



Environment  
Canada

Environnement  
Canada



# **Données et scénarios climatiques pour le Canada : Synthèse des observations et des résultats récents de modélisation**

ISBN : 978-0-660-04263-3  
N° de cat. : En84-132/2016F-PDF

Sauf avis contraire, le contenu de ce document peut, sans frais ni autre permission, être reproduit en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit à des fins personnelles ou publiques, mais non à des fins commerciales.

Nous demandons aux utilisateurs :

- de faire preuve de diligence pour s'assurer de l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit ainsi que le nom de l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à [droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca](mailto:droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca).

Photos : © Environnement Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2016.

Also available in English.

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CHANGEMENTS ET VARIABILITÉ CLIMATIQUES HISTORIQUES AU CANADA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. CLIMAT FUTUR.....</b>	<b>8</b>
3.1 SCÉNARIOS DE TEMPÉRATURE.....	13
3.1.1 Tableaux récapitulatifs des températures.....	17
3.2 PRÉCIPITATIONS.....	20
3.2.1 Tableaux récapitulatifs des précipitations.....	23
3.3 ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES .....	27
3.4 HAUTE RÉOLUTION .....	31
3.4.1 Modèle régional canadien du climat.....	31
3.4.2 Résultats statistiquement réduits à l'échelle des modèles CMIP5.....	32
<b>4. LECTURES COMPLÉMENTAIRES.....</b>	<b>35</b>
<b>5. RÉFÉRENCES.....</b>	<b>36</b>

# 1. Introduction

La variabilité et les changements climatiques ont une incidence directe sur de nombreux aspects de l'infrastructure, de l'économie et de l'écologie du Canada. Les observations fournissent des renseignements concernant le climat passé et forment donc la « référence » par rapport à laquelle on compare tout changement futur. Les renseignements en matière de changements climatiques futurs, requis pour évaluer les incidences futures, planifier les mesures d'adaptation et élaborer des politiques d'atténuation, ne peuvent être obtenus de façon fiable par extrapolation des changements historiques observés. Les applications quantitatives à plus long terme de données climatiques nécessitent des projections fondées sur des modèles et déterminées par divers scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. Le présent document offre un aperçu des plus récentes analyses des observations climatiques historiques et des projections climatiques visant particulièrement le Canada. Les renseignements présentés dans ce document s'appuient sur le cinquième Rapport d'évaluation du Groupe de travail I du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et sont conformes à son contenu (GIEC, 2013). Ce document est conçu comme une ressource pour la diffusion de renseignements sur le climat, tout particulièrement les changements climatiques historiques et futurs à l'échelle du Canada. Il ne doit pas servir de référence définitive ou de caractérisation complète. Les lecteurs sont priés de consulter les sources de données sous-jacentes pour des analyses quantitatives plus détaillées, propres à leur contexte d'incidence climatique, d'adaptation ou d'évaluation environnementale.

Étant donné l'étendue de la variabilité naturelle du climat et les incertitudes en ce qui concerne les voies d'émissions et les réponses climatiques liées aux gaz à effets de serre, les changements projetés par un seul modèle climatique ou un seul scénario d'émissions ne devraient pas être utilisés de façon isolée. Une bonne pratique consiste plutôt à prendre en compte une gamme de projections tirées de plusieurs modèles climatiques (ensembles) et scénarios d'émissions. Bien que cette pratique ne permette pas d'estimer la probabilité qu'un scénario précis de changements climatiques se produise, elle permet néanmoins de communiquer aux utilisateurs une partie des incertitudes en jeu.

Dans la même optique, il ne faut pas se fier à une seule étude ou publication pour s'orienter par rapport aux incidences potentielles des changements climatiques au Canada. C'est plutôt la synthèse de renseignements tirés de plusieurs sources valides qui constitue le fondement pour comprendre les changements climatiques et l'évaluation quantitative des incidences. Les renseignements présentés dans ce document sont basés sur les publications scientifiques évaluées par les pairs et les principales évaluations climatiques actuellement disponibles. Les données sous-jacentes sont accessibles au public et les sources ont été indiquées.

Des renseignements additionnels sur l'utilisation des scénarios climatiques ont été produits par Ouranos, consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, pour le compte de la communauté canadienne de l'adaptation (Charron, 2014). Cette publication pourrait s'avérer utile pour ceux qui cherchent des renseignements et de l'orientation technique sur l'utilisation des scénarios climatiques.

## 2. Changements et variabilité climatiques historiques au Canada

Peu importe l'endroit, le climat varie d'une saison, d'une année et d'une décennie à l'autre. Il s'agit du résultat naturel d'une série d'interactions complexes entre les processus dans l'atmosphère, dans les océans et sur terre. À cette variabilité naturelle s'ajoute la variation ou le changement à long terme de l'état moyen du climat (couramment appelé « changement climatique »). Le changement climatique à long terme est le résultat des facteurs naturels et humains, ou anthropiques. Les principales sources anthropiques de changements climatiques à long terme sont les changements dans les concentrations des gaz à effet de serre et les charges en aérosols dans l'atmosphère. Le climat de la Terre a connu des changements à long terme par le passé. Toutefois, il est « *extrêmement probable* que l'influence de l'homme est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle » (GIEC, 2013).

La température moyenne mondiale a augmenté d'environ 0,85 °C entre 1880 et 2012 (GIEC, 2013), bien que ce réchauffement n'ait été uniforme ni dans le temps ni dans l'espace. Il convient de signaler que ce réchauffement a été plus prononcé à des latitudes plus élevées, notamment au Canada et en Eurasie. Avec le réchauffement du climat à l'échelle mondiale, les températures extrêmes ont également connu des changements, notamment une fréquence accrue de journées chaudes et de vagues de chaleur, et une réduction de la fréquence de journées froides (GIEC, 2013).

En raison des variations naturelles selon différentes échelles temporelles, les changements climatiques passés doivent être évalués sur une longue période. Des changements en matière de techniques et d'instruments de mesure, de procédures d'observation et de choix de site pour les instruments surviennent de temps à autre et peuvent se refléter dans les enregistrements climatiques d'origine. Ainsi, la bonne caractérisation des changements climatiques antérieurs nécessite l'utilisation de données climatiques homogénéisées qui ont été ajustées de manière à rectifier les discontinuités artificielles pouvant être présentes dans les données historiques d'origine. Les ensembles de données climatiques homogénéisées prennent en compte les variations artificielles possibles imposées par des facteurs non climatiques. Pour le Canada, les données ajustées de certaines variables climatiques, notamment la température et les précipitations, sont mises à jour annuellement et sont accessibles au public :

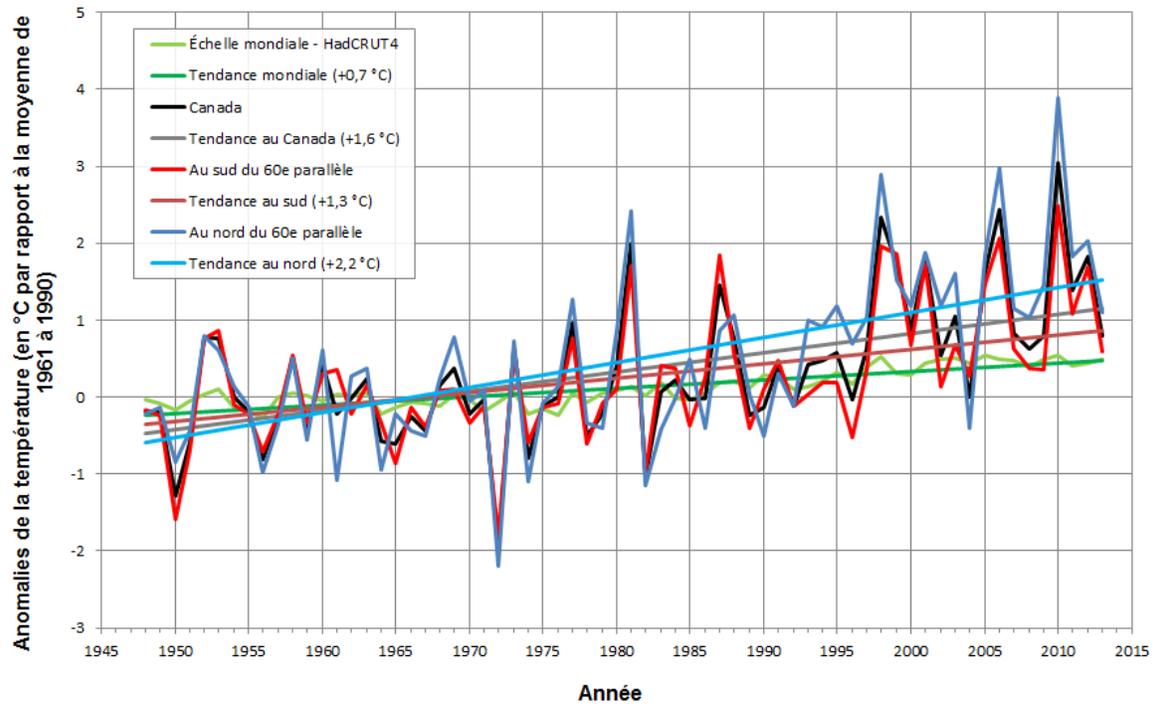
*Données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées (DCCAHA)*  
pour les températures et les précipitations quotidiennes et mensuelles  
<http://www.ec.gc.ca/dccha-ahccd/default.asp?lang=Fr&n=B1F8423A-1>

*Taux de précipitation mixtes au Canada – version 0 TPMCanv0*  
<http://data.gc.ca/data/fr/dataset/5d49713a-fe56-48a8-887f-c0ca3e4aebfe>

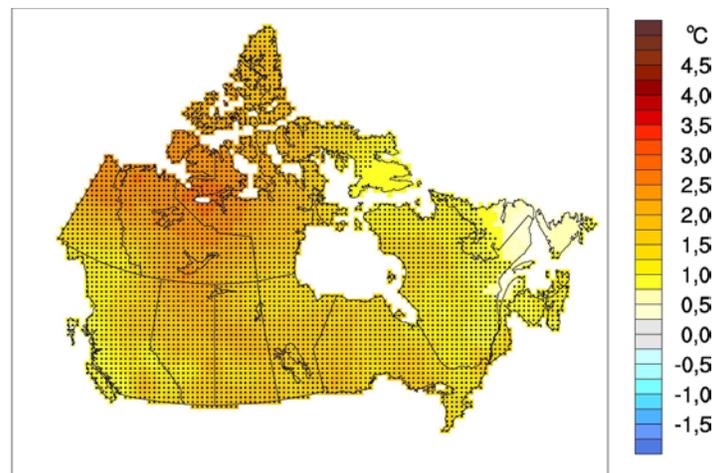
*Anomalies de température et précipitation interpolées pour le Canada (CANGRD)* à une résolution de 50 km  
<http://data.gc.ca/data/fr/dataset/3d4b68a5-13bc-48bb-ad10-801128aa6604>

De plus, le *Bulletin des tendances et des variations climatiques* d'Environnement Canada (BTVC) résume les données climatiques récentes du Canada et les présente dans un contexte historique. Le BTVC fait appel aux ensembles de données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées afin de présenter les tendances saisonnières, annuelles et à long terme de températures et de précipitations aux échelles nationale et régionale. Le BTVC est accessible depuis la section Tendances et variations climatiques du site Web d'Environnement Canada : <http://www.ec.gc.ca/adsc-cmda/default.asp?lang=Fr&n=F3D25729-1>.

Au Canada, il existe suffisamment d'observations pour générer des estimations nationales de la température à partir de 1948. Un sommaire des données est présenté aux figures 1 et 2. Ces résultats, lorsqu'on les compare aux tendances des températures du globe calculées pour la même période, indiquent que le taux de réchauffement pour l'ensemble du Canada se situe à plus de deux fois la moyenne mondiale, et que le réchauffement dans le nord du Canada (c.-à-d. au nord de 60° de latitude nord) est d'environ trois fois la moyenne mondiale. Des tendances à plus long terme sont disponibles pour certains emplacements, surtout dans le sud du Canada où certains enregistrements de données remontent à plus de 100 ans.



**Figure 1 :** Tendances linéaires et anomalies des températures moyennes annuelles du globe, de l'ensemble du Canada, du sud du Canada (c.-à-d. au sud de 60° de latitude nord), et du nord du Canada (c.-à-d au nord de 60° de latitude nord) pour la période de 1948 à 2013 (par rapport à la moyenne de 1961 à 1990). Voir l'encadré pour la légende. Les anomalies des températures mondiales ont été calculées à l'aide de l'ensemble de données HadCRUTv4. Les températures moyennes du Canada ont été calculées à l'aide de l'ensemble de données CANGRD (mise à jour de l'ensemble de Zhang *et al.*, 2000), basé sur les données de température homogénéisées de 338 stations au Canada.



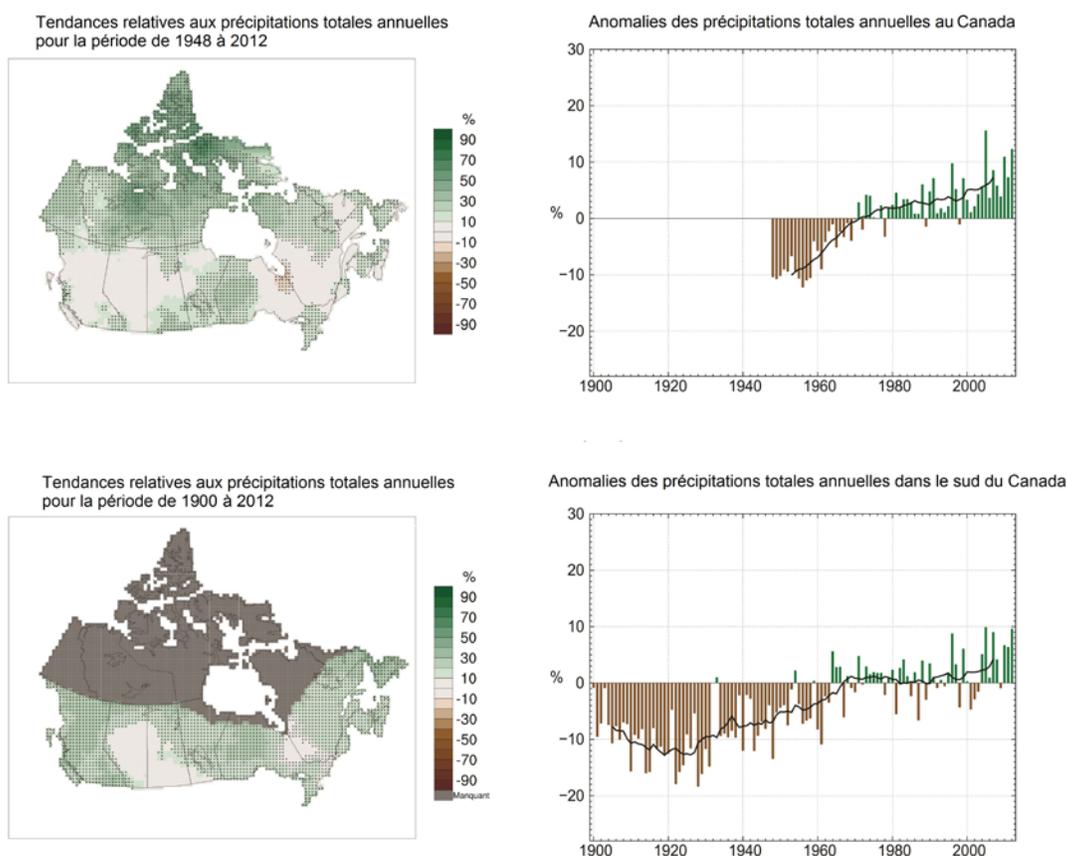
**Figure 2 :** Tendances linéaires des températures moyennes annuelles (°C) au Canada pour la période de 1948 à 2013, calculées à l'aide des données CANGRD (mise à jour de l'ensemble de Zhang *et al.*, 2000). Il est à noter que la densité des stations est plus faible au nord; l'incertitude sur les anomalies de températures est donc plus forte dans cette région.

Afin d'illustrer les changements de la température à long terme à l'échelle locale, le tableau 1 présente des estimations de tendances linéaires des températures moyennes annuelles, estivales et hivernales, de 1900 à 2013, pour 16 villes canadiennes où il existe suffisamment de données (des données sont disponibles à compter de 1942 pour Whitehorse et Yellowknife et à compter de 1946 pour Iqaluit; les tendances pour ces villes sont calculées en conséquence). Les villes sélectionnées comprennent les trois plus importantes villes du Canada, la capitale nationale et l'ensemble des capitales provinciales et territoriales.

**Tableau 1 :** Tendances de températures moyennes annuelles, estivales (juin, juillet, août), et hivernales (décembre, janvier, février) pour 16 villes canadiennes. Les tendances sont calculées pour la période de 1900 à 2013 (en °C/siècle), à l'exception des capitales territoriales pour lesquelles les données existent sur une plus courte période (voir la colonne « Période de calcul de la tendance »). Les tendances sont calculées à l'aide de l'ensemble de données homogénéisées de températures mensuelles, mais ne sont pas corrigées pour éliminer l'effet de l'urbanisation.

Ville canadienne	Période de calcul de la tendance	Tendance de la température annuelle (°C/siècle)	Tendance de la température estivale (JJA) (°C/siècle)	Tendance de la température hivernale (DJF) (°C/siècle)
Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard)	1900–2013	0,5	0,3	1,0
Edmonton (Alberta)	1900–2013	2,0	2,3	3,1
Fredericton (Nouveau-Brunswick)	1900–2013	1,4	1,4	2,0
Halifax (Nouvelle-Écosse)	1900–2013	1,2	1,6	1,4
Iqaluit (Nunavut)	1946–2013	1,3	1,1	2,9
Montréal (Québec)	1900–2013	2,0	1,4	2,7
Ottawa (Ontario)	1900–2013	1,7	1,0	2,6
Québec (Québec)	1900–2013	0,6	0,0	1,1
Regina (Saskatchewan)	1900–2013	1,9	1,5	3,1
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)	1900–2013	0,6	1,2	0,9
Toronto (Ontario)	1900–2013	1,8	1,8	2,2
Vancouver (Colombie-Britannique)	1900–2013	1,5	2,0	1,4
Victoria (Colombie-Britannique)	1900–2013	0,6	0,6	1,1
Whitehorse (Yukon)	1942–2013	2,1	0,2	6,0
Winnipeg (Manitoba)	1900–2013	1,0	0,8	1,5
Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)	1942–2013	4,0	2,2	7,4

Les totaux de précipitations ont également changé au Canada, comme en témoigne la figure 3. La majeure partie du pays (particulièrement le Nord) a connu une hausse des précipitations au cours du dernier siècle. Il existe, toutefois, certaines exceptions régionales, notamment l'absence de changement important dans le sud des Prairies et dans le nord-est de l'Ontario. À l'échelle saisonnière, les précipitations totales ont principalement augmenté dans le Nord. L'hiver, les tendances à la baisse prédominent dans la partie sud-ouest du pays (Colombie-Britannique, Alberta et Saskatchewan). On constate moins de changements importants dans le sud au cours du printemps, de l'été et de l'automne. Il est à noter que les changements dans les précipitations annuelles ne sont pas directement liés aux changements dans la disponibilité de l'eau, particulièrement dans les périodes estivales critiques (p. ex., une augmentation des précipitations n'entraîne pas nécessairement une hausse de la disponibilité en eau, puisque d'autres facteurs entrent en ligne de compte).



**Figure 3 :** Tendances linéaires des précipitations totales annuelles (exprimées en pourcentage par rapport au climat de la période de 1961 à 1990) pour la période de 1948 à 2012 dans l'ensemble du Canada (coin supérieur gauche) et pour la période de 1900 à 2012 dans le sud du Canada (coin inférieur gauche). Ces tendances sont calculées à partir des ensembles de données CANGRD (mises à jour de l'ensemble de Zhang *et al.*, 2000). Il est à noter que la densité des stations est plus faible au nord; l'incertitude sur les données maillées des anomalies pluviométriques est donc plus forte dans cette région. Notons également que la climatologie des précipitations est beaucoup plus faible au nord qu'au sud (c.-à-d. que le nord reçoit beaucoup

moins de précipitations, en moyenne, que le sud). Ainsi, une forte augmentation en pourcentage au nord pourrait ne représenter qu'une légère modification des quantités totales de précipitations. Les tableaux de droite contiennent les séries chronologiques et leurs moyennes mobiles sur 11 ans, pour le Canada (coin supérieur droit) et pour le sud du Canada (coin inférieur droit).

Le rôle du forçage anthropique dans le réchauffement observé aux échelles continentale et mondiale fait l'objet d'études approfondies depuis de nombreuses années. Les découvertes les plus récentes indiquent qu'il est « *extrêmement probable que l'influence de l'homme est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle* », qu'il est « *désormais très probable que l'influence humaine a contribué à des changements observés à l'échelle du globe quant à la fréquence et à l'intensité des extrêmes journaliers de température depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle* », et que le degré de confiance est moyen quant au fait que « *les influences anthropiques ont contribué à [...] l'intensification des épisodes de fortes précipitations sur les régions continentales où les données sont suffisantes [...]* »(GIEC, 2013).

### 3. Climat futur

À l'avenir, le climat connaîtra autant de variations naturelles que par le passé. Toutefois, les changements survenus dans la moyenne climatique, sous l'effet des activités anthropiques, se poursuivront à un rythme qui sera déterminé principalement par les émissions actuelles et futures de gaz à effet de serre et d'aérosols. Étant donné qu'il est difficile de prévoir les émissions futures, il est nécessaire d'utiliser des scénarios plausibles, des émissions les plus faibles jusqu'aux plus élevées, si l'on veut faire des projections des changements climatiques à venir. Les modèles climatiques mondiaux du système terrestre, qui produisent des simulations informatiques exhaustives du climat de la planète et des processus du cycle du carbone (voir Flato, 2011), sont des outils scientifiques qui permettent de produire des projections climatiques en simulant la réaction aux gaz à effet de serre et aux aérosols, au changement d'affectation des terres ainsi qu'à d'autres forçages d'origine externe. À cause des incertitudes qui caractérisent la représentation détaillée de nombreux processus climatiques complexes, les modèles climatiques mondiaux du système terrestre représentent différemment ces processus et contiennent chacun des biais de diverses natures. Par conséquent, il est préférable de se servir d'un ensemble multimodèle de projections dans un grand nombre de cas. La moyenne d'un ensemble multimodèle produit généralement moins d'erreurs historiques que n'importe quel modèle pris individuellement (Flato *et al.*, 2013) et la dispersion entre les modèles permet de quantifier jusqu'à un certain point l'incertitude. Le Programme mondial de recherches sur le climat<sup>1</sup> (PMRC) coordonne les projections climatiques

---

<sup>1</sup> Le PMRC est parrainé par l'Organisation météorologique mondiale, le Conseil international pour la science et la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO.

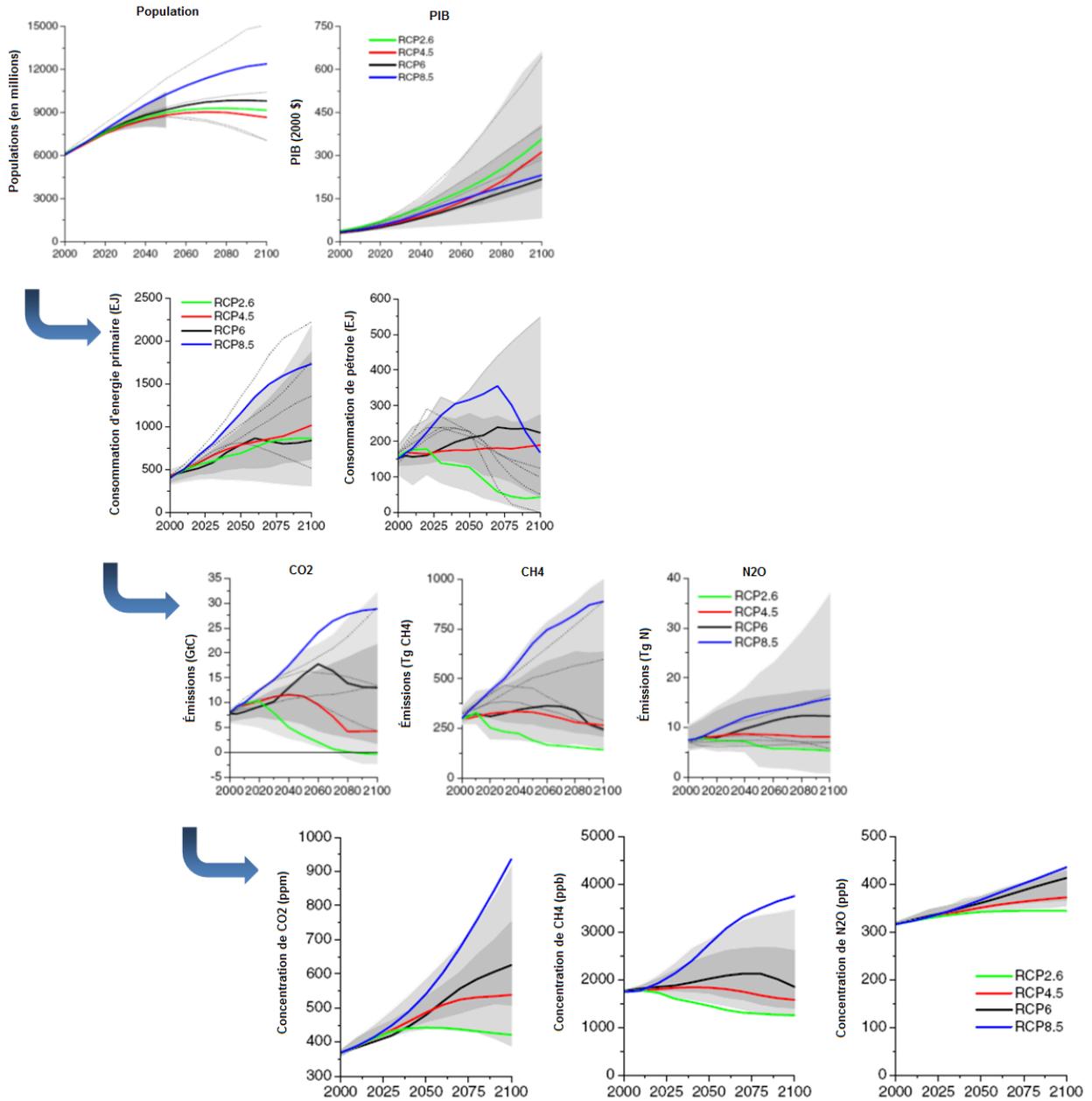
multimodèles par l'intermédiaire de son Groupe de travail sur la modélisation couplée et du Projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP<sup>2</sup>). Les résultats présentés dans les sections qui suivent sont tirés de ceux du CMIP5, lesquels figuraient également dans la contribution du Groupe de travail I au cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013 : voir les chapitres 9, 11 et 12 et l'annexe I).

Les prévisions du CMIP5 utilisent les profils représentatifs d'évolution de concentration (ou RCP, de l'anglais « Representative Concentration Pathways »), lesquels définissent des scénarios futurs plausibles du forçage anthropique, qui vont d'un scénario à faibles émissions caractérisé par une atténuation active (RCP 2.6) à un scénario à fortes émissions (RCP 8.5) en passant par deux scénarios intermédiaires (RCP 4.5 et RCP 6)<sup>3</sup>. La figure 4 illustre un certain nombre des hypothèses à l'origine de ces scénarios. Ces scénarios font appel à diverses combinaisons de prévisions de la croissance démographique, de l'activité économique, de l'intensité énergétique et du développement socioéconomique. Ces combinaisons mènent à leur tour à des calculs de la consommation d'énergie et des émissions connexes et, enfin, des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et des forçages climatiques. Ces scénarios RCP alimentent ensuite les modèles climatiques du système terrestre, lesquels simulent la réaction du système climatique et les conditions climatiques qui en découlent.

---

<sup>2</sup> Chaque nouveau cycle du CMIP est désigné par le terme « phase ». Les résultats de la phase 5, ou CMIP5, concordaient avec le cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC*. À la publication du présent document, la planification du CMIP6 avait déjà commencé.

<sup>3</sup> La description des profils représentatifs d'évolution de concentration et de leur évolution se trouve dans Moss *et al.*, 2010, et Van Vuuren *et al.*, 2011.



**Figure 4 :** Hypothèses socioéconomiques (première rangée), sur l'intensité énergétique (deuxième rangée), sur les émissions de gaz à effet de serre (troisième rangée), et enfin sur la concentration des gaz à effet de serre (dernière rangée) à l'origine des profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) utilisés dans les projections climatiques. Source : van Vuuren *et al.*, 2011 (reproduction autorisée).

Une des nouveautés du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC (RE5)* est l'Atlas des projections climatiques mondiales et régionales (annexe 1, GIEC, 2013), qui fournit une synthèse des résultats de l'ensemble multimodèle CMIP5. Cependant, le découpage régional qui figure dans cet Atlas n'est pas optimal pour les études d'impact et la planification des mesures d'adaptation au Canada : l'ouest du Canada est rattaché à l'ouest des États-Unis et à l'Alaska, et l'est du Canada est rattaché au Groenland et à l'Islande (mais séparé de l'ouest du Canada). Nous avons donc généré, à partir de l'ensemble multimodèle, des résultats propres au Canada, à l'aide des données de sorties de 29 modèles CMIP5 dont les résultats étaient disponibles pour les simulations historiques et pour les profils RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5 (les résultats du profil RCP 6.0 sont également disponibles, mais ils proviennent d'un plus petit nombre de modèles, c'est pourquoi ce scénario n'est pas illustré ici). Le tableau 2 contient plus de précisions sur les modèles ayant servi dans le présent document.

Les résultats du modèle climatique d'ensemble incluent les données de sortie d'une vaste gamme de variables climatiques, telles que les températures, les précipitations, l'épaisseur de neige, le pH et la salinité des océans, l'humidité des sols, le rayonnement solaire descendant, et bien d'autres. Le lien ci-après contient une liste complète des résultats du modèle canadien (CanESM2) : <http://www.cccma.ec.gc.ca/french/data/cgcm4/CanESM2/index.shtml>. Le présent document met l'accent sur l'évolution des températures et des précipitations au Canada.

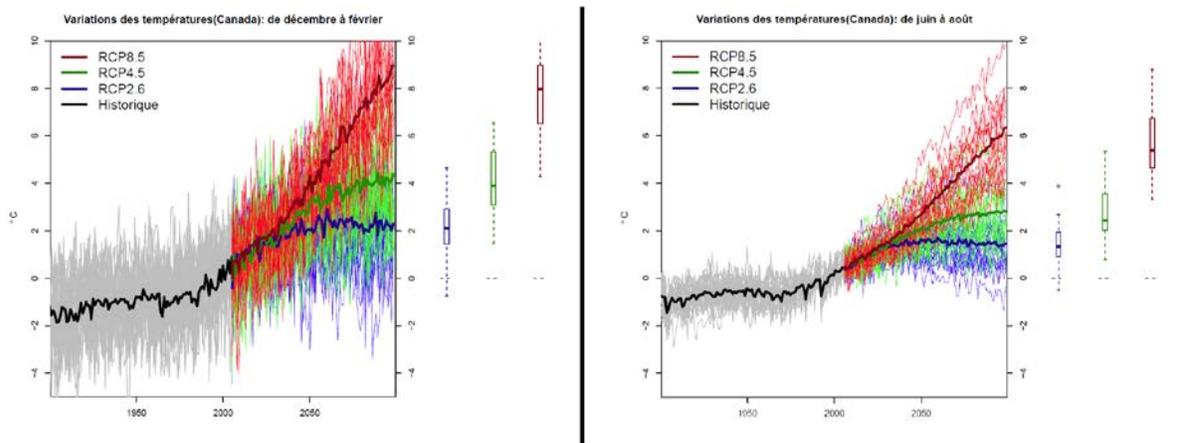
**Tableau 2 :** Renseignements sur les modèles CMIP5 dont les résultats ont servi à produire le scénario climatique des figures 5 à 10.

Nom du modèle	Lieu d'origine	Institution
BCC-CSM1-1 BCC-CSM1-1-m	Chine	Beijing Climate Centre, China Meteorological Administration
BNU-ESM	Chine	Beijing Normal University
CanESM2	Canada	Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique, Division de la recherche climatique, Environnement Canada
CCSM4 CESM1-CAM5 CESM1-WACCM	États-Unis	National Center for Atmospheric Research
CNRM-CM5	France	Centre National de Recherches Météorologiques et Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique
CSIRO-Mk3.6.0	Australie	Queensland Climate Change Centre of Excellence et Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
EC-Earth	Europe	Consortium d'institutions européennes
FGOALS-g2	Chine	State Key Laboratory of Numerical Modelling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics, Institute of Atmospheric Physics
FIO-ESM	Chine	First Institute of Oceanography, State Oceanographic Administration
GFDL-CM3 GFDL-ESM2G GFDL-ESM2M	États-Unis	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory du NOAA
GISS-E2-H GISS-E2-R	États-Unis	NASA Goddard Institute for Space Studies
HadGEM2-AO HadGEM2-ES	Royaume-Uni	Met Office Hadley Centre, Royaume-Uni
IPSL-CM5A-LR IPSL-CM5A-MR	France	Institut Pierre-Simon Laplace
MIROC-ESM MIROC-ESM-CHEM MIROC5	Japon	Université de Tokyo, National Institute for Environmental Studies et l'agence japonaise pour la science et la technologie Mer-Terre
MPI-ESM-LR MPI-ESM-MR	Allemagne	Max Planck Institute for Meteorology
MRI-CGCM3	Japon	Meteorological Research Institute
NorESM1-M NorESM1-ME	Norvège	Norwegian Climate Centre

### 3.1 Scénarios de température

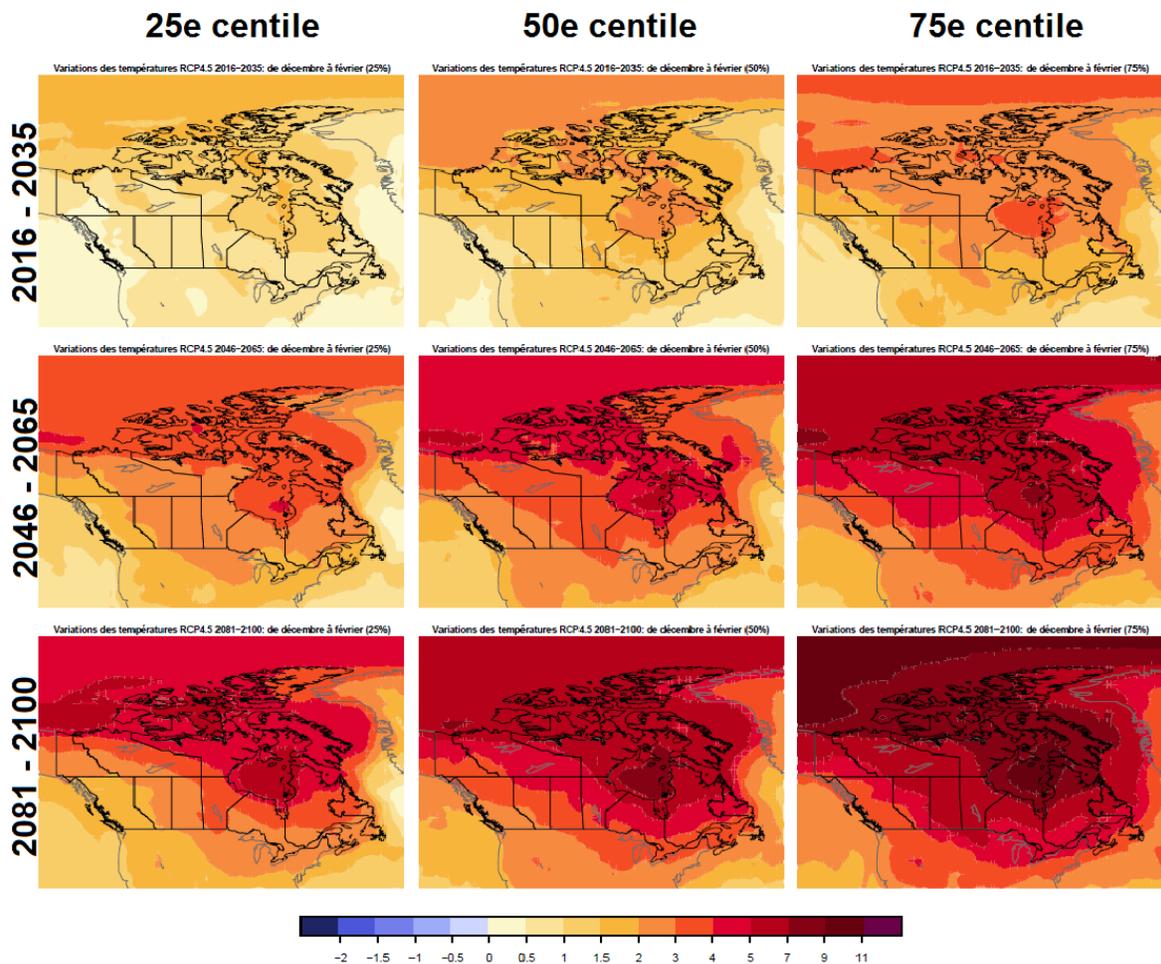
Dans les sections suivantes, des projections multimodèles des changements climatiques (par rapport à la période de référence de 1986 à 2005) sont illustrées pour le Canada. Le format des figures présentées ici concorde autant que possible avec les figures analogues de l'Atlas du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013 – Annexe I) précédemment cité afin de permettre une comparaison directe.

Les séries chronologiques des anomalies de températures, calculées en moyenne pour tout le Canada et couvrant la période historique (simulée par les modèles CMIP5) et le futur (jusqu'en 2100), sont illustrées à la figure 5. Les résultats de trois scénarios de forçage futurs (RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5) sont fournis. Les lignes fines individuelles sont les résultats des modèles individuels énumérés au tableau 2, et la ligne épaisse représente la moyenne de l'ensemble multimodèle. Les anomalies de température sont définies par rapport aux températures de la période de référence 1986-2005. La plage de valeurs, quantifiée par les tracés en rectangle et moustaches à droite de chaque panneau, résulte de la variabilité climatique naturelle (simulée par les modèles) et des différences dans la représentation détaillée des processus physiques de chaque modèle. Comme on peut le constater en comparant ces tracés à ceux de la moyenne mondiale dans l'Atlas du GIEC (GIEC, 2013, annexe I, p. 1318 et 1319), les changements historiques et ceux prévus au Canada sont beaucoup plus grands (d'environ 50 %) que ceux de l'aire continentale *mondiale*.

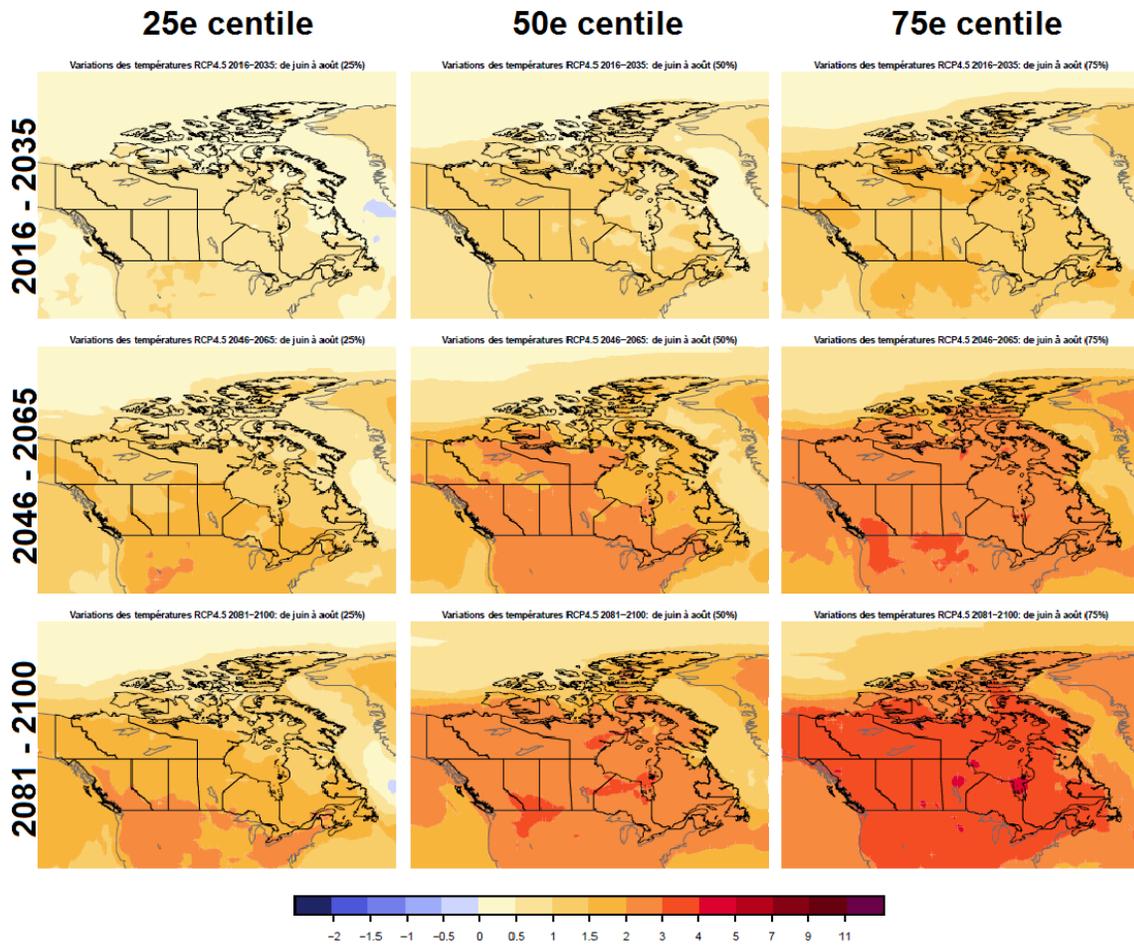


**Figure 5 :** Séries chronologiques des variations des températures historiques et projetées pour les moyennes de décembre à février (gauche) et de juin à août (droite), simulées par l'ensemble multimodèle CMIP5. Comme dans l'annexe I du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013), les courbes individuelles représentent les résultats de simulation des modèles individuels, tandis que les lignes épaisses indiquent la moyenne de l'ensemble. Les résultats indiqués ne concernent que les aires continentales canadiennes. Les variations sont calculées par rapport à la période 1986-2005. La répartition parmi les modèles, clairement visible dans les fines courbes, est quantifiée par les tracés en rectangle et moustaches à droite de chaque panneau. Ils illustrent, pour la période de 2081 à 2100, les valeurs du 5<sup>e</sup> centile, du 25<sup>e</sup> centile, du 50<sup>e</sup> centile (médiane), du 75<sup>e</sup> centile et du 95<sup>e</sup> centile.

Même au Canada, les changements climatiques, selon les projections, ne devraient pas être uniformes; les moyennes nationales pourraient donc ne pas convenir dans un grand nombre de cas. Les figures 6 et 7 montrent des cartes des variations des températures produites au moyen de l'ensemble multimodèle CMIP5, selon le scénario RCP 4.5. Des cartes semblables pour les scénarios des autres profils représentatifs d'évolution de concentration sont disponibles sur le site des données et scénarios climatiques canadiens (<http://ccds-dscc.ec.gc.ca/index.php?page=main&lang=fr>). Le RCP 4.5 est utilisé ici aux fins d'illustration (comme dans l'Atlas du GIEC) et son utilisation ici ne signifie pas qu'il est plus probable que les autres profils représentatifs d'évolution de concentration.



**Figure 6 :** Cartes des variations des températures hivernales selon les projections de l'ensemble multimodèle CMIP5 pour le scénario RCP 4.5; moyenne de la période de décembre à février. Les variations sont calculées par rapport à la période de référence de 1986 à 2005. Comme dans l'Atlas du GIEC (GIEC, 2013), la rangée supérieure montre les résultats pour la période de 2016 à 2035, la rangée du milieu montre les résultats pour la période de 2046 à 2065 et la rangée inférieure montre les résultats pour la période de 2081 à 2100. Pour chaque rangée, le panneau de gauche indique le 25<sup>e</sup> centile des variations de température simulées (25 % des simulations indiquent un réchauffement moins important), le panneau du milieu le 50<sup>e</sup> centile (médiane), et le panneau de droite le 75<sup>e</sup> centile. L'échelle de couleurs indique les variations des températures en °C. Les variations positives (réchauffement) sont indiquées par des couleurs allant du jaune au rouge, et les refroidissements en bleu, conformément à l'échelle de couleurs utilisée dans l'annexe I du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013).



**Figure 7 :** Cartes des variations des températures estivales selon les projections de l'ensemble multimodèle CMIP5 pour le scénario RCP 4.5; moyenne de la période de juin à août. Les variations sont calculées par rapport à la période de référence de 1986 à 2005. Comme dans l'Atlas du GIEC (GIEC, 2013), la rangée supérieure montre les résultats pour la période de 2016 à 2035, la rangée du milieu montre les résultats pour la période de 2046 à 2065 et la rangée inférieure montre les résultats pour la période de 2081 à 2100. Pour chaque rangée, le panneau de gauche indique le 25<sup>e</sup> centile, le panneau du milieu indique le 50<sup>e</sup> centile (médiane), et le panneau de droite indique le 75<sup>e</sup> centile. L'échelle de couleurs indique les variations des températures en °C. Les variations positives (réchauffement) sont indiquées par des couleurs allant du jaune au rouge, et les refroidissements en bleu, conformément à l'échelle de couleurs utilisée dans l'annexe I du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013).

### 3.1.1 Tableaux récapitulatifs des températures

Les tableaux 3 et 4 fournissent des valeurs moyennes pour tout le Canada et chaque province et territoire, pour les 50<sup>e</sup> (médiane), 25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> centiles des variations des températures, et pour les trois périodes futures illustrées dans les figures précédentes. Ces tableaux contiennent également les projections correspondant aux scénarios RCP 2.6 et RCP 8.5. Comme le montrent les figures 6 et 7, les variations des températures prévues ne sont pas constantes dans une province ou un territoire, mais les tableaux sont fournis pour guider les activités d'évaluation à l'échelle de la province ou du territoire qui peuvent nécessiter des données établies en moyenne pour la zone concernée.

**Tableau 3** : Renseignements récapitulatifs sur les changements dans les températures hivernales prévues (en °C, par rapport à la période de référence de 1986 à 2005), avec une moyenne couvrant la période allant de décembre à février pour trois périodes à venir et trois RCP. Le tableau présente des valeurs pour le 50<sup>e</sup> centile (a), le 25<sup>e</sup> centile (b) et le 75<sup>e</sup> centile (c).

(a) 50 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	1,4	2,2	2,4	1,5	3,2	4,2	1,8	4,4	8,2
<i>Alberta</i>	1,2	1,9	2,2	1,2	2,9	3,6	1,8	3,7	6,9
<i>Colombie-Britannique</i>	1,1	1,7	1,8	1,1	2,4	3,1	1,5	3,1	5,7
<i>Manitoba</i>	1,5	2,4	2,7	1,7	3,6	4,8	2,2	5,0	9,5
<i>Nouveau-Brunswick</i>	1,1	1,7	2,1	1,3	2,7	3,5	1,4	3,6	6,4
<i>Terre-Neuve-et-Labrador</i>	1,3	2,2	2,3	1,3	2,9	4,1	1,5	4,3	7,7
<i>Territoires du Nord-Ouest</i>	2,1	2,8	3,1	1,9	4,3	5,4	2,2	6,1	12,3
<i>Nouvelle-Écosse</i>	1,0	1,5	1,9	1,2	2,3	2,9	1,3	3,0	5,4
<i>Nunavut</i>	1,9	3,1	3,0	2,0	4,4	5,9	2,2	6,5	12,9
<i>Ontario</i>	1,4	2,2	2,4	1,6	3,2	4,4	1,9	4,6	8,2
<i>Île-du-Prince-Édouard</i>	1,1	1,7	2,1	1,3	2,7	3,4	1,4	3,4	6,0
<i>Québec</i>	1,6	2,5	2,7	1,6	3,4	4,8	1,8	5,2	9,1
<i>Saskatchewan</i>	1,3	2,2	2,5	1,4	3,3	4,2	2,0	4,3	8,1
<i>Yukon</i>	1,8	2,1	2,3	1,5	3,3	4,1	1,9	4,4	8,1

(b) 25 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	0,9	1,6	1,5	1,0	2,5	3,2	1,2	3,7	7,2
Alberta	0,6	1,3	1,3	0,7	2,2	2,1	1,0	2,7	5,5
Colombie-Britannique	0,5	1,1	1,2	0,5	1,7	1,9	0,9	2,2	4,5
Manitoba	0,9	1,8	1,5	1,0	2,8	3,5	1,3	3,7	7,4
Nouveau-Brunswick	0,8	1,3	1,4	0,7	2,0	2,9	1,0	3,0	5,6
Terre-Neuve-et-Labrador	0,8	1,4	1,3	0,8	2,2	3,1	1,0	3,4	6,5
Territoires du Nord-Ouest	1,3	2,0	1,8	1,2	3,1	4,1	1,7	4,8	9,4
Nouvelle-Écosse	0,7	1,1	1,0	0,7	1,7	2,4	0,9	2,5	4,7
Nunavut	1,4	2,2	2,0	1,4	3,4	4,7	1,7	5,4	10,5
Ontario	0,8	1,5	1,4	0,9	2,4	3,1	1,2	3,4	6,9
Île-du-Prince-Édouard	0,8	1,3	1,3	0,8	1,8	2,7	1,0	2,7	5,3
Québec	0,9	1,6	1,5	1,0	2,6	3,6	1,3	4,0	8,0
Saskatchewan	0,7	1,6	1,5	0,9	2,6	2,8	1,4	3,1	6,5
Yukon	0,8	1,3	1,6	0,7	2,0	2,8	1,3	3,2	6,1

(c) 75 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	2,1	3,1	3,4	2,2	4,3	5,7	2,4	5,7	10,8
Alberta	1,9	2,8	2,8	1,9	3,9	4,7	2,3	4,8	7,8
Colombie-Britannique	1,7	2,4	2,5	1,5	3,1	3,7	2,0	3,9	6,6
Manitoba	2,1	3,3	3,4	2,4	4,4	6,1	2,7	6,1	10,9
Nouveau-Brunswick	1,4	2,3	2,7	1,8	3,3	4,3	1,9	4,4	7,3
Terre-Neuve-et-Labrador	1,8	3,0	3,3	2,0	3,7	4,9	2,2	5,2	9,0
Territoires du Nord-Ouest	2,7	3,8	4,1	2,7	5,5	7,4	3,1	7,3	14,4
Nouvelle-Écosse	1,3	2,1	2,5	1,6	2,9	3,7	1,6	3,6	6,2
Nunavut	2,7	4,2	4,6	2,8	5,7	7,9	3,0	7,7	16,1
Ontario	1,9	2,8	3,0	2,0	4,1	5,3	2,2	5,4	9,7
Île-du-Prince-Édouard	1,6	2,5	2,9	1,8	3,2	4,1	1,8	4,1	6,7
Québec	2,1	3,4	3,8	2,2	4,6	6,1	2,5	6,1	10,8
Saskatchewan	2,0	3,0	3,1	2,1	4,1	5,5	2,4	5,5	9,1
Yukon	2,5	3,0	3,1	2,0	4,3	5,1	2,4	5,3	10,0

**Tableau 4 :** Renseignements récapitulatifs sur les changements dans les températures estivales prévues (en °C, par rapport à la période de référence de 1986 à 2005), avec une moyenne couvrant la période allant de juin à août pour trois périodes à venir et trois RCP. Le tableau présente des valeurs pour le 50<sup>e</sup> centile (a), le 25<sup>e</sup> centile (b) et le 75<sup>e</sup> centile (c).

(a) 50 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016–2035	2046–2065	2081–2100	2016–2035	2046–2065	2081–2100	2016–2035	2046–2065	2081–2100
<b>Canada</b>	1,0	1,5	1,4	1,1	2,0	2,6	1,2	2,9	5,4
Alberta	1,1	1,5	1,4	1,1	2,2	2,7	1,4	3,2	5,9
Colombie-Britannique	1,1	1,5	1,5	1,2	2,2	2,7	1,3	3,0	5,6
Manitoba	1,2	1,5	1,5	1,2	2,2	3,0	1,4	3,4	6,3
Nouveau-Brunswick	1,0	1,5	1,4	1,1	2,1	2,5	1,2	3,0	5,4
Terre-Neuve-et-Labrador	0,8	1,2	1,2	0,8	1,7	2,2	1,0	2,5	4,6
Territoires du Nord-Ouest	1,1	1,5	1,4	1,1	2,1	2,4	1,2	2,9	5,1
Nouvelle-Écosse	0,9	1,5	1,3	1,0	1,9	2,4	1,1	2,7	4,9
Nunavut	1,0	1,4	1,2	0,9	1,8	2,4	1,1	2,6	4,8
Ontario	1,1	1,4	1,3	1,1	2,1	2,9	1,3	3,1	6,0
Île-du-Prince-Édouard	0,9	1,6	1,4	1,1	2,0	2,5	1,2	2,9	5,1
Québec	0,9	1,4	1,3	1,0	1,9	2,6	1,2	2,8	5,3
Saskatchewan	1,2	1,5	1,5	1,2	2,3	2,8	1,4	3,4	6,3
Yukon	1,1	1,4	1,3	1,1	1,9	2,4	1,1	2,6	4,9

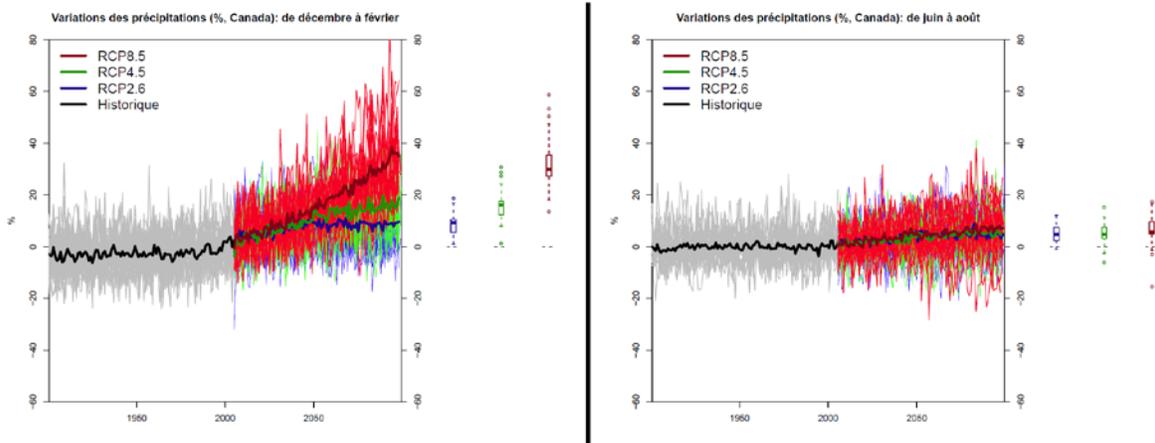
(b) 25 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016–2035	2046–2065	2081–2100	2016–2035	2046–2065	2081–2100	2016–2035	2046–2065	2081–2100
<b>Canada</b>	0,7	0,9	0,8	0,7	1,4	1,7	0,9	2,2	4,2
Alberta	0,8	0,9	0,8	0,9	1,5	1,8	1,1	2,3	4,4
Colombie-Britannique	0,8	1,0	0,9	0,9	1,5	2,0	0,9	2,3	4,3
Manitoba	0,8	1,0	0,9	0,9	1,7	1,9	1,0	2,7	4,9
Nouveau-Brunswick	0,8	1,0	0,8	0,7	1,5	2,0	1,0	2,4	4,4
Terre-Neuve-et-Labrador	0,5	0,7	0,6	0,5	1,2	1,5	0,8	1,9	3,9
Territoires du Nord-Ouest	0,7	0,9	0,9	0,8	1,4	1,7	0,9	2,1	4,0
Nouvelle-Écosse	0,7	1,0	0,9	0,7	1,5	1,9	0,9	2,2	4,2
Nunavut	0,5	0,7	0,6	0,5	1,1	1,3	0,6	1,8	3,4
Ontario	0,8	1,0	0,9	0,8	1,6	1,8	1,0	2,6	4,7
Île-du-Prince-Édouard	0,7	1,0	0,8	0,7	1,6	2,0	1,0	2,4	4,2
Québec	0,6	0,9	0,8	0,6	1,4	1,7	0,9	2,2	4,1
Saskatchewan	0,9	1,0	0,8	0,9	1,7	1,9	1,1	2,6	4,9
Yukon	0,7	0,9	0,8	0,7	1,5	1,7	0,7	1,9	3,8

(c) 75 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	1,5	2,0	2,0	1,4	2,6	3,4	1,6	3,6	6,6
Alberta	1,4	2,1	2,1	1,4	2,6	3,5	1,6	3,8	6,8
Colombie-Britannique	1,4	2,1	2,2	1,5	2,8	3,6	1,6	3,8	6,8
Manitoba	1,7	2,4	2,2	1,5	2,9	4,1	1,8	4,2	7,8
Nouveau-Brunswick	1,4	2,1	1,8	1,4	2,6	3,5	1,6	3,7	6,3
Terre-Neuve-et-Labrador	1,2	1,8	1,7	1,3	2,3	3,0	1,3	3,2	5,9
Territoires du Nord-Ouest	1,6	2,2	2,1	1,5	2,7	3,4	1,6	3,7	6,8
Nouvelle-Écosse	1,2	1,8	1,8	1,5	2,4	3,2	1,5	3,4	5,9
Nunavut	1,5	2,0	2,1	1,4	2,5	3,2	1,5	3,4	6,6
Ontario	1,5	2,2	2,0	1,4	2,8	3,6	1,6	3,9	6,9
Île-du-Prince-Édouard	1,3	2,1	1,9	1,4	2,5	3,3	1,6	3,4	6,0
Québec	1,3	2,0	1,9	1,3	2,6	3,3	1,5	3,5	6,3
Saskatchewan	1,6	2,3	2,2	1,5	2,7	3,9	1,7	4,0	7,5
Yukon	1,5	2,0	2,0	1,5	2,6	3,4	1,5	3,7	6,4

### 3.2 Précipitations

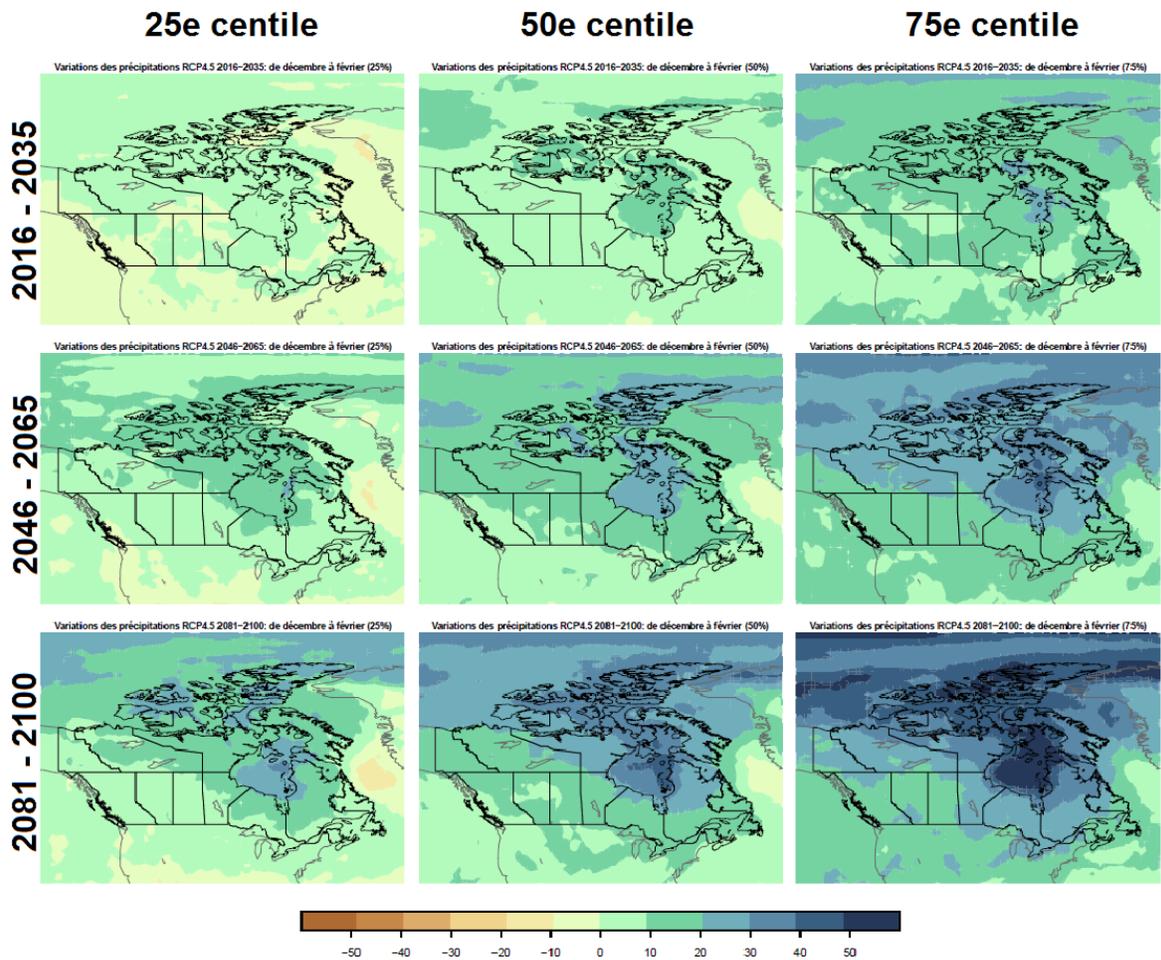
Dans cette section, des projections multimodèles des changements climatiques (par rapport à la période de référence 1986-2005) sont illustrées pour les précipitations au Canada. Le format de ces figures concorde autant que possible avec les figures analogues de l'Atlas du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013 – Annexe I) précédemment cité afin de permettre une comparaison directe.

Les séries chronologiques des anomalies de précipitations (en pourcentage par rapport à la moyenne de 1986 à 2005), calculées en moyenne pour tout le Canada et couvrant la période historique (simulée par les modèles CMIP5) et le futur (jusqu'en 2100), sont illustrées à la figure 8. Les résultats de trois scénarios de forçage futurs (RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5) sont fournis. Les lignes fines individuelles sont les résultats des modèles individuels énumérés au tableau 2, et la ligne épaisse représente la moyenne de l'ensemble multimodèle. La plage de valeurs, quantifiée par les tracés en rectangle et moustaches à droite de chaque panneau, résulte de la variabilité climatique naturelle (simulée par les modèles) et des différences dans la représentation détaillée des processus physiques de chaque modèle.

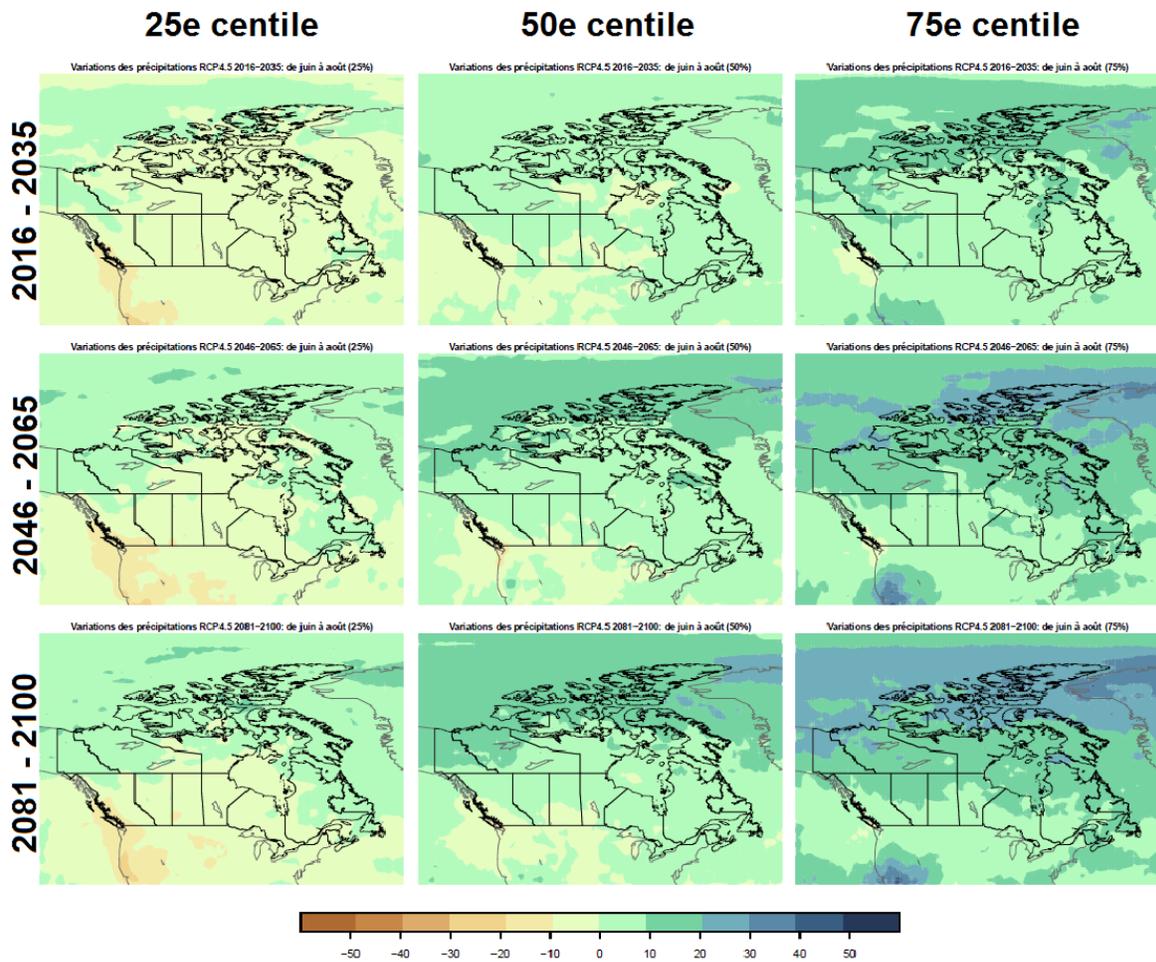


**Figure 8 :** Séries chronologiques des variations des précipitations historiques et prévues pour la moyenne de décembre à février (gauche) et de juin à août (droite), simulées par l'ensemble multimodèle CMIP5. Comme dans l'annexe I du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013), les courbes individuelles représentent les résultats de simulation des modèles individuels, tandis que les lignes épaisses indiquent la moyenne de l'ensemble. Les résultats indiqués ne concernent que les aires continentales canadiennes. Les variations sont calculées en pourcentage par rapport à la période 1986-2005. La répartition parmi les modèles, clairement visible dans les fines courbes, est quantifiée par les tracés en rectangle et moustaches à droite de chaque panneau. Ils illustrent, pour la période de 2081 à 2100, les valeurs du 5<sup>e</sup> centile, du 25<sup>e</sup> centile, du 50<sup>e</sup> centile (médiane), du 75<sup>e</sup> centile et du 95<sup>e</sup> centile.

Comme il était illustré pour les températures dans les figures 6 et 7, les figures 9 et 10 montrent des cartes des variations des précipitations issues de l'ensemble multimodèle CMIP5, selon le scénario RCP 4.5. Des cartes semblables pour les scénarios des autres profils représentatifs d'évolution de concentration sont disponibles sur le site des données et scénarios climatiques canadiens (<http://ccds-dscc.ec.gc.ca/index.php?page=main&lang=fr>). Le RCP 4.5 est utilisé ici aux fins d'illustration (comme dans l'Atlas du GIEC) et son utilisation ici ne signifie pas qu'il est plus probable que les autres profils représentatifs d'évolution de concentration.



**Figure 9 :** Cartes des variations des précipitations hivernales selon les projections de l'ensemble multimodèle CMIP5 pour le scénario RCP 4.5; moyenne de la période de décembre à février. Les variations sont calculées par rapport à la période de référence de 1986 à 2005. Comme dans l'Atlas du GIEC (GIEC, 2013), la rangée supérieure montre les résultats pour la période de 2016 à 2035, la rangée du milieu montre les résultats pour la période de 2046 à 2065 et la rangée inférieure montre les résultats pour la période de 2081 à 2100. Pour chaque rangée, le panneau de gauche indique le 25<sup>e</sup> centile, le panneau du milieu indique le 50<sup>e</sup> centile (médiane), et le panneau de droite indique le 75<sup>e</sup> centile. L'échelle de couleurs indique les variations des précipitations en %. Les variations positives (augmentation des précipitations) sont indiquées par des couleurs vertes et les diminutions, par des couleurs allant du jaune au marron, conformément à l'échelle de couleurs utilisée dans l'annexe I du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013).



**Figure 10** : Cartes des variations des précipitations estivales selon les projections de l'ensemble multimodèle CMIP5 pour le scénario RCP 4.5; moyenne de la période de juin à août. Les variations sont calculées par rapport à la période de référence de 1986 à 2005. Comme dans l'Atlas du GIEC (GIEC, 2013), la rangée supérieure montre les résultats pour la période de 2016 à 2035, la rangée du milieu montre les résultats pour la période de 2046 à 2065 et la rangée inférieure montre les résultats pour la période de 2081 à 2100. Pour chaque rangée, le panneau de gauche indique le 25<sup>e</sup> centile, le panneau du milieu indique le 50<sup>e</sup> centile (médiane), et le panneau de droite indique le 75<sup>e</sup> centile. L'échelle de couleurs indique les variations des précipitations en %. Les variations positives (augmentation des précipitations) sont indiquées par des couleurs vertes et les diminutions, par des couleurs allant du jaune au marron, conformément à l'échelle de couleurs utilisée dans l'annexe I du cinquième *Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2013).

### 3.2.1 Tableaux récapitulatifs des précipitations

Les tableaux 5 et 6 fournissent des valeurs moyennes pour tout le Canada et chaque province et territoire, pour les 50<sup>e</sup> (médiane), 25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> centiles des variations des précipitations, et pour les trois périodes futures illustrées dans les figures 9 et 10. Ces tableaux contiennent également les projections correspondant aux scénarios RCP 2.6 et RCP 8.5. Comme le montrent clairement les figures, les variations des précipitations prévues ne sont pas constantes dans une province ou un territoire, mais les tableaux sont fournis pour guider les activités d'évaluation à

l'échelle de la province ou du territoire qui peuvent nécessiter des données établies en moyenne pour la zone concernée.

**Tableau 5** : Renseignements récapitulatifs sur les changements dans les précipitations hivernales prévues (changement en pourcentage par rapport à la période de référence de 1986 à 2005), avec une moyenne couvrant la période allant de décembre à février pour trois périodes à venir et trois RCP. Le tableau présente des valeurs pour le 50<sup>e</sup> centile (a), le 25<sup>e</sup> centile (b) et le 75<sup>e</sup> centile (c).

<b>(a) 50<sup>e</sup> centile</b>	<b>RCP 2.6</b>			<b>RCP 4.5</b>			<b>RCP 8.5</b>		
	<b>2016– 2035</b>	<b>2046– 2065</b>	<b>2081– 2100</b>	<b>2016– 2035</b>	<b>2046– 2065</b>	<b>2081– 2100</b>	<b>2016– 2035</b>	<b>2046– 2065</b>	<b>2081– 2100</b>
<b>Canada</b>	5,4	9,1	9,1	5,9	12,9	17,6	7,2	18,1	37,8
Alberta	3,1	6,7	7,9	5,9	10,8	11,6	4,3	10,8	20,4
Colombie-Britannique	1,6	6,4	7,5	4,3	8,7	10,8	3,4	10,0	17,9
Manitoba	5,3	10,7	9,0	6,4	12,7	16,5	6,6	16,2	28,9
Nouveau-Brunswick	4,8	6,7	3,5	5,2	8,9	11,9	5,8	11,4	19,0
Terre-Neuve-et-Labrador	3,2	5,8	6,3	5,0	9,5	14,5	4,8	12,0	23,2
Territoires du Nord-Ouest	7,1	11,9	10,9	6,8	15,4	19,5	8,2	19,7	42,9
Nouvelle-Écosse	2,8	2,5	3,0	2,8	5,4	8,7	3,7	8,3	13,9
Nunavut	7,2	13,6	15,4	8,8	19,0	28,7	10,9	29,1	66,4
Ontario	5,3	8,9	7,9	5,7	12,9	16,4	6,6	17,5	31,8
Île-du-Prince-Édouard	3,0	5,2	5,3	5,3	7,5	10,8	5,3	10,7	17,1
Québec	6,2	10,2	9,9	6,5	14,9	21,2	7,5	20,7	39,8
Saskatchewan	4,1	8,1	8,4	5,7	11,0	11,7	5,3	12,1	22,2
Yukon	7,3	9,7	11,0	5,9	14,1	14,7	5,9	15,8	29,9

<b>(b) 25<sup>e</sup> centile</b>	<b>RCP 2.6</b>			<b>RCP 4.5</b>			<b>RCP 8.5</b>		
	<b>2016– 2035</b>	<b>2046– 2065</b>	<b>2081– 2100</b>	<b>2016– 2035</b>	<b>2046– 2065</b>	<b>2081– 2100</b>	<b>2016– 2035</b>	<b>2046– 2065</b>	<b>2081– 2100</b>
<b>Canada</b>	-0,5	1,9	2,0	0,1	6,2	9,1	0,4	10,5	24,8
Alberta	-1,8	2,5	2,0	0,6	5,7	5,7	0,2	5,2	12,2
Colombie-Britannique	-2,6	1,5	1,7	-0,6	2,7	3,4	-1,4	2,6	9,0
Manitoba	0,4	3,5	3,6	0,6	7,8	9,2	1,2	10,0	17,0
Nouveau-Brunswick	1,1	1,0	0,9	-0,7	3,6	7,0	-0,2	6,0	13,1
Terre-Neuve-et-Labrador	-2,4	-0,1	1,0	-0,3	2,9	6,5	0,6	6,5	14,2
Territoires du Nord-Ouest	1,2	5,2	5,1	2,0	9,7	12,4	2,5	12,9	29,7
Nouvelle-Écosse	-0,1	-2,2	0,3	-1,8	2,9	4,1	1,7	3,0	7,7
Nunavut	1,5	4,5	6,0	2,2	12,0	17,1	2,2	19,7	47,5
Ontario	0,2	3,2	2,7	1,8	7,6	10,0	1,6	10,9	21,6
Île-du-Prince-Édouard	1,2	-2,3	2,1	-1,2	2,5	5,1	1,4	3,4	8,3
Québec	0,4	2,8	3,5	0,9	7,5	13,2	1,7	14,7	29,3
Saskatchewan	-1,0	2,1	2,9	0,1	5,6	6,7	0,4	6,2	13,1
Yukon	-0,8	3,4	4,7	0,7	8,5	8,4	1,0	9,7	18,9

(c) 75 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	12,4	17,0	17,3	12,1	20,2	26,4	13,9	26,7	52,8
Alberta	9,9	13,1	12,6	10,8	15,2	17,6	8,7	17,9	28,8
Colombie-Britannique	7,6	12,7	14,0	9,5	14,4	17,4	8,4	17,8	27,1
Manitoba	10,6	17,0	15,3	12,2	18,7	24,5	12,3	23,6	41,8
Nouveau-Brunswick	10,1	12,4	9,9	10,1	15,2	19,1	11,3	17,3	28,6
Terre-Neuve-et-Labrador	8,1	11,8	12,9	11,7	16,1	20,8	10,6	20,7	34,8
Territoires du Nord-Ouest	13,0	18,8	18,3	11,9	22,6	27,3	13,5	27,9	55,1
Nouvelle-Écosse	6,2	7,0	7,8	6,1	9,3	14,4	6,7	12,5	21,1
Nunavut	16,8	24,4	26,0	15,7	28,7	40,4	18,7	39,8	89,8
Ontario	10,8	14,9	13,4	11,2	18,2	23,5	12,1	23,9	41,7
Île-du-Prince-Édouard	8,7	8,8	8,0	8,1	11,3	15,1	9,3	13,8	22,1
Québec	11,6	17,2	16,9	12,2	21,6	28,7	13,9	29,5	52,3
Saskatchewan	8,1	14,1	12,7	9,9	16,7	17,1	10,6	18,7	30,6
Yukon	12,3	15,3	17,8	10,7	19,3	21,2	12,4	23,2	43,2

**Tableau 6** : Renseignements récapitulatifs sur les changements dans les précipitations estivales prévues (changement en pourcentage par rapport à la période de référence de 1986 à 2005), avec une moyenne couvrant la période allant de juin à août pour trois périodes à venir et trois RCP. Le tableau présente des valeurs pour le 50<sup>e</sup> centile (a), le 25<sup>e</sup> centile (b) et le 75<sup>e</sup> centile (c).

(a) 50 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	2,8	5,0	5,2	2,2	5,1	6,5	3,0	6,4	10,6
Alberta	3,3	4,4	5,9	2,3	2,3	4,1	1,7	2,8	2,4
Colombie-Britannique	1,3	3,4	3,7	0,2	0,7	0,9	0,7	2,1	0,1
Manitoba	0,2	2,2	2,9	0,6	2,0	2,2	0,8	1,7	-1,1
Nouveau-Brunswick	2,8	1,1	3,9	3,0	3,9	4,5	3,2	4,2	7,8
Terre-Neuve-et-Labrador	3,5	4,8	4,3	3,3	5,1	5,9	3,5	6,6	11,5
Territoires du Nord-Ouest	4,5	7,4	6,8	3,5	7,8	10,1	4,5	11,1	17,8
Nouvelle-Écosse	2,8	2,2	3,6	3,0	4,4	6,4	1,7	4,3	6,8
Nunavut	4,6	6,2	5,9	3,1	8,1	10,8	5,2	11,3	22,9
Ontario	0,5	2,6	1,2	0,4	2,7	3,3	0,7	1,3	-0,5
Île-du-Prince-Édouard	0,6	1,9	2,7	3,1	3,9	6,1	2,5	5,4	6,3
Québec	2,5	4,1	4,2	2,6	5,2	5,1	3,0	5,6	6,5
Saskatchewan	1,9	2,7	4,4	0,6	1,2	1,4	0,5	1,7	-1,9
Yukon	5,0	7,4	6,8	4,5	8,9	12,0	4,5	13,2	21,1

(b) 25 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	-3,2	-1,5	-1,4	-3,4	-1,7	-0,4	-2,9	-0,6	0,7
Alberta	-2,9	-1,4	-0,3	-3,5	-4,2	-2,9	-5,1	-3,4	-7,8
Colombie-Britannique	-4,0	-2,8	-2,3	-4,7	-5,0	-5,4	-5,1	-4,0	-8,3
Manitoba	-4,2	-2,5	-2,7	-5,4	-4,7	-4,5	-4,1	-4,5	-9,1
Nouveau-Brunswick	-3,4	-2,7	-0,6	-2,2	0,2	-0,7	-2,3	-1,3	-1,1
Terre-Neuve-et-Labrador	-0,2	0,8	0,3	-0,6	0,7	2,2	-1,7	2,2	5,3
Territoires du Nord-Ouest	-1,0	1,8	0,4	-1,6	1,8	3,8	-1,7	4,4	8,9
Nouvelle-Écosse	-3,9	-3,8	-2,9	-2,2	-3,6	-1,3	-4,5	-2,2	-3,0
Nunavut	-2,4	-0,8	-0,9	-2,7	0,6	3,7	-1,0	4,0	12,6
Ontario	-3,8	-2,6	-3,4	-4,5	-3,0	-2,0	-3,5	-3,8	-8,2
Île-du-Prince-Édouard	-3,7	-4,3	-1,4	-3,1	-1,4	-2,1	-6,0	-2,4	-1,8
Québec	-2,1	0,2	-0,2	-1,3	0,6	0,5	-1,6	0,8	0,0
Saskatchewan	-3,1	-2,4	-1,1	-5,3	-4,6	-4,4	-4,9	-4,8	-9,2
Yukon	0,9	2,8	2,0	1,1	4,0	6,2	0,2	7,4	12,0

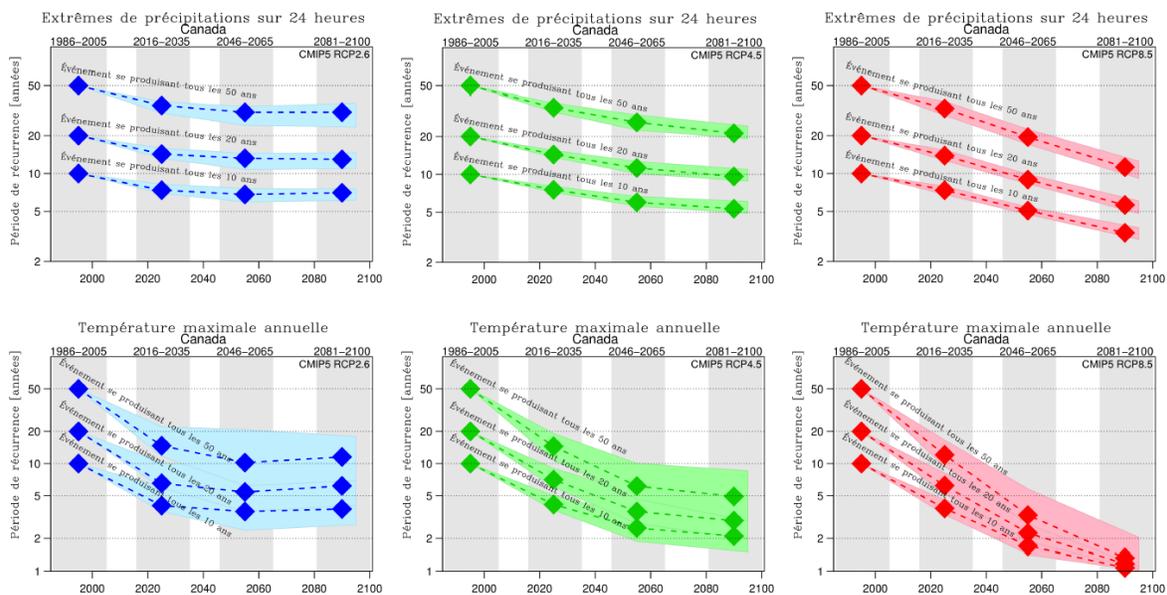
(c) 75 <sup>e</sup> centile	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100	2016– 2035	2046– 2065	2081– 2100
<b>Canada</b>	8,9	12,0	12,4	8,5	12,6	14,5	9,3	14,2	21,3
Alberta	9,1	10,0	12,0	8,4	8,4	10,9	8,0	9,2	12,9
Colombie-Britannique	7,0	9,2	9,9	5,4	6,3	7,8	7,1	8,1	8,0
Manitoba	4,5	7,7	8,4	5,2	7,5	8,7	6,6	7,4	7,4
Nouveau-Brunswick	5,8	8,6	10,1	8,2	9,1	11,3	6,6	9,9	14,8
Terre-Neuve-et-Labrador	7,3	9,8	8,8	7,8	10,7	10,5	7,9	11,2	18,6
Territoires du Nord-Ouest	10,0	13,5	13,1	9,4	15,1	17,4	10,9	18,2	27,5
Nouvelle-Écosse	7,3	8,0	9,2	7,6	9,2	9,8	5,8	8,5	15,3
Nunavut	10,8	13,4	13,8	9,5	17,1	19,1	11,2	20,1	34,2
Ontario	4,6	7,9	7,6	5,3	7,4	8,3	5,1	6,2	5,9
Île-du-Prince-Édouard	8,1	7,7	6,6	9,4	12,2	9,8	5,9	9,4	15,6
Québec	7,2	8,6	9,5	6,9	10,5	10,9	7,5	10,8	14,1
Saskatchewan	7,7	8,7	10,1	5,7	7,4	9,1	6,3	9,0	8,4
Yukon	9,7	12,6	12,9	8,7	14,7	17,6	9,8	18,6	30,8

### 3.3 Événements extrêmes

Dans le cas de nombreux impacts des changements climatiques, les changements dans la fréquence et l'ampleur des événements extrêmes sont plus importants que les changements dans les valeurs moyennes. Beaucoup d'événements extrêmes ont été analysés dans la documentation scientifique sur le climat, mais, à titre d'exemple, nous nous concentrons ici sur deux quantités de

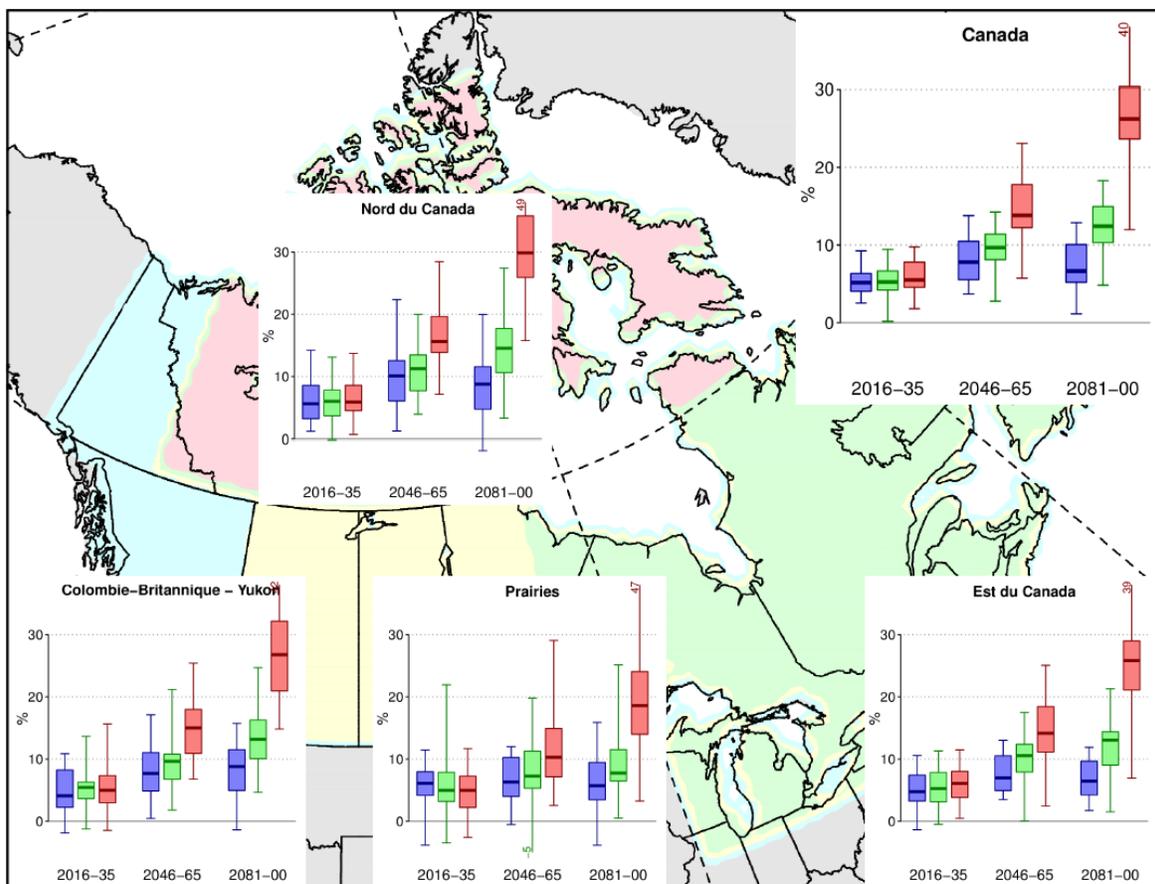
base : les changements dans la température maximale annuelle (c.-à-d. la température la plus élevée de l'année) et les changements dans les précipitations maximales annuelles calculées sur 24 heures. Puisque les modèles climatiques mondiaux fonctionnent avec des pas de temps d'environ une demi-heure, des valeurs quotidiennes minimales, maximales et moyennes peuvent être calculées, et les changements projetés fournissent une indication des changements auxquels on pourrait s'attendre à l'avenir. Une mise en garde importante, en particulier pour les précipitations, est liée au fait que la résolution spatiale des modèles climatiques mondiaux reste relativement faible (en général 100 à 250 km); les cas extrêmes de précipitations dans un modèle représentent alors les moyennes sur une zone couvrant plusieurs milliers de kilomètres carrés. De plus, il se peut que les modèles climatiques n'incluent pas tous les processus physiques qui produisent de fortes pluies à l'échelle locale. Il est important de garder à l'esprit ces limites lors de comparaisons avec les mesures prises à des stations météorologiques données.

Une façon courante d'illustrer les changements dans les événements extrêmes climatiques consiste à calculer la « période de retour » des événements d'une ampleur particulière pour différentes périodes. La période de retour représente l'intervalle moyen à long terme entre les récurrences des valeurs extrêmes. La figure 11 présente les périodes de retour projetées pour la température maximale annuelle et la quantité maximale annuelle de précipitations au cours d'une période de 24 heures. Ces représentations graphiques indiquent que le temps de récurrence, ou période de retour, pour ces cas extrêmes devrait diminuer à l'avenir, pour les deux quantités. Cela signifie que les événements extrêmes d'une ampleur particulière seront plus fréquents. Par exemple, le panneau en bas à droite de la figure 11 indique que, dans le cadre du scénario de forçage RCP 8.5, une température quotidienne maximale annuelle qui serait actuellement atteinte une fois tous les dix ans, en moyenne, deviendra un événement annuel à la fin du siècle.



**Figure 11** : Périodes de retour projetées (en années) des valeurs de retour de 10, 20 et 50 ans de la fin du 20<sup>e</sup> siècle pour les précipitations maximales annuelles sur 24 heures (rangée supérieure) et la température maximale annuelle (rangée inférieure), à l'échelle du Canada, d'après les simulations des modèles climatiques mondiaux contribuant au CMIP5 pour trois RCP (RCP 2.6 [à gauche], RCP 4.5 [au centre], RCP 8.5 [à droite]). Les valeurs sont calculées d'après l'ouvrage de Kharin *et al.*, 2013.

Comme pour la température moyenne et les précipitations, les changements dans les événements climatiques extrêmes ne sont pas uniformes à l'échelle mondiale, ou même au Canada. La figure 12 illustre les changements projetés dans les cas de précipitations extrêmes pour différentes régions du Canada ainsi que les estimations du degré d'incertitude relativement aux périodes de retour projetées.



**Figure 12 :** Changements projetés (en %) dans les valeurs de retour de 20 ans concernant les taux de précipitations maximales annuelles sur 24 heures (c.-à-d. cas extrêmes de précipitations). Les diagrammes à barres présentent les résultats des projections à l'échelle régionale pour trois horizons : 2016–2035, 2046–2065 et 2081–2100, comparativement à la période de référence de 1986 à 2005. Les barres en bleu, vert et rouge représentent les résultats des scénarios RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5, respectivement. Les projections sont basées sur les modèles climatiques mondiaux contribuant au CMIP5 et l'analyse est décrite dans Kharin *et al.*, 2013.

### 3.4 Haute résolution

Pour de nombreuses applications, les changements climatiques projetés par des modèles climatiques mondiaux ayant une résolution plutôt faible peuvent suffire. Toutefois, certaines applications nécessitent davantage de renseignements spatiaux. Cela est particulièrement vrai pour les applications dans lesquelles un modèle secondaire (tel qu'un modèle pour les cultures agricoles ou un modèle hydrologique à l'échelle d'un bassin) doit être exécuté à l'aide des données de sortie d'un modèle climatique. Dans ce cas, une réduction à l'échelle régionale à haute résolution peut être nécessaire.

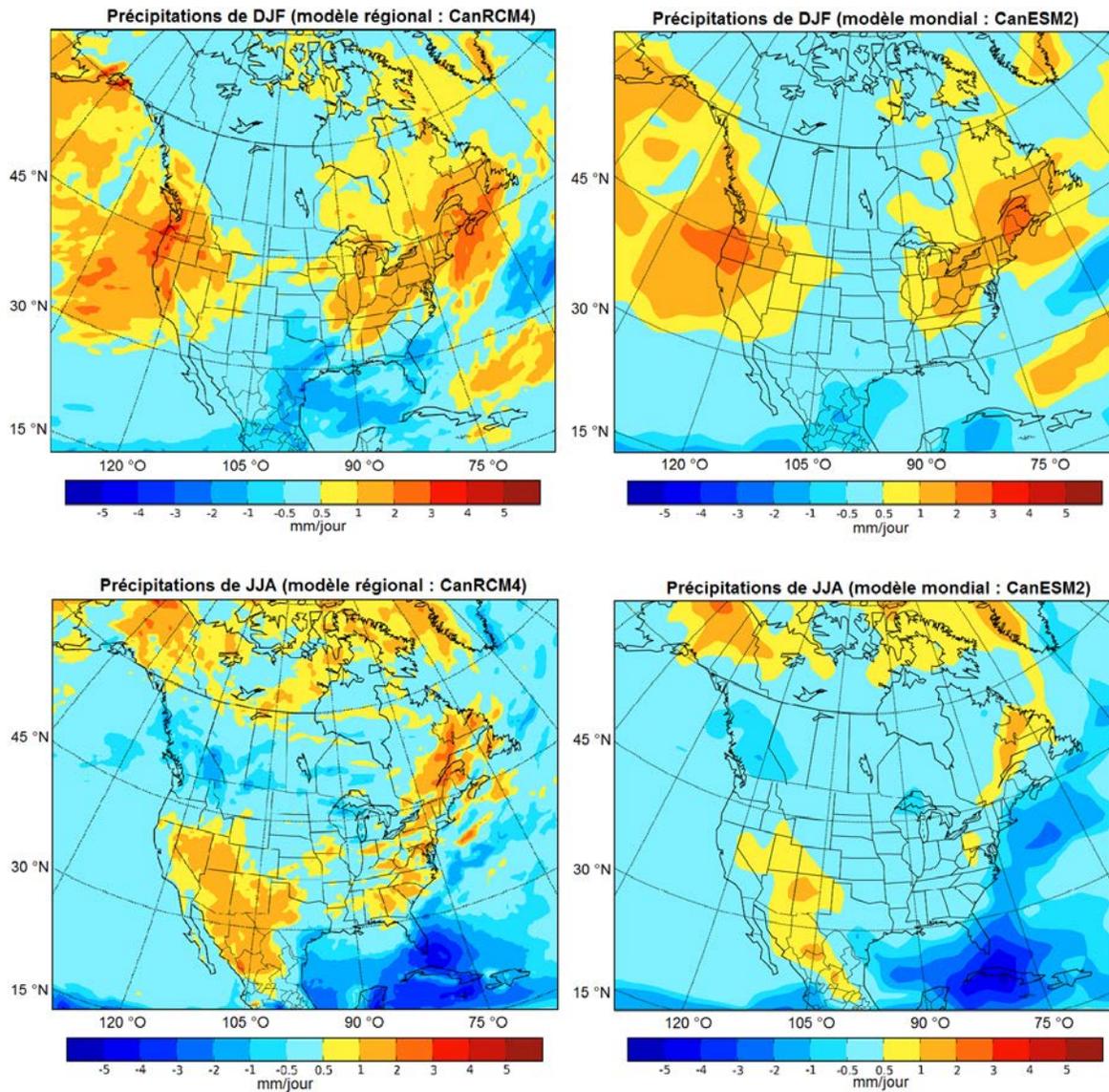
Il existe deux catégories générales de réduction d'échelle : la réduction d'échelle *dynamique*, à l'aide d'un modèle régional du climat, et la réduction d'échelle *statistique*, à l'aide de relations empiriques entre les variables météorologiques de plus grande échelle et les variables d'intérêt à l'échelle locale. La portée du présent document ne prévoit pas d'examen exhaustif et la documentation scientifique doit être consultée pour obtenir plus de renseignements sur ces méthodes (voir Hewitson et Crane, 1996; Murphy, 1999; Wilby et Wigley, 1997; Wilby *et al.*, 1998; Wilby *et al.*, 2004 et Schmidli *et al.*, 2006). Toutefois, à titre d'exemple, nous proposons ici quelques résultats provenant de deux ressources d'Environnement Canada.

#### 3.4.1 Modèle régional canadien du climat

Un nouveau modèle régional du climat, CanRCM4, a été créé d'après les « processus physiques » utilisés dans le modèle du système terrestre canadien (CanESM2). Ce modèle a été utilisé pour produire des données climatiques à échelle réduite à des résolutions de 50 et de 25 km pour les domaines couvrant l'Amérique du Nord, l'Arctique, l'Afrique et l'Europe, dans le cadre d'un effort international de réduction d'échelle. Un large éventail de résultats quotidiens et mensuels provenant de ce modèle est disponible ici :

[http://www.cccma.ec.gc.ca/french/data/canrcm/CanRCM4/index\\_cordex.shtml](http://www.cccma.ec.gc.ca/french/data/canrcm/CanRCM4/index_cordex.shtml)

La figure 13 compare les précipitations simulées par le modèle CanRCM4 (à une résolution de 25 km) à celles simulées par le modèle global canadien CanESM2. Les renseignements spatiaux fournis par une réduction d'échelle dynamique sont immédiatement apparents.



**Figure 13** : Comparaison de la simulation des précipitations du modèle régional du climat (CanRCM4, à gauche) avec celle du modèle climatique mondial (CanESM2, à droite) pour le scénario RCP8.5. La rangée supérieure présente les résultats pour la période de décembre à février et la rangée inférieure montre les résultats de juin à août. Les résultats démontrent un changement sur le plan des précipitations et présentent la différence entre les moyennes de la période 2096-2100 et de la période 2006-2010. Les renseignements spatiaux produits par le modèle régional à haute résolution (25 km) peuvent être utiles pour de nombreuses applications.

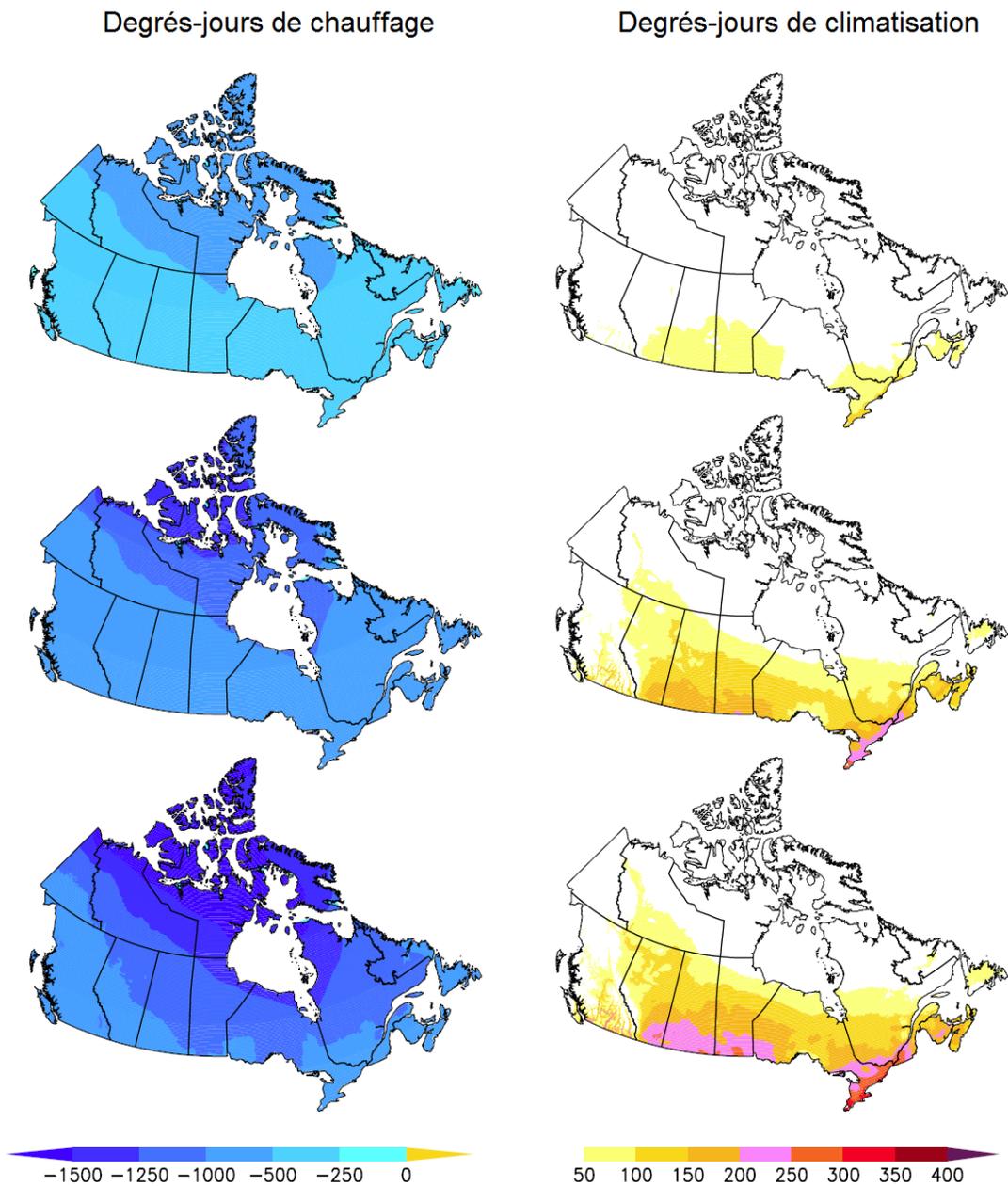
### 3.4.2 Résultats statistiquement réduits à l'échelle des modèles CMIP5

La réduction d'échelle statistique utilise les relations empiriques entre les grandes et petites échelles et permet d'estimer diverses quantités pertinentes relativement au climat. Une hypothèse sous-jacente importante consiste à penser que les relations empiriques ne sont pas modifiées par un changement climatique. Bien que cette hypothèse puisse être limitative, cela est quelque peu compensé par le fait que ces approches réduisent l'effet des biais systématiques pouvant être

observés dans les modèles mondiaux et régionaux du climat. La réduction des biais systématiques est essentielle aux fins de projection de certains indicateurs de cas extrêmes qui sont basés sur le franchissement des seuils (p. ex. degrés-jours de chauffage ou de climatisation). Environnement Canada a travaillé avec le Pacific Climate Impacts Consortium (PCIC) en vue d'établir des scénarios climatiques statistiquement réduits à l'échelle et fondés sur des projections climatiques régionales (NARCCAP et CORDEX<sup>4</sup>) et des projections climatiques mondiales des modèles CMIP5. Les projections pour le Canada sont disponibles par l'intermédiaire du portail de données du PCIC (<http://www.pacificclimate.org/data/statistically-downscaled-climate-scenarios>). La figure 14 présente l'utilité potentielle des réductions à l'échelle statistiques aux fins de projection des événements extrêmes. Les changements projetés en degrés-jours de chauffage et en degrés-jours de climatisation au Canada sont présentés pour trois périodes à venir (voir la légende de la figure pour plus de détails).

---

<sup>4</sup> NARCCAP désigne le *North American Regional Climate Change Assessment Program* : projet international dans le cadre duquel divers modèles régionaux climatiques sont utilisés pour produire des projections axées sur l'Amérique du Nord (les États contigus des États-Unis, une bonne partie du Canada et le nord du Mexique). CORDEX désigne le *Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment* : projet du Programme mondial de recherches sur le climat (PMRC) visant, à l'échelle de la planète, à coordonner les expériences de mise à l'échelle régionale.



**Figure 13 :** Illustration de l'utilité potentielle des projections des événements extrêmes statistiques réduites à l'échelle. Les changements projetés concernant les degrés-jours de chauffage (panneaux à gauche) et de climatisation (panneaux à droite) sont présentés pour les périodes de 2016 à 2035 (en haut), de 2046 à 2065 (centre) et de 2081 à 2100 (en bas). Les changements sont projetés par rapport à la moyenne de 1986 à 2005 estimée à partir de l'ensemble multimodèle présenté dans le tableau 7 et réduite à l'échelle à l'aide de la méthode BCCAQ.

**Tableau 7:** Renseignements sur les modèles CMIP5 dont les résultats ont été utilisés pour produire la figure 14.

Nom du modèle	Lieu d'origine
---------------	----------------

<b>Établissement</b>		
ACCESS1.0	Australie	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation et Bureau of Meteorology
CanESM2	Canada	Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique, Division de la recherche climatique, Environnement Canada
CCSM4	États-Unis	National Center for Atmospheric Research
CNRM-CM5	France	Centre National de Recherches Météorologiques et Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique
CSIRO-Mk3.6.0	Australie	Queensland Climate Change Centre of Excellence et Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
GFDL-ESM2G	États-Unis	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory du NOAA
HadGEM2-CC HadGEM2-ES	Royaume-Uni	Met Office Hadley Centre du Royaume-Uni (réalisations supplémentaires apportées par l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brésil)
INM-CM4	Russie	Institute for Numerical Mathematics
MIROC5	Japon	Université de Tokyo, National Institute for Environmental Studies et l'agence japonaise pour la science et la technologie Mer-Terre
MPI-ESM-LR	Allemagne	Max Planck Institute for Meteorology
MRI-CGCM3	Japon	Meteorological Research Institute

## 4. Lectures complémentaires

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction, le présent document se veut une référence pour illustrer certains des changements clés historiques et projetés concernant le climat au Canada. Ce rapport est axé sur les changements dans les températures et les précipitations moyennes ainsi que sur certains des principaux événements météorologiques extrêmes au Canada. Il ne s'agit pas d'une analyse exhaustive de tous les indicateurs des changements climatiques et le but n'est pas non plus de fournir une orientation technique relativement à l'utilisation des scénarios de changements climatiques. Des renseignements plus détaillés sur les données, les projections et les scénarios climatiques pour le Canada sont disponibles sur le site Web d'Environnement Canada présentant les données et scénarios climatiques canadiens : <http://www.ccds-dscc.ec.gc.ca/>

Comme il est indiqué à la section 1, nous invitons les lecteurs souhaitant obtenir une orientation technique sur les scénarios à consulter le guide d'Ouranos (Charron, 2014). De même, ils trouveront une analyse approfondie de divers indicateurs des changements climatiques, propres au Canada, dans le rapport de

Ressources naturelles Canada intitulé « Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation; chapitre 2 : Un aperçu des changements au Canada » (Bush *et al.*, 2014). Enfin, les principaux ouvrages référencés tout au long de ce document constituent, de manière collective, une excellente source de renseignements plus détaillés sur les méthodes, les analyses et le contexte rattachés à la matière présentée ici. Les rapports d'évaluation du GIEC sont généralement acceptés comme étant la source la plus fiable concernant les changements climatiques à l'échelle mondiale. À la publication du présent document, le cinquième Rapport d'évaluation représentait le plus récent de ces rapports produits par le GIEC.

## 5. Références

Bush, E. J. *et al.* 2014. « Un aperçu des changements climatiques au Canada », dans F. J. Warren et D. S. Lemmen, éd., *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, Ottawa, gouvernement du Canada, p. 23-64.

Charron, I. 2014. *Guide sur les scénarios climatiques : utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation*, Montréal (Canada), Ouranos.

Flato, G. 2011. « Earth System Models: An Overview », *WIREs Climate Change*, vol. 2 , p. 783-800.

Flato, G. *et al.* 2013. « Évaluation des modèles climatiques », dans T. F. Stocker *et al.*, éd., *Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques*, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, p. 741-866.

GIEC. 2013. « Summary for Policymakers », dans T. F. Stocker *et al.*, éd., *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, p. 27.

GIEC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press.

Hewitson, B. C., et R. G. Crane. 1996. « Climate downscaling: Techniques and application », *Climate Research*, vol. 7 , p. 85-95.

Hopkinson, R. F. *et al.* 2011. « Impact of aligning climatological day on gridding daily maximum-minimum temperature and precipitation over Canada », *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 50 , p. 1654-1665.

Kharin, V. V., F. W. Zwiers, X. Zhang et M. Wehner. 2013. « Changes in temperature and precipitation extremes in the CMIP5 ensemble », *Climatic Change*, vol. 119, p. 345-357.

McKenney, D. W. *et al.* 2011. « Customized spatial climate models for North America », *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 92, p. 1611-1622.

Moss, R. H. *et al.* 2010. « The next generation of scenarios for climate change research and assessment », *Nature*, vol. 463, p. 747-756.

Murphy, J. 1999. « An evaluation of statistical and dynamical techniques for downscaling local climate », *Journal of Climate*, vol. 12, p. 2256-2284.

Schmidli, J., C. Frei et P. L. Vidale. 2006. « Downscaling from GCM precipitation: A benchmark for dynamical and statistical downscaling methods », *International Journal of Climatology*, vol. 26, n° 5, p. 679-689.

Taylor, K. E., R. J. Stouffer et G. A. Meehl. 2012. « An overview of CMIP5 and the experiment design », *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 93, p. 485-498.

van Vuuren, D. P., *et al.* 2011. « The representative concentration pathways: An overview », *Climatic Change*, vol. 109, p. 5-31.

Vincent, L. A., *et al.* 2012. « A second generation of homogenized Canadian monthly surface air temperature for climate trend analysis », *Journal of Geophysical Research*, p. D18110, 13 p.

Wilby, R. L., *et al.* 1998. « Statistical downscaling of General Circulation Model output: A comparison of methods », *Water Resources Research*, vol. 34 (1998), p. 2995-3008.

Wilby, R. L., *et al.* 2004. *Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods*, s.l., 27 p. Document à l'appui du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) disponible auprès du Centre de distribution de données du Groupe d'étude sur les données et les scénarios pour l'analyse des incidences et du climat du GIEC.

Wilby, R. L., et T. M. L. Wigley. 1997. « Downscaling general circulation model output: A review of methods and limitations », *Progress in Physical Geography*, vol. 21, p. 530-548.

Zhang, X., L. A. Vincent, W. D. Hogg et A. Niitsoo. 2000. « Temperature and precipitation trends in Canada during the 20<sup>th</sup> century », *Atmosphere-Ocean*, vol. 38, p. 395-429.

