



Portrait climatique de la ville de Gatineau (551026)

Mars 2020 (v7)



Philippe Roy
Nathalie Bleau

REMERCIEMENTS ET CRÉDITS

Remerciements CMIP5 :

Nous sommes reconnaissants envers le groupe de travail sur les modèles couplés (GTMC) du Programme mondial de recherche sur le climat (PMRC), et nous remercions les centres de modélisation climatique (Tableau 2) pour la production et la mise à disposition de leurs sorties de modèle. Le Programme de comparaison et de diagnostic des modèles climatiques (CMIP) du Département américain de l'Énergie a fourni le support de coordination et a mené le développement des infrastructures de logiciels permettant l'accès aux données en partenariat avec l'Organisation mondiale des portails pour la science du système Terre.

Citation suggérée :

ROY, P. et BLEAU, N. (2020) Portrait climatique de la ville de Gatineau. Projet 551026 - Stratégie de gestion des enjeux liés aux changements climatiques – Ville de Gatineau, Ouranos, 83 p.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	9
2. MÉTHODOLOGIE	10
2.1 TENDANCES HISTORIQUES	10
2.2 SIMULATIONS CLIMATIQUES	10
<i>Sélection d'un sous-ensemble de simulations</i>	11
<i>Post-Traitement</i>	13
2.3 VARIABLES D'INTÉRÊT	13
<i>Définitions des indicateurs</i>	13
2.4 INFORMATION CLIMATIQUE UTILISÉE	14
3. DESCRIPTION DES RÉSULTATS	16
3.1 TENDANCES HISTORIQUES	16
3.2 CARTOGRAPHIE DES CONDITIONS FUTURES	18
3.3 ÉVOLUTION DE LA MOYENNE RÉGIONALE	20
4. MISE EN GARDE	21
5. RÉSULTATS	22
FIGURES SYNTHÈSES SELON LES SAISONS	22
TEMPÉRATURE MAXIMALE	24
<i>Température maximale annuelle</i>	24
<i>Température maximale hivernale</i>	27
<i>Température maximale printanière</i>	30
<i>Température maximale estivale</i>	33
<i>Température maximale automnale</i>	36
NOMBRE ANNUEL DE JOURS SUPÉRIEUR À 30 CELSIUS	39
NOMBRE DE JOURS SUPÉRIEURS À 0 CELSIUS	42
<i>Hiver</i>	42
<i>Printemps</i>	43
<i>Automne</i>	44
GEL-DÉGEL	45
<i>Événements gel-dégel</i>	45
<i>Événements gel-dégel hivernal</i>	48
<i>Événements gel-dégel printanier</i>	51
<i>Événements gel-dégel automnal</i>	54

PRÉCIPITATION.....	57
<i>Total annuel des précipitations.....</i>	<i>57</i>
<i>Total hivernal des précipitations.....</i>	<i>60</i>
<i>Total printanier des précipitations.....</i>	<i>63</i>
<i>Total estival des précipitations.....</i>	<i>66</i>
<i>Total automnal des précipitations.....</i>	<i>69</i>
ACCUMULATION MAXIMALE DES PRÉCIPITATIONS SUR 5 JOURS.....	72
NEIGE.....	75
PLUIE HIVERNALE.....	76
6. RÉFÉRENCES.....	77
7. ANNEXE A – ÉQUATIONS.....	79
DÉFINITION DES VARIABLES QUOTIDIENNES.....	79
INDICES.....	79
<i>Fréquence des températures supérieures à 30°C.....</i>	<i>79</i>
<i>Fréquence des températures supérieures à 0°C.....</i>	<i>79</i>
<i>Accumulation des précipitations.....</i>	<i>80</i>
<i>Cycle gel-dégel.....</i>	<i>80</i>
<i>Neige.....</i>	<i>80</i>
<i>Pluie hivernale.....</i>	<i>80</i>
<i>Accumulation maximale de précipitation sur 5 jours.....</i>	<i>81</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation de la région d'étude	9
Figure 2 - Tendances des températures moyennes annuelles pour la période 1950-2011 pour les Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées d'Environnement Canada (DCCA; Vincent et al. 2012).	16
Figure 3 - Tendances des précipitations totales annuelles pour la période 1950-2011 pour les Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées d'Environnement Canada (DCCA; Vincent et al. 2012).	17
Figure 4 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	18
Figure 5 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours en hiver avec une température maximale supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010, la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).	19
Figure 6 - Outaouais : Évolution de la moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	20
Figure 7 - Outaouais : Évolution de la moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	24
Figure 8 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	25
Figure 9 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	25
Figure 10 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	26
Figure 11 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	26
Figure 12 - Outaouais : Évolution de la moyenne hivernale des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	27
Figure 13 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	27
Figure 14 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	28
Figure 15 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	28
Figure 16 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	29
Figure 17 - Outaouais : Évolution de la moyenne printanière des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	30
Figure 18 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	30
Figure 19 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	31
Figure 20 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	31
Figure 21 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	32
Figure 22 - Outaouais : Évolution de la moyenne estivale des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	33
Figure 23 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	33
Figure 24 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	34
Figure 25 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	34
Figure 26 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	35
Figure 27 - Outaouais : Évolution de la moyenne automnale des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	36

Figure 28 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	36
Figure 29 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	37
Figure 30 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	37
Figure 31 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	38
Figure 32 - Outaouais : Évolution du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C durant l'année observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).	39
Figure 33 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	40
Figure 34 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	40
Figure 35 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	41
Figure 36 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	41
Figure 37 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours en hiver avec une température maximale supérieure à 0 °C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).	42
Figure 38 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours au printemps avec une température maximale supérieure à 0°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).	43
Figure 39 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours à l'automne avec une température maximale supérieure à 0 °C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (gauche), la période 2041-2070 (centre) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).	44
Figure 40 - Outaouais : Évolution du nombre annuel d'événements de gel-dégel observées (1951-2013) et simulées (2006-2100). ..	45
Figure 41 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	46
Figure 42 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	46
Figure 43 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	47
Figure 44 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	47
Figure 45 - . Outaouais : Évolution du nombre d'événements de gel-dégel observées à l'hiver (1951-2013) et simulées (2006-2100).	48
Figure 46 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	48
Figure 47 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	49
Figure 48 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	49
Figure 49 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	50
Figure 50 - Outaouais : Évolution du nombre d'événements de gel-dégel observées au printemps (1951-2013) et simulées (2006-2100).	51
Figure 51 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.	51
Figure 52 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.	52
Figure 53 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.	52
Figure 54 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.	53
Figure 55 - Outaouais : Évolution du nombre d'événements de gel-dégel observées à l'automne (1951-2013) et simulées (2006-2100).	54

<i>Figure 85 - Outaouais : Évolution du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).</i>	72
<i>Figure 86 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.</i>	73
<i>Figure 87 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.</i>	73
<i>Figure 88 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.</i>	74
<i>Figure 89 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.</i>	74
<i>Figure 90 - Outaouais : Conditions climatiques pour l'accumulation de précipitations solides (mm) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).</i>	75
<i>Figure 91 - Outaouais : Conditions climatiques pour l'accumulation de précipitations liquides (mm) en hiver pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).</i>	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	<i>Caractéristiques des scénarios RCP.....</i>	<i>11</i>
Tableau 2.	<i>Liste des simulations retenues.</i>	<i>12</i>
Tableau 3.	<i>Sommaire des variables et indices climatiques sélectionnés.</i>	<i>14</i>
Tableau 4.	<i>Sommaire des résultats pour la moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes.</i>	<i>24</i>
Tableau 5.	<i>Sommaire des résultats pour le nombre de jours avec une température supérieure à 30°C</i>	<i>39</i>
Tableau 6.	<i>Sommaire des résultats pour les événements de gel-dégel.</i>	<i>45</i>
Tableau 7.	<i>Sommaire des résultats pour les précipitations totales</i>	<i>57</i>
Tableau 8.	<i>Sommaire des résultats pour le maximum des précipitations cumulées sur cinq jours</i>	<i>72</i>

1. INTRODUCTION

Le présent document présente la méthodologie employée dans la production de scénarios climatiques pour la **région de l'Outaouais**, ciblée dans le projet 551026 – Portrait Climatique de Gatineau ainsi que les résultats des projections climatiques pour une série d'indicateurs.



Figure 1 - Localisation de la région d'étude

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 TENDANCES HISTORIQUES

Une cartographie des tendances historiques annuelles et saisonnières des températures moyennes et des précipitations totales a été effectuée pour la période 1950 à 2011 dans le cadre de la Synthèse des Connaissances 2015 d'Ouranos (Ouranos 2015). Les tendances ont été calculées à partir des Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées d'Environnement Canada (DCCA)¹ (Vincent et al. 2012; Mekis and Vincent 2011). Une mise au point de ces résultats sur le territoire de la région d'étude a été produite afin de fournir des informations plus explicites sur les tendances observées pour la ville de Gatineau. Cette mise au point est disponible dans le rapport " *Portrait de la situation actuelle - Stratégie de gestion des enjeux liés aux changements climatiques. Ville de Gatineau. 2018. ICLEI, Ouranos*".

2.2 SIMULATIONS CLIMATIQUES

Les résultats présentés dans ce rapport sont issus d'un ensemble de simulation globales provenant des archives de la phase 5 du " *Coupled Model Intercomparison Project*" (CMIP5, Taylor, Stouffer, and Meehl 2012) qui met à la disposition des scientifiques un grand nombre de simulations issues de modèles climatiques globaux (MCG) produites par plusieurs centres de modélisation à travers le monde. Les données simulées sont disponibles pour quatre scénarios d'émission de gaz à effet de serre ou *Representative Concentration Pathways* (RCP) (van Vuuren et al. 2011). Les quatre RCP développés par la communauté scientifique sont nommés selon leur forçage radiatif autour de l'année 2100. Une description qualitative de leurs trajectoires, de leur contenu en CO₂, ainsi que du réchauffement des températures projetées à l'échelle globale en 2100 est présentée au Tableau 1.

Ces simulations ont été utilisées dans le cadre du développement d'un portail web de scénarios climatiques (<https://www.ouranos.ca/portraitsclimatiques>). Les résultats présentés dans ce rapport sont majoritairement issus de cette initiative. La description de la méthodologie provient en grande partie de la documentation accompagnant le portail web (https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/GuideScenarios2017_FR.pdf).

¹ Une analyse des tendances n'est pas recommandée avec des données qui n'ont pas été corrigées pour des changements dans les procédures d'observations, dans le type d'instrumentation ou pour le déplacement des stations météorologiques. Par conséquent, il est préférable d'utiliser des données corrigées comme les DCCA pour une telle analyse.

Tableau 1. Caractéristiques des scénarios RCP.

Nom	Forçage radiatif vers 2100 (W/m ²)	Évolution	Équivalent CO ₂ (ppm)	Réchauffement moyen global vers 2100 p/r 1850 (°C)
RCP 8.5	8.5	Émissions fortes et continues	1370	4.9
RCP 6.0	6.0	Stabilisation sans dépassement	850	3
RCP 4.5	4.5	Stabilisation sans dépassement	650	2.4
RCP 2.6	2.6	Pic avant 2050 et réduction	490	1.5

Source : Adapté de Rogelj, Meinshausen, and Knutti (2012)

SÉLECTION D'UN SOUS-ENSEMBLE DE SIMULATIONS

Parmi le grand nombre de simulations disponible dans l'archive CMIP5 un sous-ensemble de simulations a été sélectionné afin de réduire le volume de données à traiter pour produire les scénarios climatiques par les procédures de post-traitement. Premièrement, seules les simulations CMIP5 produites à partir des RCP 8.5 et 4.5 ont été retenues, ces deux RCP couvrent la plage des changements projetés les plus plausibles et sont adéquates pour les études d'adaptation aux changements climatiques (CC). Ensuite une sous-sélection de simulations a été effectuée selon la méthode d'analyse par grappe présentée dans Casajus et al. (2016). Les critères de sélection utilisés incluent les changements mensuels projetés dans les températures maximales et minimales, ainsi que dans les précipitations totales sur deux horizons futurs (2041 à 2070 et 2071 à 2100). Finalement, quelques simulations ont été ajoutées à la liste finale afin d'assurer la présence des simulations RCP 8.5 et RCP 4.5 pour chaque modèle climatique sélectionné selon l'analyse par grappe (Tableau 2).

Tableau 2. Liste des simulations retenues.

Centre de modélisation	Acronyme	Modèle	RCP	Statut*
College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University	GCESS	BNU-ESM	4.5	s
			8.5	s
Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	CCCMA	CanESM2	4.5	a
			8.5	s
Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	CMCC	CMCC-CMS	4.5	a
			8.5	s
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and Bureau of Meteorology (BOM), Australia	CSIRO-BOM	ACCESS1.3	4.5	s
			8.5	a
Institute for Numerical Mathematics	INM	INM-CM4	4.5	s
			8.5	a
Institut Pierre-Simon Laplace	IPSL	IPSL-CM5A-LR	4.5	a
			8.5	s
Institut Pierre-Simon Laplace	IPSL	IPSL-CM5B-LR	4.5	s
			8.5	s
Met Office Hadley Centre	MOHC	HadGEM2	4.5	s
			8.5	s
Max-Planck-Institut für Meteorologie (Max Planck Institute for Meteorology)	MPI-M	MPI-ESM	4.5	s
			8.5	s
Norwegian Climate Centre	NCC	NorESM	4.5	a
			8.5	s
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	NOAA GFDL	GFDL-ESM2M	4.5	s
			8.5	s

*s = sélectionné par méthode cluster, a = ajouté

POST-TRAITEMENT

Le développement de scénarios du climat futur implique dans la plupart des cas une étape de post-traitement des sorties de modèles climatiques afin de pallier aux erreurs systématiques et à leur résolution parfois trop faible pour les besoins. Dans le but de fournir des scénarios régionaux et adaptés aux besoins des usagers, une méthode de post-traitement a été appliquée. Celle-ci, nommée *1D quantile mapping* (Gennaretti et al., 2015) utilise une correction de la série temporelle simulée (1951 à 2100) par quantile, afin que les données de la période de référence simulée et les observations deviennent statistiquement semblables. Pour la présente étude, deux modifications ont été apportées à la méthodologie standard: premièrement, la tendance à long terme a été déterminée à l'aide d'un ajustement polynomial de degré quatre et non selon un ajustement linéaire, et deuxièmement, les facteurs de correction ont été déterminés en utilisant une moyenne mobile de 31 jours au lieu de 41 jours. Cette méthode de post-traitement se compare avantageusement à d'autres méthodes de mise à l'échelle statistique (Themeßl et al., 2012; Maraun et al. 2010) et s'avère efficace lorsque les scénarios climatiques sont produits dans le cadre d'une prise de décision vers l'adaptation aux changements climatiques. Les observations de référence proviennent de la banque de données sur grille (~10km x 10km) décrite par McKenney et al. 2011 et Hutchinson et al. 2009.

2.3 VARIABLES D'INTÉRÊT

Les variables et indices climatiques produits dans le cadre du projet sont décrits dans le Tableau 3. Ces variables ont été choisies à la fois en fonction de leur pertinence, mais aussi en fonction de la disponibilité et la fiabilité des résultats disponibles. Le calcul des indicateurs est décrit à la section 7.

DÉFINITIONS DES INDICATEURS

1. **Moyenne des températures maximales quotidiennes (°C)** : La moyenne des températures maximales quotidiennes.
2. **Nombre de jours > 30°C (jours)** : Nombre annuel de jours où la température maximale est supérieure à 30°C.
3. **Nombre de jours > 0°C (jours)** : Nombre annuel de jours où la température maximale est supérieure à 0°C.
4. **Événements de gel-dégel (jours)** : 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.
5. **Précipitations totales (mm)** : Somme de la pluie totale et de l'équivalent en eau de la neige totale en millimètres (mm).
6. **Maximum des précipitations cumulées sur cinq jours (mm)** : Maximum des précipitations cumulées sur 5 jours consécutifs, incluant les précipitations liquides et solides.
7. **Neige** : Accumulation des précipitations quotidiennes lorsque la température moyenne quotidienne est inférieure à -3°C
8. **Pluie hivernale** : Accumulation des précipitations quotidiennes lorsque la température maximale est supérieure à 0°C.

Notez que dans le cas des scénarios pour les indicateurs 1, 2, 4, 5, et 6, les résultats sont tirés du site web Portrait Climatique d'Ouranos (<https://www.ouranos.ca/portraitsclimatiques/#/>), tandis que pour les indicateurs 3, 7 et 8, les calculs ont été effectués avec le même sous-ensemble de simulations et technique de post-traitement. Cette différence au niveau de la provenance des informations explique les différences visuelles entre les produits cartographiques.

Tableau 3. Sommaire des variables et indices climatiques sélectionnés.

Variable	Échelle	unités
Températures maximales	Annuelle	°C
Températures maximales	(décembre à février)	°C
Températures maximales	(mars à mai)	°C
Températures maximales	(juin à août)	°C
Températures maximales	(septembre à novembre)	°C
Nombre annuel de jours avec des températures maximales > 30°C	Annuelle	jours
Nombre annuel de jours avec des températures maximales > 0°C	Annuelle	jours
Gel-dégel	Annuelle	jours
Gel-dégel	(décembre à février)	jours
Gel-dégel	(mars à mai)	jours
Gel-dégel	(juin à août)	jours
Gel-dégel	(septembre à novembre)	jours
Précipitations totales	Annuelle	mm
Précipitations totales	(décembre à février)	mm
Précipitations totales	(mars à mai)	mm
Précipitations totales	(juin à août)	mm
Précipitations totales	(septembre à novembre)	mm
Maximum des précipitations cumulées sur cinq jours (mm)	Annuelle	mm
Neige	Annuelle	jours
Pluie hivernale (accumulation lorsque la température maximale est supérieure à 0°C)	Annuelle	mm

2.4 INFORMATION CLIMATIQUE UTILISÉE

L'information climatique utilisée pour le projet **Stratégie de gestion des enjeux liés aux changements climatiques – Ville de Gatineau** a été produite principalement à partir des données du site [portraits climatiques](#) d'Ouranos. Les cartes, graphiques et tableaux de ce site ont été produites à partir d'un ensemble de 11 simulations climatiques globales post-traitées produit avec deux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (RCP 4.5 et RCP 8.5) fourni par le Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5). Le RCP 4.5 est basé sur une stabilisation des émissions de GES d'ici la fin du siècle, tandis que le RCP 8.5 est basé sur une augmentation des émissions jusqu'à la fin du siècle. De ce fait, le qualificatif « modéré » est utilisé pour représenter le RCP 4.5, alors que le qualificatif « élevé » est utilisé pour le RCP 8.5.

D'autres données que celles proposées par Ouranos existent. Pour faire un choix éclairé quant aux données à utiliser, nous référons le lecteur au [Guide sur les Scénarios Climatiques](#)², publié en 2016, dont voici des extraits : *"Comprendre l'information climatique constitue une étape fondamentale dans la prise de décision éclairée par rapport au changement climatique. Cependant, l'information climatique n'est qu'un des nombreux aspects qui doivent être considérés dans un processus de prise de décision. De nombreux autres facteurs, comme les changements démographiques, les avancées technologiques et la tolérance au risque, jouent également un rôle essentiel. Bien que le processus de prise de décision quant à l'adaptation dépasse le cadre de ce guide, les messages essentiels pertinents qui en découlent comprennent :*

² Aussi disponible en anglais : <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Guidebook-2016.pdf>

1. **Les décideurs sont fréquemment aux prises avec de nombreuses et différentes sources d'incertitude par rapport au futur**, en plus du fait que le climat ou la météo sont également en changement. Les changements démographiques, la croissance économique et de nombreuses autres variables affectent la manière dont les décisions sont prises, mais n'entravent pas les décisions à long terme comme l'investissement pour des infrastructures importantes ou la protection d'une zone contre le développement. Les leçons apprises quant à ces autres incertitudes peuvent aider au processus de prise de décision dans un contexte de changements climatiques.
2. **L'information climatique ne doit jamais être la seule base sur laquelle les décisions sont prises, mais doit plutôt être utilisée de concert avec d'autres outils d'aide à la décision** comme les analyses coûts avantages ou multivariées et les outils d'établissement des cartes de risques. L'information pertinente sur les facteurs sociaux, environnementaux et économiques doit également être considérée. L'ajout d'un éventail de facteurs contribuera à s'assurer que les décisions sont solides et plus faciles à mettre en œuvre. De telles analyses aideront à déterminer quelles mesures d'adaptation sont intéressantes en théorie, mais qui sont aussi susceptibles de causer des effets indésirables, ou qui sont économiquement non viables ou impossibles à mettre en place par manque de soutien de la part du public.
3. **Le meilleur scénario climatique n'existe pas. L'éventail de résultats obtenus à travers un grand nombre de simulations climatiques doit être utilisé pour la prise de décision.** Cette plage de résultats de modèles climatiques informe le décideur sur les résultats probables du pire et du meilleur cas, étant donné l'état actuel des connaissances.

Une des manières d'intégrer l'éventail de résultats de modèles climatiques à un cadre efficace de prise de décision est au moyen d'une analyse de sensibilité, qui permet aux décideurs d'évaluer les conséquences de chaque futur possible. L'objectif est d'évaluer les conséquences associées à une gamme de différents scénarios climatiques et de considérer l'efficacité des mesures d'adaptation par rapport à cet éventail de futurs climatiques plausibles. Différentes approches peuvent être utilisées pour effectuer une analyse de sensibilité, par exemple :

- Estimer les conséquences de chaque futur possible;
- Déterminer les scénarios climatiques pour lesquels une politique ou une mesure d'adaptation donnée échouerait, ainsi que les conséquences d'un tel échec;
- Utiliser l'éventail complet de scénarios pour déterminer quelles mesures d'adaptation fonctionneront bien, peu importe l'ordre de grandeur ou l'intensité des changements climatiques attendus.

La planification de solutions alternatives constitue une autre manière d'envisager l'incertitude. Dans cette approche, des étapes initiales communes sont définies pour un certain nombre de solutions différentes possibles, qui ne limitent pas les résultats à une seule issue, mais laissent ouvertes plusieurs options. Des jalons peuvent être utilisés pour réévaluer les mesures d'adaptation à la lumière des meilleurs résultats scientifiques offerts, et pour modifier les plans au besoin.

4. **La prise de décision dans un monde en changement exige une approche itérative de la gestion du risque.** Les décisions doivent être réévaluées et modifiées au fur et à mesure que de nouvelles connaissances sur les variables climatiques ou non climatiques sont disponibles. La surveillance et l'apprentissage doivent être une composante importante du processus."

3. DESCRIPTION DES RÉSULTATS

Cette section décrit les produits que l'on retrouve à la section 5.

3.1 TENDANCES HISTORIQUES

À titre informatif, les figures 2 et 3 montrent les tendances de températures moyennes annuelles (°C) et de précipitations totales annuelles observées durant la période 1950-2011. Les tendances ont été calculées au moyen des séries temporelles des stations d'Environnement Canada indiquées sur la carte (Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées, DCCA (Vincent et al. 2012)). Cette base de données contient des données ajustées et homogénéisées de plusieurs stations à travers le Canada. Le fait que les données soient homogénéisées veut dire que ces données ont été corrigées pour différents changements qui peuvent avoir eu lieu avec le temps tels que l'instrumentation, la technique de mesure, ou la localisation des stations. Ce type de données est plus approprié pour l'évaluation des tendances climatiques, comparativement aux données non homogénéisées.

Tendances observées 1950 à 2011 : Températures moyennes annuelles

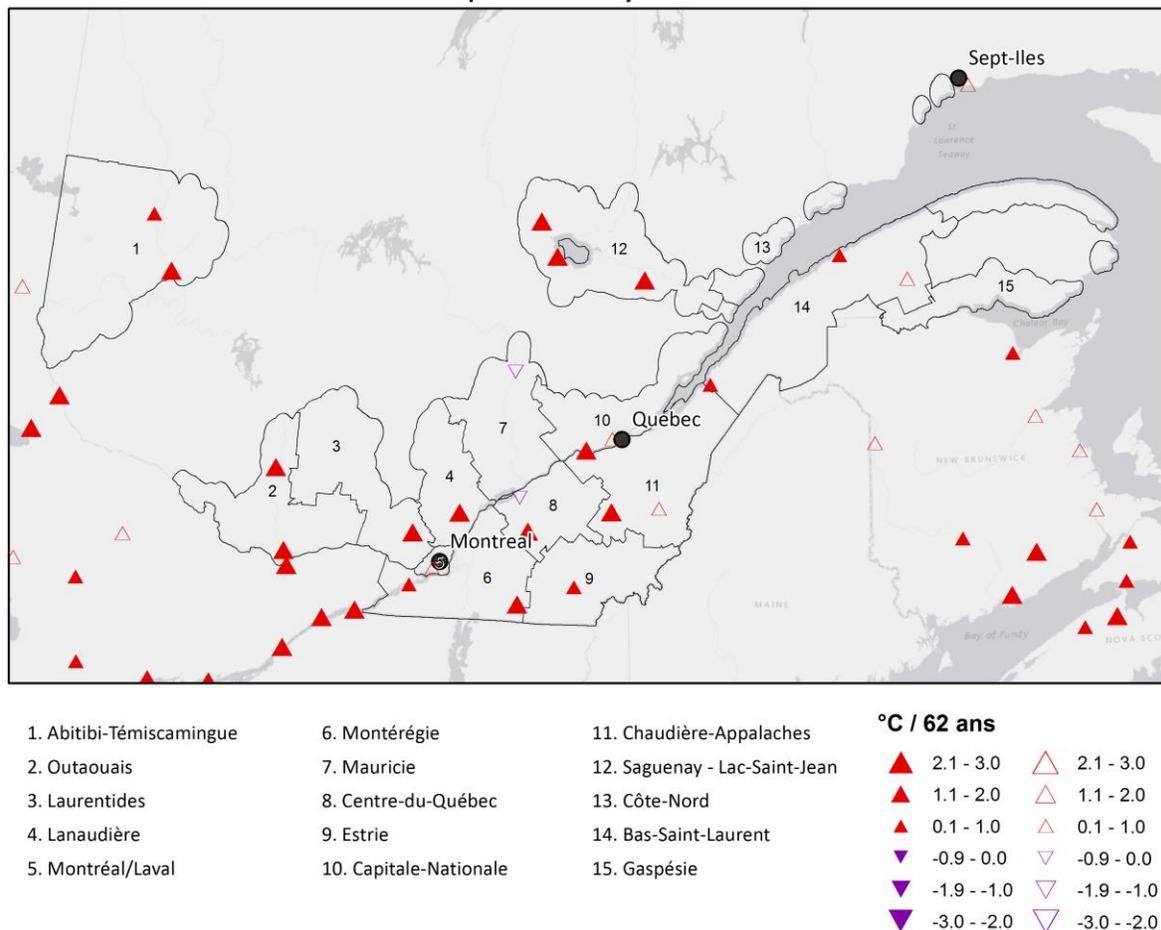
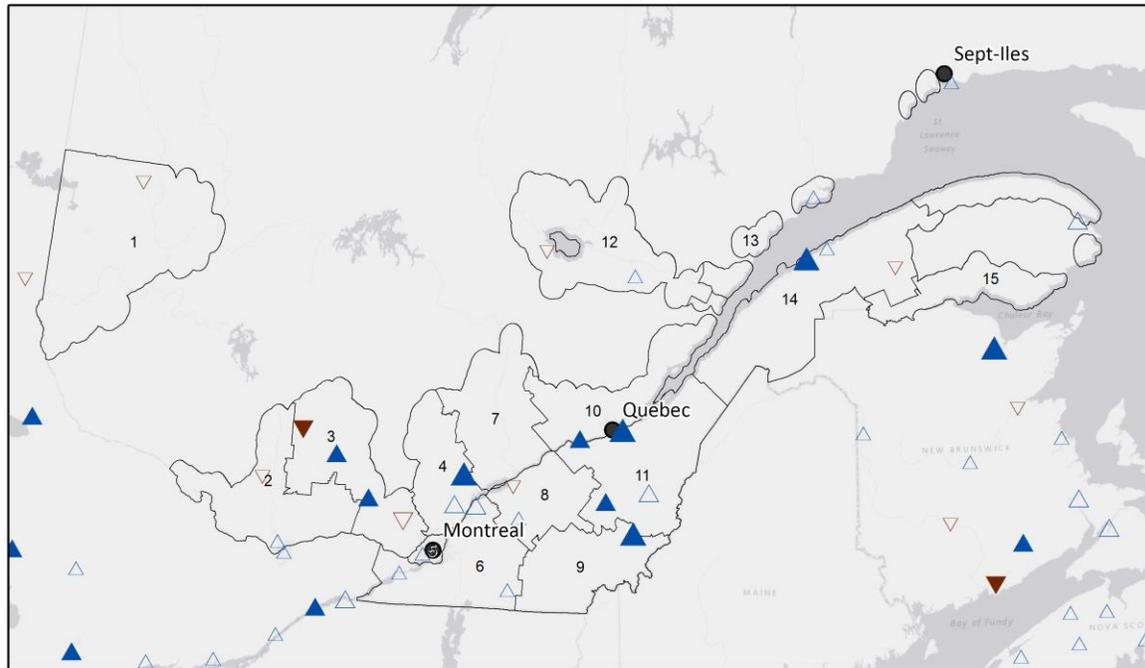


Figure 2 - Tendances des températures moyennes annuelles pour la période 1950-2011 pour les Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées d'Environnement Canada (DCCA; Vincent et al. 2012).

Les triangles vers le haut (rouge) et vers le bas (violet) indiquent, respectivement, des tendances à la hausse et à la baisse. Les triangles pleins correspondent aux tendances significatives ($\alpha = 0,05$). Les tendances et les niveaux de signification statistique sont calculés selon la méthodologie de Vincent et al. (2012).

Tendances observées 1950 à 2011 : Précipitations totales annuelles



1. Abitibi-Témiscamingue	6. Montérégie	11. Chaudière-Appalaches	% / 62 ans	
2. Outaouais	7. Mauricie	12. Saguenay - Lac-Saint-Jean	▲ >20	△ >20
3. Laurentides	8. Centre-du-Québec	13. Côte-Nord	▲ 11 - 20	△ 11 - 20
4. Lanaudière	9. Estrie	14. Bas-Saint-Laurent	▲ 1 - 10	△ 1 - 10
5. Montréal/Laval	10. Capitale-Nationale	15. Gaspésie	▼ -9 - 0	▽ -9 - 0
			▼ -19 - -10	▽ -19 - -10
			▼ < -20	▽ < -20

Figure 3 - Tendances des précipitations totales annuelles pour la période 1950-2011 pour les Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées d'Environnement Canada (DCCA; Vincent et al. 2012).

Les triangles vers le haut (bleu) et vers le bas (brun) indiquent, respectivement, des tendances à la hausse et à la baisse. Les triangles pleins correspondent aux tendances significatives ($\alpha = 0,05$). Les tendances et les niveaux de signifiante statistique sont calculés selon la méthodologie de Vincent et al. (2012).

3.2 CARTOGRAPHIE DES CONDITIONS FUTURES

Le deuxième élément présenté est la normale climatique des conditions historiques simulées pour la période de référence 1981-2010 ainsi que les conditions futures (dans l'exemple ci bas, pour les périodes 2041-2070) pour différents scénarios d'émissions (dans l'exemple, RCP4.5). Tel que défini par l'Organisation météorologique mondiale (OMM), les normales climatiques représentent l'état moyen du climat pour un endroit donné et un paramètre donné et sont basées typiquement sur une période de 30 ans. Les normales climatiques fournissent aux usagers une base de référence sur laquelle les valeurs des changements futurs projetés peuvent être comparées. Ces calculs de normales climatiques ont été faits pour chaque point de grille. Une cartographie de la valeur moyenne de l'ensemble des scénarios climatiques est ensuite présentée sur la carte.

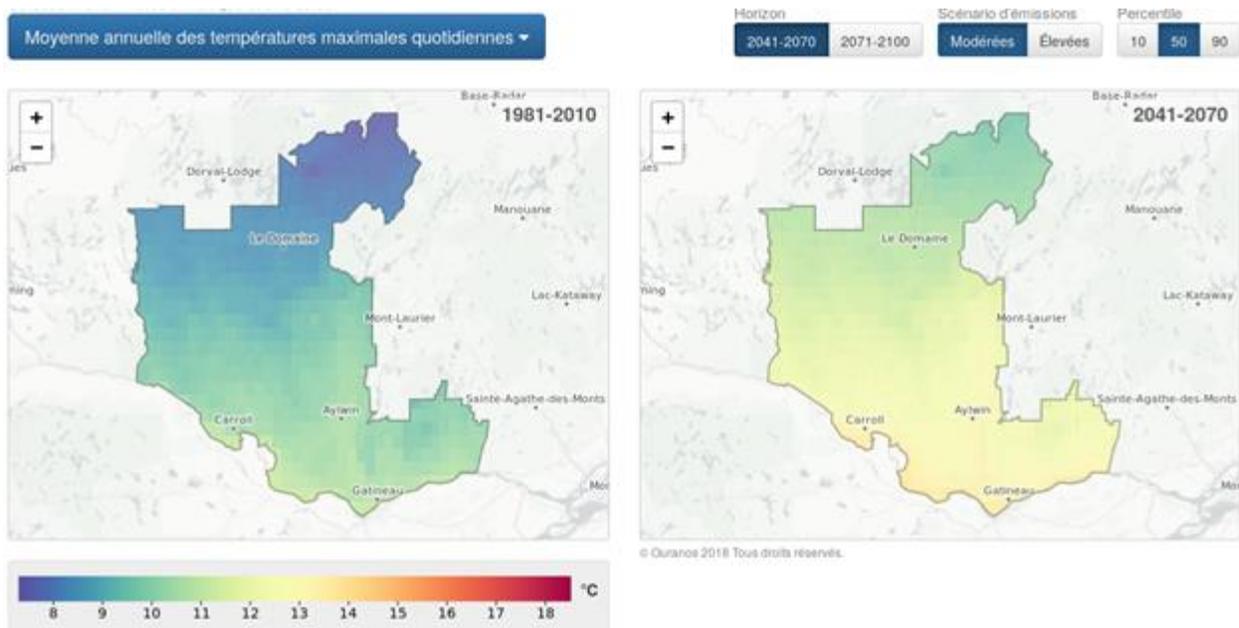


Figure 4 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

Pour la Ville de Gatineau : 13,8C (+3,2) à 14,6°C (+3,2)

⇒ Les valeurs de la température annuelle maximale (°C) pour la période future 2041-2070, varieront sur l'ensemble du territoire la Ville de Gatineau de 13,8C à 14,6C, donc l'anomalie de température relativement à la période de référence 1981-2010 est de +3,2.

Un deuxième type de cartographie est présentée à la figure 5 (à titre d'exemple), indiquant le nombre de jours en hiver (décembre-janvier-février / DJF) avec une température maximale supérieure à 0 C. Notons que chaque sous-figure possède sa propre barre de couleurs, mais que les couleurs sont uniformisées (le ton d'une couleur indique la même chose d'une sous-figure à l'autre). Cette façon de présenter les résultats amène l'avantage d'une graduation maximale à l'intérieure d'une figure, tout en permettant l'intercomparaison entre les différentes figures.

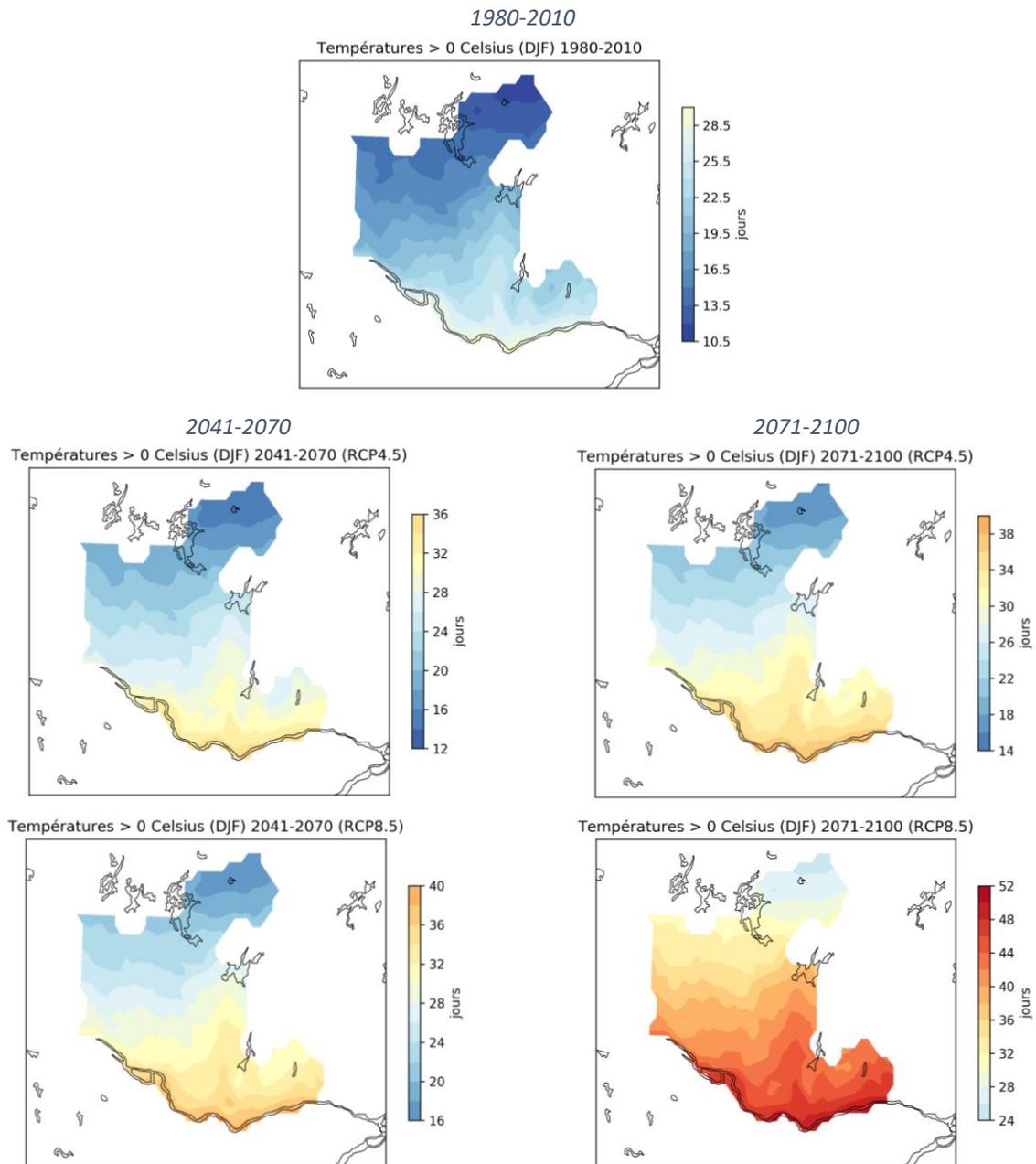


Figure 5 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours en hiver avec une température maximale supérieure à 0 C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

3.3 ÉVOLUTION DE LA MOYENNE RÉGIONALE

La moyenne régionale annuelle représente la moyenne des valeurs de tous les points de grille qui touchent une région pour une année donnée. Un exemple de l'évolution de la moyenne régionale des valeurs observées et simulées pour la Montérégie est présenté à la figure 6. La courbe verte représente les valeurs observées de la moyenne régionale pour chaque année pour la période 1951 à 2013. L'enveloppe grise représente les valeurs annuelles simulées par l'ensemble des 22 scénarios climatiques pour la période 1951 à 2100. Dans ce cas, on observe que l'enveloppe grise des scénarios capture relativement bien l'ampleur des fluctuations annuelles des observations pour la période historique. Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

Un point important à préciser est l'élargissement, selon l'axe du temps, de l'enveloppe représentant l'ensemble des scénarios climatiques. Cet élargissement est causé par plusieurs facteurs : une possible augmentation des fluctuations interannuelles, contribution des différents modèles climatiques présents dans l'ensemble ainsi que les différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (RCP4.5 et RCP8.5). Voir Charron (2016) pour plus d'explications sur les incertitudes.

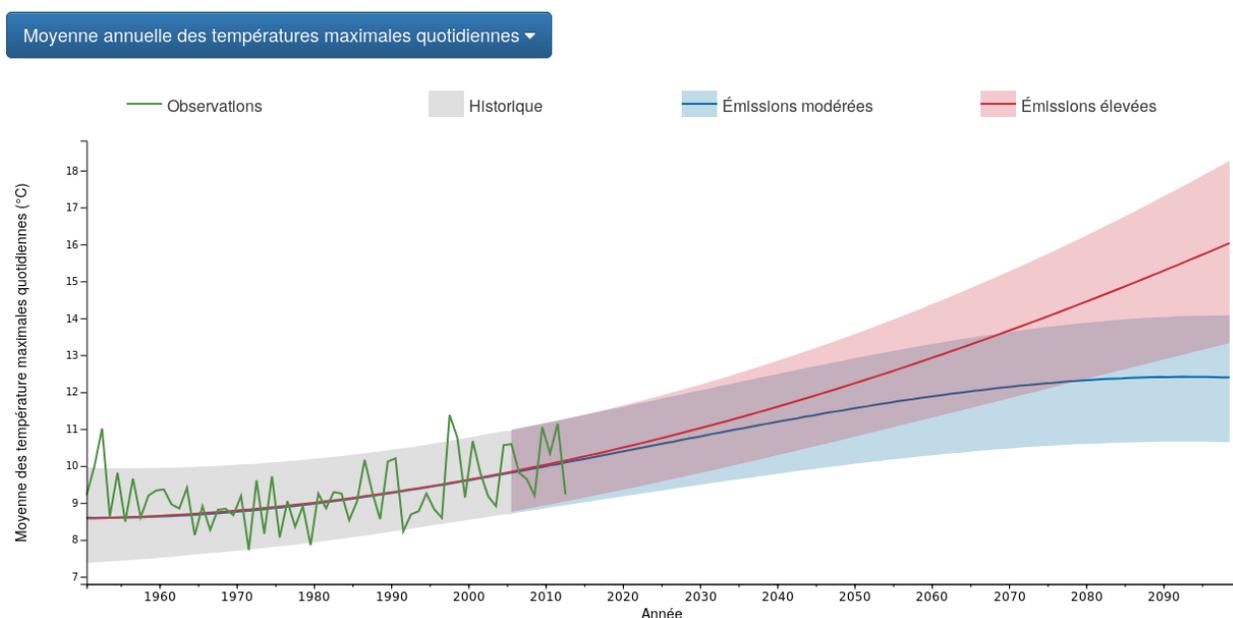


Figure 6 - Outaouais : Évolution de la moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

4. MISE EN GARDE

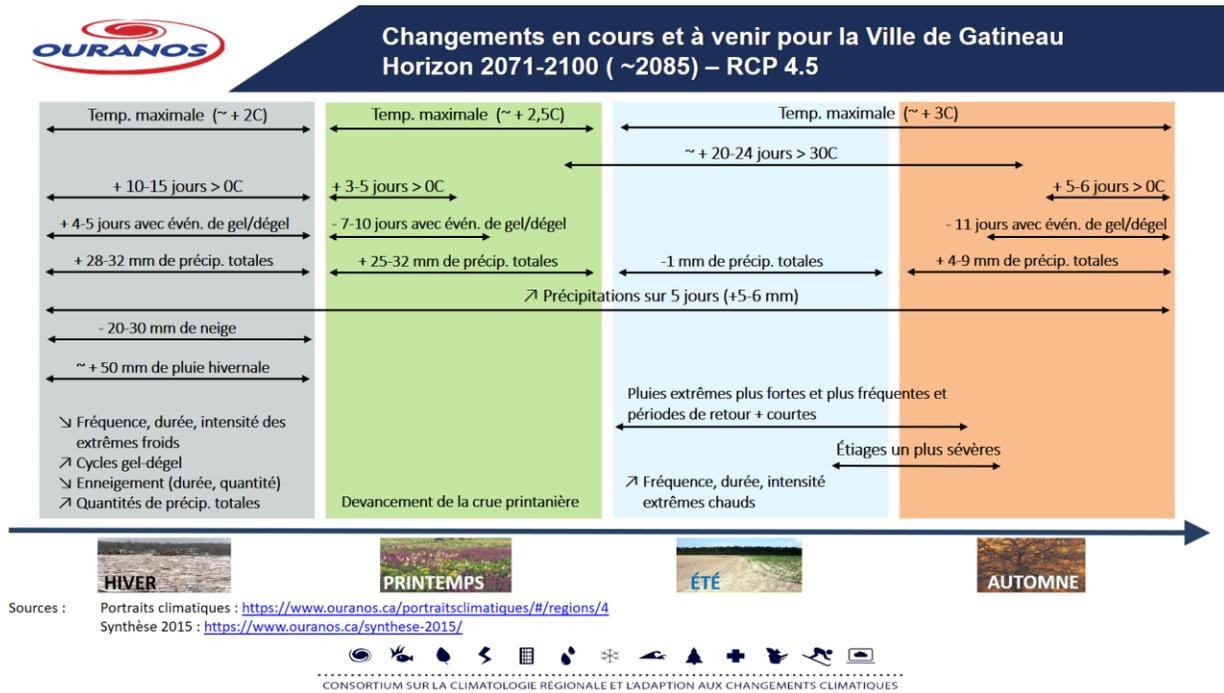
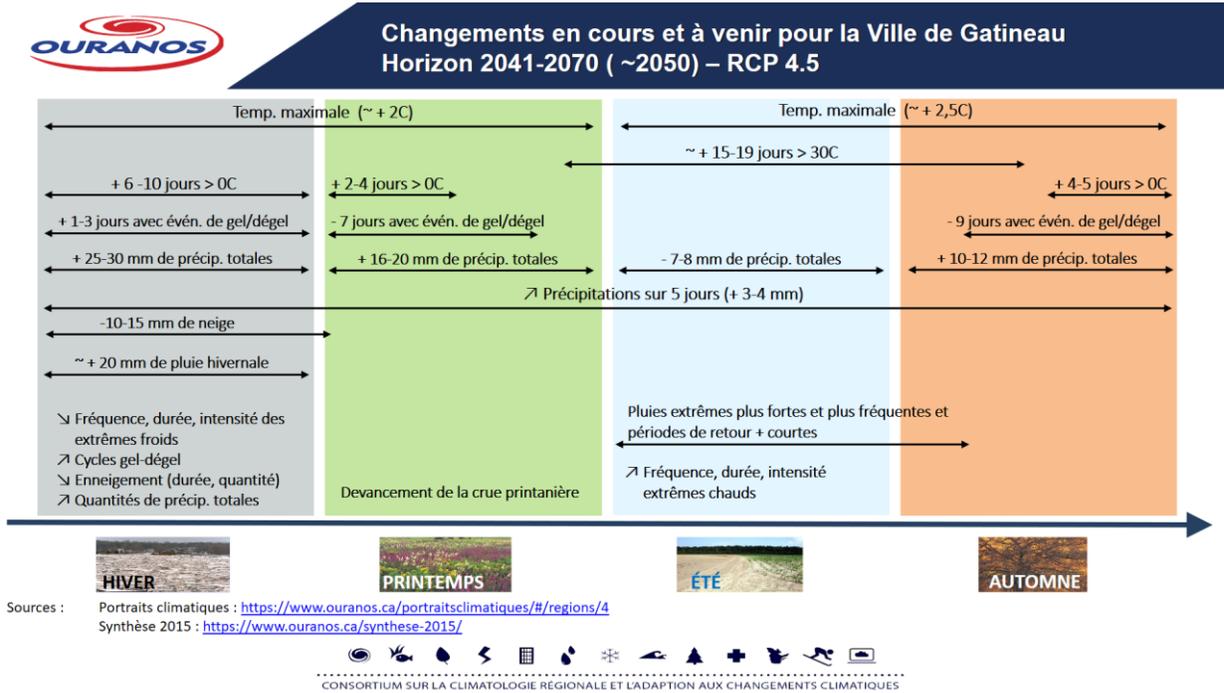
Notez que les données observées interpolées sur grille utilisées pour les étapes de post-traitement représentent une approximation du climat historique actuel, et peuvent comporter des biais aux altitudes élevées ou encore là où la densité des stations météorologiques est faible. Ces données sont également peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques.

Par ailleurs, certains indicateurs sont moins robustes. Par exemple, les processus reliés à la précipitation dans les modèles sont un mélange d'équations empiriques et physiques; les grilles des modèles n'ayant pas une résolution assez élevée pour simuler explicitement des phénomènes. De plus, certains indicateurs sont une construction plus ou moins approximative des phénomènes que nous voulons mesurer. Par exemple, l'indicateur "neige" est simplement l'accumulation des précipitations lorsque la température lors de cet événement est inférieure à -3°C . Pour ce type d'indicateur, il est recommandé de se concentrer sur les tendances et différence relative avec la période historique plutôt que sur les valeurs absolues.

5. RÉSULTATS

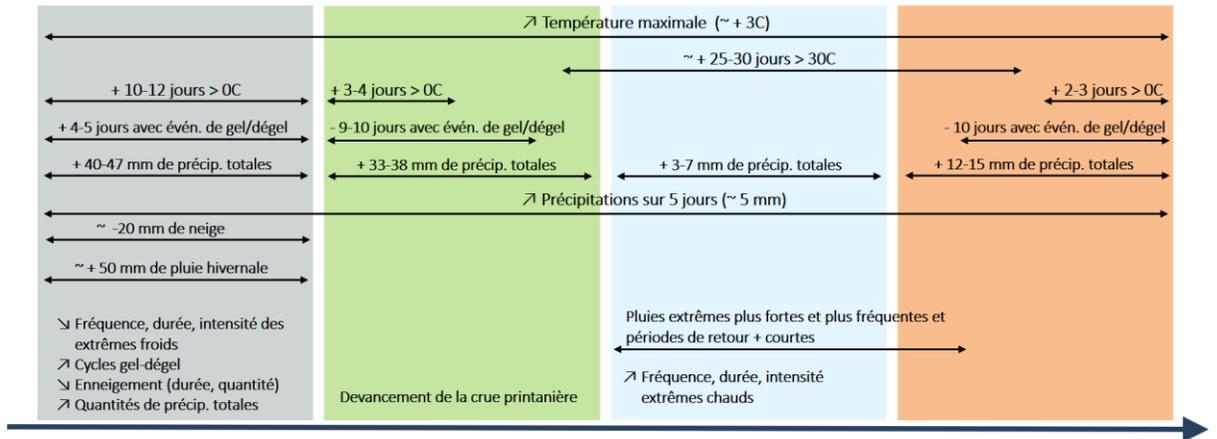
Cette section présente l'ensemble des résultats pour la région de l'Outaouais.

FIGURES SYNTHÈSES SELON LES SAISONS





Changements en cours et à venir pour la Ville de Gatineau Horizon 2041-2070 (~2050) – RCP 8.5



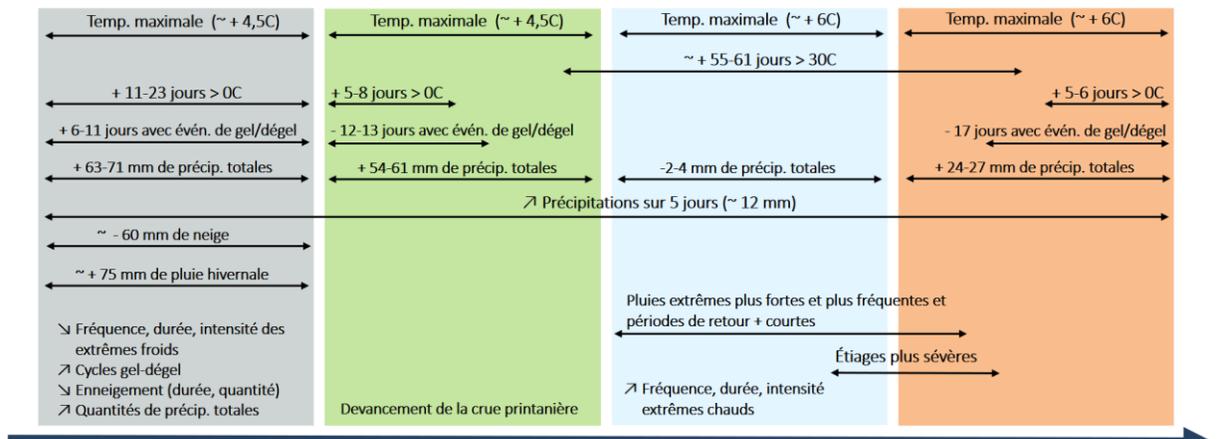
Sources : Portraits climatiques : <https://www.ouranos.ca/portraitsclimatiques/#/regions/4>
Synthèse 2015 : <https://www.ouranos.ca/synthese-2015/>



CONSORTIUM SUR LA CLIMATOLOGIE REGIONALE ET L'ADAPTION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES



Changements en cours et à venir pour la Ville de Gatineau Horizon 2071-2100 (~2085) – RCP 8.5



Sources : Portraits climatiques : <https://www.ouranos.ca/portraitsclimatiques/#/regions/4>
Synthèse 2015 : <https://www.ouranos.ca/synthese-2015/>



CONSORTIUM SUR LA CLIMATOLOGIE REGIONALE ET L'ADAPTION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

TEMPÉRATURE MAXIMALE

Tableau 4. Sommaire des résultats pour la moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes.

▼ Moyenne des température maximales quotidiennes (°C) - La moyenne des températures maximales quotidiennes.

Saison	1981-2010	2041-2070		2071-2100	
		Émissions modérées	Émissions élevées	Émissions modérées	Émissions élevées
Annuel	9.5	11.9 (10.6 – 12.5)	12.7 (11.6 – 13.4)	12.5 (10.9 – 13.4)	15 (12.9 – 16.5)
Hiver	-5.7	-3.7 (-4.6 – -2.2)	-2.9 (-3.8 – -1.6)	-3.1 (-4.2 – -1.6)	-0.9 (-2.1 – 1.6)
Printemps	9.5	11.4 (10.3 – 12.4)	12.1 (11.2 – 12.9)	12 (10.7 – 13.3)	13.8 (12.4 – 15.4)
Été	23.6	26 (24.7 – 26.7)	26.8 (25.4 – 28.2)	26.7 (25 – 27.6)	29.7 (26.6 – 31.5)
Automne	10.3	12.7 (11.5 – 13.7)	13.6 (12.1 – 14.7)	13.4 (11.5 – 14.5)	16 (13.6 – 17.7)

TEMPÉRATURE MAXIMALE ANNUELLE

Moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes ▼

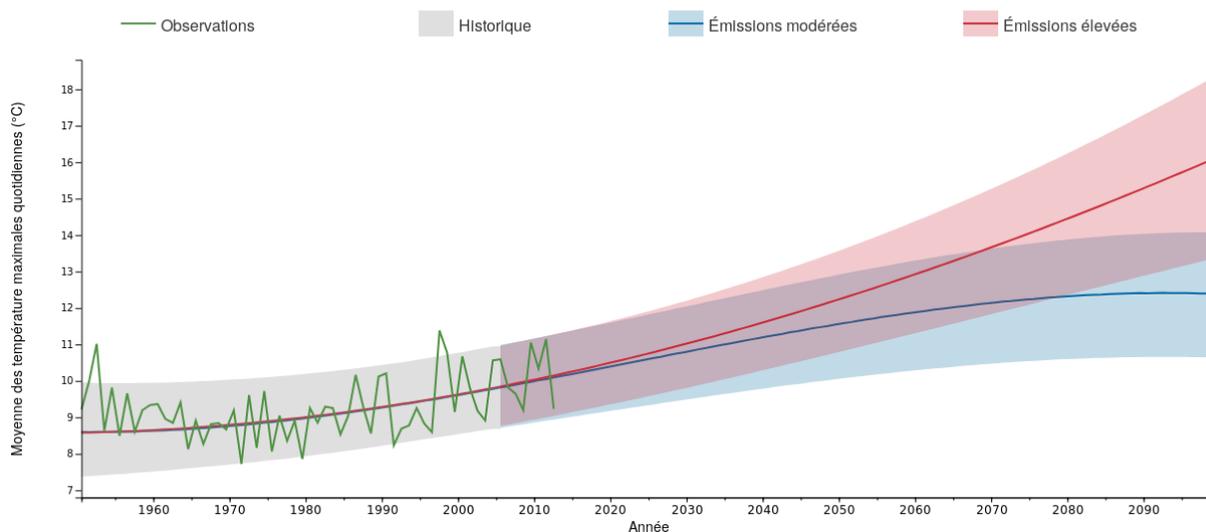


Figure 7 - Outaouais : Évolution de la moyenne annuelle des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

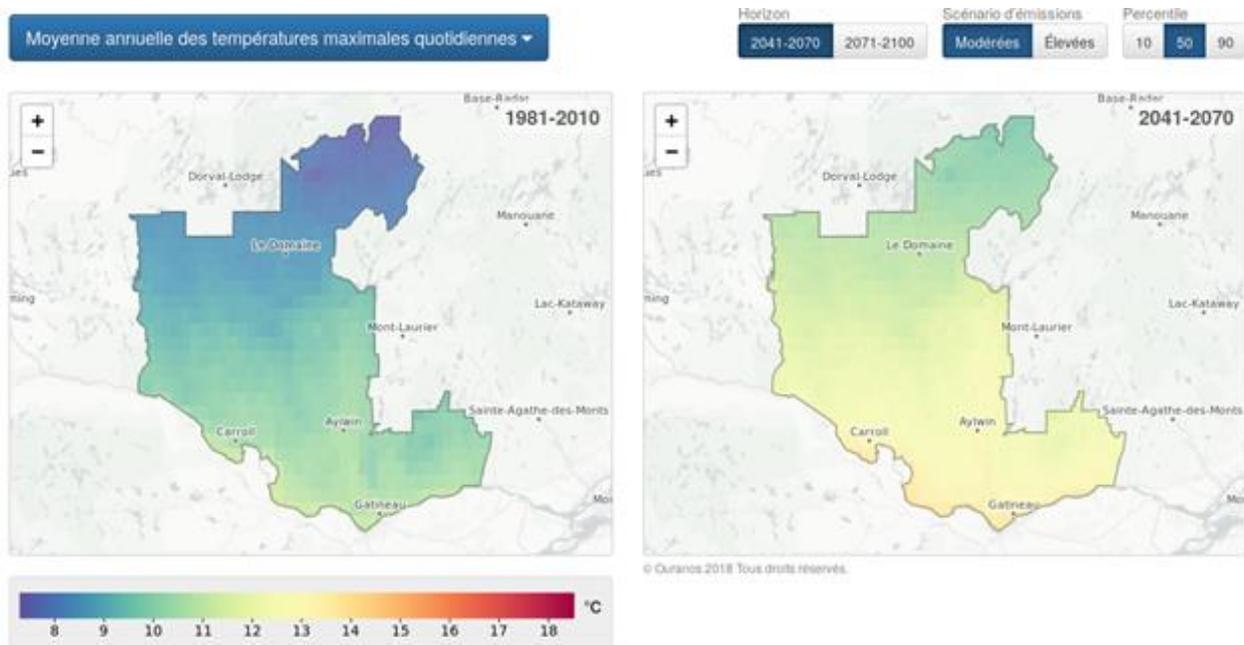


Figure 8 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 8,3°C (+3,1) à 9,1°C (+3,1)

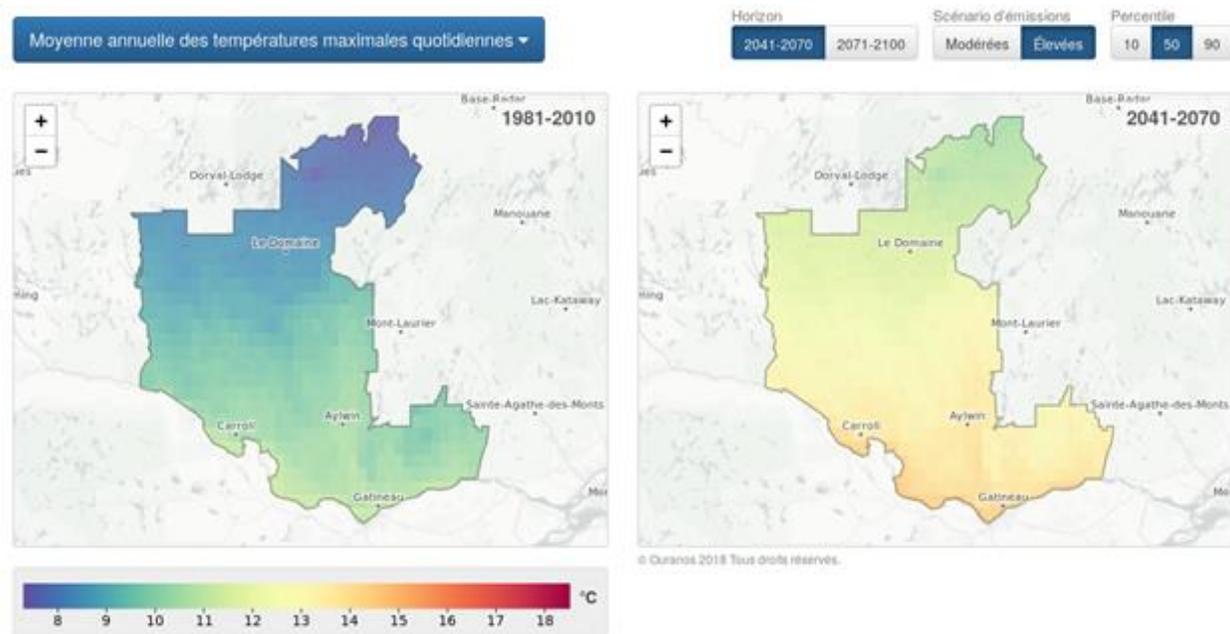


Figure 9 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 8,3°C (+3,1) à 9,3°C (+3,1)

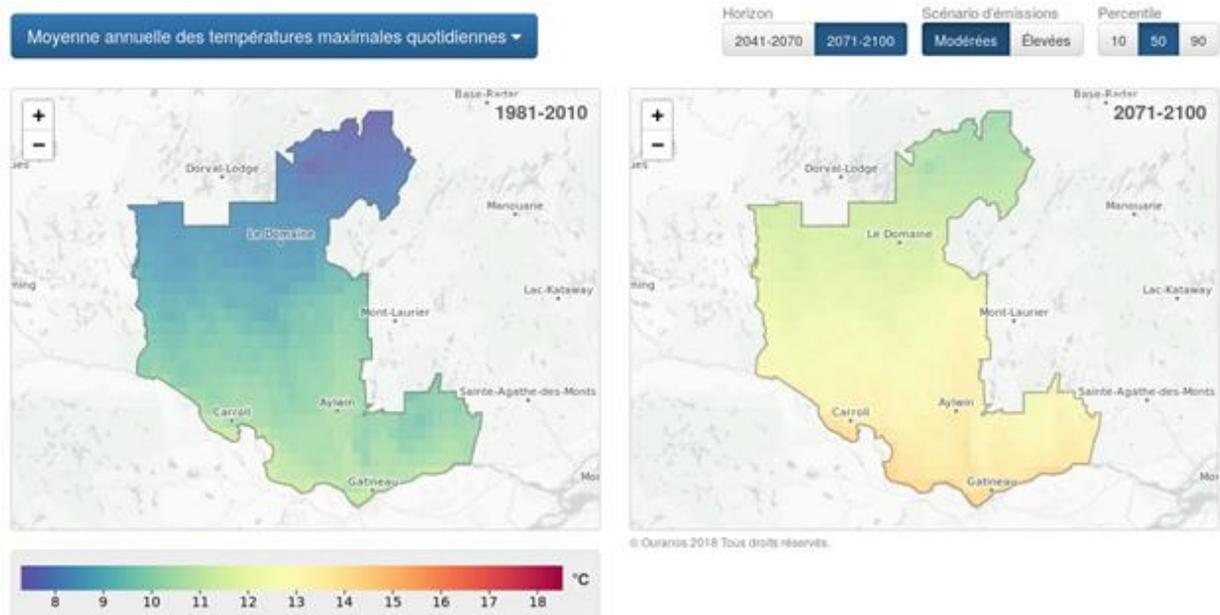


Figure 10 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 8,2°C (+3,1) à 9,2°C (+3,1)

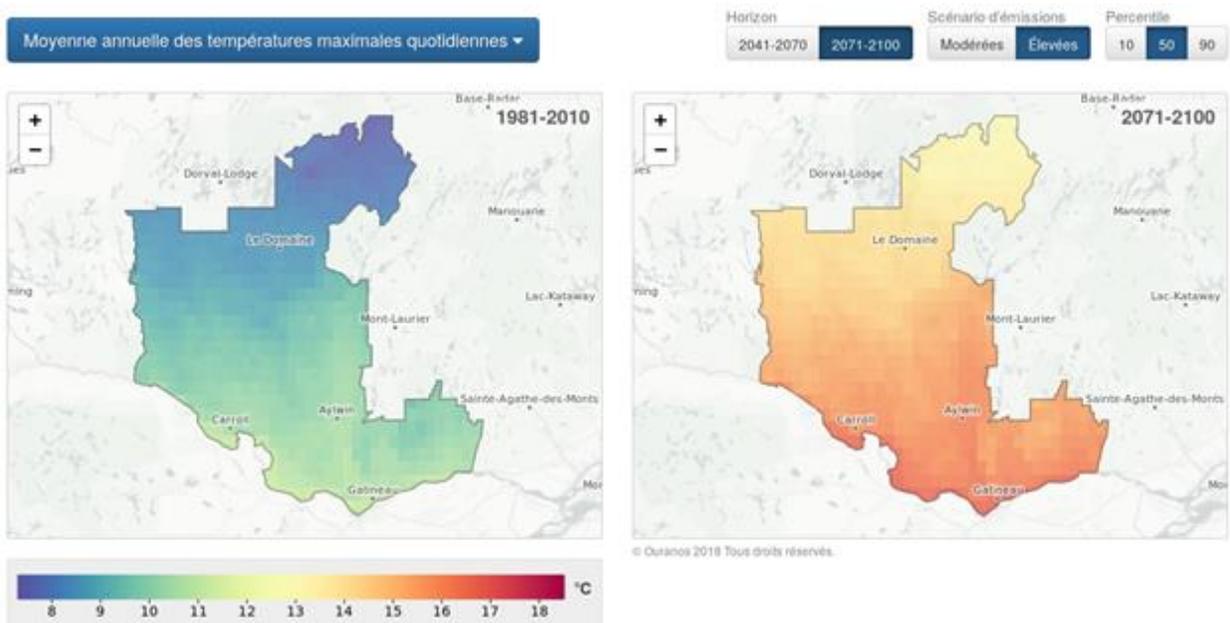


Figure 11 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température annuelle maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 10,8°C (+5,7) à 11,8°C (+5,7)

TEMPÉRATURE MAXIMALE HIVERNALE

Moyenne hivernale des températures maximales quotidiennes ▾

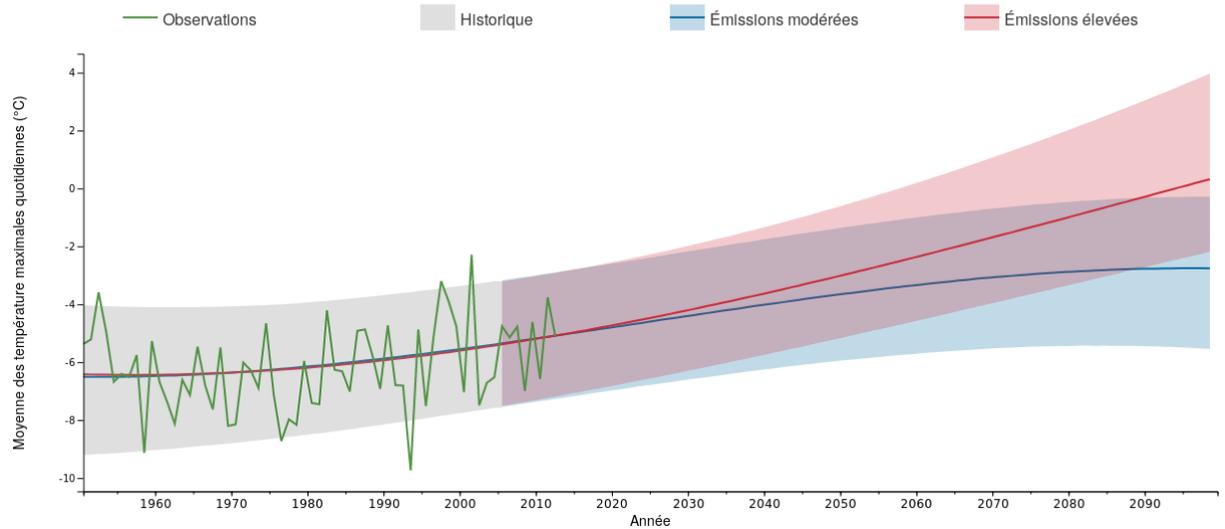


Figure 12 - Outaouais : Évolution de la moyenne hivernale des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100). Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

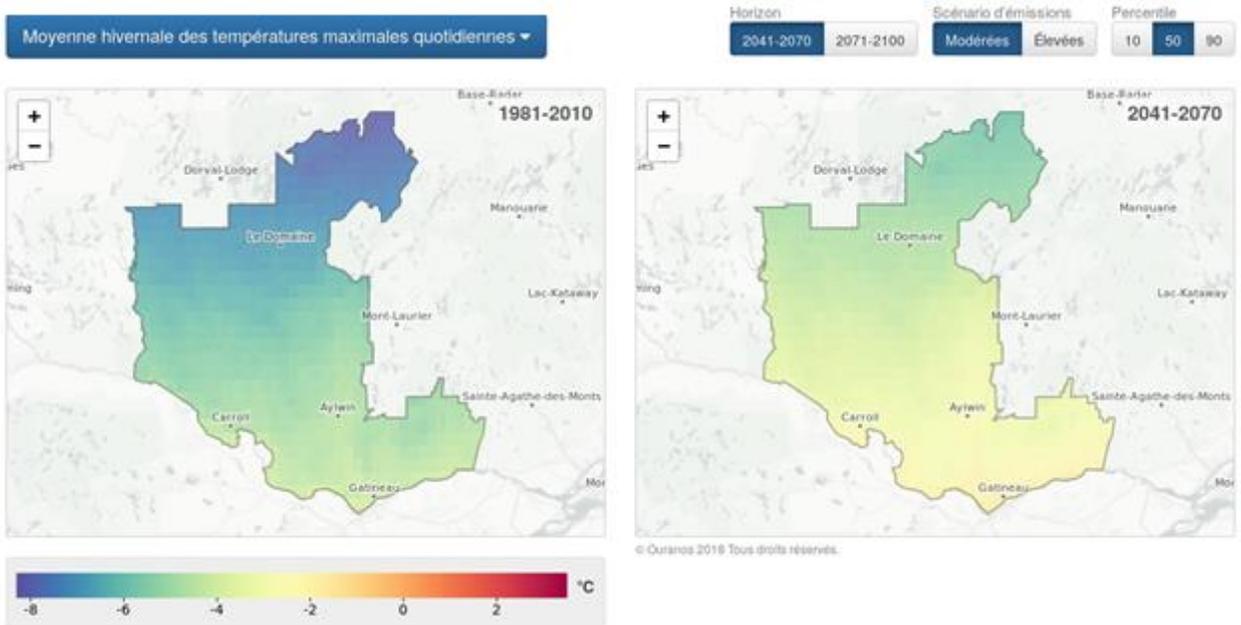


Figure 13 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : -2,2°C (+2,0) à -1,7°C (+2,0)

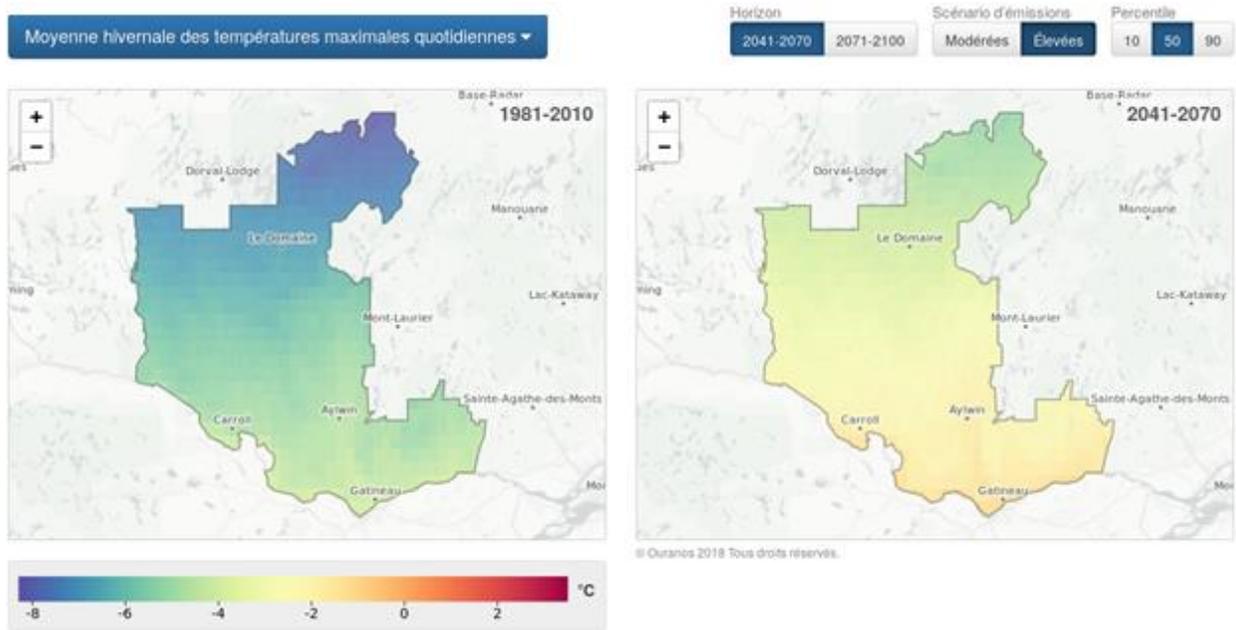


Figure 14 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : -1,6°C (+2,6) à -1,1°C (+2,7)

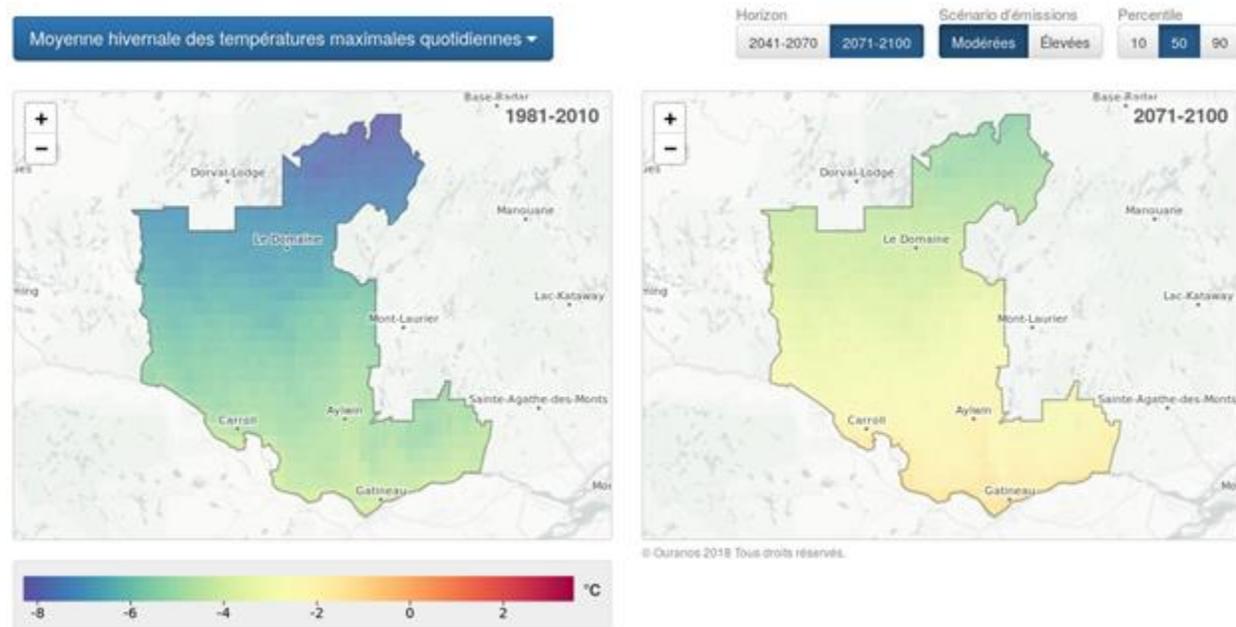


Figure 15 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : -1,9°C (+2,5) à -1,2°C (+2,5)

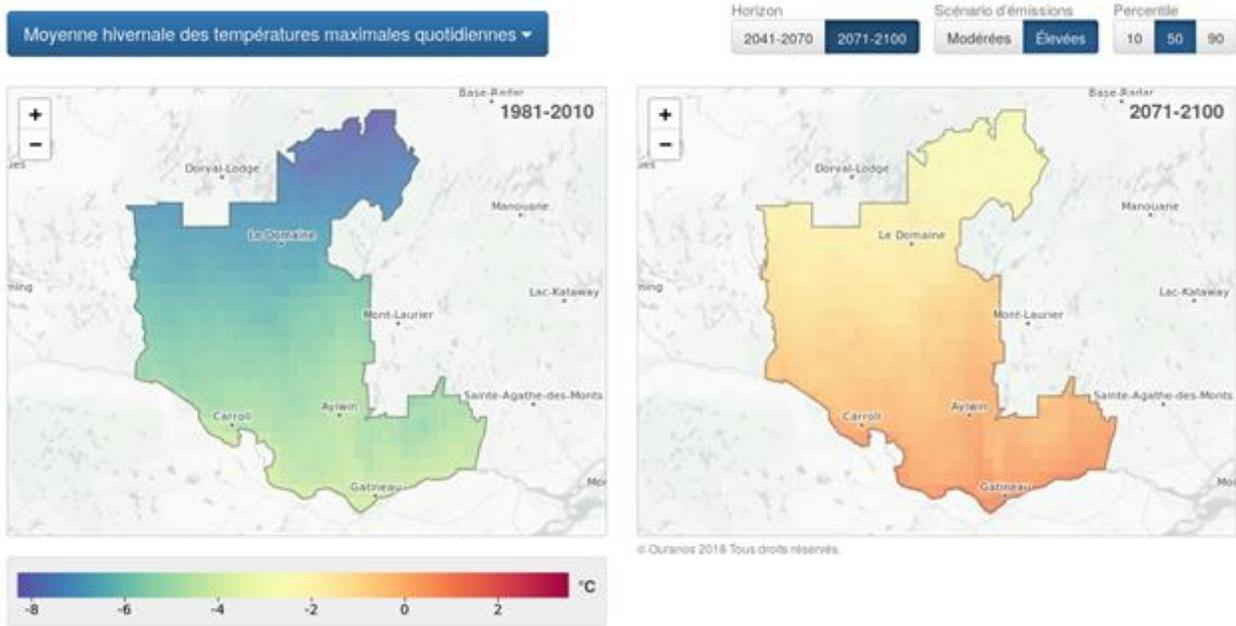


Figure 16 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température hivernale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 0,4°C (+4,7) à 0,9°C (+4,6)

TEMPÉRATURE MAXIMALE PRINTANIÈRE

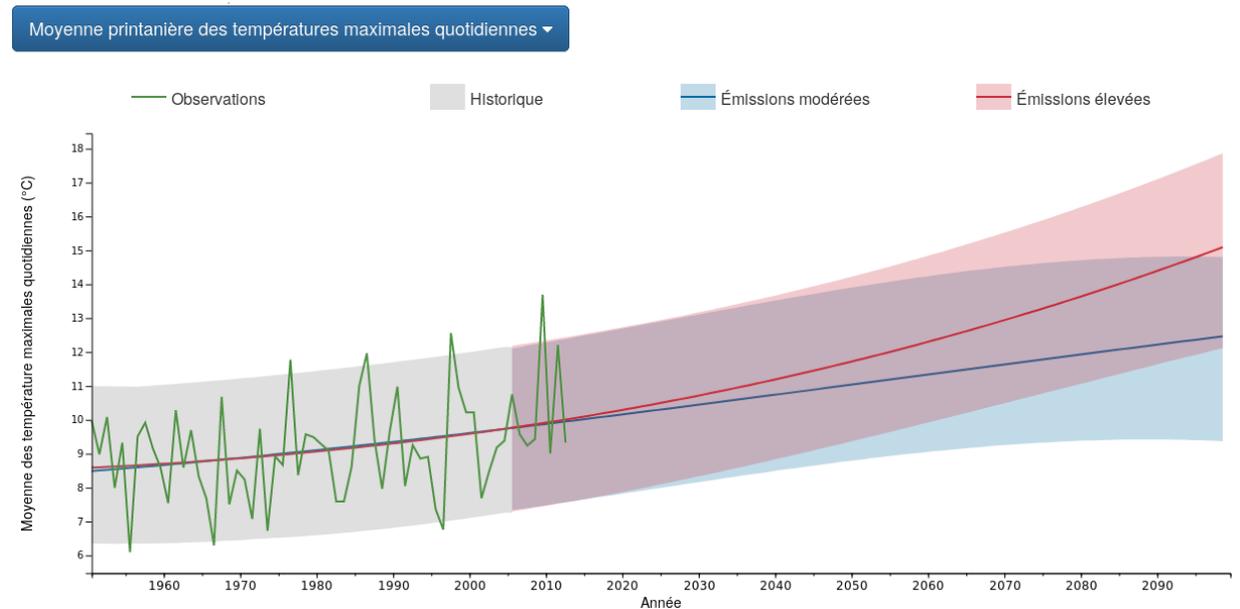


Figure 17 - Outaouais : Évolution de la moyenne printanière des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).
 Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

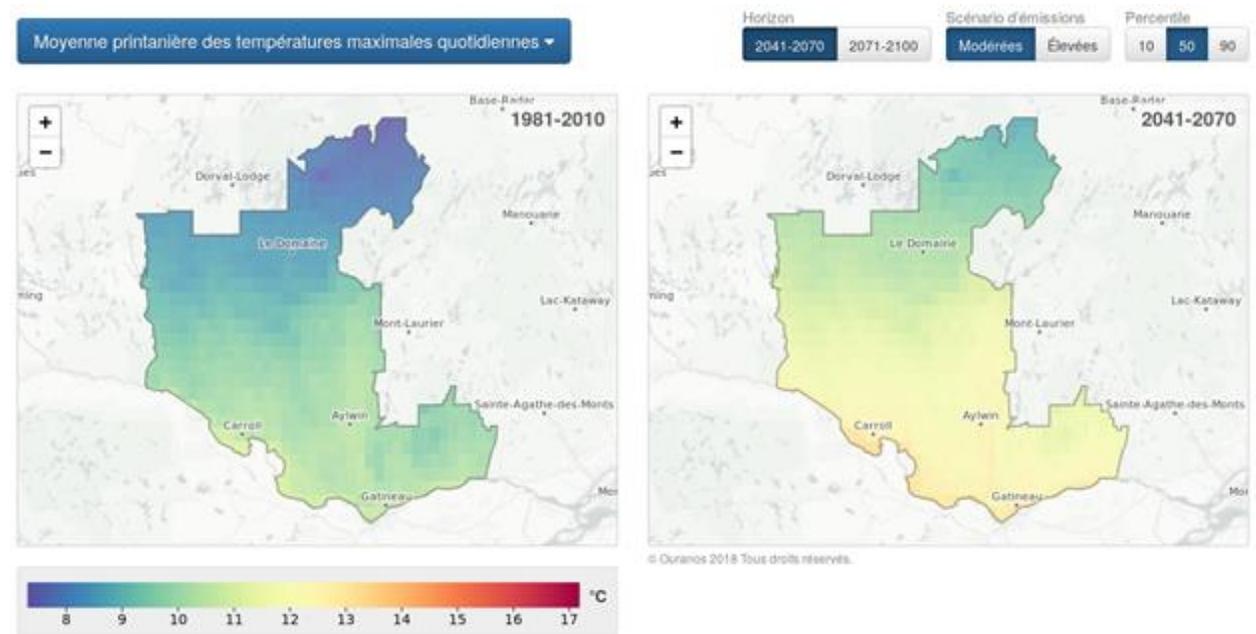


Figure 18 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.
 Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 12,3°C (+2,1) à 13,1°C (+2,1)

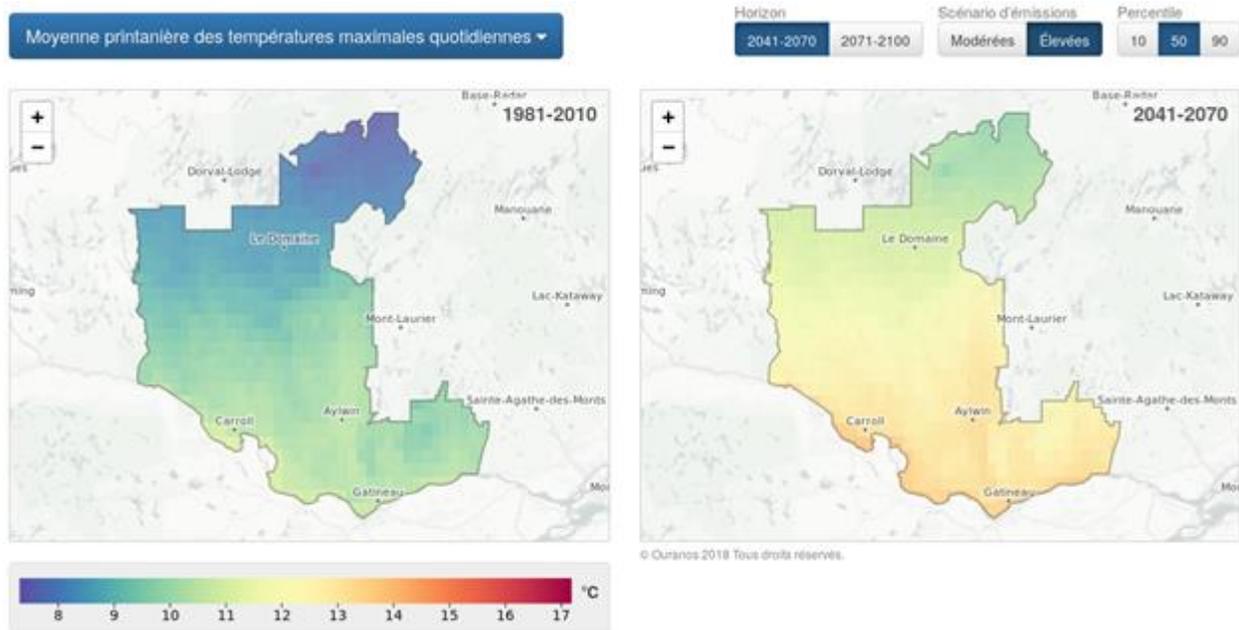


Figure 19 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 13,1°C (+2,8) à 13,8°C (+2,8)

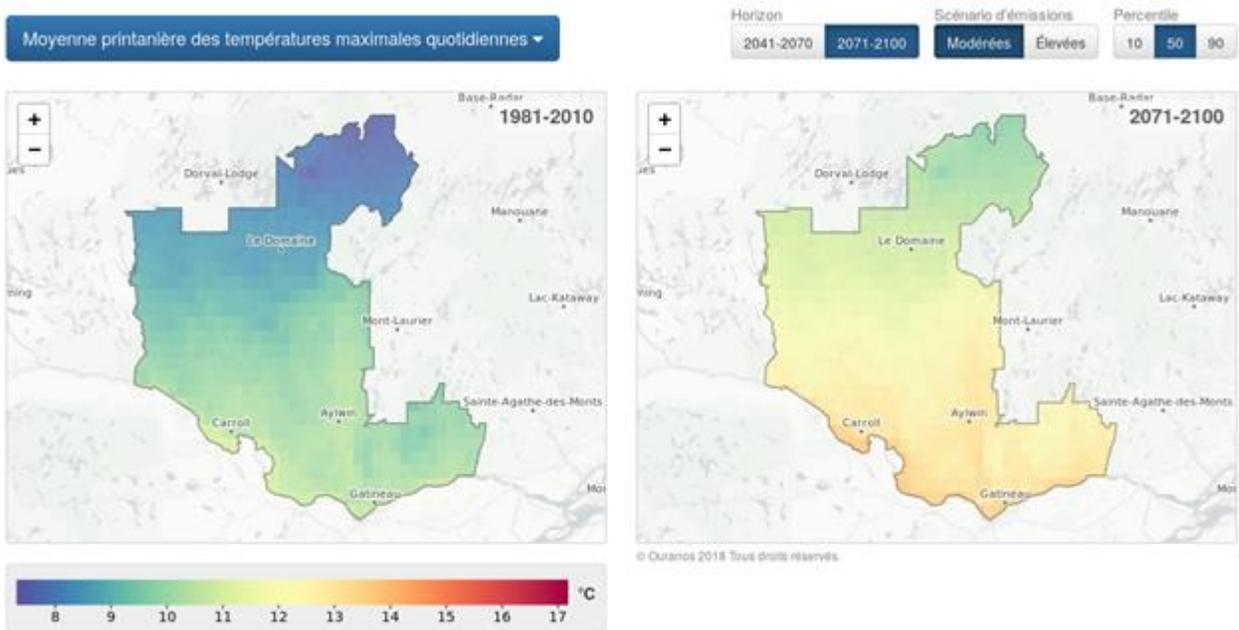


Figure 20 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 13,0°C (+2,7) à 13,8°C (+2,7)

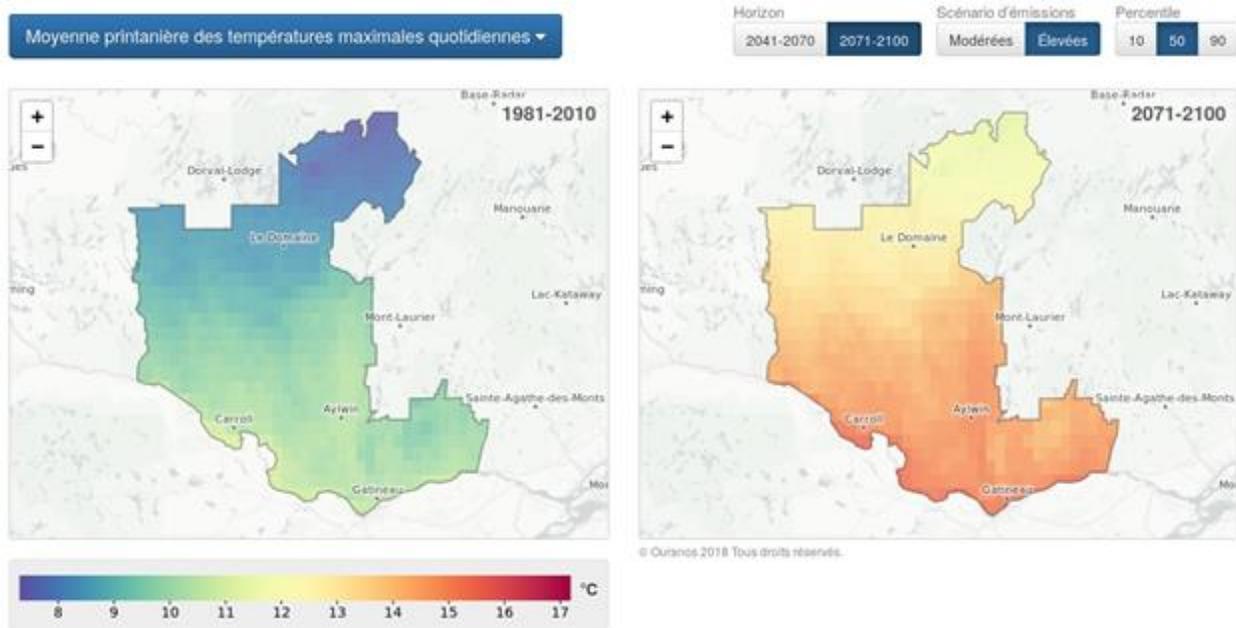


Figure 21 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température printanière maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 14,7°C (+4,5) à 15,5°C (+4,5)

TEMPÉRATURE MAXIMALE ESTIVALE

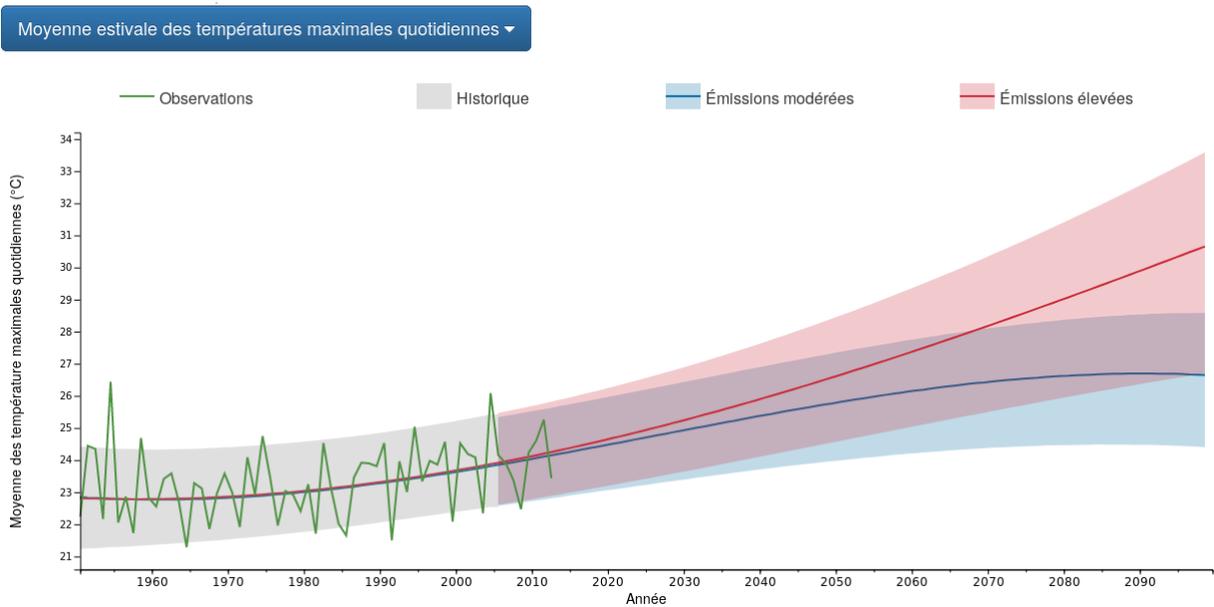


Figure 22 - Outaouais : Évolution de la moyenne estivale des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).
 Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

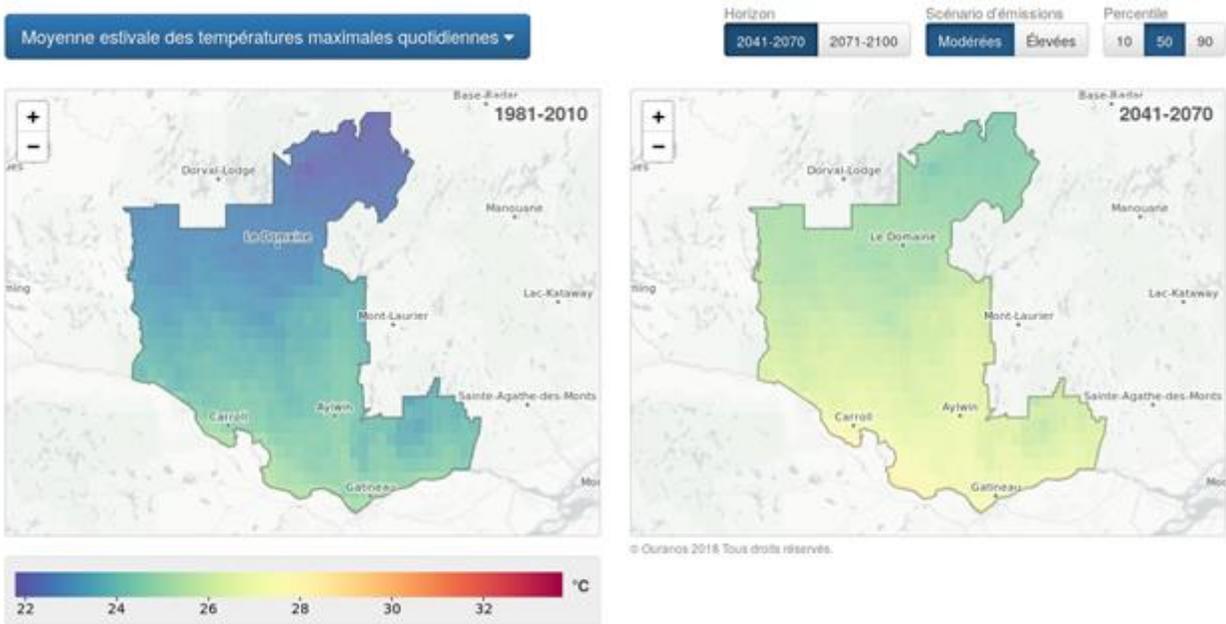


Figure 23 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.
 Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 26,9°C (+2,4) à 27,9°C (+2,4)

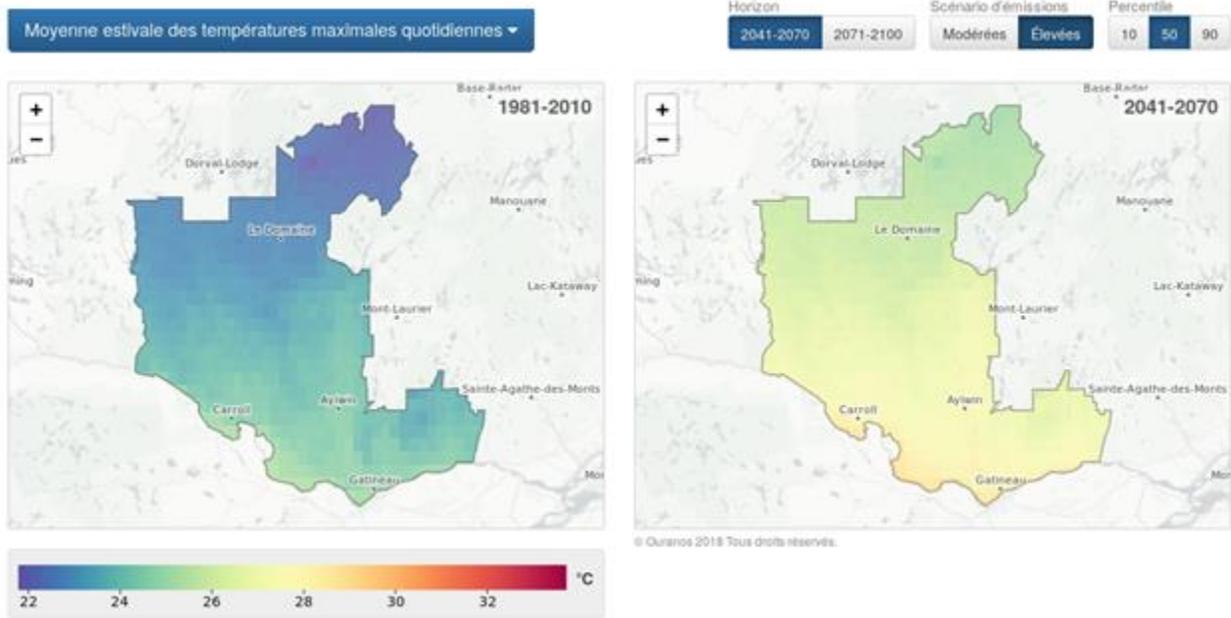


Figure 24 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 27,8°C (+3,2) à 28,7°C (+3,2)

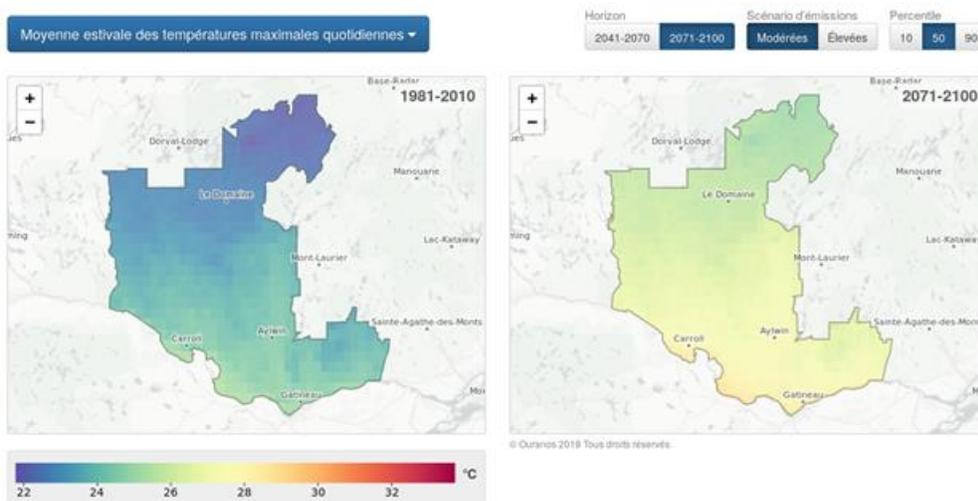


Figure 25 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 27,6°C (+3,1) à 28,6°C (+3,1)

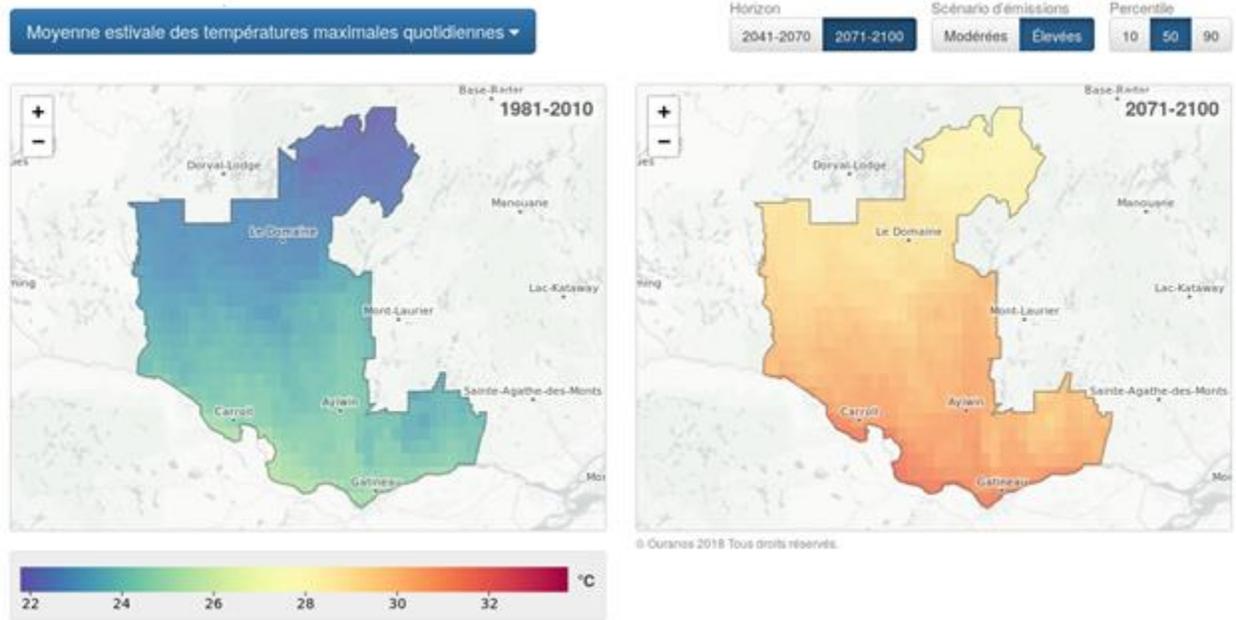


Figure 26 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température estivale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 30,5°C (+6,0) à 31,5°C (+6,0)

TEMPÉRATURE MAXIMALE AUTOMNALE

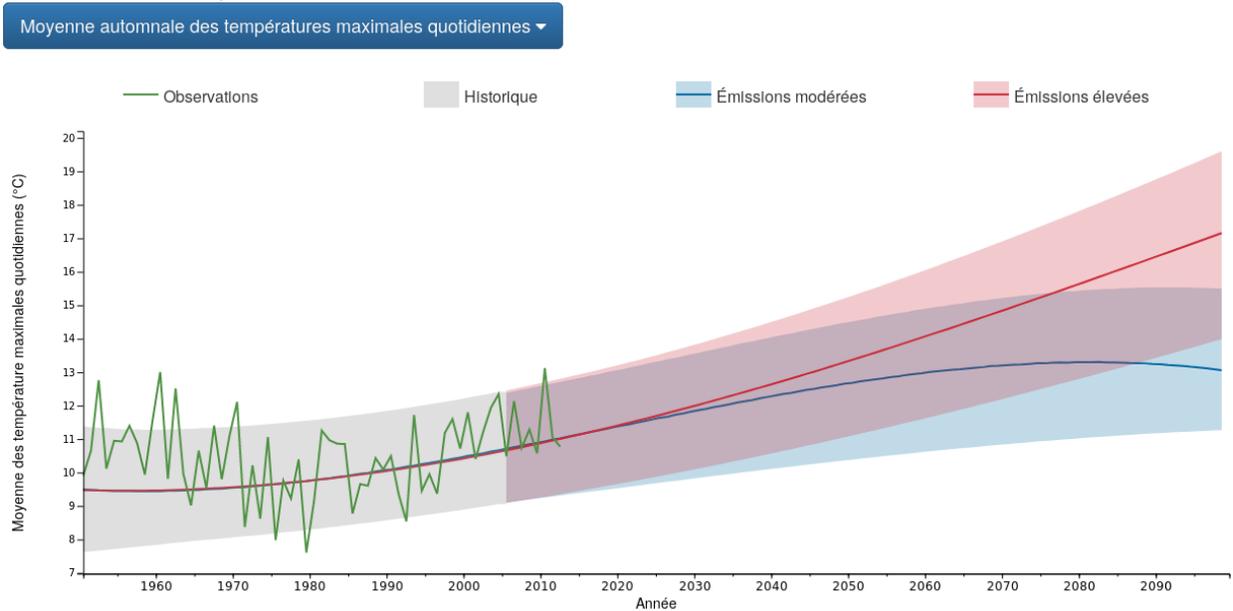


Figure 27 - Outaouais : Évolution de la moyenne automnale des températures maximales quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100). Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

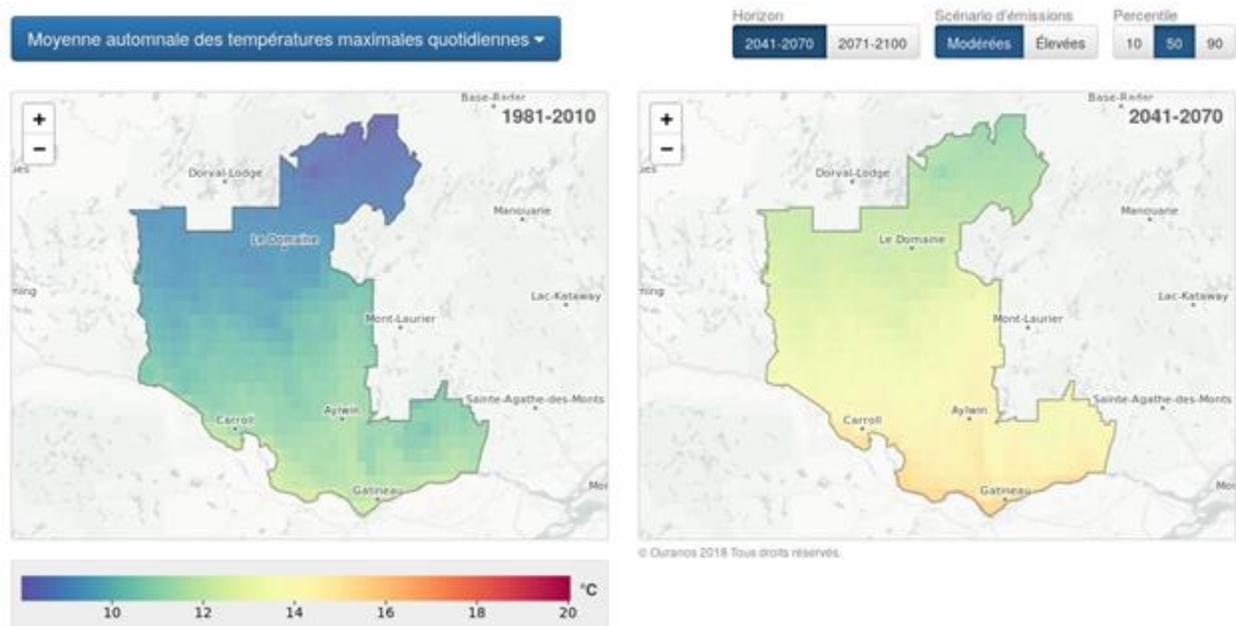


Figure 28 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 14,2°C (+2,5) à 15,2°C (+2,6)

Moyenne automnale des températures maximales quotidiennes ▾

Horizon 2041-2070 2071-2100 Scénario d'émissions Modérées Élevées Percentile 10 50 90

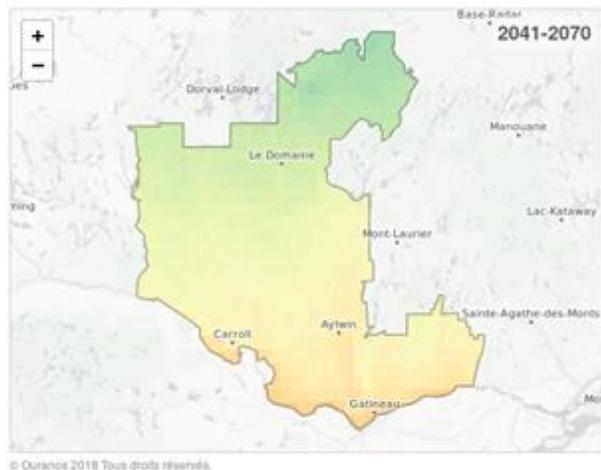
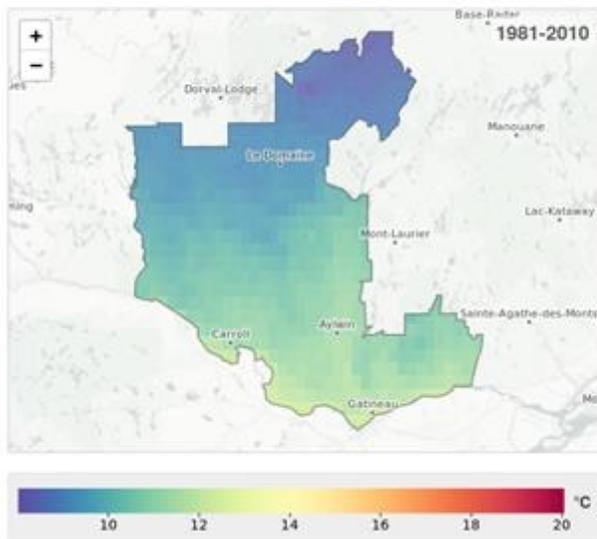


Figure 29 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 14,9°C (+3,3) à 15,9°C (+3,2)

Moyenne automnale des températures maximales quotidiennes ▾

Horizon 2041-2070 2071-2100 Scénario d'émissions Modérées Élevées Percentile 10 50 90

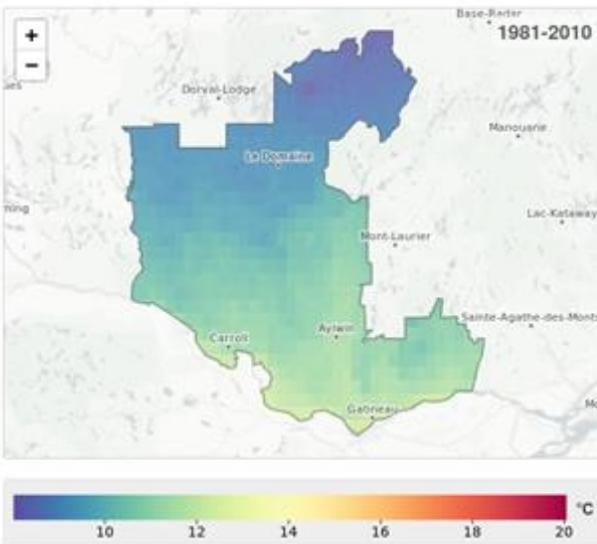


Figure 30 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 14,7°C (+3,0) à 15,7°C (+3,0)

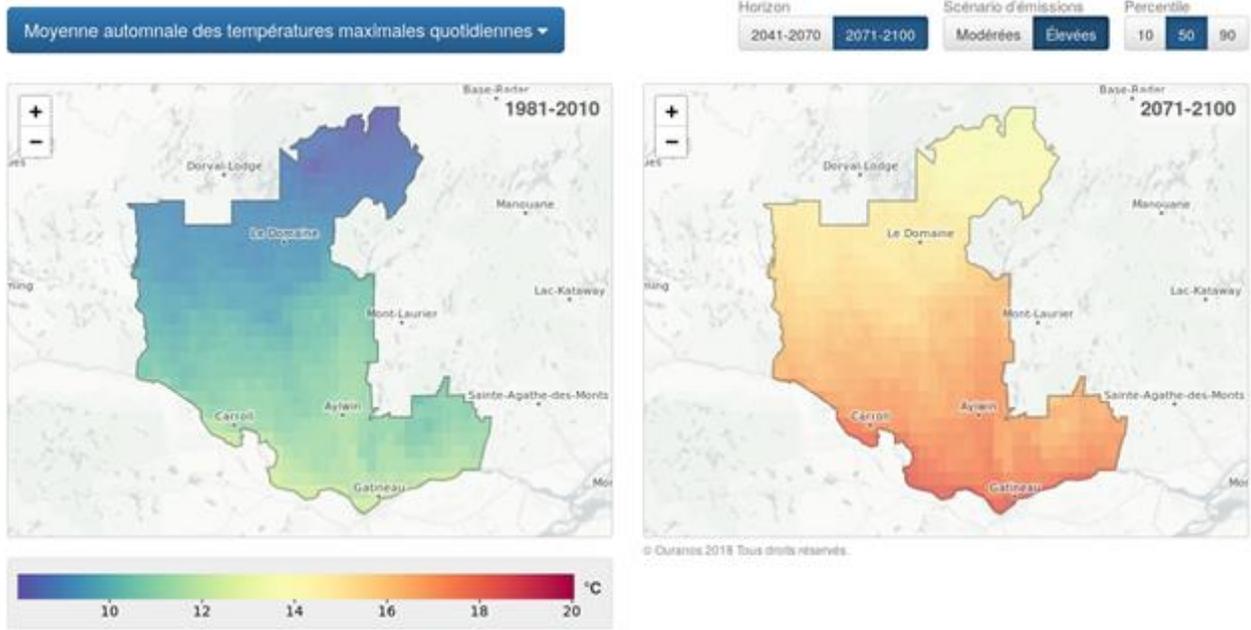


Figure 31 - Outaouais - Conditions climatiques historiques de la température automnale maximale (°C) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 17,4°C (+5,7) à 18,4°C (+5,8)

NOMBRE ANNUEL DE JOURS SUPÉRIEUR À 30 CELSIUS

Tableau 5. Sommaire des résultats pour le nombre de jours avec une température supérieure à 30°C

▼ Nombre de jours >30°C (jours) - Nombre annuel de jours où la température maximale est supérieure à 30°C.

Saison	1981-2010	2041-2070		2071-2100	
		Émissions modérées	Émissions élevées	Émissions modérées	Émissions élevées
Annuel	6	17 (11 – 23)	25 (17 – 37)	22 (13 – 31)	52 (25 – 70)

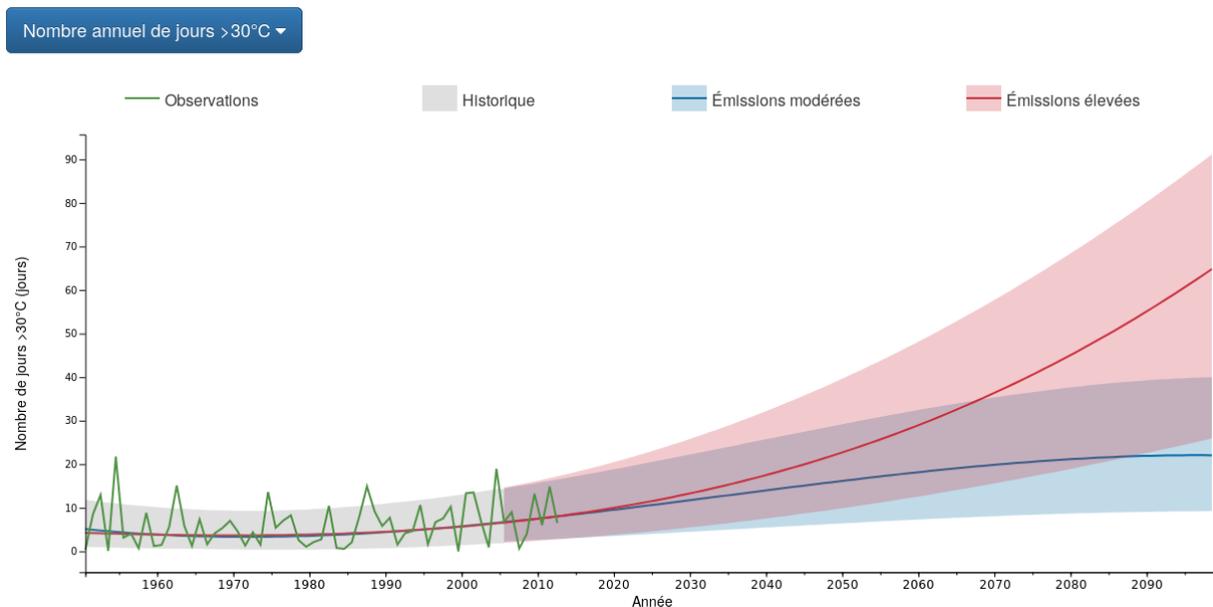


Figure 32 - Outaouais : Évolution du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C durant l'année observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

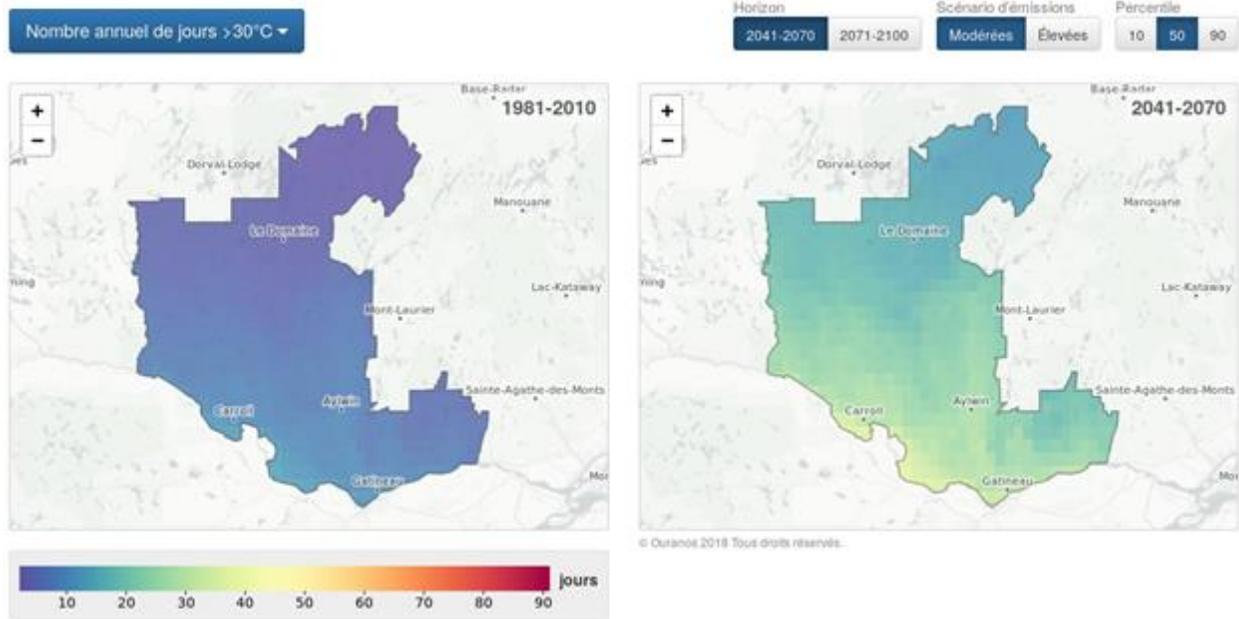


Figure 33 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 22,2 jours (+13,8) à 31,3 jours (+18,3)

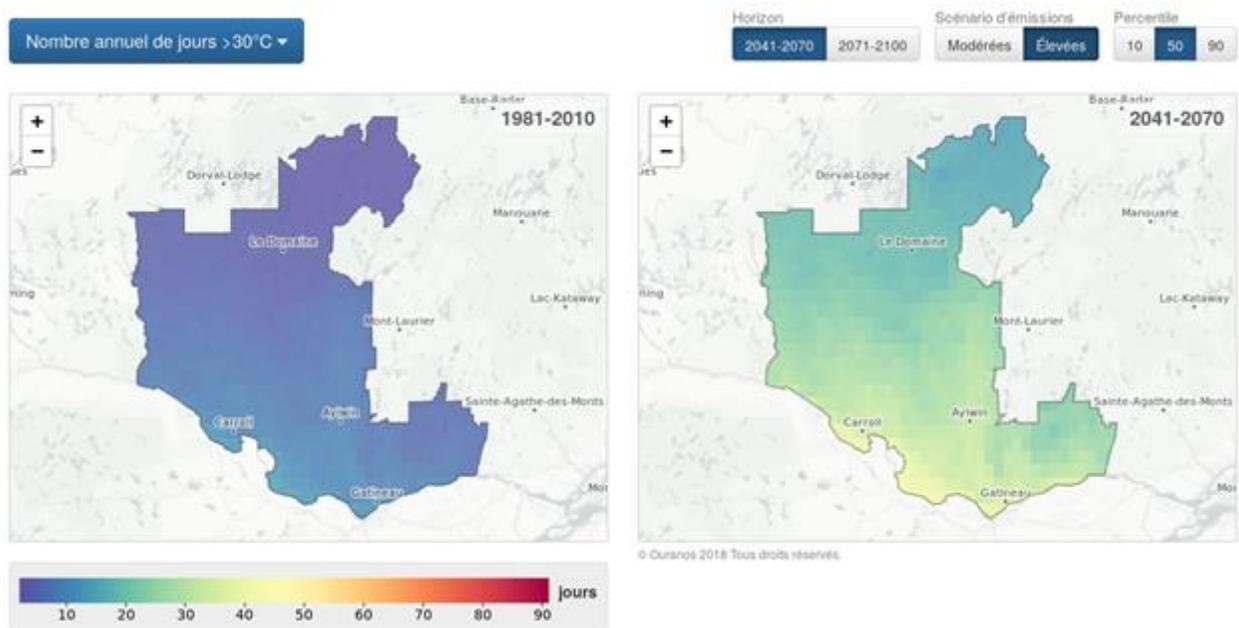


Figure 34 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 32,3 jours (+23,9) à 42,4 jours (+29,5)

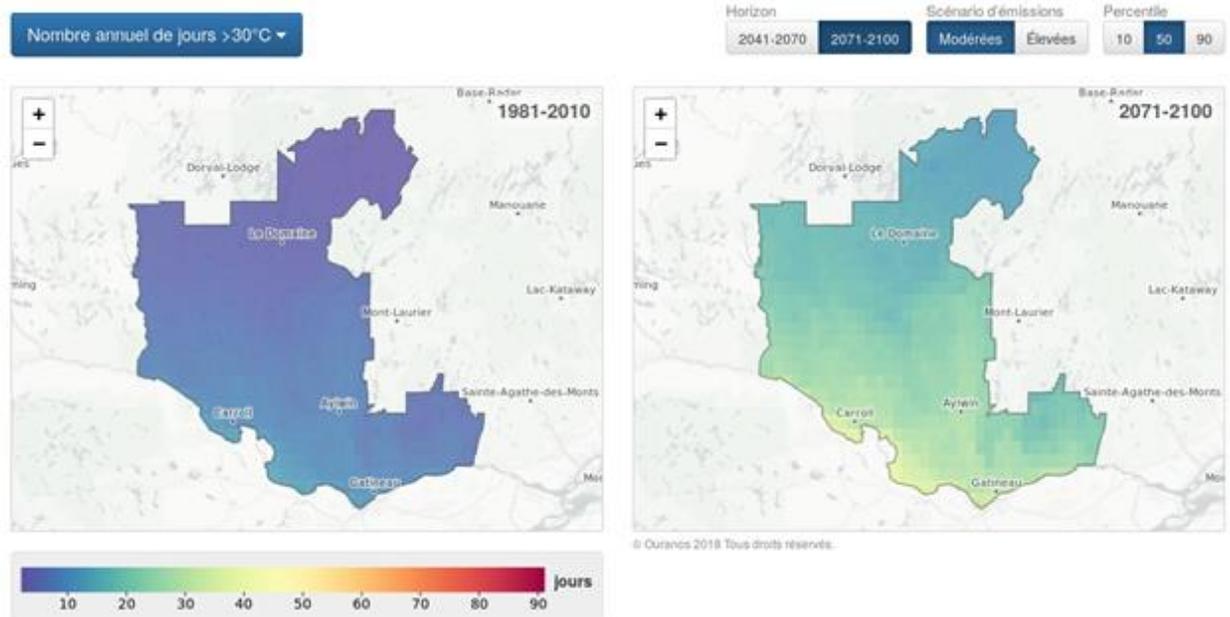


Figure 35 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 27,3 jours (+18,9) à 36,3 jours (+23,3)

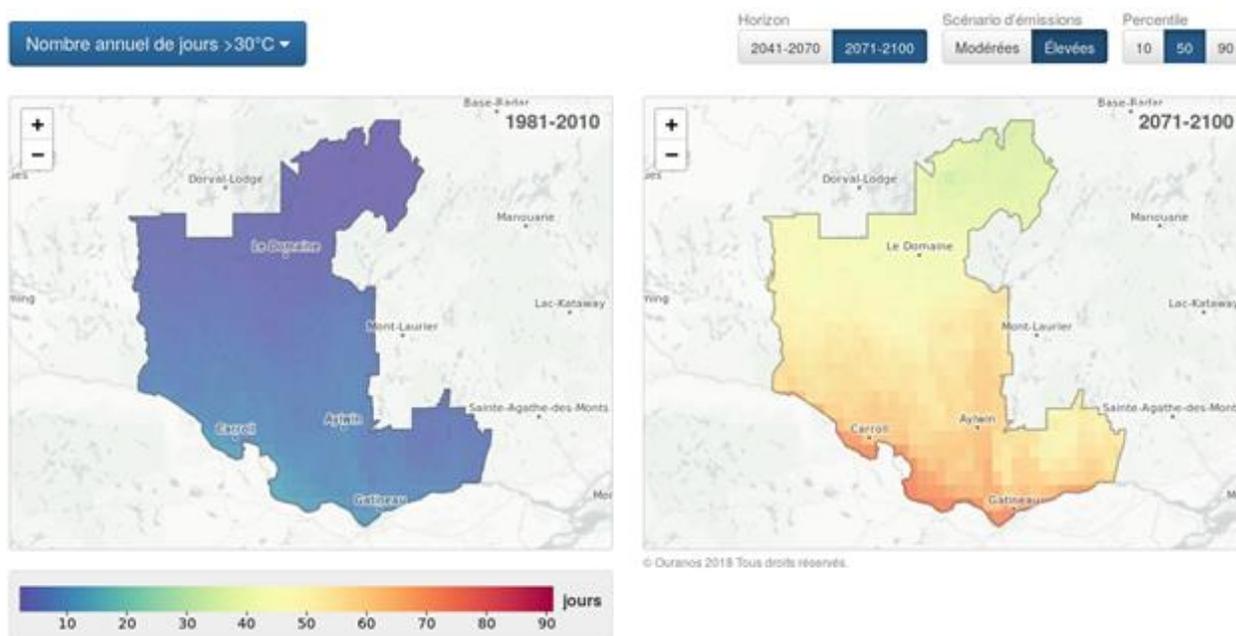


Figure 36 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 60,3 jours (+51,9) à 73,7 jours (+60,7)

NOMBRE DE JOURS SUPÉRIEURS À 0 CELSIUS

HIVER

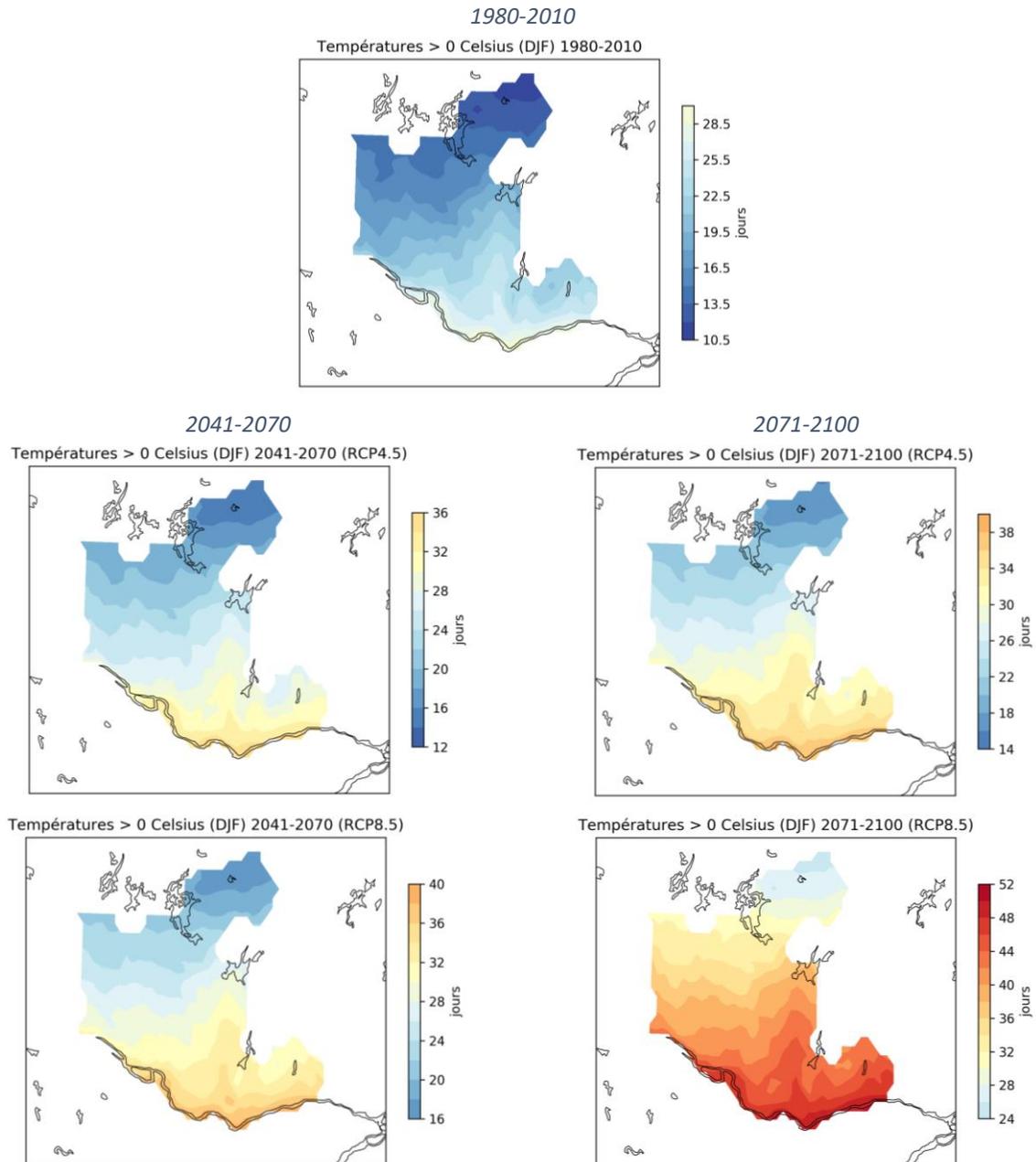


Figure 37 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours en hiver avec une température maximale supérieure à 0 C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP45 (haut) et RCP8.5 (bas).

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

PRINTEMPS

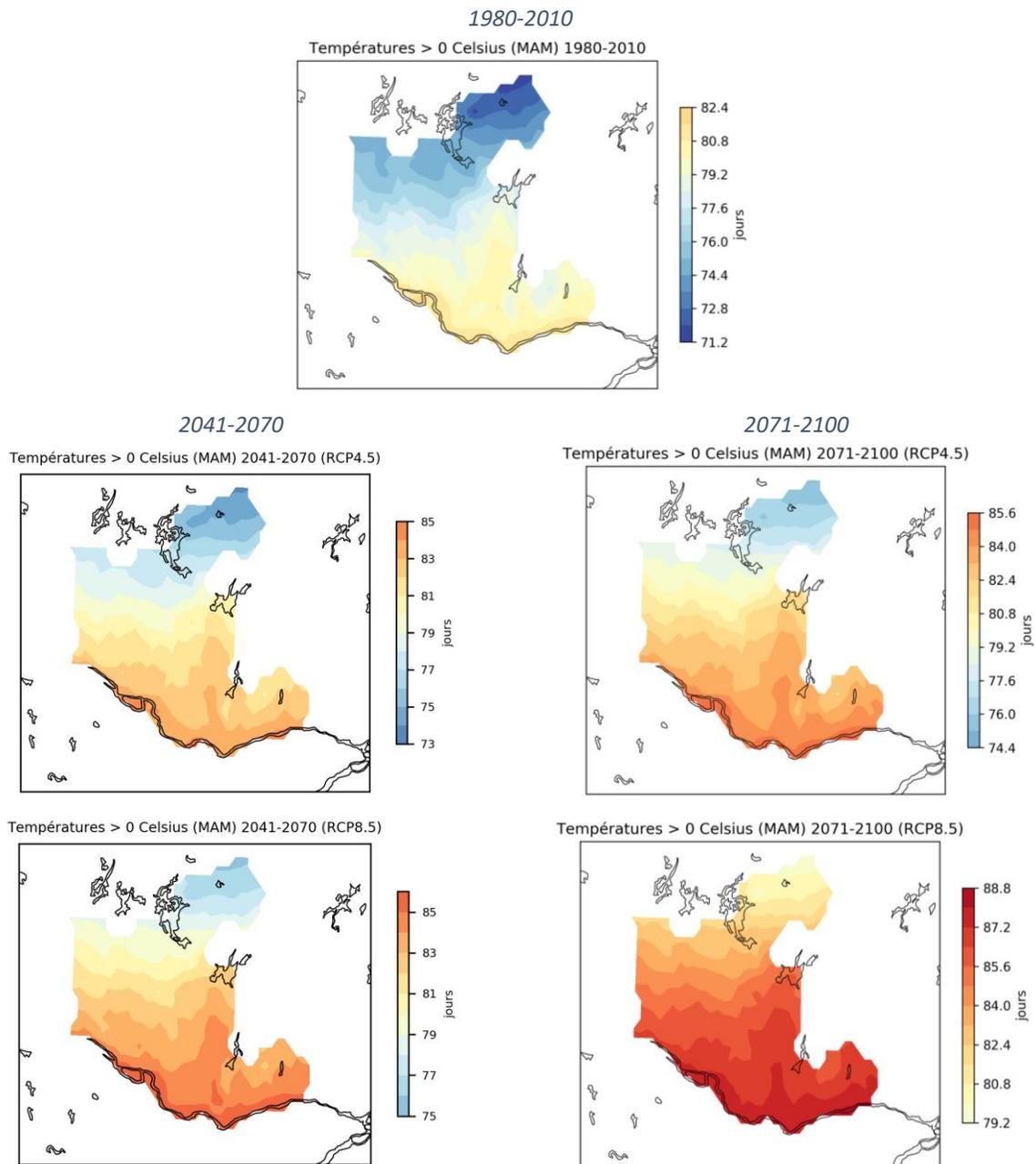


Figure 38 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours au printemps avec une température maximale supérieure à 0°C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas). Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

AUTOMNE

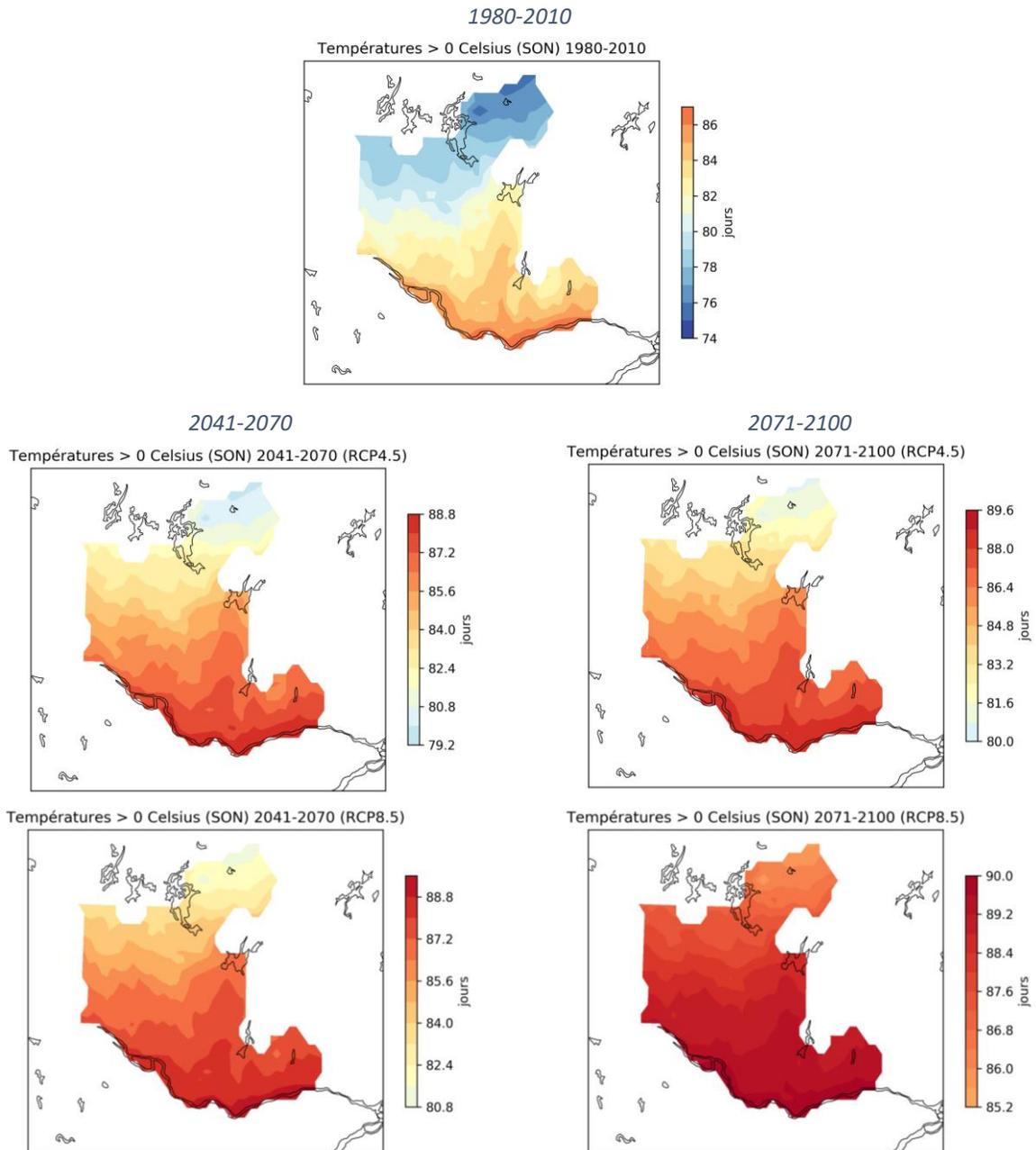


Figure 39 - Outaouais : Conditions climatiques du nombre de jours à l'automne avec une température maximale supérieure à 0 °C (jours) pour la période de référence 1981-2010 (gauche), la période 2041-2070 (centre) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas). Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

GEL-DÉGEL

Tableau 6. Sommaire des résultats pour les événements de gel-dégel.

▼ **Événements de gel-dégel (jours)** - 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.

Saison	1981-2010	2041-2070		2071-2100	
		Émissions modérées	Émissions élevées	Émissions modérées	Émissions élevées
Annuel	90	81 (70 – 86)	77 (67 – 83)	78 (64 – 84)	72 (59 – 79)
Hiver	18	21 (14 – 27)	24 (15 – 30)	24 (15 – 30)	30 (19 – 38)
Printemps	41	34 (31 – 37)	32 (29 – 35)	32 (28 – 35)	27 (24 – 30)
Été	0	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)	0 (0 – 0)
Automne	31	22 (19 – 28)	19 (17 – 25)	20 (17 – 26)	14 (10 – 20)

ÉVÉNEMENTS GEL-DÉGEL

Nombre annuel d'événements de gel-dégel ▼

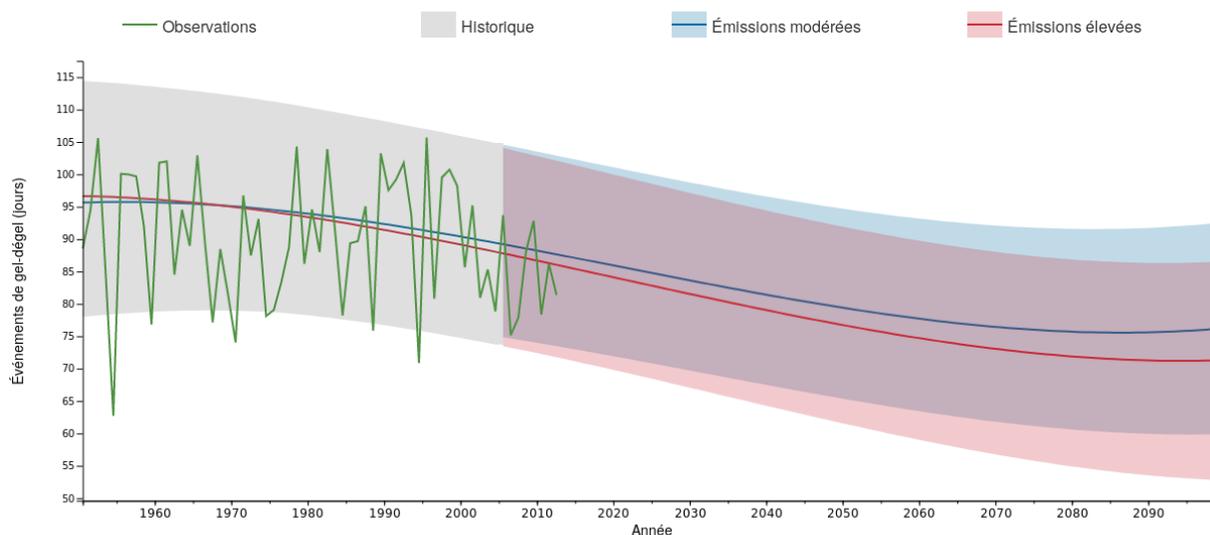


Figure 40 - Outaouais : Évolution du nombre annuel d'événements de gel-dégel observés (1951-2013) et simulés (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

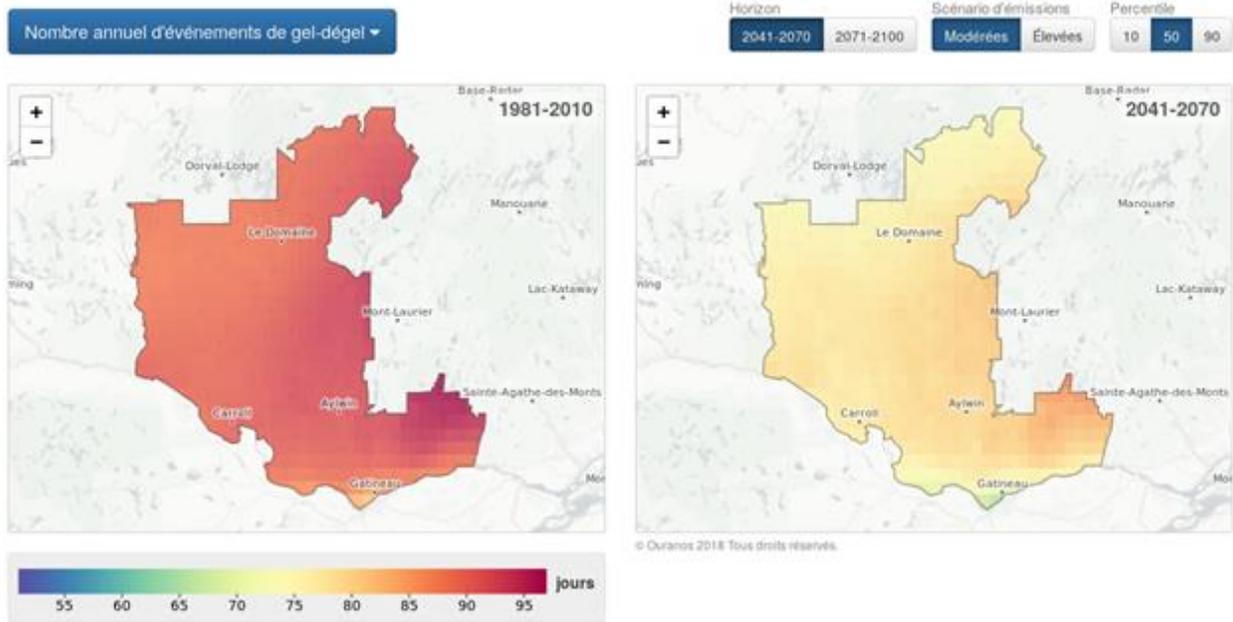


Figure 41 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 66,3 jours (-13,5) à 76,5 jours (-11,8)

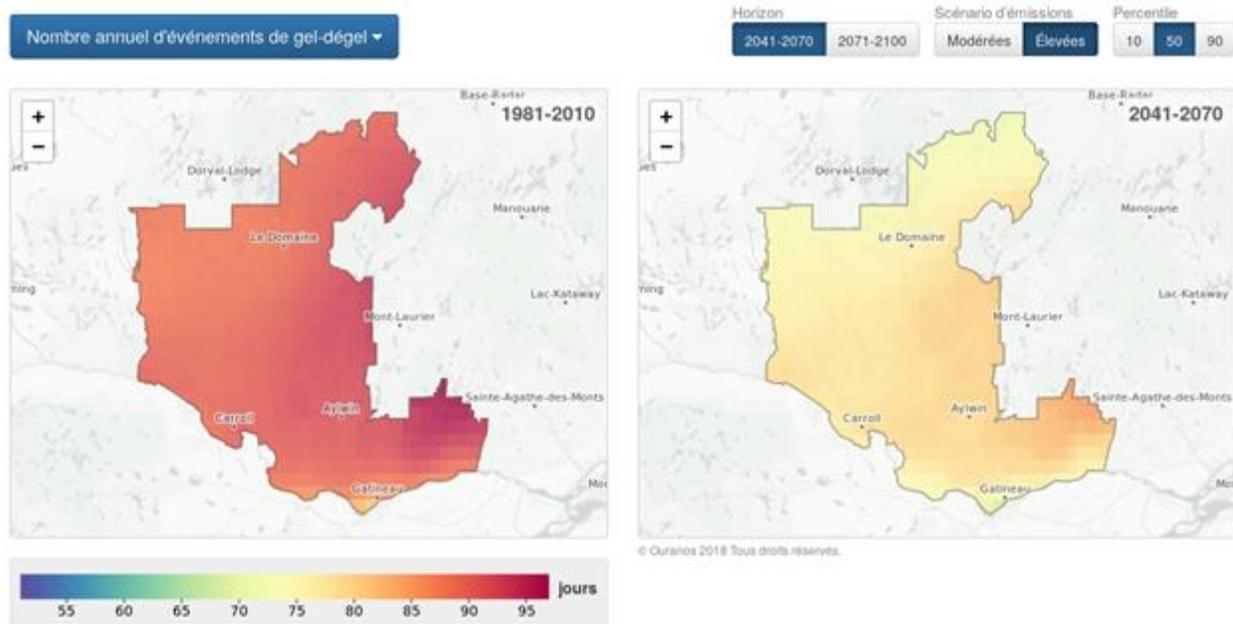


Figure 42 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 67,0 jours (-12,8) à 77,5 jours (-10,9)

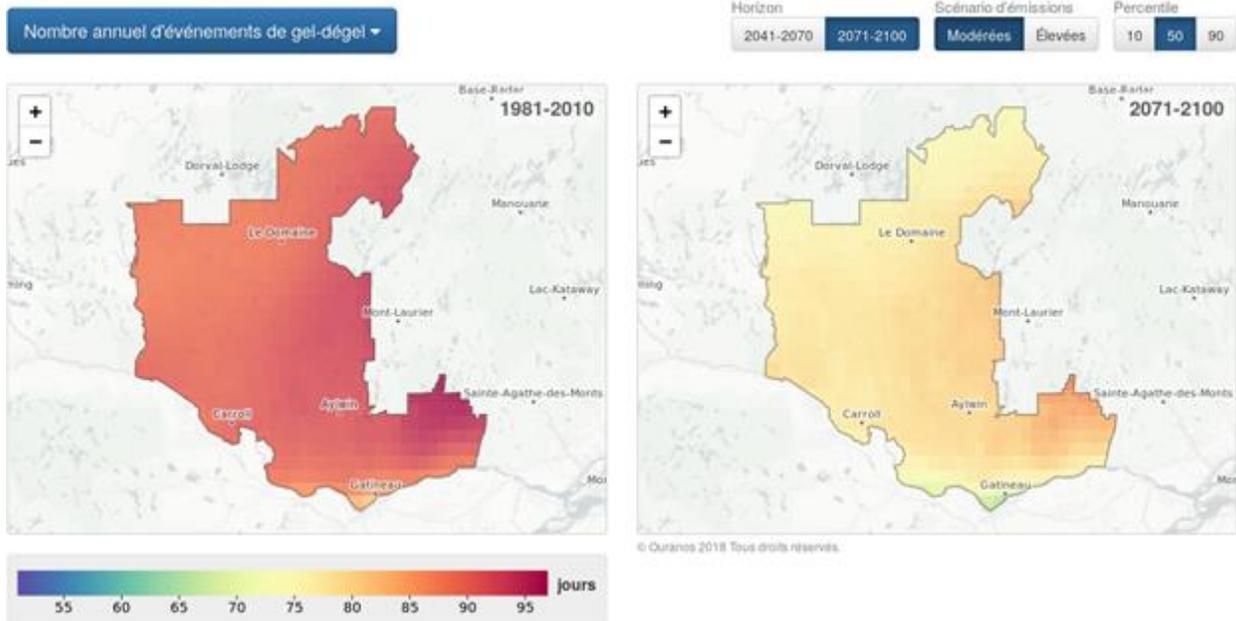


Figure 43 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 64,9 jours (-15,0) à 75,9 jours (-12,3)

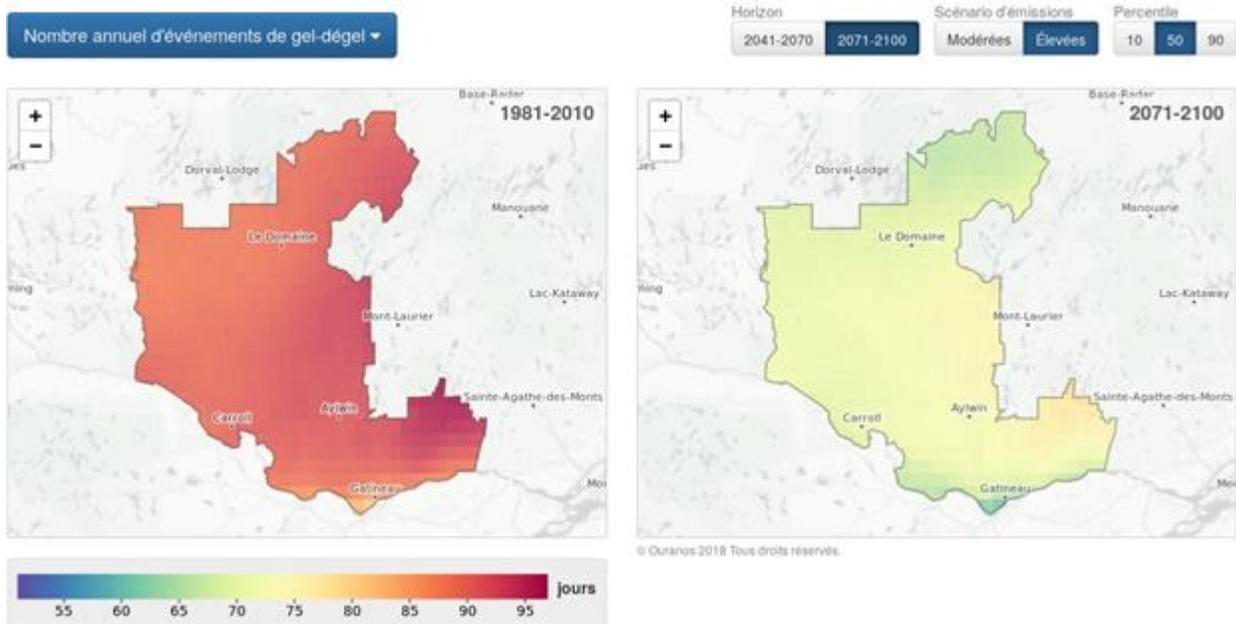


Figure 44 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel durant l'année (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 58,7 jours (-21,1) à 70,1 jours (-18,2)

ÉVÉNEMENTS GEL-DÉGEL HIVERNAL

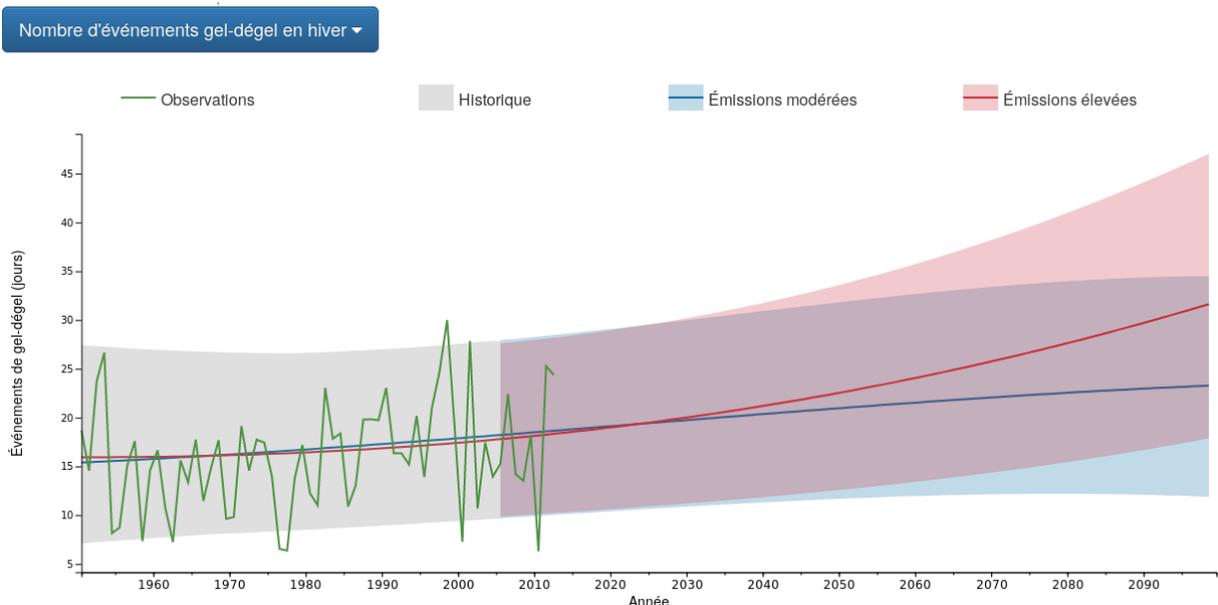


Figure 45 - . Outaouais : Évolution du nombre d'événements de gel-dégel observées à l'hiver (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

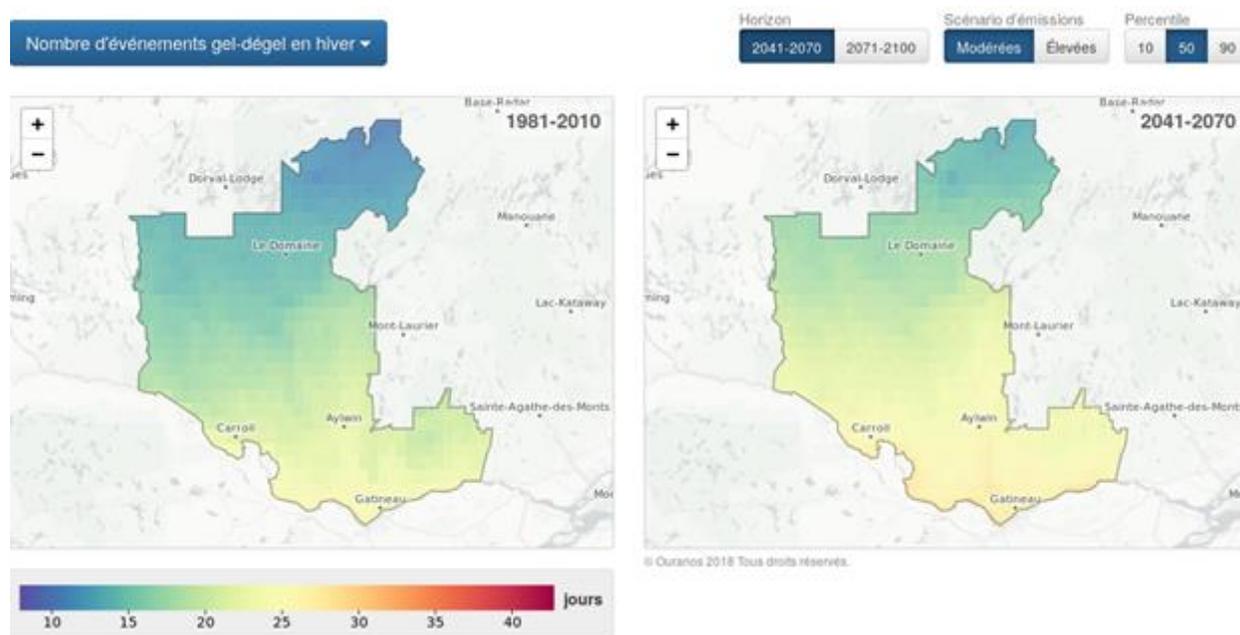


Figure 46 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 21,0 jours (+2,4) à 28,2 jours (+1,7)

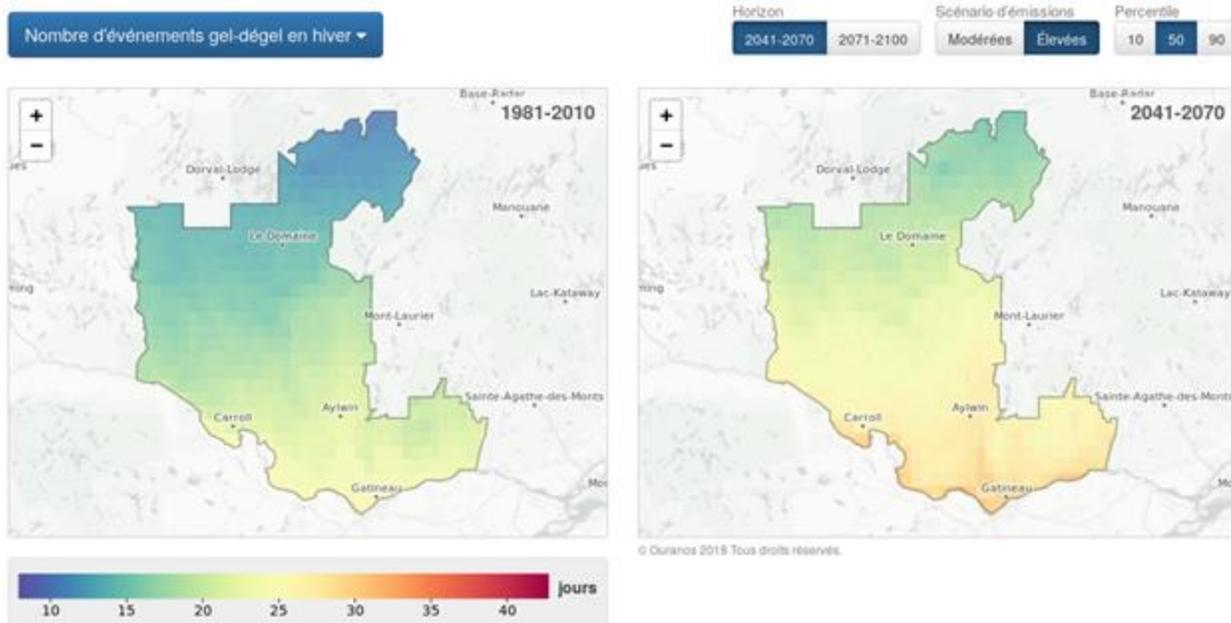


Figure 47 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 27,8 jours (+4,2) à 31,1 jours (+4,6)

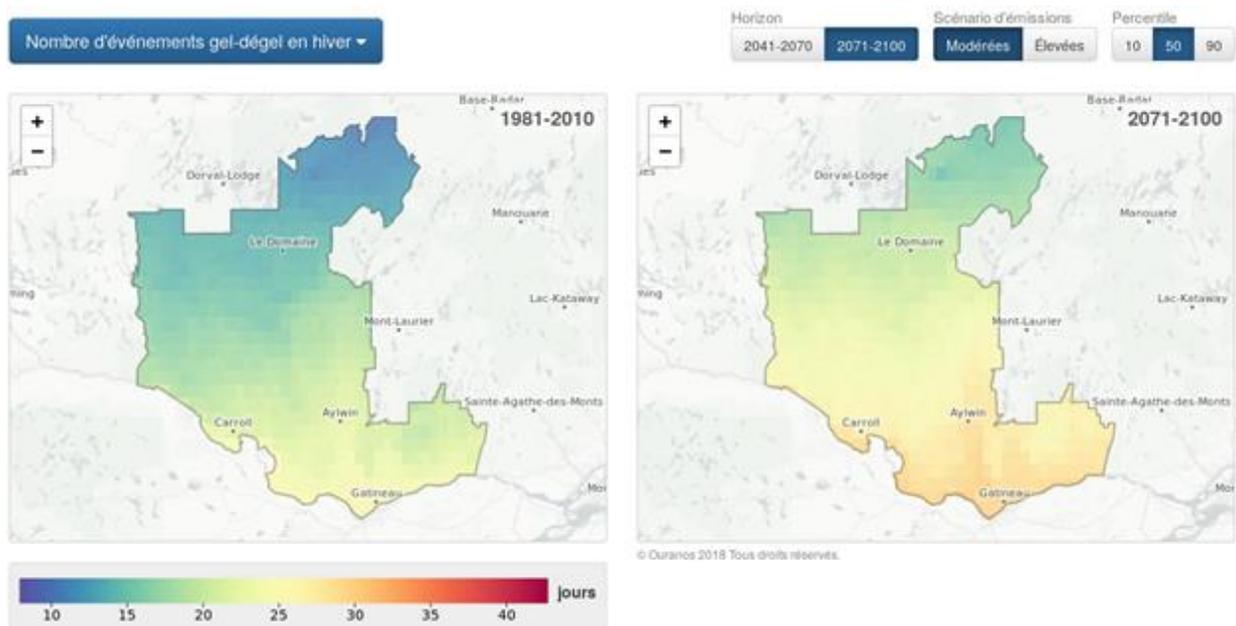


Figure 48 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 28,9 jours (+5,4) à 30,3 jours (+3,8)

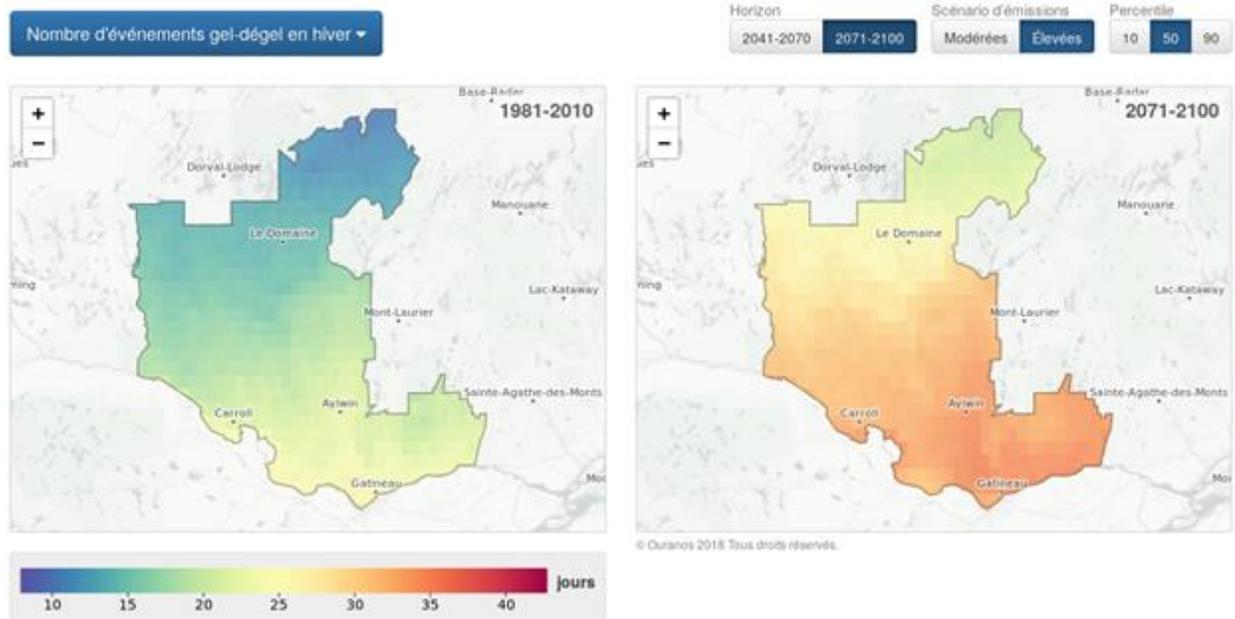


Figure 49 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'hiver (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 32,3 jours (+6,3) à 34,6 jours (+11,0)

ÉVÉNEMENTS GEL-DÉGEL PRINTANIER

Nombre d'événements gel-dégel au printemps ▾

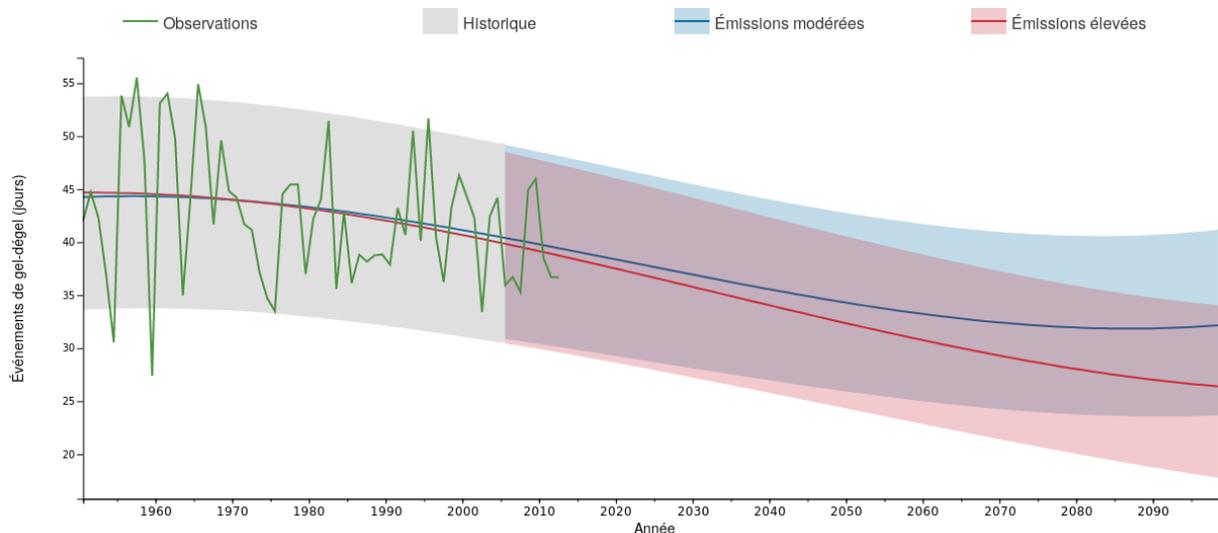


Figure 50 - Outaouais : Évolution du nombre d'événements de gel-dégel observés au printemps (1951-2013) et simulés (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

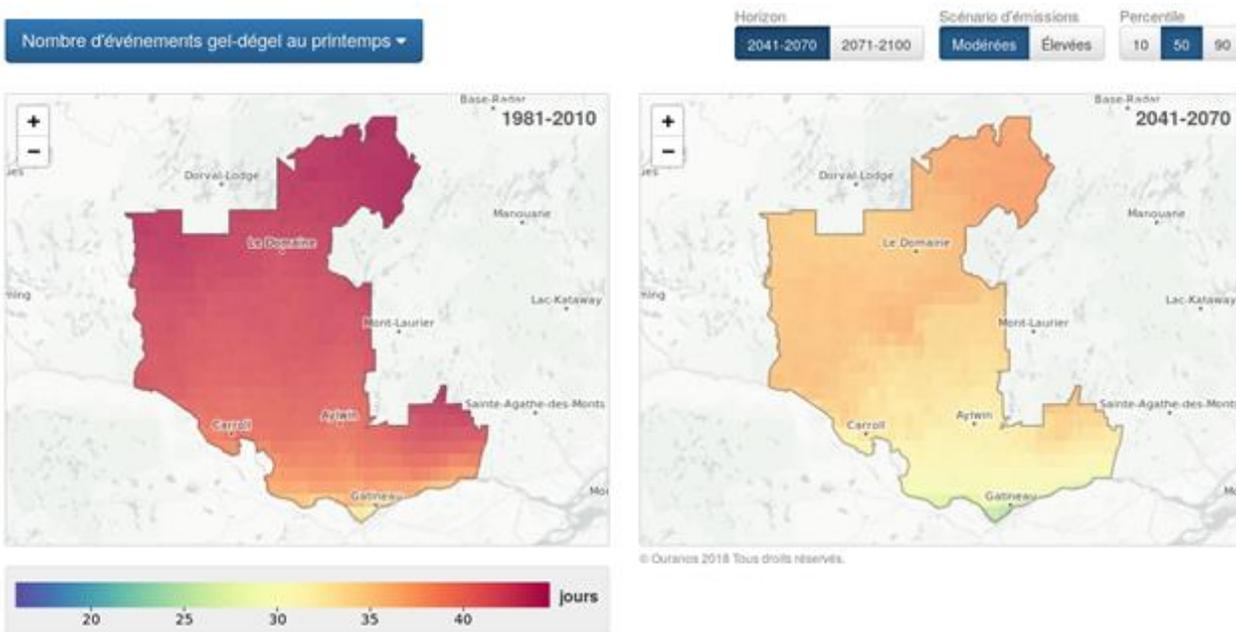


Figure 51 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 24,5 jours (-6,6) à 29,7 jours (-7,4)

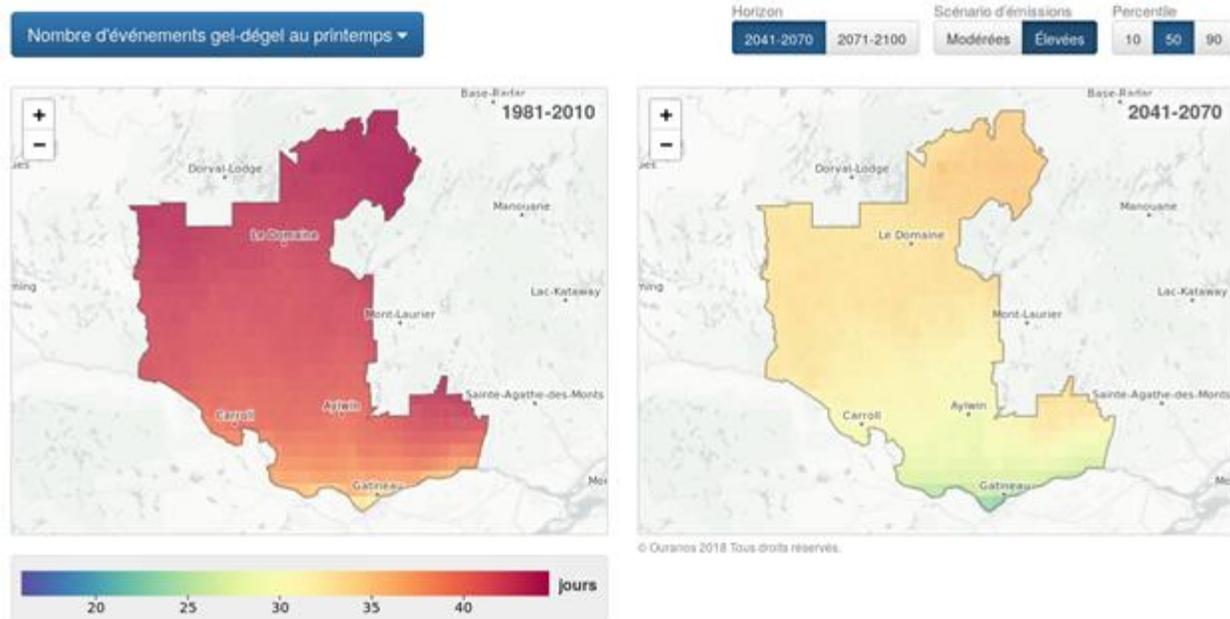


Figure 52 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 22,2 jours (-8,9) à 27,3 jours (-9,8)

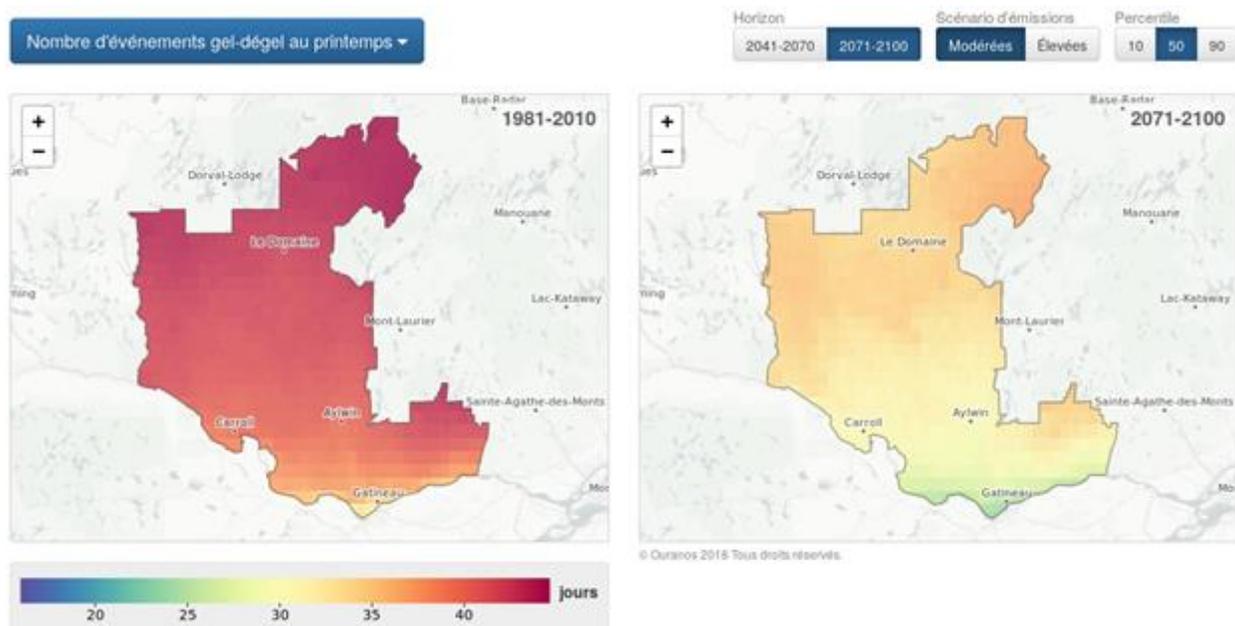


Figure 53 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 23,3 jours (-7,7) à 27,2 jours (-9,9)

Nombre d'événements gel-dégel au printemps ▾

Horizon 2041-2070 2071-2100 Scénario d'émissions Modérées Élevées Percentile 10 50 90

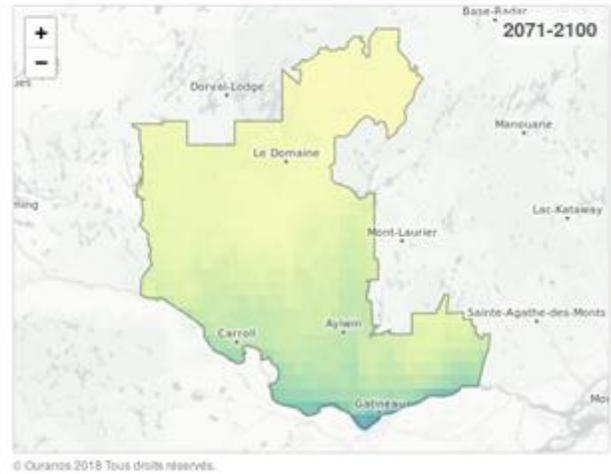
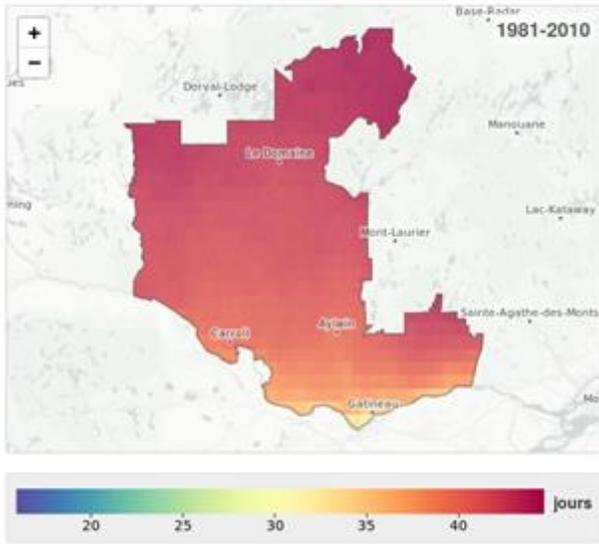


Figure 54 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel au printemps (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 18,6 jours (-12,5) à 24,0 jours (-13,1)

ÉVÉNEMENTS GEL-DÉGEL AUTOMNAL

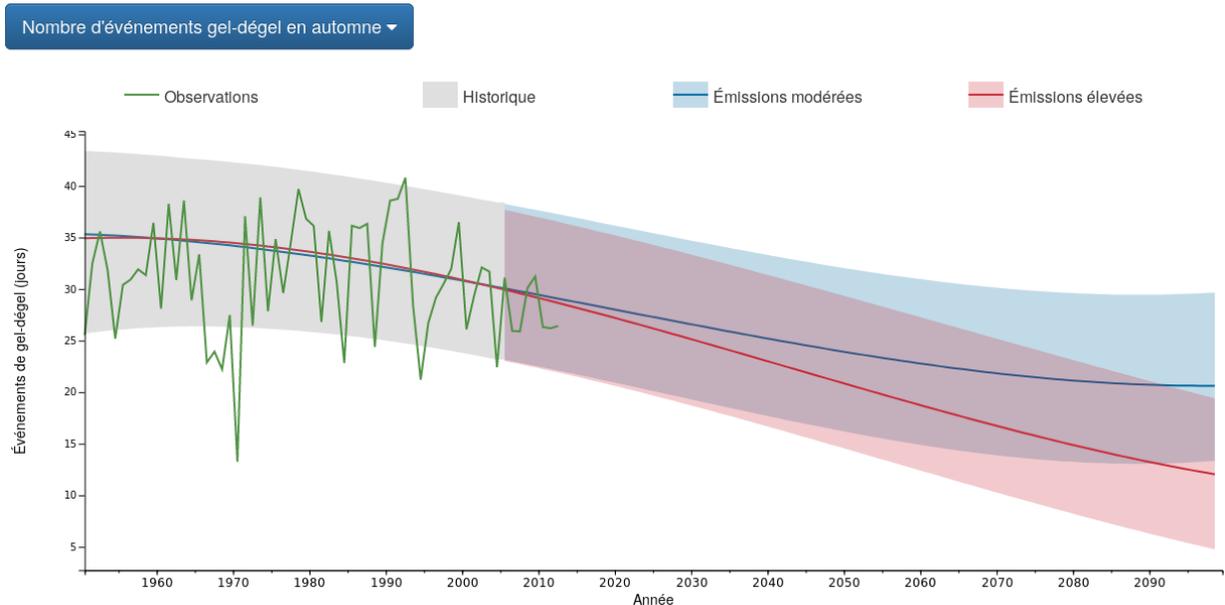


Figure 55 - Outaouais : Évolution du nombre d'événements de gel-dégel observées à l'automne (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

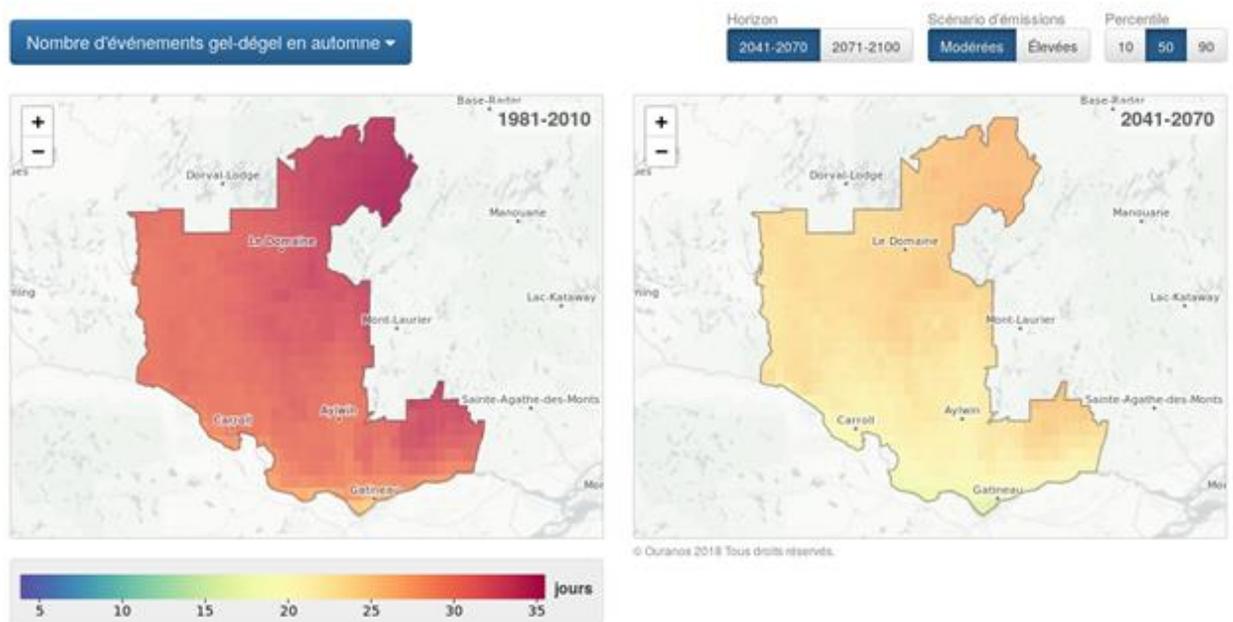


Figure 56 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'automne (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 15,7 jours (-7,8) à 20,1 jours (-8,9)

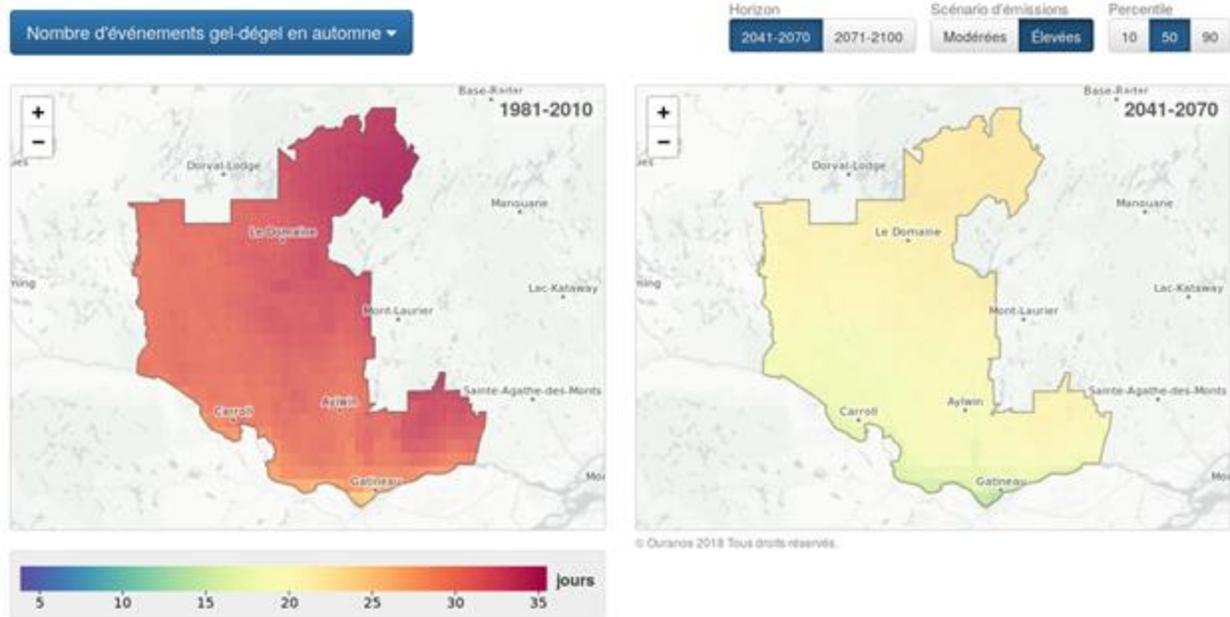


Figure 57 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'automne (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 13,4 jours (-10,1) à 18,2 jours (-10,8)

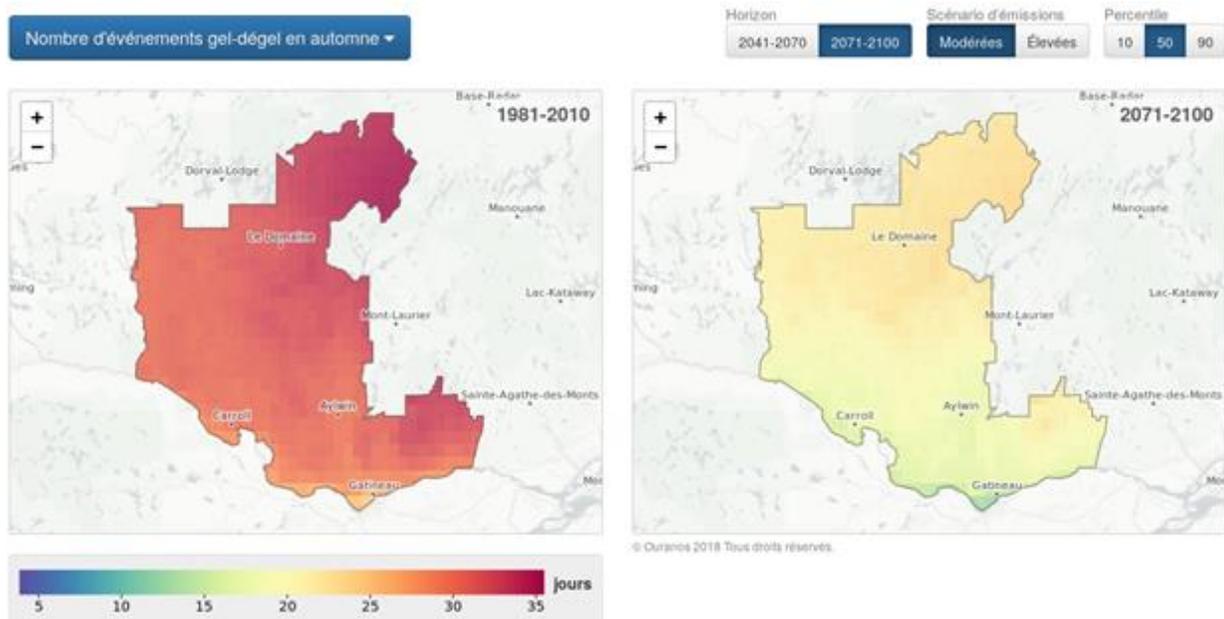


Figure 58 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'automne (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 12,2 jours (-11,2) à 17,5 jours (-11,5)

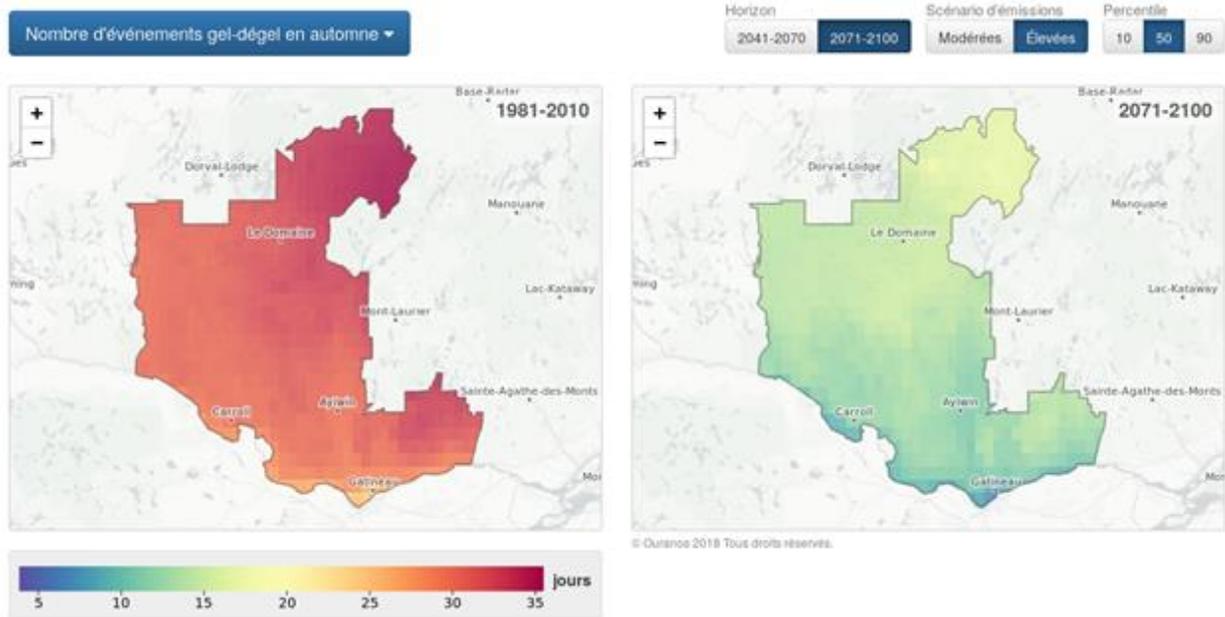


Figure 59 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du nombre d'événements gel-dégel à l'automne (jours) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 6,5 jours (-17,0) à 11,3 jours (-17,7)

PRÉCIPITATION

Tableau 7. Sommaire des résultats pour les précipitations totales

▼ Précipitations totales (mm) - Somme de la pluie totale et de l'équivalent en eau de la neige totale en millimètres (mm).

Saison	1981-2010	2041-2070		2071-2100	
		Émissions modérées	Émissions élevées	Émissions modérées	Émissions élevées
Annuel	945	1000 (960 – 1045)	1020 (965 – 1080)	1010 (975 – 1055)	1055 (1020 – 1110)
Hiver	195	220 (195 – 245)	235 (210 – 255)	225 (215 – 255)	250 (225 – 290)
Printemps	210	225 (210 – 245)	240 (225 – 250)	235 (210 – 250)	260 (235 – 270)
Été	280	275 (260 – 300)	280 (260 – 305)	280 (265 – 300)	280 (240 – 300)
Automne	260	270 (265 – 295)	280 (260 – 295)	265 (250 – 290)	290 (250 – 300)

TOTAL ANNUEL DES PRÉCIPITATIONS

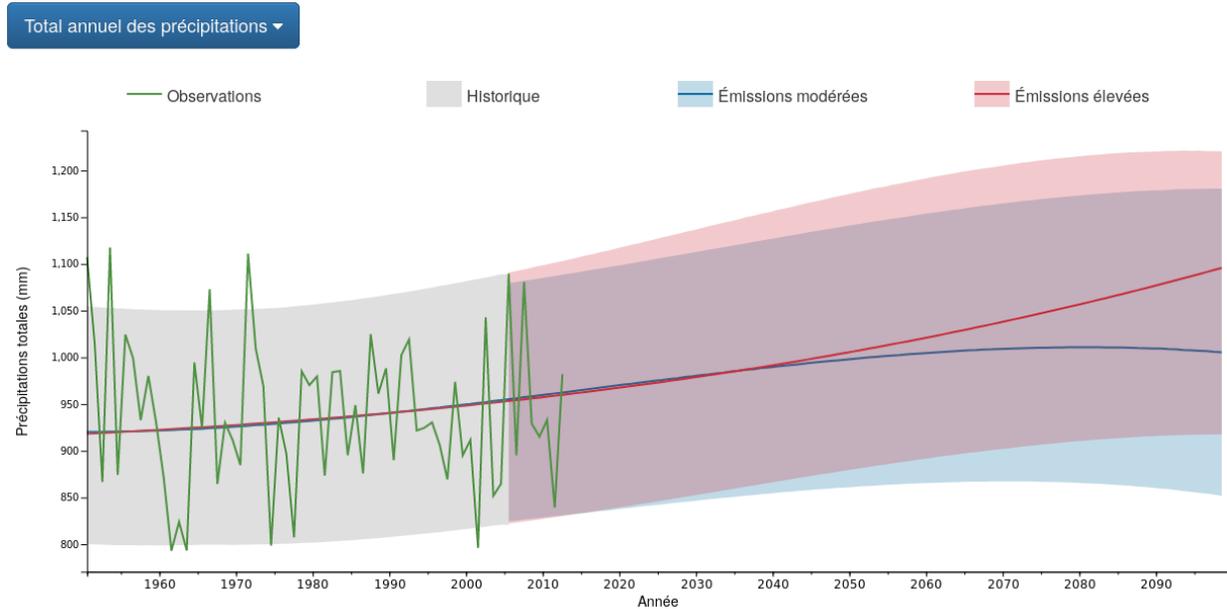


Figure 60 - Outaouais : Évolution de la moyenne du total annuel des précipitations quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

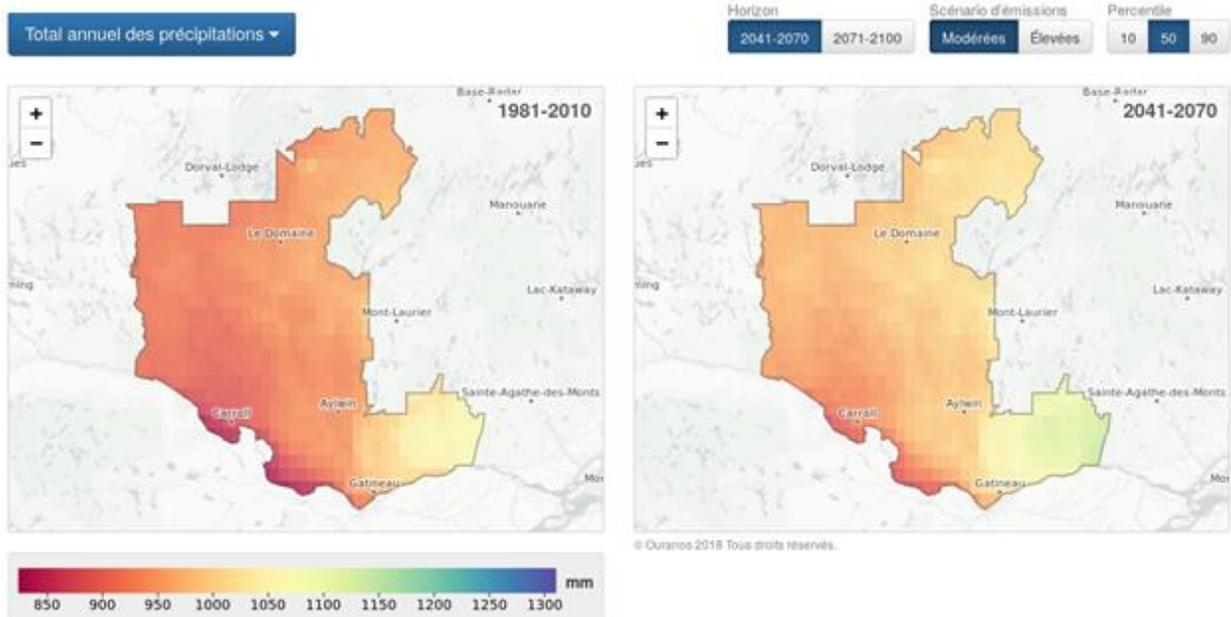


Figure 61 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total annuel de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 938 mm (+49) à 1072 mm (+56)

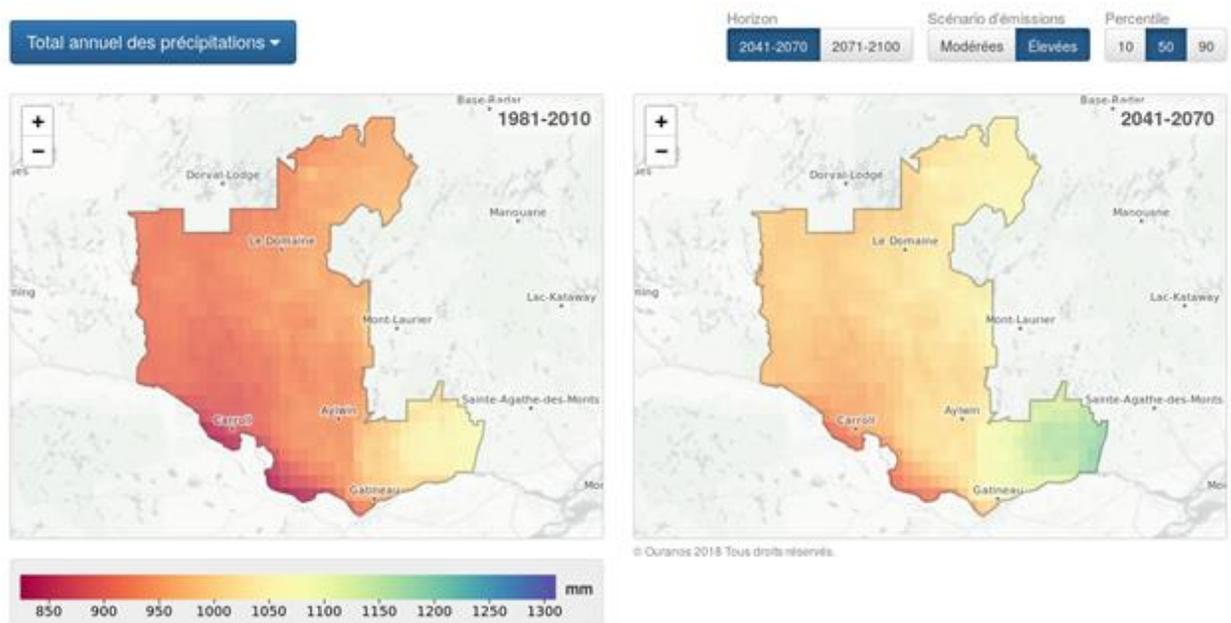


Figure 62 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total annuel de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 969 mm (+80) à 1108 mm (+92)

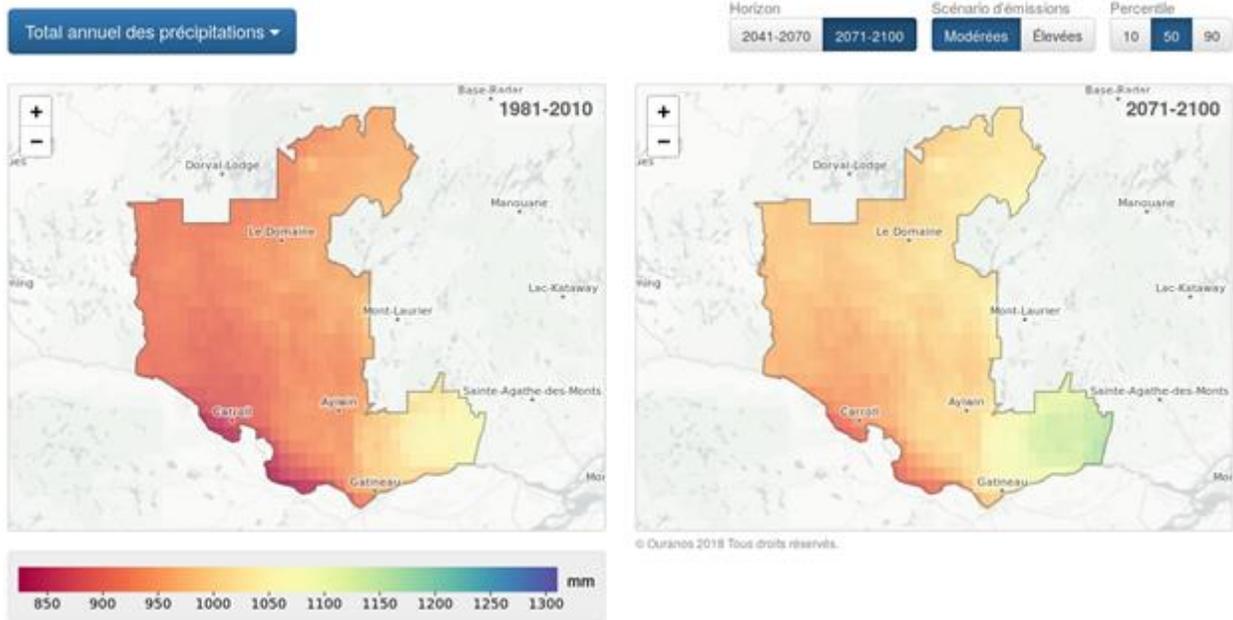


Figure 63 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total annuel de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 958 mm (+70) à 1092 mm (+76)

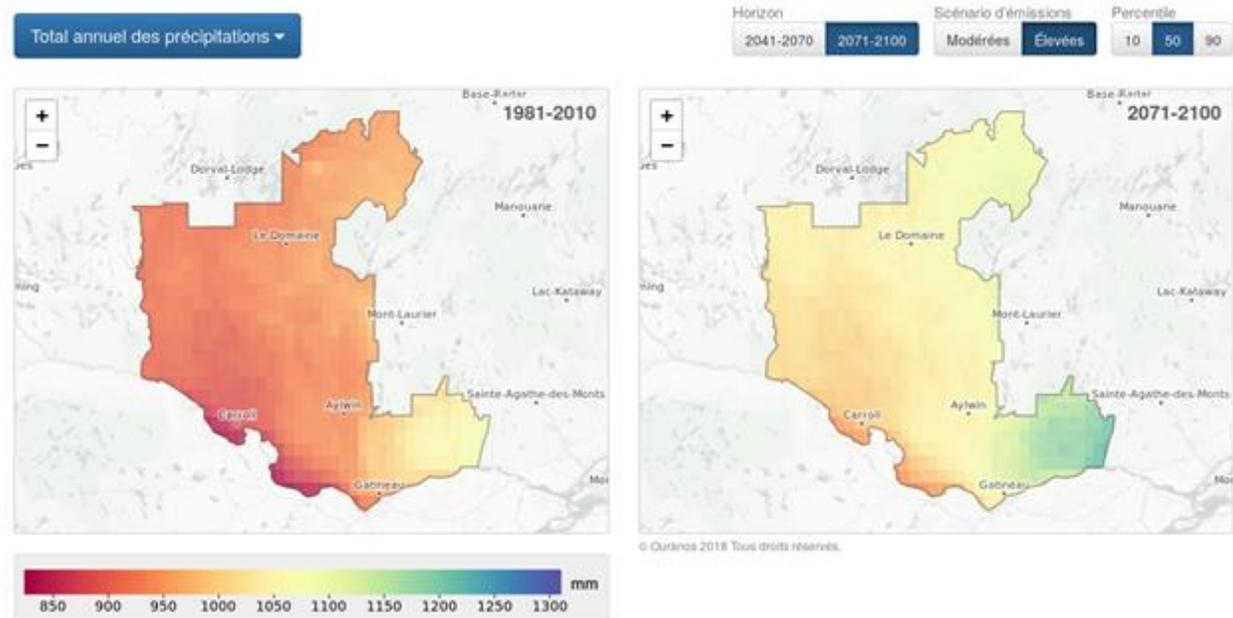


Figure 64 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total annuel de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 1000 mm (+112) à 1144 mm (+128)

TOTAL HIVERNAL DES PRÉCIPITATIONS

Total hivernal des précipitations ▾

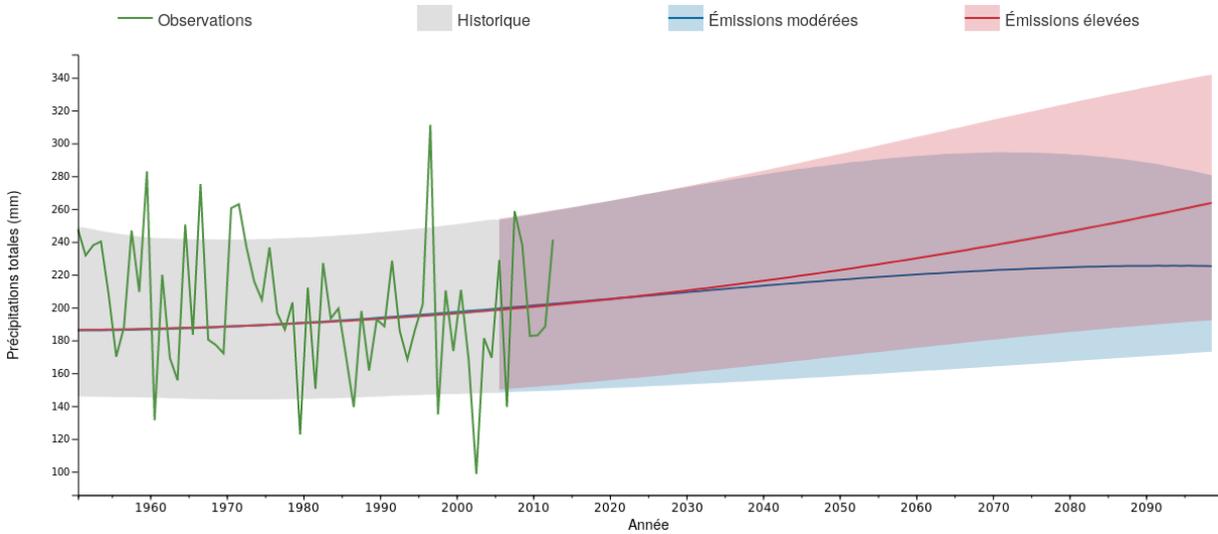


Figure 65 - Outaouais : Évolution de la moyenne du total hivernal des précipitations quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100). Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

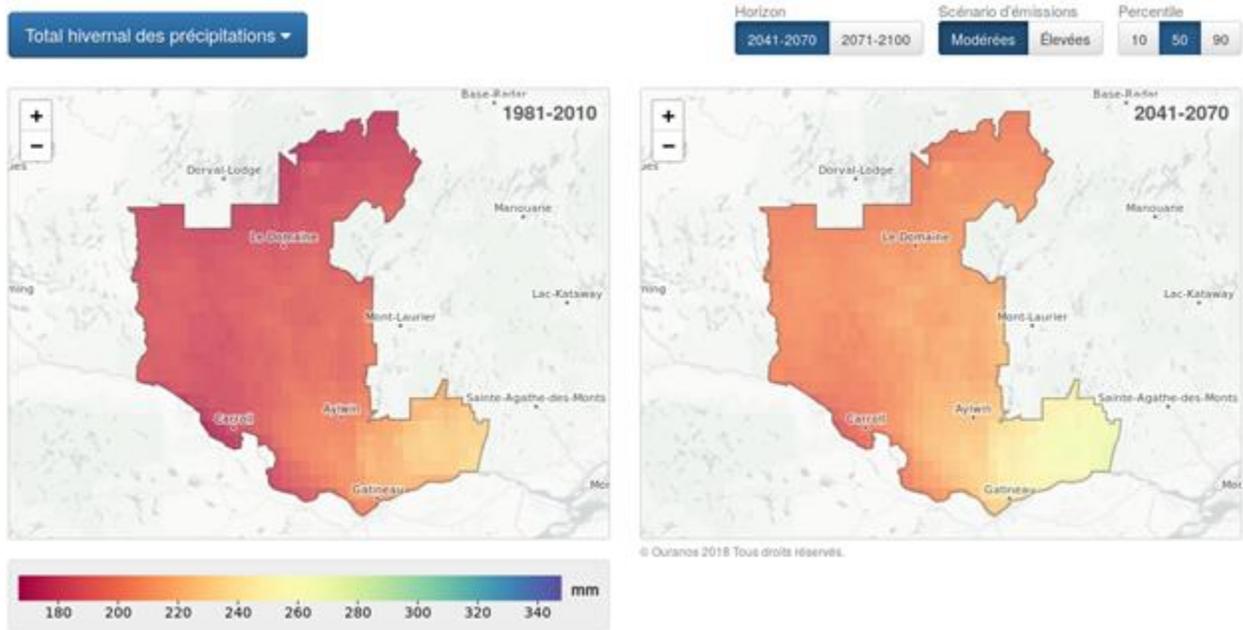


Figure 66 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total hivernal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 224 mm (+26) à 253 mm (+30)

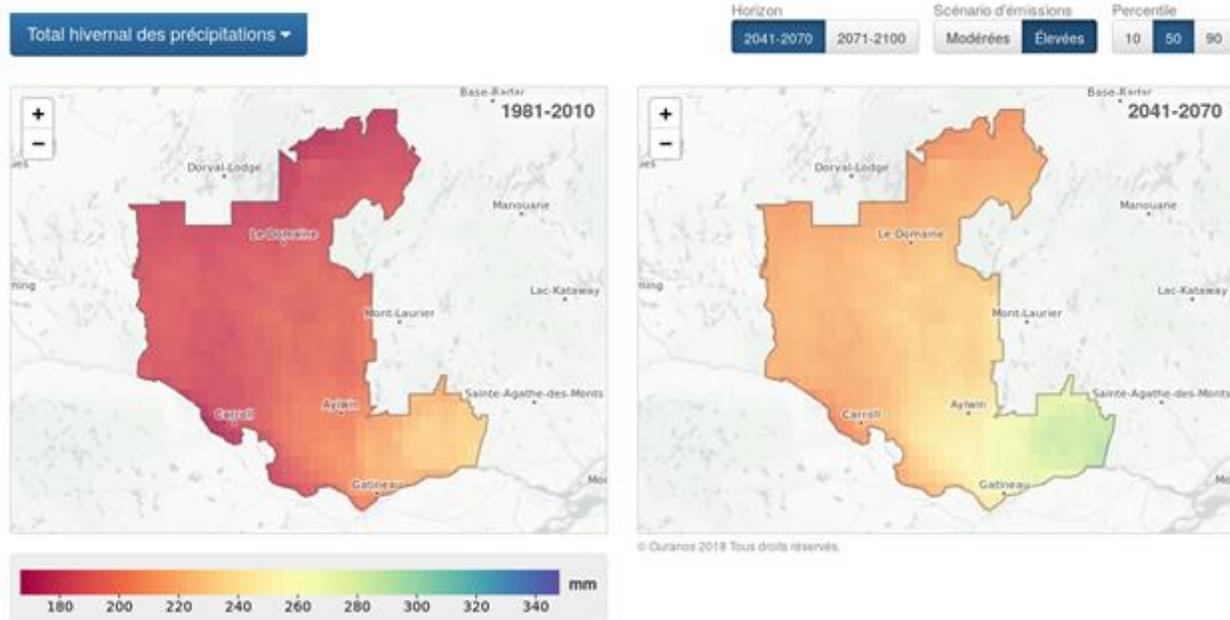


Figure 67 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total hivernal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 239 mm (+41) à 270 mm (+47)

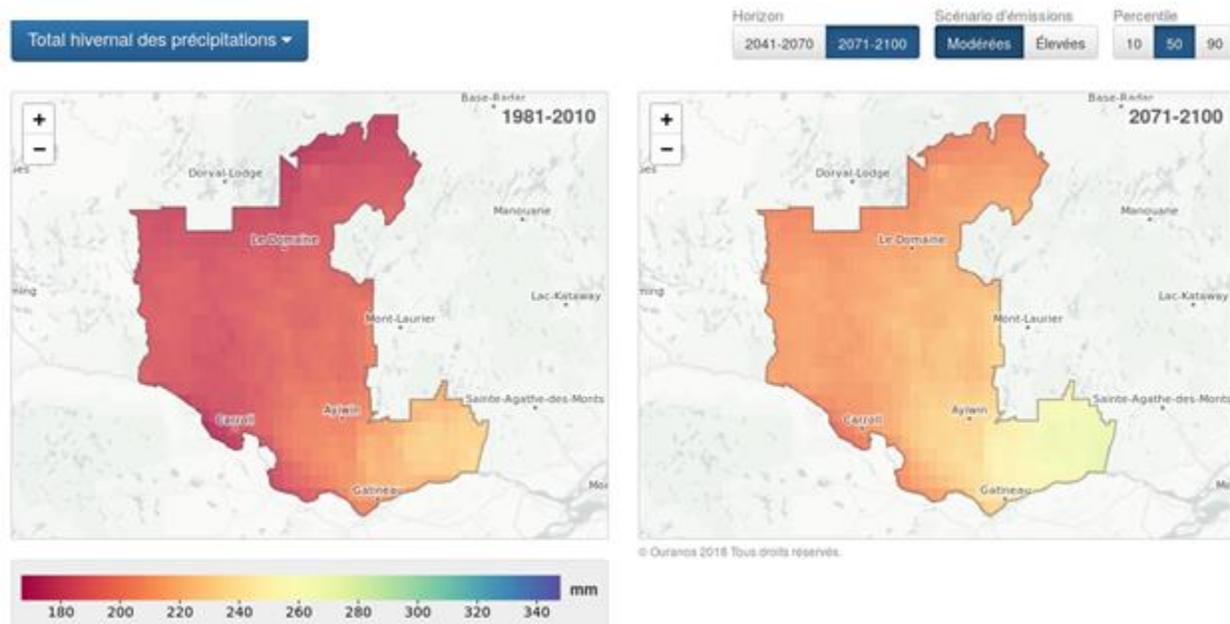


Figure 68 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total hivernal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 226 mm (+28) à 255 mm (+32)

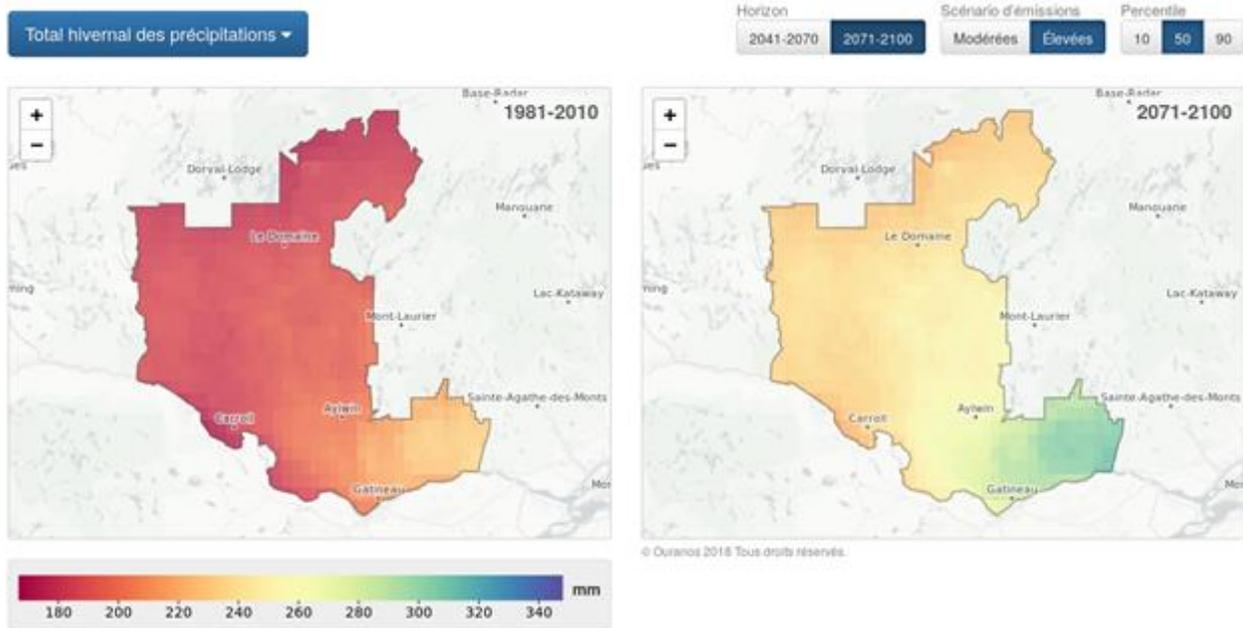


Figure 69 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total hivernal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 262 mm (+63) à 293 mm (+71)

TOTAL PRINTANIER DES PRÉCIPITATIONS

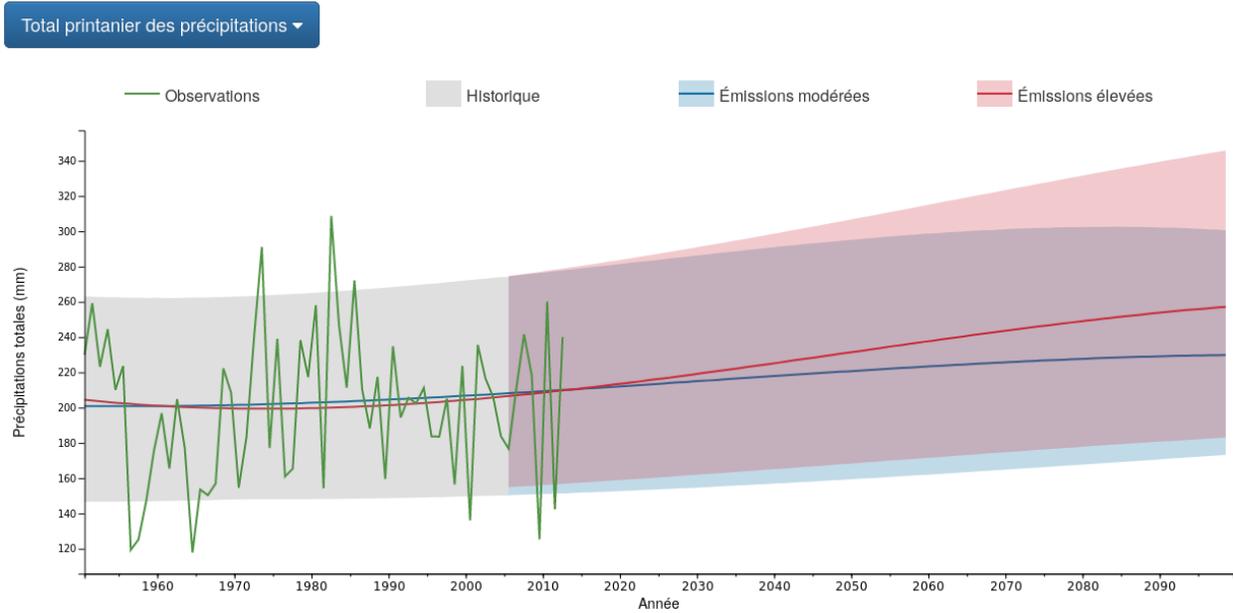


Figure 70 - Outaouais : Évolution de la moyenne du total printanier des précipitations quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100). Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

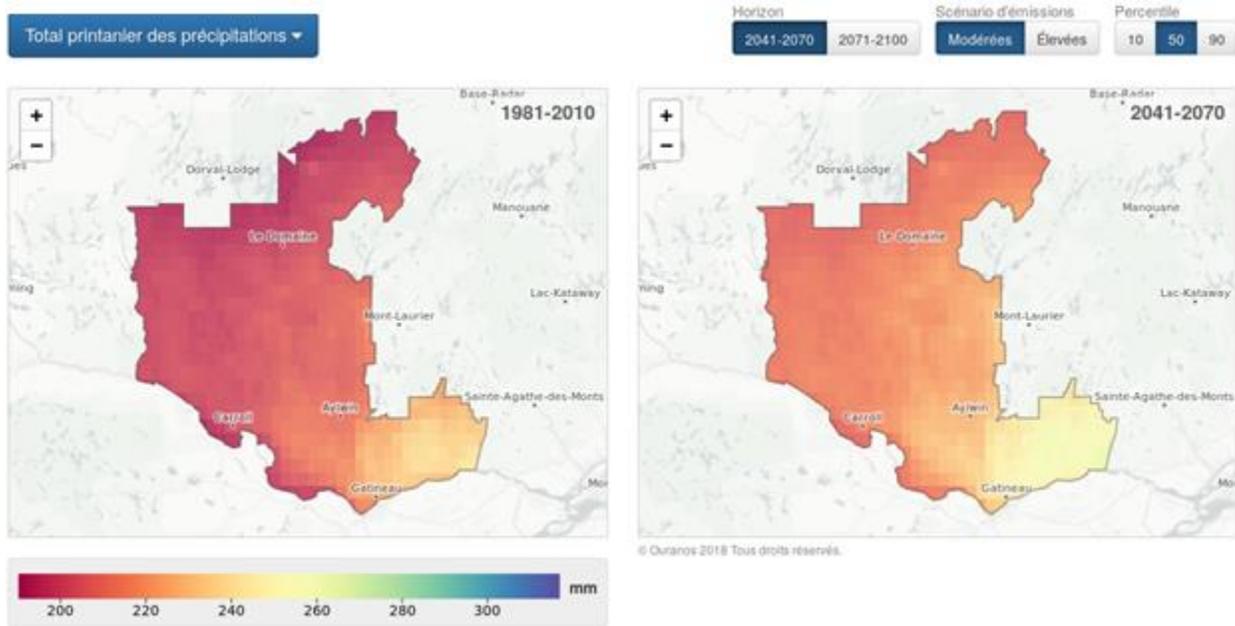


Figure 71 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total printanier de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 224 mm (+16) à 254 mm (+19)

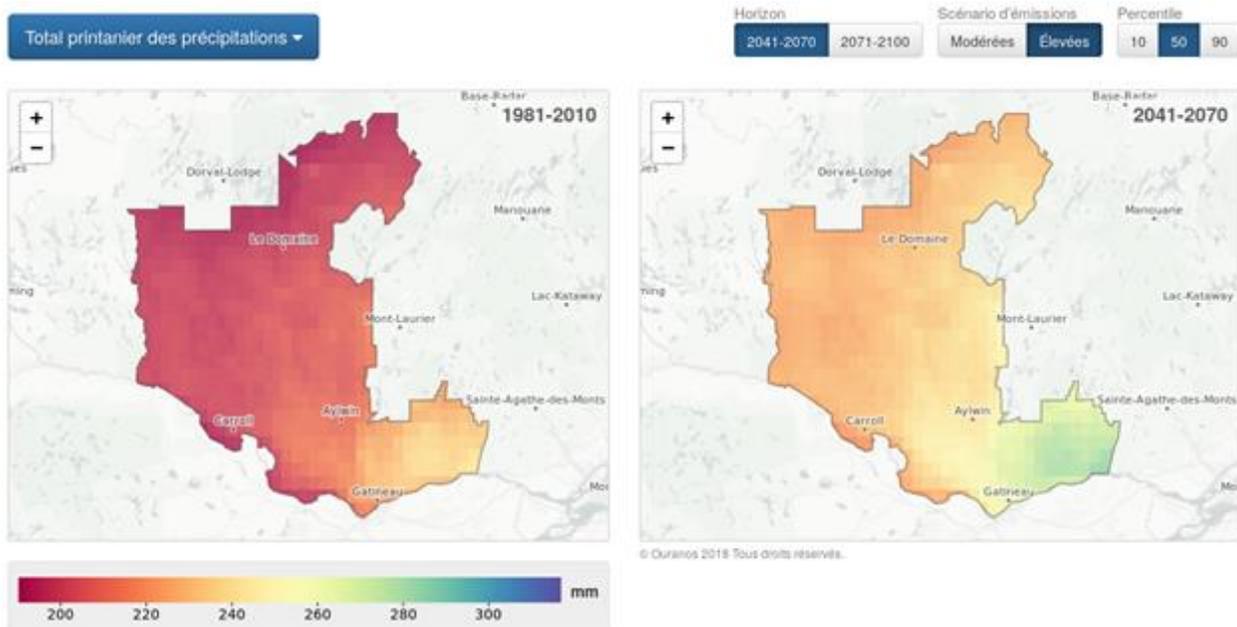


Figure 72 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total printanier de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 241 mm (+33) à 273 mm (+38)

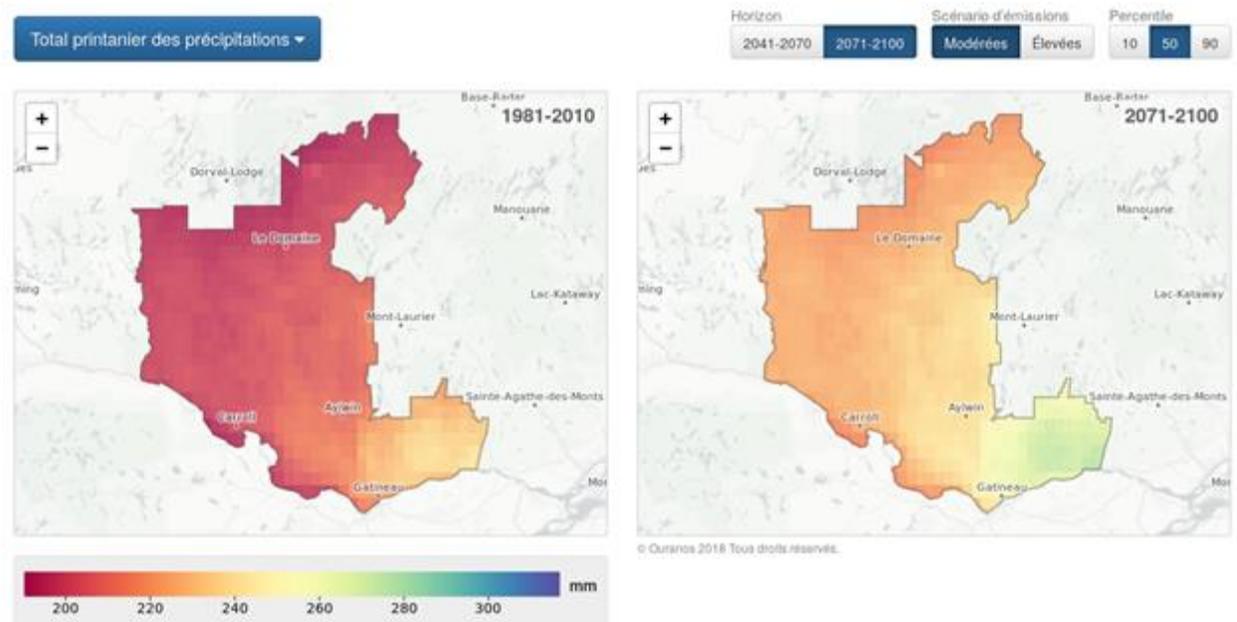


Figure 73 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total printanier de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 232 mm (+25) à 267 mm (+32)

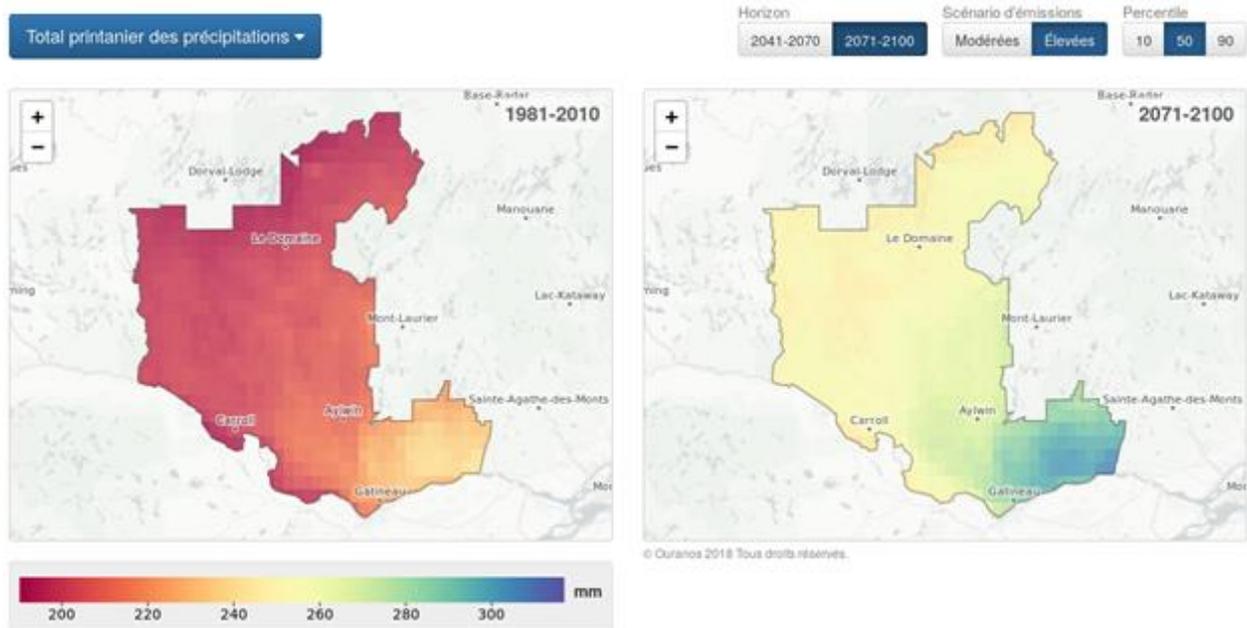


Figure 74 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total printanier de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 261 mm (+54) à 296 mm (+61)

TOTAL ESTIVAL DES PRÉCIPITATIONS

Total estival des précipitations ▾

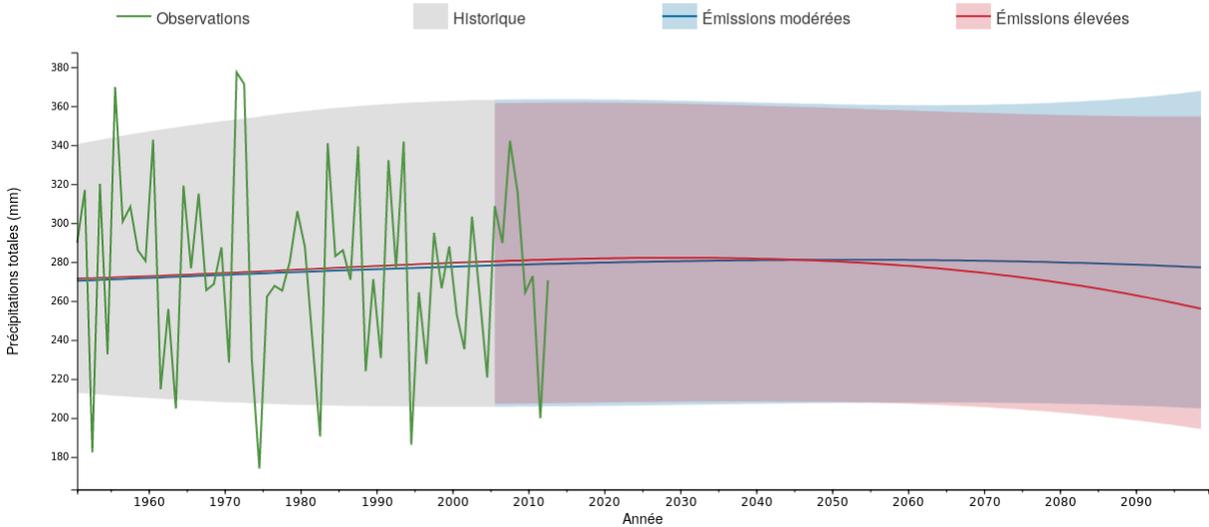


Figure 75 - Outaouais : Évolution du total estival des précipitations quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

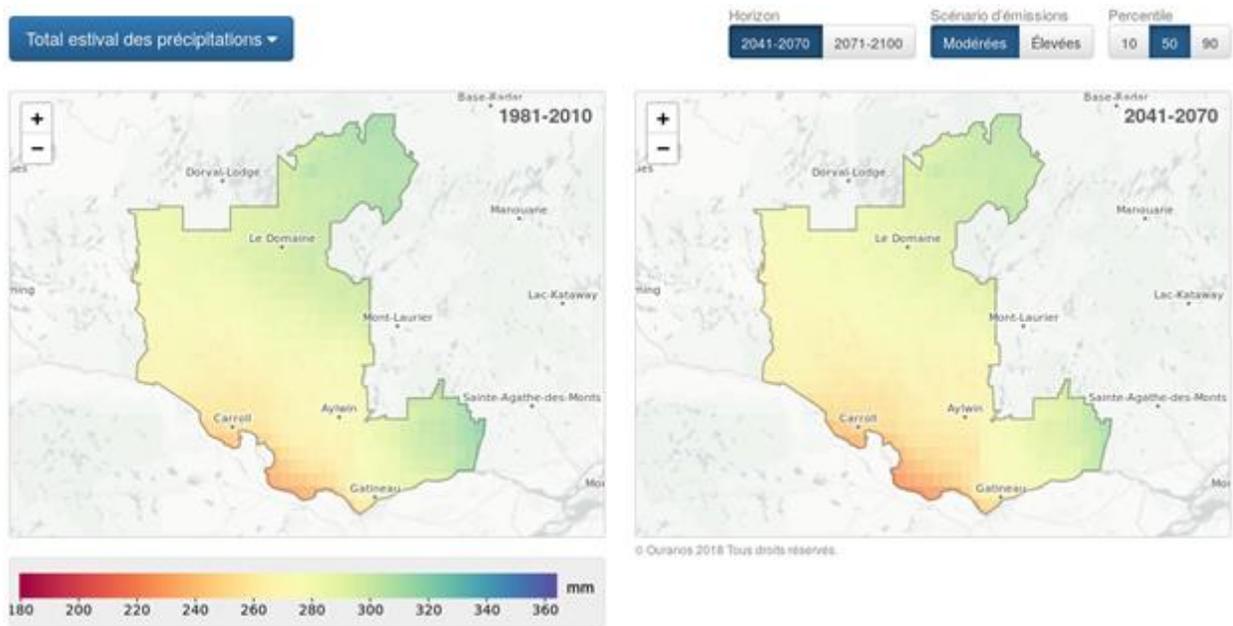


Figure 76 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total estival de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 242 mm (-7) à 278 mm (-8)

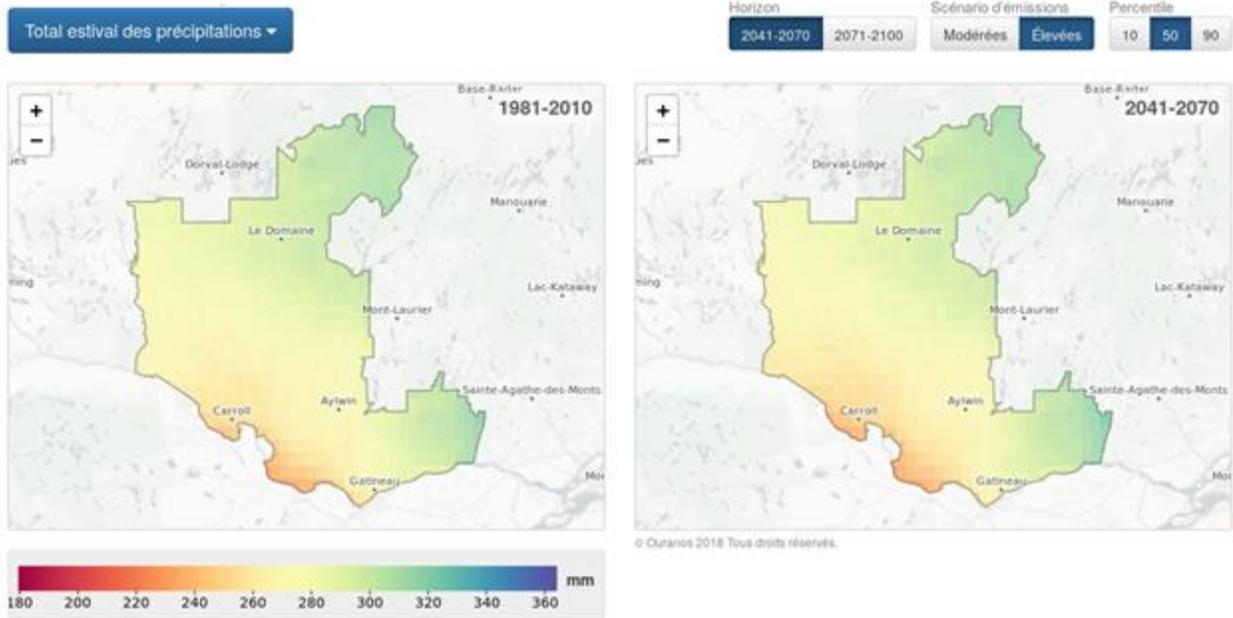


Figure 77 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total estival de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 252 mm (+3) à 292 mm (+7)

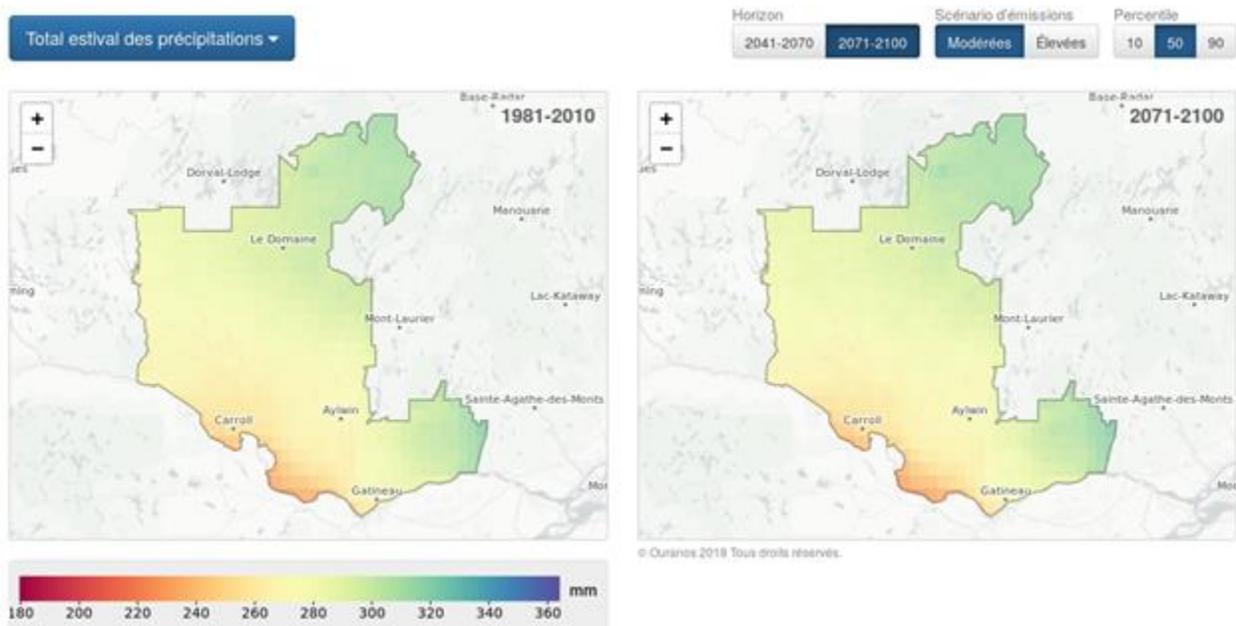


Figure 78 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total estival de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 248 mm (-1) à 285 mm (0)

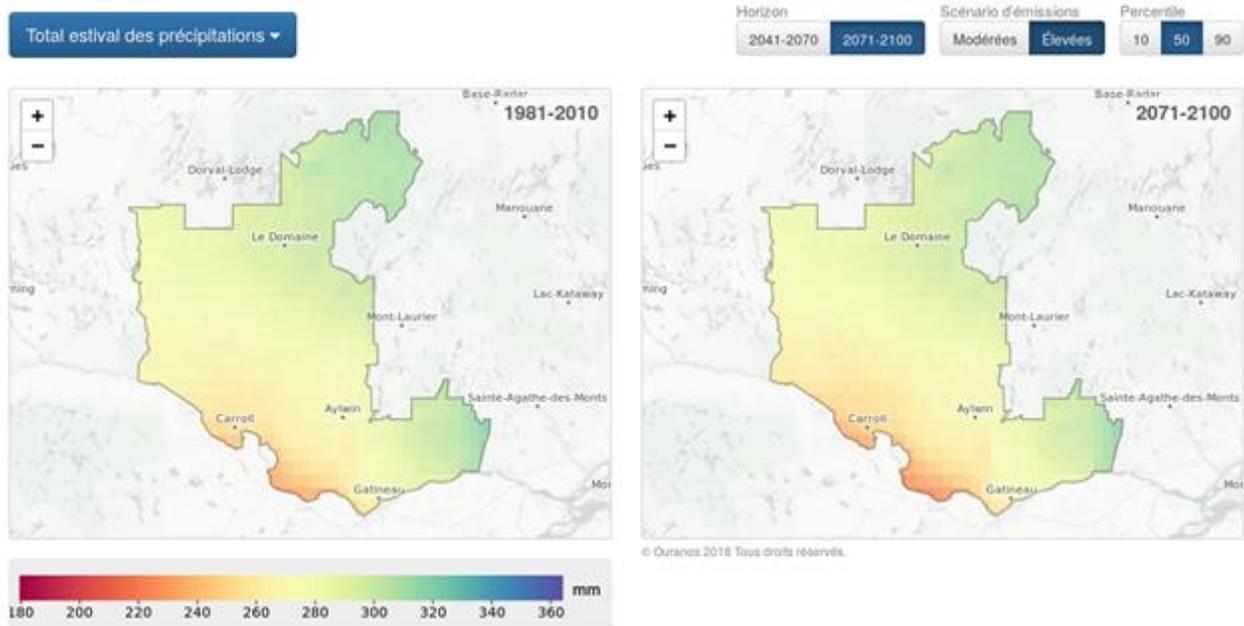


Figure 79 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total estival de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 247 mm (-2) à 282 mm (-4)

TOTAL AUTOMNAL DES PRÉCIPITATIONS

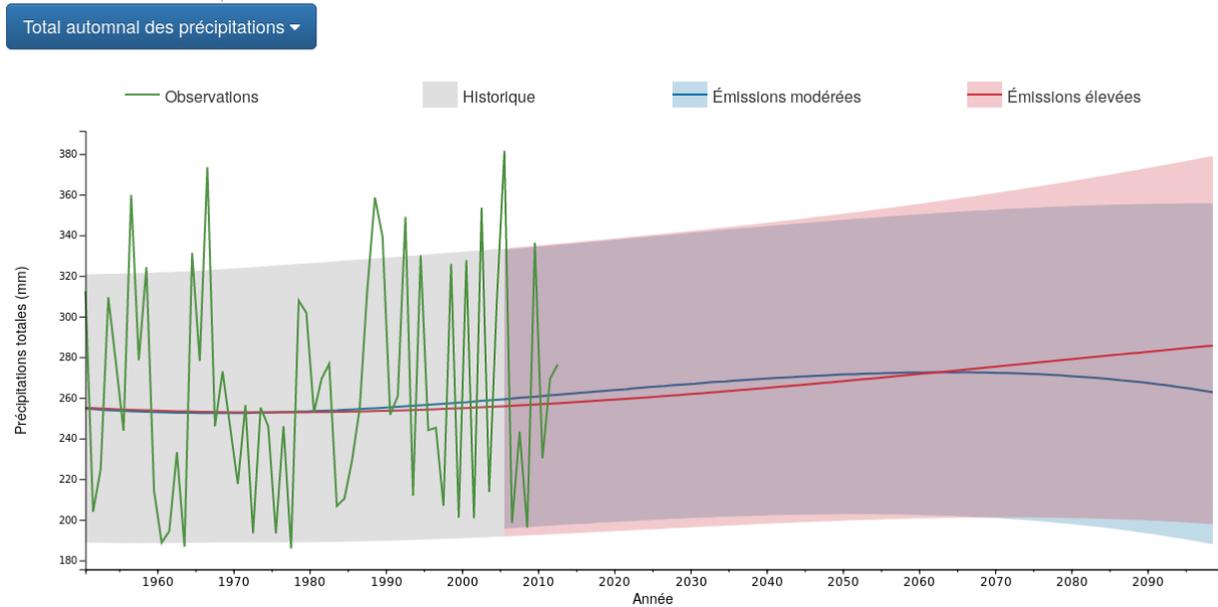


Figure 80 - Outaouais : Évolution du total automnal des précipitations quotidiennes observées (1951-2013) et simulées (2006-2100). Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

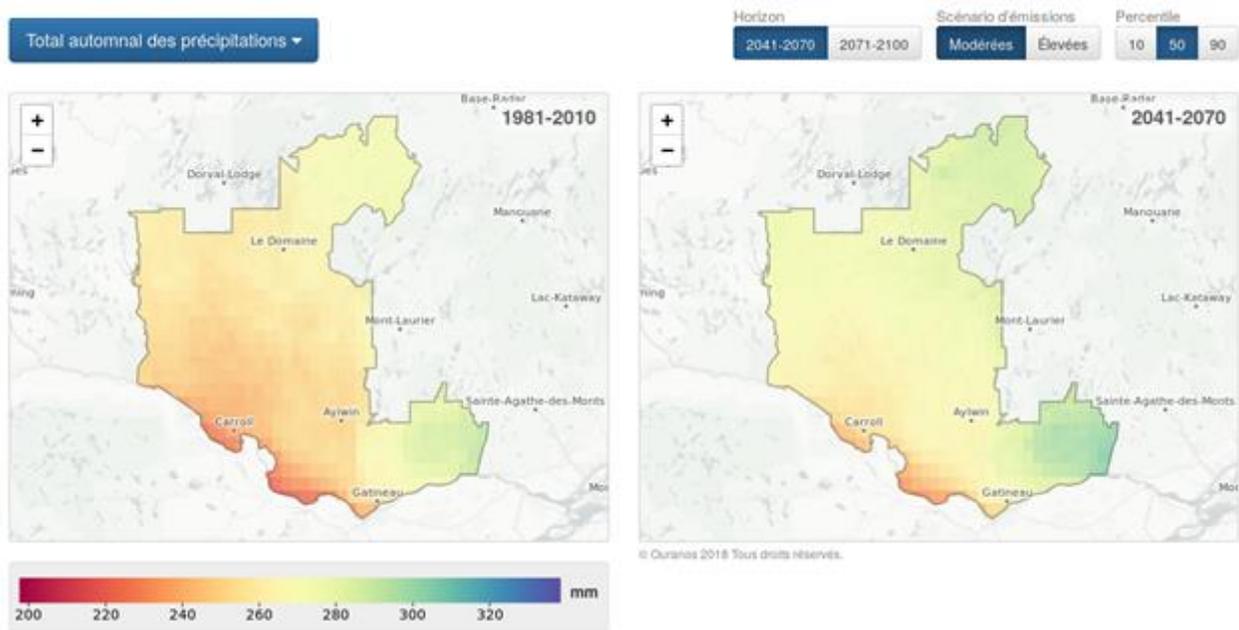


Figure 81 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total automnal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 244 mm (+11) à 281 mm (+11)

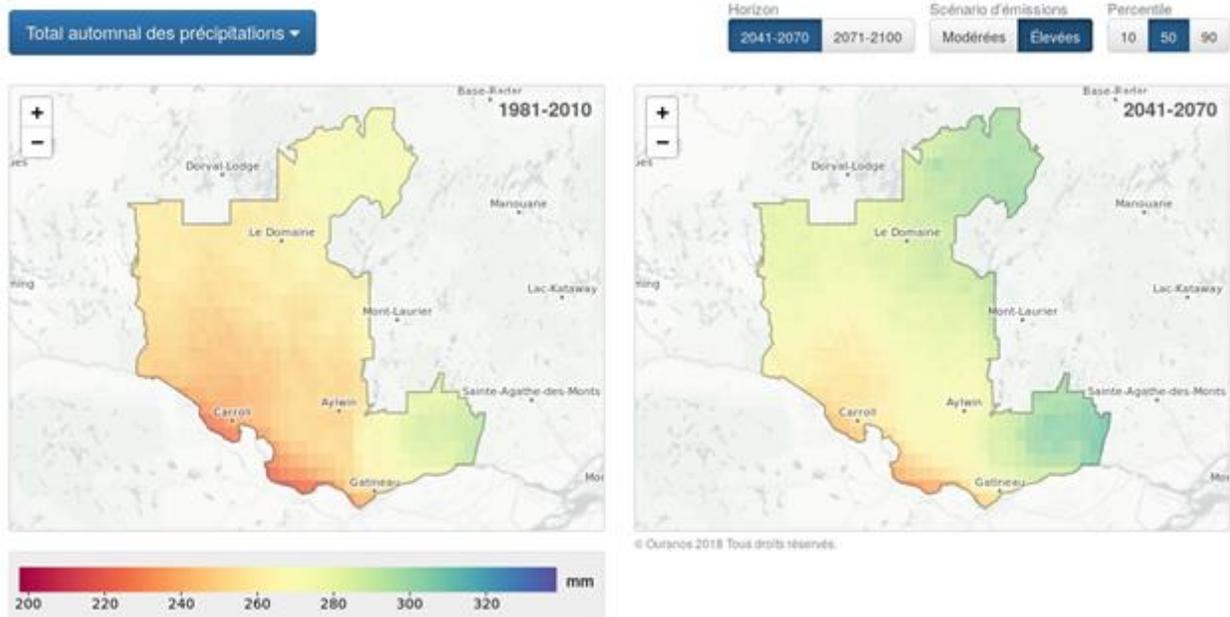


Figure 82 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total automnal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 245 mm (+12) à 286 mm (+15)

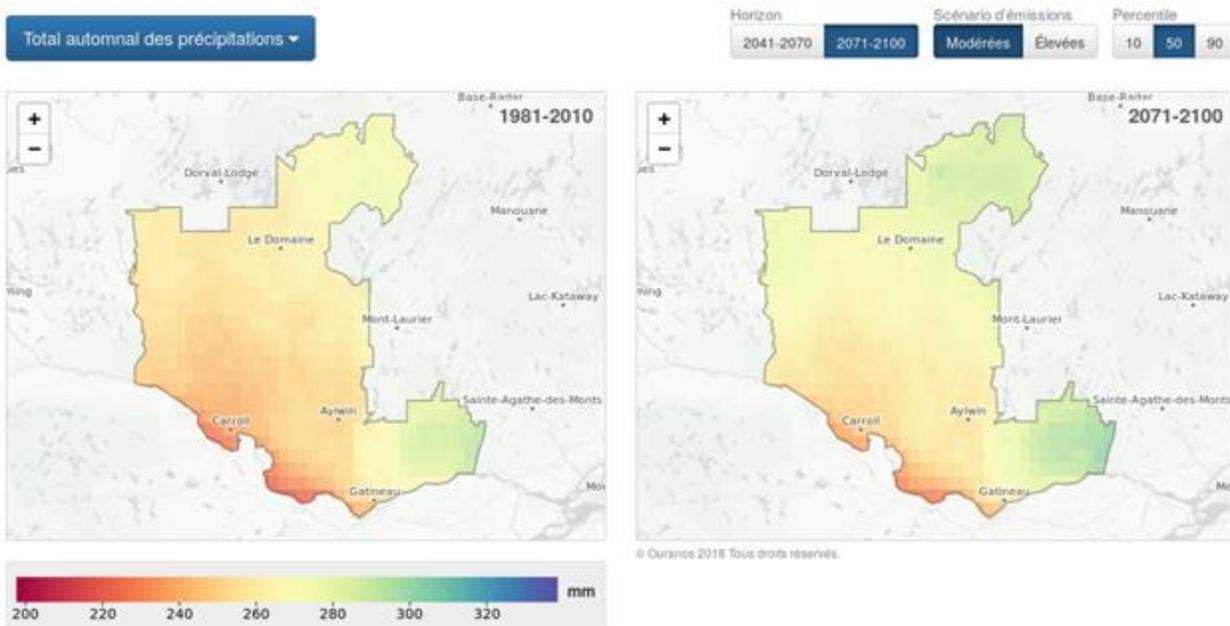


Figure 83 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total automnal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 237 mm (+4) à 279 mm (+8)

Total automnal des précipitations ▾

Horizon 2041-2070 2071-2100 Scénario d'émissions Modérées Élevées Percentile 10 50 90

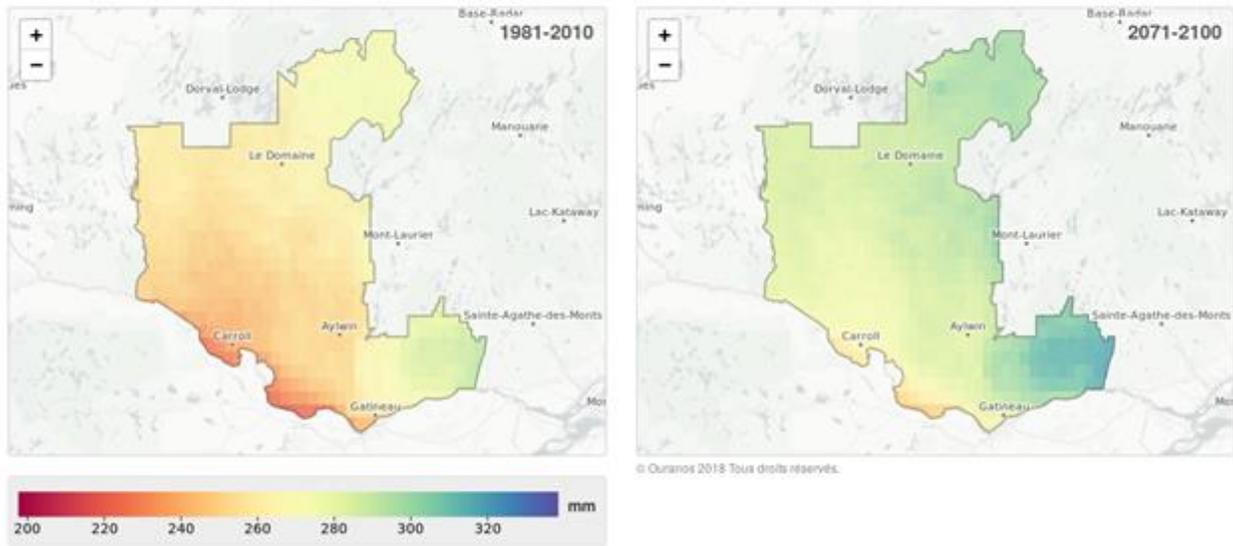


Figure 84 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du total automnal de la précipitation (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5. Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 258 mm (+24) à 298 mm (+27)

ACCUMULATION MAXIMALE DES PRÉCIPITATIONS SUR 5 JOURS

Tableau 8. Sommaire des résultats pour le maximum des précipitations cumulées sur cinq jours

▼ **Maximum des précipitations cumulées sur cinq jours (mm)** - Maximum des précipitations cumulées sur 5 jours consécutifs, incluant les précipitations liquides et solides.

Saison	1981-2010	2041-2070		2071-2100	
		Émissions modérées	Émissions élevées	Émissions modérées	Émissions élevées
Annuel	62	68 (62 – 72)	70 (64 – 79)	70 (66 – 75)	73 (69 – 79)
Avril à septembre	58	63 (57 – 67)	64 (58 – 72)	65 (61 – 69)	66 (64 – 70)

Maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours ▼

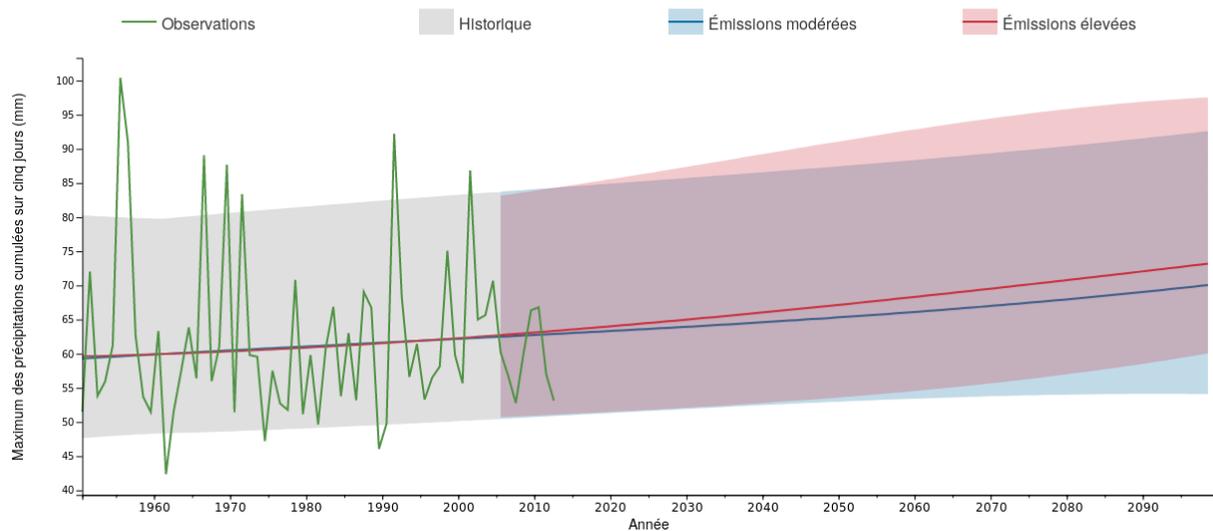


Figure 85 - Outaouais : Évolution du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) observées (1951-2013) et simulées (2006-2100).

Les courbes bleues et rouges représentent les tendances à long terme de la médiane des scénarios forcés par RCP 4.5 et 8.5 séparément.

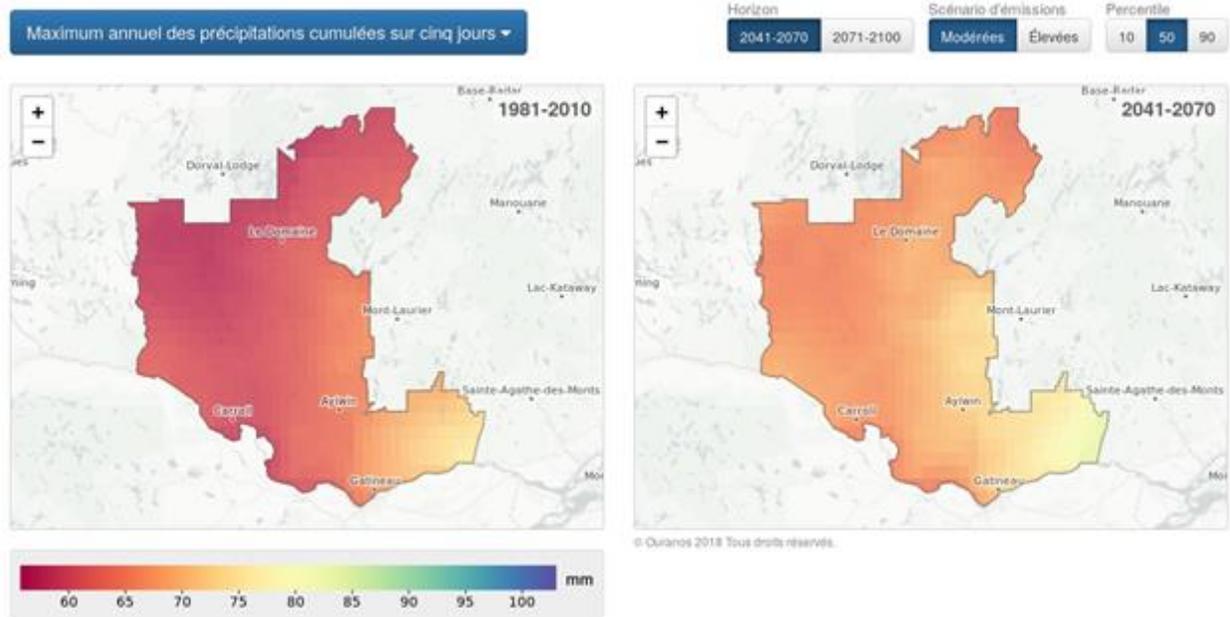


Figure 86 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 67,5 mm (+4,7) à 75,2 mm (+4,4)

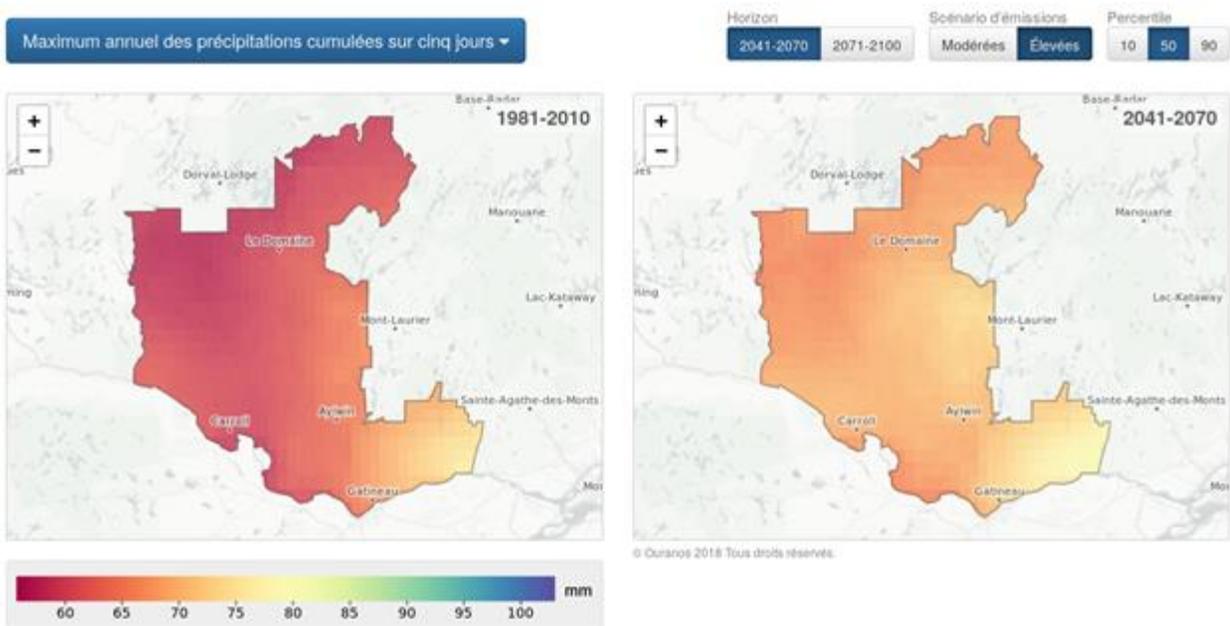


Figure 87 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2041-2070 pour le scénario d'émission RCP8.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 67,9 mm (+5,1) à 75,8 mm (+5,0)

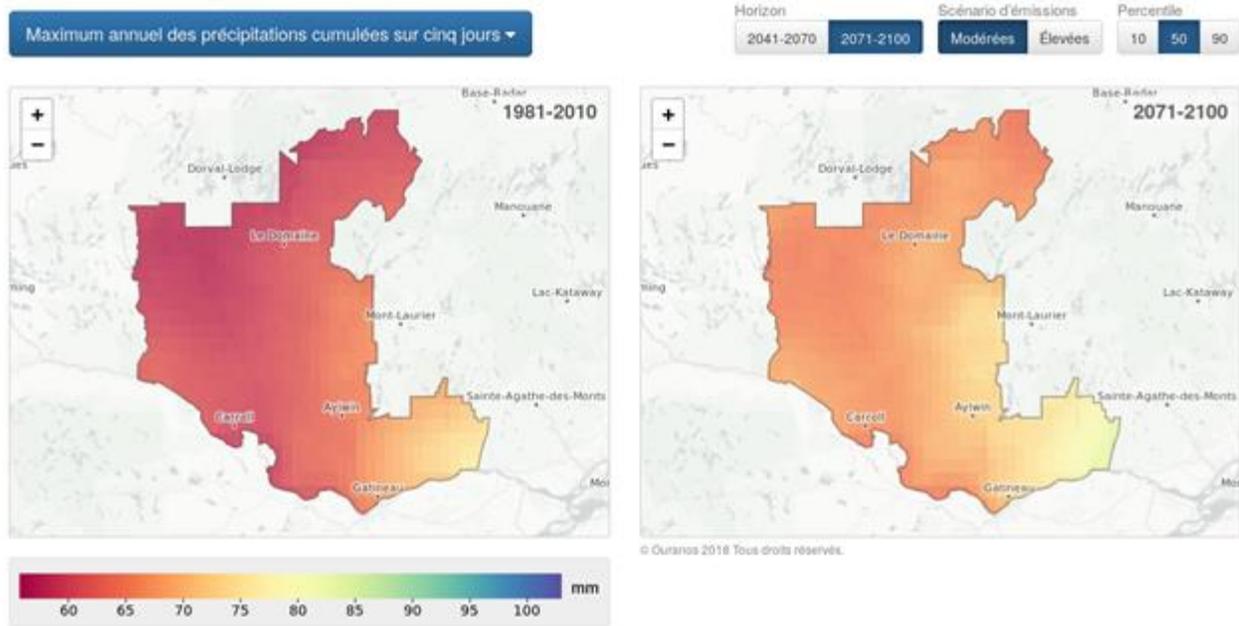


Figure 88 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP4.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 66,6 mm (+3,8) à 75,7 mm (+4,8)

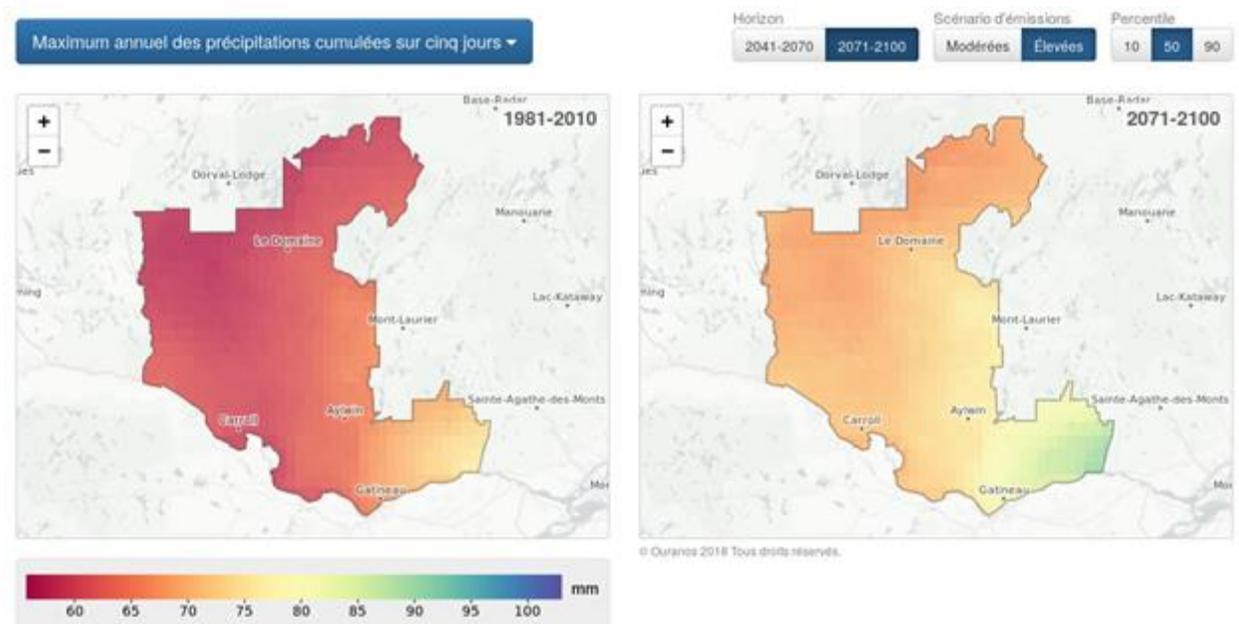


Figure 89 - Outaouais - Conditions climatiques historiques du maximum annuel des précipitations cumulées sur cinq jours (mm) pour la période de référence 1981-2010 et la période future 2071-2100 pour le scénario d'émission RCP8.5.

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités. Pour la Ville de Gatineau : 75,4 mm (+12,5) à 84,5 mm (+13,7)

NEIGE

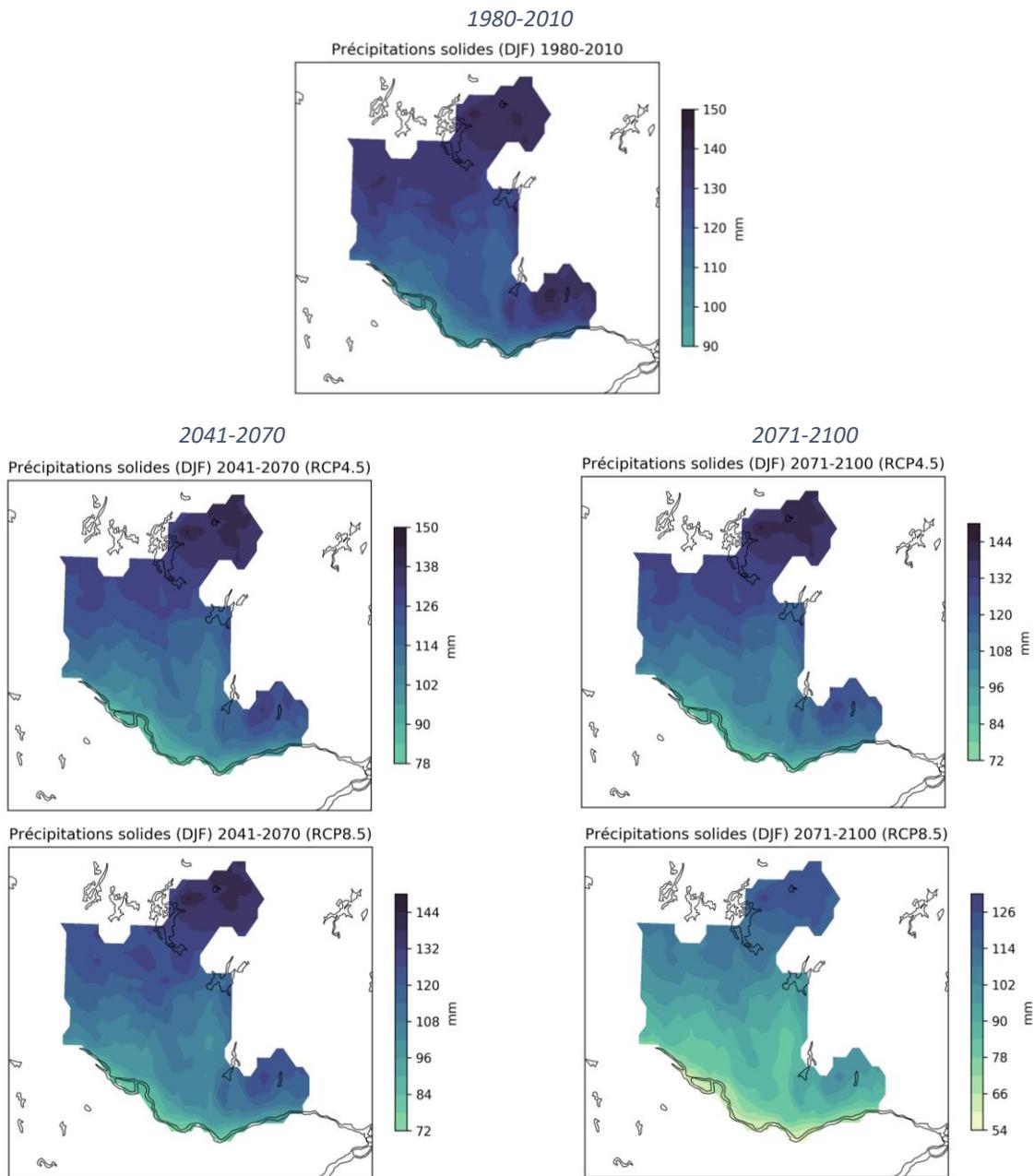


Figure 90 - Outaouais : Conditions climatiques pour l'accumulation de précipitations solides (neige/équivalent en eau) (mm) pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas).

Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

PLUIE HIVERNALE

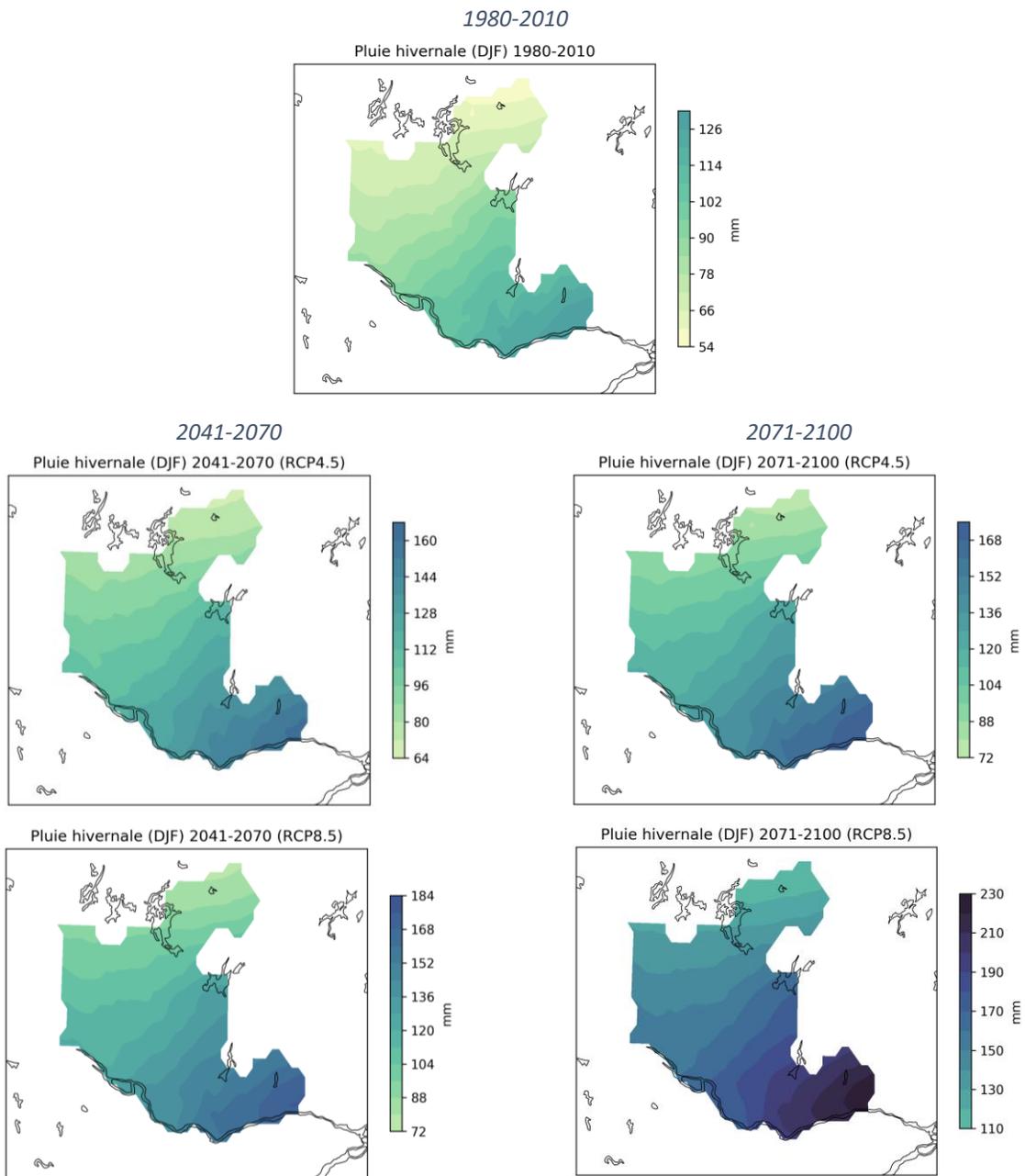


Figure 91 - Outaouais : Conditions climatiques pour l'accumulation de précipitations liquides (mm) en hiver pour la période de référence 1981-2010 (haut), la période 2041-2070 (gauche) et la période 2071-2100 (droite) pour le scénario d'émission RCP4.5 (haut) et RCP8.5 (bas). Les valeurs représentent la moyenne des 22 normales climatiques calculées à partir des données de scénarios climatiques post-traités.

6. RÉFÉRENCES

- Casajus, Nicolas, Catherine Périé, Travis Logan, Marie-Claude Lambert, Sylvie de Blois, and Dominique Berteaux. 2016. "An Objective Approach to Select Climate Scenarios When Projecting Species Distribution under Climate Change." *PloS One* 11 (3). doi:10.1371/journal.pone.0152495.
- Charron, Isabelle. 2016. "Guide sur les scénarios climatiques : utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation, Edition 2016." Montréal, Canada. https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/GuideScenarios2017_FR.pdf
- Gennaretti, Fabio, Lorenzo Sangelantoni, and Patrick Grenier. 2015. "Toward Daily Climate Scenarios for Canadian Arctic Coastal Zones with More Realistic Temperature-Precipitation Interdependence." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 11862–77. doi:10.1002/2015JD023890. Received.
- Grenier, Patrick, Annie Claude Parent, David Huard, François Anctil, and Diane Chaumont. 2013. "An Assessment of Six Dissimilarity Metrics for Climate Analogs." *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 52 (4): 733–52. doi:10.1175/JAMC-D-12-0170.1.
- Hutchinson, Michael F., Dan W. McKenney, Kevin Lawrence, John H. Pedlar, Ron F. Hopkinson, Ewa Milewska, and Pia Papadopol. 2009. "Development and Testing of Canada-Wide Interpolated Spatial Models of Daily Minimum-Maximum Temperature and Precipitation for 1961-2003." *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 48 (4): 725–41. doi:10.1175/2008JAMC1979.1.
- Logan, T. 2018. *Projet Agriculmat. Annexe A. Méthodologie du portrait des changements climatiques pour les régions agricoles du Québec.*
- Ouranos, Montréal. 16 pp.
- Maraun, D, F Wetterhall, R E Chandler, E J Kendon, M Widmann, S Brienens, H W Rust, et al. 2010. "Precipitation Downscaling under Climate Change: Recent Developements to Bridge the Gap between Dynamical Models and the End User." *Reviews of Geophysics* 48 (2009RG000314): 1–38. doi:10.1029/2009RG000314.1. INTRODUCTION.
- McKenney, Daniël W., Michael F. Hutchinson, Pia Papadopol, Kevin Lawrence, John Pedlar, Kathy Campbell, Ewa Milewska, Ron F. Hopkinson, David Price, and Tim Owen. 2011. "Customized Spatial Climate Models for North America." *Bulletin of the American Meteorological Society* 92 (12): 1611–22. doi:10.1175/2011BAMS3132.1.
- Mekis, Éva, and Lucie A. Vincent. 2011. "An Overview of the Second Generation Adjusted Daily Precipitation Dataset for Trend Analysis in Canada." *Atmosphere-Ocean* 49 (2): 163–77. doi:10.1080/07055900.2011.583910.
- Ouranos. 2015. "Vers L'adaptation: Synthèse Des Connaissances Sur Les Changements Climatiques Au Québec. Partie 1 Évolution Climatique Du Québec." Montréal, Canada.
- Stratégie de gestion des enjeux liés aux changements climatiques. Ville de Gatineau Portrait de la situation actuelle. 2018
- Rogelj, Joeri, Malte Meinshausen, and Reto Knutti. 2012. "Global Warming under Old and New Scenarios Using IPCC Climate Sensitivity Range Estimates." *Nature Climate Change* 2 (4). Nature Publishing Group: 248–53. doi:10.1038/nclimate1385.

Roy, P., Caron, .D, Smith, T.J., Kelman, T. and Saba, E. (2018, october 20). Balinus/ClimateTools.jl: Seasonal subsetting (Version v0.9.0). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1306309>

Taylor, Karl E., Ronald J. Stouffer, and Gerald a. Meehl. 2012. "An Overview of CMIP5 and the Experiment Design." *Bulletin of the American Meteorological Society* 93 (4): 485–98. doi:10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

Thiemeßl, Matthias Jakob, Andreas Gobiet, and Georg Heinrich. 2012. "Empirical-Statistical Downscaling and Error Correction of Regional Climate Models and Its Impact on the Climate Change Signal." *Climatic Change* 112 (2): 449–68. doi:10.1007/s10584-011-0224-4.

van Vuuren, Detlef P., Jae Edmonds, Mikiko Kainuma, Keywan Riahi, Allison Thomson, Kathy Hibbard, George C. Hurtt, et al. 2011. "The Representative Concentration Pathways: An Overview." *Climatic Change* 109 (1–2): 5–31. doi:10.1007/s10584-011-0148-z.

Vincent, Lucie A., Xiaolan L. Wang, Ewa J. Milewska, Hui Wan, Feng Yang, and Val Swail. 2012. "A Second Generation of Homogenized Canadian Monthly Surface Air Temperature for Climate Trend Analysis." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 117 (D18): n/a-n/a. doi:10.1029/2012JD017859.

7. ANNEXE A – ÉQUATIONS

Cette section décrit les indicateurs climatiques qui ont été utilisés dans ce rapport. La description concerne majoritairement les indicateurs plus complexes (par ex. pluie hivernale) et ne s'attarde pas sur les indicateurs simples (par ex. température maximale annuelle).

DÉFINITION DES VARIABLES QUOTIDIENNES

T_{min_j} : Température minimale du jour j en °C

T_{max_j} : Température maximale du jour j en °C

T_{moy_j} : Température moyenne du jour j en °C

$$T_{moy_j} = \frac{T_{min_j} + T_{max_j}}{2}$$

P_j : Total des précipitations du jour j en mm

INDICES

FRÉQUENCE DES TEMPÉRATURES SUPÉRIEURES À 30°C

Définition : Nombre de jours dans une année (occurrences annuelles) où la température maximale quotidienne est supérieure à 30°C.

Unités : jours

Formule :

$$OCA_{TSUP30} = \sum_{j=1}^{365} TSUP30_j$$

dans laquelle

$$TSUP30_j = \begin{cases} 1 & \text{si } T_{max_j} > 30^\circ\text{C} \\ 0 & \text{si } T_{max_j} \leq 30^\circ\text{C} \end{cases}$$

FRÉQUENCE DES TEMPÉRATURES SUPÉRIEURES À 0°C

Définition : Nombre de jours dans une année (occurrences annuelles et saisonnières) où la température maximale quotidienne est supérieure à 0°C.

Unités : jours

Formule :

$$OCA_{TSUP0} = \sum_{j=1}^{n=\{saison,annuel\}} TSUP0_j$$

dans laquelle

$$TSUP0_j = \begin{cases} 1 & \text{si } T_{max_j} > 0^\circ\text{C} \\ 0 & \text{si } T_{max_j} \leq 0^\circ\text{C} \end{cases}$$

ACCUMULATION DES PRÉCIPITATIONS

Définition : Accumulation des précipitations sur une période prédéterminée (échelle annuelle et saisonnière).

Unités : mm

Formule :

$$P_{TOT} = \sum_{j=1}^{n=\{saison,annuel\}} P_j$$

dans laquelle

P_j = précipitation quotidienne

CYCLE GEL-DÉGEL

Définition : Nombre de jours dans une année (occurrences annuelles et saisonnières) où la température maximale quotidienne est supérieure à 0°C et la température minimale quotidienne est inférieure à 0°C.

Unités : jours

Formule :

$$GD = \sum_{j=1}^{n=\{saison,annuel\}} f(TSUP0_j, TMIN_j)$$

dans laquelle

$$f(TMAX_j, TMIN_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } Tmax_j > 0^\circ\text{C et } Tmin_j < 0^\circ\text{C} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

NEIGE

Définition : Accumulation de la précipitation lorsque la température moyenne quotidienne est inférieure à -3°C.

Unités : mm

Formule :

$$SNW = \sum_{j=1}^{n=\{saison,annuel\}} f(PR_j, TMOY_j)$$

dans laquelle

$$f(PR_j, TMOY_j) = \begin{cases} PR_j & \text{si } Tmoy_j \leq -3^\circ\text{C} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

PLUIE HIVERNALE

Définition : Accumulation de la précipitation lorsque la température maximale quotidienne est supérieure à 0°C entre décembre et février

Unités : mm

Formule :

$$PH = \sum_{j=1}^{n=\{saison\}} f(PR_j, TMAX_j)$$

dans laquelle

$$f(PR_j, TMAX_j) = \begin{cases} PR_j & \text{si } Tmax_j \geq 0^\circ\text{C} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

ACCUMULATION MAXIMALE DE PRÉCIPITATION SUR 5 JOURS

Définition : Accumulation totale sur 5 jours durant l'année

Unités : mm

Formule :

$$R5d = \sum_{j=1}^5 PR_j$$

dans laquelle

$$PR_j = \{PR_j\}$$

Cette équation est appliquée sur une fenêtre mobile de 5 jours et le maximum de toutes les fenêtres possibles de 5 jours durant l'année est conservée.

