- Ressources naturelles Canada. (2009). *Glissements de terrain*. <https://www.rncan.gc.ca/risques/dangers-naturels/glissements-de-terrain>.
- Rodhain, F. (2015). *Chauves-souris et virus: des relations complexes*. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 108(4), 272-289.
- Sprague, C. M., Kia-Keating, M., Felix, E., Affi, T., Reyes, G., et Affi, W. (2015). *Youth psychosocial adjustment following wildfire: The role of family resilience, emotional support, and concrete support*. In *Child & Youth Care Forum* (Vol. 44, No. 3, pp. 433-450). Springer US.
- Statistique Canada. (2019). *2015-2016: L'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC)*.
- Tairou, F., Gauvin, D., Laliberté, C., Gingras, S. et Levallois, P. (2011). *Étude de l'observance des avis d'ébullition dans la population québécoise*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/node/3584>.
- Valois, P., Jacob, J., Mehriez, K., Talbot, D., Renaud, J.-S. et Caron, M. (2017). *Portrait de l'adaptation aux changements climatiques dans les organisations du secteur de la santé au Québec*. Québec: Université Laval.
- Veyret, Y., et Reghezza, M. (2005). *Aléas et risques dans l'analyse géographique*. In *Annales des mines* (Vol. 40, pp. 61-69).
- Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G. et Kharin, V. V. (2019). *Chapitre 4: Les changements de températures et de précipitations au Canada*. Dans E. Bush et D. S. Lemmen (dir.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (gouvernement du Canada).

Annexe 1 - Tableau synthèse des données climatiques en fonction d'une période de référence de 30 ans selon les scénarios d'émissions pour Chaudière-Appalaches

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
Aléas naturels en lien avec la température ambiante					
Réchauffement moyen, chaleurs extrêmes et vagues de chaleur	Jour le plus chaud	Jour le plus chaud entre 25 et 34°C pour 1981-2010.	Jour le plus chaud entre 31 à 37°C (RCP4.5) ou 31 à 38°C (RCP8.5) pour 2041-2070.	Le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région.	+
	Nombre de jours avec une température maximale > 25°C (journées chaudes)	5 à 50 journées chaudes pour 1981 à 2010.	37 à 79 journées chaudes (RCP4.5) ou 47 à 97 journées chaudes (RCP.8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale > 30°C (journées de chaleur extrême)	0,2 et 6 journées de chaleur extrême pour 1981 à 2010.	2,7 à 18,6 journées de chaleur extrême (RCP4.5) ou 4,9 à 27,5 journées de chaleur extrême (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de vagues de chaleur	0 à 0,10 vague de chaleur pour 1981 à 2010.	0,43 à 0,87 vague de chaleur (RCP4.5) ou 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nuits tropicales (température minimale > 18°C)	Nombre de nuits tropicales > 18°C entre 1 à 7 nuits pour 1981 à 2010	Nombre de nuits tropicales > - 18°C à environ 20 nuits (RCP4.5) et environ 30 nuits (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Nuits tropicales (température minimale > 20°C)	Nombre de nuits tropicales > 20°C entre 0 à 3 nuits pour 1981 à 2010.	Nombre de nuits tropicales > 20°C à environ 10 nuits (RCP4.5) et environ 20 nuits (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Nuits tropicales (température minimale > 22°C)	Aucune nuit tropicale > 22°C pour 1981 à 2010.	Nombre de nuits tropicales > 22°C à environ 3 nuits (RCP4.5) et environ 10 nuits (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Température moyenne estivale	Température moyenne estivale entre 15 à 19°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne estivale entre 17 à 21°C (RCP4.5) ou entre 18 à 22°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température moyenne annuelle	Température moyenne annuelle entre 2 et 5°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne annuelle entre 4 et 7°C (RCP4.5) ou entre 5 et 8°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température maximale et minimale moyenne estivale	Température maximale moyenne estivale entre 20 et 24°C et température minimale moyenne estivale entre 10 et 13°C pour 1981 à 2010.	Température maximale moyenne estivale entre 23 et 27°C (RCP4.5) ou entre 24 à 28°C (RCP8.5) et température minimale moyenne estivale entre 12 et 15°C (RCP4.5) ou entre 13 à 16 (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Îlots de chaleur et de fraîcheur	Îlots de chaleur en milieu urbain, surtout à Lévis et dans les zones industrielles.	Région propice aux îlots de chaleur (milieu urbain)	Milieus urbain et industriel.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
Froids, froids extrême et vagues de froid	Jour le plus froid	Jour le plus froid à environ -30°C pour 1981 à 2010.	Jour le plus froid à environ -27°C (RCP4.5) ou à environ -20°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	-
	Jour sans dégel	Nombre de jours sans dégel entre 75 et 110 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours sans dégel entre environ 70 et 100 jours (RCP4.5) ou entre environ 50 à 80 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	-
	Nombre de jours avec une température minimale <-15°C	Nombre de jours avec une température minimale < -15°C entre 40 et 60 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours avec une température minimale < -15°C entre 20 à 40 jours (RCP4.5) ou entre 10 à 20 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	-
	Nombre de jours avec une température minimale <-25°C	Nombre de jours avec une température minimale < -25°C à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours avec une température minimale < -25°C entre 2 et 5 jours (RCP4.5) et entre 0 et 1 jour (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	-
	Température maximale et minimale moyenne hivernale	Température maximale moyenne hivernale entre -4 et -7°C et température minimale moyenne hivernale entre -13 et -17°C pour les années 1981 à 2010.	Température maximale moyenne hivernale entre -2 et -5°C (RCP4.5) ou entre -1 et -4,5°C (RCP8.5) et température minimale moyenne hivernale entre -10°C et -14°C (RCP4.5) ou entre -9 et -12,5°C (RCP8.5) pour les années 2041 à 2070.	X	+
	Température moyenne hivernale	Température moyenne hivernale entre -9 et -12°C pour les années 1981 à 2010.	Température moyenne hivernale entre -6 et -9°C (RCP4.5) et entre -5 et -8°C (RCP8.5) pour les années 2041 à 2070.	X	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Perte d'endurcissement	Perte d'endurcissement entre 11 et 36 degrés-jours, avec un gradient nord-sud pour les années 1981 à 2010.	Perte d'endurcissement entre 24 et 48 degrés-jours (RCP8.5) pour les années 2041 à 2070.	Au sud de la région.	+
	Sévérité des hivers selon municipalité	X	X	Au sud de la région.	+
	Nombre d'intoxication au monoxyde de carbone (intoxication d'origine chimique, atteinte des systèmes ou indicateur biologique au-dessus du seuil) d'origine environnemental	Entre 1990 et 2004, la CAPQ a enregistré un nombre annuel moyen d'environ 55 appels tandis que pour la même période la chambre hyperbare de l'HDL traitait en moyenne environ 18 cas sévères.	X	X	X
Aléas naturels en lien avec la qualité de l'air					
Pollution atmosphérique	Nombre de jours avec une température maximale > 25°C (journées chaudes)	5 à 50 journées chaudes pour 1981 à 2010.	37 à 79 journées chaudes (RCP4.5) ou 47 à 97 journées chaudes (RCP.8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale > 30°C (journées de chaleur extrême)	0,2 et 6 journées de chaleur extrême pour 1981 à 2010.	2,7 à 18,6 journées de chaleur extrême (RCP4.5) ou 4,9 à 27,5 journées de chaleur extrême (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de vagues de chaleur	0 à 0,10 vague de chaleur pour 1981 à 2010.	0,43 à 0,87 vague de chaleur (RCP4.5) ou 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Température moyenne estivale	Température moyenne estivale entre 15 à 19°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne estivale entre 17 à 21°C (RCP4.5) ou entre 18 à 22°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température moyenne annuelle	Température moyenne annuelle entre 2 et 5°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne annuelle entre 4 et 7°C (RCP4.5) ou entre 5 et 8°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température maximale et minimale moyenne estivale	Température maximale moyenne estivale entre 20 et 24°C et température minimale moyenne estivale entre 10 et 13°C pour 1981 à 2010.	Température maximale moyenne estivale entre 23 et 27°C (RCP4.5) ou entre 24 à 28°C (RCP8.5) et température minimale moyenne estivale entre 12 et 15°C (RCP4.5) ou entre 13 à 16 (RCP4.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre annuel de jours où il y a eu au moins un dépassement des normes et des critères pour les principaux contaminants (PM2.5, NO2, SO2, O3)	109 jours de dépassement des normes et des critères pour les particules fines, 18 jours pour l'ozone, 9 jours pour le dioxyde d'azote et aucun pour le dioxyde de soufre, pour 1995 à 2018.	X	X	X
	Proportion de jours ayant une mauvaise qualité de l'air	La proportion de jours ayant une mauvaise qualité de l'air était de 1,1 % en 2016, de 0,3 % en 2017 et de 0,8 % en 2018, pour le secteur du parc Georges-Maranda (Lévis).	X	Secteur du parc Georges-Maranda (Lévis).	X

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
Feux de végétation	Nombre de jours avec une température maximale >25°C	5 à 50 journées chaudes pour 1981 à 2010.	37 à 79 journées chaudes (RCP4.5) ou 47 à 97 journées chaudes (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale >30°C	0,2 et 6 journées de chaleur extrême pour 1981 à 2010.	2,7 à 18,6 journées de chaleur extrême (RCP4.5) ou 4,9 à 27,5 journées de chaleur extrême (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de vagues de chaleur	0 à 0,10 vague de chaleur pour 1981 à 2010.	0,43 à 0,87 vague de chaleur (RCP4.5) ou 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température maximale et minimale moyenne estivale	Température maximale moyenne estivale entre 20 et 24°C et température minimale moyenne estivale entre 10 et 13°C pour 1981 à 2010.	Température maximale moyenne estivale entre 23 et 27°C (RCP4.5) ou entre 24 à 28°C (RCP8.5) et température minimale moyenne estivale entre 12 et 15°C (RCP4.5) ou entre 13 à 16 (RCP4.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Jours de précipitations > 1mm	Nombre de jours de précipitations > 1mm entre 140 et 170 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 1mm sensiblement pareil à 1981-2010 pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 10mm	Nombre de jours de précipitations > 10mm entre 30 à 40 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 10mm en augmentation d'environ 10 jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Jours de précipitations >20mm	Nombre de jours de précipitations >20mm à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 20mm en augmentation de quelques jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070. (7 à 15 jours pour les 2 scénarios)	X	O
	Maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours	Maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours entre 70 et 85mm pour 1981 à 2010.	Maximum annuel des précipitations cumulée sur cinq jours entre 74 et 92mm (RCP4.5) ou entre 76 et 92mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Précipitation maximale durant un jour	Précipitation maximale durant un jour entre 30 et 50mm pour 1981 à 2010.	Précipitation maximale durant un jour en légère augmentation (quelques mm)	X	O
	Degrés-jours de croissance (5°C)	Nombre de degrés-jours de croissance (5°C) entre 1500 et 2000 degrés-jours pour 1981 à 2010.	Nombre de degrés-jours de croissance (5°C) entre 1900 à 2050 degrés-jours (RCP4.5) ou entre 2100 à 2700 (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et à l'ouest de la région.	+
	Degrés-jours de croissance (10°C)	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 700 et 1000 degrés-jours pour 1981 à 2010.	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 1000 et 1400 degrés-jours (RCP4.5) ou entre 1200 et 1600 degrés-jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et à l'ouest de la région.	+
	Précipitation - évapotranspiration potentielle de mai à octobre	Cumul moyen entre -30 à 221mm pour 1974 à 2003.	Cumul moyen entre -60 à 280mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au nord de la région.	+
	Saison de croissance	Saison de croissance entre 175 à 199 jours pour 1979 à 2008.	Saison de croissance entre 200 à 230 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Historique des événements de feux de végétation	Au moins 23 feux de végétation pour une superficie totale de 116,6 hectares pour 1976 à 2018.	X	X	
Pollens allergènes	Degrés-jours de croissance (5°C)	Nombre de degrés-jours de croissance (5°C) entre 1500 et 2000 degrés-jours pour 1981 à 2010.	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 1900 à 2050 degrés-jours (RCP4.5) ou entre 2100 à 2700 (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et à l'ouest de la région.	+
	Degrés-jours de croissance (10°C)	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 700 et 1000 degrés-jours pour 1981 à 2010.	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 1000 et 1400 degrés-jours (RCP4.5) ou entre 1200 et 1600 degrés-jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et à l'ouest de la région.	+
	Maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 65 et 82mm pour 1981 à 2010.	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 70 et 90mm (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Saison de croissance	Saison de croissance entre 175 à 199 jours pour 1979 à 2008.	Saison de croissance entre 200 à 230 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région.	+
	Pluie et orages violents	Événements de pluie et d'orages violents.	Augmentation de la saison propice aux orages et des épisodes de pluies intenses.	X	+
	Proportion de la population ayant eu des symptômes de rhinite allergique au cours des 12 derniers mois dont le facteur déclenchant	En 2014-2015, 69 % de la population ont eu des symptômes de rhinite allergique.	Augmentation de la saison pollinique et des symptômes de rhinite allergique.	Toute la région.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	est le pollen				
Aléas naturels en lien avec les précipitations et le vent					
Inondations, submersions marines et érosion côtière	Jours de précipitations >1mm	Nombre de jours de précipitations > 1mm entre 140 et 170 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 1mm sensiblement pareil à 1981 à 2010 pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations >10mm	Nombre de jours de précipitations > 10mm entre 30 à 40 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 10mm en augmentation d'environ 10 jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations >20mm	Nombre de jours de précipitations >20mm à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 20mm en augmentation de quelques jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041-2070.	X	O
	Maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 65 et 82mm pour 1981 à 2010.	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 70 et 90mm (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041-2070.	Le long du fleuve Saint-Laurent, au centre et à l'ouest de la région.	+
	Précipitations maximales durant un jour	Précipitation maximale durant un jour entre 30 et 50mm pour 1981 à 2010.	Précipitation maximale durant un jour en légère augmentation (quelques mm)	X	O

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Précipitations totales annuelles	Précipitations totales annuelles entre environ 970 et 1300mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales annuelles entre environ 1100 et 1370mm (RCP4.5) ou entre environ 1500 et 1430mm (RCP8.5) pour 2041-2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales hivernales	Précipitations totales hivernales entre environ 210 et 290mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales hivernales entre environ 220 à 310mm (RCP4.5) ou entre environ 245 à 350mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales printanières	Précipitations totales printanières entre environ 225 et 285mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales printanières entre environ 240 et 310mm (RCP4.5) ou entre 255 à 330mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales estivales	Précipitations totales estivales entre environ 285 et 385mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales estivales entre environ 280 et 395mm (RCP4.5) ou entre environ 290 et 400mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales automnales	Précipitations totales automnales entre environ 250 et 340mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales automnales entre environ 250 et 345mm (RCP4.5) ou entre environ 270 et 360mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps	X	Diminution probable du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans et de 20 ans au printemps (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2050.	X	—

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans en été et en automne	X	Augmentation probable du débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans en été et en automne (RCP4.5 et RCP8.5) pour la rivière Etchemin et augmentation probable du débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans en été et en automne (RCP4.5 et RCP8.5) sauf au sud de Saint-Georges pour 2050.	X	+
	Débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver	X	Augmentation probable ou très probable du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2050.	X	+
	Débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été	X	Diminution très probable du débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2050.	X	-
	Débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps	X	Diminution probable à très probable du débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ou 20 ans au printemps (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2050.	X	-

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Inondations	Plusieurs événements d'inondations, dont 10 sur la rivière Chaudière pour 1971 à 1991. Événements d'inondation majeure, dont en 2019.	Augmentation des risques d'inondations.	Près des cours d'eau, Beauce.	+
	Niveau de la mer	Hausse du niveau de la mer d'environ 2 à 3,6mm/an pour 1993 à 2009.	Augmentation de 40 à 60cm (RCP.85) du niveau de la mer pour 2100.	Le long du fleuve Saint-Laurent.	+
	Zones inondables de faible et de grand courant	Zones inondables le long de la rivière Chaudière, à quelques segments de la rivière Etchemin, de la rivière Beaurivage, de la rivière Bécancour, de la rivière des Hamel, de la rivière Saint-François et de la Rivière du Loup	X	Le long de la rivière Chaudière, à quelques segments de la rivière Etchemin, de la rivière Beaurivage, de la rivière Bécancour, de la rivière des Hamel, de la rivière Saint-François et de la Rivière du Loup	X
	Érosion côtière et submersions marines	Pourcentage des côtes submersibles à 54 % en 2006.	Augmentation de l'érosion côtière.	Le long du fleuve Saint-Laurent et dans les zones de marais maritimes.	+
	Taux de recul	Taux de recul moyen des côtes suivies de 108cm/an pour 2003 à 2012.	Augmentation probable du taux de recul.	Le long du fleuve Saint-Laurent et dans les zones de marais maritimes.	+
	Proportion de la côte en érosion	Proportion de la côte en érosion de 35 % en 2006.	Augmentation de l'érosion côtière.	Le long du fleuve Saint-Laurent et	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
				dans les zones de marais maritimes.	
Sécheresse	Jour le plus chaud	Jour le plus chaud entre 25 et 34°C pour 1981 à 2010.	Jour le plus chaud entre 31 à 37°C (RCP4.5) ou 31 à 38°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale >25°C (journée chaude)	5 à 50 journées chaudes pour 1981 à 2010.	37 à 79 journées chaudes (RCP4.5) ou 47 à 97 journées chaudes (RCP.8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale >30°C (journée de chaleur extrême)	0,2 et 6 journées de chaleur extrême pour 1981 à 2010.	2,7 à 18,6 journées de chaleur extrême (RCP4.5) ou 4,9 à 27,5 journées de chaleur extrême (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de vagues de chaleur	0 à 0,10 vague de chaleur pour 1981 à 2010.	0,43 à 0,87 vague de chaleur (RCP4.5) ou 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nuits tropicales (température minimale >18°C)	Nombre de nuits tropicales > 18°C entre 1 à 7 nuits pour 1981 à 2010	Nombre de nuits tropicales > - 18°C à environ 20 nuits (RCP4.5) et environ 30 nuits (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Nuits tropicales (température minimale >22°C)	Aucune nuit tropicale > 22°C pour 1981 à 2010.	Nombre de nuits tropicales > 22°C à environ 3 nuits (RCP4.5) et environ 10 nuits (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Température moyenne estivale	Température moyenne estivale entre 15 à 19°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne estivale entre 17 à 21°C (RCP4.5) ou entre 18 à 22°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température maximale et minimale moyenne estivale	Température maximale moyenne estivale entre 20 et 24°C et température minimale moyenne estivale entre 10 et 13°C pour 1981 à 2010.	Température maximale moyenne estivale entre 23 et 27°C (RCP4.5) ou entre 24 à 28°C (RCP8.5) et température minimale moyenne estivale entre 12 et 15°C (RCP4.5) ou entre 13 à 16 (RCP4.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Jours de précipitations > 1mm	Nombre de jours de précipitations > 1mm entre 140 et 170 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 1mm sensiblement pareil à 1981 à 2010 pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 10mm	Nombre de jours de précipitations > 10mm entre 30 à 40 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 10mm en augmentation d'environ 10 jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 20mm	Nombre de jours de précipitations >20mm à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 20mm en augmentation de quelques jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Précipitations totales annuelles	Précipitations totales annuelles entre environ 970 et 1300mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales annuelles entre environ 1100 et 1370mm (RCP4.5) ou entre environ 1500 et 1430mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Précipitations totales hivernales	Précipitations totales hivernales entre environ 210 et 290mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales hivernales entre environ 220 à 310mm (RCP4.5) ou entre environ 245 à 350mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales printanières	Précipitations totales printanières entre environ 225 et 285mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales printanières entre environ 240 et 310mm (RCP4.5) ou entre 255 à 330mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales estivales	Précipitations totales estivales entre environ 285 et 385mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales estivales entre environ 280 et 395mm (RCP4.5) ou entre environ 290 et 400mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales automnales	Précipitations totales automnales entre environ 250 et 340mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales automnales entre environ 250 et 345mm (RCP4.5) ou entre environ 270 et 360mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Saison de croissance	Saison de croissance entre 175 à 199 jours pour 1979 à 2008.	Saison de croissance entre 200 à 230 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Historique des sécheresses	La région a connu des épisodes de sécheresse.	Périodes d'insuffisance en eau et d'assèchement du sol plus important en été.	Secteur de Montmagny et de L'Islet.	+
Tempêtes et précipitations	Jours de précipitations hivernales >1mm	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 1mm à environ 40 jours pour 1981 à 2010.	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 1mm à un peu plus de 40 jours pour 2041 à 2070.	X	O

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Jours de précipitations hivernales >10mm	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 10mm à environ 6 jours pour 1981 à 2010.	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 10mm à environ 7 jours pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations hivernales >20mm	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 20mm à environ 1 jour pour 1981 à 2010.	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 20mm à environ 2 jours pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 1mm	Nombre de jours de précipitations > 1mm entre 140 et 170 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 1mm sensiblement pareil à 1981 à 2010 pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 10mm	Nombre de jours de précipitations > 10mm entre 30 à 40 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 10mm en augmentation d'environ 10 jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations >20mm	Nombre de jours de précipitations >20mm à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 20mm en augmentation de quelques jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 65 et 82mm pour 1981 à 2010.	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 70 et 90mm (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Le long du fleuve Saint-Laurent, au centre et à l'ouest de la région.	+
	Précipitation maximale durant 1 jour	Précipitation maximale durant un jour entre 30 et 50mm pour 1981 à 2010.	Précipitation maximale durant un jour en légère augmentation (quelques mm)	X	O

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Précipitations totales annuelles	Précipitations totales annuelles entre environ 970 et 1300mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales annuelles entre environ 1100 et 1370mm (RCP4.5) ou entre environ 1500 et 1430mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales hivernales	Précipitations totales hivernales entre environ 210 et 290mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales hivernales entre environ 220 à 310mm (RCP4.5) ou entre environ 245 à 350mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales printanières	Précipitations totales printanières entre environ 225 et 285mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales printanières entre environ 240 et 310mm (RCP4.5) ou entre 255 à 330mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales estivales	Précipitations totales estivales entre environ 285 et 385mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales estivales entre environ 280 et 395mm (RCP4.5) ou entre environ 290 et 400mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales automnales	Précipitations totales automnales entre environ 250 et 340mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales automnales entre environ 250 et 345mm (RCP4.5) ou entre environ 270 et 360mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Orages violents, pluie	La région a connu des événements d'orages violents et de pluie.	Augmentation de la saison propice aux orages et des épisodes de pluies intenses.	X	+
	Ouragans, tornades	Tornades de force F1 et F2 et mini-tornades entre 1987 et 2019.	X	X	X

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Tempête hivernale, vents de tempête	Événements de tempête hivernale et de vents de tempête.	Augmentation attendue de la fréquence et de l'intensité des tempêtes.	X	+
Glissement de terrain et avalanches	Jours de précipitations hivernales >1mm	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 1mm à environ 40 jours pour 1981 à 2010.	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 1mm à un peu plus de 40 jours pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations hivernales >10mm	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 10mm à environ 6 jours pour 1981 à 2010.	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 10mm à environ 7 jours pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations hivernales >20mm	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 20mm à environ 1 jour pour 1981 à 2010.	Jours de précipitations hivernales (décembre à février) > 20mm à environ 2 jours pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations >1mm	Nombre de jours de précipitations > 1mm entre 140 et 170 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 1mm sensiblement pareil à 1981-2010 pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations >10mm	Nombre de jours de précipitations > 10mm entre 30 à 40 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 10mm en augmentation d'environ 10 jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations >20mm	Nombre de jours de précipitations >20mm à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 20mm en augmentation de quelques jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 65 et 82mm pour 1981 à 2010.	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 70 et 90mm (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Le long du fleuve Saint-Laurent, au centre et à l'ouest de la région.	+
	Précipitations maximales durant un jour	Précipitation maximale durant un jour entre 30 et 50mm pour 1981 à 2010.	Précipitation maximale durant un jour en légère augmentation (quelques mm)	X	O
	Précipitations totales hivernales	Précipitations totales hivernales entre environ 210 et 290mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales hivernales entre environ 220 à 310mm (RCP4.5) ou entre environ 245 à 350mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Précipitations totales annuelles	Précipitations totales annuelles entre environ 970 et 1300mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales annuelles entre environ 1100 et 1370mm (RCP4.5) ou entre environ 1500 et 1430mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Événements de gel-dégel	Nombre annuel d'événements de gel-dégel entre 73 et 98 jours pour 1981 à 2010.	Nombre annuel d'événements de gel-dégel entre 62 et 85 jours (RCP4.5) ou entre 56 et 84 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Le long du fleuve Saint-Laurent et au centre de la région, près des monts Notre-Dame.	-
	Perte d'endurcissement	Perte d'endurcissement entre 11 et 36 degrés-jours, avec un gradient nord-sud pour les années 1981 à 2010.	Perte d'endurcissement entre 24 et 48 degrés-jours (RCP8.5) pour les années 2041 à 2070.	X	+
	Avalanches	Plusieurs avalanches mortelles à Lévis et quelques-unes proches de Thetford Mines et Black Lake	X	Lévis, Thetford Mines, Black Lake	X

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Glissement de terrain	Potentiel de glissement de terrain présent.	X	Secteur de la rivière Etchemin, de la rivière Boyer et de la rivière du Sud.	X
Autres aléas naturels					
Vecteur de maladie	Nombre de jours avec une température maximale >25°C (journée chaude)	5 à 50 journées chaudes pour 1981 à 2010.	37 à 79 journées chaudes (RCP4.5) ou 47 à 97 journées chaudes (RCP.8.5) pour 2041-2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale >30°C (journée de chaleur extrême)	0,2 et 6 journées de chaleur extrême pour 1981 à 2010.	2,7 à 18,6 journées de chaleur extrême (RCP4.5) ou 4,9 à 27,5 journées de chaleur extrême (RCP8.5) pour 2041-2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de vagues de chaleur	0 à 0,10 vague de chaleur pour 1981 à 2010.	0,43 à 0,87 vague de chaleur (RCP4.5) ou 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour 2041-2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température moyenne hivernale	Température moyenne hivernale entre -9 et -12°C pour les années 1981 à 2010.	Température moyenne hivernale entre -6 et -9°C (RCP4.5) et entre -5 et -8°C (RCP8.5) pour les années 2041-2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température moyenne annuelle	Température moyenne annuelle entre 2 et 5°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne annuelle entre 4 et 7°C (RCP4.5) ou entre 5 et 8°C (RCP8.5) pour 2041-2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Degrés-jours de croissance (5°C)	Nombre de degrés-jours de croissance (5°C) entre 1500 et 2000 degrés-jours pour 1981 à 2010.	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 1900 à 2050 degrés-jours (RCP4.5) ou entre 2100 à 2700 (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et à l'ouest de la région.	+
	Degrés-jours de croissance (10°C)	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 700 et 1000 degrés-jours pour 1981 à 2010.	Nombre de degrés-jours de croissance (10°C) entre 1000 et 1400 degrés-jours (RCP4.5) ou entre 1200 et 1600 degrés-jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et à l'ouest de la région.	+
	Jours de précipitations > 1mm	Nombre de jours de précipitations > 1mm entre 140 et 170 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 1mm sensiblement pareil à 1981 à 2010 pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 10mm	Nombre de jours de précipitations > 10mm entre 30 à 40 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 10mm en augmentation d'environ 10 jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Jours de précipitations > 20mm	Nombre de jours de précipitations >20mm à environ 10 jours pour 1981 à 2010.	Nombre de jours de précipitations > 20mm en augmentation de quelques jours (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	O
	Précipitations totales annuelles	Précipitations totales annuelles entre environ 970 et 1300mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales annuelles entre environ 1100 et 1370mm (RCP4.5) ou entre environ 1500 et 1430mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Précipitations totales hivernales	Précipitations totales hivernales entre environ 210 et 290mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales hivernales entre environ 220 à 310mm (RCP4.5) ou entre environ 245 à 350mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Près des monts Notre-Dame, à l'ouest de Thetford Mines.	+
	Maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 65 et 82mm pour 1981 à 2010.	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 70 et 90mm (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Le long du fleuve Saint-Laurent, au centre et à l'ouest de la région.	+
	Précipitation - évapotranspiration potentielle	Cumul moyen entre -30 à 221mm pour 1974 à 2003.	Cumul moyen entre -60 à 280mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Saison de croissance	Saison de croissance entre 175 à 199 jours pour 1979 à 2008.	Saison de croissance entre 200 à 230 jours (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Les MRC de Beauce-Sartigan et Les Appalaches	+
	Nombre d'éclosions de maladies d'origine hydrique	Nombre d'éclosions de maladies d'origine hydrique à 15 éclosions pour 2005 à 2018.	X	X	X
	Nombre de déclarations hors normes selon le type de contamination de l'eau potable	Nombre de déclarations hors normes de l'eau potable à 4 527 déclarations; 1 594 de types inorganiques, 2 122 de type microbiologique et 811 de type organique pour 2005 à 2018.	X	X	X
	Nombre et durée des avis de non-consommation de l'eau potable	Nombre d'avis de non-consommation de l'eau potable à 848 avis pour une durée moyenne entre 4 à 821 jours pour 2005 à 2018.	X	X	X

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Risque d'acquisition de la maladie de Lyme en 2020	Risque présent, mais non endémique à Lévis, Notre-Dame-du-Sacré-Cœur-d'Issoudun, Sainte-Marie, Sainte-Praxède, Saint-Joseph-de-Coleraine, Saint-Roch-des-Aulnaies et Saint-Sylvestre en 2020.	On prévoit une expansion de la zone porteuse des vecteurs de la maladie et une augmentation du risque d'acquisition pour 2050.	Lévis, Notre-Dame-du-Sacré-Cœur-d'Issoudun, Sainte-Marie, Sainte-Praxède, Saint-Joseph-de-Coleraine, Saint-Roch-des-Aulnaies et Saint-Sylvestre.	+
	Rapport de surveillance intégrée du virus du Nil occidental	Aucun cas d'infection du virus du Nil occidental en 2016.	On prévoit une augmentation de la probabilité du risque d'acquisition pour 2050.	X	+
	Indice de qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau	Indice de qualité de l'eau douteuse à la station de la rivière Beaurivage (Saint-Étienne-de-Lauzon). Indice de qualité de l'eau mauvaise aux stations de la rivière Noire, Le Bras, Boyer, Boyer nord et Boyer sud. Qualité de l'eau très mauvaise à la station Bécancour, pour 2015 à 2017.	X	X	X

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Incidence d'autres maladies infectieuses (botulisme, rage, salmonellose, listériose, infection à Escherichia coli, syndrome pulmonaire à Hantavirus, influenza aviaire)	Plusieurs cas de zoonoses et maladies d'origine infectieuses en Chaudière-Appalaches entre 2007 et 2016. 19 cas de fièvre Q, 1 cas de Leptospirose, 1 cas de botulisme, 829 cas de salmonellose, 72 Infections à Escherichia coli, 29 cas de Listériose, 58 cas de Cryptosporidiose et 243 cas de Cryptosporidiose en 2016.	X	X	+
Exposition aux rayons ultraviolets	Nombre de jours avec une température maximale >25°C (journée chaude)	5 à 50 journées chaudes pour 1981-2010.	37 à 79 journées chaudes (RCP4.5) ou 47 à 97 journées chaudes (RCP.8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de jours avec une température maximale >30°C (journée de chaleur extrême)	0,2 et 6 journées de chaleur extrême pour 1981-2010.	2,7 à 18,6 journées de chaleur extrême (RCP4.5) ou 4,9 à 27,5 journées de chaleur extrême (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Nombre de vagues de chaleur	0 à 0,10 vagues de chaleur pour 1981 à 2010.	0,43 à 0,87 vague de chaleur (RCP4.5) ou 0,9 à 1,67 vagues de chaleur pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température moyenne printanière	Température moyenne printanière entre environ 1 et 4°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne printanière entre environ 3 et 6°C (RCP4.5) ou entre environ 4 et 7°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	Au sud de la région et le long du fleuve Saint-Laurent.	+

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	Température moyenne estivale	Température moyenne estivale entre 15 à 19°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne estivale entre 17 à 21°C (RCP4.5) ou entre 18 à 22°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Température moyenne automnale	Température moyenne automnale entre 4 et 7°C pour 1981 à 2010.	Température moyenne automnale entre 6 et 9°C (RCP4.5) ou entre 7 et 10°C (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	À l'ouest, le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la région, à partir de Saint-Georges.	+
	Maximum des précipitations non hivernales cumulées sur cinq jours	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 65 et 82mm pour 1981 à 2010.	Le maximum des précipitations non hivernales (avril à septembre) cumulées sur cinq jours varie entre environ 70 et 90mm (RCP4.5 et RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Précipitations totales hivernales	Précipitations totales hivernales entre environ 210 et 290mm pour 1981 à 2010.	Précipitations totales hivernales entre environ 220 à 310mm (RCP4.5) ou entre environ 245 à 350mm (RCP8.5) pour 2041 à 2070.	X	+
	Nombre incidence mélanomes ou cancers de la peau dus à l'exposition au soleil	Entre 2006 et 2010, on note 1,7 % de nouveaux cas de mélanome de la peau chez les femmes et 1,8 % chez les hommes.	X	X	X
	Proportion de la population de 18 ans et plus qui utilise au moins une méthode de protection solaire, parmi celles exposées 30 minutes ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et	Pour 2015 à 2016, 239 600 personnes soit 91,4% de la population de la région utilisaient au moins une méthode de protection solaire parmi celles exposées 30 minutes ou plus au soleil	X	X	X

DONNÉES CLIMATIQUES - CHAUDIÈRE-APPALACHES					
ALÉAS NATURELS	VARIABLE	DONNÉES HISTORIQUES	PROJECTIONS CLIMATIQUES	ZONES SENSIBLES	TENDANCE DE LA VARIABLE
	16 h durant l'été	chaque jour entre 10 h et 16 h.			
	Proportion de la population de 18 ans et plus ayant passé deux heures ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et 16 h durant l'été	Pour 2015 à 2016, 187 100 personnes de 18 ans et plus ont passé deux heures ou plus au soleil chaque jour entre 10 h et 16 h durant l'été, ce qui représente 55,5 % de la population de la région.	X	X	+

**Centre intégré
de santé et de services
sociaux de Chaudière-
Appalaches**

Québec

