

Changements climatiques Vulnérabilité et adaptation des immeubles

Guides généraux

17-610-03W

Répertoire
des
guides
de
planification
immobilière



ÉDITION

La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux

Le présent document s'adresse spécifiquement aux intervenants du réseau québécois de la santé et des services sociaux et n'est accessible qu'en version électronique à l'adresse :

<http://intranetreseau.rtss.qc.ca> ou www.msss.gouv.qc.ca section **Publications**

Le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017
Bibliothèque et Archives Canada, 2017

ISBN : 978-2-550-79090-7 (version PDF)

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction, par quelque procédé que ce soit, la traduction ou la diffusion de ce document, même partielles, sont interdites sans l'autorisation préalable des Publications du Québec. Cependant, la reproduction de ce document ou son utilisation à des fins personnelles, d'étude privée ou de recherche scientifique, mais non commerciales, sont permises à condition d'en mentionner la source.

© Gouvernement du Québec, 2017



Coordination et rédaction générale

Chantal Saucier, architecte, MAP
Direction de l'expertise et de la normalisation (DEN),
Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS)

Collaborateurs à la rédaction

Direction de l'expertise et de la normalisation, ministère de la Santé et des Services sociaux (DEN)

Céline Drolet, architecte
André Matte, ingénieur en génie mécanique
Josée Picotte, technicienne en architecture
Claudine Fortin, agente de secrétariat

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

Pierre Gosselin, médecin-conseil, climat et santé,
Yolaine Labbé, chef de secteur, projets majeurs,
Mélissa Giguère, agente de recherche,

Société québécoise des infrastructures

Marie Aubé, architecte

Ouranos

Diane Chaumont, Chef Scénarios et services climatiques
Hélène Côté, Spécialiste Simulation et analyse climatiques, Groupe Simulation et analyse climatiques
Travis Logan, Spécialiste, Groupe Scénarios et services climatiques
Caroline Larrivée, Vulnérabilités, Impact et Adaptation Ouranos
Jean-Pierre Savard, Ouranos

Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs et n'engagent pas Ouranos ni ses membres.

Comité de lecture

Nous remercions les personnes suivantes pour leurs commentaires lors de l'élaboration du document :

Monique Bourget, Conseillère en bâtiment, Agence de la santé et des services sociaux du Bas St-Laurent
Renée Giguère, Conseillère, Association des gestionnaires de parc immobilier institutionnel
Josée Michaud, Conseillère, Bureau des changements climatiques, Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques,
Michel Fournier, Ingénieur en mécanique, Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Esther Rinfret, ingénieure en électricité, DEN, MSSS,
Claude Martel, Conseiller en sécurité civile, Direction de la coordination de la sécurité civile, MSSS
Pascal Rukaka, Conseiller à l'évaluation de la qualité, Direction de la Qualité des milieux de vie, MSSS
Gregory Richardson, Analyste des politiques, Santé et changement climatique, Santé Canada
Catherine Beaudoin, architecte, Société québécoise des infrastructures
Yann Franconnet, Conseiller en développement durable, Société québécoise des infrastructures
Geneviève Cloutier, Professeure, École supérieure d'aménagement du territoire (ULaval)

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 (figurant dans le Tableau 2 de cet annexe) 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.

* À noter que les divers comités ont été tenus avant la mise en application de la Loi 10.



Table des matières

Sommaire	1
Section 1 - Généralités.....	3
1.1 Contexte	3
1.2 Objectifs.....	3
1.3 Application	4
Section 2 - Réseau de la santé et des services sociaux	5
2.1 Missions et clientèles	5
2.1.1.Centres hospitaliers	5
2.1.2.Clientèle :	5
2.1.3.Centre d'hébergement et de soins de longue durée	5
2.1.4.Centres locaux de services communautaires	6
2.1.5.Centres de réadaptation	6
2.1.6.Centres de protection de l'enfance et de la jeunesse.....	6
2.2 Parc immobilier du réseau de la santé et des services sociaux du RSSS	7
2.2.1.Régions sociosanitaires.....	7
2.2.2.Immeubles et bâtiments.....	8
2.2.3.Variabilité technique	10
Section 3 - Changements climatiques	12
3.1 Introduction	12
3.2 Températures	12
3.2.1 Températures moyennes.....	13
3.2.2 Extrêmes de températures	14
3.2.3 Cycles gel-dégel	14
3.2.4 Degrés-jours de chauffage et de climatisation	15
3.3 Précipitations	15
3.3.1 Les précipitations totales moyennes.....	15
3.3.2 Les indices de précipitations abondantes et extrêmes.....	16
3.3.3 La proportion pluie-neige	16
3.3.4 Le verglas	17
3.4 Neige 18	
3.4.1 Durée de l'enneigement.....	18
3.4.2 L'enneigement maximal.....	19
3.4.3 Événements de pluie en présence de neige au sol.....	20
3.5 Autres caractéristiques du climat	20
3.5.1 Qualité de l'air	20
3.5.2 Humidité spécifique.....	21
3.5.3 Humidité relative	21
3.5.4 Nuages et UV.....	21
3.5.5 Vents et tempêtes	22
3.5.6 Feux de forêt.....	23
3.5.7 Inondations	23
3.5.8 Pergélisol	24
Section 4 - Vulnérabilité des immeubles.....	27
4.1 Définition de la vulnérabilité	27
4.2 Profil de la vulnérabilité des immeubles.....	28
Section 5 - Mesures d'adaptation	38
5.1 Principes directeurs	38
5.2 Exemples.....	39



Section 6 - Conclusion	49
Glossaire	50
ANNEXE A : Exemple de projets réalisés.....	53
ANNEXE B - Portrait des changements climatiques pour les régions sociosanitaires du Québec	i
1. Introduction.....	4
2. Méthodologie	5
2.1 Simulations climatiques.....	5
2.2 Variables d'intérêt.....	7
3. Exemple de résultats	8
4. Mise en garde.....	10
5. Conclusion.....	10
6. Références	11
PORTRAIT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DES RÉGIONS.....	12
RÉGION 01 - Bas-Saint-Laurent	13
RÉGION 02 - Saguenay-Lac-Saint-Jean.....	22
RÉGION 03 - Capitale-Nationale	31
RÉGION 04 - Mauricie et Centre-du-Québec.....	40
RÉGION 05 - Estrie	49
RÉGION 06 - Montréal.....	58
RÉGION 07 - Outaouais	67
RÉGION 08 - Abitibi-Témiscamingue	76
RÉGION 09 - Côte-Nord	85
RÉGION 10 - Nord-du-Québec.....	94
RÉGION 11 - Gaspésie-Îles de la Madeleine.....	103
RÉGION 12 - Chaudière-Appalaches	112
RÉGION 13 - Laval.....	121
RÉGION 14 - Lanaudière.....	130
RÉGION 15 - Laurentides.....	139
RÉGION 16 - Montérégie.....	148
RÉGION 17 - Nunavik.....	157
RÉGION 18 - Terres-Cries-de-la-Baie-James	166



Liste des abréviations

CH :	Centre hospitalier
CHSLD :	Centre d'hébergement et de soins de longue durée
CPEJ :	Centre de protection de l'enfance et de la jeunesse
CLSC :	Centre local de services communautaires
CR :	Centre de réadaptation
GIEC :	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
MRCC :	Modèle régional canadien du climat
MSSS :	Ministère de la Santé et des Services sociaux
RSSS	Réseau de la santé et des services sociaux
SQI	Société québécoises des infrastructures



Sommaire

Au cours des dernières années, la question des changements climatiques est devenue un enjeu des plus importants, qui retient l'attention des gouvernements, de l'ONU et de plusieurs organismes scientifiques à l'échelle du globe. À la lumière de nombreuses recherches à ce sujet, il est maintenant reconnu que les changements climatiques se traduiront par une augmentation de la probabilité d'occurrence et de l'intensité de phénomènes météorologiques susceptibles d'occasionner des pertes en vies humaines, des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement.

C'est dans le cadre de l'action 21 du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques¹ du gouvernement du Québec, qui a pour objectif d'instaurer des mécanismes permettant de prévenir les effets des changements climatiques sur la santé et la sécurité publiques, que le présent guide s'inscrit. Celui-ci constitue le premier exercice de réflexion dans le domaine de l'adaptation des immeubles du réseau de la santé et des services sociaux (RSSS) aux changements climatiques.

Ce guide s'adresse principalement aux gestionnaires d'immeubles ainsi qu'aux principaux intervenants responsables de la planification, de la construction, de l'entretien et de l'opération des bâtiments du RSSS.

La section 1 porte, entre autres généralités, sur les principaux objectifs du guide, qui sont :

- de présenter le phénomène des changements climatiques;
- d'informer et de sensibiliser les intervenants du RSSS ainsi que les différents partenaires immobiliers aux enjeux qui découlent des changements climatiques;
- Identifier le niveau de vulnérabilité des bâtiments aux aléas climatiques dans le but de connaître les risques pour les infrastructures du RSSS ou leurs usagers;
- de proposer une approche qui permette de définir les stratégies et les mesures d'adaptation pouvant être prises en compte dans la planification ou l'exploitation des immeubles du RSSS.

La section 2 dresse un bref portrait du RSSS sous deux angles : les différentes missions et les usagers des cinq types de centres de ce réseau ainsi que le parc immobilier constitué par les différentes installations de santé. Les immeubles répertoriés totalisent, en superficie, plus de 8,9 millions de mètres carrés et se répartissent dans les dix-huit régions sociosanitaires québécoises. À eux seuls, les centres hospitaliers ainsi que les centres d'hébergement et de soins de longue durée représentent plus de 7 millions de mètres carrés.

La section 3 porte sur les variables météorologiques pouvant affecter les immeubles du RSSS et sur l'évolution possible du climat dans chacune des régions sociosanitaires du Québec. Une série de simulations faites par le consortium Ouranos a permis d'envisager, pour chacune des régions, plusieurs changements climatiques, dont voici les principaux :

- la hausse presque certaine (> 99 %) des températures minimales ;
- la hausse presque certaine (> 99 %) des précipitations en hiver ;
- la hausse presque certaine (> 99 %) des températures maximales, surtout dans le sud du Québec, en été ;
- la hausse presque certaine (> 90 %) de l'humidité spécifique ;
- la diminution probable (< 66 %) des précipitations en été, dans le sud du Québec ;

¹. QUÉBEC. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, *Plan d'action 2006-2012 : Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir* [mise à jour], [Québec], ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2008, p. 49 et 52.



- l'augmentation presque certaine (> 99 %) de l'évaporation ;
- la diminution très probable (< 90 %) de la quantité de neige au sol dans le sud du Québec ;
- l'élévation très probable (> 90 %) du niveau de la mer ;
- l'augmentation très probable (> 90 %) de l'intensité des précipitations dans le sud du Québec.

La section 4 présente un profil théorique de la vulnérabilité des composantes d'un immeuble en fonction des aléas météorologiques énumérés à la section précédente. Le degré de vulnérabilité est établi en fonction du degré d'exposition et de la sensibilité des différentes composantes aux aléas climatiques. Une composante n'est pas considérée comme vulnérable du seul fait de son exposition ou de sa sensibilité; il faut que les deux caractéristiques soient réunies. Le profil de vulnérabilité exposé dans ces pages est dit *théorique*, car chaque immeuble est différent de par sa localisation, sa mission, les matériaux qui le constituent ou son état.

Un immeuble qui comporte des éléments vulnérables aux manifestations des aléas climatiques est plus susceptible de subir des dommages matériels et ses usagers sont plus exposés à subir des préjudices. Selon le niveau de risque, la probabilité d'occurrence de l'aléa climatique et les conséquences directes ou indirectes potentielles sur l'élément vulnérable, il peut s'avérer opportun de mettre en œuvre des mesures de mitigation du risque, appelées *mesures d'adaptation*.

La section 5 contient les résultats de trois études des exemples de stratégies et de mesures d'adaptation qui permettront d'assurer la pérennité des infrastructures de santé et le maintien de l'ensemble des services offerts à la population applicables aux immeubles du RSSS.

En terminant **l'annexe** dresse un portrait des changements anticipés pour chacune des régions sociosanitaires du Québec afin de mieux aider le RSSS à se préparer pour l'avenir.



Section 1 - Généralités

1.1 Contexte

En juin 2006, le gouvernement du Québec mettait en œuvre le Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques. Ce document, intitulé « Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir », s'inscrivait dans la démarche de développement durable déjà entreprise par le Québec. Il présentait différentes mesures et actions à mettre en place, lesquelles visaient des domaines de compétence québécoise et interpellaient directement les secteurs de la santé ainsi que de la sécurité civile, pour ne nommer que ceux-ci.

En novembre 2007, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a été mandaté par le MSSS pour la mise en forme et l'actualisation de l'action 21 du Plan d'action, qui s'énonce comme suit : « Instaurer des mécanismes qui permettront de prévenir et d'atténuer les impacts des changements climatiques sur la santé et la sécurité publiques². »

En juillet 2008, l'entente-cadre passée entre les deux organisations stipule que l'INSPQ doit soutenir les adaptations de la gestion clinique, sociale et matérielle du RSSS en fonction des événements météorologiques extrêmes. C'est dans le cadre de cette entente que l'INSPQ s'est adjoint les services d'experts afin de réaliser adéquatement les différentes activités liées au mandat qui lui a été confié, le tout étant financé par le Fonds vert dans le cadre de l'action 21 du Plan d'action.

1.2 Objectifs

Bien que la question des changements climatiques constitue une réalité nouvelle dont les effets commencent à peine à se faire sentir, ceux-ci vont augmenter graduellement, voire de manière significative, au cours des prochaines décennies. La longue vie utile des bâtiments et l'importante dépense qu'ils représentent imposent une planification rigoureuse. Or, cette planification doit désormais incorporer une nouvelle variable, à savoir les conditions climatiques futures, lesquelles seront différentes de celles que nous avons connues à ce jour.

Dans ce contexte, le présent document se veut d'abord un outil d'information qui permet de compléter les réflexions qui s'articulent autour de la planification d'un projet, notamment à l'étape de la programmation fonctionnelle et technique (PFT) et il doit s'inscrire dans une perspective d'adaptation aux particularités de chaque établissement et de chaque installation. Il permet à l'établissement de mieux cerner les impacts des changements climatiques sur ses immeubles et de déterminer si des stratégies et des mesures d'adaptation sont à préconiser. Les principes exposés dans le présent guide sont applicables aux différentes catégories de projets : construction neuve, agrandissement, rénovation.

² *Loc. cit.*



Plus précisément, ce guide vise :

- à présenter le phénomène des changements climatiques;
- à informer et à sensibiliser les intervenants du RSSS ainsi que les différents partenaires aux enjeux qui découlent des changements climatiques pour assurer la pérennité des infrastructures de santé et de maintenir l'offre de service à la population;
- à déterminer le niveau de vulnérabilité des bâtiments aux aléas climatiques dans le but de connaître les risques pour les infrastructures du RSSS et leurs usagers;
- à proposer une approche qui permette de définir les stratégies et les mesures d'adaptation pouvant être prises en considération dans la planification ou l'exploitation des immeubles du réseau;

1.3 Application

Le présent guide s'adresse principalement aux gestionnaires d'immeubles et aux partenaires immobiliers du RSSS. Il vise à sensibiliser ceux-ci aux principaux enjeux posés par les changements climatiques afin qu'ils soient en mesure d'en considérer les impacts sur leurs immeubles et, éventuellement, de déterminer si des stratégies et des mesures d'adaptation sont à préconiser.

Ce document ne cherche pas à imposer de solutions préétablies; il faut plutôt que les intervenants s'approprient son contenu en vue de l'adapter aux particularités de chaque installation quant à la mission, à la localisation, etc. Les principes qui y sont exposés peuvent s'appliquer aux différentes étapes du cycle de vie d'un bâtiment, soit la planification, la construction, la rénovation ou le réaménagement ainsi que l'exploitation de l'immeuble. Précisons ici qu'il est souhaitable d'effectuer cet exercice dans une démarche globale de développement durable afin d'assurer l'adéquation entre les mesures d'atténuation et les mesures d'adaptation, fortement liées.

Bien que ce guide traite plus particulièrement de l'adaptation aux changements climatiques, le lecteur doit garder en mémoire que l'adoption de stratégies et de mesures d'atténuation s'avère aujourd'hui une attitude incontournable dans la planification des projets immobiliers et, plus largement, dans la gestion immobilière.



Section 2 - Réseau de la santé et des services sociaux

Dans le but d'identifier les installations et la clientèle les plus vulnérables aux changements climatiques, la présente section dresse un portrait du RSSS en décrivant les différentes catégories de services offerts, ou missions, ainsi que leurs clientèles respectives. Par la suite, les immeubles du réseau sont répertoriés par région sociosanitaire, de façon à illustrer lesquelles de ces régions seront les plus critiques en fonction du nombre de bâtiments qu'elles comprennent et de la capacité, soit le nombre de lits, de ceux-ci.

2.1. Missions et clientèles

La mission circonscrit le champ d'action, dans le domaine des soins de santé et des services sociaux, d'un établissement. Un établissement peut avoir plus d'une mission ; le centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS), à titre d'exemple, sont des établissements qui veillent à l'organisation des services et à leur complémentarité sur son territoire dans le cadre de ses multiples missions notamment un centre local de services communautaires (CLSC), un centre d'hébergement et de soins de longue durée (CHSLD) un centre hospitalier (CH), un centre de protection de l'enfance et de la jeunesse (CPEJ) et un centre de réadaptation (CR) et ce en fonction des besoins de sa population et de ses réalités territoriales. En outre, un établissement compte plus d'une installation.

Les missions, telles que définies par la Loi de la santé et des services sociaux³, sont au nombre de cinq.

2.1.1. Centres hospitaliers

Mission :

Les centres hospitaliers (CH) offrent « des services diagnostiques et des soins médicaux généraux et spécialisés aux personnes qui requièrent de tels **services** ou de tels soins. Ils s'assurent que ces besoins soient évalués et que les services requis, y compris les soins infirmiers et les services psychosociaux spécialisés, soient offerts sur place à ces personnes ou que celles-ci soient dirigées le plus tôt possible vers les centres, les organismes ou les personnes les plus aptes à leur venir en aide⁴ ».

2.1.2. Clientèle :

Personnes de tous âges et de toutes conditions physiques et psychiques. Elles se rendent dans un centre hospitalier pour obtenir des services de consultation ou de traitement, ou les deux, qui peuvent impliquer une période d'hospitalisation.

2.1.3. Centre d'hébergement et de soins de longue durée

Mission :

Les centres d'hébergement et de soins de longue durée (CHSLD) offrent « de façon temporaire ou permanente un milieu de vie substitut, des services d'hébergement, d'assistance, de soutien et de surveillance ainsi que des services de réadaptation, psychosociaux, infirmiers, pharmaceutiques et médicaux aux adultes qui, en raison

³. QUÉBEC, *Loi sur les services de santé et les services sociaux (chapitre S-4.2)* : à jour au 1^{er} avril 2015, [Québec], Éditeur officiel du Québec, [En ligne].

[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_4_2/S4_2.html].

⁴. *Ibid.*, article 81.



de leurs pertes d'autonomie fonctionnelle ou psychosociale, ne peuvent plus demeurer dans leur milieu de vie naturel, malgré le support de leur entourage⁵ ».

Clientèle :

Personnes pouvant présenter des pathologies complexes ainsi que des déficits moteurs, sensoriels et cognitifs important, liés ou non au vieillissement. En plus d'héberger de telles personnes, certains CHSLD en reçoivent d'autres, présentant les mêmes caractéristiques, dans un centre de jour.

2.1.4. Centres locaux de services communautaires

Mission :

Les centres locaux de services communautaires (CLSC) offrent « en première ligne des services de santé et des services sociaux courants et, à la population du territoire qu'il dessert, des services de santé et des services sociaux de nature préventive ou curative, de réadaptation ou de réinsertion⁶ ».

Seuls les CLSC dont l'unité d'urgence est ouverte en permanence peuvent héberger des usagers.

Clientèle :

L'ensemble de la population peut bénéficier des services des CLSC.

2.1.5. Centres de réadaptation

Mission :

Les centres de réadaptation offrent « des services d'adaptation ou de réadaptation et d'intégration sociale à des personnes qui, en raison de [problèmes divers (déficiences physiques ou intellectuelles, difficultés d'ordre comportemental, psychosocial ou familial, alcoolisme ou autres toxicomanies, etc.)] requièrent de tels services de même que des services d'accompagnement et de [soutien à leur] entourage⁷ ».

Le RSSS compte des centres de réadaptation physique ainsi que des centres de réadaptation pour les personnes toxicomanes et alcooliques. Les services de réadaptation, physique ou comportementale, peuvent parfois impliquer des périodes d'hébergement.

Clientèle :

Deux groupes de population utilisent les services des centres de réadaptation : les personnes qui, à la suite d'un accident, d'une malformation congénitale ou d'un accident à la naissance, présentent des déficiences physiques qui les empêchent de bien fonctionner et celles, généralement adultes, qui ont des problèmes de toxicomanie ou d'alcoolisme.

2.1.6. Centres de protection de l'enfance et de la jeunesse

Mission :

Les centres de protection de l'enfance et de la jeunesse (CPEJ) offrent « des services de nature psychosociale, y compris des services d'urgence sociale, requis par la situation d'un jeune en vertu de la Loi sur la protection de la jeunesse

⁵. *Ibid.*, article 83.

⁶. *Ibid.*, article 80.

⁷. *Ibid.*, article 84.



(chapitre P-34.1) et de la Loi sur le système de justice pénale pour les adolescents (Lois du Canada, 2002, chapitre 1).

Ils offrent également des services en matière de placement d'enfants, de médiation familiale, d'expertise à la Cour supérieure sur la garde d'enfants, d'adoption et de recherche des antécédents biologiques⁸. »

Dans la majorité des cas, les jeunes sont hébergés dans le centre jeunesse auquel ils sont confiés.

Clientèle :

Jeunes ayant moins de 18 ans qui se trouvent dans une situation dangereuse pour leur sécurité ou pour leur développement. Ces jeunes ont généralement plus de 10 ans.

2.2. Parc immobilier du réseau de la santé et des services sociaux du RSSS

Le parc immobilier du RSSS est composé d'un grand nombre d'immeubles et de bâtiments. Certains d'entre eux sont utilisés aux fins de l'offre de soins et de services de santé, alors que d'autres abritent les services de soutien, fonctionnels et opérationnels, nécessaires au bon fonctionnement des activités. Qu'il soit ancien ou récent, chaque bâtiment comporte des caractéristiques techniques, technologiques, voire organisationnelles, typiques de la période de sa construction, tout en témoignant de différentes périodes socioéconomiques. À titre d'exemple, on peut citer les hôpitaux de l'après-guerre, ceux des années 1970 et, plus près de nous, les CHSLD de la fin des années 1990. Selon le contexte économique, les besoins sociosanitaires et les impératifs budgétaires, les immeubles du RSSS ont évolué, certains ayant été simplement adaptés et d'autres, modifiés en profondeur. Par conséquent, il n'y a pas de constante applicable dans l'appréciation de la vulnérabilité des immeubles et des bâtiments du RSSS par rapport aux changements climatiques, chaque cas est unique.

2.2.1. Régions sociosanitaires

Le Québec compte dix-huit régions sociosanitaires, dont les limites correspondent plus ou moins à celles de ses dix-sept régions administratives. Précisons ici que, dans la présentation des résultats relatifs aux changements climatiques, la région de Laval ne peut être distinguée de celle de Montréal et que l'on ne peut prendre en compte les Îles-de-la-Madeleine⁹; il sera donc question de la région de Montréal/Laval et de celle de la Gaspésie.

Le MSSS exerce sa mission en partageant ses responsabilités avec les établissements de santé et de services sociaux qui se trouvent dans les dix-huit régions sociosanitaires. Ces établissements se composent d'immeubles répartis sur le territoire de chacune des régions. Ils offrent les soins et les services dont a besoin la population qui y vit, conformément à leur mission (voir la section précédente).

⁸. *Ibid.*, article 82.

⁹. Cette situation tient au Modèle régional canadien du climat, utilisé pour les projections (voir l'annexe 1)



Figure 1 : Limites des régions sociosanitaires du Québec (Sources : MSSS et MRNF)



2.2.2. Immeubles et bâtiments

Un bref portrait du parc immobilier du RSSS a été effectué à partir de données d'inventaire extraites du Système Actifs+ Réseau. Selon ces données, le parc immobilier se compose de 1478 biens immeubles (constitués par le fond de terre et les constructions qui y sont érigées) ; le nombre atteint 2 856 si l'on compte les bâtiments administratifs ainsi que les immeubles en location. Cela totalise près de 8,9 millions de mètres carrés en superficie construite pour l'ensemble des 18 régions sociosanitaires.

La figure 2 illustre la répartition de la capacité d'accueil (nombre de lits) des immeubles par région administrative pour les deux missions principales (soit les CH et les CHSLD). La figure 3 illustre les superficies totales construites que représentent ces deux missions.



Figure 2 : Capacité d'accueil (nombre de lits) des CH et des CHSLD

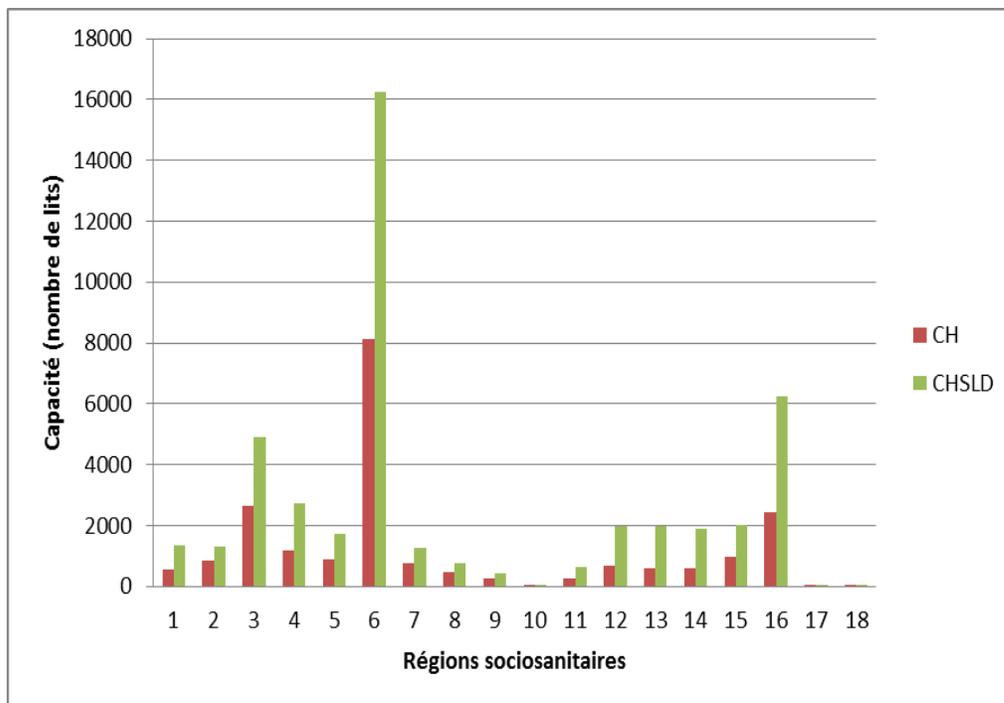
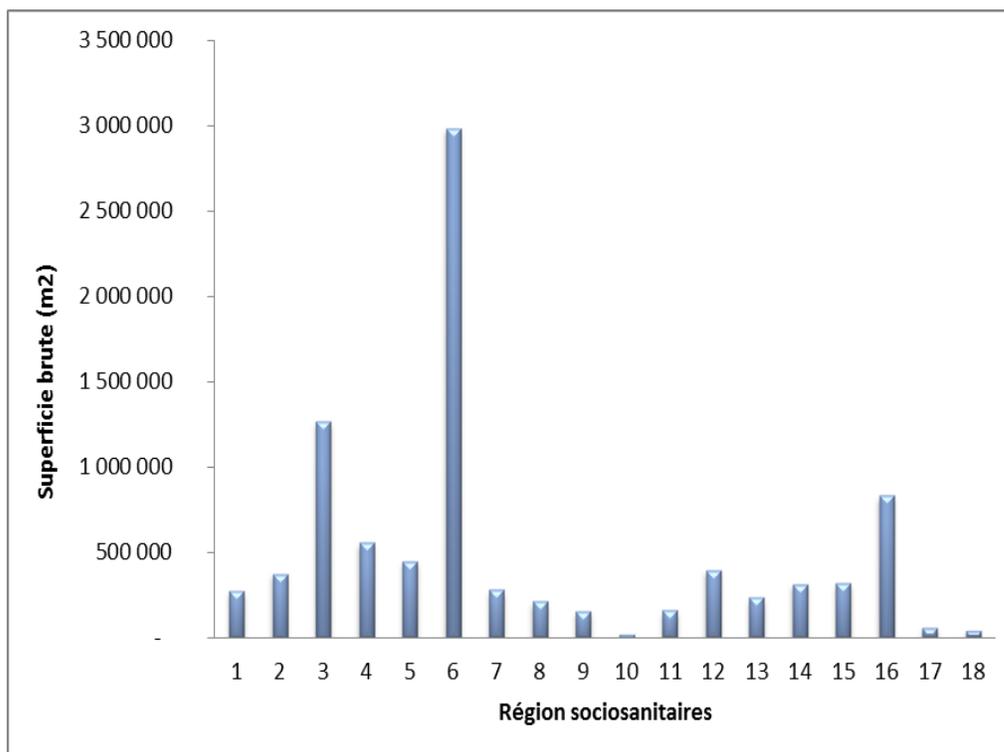


Figure 3 : Superficie de tous les bâtiments





Outre la capacité d'accueil et la superficie construite des bâtiments, d'autres données disponibles sur l'âge des bâtiments et sur la présence de systèmes de ventilation ont permis de mettre en lumière quelques faits saillants :

- les CH et les CHSLD représentent plus de 7 millions de mètres carrés sur les 8 millions répertoriés;
- les trois régions sociosanitaires prédominantes comptent pour 57 % du parc immobilier en termes de superficie construite :
- Montréal (06) : 34 %;
- Capitale-Nationale (03) : 14 %;
- Montérégie (16) : 9 %;
- la majorité des CH (43 %) ont plus de 10 ans, par comparaison à 29 % pour les CHSLD;
- on compte davantage de bâtiments de moins de 30 ans en CHSLD (37 %) qu'en CH (27 %);
- dans les CH, la proportion des bâtiments non climatisés s'établit à 59 %, alors que 36 % des bâtiments sont partiellement climatisés et que seulement 5 % d'entre eux le sont complètement. De façon générale, les unités de vie ne sont pas climatisées mais plutôt ventilées et déshumidifiées.

2.2.3. Variabilité technique

On trouve, dans le réseau québécois, des bâtiments de tous types : des petites constructions résidentielles (comme les habitations à usage temporaire du Nunavik et de la Gaspésie) aux installations imposantes que sont les centres hospitaliers, en passant par des édifices de type administratif tels que les CLSC.

Les caractéristiques techniques de ces constructions sont variées, et ce, notamment en raison des éléments suivants :

- **la réglementation** : en fonction de leur usage respectif, les bâtiments ont une classification distincte au regard du Code de construction du Québec¹⁰ (CCQ), et chaque classe de bâtiment doit être conforme à des prescriptions particulières visant, notamment, les dommages structuraux ou la protection contre les incendies. De plus, aux fins des différentes missions, le MSSS émet des recommandations d'ordre fonctionnel et technique par l'intermédiaire de guides et de normes;
- **la date de construction** : le CCQ fait l'objet de révisions périodiques, tout comme le Répertoire des guides de planification immobilière¹¹ publié par le MSSS. Par conséquent, un bâtiment, en tout ou en partie, répond généralement aux exigences en vigueur à l'époque à laquelle les travaux de construction neuve et / ou de rénovation ont été réalisés;
- **les matériaux, les systèmes et les composantes du bâtiment** : tous ces éléments sont très diversifiés, tant sur le plan de la qualité que sur celui de la durabilité, et ils

¹⁰. QUÉBEC. *Code de construction (chapitre B-1.1, r. 2) : à jour au 1^{er} avril 2015*, [Québec], Éditeur officiel du Québec, [En ligne].
[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/B_1_1/B1_1R2.HTM].

¹¹. Ce répertoire regroupe l'ensemble des guides relatifs à la réalisation des projets immobiliers dans le réseau de la santé et des services sociaux.
[En ligne]http://www.msss.gouv.qc.ca/documentation/repertoire_planification_immobiliere.php



Changements climatiques Vulnérabilité et adaptation des immeubles

reflètent les techniques de construction utilisées à l'époque de l'exécution des travaux. D'autre part, des budgets insuffisants peuvent, par exemple, orienter les choix de revêtements extérieurs vers des matériaux de moindre qualité et de moindre durabilité;

- la **localisation** : les bâtiments construits dans des zones où ils sont fortement exposés aux divers aléas climatiques subissent une détérioration plus importante que ceux qui sont situés dans des zones plus clémentes. Selon la qualité des matériaux utilisés, cette réalité devient davantage évidente à plus brève échéance;
- **les travaux de rénovation** : la nature des travaux effectués au fil du temps, notamment les améliorations fonctionnelles et les interventions visant le maintien des actifs ainsi que la mise aux normes, explique également la variabilité de l'état général des bâtiments.



Section 3 - Changements climatiques

Le but de cette section est de présenter les changements attendus de plusieurs indicateurs climatiques, choisis pour leur incidence sur les bâtiments, leurs occupants ou leur environnement immédiat. Les résultats décrits ici sont largement tirés de la *Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*, publiée en 2015 par Ouranos¹² (ci-après désignée « synthèse des connaissances »).

Les changements anticipés pour un grand nombre d'indicateurs sont présentés ici de manière qualitative à l'échelle du Québec. Certains indicateurs sont repris en annexe où on trouve les valeurs des changements anticipés par région administrative. Ce choix est volontaire pour plusieurs raisons qui seront évoquées selon le contexte. Parfois, la direction des changements est connue et bien comprise, mais les analyses sont basées sur un nombre insuffisant de projections climatiques pour quantifier l'amplitude du changement et en établir le niveau de confiance. Dans d'autres cas, les mécanismes sous-jacents à certains aspects du climat sont méconnus ou encore difficilement pris en compte par les modèles climatiques. Dans ces circonstances, une information quantitative donnerait un faux sentiment de certitude. Pour plusieurs cas, un jugement qualitatif quant à l'évolution de certains aspects du climat ne constitue aucunement un frein à l'amorce d'une démarche d'adaptation ou d'une approche préventive de la gestion des bâtiments. Le lecteur souhaitant un résumé synthétique des changements attendus à l'échelle de la province pourra se référer au tableau 2 présenté à la fin du chapitre. Lorsque des valeurs à l'échelle des régions administratives sont nécessaires, on peut consulter l'annexe du document.

3.1. Introduction

Le réchauffement du système climatique mesuré sur toute la planète durant les dernières décennies est sans équivoque, et l'influence humaine dans l'émission de gaz à effet de serre (GES) est clairement établie. Par contre, les changements, ainsi que les répercussions de ces changements, ne seront pas uniformes sur le globe ou même sur l'ensemble du territoire québécois. En effet, l'environnement naturel du Québec est, entre autres, caractérisé par l'immensité du territoire. Sa grande superficie de 1 667 441 km² et son important relief contribuent à créer différents climats. En raison de cette grande étendue, le Québec regroupe plusieurs zones climatiques et écosystèmes distincts. Afin de mieux comprendre les détails du portrait climatique présenté ici, le lecteur est invité à consulter le guide pour décideurs sur les scénarios climatiques¹³ produit par Ouranos. Cet outil présente les concepts clés sur la modélisation et la scénarisation du climat ainsi qu'une explication des incertitudes associées.

3.2. Températures

La température est sans contredit la variable climatique la plus souvent utilisée pour décrire les changements climatiques. Plusieurs raisons expliquent cette utilisation fréquente. D'abord, les températures sont plus directement liées à l'effet de serre que ne le sont d'autres variables telles que les précipitations, les vents ou l'humidité. Ce lien physique plus

¹² OURANOS, *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015*, Montréal, Québec, Ouranos, 2015, 415 p. Accessible en ligne : <https://www.ouranos.ca/synthese-2015>.

¹³ I. CHARRON, *Guide sur les scénarios climatiques : utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation*, Montréal, Québec, Ouranos, 2014. Accessible en ligne : https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/2016/03/GuideCharron2014_FR.pdf.



direct renforce d'ailleurs la confiance des climatologues dans l'avènement du changement à venir pour les températures. Ensuite, les données de température sont relativement simples à obtenir, et ce, souvent sur de longues périodes, ce qui fait en sorte que la fiabilité des analyses de cette variable est plus élevée. De plus, la variable de la température est l'une des plus faciles à comprendre et à visualiser, ce qui peut simplifier la communication en ce qui concerne les changements climatiques¹⁴.

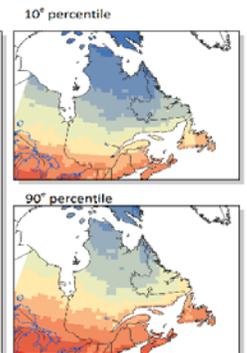
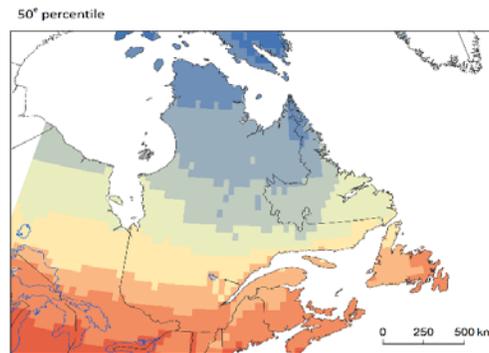
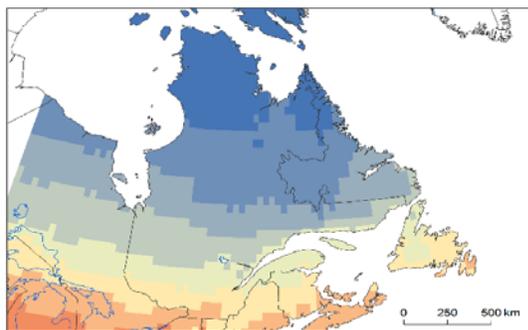
3.2.1 Températures moyennes

Dans les régions du sud du Québec et du golfe du Saint-Laurent, les températures annuelles projetées avec un scénario de fortes émissions (RCP 8.5) augmentent d'environ 2 à 4 degrés pour la période de 2041 à 2070 (horizon 2050). Au centre et au nord, les hausses projetées sont d'environ 3 à 6 degrés pour la période de 2041 à 2070 (figure 2). Les projections pour les températures annuelles montrent un gradient nord-sud dans les changements projetés. En effet, à l'instar des changements attendus à l'échelle mondiale, les augmentations projetées sur le Québec sont plus grandes pour les régions plus au nord, ce qui reflète surtout les changements hivernaux importants (figure 4).

En ce qui concerne les changements par saison, les augmentations des températures hivernales sont plus élevées que pour les autres saisons, de même que les hausses annuelles projetées, et ce, pour toutes les régions. Notons aussi que les augmentations les plus grandes sont projetées pour la saison hivernale dans le nord du Québec. Pour les autres saisons, les patrons diffèrent peu entre les régions. Au sud, au centre et pour le golfe, les changements attendus sont comparables pour le printemps, l'été et l'automne. Au nord, les augmentations les plus faibles sont projetées pour la saison estivale, tandis que les changements projetés pour le printemps et l'automne sont similaires.

Observations : 1971 à 2000 (CRU TS 3.21)

Horizon 2050 : RCP 8.5



Température à 2 m (°C) : ANN

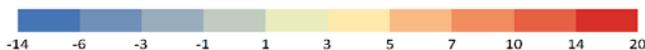


Figure 4 Températures moyennes annuelles observées pour la période de 1971 à 2000 (panneau gauche) et projetées (panneaux droits) pour l'horizon 2050 (2041 à 2070). La moyenne observée est calculée à partir des données CRU TS 3.214. Les cartes futures présentent la médiane de l'ensemble ainsi que les 10^e et 90^e percentiles de 29 scénarios climatiques futurs. Les scénarios climatiques futurs ont été produits selon la méthode delta appliquée aux observations¹⁵, utilisant des simulations de CMIP5 (RCP8.5).

¹⁴ OURANOS, *op. cit.*

¹⁵ I. CHARRON, *op. cit.*



3.2.2 Extrêmes de températures

Les températures extrêmes minimales et maximales sont aussi appelées à se réchauffer à l'avenir^{16,17}. Le 5^e rapport du GIEC indique d'ailleurs qu'il y a un degré de certitude très élevé et qu'il est quasiment certain (probabilité de 99-100 %) que dans la plupart des régions continentales il y aura une augmentation dans le nombre d'extrêmes chauds et une diminution des extrêmes froids.

Pour les extrêmes chauds, Sillmann et ses collaborateurs¹⁸ présentent de fortes augmentations sur le Québec dans les maximums annuels des températures maximales quotidiennes (journée la plus chaude de l'année). Ce résultat est accompagné par de fortes augmentations dans la durée des vagues de chaleur ainsi que la fréquence des nuits chaudes. Dans une étude sur les températures mensuelles, on évalue que le nombre de records de chaleur en 2040 pour tout le globe sera 12 fois plus élevé que dans un climat sans changements climatiques¹⁹.

En ce qui concerne les extrêmes froids, l'étude de Sillmann et ses collaborateurs²⁰ montre que les valeurs minimales annuelles des températures minimales quotidiennes (journée la plus froide de l'année) devraient subir un réchauffement encore plus fort que les extrêmes chauds. Les auteurs de l'étude indiquent également une forte réduction dans le nombre de jours de gel annuels (jours avec température minimale inférieure à zéro), ainsi que dans le nombre de nuits et de jours frais. Les projections pour le Québec montrent seulement une légère diminution dans la durée des vagues de froid.

3.2.3 Cycles gel-dégel

Un épisode de gel-dégel se définit comme une journée où la température moyenne quotidienne oscille sous 0 °C et au-dessus de 0 °C en 24 heures. Un événement est observé quand la température minimale de la journée est inférieure à 0 °C et quand la température maximale est supérieure à 0 °C. Au courant des dernières décennies, le nombre annuel d'épisodes de gel-dégel a diminué au sud, au nord ainsi que dans la région du golfe.

En matière de projections, le changement le plus important attendu ne se traduit pas dans le nombre total d'événements annuels, qui est appelé à très peu changer, mais plutôt dans la saisonnalité des événements. En effet, les projections climatiques montrent un déplacement de la saison gel-dégel avec une augmentation du nombre d'événements en hiver et une diminution au printemps et à l'automne^{21,22}.

¹⁶ B. CASATI et R. DE ELIA, « Temperature Extremes from Canadian Regional Climate Model (CRCM) Climate Change Projections », *Atmosphere-Ocean*, vol. 52, n° 3, 2014, p. 191–210.

¹⁷ M. COLLINS et autres, « Long-term Climate Change : Projections, Commitments and Irreversibility », dans T.F. STOCKER et autres (sous la dir. de), *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, United Kingdom et New York, NY, É.-U., Cambridge University Press, 2013, p. 1029–1136.

¹⁸ J. SILLMANN et autres, « Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble : Part 2. Future climate projections », *Journal of Geophysical Research : Atmospheres*, vol. 118, n° 6, 2013, p. 2473–2493.

¹⁹ D. COUMOU, A. ROBINSON et S. RAHMSTORF, « Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures », *Climatic Change*, vol. 118, n°s 3-4, 2013, p. 771–782.

²⁰ J. STILLMAN et autres, *op. cit.*

²¹ T. LOGAN et autres, *Atlas de scénarios climatiques pour la forêt québécoise*, Montréal, Québec, Ouranos, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF), 2011. Accessible en ligne : https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/2016/04/RapportLogan2011_FR.pdf.

²² I. CHARRON, T. LOGAN et D. HOULE, *Analyse rétrospective des cycles gel-dégel sur le territoire québécois pour la période 1951 à 2010*, Montréal, Ouranos, 2013.



3.2.4 Degrés-jours de chauffage et de climatisation

Les changements de la demande énergétique des bâtiments sont directement liés aux variations dans les degrés-jours de chauffage et de climatisation. Au Québec, les degrés-jours de chauffage se calculent par le cumul de degrés des températures moyennes quotidiennes inférieures à un seuil de 15 °C (secteur industriel) ou de 18 °C (secteur résidentiel), tandis que les degrés-jours de climatisation se définissent par le cumul de degrés des températures moyennes quotidiennes supérieures à un seuil de 13 °C (secteur industriel) ou de 22 °C (secteur résidentiel).

Puisque le réchauffement hivernal attendu au cours des prochaines années, les projections climatiques projettent une baisse importante du cumul de degrés-jours de chauffage^{23,24}.

Une augmentation des degrés-jours de climatisation sur l'ensemble du Québec est aussi projetée, sans toutefois équivaloir à la baisse des degrés-jours de chauffage^{25,26}. De plus, la saison de climatisation pourrait être plus hâtive à Montréal (juin) et s'étirer plus longuement à Québec (août), comparativement à ce qui a été observé dans le passé.

3.3. Précipitations

3.3.1 Les précipitations totales moyennes

Partout au Québec, les cumuls de précipitations varient passablement d'une année à l'autre, tant à l'échelle annuelle qu'à l'échelle saisonnière. Une variabilité naturelle de cette ampleur fait en sorte que les changements doivent être substantiels pour qu'une tendance significative soit détectée. Durant la période de 1950 à 2011, c'est dans le sud du Québec que l'on trouve le plus de stations d'observation montrant des tendances historiques significatives, notamment des tendances à la hausse pour les cumuls de pluie printanière et automnale ainsi qu'en été pour un plus petit nombre de stations²⁷.

Pour les décennies à venir, le réchauffement graduel des températures provoquera une augmentation de la vapeur d'eau dans l'air en plus d'intensifier le transport d'humidité des tropiques vers nos latitudes. Par conséquent, on s'attend à ce que les précipitations totales augmentent à leur tour. Cette hausse sera très graduelle. Par exemple, sur l'horizon 2020, les hausses anticipées demeurent dans les limites de la variabilité interannuelle. Les changements dans les précipitations ne seront donc pas significatifs sur cet horizon.

²³ D. CHAUMONT et G. DESROCHERS, *Évolution des conditions climatiques au Québec : développement d'un scénario climatique utilisé à des fins de prévision de la demande d'électricité au Québec sur l'horizon 2030*, Montréal, Québec, Ouranos, 2007, 19 p. Accessible en ligne : https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/2016/03/RapportChaumont2007_FR.pdf.

²⁴ G. LAFRANCE, L. DA SILVA et C. DESJARLAIS, *Impact des changements climatiques sur la demande d'énergie*, Montréal, Québec, Ouranos, 2015, 71 p. Accessible en ligne : https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/2016/03/RapportLafrance2015_FR.pdf.

²⁵ D. CHAUMONT et G. DESROCHERS, *op. cit.*

²⁶ G. LAFRANCE, L. DA SILVA et C. DESJARLAIS, *op. cit.*

²⁷ É. MEKIS et L. A. VINCENT, « An Overview of the Second Generation Adjusted Daily Precipitation Dataset for Trend Analysis in Canada », *Atmosphere-Ocean*, vol. 49, n° 2, 2011, p. 163–177. doi:10.1080/07055900.2011.583910.



Ce n'est que vers la fin du siècle²⁸ que les diverses régions du Québec verront des changements significatifs dans les précipitations totales. En fait, la répartition des précipitations sur le territoire restera sensiblement la même, mais avec des cumuls décalés vers des valeurs plus élevées. Les hausses seront plus substantielles à mesure que l'on se déplacera vers le nord.

Le nord et le centre du Québec peuvent s'attendre à des augmentations des précipitations totales pour toutes les saisons. Dans les régions du sud et du golfe du Saint-Laurent, les hausses significatives des précipitations se limitent à l'hiver et au printemps. Ces résultats sont le fruit d'un consensus très élevé parmi l'ensemble des projections climatiques de CMIP5.

Le portrait est quelque peu différent pour l'été et l'automne dans le sud du Québec et dans la région du golfe du Saint-Laurent. Les changements de précipitations projetés sont plus faibles, et les plages de valeur sont plus proches de la variabilité interannuelle. De plus, le consensus dans l'ensemble est plus faible, car certains modèles projettent des baisses de précipitations, tandis que d'autres penchent du côté des hausses. Ces résultats ne sont pas significatifs.

3.3.2 Les indices de précipitations abondantes et extrêmes

Bien que les modèles climatiques aient encore quelques difficultés à représenter des épisodes de précipitations extrêmes ayant la même intensité que ceux du monde réel, ils sont unanimes à projeter des hausses significatives pour tous les indicateurs de précipitations abondantes et extrêmes, et ce, pour toutes les régions du Québec vers la fin du siècle.

Une façon d'examiner le comportement futur des précipitations extrêmes est d'étudier la quantité maximale annuelle des précipitations accumulées sur diverses durées pour différentes périodes de retour. Kharin et ses collaborateurs²⁹ ont étudié le maximum annuel des précipitations quotidiennes en se basant sur les projections climatiques de CMIP5, qui tiennent compte du RCP4.5. Les périodes de retour des maximums annuels du cumul quotidien de précipitations seraient raccourcies de façon significative. En effet, un maximum annuel dont la période de retour est de 20 ans sur l'horizon de 1986 à 2005 pourrait survenir plus fréquemment vers 2046 à 2065 avec une période de retour autour de 7 à 10 ans, et ce, pour l'ensemble du Québec.

3.3.3 La proportion pluie-neige

Il n'est pas évident de quantifier la fraction des précipitations totales qui tombent sous forme de pluie et sous forme de neige, et ce, tant sur le plan des données observées que de celles issues des modèles climatiques. Dans le sud du Québec, plusieurs stations montrent des tendances significatives à la baisse des chutes de neige de décembre à février³⁰, bien que les précipitations totales ne présentent pas de tendances significatives.

Pour les décennies à venir, on s'attend à ce que les épisodes de pluie soient de plus en plus nombreux en hiver dans le sud du Québec. Pour les autres régions, des analyses plus poussées sont nécessaires.

²⁸ Voir le tableau 1-4 dans OURANOS, *op. cit.*

²⁹ V. V. KHARIN et autres, « Changes in temperature and precipitation extremes in the CMIP5 ensemble », *Climatic Change*, vol. 119, n° 2, 2013, p. 345–357. doi:10.1007/s10584-013-0705-8.

³⁰ É. MEKIS et L. A. VINCENT, *op. cit.*



3.3.4 Le verglas

Il est mentionné dans les sections précédentes que durant la saison froide toutes les régions du Québec peuvent s'attendre à des températures plus chaudes et à des augmentations de précipitations. Il ne faudrait surtout pas conclure que ces conditions à venir seraient d'emblée propices à la formation de verglas. Cela est dû au fait que le verglas résulte d'une combinaison complexe de processus qui opèrent à des échelles temporelles et spatiales très variées. La formation du verglas nécessite la présence d'une couche d'air chaud qui se superpose à une mince couche d'air froid située très près de la surface. Lorsque la couche chaude est suffisamment épaisse, les précipitations peuvent rester liquides ou fondre complètement durant leur chute pour ensuite geler instantanément au contact du sol, ou des structures, dont la température est sous le point de congélation grâce à la couche froide. Sans la présence de la couche froide, on obtient de la pluie. Si la couche froide est trop épaisse, il y a formation de grésil. Il est difficile d'évaluer comment la superposition des couches d'air sera affectée par le réchauffement des températures.

La vallée du Saint-Laurent est la région de l'Amérique du Nord où l'occurrence des épisodes de verglas est la plus élevée. En effet, en présence de certaines combinaisons de dépressions et d'anticyclones, la vallée du Saint-Laurent favorise la présence et le maintien de la mince couche d'air froid près de la surface. Si les modèles climatiques sont capables de reproduire raisonnablement les systèmes dépressionnaires et les anticyclones, leur résolution est encore trop grossière pour représenter, à l'intérieur des nuages, les mécanismes qui déterminent le type de précipitations. C'est pourquoi, au moment d'écrire ces lignes, il n'est pas encore possible de déterminer si les épisodes de verglas seront plus nombreux ou sévères à l'avenir. Des travaux sont en cours à Ouranos, de concert avec des chercheurs universitaires, pour évaluer les conséquences des changements climatiques sur la formation du verglas. Des références et des explications plus complètes se trouvent dans la synthèse des connaissances d'Ouranos.

3.3.5 Les orages et les tornades

La convection profonde induit les forts mouvements ascendants responsables de la formation rapide d'orages pouvant déverser en peu de temps de grandes quantités de précipitations. La convection repose sur deux mécanismes : l'énergie convective disponible et le cisaillement vertical du vent. L'énergie convective disponible est une mesure de l'aisance d'une parcelle d'air à se soulever lorsqu'elle est plus chaude et humide que son environnement. Le second est le cisaillement vertical qui est en fait la variation du vent avec l'altitude. Pour la formation des orages, on examine plus particulièrement la différence de vent entre la surface et une altitude de 6 km. Au Québec, ces deux mécanismes ne seront pas affectés de la même manière par les changements climatiques.

Les études recensées dans la synthèse des connaissances d'Ouranos suggèrent un climat futur plus propice aux orages au Québec. Bien que le cisaillement vertical du vent semble diminuer avec les années, l'air plus chaud et plus humide près de la surface serait responsable d'une augmentation de l'énergie convective disponible et causerait l'augmentation des épisodes orageux, et possiblement leur sévérité. On s'attend d'ailleurs à ce qu'ils engendrent de plus grandes quantités de précipitations. Les différentes études portant sur le Québec ont été réalisées sur des ensembles de



projections climatiques dont la taille ne permet pas de quantifier les changements anticipés de l'activité orageuse ni d'en évaluer le degré de confiance de façon fiable. De plus, les modèles climatiques opèrent encore à des résolutions trop grossières pour offrir une bonne représentation des orages. On s'attend à des progrès importants au cours des prochaines années.

Les tornades se forment à l'intérieur d'orages particulièrement violents dans lesquels le cisaillement vertical du vent et l'énergie convective disponible sont très élevés. En fait, c'est le cisaillement du vent qui permet d'amorcer et de maintenir les forts mouvements de rotation typiques des tornades. Or, selon les études citées dans la synthèse des connaissances d'Ouranos, le cisaillement du vent pourrait diminuer graduellement d'ici la fin du siècle. Cela voudrait dire que l'éventuelle augmentation des orages ne se traduirait pas nécessairement par une augmentation des tornades. Il n'est pas encore possible de déterminer de quelle façon évolueront les tornades durant les prochaines décennies en raison de la méconnaissance des divers mécanismes régissant leur cycle de vie ainsi que de la résolution insuffisante des modèles climatiques actuels.

3.4. Neige

La neige, qui dépend à la fois des températures et des précipitations, présente plusieurs défis, tant pour les réseaux d'observation au sol et satellitaires que pour les modèles climatiques. Plusieurs études portant sur les observations des diverses caractéristiques du couvert et de leur évolution attendue au cours du siècle sont recensées dans la synthèse des connaissances d'Ouranos. Les sections qui suivent en résument les principales conclusions.

3.4.1 Durée de l'enneigement

La durée de l'enneigement est définie par la différence entre le moment où la neige au sol atteint un certain seuil durant plusieurs jours consécutifs et sa disparition définitive au printemps. Le seuil considéré est généralement de 2 cm (ce qui correspond à 2 mm d'équivalent en eau). On observe déjà sur la période de 1948 à 2005 une tendance au raccourcissement de la durée de l'enneigement d'environ 2 jours par décennie sur le sud du Québec. Cette tendance serait principalement attribuable à la fonte printanière plus hâtive. Il y a plus d'incertitude en ce qui a trait au début de la saison, qui est plus difficile à déterminer que la disparition de la neige au printemps. La durée de l'enneigement est fortement influencée par les températures, et l'on s'attend à ce qu'elle évolue de façon cohérente avec les réchauffements anticipés. Le raccourcissement attendu de l'enneigement est présenté pour chaque région dans le tableau 2. L'analyse plus fine permettant de répartir la réduction de la durée de l'enneigement entre l'apparition tardive en automne et la fonte hâtive reste à faire. Des explications supplémentaires sont disponibles dans la synthèse des connaissances d'Ouranos.

Tableau 1. Réduction médiane de la durée de l'enneigement pour la période de 2041 à 2070 par rapport à la période de 1971 à 2000 pour le scénario d'émissions RCP8.5. (Tiré de la figure 1.11 de la synthèse des connaissances d'Ouranos)

Durée de l'enneigement (jours en moins)	Sud du Québec	Golfe du Saint-Laurent	Centre du Québec	Nord du Québec
	45 à 65	45 à 75	25 à 45	25



3.4.2 L'enneigement maximal

Il n'est pas facile de détecter une tendance significative de l'évolution passée du maximum annuel du couvert de neige, car ce dernier varie naturellement de façon importante d'une année à l'autre, en plus de présenter des fluctuations à l'échelle décennale. D'ailleurs, ces variations ne sont pas uniformes sur le territoire québécois. On observe des tendances significatives dans deux régions seulement. Le couvert de neige maximal est à la baisse dans une petite sous-région du sud du Québec, conformément au réchauffement significatif observé. La partie ouest du nord du Québec montre une tendance significative à la hausse de l'enneigement maximal, car il y fait encore suffisamment froid pour que les hausses observées de précipitations contribuent encore à faire augmenter la neige au sol. La moyenne pour la période de 1971 à 2000 de l'enneigement maximal est cartographiée à la figure 2.

Vers le milieu du siècle, toutes les régions du Québec devraient s'attendre à une diminution de l'enneigement maximal. Les changements les plus flagrants surviendront dans le sud du Québec ainsi que dans les basses terres du centre du Québec et du golfe du Saint-Laurent. Sur cette même période, la diminution du couvert de neige sera plus modeste dans le nord du Québec, mais sera plus accentuée vers la fin du siècle.

Les changements anticipés de la durée de l'enneigement ainsi que du couvert de neige maximal font en sorte que l'enneigement ne culminera plus au même moment dans l'année. Ainsi, vers 2050, l'enneigement maximal devrait survenir en février plutôt qu'en avril ou en mars dans le sud du Québec, et en mars plutôt qu'en avril dans le centre du Québec et le golfe du Saint-Laurent. Dans le nord du Québec, l'enneigement maximal devrait encore se produire en avril.

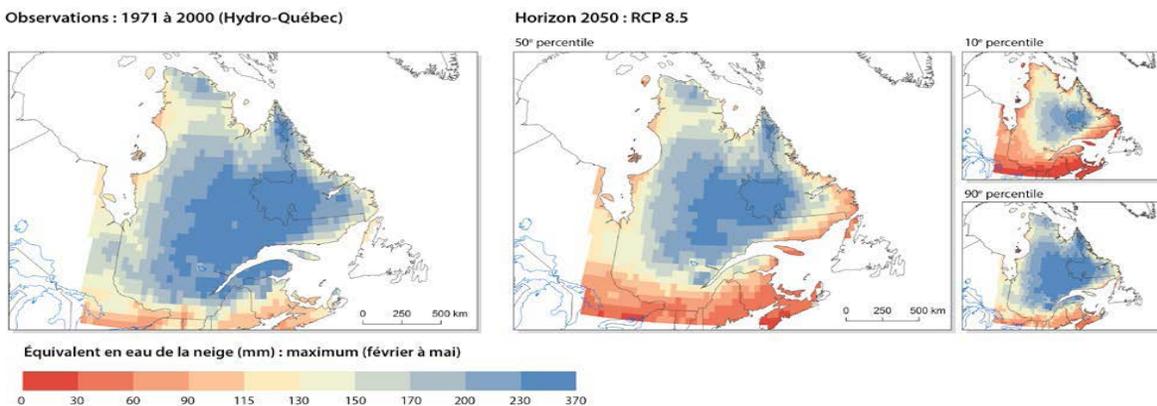


Figure 5. Maximum de l'équivalent en eau de la neige entre février et mai observé pour la période de 1971 à 2000 (panneau gauche) et projeté (panneaux droits) pour l'horizon 2050 (2041 à 2070). La moyenne observée est calculée à partir des données interpolées d'Hydro-Québec³¹. Les cartes futures présentent la médiane de l'ensemble ainsi que les 10^e et 90^e percentiles de 22 scénarios climatiques futurs. Les scénarios climatiques futurs ont été produits selon la méthode delta appliquée aux observations³², utilisant des simulations de CMIP5 (RCP8.5).

³¹ D. TAPSOBA et autres, « Apport de la technique du krigeage avec dérive externe pour une cartographie raisonnée de l'équivalent en eau de la neige : application aux bassins de la rivière Gatineau », *Canadian Journal of Civil Engineering*, vol. 32, n^o 1, 2005, p. 289–297. doi:10.1139/104-110.

³² I. CHARRON, *op. cit.*



3.4.3 Événements de pluie en présence de neige au sol

Dans l'état actuel des connaissances, il est difficile de se prononcer sur l'évolution des divers facteurs qui influencent le poids du couvert de la neige. On note, entre autres, la densité de la neige, qui varie en fonction de la température, mais aussi les événements de pluie en présence du couvert neigeux, qu'ils soient liés ou non à un mélange de précipitations au moment du passage des dépressions hivernales.

Les sections précédentes font état de l'augmentation des précipitations totales en hiver pour toutes les régions. Or, le réchauffement des températures fait en sorte qu'une plus grande fraction qu'auparavant de ces précipitations tombera sous forme de pluie. Même si l'on anticipe une réduction du couvert de neige, et que ce dernier risque d'être altéré par les redoux hivernaux, on peut facilement concevoir que les charges de neige sur les bâtiments risquent de varier considérablement au gré des épisodes de neige ou de pluie à l'intérieur d'une saison. Force est de constater que l'instauration d'un suivi préventif des charges de neige accumulées sur les bâtiments est une mesure qui fera ses preuves dans les prochaines années.

3.5 Autres caractéristiques du climat

3.5.1 Qualité de l'air

Durant les dernières décennies, les diverses réglementations mises en place ont permis une nette amélioration de la qualité de l'air au Québec, mais aussi en Ontario et aux États-Unis. Les changements climatiques ne sont pas directement responsables de la qualité de l'air, car elle dépend d'abord et avant tout des niveaux des émissions anthropogéniques ou naturelles des divers polluants. Par contre, plusieurs paramètres climatiques, tels que la température, l'humidité, les vents et les précipitations, contribuent à moduler les concentrations des polluants en affectant le transport, la dispersion, les réactions chimiques, la déposition et les émissions. Cette section résume le portrait fait dans la synthèse des connaissances d'Ouranos à partir de plusieurs études récentes portant sur deux polluants responsables d'un bon nombre d'effets sur la santé : les particules fines en suspension (PM2.5) et l'ozone troposphérique, qui produit le smog.

Même s'il n'est pas possible encore de se prononcer avec confiance sur les projections des particules fines en suspension, on s'attend à ce que les concentrations de PM2.5 diminuent d'ici la fin du siècle d'environ 0,5 à 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La petite taille de ces particules fait en sorte qu'elles sont facilement lessivées par les précipitations et qu'elles peuvent difficilement voyager en grandes quantités à l'échelle des continents. C'est pourquoi les émissions locales et régionales de PM2.5 seront déterminantes, car sans changement dans les émissions, le réchauffement des températures favoriserait les pics journaliers en été dans les zones polluées. De plus, l'incidence des feux de forêt pourrait modifier la sévérité de certains épisodes.

Contrairement à la couche d'ozone, située dans la stratosphère, qui procure une protection contre les UV, l'ozone troposphérique se trouve près de la surface et est un polluant nocif pour la santé. Sur la période de 1988 à 2009, les observations indiquent une augmentation de l'ozone près de la surface, surtout près des corridors routiers. Dans ces secteurs, on a observé une baisse notable du monoxyde d'azote (NO), grâce à diverses réglementations, ce qui est en soi une bonne nouvelle. Or, le NO est



impliqué dans une réaction chimique permettant de retirer de l'ozone de l'atmosphère. Il en résulte que la baisse des concentrations de NO a eu comme effet pervers d'augmenter l'ozone près de la surface. Selon la plupart des projections basées sur plusieurs scénarios d'évolution des gaz à effet de serre (les RCP2.6, RCP4.5 et RCP6.0), on s'attend à des réductions d'ozone près de la surface d'environ 2 à 6 ppb d'ici 2100. Par contre, ce ne serait pas le cas avec les projections basées sur le RCP8.5, qui se distingue par des émissions de méthane plus élevées favorisant la hausse des concentrations d'ozone d'environ 3 ppb vers la fin du siècle. En l'absence de réduction des polluants précurseurs de l'ozone troposphérique, un climat plus chaud favoriserait les pics journaliers estivaux dans les zones polluées.

3.5.2 Humidité spécifique

D'après la thermodynamique, la pression de vapeur saturante de l'air augmente avec la température. C'est pourquoi on s'attend à ce que l'humidité spécifique augmente avec le réchauffement du climat. À ce phénomène s'ajoute l'intensification du transport vers le nord d'humidité provenant des tropiques, qui contribue aussi à l'augmentation de l'humidité spécifique. Ainsi, les projections des modèles de CMIP5 basés sur le scénario d'évolution des GES RCP4.5 indiquent une hausse significative de 5 à 7,5 % de l'humidité spécifique dès la période de 2016 à 2035, comparativement à 1986 à 2005, sur presque tout le Québec. Pour le Nunavik, la hausse serait de 7,5 à 10 %³³. Cette tendance à la hausse devrait s'intensifier d'ici la fin du siècle.

3.5.3 Humidité relative

À l'échelle planétaire, on s'attend à ce que l'humidité relative reste à peu près constante au cours des prochaines années. En raison du réchauffement qui sera un peu plus fort sur les continents que sur les océans, il pourrait y avoir une très faible diminution au-dessus de la terre. Par exemple, même pour la fin du siècle, les projections des modèles climatiques de CMIP5 basées sur le scénario de GES RCP8.5 projettent une diminution marginale de l'humidité inférieure à 1 %³⁴, ce qui n'est pas significatif, sur l'ensemble du Québec.

3.5.4 Nuages et UV

Selon les diverses études citées dans la synthèse des connaissances d'Ouranos, le couvert nuageux, pour la plupart des régions, se situe autour de 70 à 80 % et varie peu selon les saisons. Toutefois, on note deux exceptions : le sud du Québec en été ainsi que le Nunavik en hiver, qui ont plutôt une nébulosité autour de 6 à 70 %. Au Québec, la variabilité interannuelle du couvert nuageux ne serait que de 3 %. On estime que les disparités entre les sources d'observation satellitaires seraient d'environ ± 15 %. Dans l'état actuel des connaissances, on considère que le couvert nuageux au Québec est stable depuis le début des années 1980. Dans l'état actuel des connaissances, on n'anticipe pas de changement significatif de la couverture nuageuse au Québec. Le comportement des nuages demeure l'une des principales sources d'incertitude dans les modèles climatiques.

La quantité de rayonnements UV reçus à la surface dépend de l'état de la couche d'ozone dans la stratosphère, des nuages ainsi que des fines particules en suspension

³³ T.F. STOCKER et autres (sous la dir. de), *Climate Change 2013 : The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Cambridge, United Kingdom et New York, NY, É.-U., Cambridge University Press, 2013, 1535 p.

³⁴ *Loc. cit.*



dans l'air, appelées aérosols. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou engendrés par la pollution atmosphérique. Depuis l'entrée en vigueur du protocole de Montréal, la réduction et le remplacement des substances qui appauvrissent la couche d'ozone portent leurs fruits. En effet, le recouvrement graduel de l'ozone stratosphérique est mesurable, et on note une diminution du rayonnement UV. De plus, les changements climatiques provoquent une modification des vents dans la stratosphère, ce qui intensifie le transport de l'ozone stratosphérique des tropiques vers les latitudes moyennes. Le Québec peut donc s'attendre à un recouvrement amplifié de l'ozone et, par conséquent, à une diminution du rayonnement UV pour des conditions de ciel clair sans pollution (*pristine clear sky*). Les contributions respectives des nuages et des aérosols demeurent très difficiles à évaluer. Dans le cas des aérosols, leur évolution sera fortement tributaire de la mise en œuvre – et du respect – des diverses réglementations, tant à l'échelle nationale qu'internationale.

3.5.5 Vents et tempêtes

Le vent est une variable qui est déterminée par la coexistence de phénomènes qui interagissent sur une vaste gamme d'échelles et de temps. Ainsi, le vent au niveau de l'anémomètre (c.-à-d. 10 m) à une station météorologique peut dépendre à la fois de la position d'un grand système dépressionnaire de quelques milliers de kilomètres et de la turbulence très localisée. Les mesures de vent sont très sensibles aux changements d'instruments ainsi qu'aux changements de paysage dans les environs de la station. C'est pourquoi le calcul des tendances requiert des méthodes d'ajustements préalables (homogénéisation) qui tiennent compte des changements dans l'historique des mesures à la station. Les stations de 13 aéroports du Québec ont bénéficié de ce traitement décrit dans le *Journal of Climate*³⁵. Cette même étude détecte des tendances à la diminution de la moyenne saisonnière de la vitesse du vent à 10 m entre 1953 et 2006. On note quelques exceptions : Val-d'Or et Baie-Comeau en automne; Schefferville (hiver, printemps et automne) ainsi que Kuujuaq et Kuujuarapik en hiver.

À l'heure actuelle, la résolution spatiale des modèles climatiques est trop grossière pour pouvoir tenir compte d'importants effets locaux qui influent sur les vents. Cela fait en sorte que très peu d'études ont porté sur les projections des vents, en plus d'être basées sur de très petits nombres de projections. Par conséquent, il n'est pas possible d'établir le niveau de confiance de leurs conclusions. De nombreux travaux en cours devraient apporter un meilleur éclairage sur l'évolution des vents dans les prochaines années.

Comme mentionné dans la synthèse des connaissances d'Ouranos, les termes *dépression* et *cyclone* sont utilisés indistinctement pour désigner une zone de basse pression atmosphérique dont la pression minimale se trouve en son centre. On appelle *dépressions extratropicales* les zones de basse pression atmosphérique qui se forment à des latitudes supérieures à 25 degrés. Elles constituent l'élément dominant du climat et de sa variabilité dans les régions des latitudes moyennes comme le Québec. On qualifie de tempêtes des événements dont les vents atteignent au moins la force 10 de l'échelle de Beaufort (89 à 102 km/h). De tels vents peuvent être générés par des cyclones extratropicaux intenses, des ouragans ou des tornades.

³⁵ H. WAN, X. L. WANG et V. R. SWAIL, « Homogenization and Trend Analysis of Canadian Near-Surface Wind Speeds », *Journal of Climate*, vol. 23, n° 5, 2010, p. 1209–1225. doi:10.1175/2009JCLI3200.1.



La complexité des cyclones extratropicaux a mené au développement de plusieurs algorithmes permettant de les détecter, et qui, lorsque utilisés sur les mêmes données, donnent des résultats différents. En raison de ces disparités, nous n'avons pas présentement de statistiques précises du nombre de cyclones et de leur intensité pour les diverses régions du monde. Cette incertitude s'ajoute à celle provenant des modèles de climat et limite le degré de confiance dans les projections.

L'analyse des cyclones extratropicaux à l'aide d'un algorithme de détection appliqué à des données historiques n'a pas permis de détecter de tendance dans l'activité cyclonique saisonnière pour le Québec pour la période de 1951 à 2010. Il en ressort toutefois une forte variabilité décennale : l'activité cyclonique a connu une tendance à la hausse de 1985 à 1995 et semble à la baisse depuis.

Les projections de 22 modèles globaux de CMIP5 pour RCP8.5 suggèrent une diminution de l'activité cyclonique sur toutes les grandes trajectoires de dépressions affectant le Québec en hiver pour la période de 2081 à 2100, comparativement à la période de 1980 à 1999. Il ne semble pas y avoir de changement notable au-dessus de la baie d'Hudson. Pour l'été, les projections vont également dans le sens d'une baisse d'activité, surtout pour les dépressions provenant du Colorado et les dépressions du nord-ouest de l'Atlantique. Le consensus est plus fort parmi cet ensemble de modèles qu'il ne l'était pour ceux de la génération précédente. Autre résultat distinct entre les générations de modèles, les plus récents n'anticipent plus d'augmentation des dépressions extrêmes pour l'hiver dans l'hémisphère nord, ces dernières semblent plutôt diminuer quoique les résultats fluctuent beaucoup d'un modèle à l'autre. Le niveau de confiance dans cette projection demeure limité.

3.5.6 Feux de forêt

Selon les études citées dans la synthèse des connaissances d'Ouranos, on soupçonne que, vers la fin du siècle, l'effet des changements climatiques sur les conditions météorologiques favorables aux feux de forêt pourrait accroître de 1,5 à 3 fois l'activité des feux, comparativement au régime de la période de 1961 à 1999. Toutefois, cette estimation ne tient pas compte des modifications potentielles à la composition des forêts québécoises. Par exemple, l'augmentation de la proportion de feuillus dans certains secteurs de la forêt boréale en réduirait l'inflammabilité et pourrait diminuer le risque de feux. Il reste donc encore beaucoup d'incertitudes quant au régime à venir des feux de forêt au Québec.

3.5.7 Inondations

Les inondations constituent le principal risque naturel au Québec et occasionnent des déboursés importants en indemnités, entre autres pour le gouvernement. Les sinistres associés aux crues sont en augmentation et surviennent maintenant en toutes saisons, alors que par le passé les inondations au Québec concernaient essentiellement les crues printanières, le plus souvent associées aux débâcles³⁶.

Il est particulièrement difficile de se prononcer sur l'évolution du risque d'inondation. En effet, celui-ci est très local, car il dépend autant de paramètres météorologiques ou climatiques que du territoire (géomorphologie, occupation et aménagement). Ces questions sont abondamment abordées dans les sections 2.2.3.3 et 2.5.2.1 de la synthèse des connaissances d'Ouranos. Toutefois, pour certains types d'inondations, il

³⁶ OURANOS, *op. cit.* et références citées.



est possible d'avoir une idée de l'influence des changements climatiques sur quelques-uns des facteurs de risques.

L'effet des changements climatiques sur les crues qui définissent les plaines inondables des cours d'eau du sud du Québec est actuellement difficilement quantifiable. En plus d'être très variable selon les différents scénarios de projections du climat, il est aussi très dépendant des caractéristiques des cours d'eau et de l'étendue de leur bassin versant. D'ailleurs, la morphologie des cours d'eau dynamiques sur le plan sédimentaire risque d'être modifiée par les changements de régime hydrique. Il n'est pas encore possible de quantifier comment les redoux hivernaux, la formation de frasil et des glaces sur les rivières moduleront les risques d'inondations au cours des prochaines années. Toutefois, selon les plus récentes projections hydroclimatiques³⁷, le Québec méridional pourrait s'attendre, vers le milieu du siècle, à une hydraulité hivernale plus forte, à des pointes de crues estivales et automnales plus élevées pour une bonne portion de ce territoire, mais aussi à des crues printanières moins élevées et plus hâtives. Ces projections ne prennent pas en compte les effets locaux des ouvrages de régulation.

En milieu urbain, des pluies fréquentes et plus intenses provoquent des inondations localisées et des épisodes de surverse, une tendance appelée à s'accroître avec les changements climatiques. La gestion des eaux de pluie passe par un ensemble de mesures qui permet de les gérer de manière plus efficace : des mesures de contrôle à la source, le recours aux réseaux mineurs (infrastructures souterraines) et majeurs (routes, parcs) et des bassins de rétention en aval des réseaux.

En milieu côtier, les risques d'inondations dans les basses terres dépendent beaucoup du passage des tempêtes intenses. La pression atmosphérique au centre de ces tempêtes devient très basse, ce qui favorise la hausse des niveaux d'eau qui peut provoquer la submersion des côtes, particulièrement lorsque la tempête coïncide avec la marée haute. La submersion est aggravée par les vents forts qui peuvent déplacer vers le rivage d'importantes masses d'eau en plus de causer de fortes vagues. En hiver, les glaces marines procurent une protection naturelle qui réduit considérablement les conséquences des tempêtes. Pour les décennies à venir, l'évolution des tempêtes comporte son lot d'incertitudes, mais le niveau de confiance est très élevé quant à la disparition des glaces marines. C'est donc dire que les risques d'inondations par submersion, même sans changement dans le régime de tempêtes, seront plus élevés en raison de la perte de protection par les glaces marines et seront aggravés dans le golfe du Saint-Laurent par la hausse du niveau relatif de la mer.

3.5.8 Pergélisol

La dégradation du pergélisol dans le nord du Québec est en cours depuis plusieurs années en réponse au réchauffement déjà amorcé des températures. De plus, l'augmentation des précipitations contribue aussi à la dégradation du pergélisol et exacerbe les problèmes de drainage ainsi que de stabilité des sols qui s'ensuivent. Plusieurs bâtiments situés dans les diverses communautés du Nunavik sont probablement déjà aux prises avec des problèmes de structure. La dégradation du pergélisol ne peut que s'aggraver au cours des prochaines années en raison des fortes hausses anticipées des températures et des hausses de précipitations.

³⁷ CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC (CEHQ), *Atlas hydroclimatique du Québec méridional – Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050*, Québec, 2015, 81 p.



Vu l'urgence de la situation, de nombreux travaux ont été effectués au Nunavik pour tester diverses solutions d'adaptation à la fonte du pergélisol. De plus, des outils cartographiques ont été élaborés pour déterminer les zones les moins à risque afin de mieux planifier le développement. À cet égard, la lecture du chapitre 6 de *Le Nunavik et le Nunatsiavut : de la science aux politiques publiques*³⁸ ainsi que de la section 2.3.2.1 de la synthèse des connaissances d'Ouranos est fortement recommandée. Ces références, ainsi que les études qui y sont citées, constituent un état des lieux très complet sur le pergélisol, sur les solutions d'adaptation et sur les divers outils disponibles.

3.5.9 Érosion

Les sections 2.3.2.2 et 2.5.2.1 de la synthèse des connaissances d'Ouranos procurent une foule d'informations et de références sur les mécanismes causant l'érosion côtière de même que sur des pistes de solutions pour prévenir les risques associés à ce phénomène. Dans l'est du Québec, la majorité de l'environnement bâti, y compris des édifices publics, se trouve à moins d'un kilomètre de la côte.

Beaucoup de travaux de recherche ont été effectués dans la région de la Côte-Nord, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, ainsi que sur les côtes du Nunavik. Les études ont porté sur la compréhension des processus d'érosion, les liens avec le climat et l'évolution probable de ces facteurs dans un contexte de changements climatiques, de même que sur la recherche de solutions avec les autorités et les populations concernées de la région. D'ailleurs, plusieurs municipalités de la Côte-Nord, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine se sont soit dotées de plans de gestion des côtes ou sont en processus d'évaluation de solutions d'adaptation. Les principales catégories d'options d'adaptation dans la zone côtière sont l'évitement, le retrait, l'accommodation et la protection.

L'érosion des falaises friables et des dépôts meubles est favorisée par plusieurs mécanismes qui peuvent interagir les uns avec les autres. Les cycles gel-dégel provoquent l'effondrement de portions de falaises. Les glaces marines offrent une protection naturelle au littoral; leur disparition le rend vulnérable à la submersion au cours du passage de tempêtes et à l'érosion par les vagues. La hausse du niveau relatif de la mer dans le golfe du Saint-Laurent aggrave les risques associés à la submersion et aux vagues. Tous ces phénomènes causent déjà de nombreux dommages et seront exacerbés par le réchauffement du climat.

³⁸ M. ALLARD et M. LEMAY, *Le Nunavik et le Nunatsiavut : de la science aux politiques publiques. Une étude intégrée d'impact régional des changements climatiques et de la modernisation*, Québec, ArcticNet, 2013, 315 p.



3.6 Tableau récapitulatif

Tableau 2. Récapitulatif des changements projetés au Québec

État des connaissances	Phénomènes climatiques
Élevé	<ul style="list-style-type: none"> • Réchauffement dans les températures moyennes, • Réchauffement accru des extrêmes de température (chauds et froids) par rapport aux températures moyennes • Hausses hivernale et printanière des cumuls de précipitations pour toutes les régions du Québec. • Nord et centre du Québec : augmentation plus modeste des précipitations en été et en automne • Diminution de la longueur de la saison de gel • Recouvrement amplifié de l'ozone stratosphérique, ce qui diminuera le rayonnement UV reçu à la surface dans des conditions de ciel clair sans pollution
Modéré	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la quantité maximale annuelle de précipitations pour toutes les régions du Québec (toutes les durées et toutes les périodes de retour) • Hausse significative des indices de précipitations abondantes et extrêmes pour toutes les régions du Québec (davantage dans le nord que dans le sud) • Sud et golfe du Saint-Laurent : peu de changements dans les précipitations en été et en automne (faible diminution à faible augmentation selon la simulation climatique et la région) • Diminution de la neige au sol pour la période de 2041 à 2070, particulièrement dans le sud de la province • Réduction de la durée de l'enneigement pour la période de 2041 à 2070 • Rôle déterminant des émissions (dont le méthane) par rapport au changement climatique physique dans la gamme de valeurs projetées de qualité de l'air • À l'exception de l'ozone à la surface pour les simulations forcées par RCP8.5, les projections de CMIP5 suivant des émissions RCP montrent une amélioration dans la qualité de l'air pour l'Amérique du Nord • En absence de changements dans les émissions, un réchauffement climatique pourrait augmenter les pics de concentration d'O₃ et de PM2.5 dans les zones polluées
Limité	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de changement significatif du couvert nuageux sur le territoire québécois pour la période de 2081 à 2100. • Réduction des vents en été pour la période de 2079 à 2099 par rapport à la période de 1979 à 2099 et une faible augmentation des vents en hiver (basé sur seulement 5 modèles de CMIP5). • Augmentation de l'activité des feux de forêt pour la période de 2081 à 2100 (associée à une large plage d'incertitude –voir la section 1.9.2.2 de la synthèse des connaissances d'Ouranos) • Baisse de l'activité cyclonique sur toutes les grandes trajectoires de dépression affectant le Québec • Diminution possible des dépressions sur l'océan en bordure du Gulf Stream et augmentation à l'intérieur des terres tout le long de la côte est américaine jusqu'au sud du Québec et des provinces atlantiques
Indéterminé	<ul style="list-style-type: none"> • Les modèles climatiques n'anticipent pas de changement significatif du couvert nuageux sur le territoire québécois pour la période de 2081 à 2100 • Il n'est pas encore possible d'établir si la fréquence et l'intensité des cyclones posttropicaux (« restes d'ouragan ») au Québec changeront dans les prochaines décennies. Il est toutefois possible d'affirmer que les cyclones posttropicaux apporteront de plus grandes quantités de précipitations et que ceux qui atteindront le golfe du Saint-Laurent frapperont des régions côtières ayant subi une hausse du niveau de la mer



Section 4 - Vulnérabilité des immeubles

À la lumière des prévisions relatives aux changements climatiques qui ont été exposées au chapitre précédent, on conçoit facilement qu'une probabilité plus forte de l'occurrence d'aléas climatiques eux-mêmes plus intenses ou plus fréquents que par le passé pose théoriquement un risque additionnel pour les immeubles et leurs usagers. Les immeubles ou les composantes d'immeubles les plus vulnérables à la manifestation des tels aléas pourraient subir des dommages plus étendus et les subir plus fréquemment ou plus rapidement. Quels sont donc les points les plus vulnérables du parc immobilier du réseau de la santé et des services sociaux (RSSS) ? La réponse à cette question varie d'un immeuble à l'autre, en raison notamment de la localisation, des caractéristiques physiques, de l'âge, de l'état et de la fonction de chaque immeuble. Il est cependant possible de définir un profil de vulnérabilité d'ordre général, purement théorique, lequel servira de base à un exercice de réflexion plus approfondi portant sur un cas en particulier. C'est l'objet du présent chapitre.

4.1 Définition de la vulnérabilité

La vulnérabilité représente une condition qui résulte de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux et qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa climatique à subir des préjudices ou des dommages. La vulnérabilité de l'immeuble, d'une composante de l'immeuble ou des occupants de celui-ci à l'un ou à plusieurs de ces aléas est surtout déterminée en fonction :

- du degré d'exposition, lequel fait référence à la quantité d'éléments exposés, à la proximité de l'aléa et à la durée de l'exposition. Une composante majeure de l'immeuble en contact rapproché avec l'aléa pendant une longue période est considérée comme plus exposée qu'une autre composante mineure, exposée indirectement et pendant peu de temps ;
- de la sensibilité, soit la mesure dans laquelle un élément exposé est susceptible d'être affecté par la manifestation d'un aléa climatique. Un élément exposé est jugé sensible s'il subit lui-même des effets négatifs notables ou si la faiblesse de sa performance cause des inconvénients non négligeables aux occupants de l'immeuble.

Une composante n'est pas vulnérable du seul fait de son exposition ou de sa sensibilité ; il faut que ces deux aspects soient affectés. Ainsi, une composante très exposée mais non sensible n'est pas vulnérable, ni une composante sensible mais non exposée. En pratique, la réduction de la sensibilité d'un élément constitue souvent le seul moyen d'en réduire la vulnérabilité.



4.2 Profil de la vulnérabilité des immeubles

La finalité d'un immeuble du RSSS est de fournir un environnement intérieur contrôlé, sain et sécuritaire à ses usagers, et ce, à un coût de cycle de vie optimal. Pour ce faire, l'immeuble doit être conçu de façon à ce qu'il résiste raisonnablement bien aux aléas climatiques tout au long de sa vie utile. La dégradation graduelle des matériaux ainsi que les rares dommages causés par des phénomènes climatiques exceptionnels sont considérés comme normaux.

L'analyse de la vulnérabilité des immeubles aux changements climatiques ne vise donc pas à évaluer tout ce qui est susceptible d'affecter négativement les édifices. Elle vise plutôt à déterminer si certains éléments de l'immeuble sont susceptibles de voir leurs limites dépassées lorsqu'ils seront exposés aux aléas climatiques futurs. Par exemple, il faut vérifier :

- si la durabilité de certains matériaux est susceptible d'être affectée au point de compromettre la performance technique et économique de l'immeuble ;
- si la probabilité de dommages majeurs résultant de certaines manifestations météorologiques violentes connaît une hausse significative ;
- si les paramètres de la qualité de l'environnement intérieur sont susceptibles d'être notablement compromis.

Voici le cadre de l'analyse pour l'évaluation de la vulnérabilité :

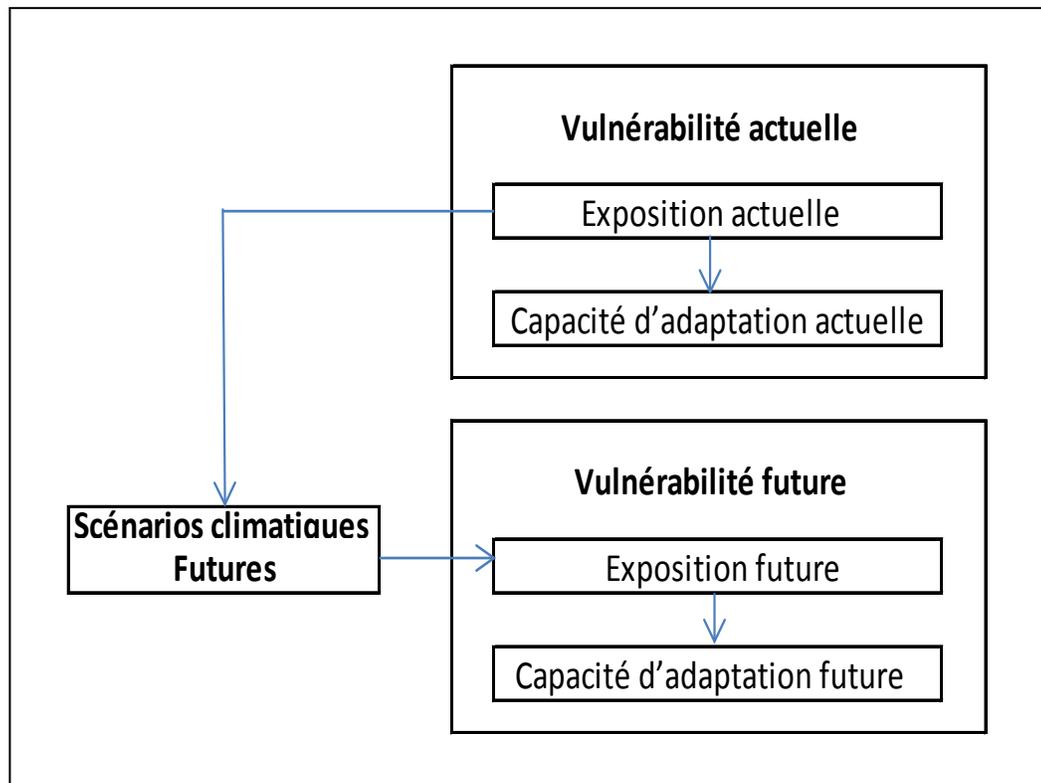


Figure 6 : Évaluation de la vulnérabilité



Le tableau 3 présente le profil théorique de la vulnérabilité des immeubles du RSSS alors qu'ils seraient soumis aux aléas climatiques les plus probables parmi ceux qui ont été passés en revue au chapitre précédent ; cette vulnérabilité est vue sous l'angle d'un risque accru ou non par rapport à la situation moyenne actuelle. Il faut rappeler ici que chaque bâtiment est différent, et ce, entre autres en raison de sa localisation, de sa mission, des matériaux qui le constituent ou de son état d'entretien. La vulnérabilité réelle d'un bâtiment en particulier peut donc être fort différente de ce profil.

Tableau 3 : Profil de vulnérabilité type des immeubles

Divisions Unifomat		Infrastructure	Superstructure	Enveloppe extérieure	Toiture	Aménagement intérieur	Plomberie	CVCA*	Électricité	Aménagement de l'emplacement
		A	B10	B20	B30	C	D20	D30	D50	G
	Aléas climatiques	Bâtiment								
1	Cycles de gel et de dégel plus fréquents			✓	✓					✓
2	Augmentation du contenu en eau de la neige		✓		✓					
3	Canicules plus fréquentes et plus longues			✓	✓			✓		
4	Effet d'îlots de chaleur urbains accru			✓	✓			✓		✓
5	Sécheresse plus fréquentes et plus longues									✓
6	Hausse des épisodes où l'humidex est > 40 unités							✓		
7	Fonte du pergélisol	✓	✓	✓						✓
8	Détérioration de la qualité de l'air							✓		
9	Détérioration de la qualité de l'eau						✓			
10	Inondations	✓				✓				✓
11	Érosion côtière	✓	✓							✓
12	Glissements de terrain	✓	✓							✓
13	Temps violent plus fréquent			✓	✓				✓	

* CVCA : Chauffage, ventilation et conditionnement d'air.



Pour chaque aléa climatique, les effets négatifs possibles sur les composantes et les systèmes de l'immeuble marqués par un crochet sont exposés en détail ci-après. Les composantes sont identifiées selon la classification de la norme Uniformat II – ASTM E1557-05 Standard Classification for Building Elements and Related Sitework.

Aléa climatique 1 : Cycles de gel et de dégel plus fréquents

B20 Enveloppe extérieure

La hausse du nombre de cycles de gel et de dégel en hiver peut affecter certains systèmes de construction et en accélérer le vieillissement. Notamment, sous la pression de l'eau contenue dans la neige et de la formation de glace, il est possible que les ouvrages de béton et de maçonnerie se fissurent et se dégradent plus rapidement. Sous l'effet de l'humidité et des variations de températures, la dilatation et la contraction de certaines composantes de l'enveloppe peuvent entraîner des mouvements et, éventuellement, des fissures ou des gonflements. Les matériaux utilisés dans les constructions plus récentes ont été conçus et testés en fonction du climat québécois ; les systèmes d'enveloppe, étanches à l'eau et perméables à l'air, réagissent généralement bien aux conditions climatiques. On peut donc supposer que les bâtiments plus âgés, construits selon d'autres méthodes et dont les composantes ont atteint un certain degré d'usure, sont plus vulnérables au réchauffement des températures en hiver.

B30 Toiture

Lorsque l'eau gèle et se transforme en glace, elle prend de l'expansion. Des forces mécaniques se trouvent alors appliquées sur les matériaux de la couverture, ce qui peut engendrer du mouvement. L'action répétée du gel et du dégel peut causer une fatigue des matériaux, de l'abrasion ou même la rupture de la membrane et des scellants, créant une voie d'eau. Dans le cas des toitures en pente, ces cycles peuvent provoquer des digues de glace. Celles-ci se forment lorsque la neige fond à la surface du toit, ce qui pousse l'eau à s'écouler jusqu'au rebord du toit en créant une digue. Lorsque de la nouvelle neige fond, l'eau emprisonnée par les digues est sujette à remonter sous les bardeaux et à créer des dommages.

Toutes les toitures sont soumises à l'action du gel et du dégel. Certains matériaux sont plus sensibles que d'autres aux effets répétés de ce phénomène. La vulnérabilité des toitures par rapport aux cycles de gel et de dégel pourrait tendre à diminuer. En effet, la technologie a énormément évolué depuis quelques années et les systèmes de toiture d'aujourd'hui sont beaucoup plus performants que ceux d'autrefois. De plus, la couverture d'un bâtiment nécessite généralement un remplacement tous les vingt-cinq ou trente ans. On constate que l'amélioration récente des modes de pose et de la qualité des matériaux de couverture a un effet positif plus grand, sans pouvoir le quantifier toutefois, que l'effet négatif de l'évolution des conditions climatiques.

G Aménagement de l'emplacement

L'effet dommageable des cycles de gel et de dégel sur les routes, les trottoirs, les murs de soutènement et les autres aménagements du terrain est bien connu au Québec. La plupart de ces aménagements doivent être rénovés après quinze ou vingt ans. Une plus grande fréquence des cycles de gel et de dégel pourrait avoir une incidence sur le comportement de ces ouvrages. Des mouvements de sol pourraient en résulter. Par ailleurs, l'utilisation de sels de déglçage et l'entretien additionnel découlant de la présence de surfaces glacées pourraient contribuer au vieillissement accéléré des matériaux.



Aléa climatique 2 : Augmentation du contenu en eau de la neige

B10 Superstructure / B30 Toiture

L'augmentation du contenu en eau de la neige au sol, résultant de la hausse du nombre d'épisodes de pluies hivernales, peut entraîner l'augmentation de la charge sur les toitures et, par conséquent, sur leur structure. L'accumulation d'eau mélangée à la neige représente une charge accrue ; il peut en résulter des mouvements et des affaissements de la structure, particulièrement de la toiture.

Les bâtiments récents sont conçus en fonction des précipitations attendues dans chaque région climatique. Par contre, les bâtiments plus âgés, conçus selon les données climatiques de l'époque et exposés depuis plusieurs années aux aléas hivernaux, peuvent se révéler plus vulnérables à ce changement. Des fissures dans les revêtements intérieurs peuvent être des signes de défaillance structurale.

Une neige chargée d'eau peut causer un stress additionnel sur les systèmes de toiture et, en plus de l'augmentation de la charge, des problèmes d'écoulement des eaux pluviales peuvent survenir. Ce phénomène combiné à des cycles de gel et de dégel plus fréquents augmente la vulnérabilité des systèmes de toiture.

Les toitures plus âgées restent les plus vulnérables à ce phénomène. Quant aux nouvelles toitures, on peut présumer que la performance accrue des nouveaux matériaux combinée à des méthodes de pose améliorées contribue à en diminuer la vulnérabilité.

Aléa climatique 3 : Canicules plus fréquentes et plus longues

B20 Enveloppe extérieure

Pendant les canicules, il y a peu ou pas de refroidissement naturel pendant la nuit et, en l'absence de refroidissement mécanique, la température intérieure grimpe un peu plus chaque jour. Des épisodes de canicule plus longs entraînent donc une hausse de la température intérieure.

Les murs extérieurs, les fenêtres et les portes donnant sur l'extérieur doivent permettre de contrôler adéquatement la température à l'intérieur d'un bâtiment en empêchant les déperditions de chaleur en hiver et les gains de chaleur en été. Les gains de chaleur, particulièrement par l'intermédiaire des fenêtres, peuvent être très élevés. Selon l'orientation du bâtiment, l'inconfort dû à la surchauffe peut être rapidement ressenti.

Tous les bâtiments du sud du Québec sont exposés à l'augmentation des épisodes de canicule, particulièrement ceux qui sont situés dans les milieux urbains soumis à l'effet d'îlot de chaleur. Les CHSLD sont spécialement vulnérables aux canicules en raison de la fragilité de leurs usagers et de l'absence relative de refroidissement dans les unités de vie. Dans les CH, les usagers occupant les unités de soins non climatisées sont eux aussi sensibles aux effets de la canicule.

B30 Toiture

La toiture est la composante du bâtiment la plus exposée au soleil ; sa composition a un effet important sur le contrôle des conditions de confort à l'intérieur du bâtiment. Une toiture peu ou mal isolée engendre un gain de chaleur élevé en été et, à l'inverse, les déperditions thermiques hivernales peuvent être importantes ; dans les deux cas, il s'ensuit une augmentation des coûts, soit de climatisation, soit de chauffage.



D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

Les gains de chaleur à l'intérieur du bâtiment – attribuables au soleil, à l'introduction d'air chaud par les systèmes de ventilation, à l'éclairage intérieur, aux équipements ainsi qu'aux occupants – doivent être évacués vers l'extérieur, sous peine de voir la température intérieure grimper. La capacité des systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air à s'acquitter de cette tâche caractérise la vulnérabilité de l'immeuble à cet égard.

Pour les bâtiments climatisés, l'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de canicule se traduit par une dépense énergétique additionnelle dans la plupart des cas et par une hausse marginale de la température intérieure quand la capacité de refroidissement du système est dépassée. Le degré d'exposition du parc immobilier est élevé puisque la vaste majorité des bâtiments du réseau se trouve dans le sud du Québec. Toutefois, la sensibilité est considérée comme faible, car, dans bien des cas, aucun effet n'est détectable pour les usagers du bâtiment ; la seule conséquence sera donc l'augmentation de la consommation d'énergie en été. Le manque de refroidissement a généralement des conséquences beaucoup moins importantes que l'absence totale de refroidissement. Par conséquent, la vulnérabilité des bâtiments climatisés est relativement faible.

Les bâtiments non climatisés, comme la plupart des CHSLD et un nombre considérable d'unités de soins dans les CH, sont grandement exposés aux effets des épisodes de canicule et aux problèmes de surchauffe. L'exposition est plus élevée dans les régions du sud du Québec, et ce, spécialement en milieu urbain où le phénomène d'îlot de chaleur accentue le problème, notamment en empêchant le refroidissement naturel du bâtiment durant la nuit. Les personnes hébergées ou hospitalisées sont fragiles et, par le fait même, considérées comme très sensibles à la hausse de la température intérieure. Les systèmes de ventilation, conçus pour assurer une qualité d'air adéquate, ne sont pas suffisants pour évacuer la chaleur de manière efficace. Dans les CHSLD, la faible ouverture des fenêtres, qui est telle par mesure de sécurité, limite de surcroît la ventilation naturelle. Les CHSLD dotés d'un système de déshumidification – dans la plupart des cas ajouté aux équipements existants – bénéficient d'une ambiance intérieure plus ou moins tempérée, selon la configuration dudit système. Les conséquences d'une élévation de la température ambiante sont inévitables pour les personnes hébergées. La vulnérabilité des bâtiments non climatisés est donc relativement élevée.

Aléa climatique 4: Effet d'îlots de chaleur urbains accru

Les régions les plus touchées par l'augmentation de l'effet d'îlots de chaleur urbains sont celles du sud de la province. L'Institut national de santé publique du Québec a mis en ligne un outil cartographique d'identification des îlots de chaleur urbains sur tout le territoire, outil qui permet de vérifier si un immeuble du réseau de la santé est situé dans la zone d'un îlot de chaleur.

B20 Enveloppe extérieure / B30 Toiture

L'îlot de chaleur urbain est la différence de température observée entre les centres urbains et les zones rurales environnantes. Des études ont permis de constater un écart de plusieurs degrés entre les deux types de milieux. La réduction de la végétation, l'augmentation de l'imperméabilité des sols ainsi que l'augmentation des gaz à effet de serre contribuent à réchauffer l'air dans les zones urbaines, provoquant l'effet d'îlots de chaleur urbains. Cet effet se produit dans les zones qui contiennent une forte proportion de



surfaces non réfléchissantes, lesquelles ont une très grande capacité d'absorption de la chaleur. Les toitures existantes, souvent encore revêtues de matériaux foncés, sont en grande partie responsables de l'accroissement des températures en milieu urbain.

En plus des toitures et des surfaces pavées, l'enveloppe d'un bâtiment peut contribuer à l'effet d'îlot de chaleur urbain. Un revêtement de couleur foncée ou une mauvaise isolation des murs et des toitures contribuent à accentuer le gain de chaleur à l'intérieur des bâtiments, voire à y occasionner un inconfort.

D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

La canicule augmente l'effet d'îlots de chaleur urbains, ce qui accentue la vulnérabilité d'un immeuble. L'introduction d'air plus chaud dans le bâtiment, par le système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air, impose une charge additionnelle au système de refroidissement ou, dans le cas d'un bâtiment non climatisé, contribue à faire augmenter la température intérieure. En outre, les bâtiments dont les prises d'air extérieur sont localisées sur des toitures de couleur foncée – lesquelles absorbent une grande quantité de rayonnement solaire et retransmettent une partie de cette énergie à l'air environnant – sont particulièrement exposés au phénomène de réchauffement local.

G Aménagement de l'emplacement

Avec les toitures, les surfaces asphaltées sont les principales causes de l'effet d'îlots de chaleur urbains. L'intensification de l'urbanisation des dernières décennies et l'usage abondant de matériaux imperméables, comme l'asphalte, engendrent des augmentations de température dans les villes. Parallèlement, la perte progressive du couvert forestier et des sols naturels en milieu urbain entraînent une perte de fraîcheur. En effet, la végétation joue un rôle essentiel de protection contre la chaleur grâce au phénomène d'évapotranspiration. Ainsi, les infrastructures telles que les stationnements asphaltés, nombreux au sein du RSSS ont une capacité très élevée d'emménagement et d'absorption de la chaleur, laquelle est irradiée par la suite autour des bâtiments et sur les emplacements.

Aléa climatique 5 : Sécheresses plus fréquentes et plus longues

G Aménagement de l'emplacement

L'augmentation des températures estivales jumelée aux précipitations plus abondantes, quoique moins fréquentes, risque non seulement d'entraîner des épisodes de sécheresse plus fréquents et plus longs, mais aussi d'affecter l'aménagement des terrains. En effet, les pluies abondantes génèrent un fort ruissellement. Le sol ne pouvant absorber l'eau en quantité suffisante, il s'assèche. Les plantations, le gazonnement et les autres aménagements peuvent subir des dommages et ainsi occasionner une hausse des coûts d'entretien de l'emplacement.

Au sud de la province, les changements attendus pourraient créer des conditions de sécheresse plus propices aux incendies forestiers.

Aléa climatique 6 : Hausse des épisodes où l'humidex est > 40 unités

D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

L'indice humidex quantifie le degré d'inconfort lié à une combinaison de température et d'humidité très élevées. Les systèmes de climatisation sont les plus sollicités lorsque l'indice humidex atteint des valeurs élevées, et ce, en raison du fort contenu en énergie sensible – liée à la température – et en énergie latente – liée à l'humidité – qui doit être retiré de l'air avant que celui-ci ne soit introduit dans le bâtiment. Lorsque surviennent des



épisodes où l'humidex est élevé, les limites du système de refroidissement deviennent apparentes : il est alors impossible de maintenir les conditions de température et d'humidité intérieures habituelles.

Comme c'est le cas pour les effets de la canicule, les bâtiments non climatisés offrent peu ou pas de résistance par rapport aux épisodes où l'humidex est élevé. Les immeubles situés dans le sud du Québec – particulièrement dans les régions de Montréal, de Laval et de la Montérégie – sont les plus exposés.

Aléa climatique 7 : Fonte du pergélisol

A Infrastructure / B10 Superstructure

Nous l'avons dit, les premières manifestations du réchauffement climatique dans le nord de la province sont le réchauffement du profil des températures du sol et l'approfondissement du mollisol, la couche superficielle du terrain qui dégèle chaque été (voir la section 3.3.2). Il en résulte des tassements de la surface du terrain ainsi que des glissements, particulièrement dans les sols à texture fine comme les argiles.

La vulnérabilité des bâtiments dépend principalement du type de sol sur lequel ils ont été construits. Les constructions érigées sur le roc ou un sol granulaire bien drainé sont peu susceptibles de subir des dommages, tandis que les constructions situées sur des terrains affectés par la fonte du pergélisol risquent de voir leur structure endommagée.

Actuellement, dans la région du Nunavik, les petits bâtiments tels que les habitations sont érigés sur des vérins ajustables, ou chevalets, ce qui permet de les surélever à la suite d'un affaissement du sol. Les bâtiments plus importants peuvent être construits sur pieux ou sur pilotis, dont les assises sont établies profondément dans le pergélisol. Certaines structures, surtout des bâtiments non chauffés, sont installées directement sur le sol, sur une assise qui comporte une certaine épaisseur de remblai compacté. Les bâtiments érigés selon la première technique sont les moins vulnérables à la fonte du pergélisol.

20 Enveloppe extérieure

Les mouvements de structure des constructions se répercutent sur l'enveloppe du bâtiment. Par exemple, un affaissement de la structure du plancher entraîne des déformations des murs et de la toiture, ce qui peut menacer la stabilité et l'étanchéité de l'ensemble. Conséquence de tels mouvements, les éléments comme les portes et les fenêtres risquent rapidement de ne plus être fonctionnels. Les dommages structuraux se traduisent par des fissures aux joints des murs avec les plafonds ou les planchers.

G Aménagement de l'emplacement

Les affaissements ou les glissements de terrain observés compromettent l'usage de certaines infrastructures de transport telles que les routes et les pistes d'atterrissage. Les voies d'accès aux immeubles du RSSS pourraient être menacées par la détérioration du pergélisol. Au Nunavik, les dommages se voient déjà dans les zones de pergélisol discontinu.

Aléa climatique 8 : Détérioration de la qualité de l'air

D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

Les systèmes de ventilation utilisent plusieurs procédés, dont la filtration et la dilution, pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur.

À l'exception des filtres les plus rudimentaires, les filtres à particules que l'on trouve dans tous les systèmes de ventilation permettent d'arrêter le pollen. L'allongement de la saison



de croissance des plantes allergènes et la hausse des concentrations de pollen dans l'air n'ont pratiquement aucune conséquence négative sur la qualité de l'air fournie par les systèmes de ventilation et de climatisation. Par contre, dans les bâtiments ventilés naturellement par l'intermédiaire de fenêtres ouvrantes, on peut prévoir une certaine augmentation du pollen dans l'air intérieur.

L'air extérieur est lui aussi chargé de particules, dont certaines – ultrafines – peuvent résulter de la combustion. Les filtres à particules permettent de retirer une partie seulement des particules très fines. En outre, ils n'ont pas d'effet sur les contaminants gazeux présents dans l'air intérieur ; ceux-ci sont plutôt éliminés en vertu du principe de dilution, c'est-à-dire par l'apport d'air frais extérieur – relativement exempt de contaminants – à l'intérieur du bâtiment. Des filtres adsorbants, peu utilisés dans les bâtiments du RSSS, peuvent eux aussi contribuer à éliminer une partie des contaminants gazeux indésirables.

Lorsque l'air extérieur comporte davantage de contaminants comme des particules ultrafines et des contaminants gazeux que n'arrêtent pas les filtres à particules – pendant les épisodes de smog, par exemple –, la qualité de l'air intérieur a tendance à baisser. En somme, la qualité de l'air intérieur dépend en partie de la qualité de l'air extérieur.

Dans le sud du Québec, la hausse attendue des épisodes de smog pourrait donc affecter la qualité de l'air intérieur des bâtiments.

Aléa climatique 9 : Détérioration de la qualité de l'eau

D20 Plomberie

Tous les immeubles du RSSS sont dotés d'une alimentation en eau potable. Dans la vaste majorité des cas, celle-ci provient du réseau d'aqueduc municipal. Par contre, quelques établissements dont les installations sont situées hors des secteurs urbanisés exploitent eux-mêmes leur système d'eau potable.

Une tendance à la détérioration de la qualité de l'eau potable à cause de bactéries, de virus ou de parasites, surtout dans le sud du Québec, pourrait avoir une incidence sur les activités du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Aléa climatique 10 : Inondations

A Infrastructure

La principale partie d'un bâtiment à être affectée par une inondation sera la fondation. Dans le cas des bâtiments les plus âgés, il est probable que l'imperméabilité de la fondation soit déficiente, voire inexistante. Par conséquent, le drainage sur le pourtour d'un édifice peut ne plus être efficace et ne pas assurer une évacuation rapide des eaux. Dans la mesure où ils sont situés en zone inondable, ces bâtiments sont les plus vulnérables.

C Aménagement intérieur

La majorité des bâtiments du parc immobilier ont des espaces aménagés en sous-sol. Bien que ces étages soient le plus souvent destinés à des usages secondaires – entreposage, archives, vestiaires ou services alimentaires, par exemple –, ils peuvent aussi comprendre des espaces de traitement, des laboratoires, des espaces techniques ou mécaniques et même des aires dont l'usage peut se révéler critique au fonctionnement de l'installation. Les conséquences d'une inondation ou d'un refoulement de conduites municipales peuvent être importantes. Les dommages causés par l'eau aux aménagements intérieurs nécessitent l'enlèvement et le remplacement de tous les matériaux atteints, ce qui peut



engendrer d'importants travaux de réparation, le remplacement des équipements endommagés et possiblement des interruptions de service.

G Aménagement de l'emplacement

L'augmentation probable du nombre d'épisodes de pluies intenses donne à penser que les équipements, des établissements et des municipalités, assurant le drainage pluvial seront sollicités au-delà de leur capacité, ce qui occasionnera des accumulations d'eau inhabituelles. Les infrastructures de drainage datent souvent de plusieurs années ; ayant été conçues à partir de données de l'époque, elles risquent de ne plus convenir aux débits de précipitation attendus. L'abondance de surfaces imperméables, telles que les aires de stationnement, accentue les problèmes liés au drainage des emplacements.

Les installations situées en terrain plat, au bas d'une pente, dans une cuvette ou à proximité d'une zone inondable sont celles pour lesquelles les risques de subir des inondations sont les plus élevés.

Aléa climatique 11 : Érosion côtière

A Infrastructure / B10 Superstructure

Le phénomène de l'érosion côtière provoqué par la hausse du niveau de la mer ainsi que par une diminution de l'épaisseur et de la couverture de la glace l'hiver menace les régions côtières, notamment le Bas-Saint-Laurent, la Côte-Nord, la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine. On y observe déjà, outre le recul des côtes sablonneuses, des dommages aux infrastructures de transport. Les immeubles situés dans ces zones sont considérés comme très vulnérables.

G Aménagement de l'emplacement

Les terrains ainsi que les services municipaux, tels que les réseaux d'aqueduc et les routes d'accès situés en zone côtière ou aux abords de falaises, pourraient subir des dommages importants. La sécurité sur les emplacements, l'accès aux immeubles et l'approvisionnement en eau ou en énergie pourraient être compromis.

Aléa climatique 12 : Glissements de terrain

A Infrastructures / B10 Superstructure

Conséquences des pluies plus abondantes, de la fonte du pergélisol et de l'érosion côtière, des glissements de terrain pourraient se produire et ainsi mettre en péril des bâtiments situés dans les zones touchées. Dans tous les cas, la situation peut rapidement devenir critique et rendre nécessaire le déménagement ou le déplacement de bâtiments ou d'infrastructures.

G Aménagement de l'emplacement

Les terrains, les services municipaux, tels que les réseaux d'aqueduc, et les routes d'accès situées en zone vulnérable pourraient subir des dommages importants. La sécurité sur les emplacements, l'accès aux immeubles ainsi que l'approvisionnement en eau ou en énergie pourraient être compromis.

Aléa climatique 13 : Temps violent plus fréquent

B20 Enveloppe extérieure / B30 Toiture

Des événements météorologiques extrêmes plus fréquents, comme les tempêtes accompagnées de vents violents et de pluie abondante, risquent de compromettre certaines composantes de l'enveloppe des bâtiments. Les éléments structuraux des



immeubles sont conçus pour résister à des vents violents et ne sont pas considérés comme vulnérables.

Par contre, certains assemblages et matériaux de revêtement sont davantage susceptibles de subir des dommages. En effet, bien que ceux-ci soient assujettis à des tests de performance et à des méthodes de pose précises, leur mise en œuvre peut se révéler de qualité variable. Des bris dus aux vents forts pourraient survenir, dont le soulèvement ou l'arrachement de certaines composantes de l'enveloppe.

De plus, les pluies abondantes combinées aux vents et le verglas augmentent les risques d'infiltration dans les assemblages de murs et de toitures ainsi qu'autour des ouvertures que constituent les portes et les fenêtres.

D50 Électricité

Les tempêtes, les vents violents ou le verglas sont susceptibles de menacer l'approvisionnement en électricité dans les immeubles du RSSS. Ceux-ci sont généralement conçus pour être autonomes et assurer le maintien des services, notamment les centres hospitaliers. En outre, les immeubles qui comportent des unités d'hébergement – tels que les CHSLD, les centres jeunesse(CJ) et les centres de réadaptation(CR) – sont pourvus de groupes électrogènes pour assurer le maintien des activités et un minimum de confort aux usagers. En raison des services qu'ils offrent, les CLSC ne sont généralement pas munis de tels équipements.

De façon générale, les immeubles du RSSS peuvent pallier une coupure du réseau électrique. Leur vulnérabilité à cet égard est donc considérée comme faible.



Section 5 - Mesures d'adaptation

L'immeuble qui comporte des éléments vulnérables aux manifestations des aléas climatiques est, dans les faits, plus susceptible de subir des dommages matériels et ses usagers sont donc plus exposés à subir des préjudices. Selon le niveau de risque – c'est-à-dire la probabilité d'occurrence d'un aléa climatique, avec ses conséquences directes et indirectes potentielles sur l'élément vulnérable –, il peut être opportun de mettre en œuvre des mesures de mitigation du risque, appelées *mesures d'adaptation* par les experts du domaine des changements climatiques.

La présente section fait notamment état d'une panoplie de stratégies et de mesures d'adaptation aux changements climatiques. L'intégration de ces mesures dans les projets de construction ou de rénovation dépend de la vulnérabilité d'un immeuble et des risques propres à celui-ci.

Bien que la présente section focalise uniquement sur les mesures d'adaptation, la mise en œuvre de mesures d'atténuation constitue l'un des premiers gestes à poser dans un objectif de lutte contre les changements climatiques.

5.1. Principes directeurs

La prise en considération des changements climatiques probables ainsi que l'application de stratégies et de mesures d'adaptation aux projets immobiliers du RSSS doivent tenir compte des principes directeurs suivants, lesquels touchent différents aspects et ce dans une perspective de développement durable.

Aspect sociosanitaire :

- Assurer la sécurité, la santé et le confort des usagers en général et, plus particulièrement, des personnes hébergées dans les bâtiments du RSSS.

Aspect fonctionnel et opérationnel :

- Maintenir la qualité des soins et des services de santé et s'assurer qu'ils sont offerts dans un environnement physique adapté ;
- Favoriser la pérennité des installations.

Aspect technique :

- Prendre en compte les changements climatiques attendus dans le cadre de la planification et de la conception des projets ;
- Envisager, parallèlement à l'application de mesures d'adaptation, l'intégration de mesures d'atténuation et de prévention.

Aspect économique :

- Prendre en considération, au moment d'appliquer des stratégies visant l'adaptation des immeubles aux changements climatiques, la notion du coût global, c'est-à-dire que l'analyse financière doit tenir compte du cycle de vie d'un immeuble ou de l'une de ses composantes ;
- Baser la conception ainsi que le choix des matériaux, des systèmes et des réseaux sur une approche visant à optimiser les coûts d'immobilisation, d'exploitation et d'entretien.



5.2. Exemples

Les exemples de stratégies et de mesures d'adaptation présentés ici visent à la fois les projets de construction neuve, de rénovation et d'entretien des immeubles. Mentionnons que certaines mesures se répètent puisqu'elles peuvent répondre à plusieurs objectifs ou renforcer l'effet d'autres mesures. Ces exemples sont présentés selon l'ordre des aléas climatiques adopté au chapitre précédent (voir le tableau 2) et ils portent sur les mêmes composantes d'un immeuble, identifiées encore ici selon la classification de la norme Uniformat II.

Aléa climatique 1 : Cycle de gel et de dégel plus fréquents

B30 Toiture

Avec la probabilité des cycles de gel et de dégel plus fréquents, des mesures axées davantage sur la prévention que sur l'adaptation doivent être appliquées pour éviter les bris ou les dommages liés à ces cycles :

- En raison de la hausse des épisodes de pluies intenses, le drainage des toitures doit faire l'objet d'une attention particulière ;
- Pour éviter une accumulation excessive d'eau sur la toiture, la rétention des eaux pluviales doit se faire au moyen de mesures particulières, par exemple dans des bassins installés à cette fin sur le site ;
- L'inspection et l'entretien fréquents des composantes de la toiture permettent de prévenir des bris ou des dommages, lesquels peuvent résulter en infiltrations.

G Aménagement de l'emplacement

Tous les aménagements sont soumis à l'action du gel et du dégel. Les mesures à appliquer sont de divers ordres :

- L'adoption d'un programme d'entretien préventif permet d'assurer la durabilité des aménagements extérieurs et la sécurité des usagers sur le site ;
- Le cas échéant, l'amélioration des infrastructures existantes doit être envisagée à l'occasion de leur remplacement ou de leur rénovation.

Aléa climatique 2 : Augmentation du contenu en eau de la neige

B10 Superstructure / B30 Toiture

Pour faire face au problème d'augmentation des charges de neige sur la toiture, la mesure la plus adéquate concerne la prévention :

- L'inspection régulière de la structure du bâtiment et des toitures ainsi que le déneigement fréquent de celles-ci permet de surveiller l'apparition de dommages importants.

Dans les cas extrêmes où des mouvements de la structure sont observés, il importe de procéder à une expertise technique en vue de consolider la structure du toit du bâtiment et, conséquemment, d'assurer la sécurité des usagers.

Aléa climatique 3 : Canicules plus fréquentes et plus longues

Dans le contexte d'une hausse des températures estivales, donc de canicules plus fréquentes et plus longues, il faut envisager d'ajouter des mesures de lutte contre les îlots de chaleur urbains aux mesures de mitigation applicables aux bâtiments.



B20 Enveloppe extérieure

Pour pallier les problèmes occasionnés par la surchauffe estivale, des mesures permettant de conserver les bénéfices associés au fenestrage – notamment les gains solaires passifs en hiver et les économies d'énergie générées, l'éclairage naturel ainsi que la vue sur l'extérieur – peuvent être adoptées :

- Lorsque les conditions le permettent, dans les bâtiments existants, l'amélioration de la performance de l'enveloppe du bâtiment sur les plans de l'isolation et de l'étanchéité aidera à atténuer les gains de chaleur ;
- Dans les endroits plus restreints, la mise en place de murs végétaux extérieurs crée un microclimat qui fera baisser substantiellement la température de l'enveloppe. En plus de générer de la fraîcheur par évapotranspiration, ces murs ont un effet positif sur la qualité de l'air par la production d'oxygène et par la captation de particules en suspension ;
- Dans les bâtiments non climatisés mais ventilés naturellement, les fenêtres à sections ouvrantes facilitent le refroidissement des espaces. Les ouvertures doivent être conçues et localisées de façon à optimiser l'apport d'air frais. La motorisation des volets pourrait être envisagée, advenant qu'aucune ressource en place ne puisse être affectée à l'actionnement de ceux-ci ;
- L'utilisation de dispositifs d'occultation solaire extérieurs – tels que les brise-soleil et les auvents – s'avère intéressante puisque leur coefficient d'ombrage, à savoir l'énergie solaire transmise à travers le vitrage, est relativement bas. De tels dispositifs bloquent le rayonnement avant même que celui-ci n'entre en contact avec le bâtiment, permettant ainsi une réduction de la surchauffe et, ultimement, une réduction des charges de climatisation de pointe durant la période de climatisation. Certains d'entre eux étant amovibles, ils peuvent être utilisés de manière saisonnière, ce qui permet les gains solaires en hiver. Les systèmes d'occultation solaire extérieurs sont plus efficaces que ceux que l'on installe à l'intérieur. Leur choix doit toutefois tenir compte des principes suivants : ils doivent être localisés judicieusement en fonction de l'orientation de chacune des façades, ils doivent aussi être conçus de façon à éviter la formation de glace et l'accumulation de neige, et ils ne doivent pas nuire à la vision des personnes couchées ou assises, en particulier dans les unités d'hébergement ;
- En fonction de la localisation et de l'orientation du bâtiment, l'utilisation de différents types de vitrage permet d'amoindrir les problèmes de surchauffe. Le vitrage thermos double, muni d'une pellicule à faible émissivité (Low-E) et rempli d'un gaz isolant tel que l'argon, augmente la performance énergétique du vitrage, reflète vers l'extérieur une partie de rayonnement solaire et fait diminuer le gain de chaleur. Certaines des nouvelles technologies de vitrage performantes s'avèrent intéressantes bien qu'elles soient plus coûteuses. Citons le vitrage électrochromique, qui modifie ses priorités à l'aide d'un courant électrique, et le vitrage thermochromique, qui modifie ses propriétés en fonction de la température extérieure.

C Aménagement intérieur

Pour diminuer les gains de chaleur durant les périodes de chaleur intense, on peut recourir à des mesures visant à contrôler la température de l'air ambiant :

- La mise en place de dispositifs d'occultation solaire, intérieurs cette fois, peut être envisagée et on doit même la privilégier dans le cadre de projets de rénovation. Ces dispositifs permettent de bloquer ou de diminuer le rayonnement solaire passant à travers les fenêtres d'un bâtiment, voire de réduire les besoins relatifs à la



climatisation. Ils sont plus faciles à mettre en place et plus économiques que les dispositifs d'occultation solaire extérieurs;

- Les dispositifs d'occultation solaire intérieurs sont montés du côté intérieur du vitrage. En outre, ils doivent être faciles d'utilisation pour les usagers. Leur choix doit tenir compte des objectifs de prévention des infections et de la facilité d'entretien. Au besoin, des stores peuvent être intégrés au vitrage extérieur ;Les toiles opaques réduisent la surchauffe à l'intérieur du bâtiment, mais elles bloquent la vue vers l'extérieur. Quand on veut préserver celle-ci, il importe de choisir une couleur pâle, laquelle aura toutefois un degré moins élevé d'absorption des rayons solaires ;Quant aux toiles solaires transparentes, ou perforées, elles permettent de contrôler efficacement le rayonnement solaire tout en laissant la vue vers l'extérieur. Selon l'orientation de la façade, celles-ci doivent être choisies en fonction de divers paramètres, notamment la couleur, l'ouverture, la transmission visible et la transmission solaire. Les dispositifs d'occultation solaire intérieurs peuvent être considérés comme des compléments à d'autres mesures portant sur les dispositifs extérieurs ou l'emplacement (voir les sections B20 – Enveloppe extérieure et G20 – Aménagement de l'emplacement) ;
- Pour une meilleure efficacité, la motorisation des stores devrait être envisagée, advenant qu'aucune ressource en place ne puisse être affectée à l'actionnement de ceux-ci ;
- Certains équipements tels que les ordinateurs, les imprimantes ou les systèmes d'éclairage, pour ne nommer que ceux-ci, contribuent à l'augmentation de la température dans un bâtiment. Le choix judicieux ainsi qu'une bonne gestion des équipements et des appareils d'éclairage auront une incidence non seulement sur le confort des occupants, mais aussi sur la consommation énergétique.

D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

Trois stratégies principales peuvent être appliquées pour pallier les effets des conditions de chaleur extrême :

- Dans un **bâtiment climatisé** où la capacité de refroidissement est devenue insuffisante, l'augmentation de cette capacité doit être envisagée. Il est possible de le faire de façon mécanique, soit en ajoutant un refroidisseur, soit en remplaçant le refroidisseur existant par un autre d'une capacité supérieure, et ce, sans inconvénients pour les usagers. Dans les **bâtiments non climatisés**, il faut évaluer la possibilité d'ajouter une certaine capacité de refroidissement aux systèmes de ventilation existants, notamment dans les CHSLD où plusieurs systèmes de déshumidification ont déjà été installés au cours des dernières années. Enfin, il est possible d'installer, sans trop de difficulté, des petits systèmes bibloc (*split-unit*) qui permettent de climatiser une ou quelques pièces avec une unité compresseur-condenseur placée à l'extérieur ;
- Une autre stratégie consiste à faire diminuer les besoins au regard du refroidissement mécanique. Cela passe notamment par une conception appropriée de l'enveloppe extérieure du bâtiment ainsi que par l'application de mesures favorisant la ventilation naturelle. Un toit vert ou une toiture claire, donc à albédo élevé, présenteront des avantages pour les prises d'air localisées sur la toiture ;
- Dans les grands bâtiments dotés d'un circuit d'eau refroidie, il est possible de gérer les besoins relatifs au refroidissement en réduisant temporairement le service dans les secteurs non prioritaires tout en assurant celui des secteurs prioritaires. La réduction du service peut se traduire par un point de consigne plus élevé à certaines heures.



Aléa climatique 4 : Augmentation de l'effet d'îlots de chaleur urbains

B30 Toiture

Pour réduire l'effet d'îlots de chaleur en milieu urbain, certaines mesures peuvent être envisagées. Citons les suivantes :

- L'utilisation d'un revêtement de toiture de couleur claire, donc à albédo élevé, réduit l'absorption du rayonnement solaire. En plus d'atténuer les îlots de chaleur, les toitures réfléchissantes ont pour effet de limiter la demande en climatisation. Également, la réduction tant de la température à la surface du revêtement que des écarts de température en diminuent la détérioration ;



- L'aménagement de toitures végétales permet de réduire l'absorption du rayonnement solaire et, par conséquent, de diminuer les îlots de chaleur. Ces toitures agissent comme un isolant. En plus de générer de la fraîcheur par évapotranspiration, elles ont un effet positif sur la qualité de l'air par la production d'oxygène et la captation de particules en suspension. Les toitures extensives sont à privilégier. Elles sont plus légères et moins coûteuses, puisqu'elles nécessitent peu de substrat, et elles ont un effet moindre sur la structure du bâtiment. En cas de pluie intense, l'aménagement de toitures végétales permet la rétention d'eau et réduit conséquemment les besoins au regard des infrastructures de drainage sur l'emplacement. De plus, en protégeant la toiture des rayonnements ultraviolets, on prolonge la durée de vie de la membrane. Outre les avantages cités précédemment, les toitures végétales peuvent présenter, dans le cadre de projets en milieu de soins ou d'hébergement, une valeur ajoutée en ce qui concerne les effets bénéfiques sur la santé. Elles peuvent, par exemple, constituer un lien visuel vers la nature à partir des espaces occupés ou bien être l'occasion de créer des espaces verts accessibles pour les usagers. Avant de procéder à l'aménagement d'une toiture végétale sur un immeuble existant, il importe toutefois de vérifier la capacité portante de la toiture en fonction du poids du nouveau système.



G20 Amélioration de l'emplacement

Dans l'optique de réduire les îlots de chaleur en milieu urbain, plusieurs mesures peuvent être appliquées à un emplacement.

Dans le cas des **constructions neuves**, il faut privilégier les mesures suivantes :

- La construction sur des sites vacants ou sous-utilisés doit être envisagée, plutôt que la perturbation d'espaces naturels en bon état. Lorsque cela est possible, il faut restaurer les secteurs déboisés ou endommagés avec des plantations indigènes qui, en plus d'être adaptées au climat, nécessitent peu d'entretien et d'irrigation ;
- Le choix d'un emplacement situé à proximité des transports en commun ainsi que l'encouragement des pratiques de covoiturage et de l'utilisation d'autres moyens de transport que l'automobile, notamment le vélo, permettent de diminuer le recours à des infrastructures coûteuses et génératrices d'îlots de chaleur urbains ;
- Lorsque le programme fonctionnel et la réglementation municipale l'autorisent, la construction sur plusieurs étages peut s'avérer intéressante. Elle permet de réduire la superficie au sol du bâtiment, et ce, au bénéfice des espaces verts ;
- Dans les aires de stationnement, la réduction de la superficie des cases et l'aménagement de cases de différentes dimensions dont certaines seront réservées aux véhicules de petit gabarit, peut être envisagée ;
- La construction de stationnements souterrains permet de réduire les surfaces asphaltées et imperméables ;
- L'application des mesures relatives au verdissement et à la gestion des eaux pluviales suggérées ci-après pour les stationnements sur les sites d'installations existantes peut également s'avérer intéressante.

Pour les **installations existantes** situées en milieu urbain, la plupart des mesures applicables touchent les aires de stationnement et les aménagements paysagers :

- Dans les stationnements, l'augmentation des zones d'ombre par la plantation d'arbres sur le périmètre et, si le stationnement est grand, par la création d'îlots de verdure au centre doit être favorisée. L'ombre permet de réduire la température de surface des revêtements. Il faut choisir des végétaux qui, en plus d'être adaptés aux variations du climat québécois, nécessitent peu d'entretien et d'irrigation et ne sont pas allergènes ;
- L'augmentation de l'ombrage sur les allées et les circulations piétonnes ainsi qu'aux abords du bâtiment permet d'améliorer le confort des usagers ;
- Dans les cas de rénovation de la chaussée, si l'usage le permet, l'utilisation de revêtements de couleur claire – donc à albédo élevé –, à faible conductivité thermique et à surface lisse, puisque les surfaces rugueuses réduisent la réflexion solaire, doit être favorisée. Des revêtements perméables, tels que des pavés de béton ou des systèmes alvéolaires, peuvent être utilisés dans les zones à faible trafic ;
- La plantation de végétaux permettra de protéger le bâtiment des rayonnements solaires. Plus particulièrement, la plantation d'arbres du côté ouest des bâtiments fait diminuer la surchauffe estivale. Les arbres feuillus ou à épines caduques réduisent la demande en climatisation l'été et permettent un chauffage passif en hiver. De plus, la présence de végétaux accroît la perméabilité des sols et, conséquemment, conserve le sol plus frais. Encore ici, il faut choisir des espèces adaptées aux variations du climat québécois, qui nécessitent peu d'entretien et d'irrigation. Il faut également tenir compte de l'ombrage projeté par les végétaux, de la taille des racines, du type de sol, des besoins en eau, de l'ensoleillement ainsi que des allergènes et des émissions polluantes que ces végétaux peuvent dégager.



Aléa climatique 5 : Sécheresses plus fréquentes et plus longues

Les mesures visant à amoindrir les effets des sécheresses plus fréquentes et plus longues atténueront également l'effet d'îlots de chaleur urbains. Elles constituent des pratiques optimales de gestion des eaux pluviales, telles que les décrit la norme BNQ 3019-190-2013 traitant de la lutte contre les îlots de chaleur urbains³⁹.

G Aménagement de l'emplacement

Certaines mesures peuvent être envisagées en vue d'adapter les emplacements à des sécheresses plus fréquentes et plus longues. Les aménagements paysagers étant les éléments les plus vulnérables, l'application de mesures visant la rétention et la captation de l'eau de pluie sur le site plutôt que l'évacuation directe de celle-ci dans les réseaux municipaux participera à réduire les effets des sécheresses et à régénérer les nappes souterraines :

- L'aménagement de fossés, de noues engazonnées ou de bandes filtrantes végétalisées au milieu ou en bordure des chemins d'accès et des stationnements peut servir à la captation et à la rétention des eaux pluviales en plus de créer des zones de fraîcheur ;
- Selon les possibilités qu'offre le site, l'aménagement de jardins de pluie ou d'autres types de zones de biorétention permet d'augmenter le taux d'humidification des sols et la percolation de l'eau ainsi que de régénérer la nappe souterraine. En plus de créer un paysage végétal, l'ajout de plantations appropriées à de tels bassins permet, en même temps que le traitement des eaux de ruissellement, la filtration des polluants et des matières en suspension dans l'eau. Ces aménagements nécessitent toutefois un certain entretien pour conserver leur efficacité. De plus, dans les aires de stationnement, il faut éviter les risques d'infiltration dans la nappe phréatique de contaminants tels que le phosphore ou les hydrocarbures ;
- La collecte des eaux pluviales dans un bassin souterrain et la réutilisation de celles-ci peuvent être envisagées pour assurer l'irrigation des aménagements extérieurs en période de sécheresse ;
- La plantation d'espèces indigènes bien adaptées au climat de la région et nécessitant peu d'irrigation diminue le besoin en eau ainsi que les coûts pour l'entretien des aménagements.

Plusieurs études établissent une corrélation entre le taux d'humidité des sols et l'atténuation des îlots de chaleur urbains. Ainsi, un sol humide, même sans végétaux, aura un effet de rafraîchissement comparativement à un sol sec ou imperméable. Toutes les mesures visant la création de zones ombragées ou d'îlots de fraîcheur, comme la plantation d'arbres et d'autres végétaux, contribuent donc à faire diminuer la température urbaine ambiante et, par le fait même, la sécheresse des sols.

Aléa climatique 6 : Hausse des épisodes où l'humidex est > 40 unités

D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

Les mesures d'adaptation à envisager pour réduire les répercussions de l'indice humidex supérieur à 40 unités sont du même ordre que celles qui ont été proposées aux points 3 et 4, lesquels portent sur les épisodes de canicule et l'effet d'îlots de chaleur urbains.

39. BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC, *Norme BNQ 3019-190/2013 : Lutte aux îlots de chaleur urbains – Aménagement des aires de stationnement – Guide à l'intention des concepteurs*, Québec, Bureau de normalisation du Québec, 2013, [ix], 86 p.



Aléa climatique 7 : Fonte du pergélisol

A Infrastructure

La population du Nunavik connaît une croissance fulgurante. En conséquence, toutes les communautés ont besoin d'espace pour établir de nouvelles constructions et mettre de nouveaux services en place. Dans ce contexte, des mesures de prévention et d'adaptation doivent être prises en compte dans toutes les décisions qui ont trait au développement futur des communautés nordiques :

- Dans les cas de **nouvelles constructions**, le choix du meilleur emplacement constitue la première étape. Un choix adéquat peut à la fois réduire les risques pour le bâtiment et limiter le recours à des technologies coûteuses pour les fondations ;
- Vient ensuite le choix des méthodes de construction appropriées, sur la base d'une évaluation des conditions du sol et du potentiel de construction faite à partir de la cartographie du pergélisol ; Plusieurs méthodes de construction adaptées au pergélisol ont déjà cours au Nunavik. Elles visent principalement à garder le sol gelé. La plus répandue est la construction de résidences et de petits bâtiments sur des vérins ajustables (chevalets) posés sur un remblai granulaire (radier). À cette technique éprouvée s'ajoutent les pieux, en particulier pour les gros édifices, ainsi que les thermosyphons, lesquels sont surtout utilisés sous des édifices sur dalles de béton tels que des garages.
- Les tabliers ventilés et les drains de chaleur⁴⁰ constituent d'autres techniques connues au Nunavik, bien qu'elles y soient peu utilisées ;
- Lorsqu'il s'agit d'un **bâtiment existant** qui a déjà subi des dommages ou qui est situé dans une zone vulnérable, son déplacement ou son déménagement vers un secteur où les risques sont moins élevés doit être envisagé.

B10 Superstructure / B20 Enveloppe extérieure

Aux méthodes de construction de fondations adaptées au pergélisol peuvent s'ajouter différentes mesures :

- L'utilisation de joints de construction qui donnent de la certaine flexibilité à l'ensemble du bâtiment permet d'assurer un certain mouvement à la structure ;
- Une ventilation et une isolation adéquates sous le bâtiment permet de réduire ou d'éliminer le transfert de chaleur du bâtiment vers le sol ;
- Le recours à des constructions modulaires préfabriquées, lesquelles peuvent être déplacées facilement, doit être envisagé.

G Aménagement de l'emplacement

Préalablement à tout projet d'aménagement d'infrastructures, un examen des sols doit être effectué aux fins de l'évaluation du niveau de risque associé au choix de l'emplacement. S'il s'agit d'aménagements et de sites existants :

- Un drainage adéquat aux abords des bâtiments empêche l'accumulation d'eau sous les bâtiments et, par le fait même, la dégradation du pergélisol ;
- Le déneigement fréquent ou le recours à d'autres mesures visant à empêcher l'accumulation de la neige, laquelle agit comme isolant, peut réduire les mouvements du sol ;
- La configuration des accès aux immeubles doit être prévue de façon à éviter des réparations récurrentes.

40. Michel ALLARD et autres, *Cartographie des conditions de pergélisol dans les communautés du Nunavik en vue de l'adaptation au réchauffement climatique*, [Rapport à Ouranos, à Ressources naturelles Canada et au Ministère des Transports du Québec], [Québec], [Centre d'études nordiques, Université Laval], 2007, 42 p. Accessible en ligne : http://www.ouranos.ca/media/publication/287_14_Rapport_Allard_nord_2007.pdf.



Aléa climatique 8 : Détérioration de la qualité de l'air

D30 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air (CVCA)

Différentes mesures peuvent être utilisées pour protéger la qualité de l'air ambiant, suivant la cause de la dégradation :

- L'augmentation du taux de pollen dans l'air peut inciter certaines personnes à fermer les fenêtres. L'ajout d'un système de refroidissement devrait être envisagé dans les bâtiments ventilés naturellement;
- Si la qualité de l'air extérieur vient à se dégrader au point d'affecter régulièrement les occupants d'un immeuble en raison de l'introduction de contaminants gazeux non arrêtés par les filtres à particules dont sont munis les systèmes de ventilation mécanique, la mise en place de filtres à adsorption doit être envisagée. La localisation des prises d'air à l'écart des concentrations de pollution peut aussi contribuer de manière significative à la réduction des concentrations de contaminants introduits dans le bâtiment.

Aléa climatique 9 : Détérioration de la qualité de l'eau

D20 Plomberie

Pour contrer adéquatement la détérioration probable de la qualité de l'eau potable, l'application rigoureuse des règles de l'art à ce chapitre apparaît comme la meilleure stratégie à adopter. Au nombre de ces règles figurent : la détermination d'un plan de contingence pour l'approvisionnement en eau en cas de non-disponibilité du service public, la mise en œuvre d'un programme de surveillance de la qualité de l'eau potable, notamment pour l'exploitant d'un réseau d'eau potable, et une gestion responsable de l'eau potable visant à faire diminuer les besoins relatifs à la consommation.

Aléa climatique 10 : Inondations

A Infrastructure

Lorsqu'un bâtiment est situé en sol inondable, certaines mesures préventives peuvent s'appliquer, notamment la suivante :

- Un examen visant à vérifier l'étanchéité des fondations et le bon fonctionnement du drainage au périmètre du bâtiment doit être fait. Si l'étanchéité se révèle déficiente, la mise en place d'une membrane d'étanchéité performante sur les fondations permettra d'en assurer l'imperméabilité.



C Aménagement intérieur

Dans les immeubles susceptibles de subir des inondations, des refoulements ou d'autres problèmes qui résultent de l'eau, les principales mesures concernent encore ici la prévention :

- La planification des espaces situés dans les sous-sols doit faire l'objet d'une attention particulière. Il faut éviter d'y localiser des espaces techniques – dont des salles mécaniques, des salles électriques ou des salles de serveurs – et choisir plutôt d'y aménager les locaux réservés à des fonctions qui peuvent subir un arrêt temporaire ;
- Des matériaux facilement nettoyables ou remplaçables en cas de dommages dus à l'eau doivent être privilégiés pour les murs et les planchers.

G Aménagement de l'emplacement

En fonction du risque accru d'inondation et de problèmes de drainage sur les emplacements, certaines mesures sont à envisager :

- La prévision des infrastructures en fonction de l'intensité des précipitations attendues pour la durée de vie de l'immeuble devrait permettre de limiter les conséquences d'une inondation ;
- La construction de structures de rétention des eaux réduit les risques d'inondations et de débordements ;
- L'aménagement d'îlots de verdure, de bassins et de tranchées de rétention ainsi que l'utilisation d'un pavage perméable permettront l'infiltration de l'eau dans le sol ;
- L'aménagement d'îlots de verdure visant à récolter les eaux pluviales fait diminuer les besoins au regard des infrastructures de drainage ;
- La limitation des surfaces imperméables, telles que les grands stationnements, permet elle aussi de réduire les risques d'inondations et de débordements ;
- L'aménagement de toitures végétales peut contribuer à réduire le ruissellement sur le site et les besoins concernant les infrastructures de drainage.

Aléa climatique 11 et 12 : Érosion et Glissements de terrain

G Aménagement de l'emplacement

Avant d'envisager une quelconque intervention sur des immeubles situés dans une zone susceptible de subir des glissements de terrain résultant de l'érosion côtière ou de la fonte du pergélisol, il est primordial de bien évaluer le niveau de risque auquel ces bâtiments sont exposés. Les mesures d'adaptation sont établies en fonction de ce niveau de risque.

Citons notamment les suivantes :

- Le déménagement ou la démolition de bâtiments ou d'infrastructures pourraient être envisagés ;
- L'empierrement ou la mise en place de brise-lames, ou de toute autre structure, visant à contrer l'érosion des sols permettent de protéger les terrains ;
- Dans le cas de projets de construction, il est essentiel de tenir compte des changements climatiques attendus pour le choix d'un emplacement.

Aléa climatique 13 : Temps violent plus fréquent

B20 Enveloppe extérieure / B30 Toiture

Pour prévenir ou réduire les risques de bris dus aux vents violents ou aux pluies abondantes, certaines méthodes de construction actuelles peuvent être modifiées et adaptées aux conditions climatiques attendues, notamment :



- L'amélioration de la fixation des supports et des revêtements de murs extérieurs et de toiture permet d'éviter que des matériaux ne soient arrachés ;
- Le choix de fenêtres qui ont des cotes de résistance aux vents ainsi que d'étanchéité à l'air et à l'eau supérieures doit être privilégié ;
- Une conception des murs selon le principe de l'écran pare-pluie prévient les dommages associés à l'infiltration d'eau et à la condensation ;
- La réalisation de tests d'infiltration sur un prototype avant la pose de fenêtres multiples ou d'autres composantes permet d'assurer une performance accrue dans le cas de conditions météorologiques extrêmes.

L'entretien des parements extérieurs, des ouvertures et des revêtements de toiture, particulièrement en vue d'assurer leur étanchéité, est capital pour le bon maintien de la solidité et de la performance de l'enveloppe.

D50 Électricité

Même dans les cas de pannes majeures, les bâtiments du RSSS doivent demeurer opérationnels :

- Lorsqu'il s'agit d'immeubles déjà alimentés par un ou des groupes électrogènes, la vérification de l'énergie disponible permet de s'assurer qu'elle soit suffisante pour maintenir les services essentiels ;
- Dans le cas contraire, l'évaluation des besoins de l'établissement est recommandée et, s'il y a lieu, il faut adapter l'immeuble de façon à ce qu'il puisse accueillir un groupe électrogène mobile, ou une génératrice.

G Aménagement de l'emplacement

Certaines mesures de prévention ou d'adaptation touchant l'aménagement extérieur peuvent réduire les inconvénients et les dommages qui découlent des tempêtes. Citons notamment les suivantes :

- La construction d'écrans et la plantation de haies ou de clôtures permettent de protéger le secteur des entrées principales contre les bourrasques de vent ;
- L'inspection fréquente des arbres ou des autres structures sur le site qui sont susceptibles de se briser ou de s'effondrer, voire de causer des blessures ou des dommages matériels, doit être faite régulièrement.



Section 6 - Conclusion

La présentation des changements et des aléas climatiques attendus dans chacune des régions sociosanitaires a permis de mieux circonscrire les problèmes qui pourraient survenir et de situer le parc immobilier du RSSS dans ce contexte. Parmi les changements climatiques les plus probables, citons :

- la hausse des températures maximales, surtout dans les régions du sud du Québec en été, qui viendrait non seulement accentuer l'effet d'îlots de chaleur urbains, mais aussi augmenter la durée et la fréquence des épisodes de canicule ;
- l'augmentation des précipitations hivernales ainsi que la hausse des températures au Nunavik, qui pourraient accélérer la dégradation du pergélisol et occasionner davantage de glissements de terrain ;
- dans les régions côtières et celles du sud, l'élévation du niveau de la mer et les événements météorologiques extrêmes, qui aggraveraient l'érosion côtière et les risques d'inondation.

En fonction de leur localisation géographique et de leurs caractéristiques physiques, les immeubles et leurs composantes sont exposés de manière variable à ces changements et aléas climatiques. Des mesures d'adaptation peuvent être jugées nécessaires une fois l'identification des points de vulnérabilité des immeubles et de leurs composantes terminée, et l'analyse des risques qui y sont associés complétée. Se dégagent les constats suivants des sections 4 et 5 du présent guide :

- la connaissance d'un bâtiment et de son environnement est préalable à l'application de stratégies et de mesures d'adaptation ;
- l'adaptation peut se faire à différentes étapes du cycle de vie du bâtiment, soit durant la planification d'une construction neuve, soit à l'occasion de travaux de rénovation, d'entretien ou de mise aux normes ;
- la disparité des immeubles du RSSS ainsi que la variabilité des changements probables dans chaque région administrative ne permettent pas de définir des modèles types ou d'appliquer des solutions uniques à l'échelle du RSSS, ni même à l'échelle d'une région.

Bien que le niveau d'incertitude dans ce domaine soit toujours élevé, de plus en plus d'études confirment l'amplification de certains phénomènes et des outils sont produits pour soutenir l'évaluation des effets des changements climatiques. La mise en commun de l'expertise à ce sujet ainsi que la collaboration des intervenants du RSSS avec les instances municipales ou gouvernementales concernées par cette question font partie des actions à mener.

Il s'avère désormais nécessaire de prendre en compte les changements climatiques et de procéder à des études plus exhaustives des immeubles et de leur environnement ainsi qu'à l'analyse des risques relatifs aux effets attendus. Ces étapes sont préalables à l'élaboration et à l'application d'un plan d'action, à l'échelle du RSSS, visant l'adaptation des immeubles et des sites aux changements climatiques.



Glos s a i r e

Adaptation	Accommodation des systèmes naturels et des systèmes humains aux stimuli climatiques réels ou prévus, ou à leurs effets, pour atténuer les inconvénients et exploiter les avantages de ces stimuli. On distingue au moins trois types d'adaptation : anticipatoire, autonome et planifiée.
Aléa climatique	Phénomène météorologique susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines, des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement (définition adaptée de Morin, 2008, p. 6).
Atténuation	Dans le contexte des changements climatiques, l'atténuation désigne une intervention humaine qui vise à réduire le forçage anthropique du système climatique. Elle comprend des mesures qui ont pour objectif la diminution des sources et des émissions de gaz à effet de serre.
Bâtiment	Construction close qui constitue un abri contre les agressions des éléments naturels extérieurs et un espace vital suffisant. La division d'un bâtiment attaché en corps ou en sections peut être marquée par l'interruption, le changement de niveau, la rupture d'alignement du faîte du toit ou de l'axe longitudinal, le nombre d'étages, l'utilisation qui en est faite, l'année de construction, le propriétaire, etc.
Changement climatique	Changement durable, dans la moyenne ou dans la variabilité du climat, résultant d'une modification des processus intrinsèques de la Terre ou des influences extérieures telles que les activités humaines.
Cycle de gel et de dégel	Suite intermittente du phénomène de gel, lorsque la température s'abaisse à 0 °C ou en-dessous, et de celui du dégel, causé par la fonte des glaces à la suite de l'élévation de la température au-dessus de 0 °C. Pendant la phase de gel, on assiste à une augmentation du volume de l'eau (+ 9 %) et, parfois, du matériel gelé. Le sol gelé a tendance à se soulever parallèlement à la progression du front du gel ; inversement, il s'affaisse au moment du dégel (définition adaptée de Société suisse de géomorphologie, 2009, fiche 1 de 2).
Établissement	Entité juridique dotée de capacités et de responsabilités légales, qui détient un permis du MSSS pour gérer des services correspondant aux cinq grandes missions définies dans la Loi sur la santé et les services sociaux.
Étiage	Niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau.
Événement extrême	Événement rare selon les statistiques relatives à sa fréquence en un lieu donné. Si la définition du mot <i>rare</i> varie considérablement, le risque de l'occurrence d'un phénomène météorologique rare devrait normalement



	se situer en deçà du dixième percentile. Ainsi, la notion d' <i>événement extrême</i> varie selon les endroits (définition établie par Ouranos).
Évapotranspiration	Quantité d'eau évaporée par le sol et les nappes liquides, et transpirée par les plantes et les organismes vivants.
Gélifraction	Fracture des matériaux rocheux causée par l'infiltration d'eau qui, sous l'effet du gel et du dégel, exerce des pressions et des décompressions sur eux.
Îlot de chaleur	Élévation localisée des températures enregistrées en milieu urbain par rapport aux zones rurales ou forestières voisines, ou par rapport aux températures moyennes régionales.
Immeuble	Fond de terre, construction et ouvrages à caractère permanent qui s'y trouvent, ainsi que tout ce qui en fait partie intégrante.
Installation	Lieu physique où sont fournis des soins de santé et des services sociaux à la population du Québec, dans le cadre d'une ou de plusieurs missions.
Mollisol	Partie du sol qui gèle en hiver et qui dégèle en été (par opposition, la portion du sol gelé à l'année est appelée <i>pergélisol</i>).
Moyenne mobile	Moyenne calculée de façon continue sur un sous-ensemble d'éléments qui « glisse » sur l'ensemble des données (habituellement une série temporelle) ; un nouvel élément, dans le présent rapport : les moyennes mobiles de trente ans qui couvrent la période 1961-2100 sont calculées avec une fenêtre qui avance d'un an à chaque point de la courbe : 1961-1991, 1962-1992, etc. Ces moyennes lissent la série de données qui, autrement, serait bruyante à cause d'une grande variabilité des résultats d'une année à l'autre.
Pergélisol	Sol – ou roche, ce qui inclut la glace et les substances organiques – dont la température demeure égale ou inférieure à 0 °C pendant au moins deux années consécutives.
Risque	Combinaison de la probabilité d'occurrence d'un aléa climatique et des conséquences qui peuvent en résulter sur les éléments vulnérables d'un milieu donné (définition adaptée de Morin, 2008, p. 5-6).
Sensibilité	Proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation sont susceptibles d'être affectés par la manifestation d'un aléa climatique (définition adaptée de Morin, 2008, p. 10).
Smog	Terme qui provient de la contraction des mots anglais <i>smoke</i> et <i>fog</i> . Pollution étendue de l'atmosphère par des aérosols et par les gaz photoréactifs, due en partie à des phénomènes naturels et aux activités



	humaines.
Soulèvement gélival	Augmentation du volume de l'eau dans le sol consécutivement à une période de gel.
Suffosion	Formation d'une dépression du sol résultant de l'entraînement hydraulique de matériaux fins sous la surface.
Thermokarst	Dépression ou affaissement de terrains causés par les vides laissés dans le sol conséquemment à la fonte de la glace du pergélisol.
Ventilation mécanique	Dispositif qui sert à alimenter un espace en air ou à retirer de l'air d'un espace pour y contrôler les niveaux de contaminants et d'humidité ainsi que la température.
Ventilation naturelle	Ventilation qui est attribuable à la diffusion thermique de l'air ou au vent et qui s'effectue par l'intermédiaire des portes, des fenêtres et des autres ouvertures de l'enveloppe du bâtiment.
Vulnérabilité	Condition qui résulte de facteurs physique, sociaux, économiques ou environnementaux et qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa climatique à subir des préjudices ou des dommages (définition adaptée de Morin, 2008, p. 8).



ANNEXE A : Exemple de projets réalisés

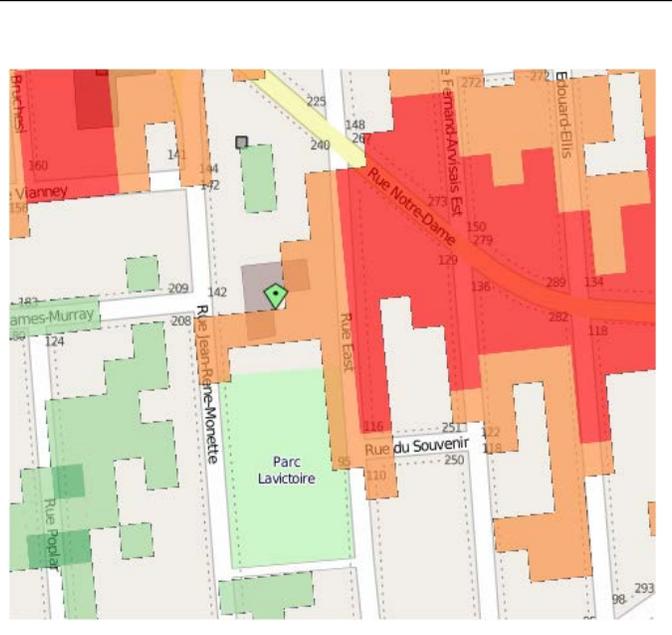
Projet 1 – LE CENTRE D'HÉBERGEMENT BON SÉJOUR

Description sommaire du projet :

Le centre d'hébergement Bon Séjour est localisé à Gatineau, en Outaouais (région 07). Le bâtiment d'origine a été construit en 1977. Il comporte quatre étages, pour un total de 4 692 m². La capacité du centre est de 100 lits, réservés à l'hébergement de longue durée.

Le projet s'est traduit par l'application de mesures passives aux façades les plus exposées au soleil, aux toitures ainsi qu'au jardin, lequel est enclavé du côté est du bâtiment.

L'immeuble se situe à moins de 40 mètres d'un îlot de chaleur urbain.

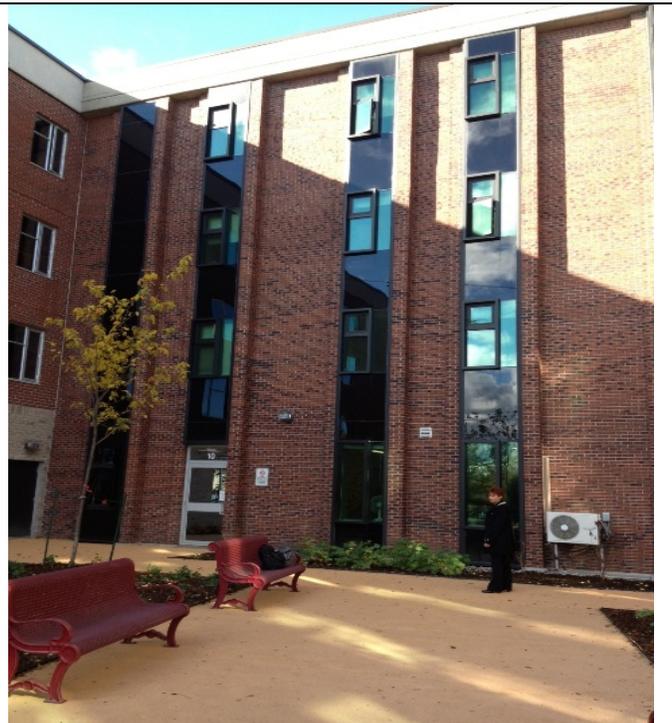


Objectifs :

- Réduire les gains solaires sur les façades exposées au sud et à l'est.
- Améliorer le confort, en période estivale, dans les chambres et les aires communes.

Mesure d'adaptation :

- Remplacement des fenêtres des façades sud et est par des fenêtres comportant du vitrage performant de type thermochromique, lequel a la propriété de s'adapter à l'intensité du rayonnement solaire durant la journée.





Projet 1 – LE CENTRE D'HÉBERGEMENT BON SÉJOUR (suite)

Objectifs :

- Faire diminuer l'accumulation de chaleur dans le jardin.
- Créer des zones d'ombrage.
- Faire diminuer l'effet d'îlot de chaleur urbain aux abords du bâtiment.

Mesures d'adaptation :

- Réaménagement complet du jardin, incluant l'ajout d'un trottoir de déambulation de couleur claire, fait d'un matériau perméable.
- Plantation d'arbres matures et de vivaces.



Objectifs :

- Faire diminuer la température à la prise d'air du système de ventilation.
- Faire diminuer la température à l'intérieur du bâtiment.
- Faire diminuer l'effet d'îlot de chaleur urbain.
- Contribuer au maintien de la biodiversité locale.
- Contribuer à la rétention d'eau sur le site.

Mesure d'adaptation :

- Ajout d'une toiture verte sur une toiture existante





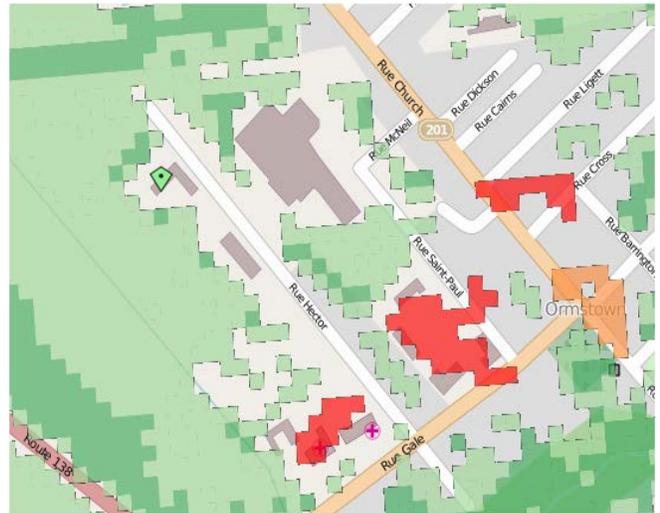
Projet 2 – LE CENTRE D'HÉBERGEMENT D'ORMSTOWN

Description sommaire du projet :

Le centre d'hébergement est localisé à Ormstown, en Montérégie (région 16). Le bâtiment d'origine a été construit en 1978. Il comporte trois étages, pour un total de 3 500 m². La capacité du centre est de 72 lits, tous réservés à l'hébergement de longue durée.

Le projet s'est traduit par l'application de mesures passives aux portions des façades donnant sur des aires communes telles que le salon de l'îlot prothétique fermé, la salle à manger et le fumoir. Certaines mesures ont été appliquées au jardin, orienté plein sud.

S'il n'est pas localisé dans un îlot de chaleur urbain, l'immeuble se situe tout de même dans l'une des régions les plus touchées par l'augmentation des températures estivales.



Objectifs :

- Réduire les gains solaires dans la pièce.
- Augmenter la ventilation naturelle par convection, par l'intermédiaire du puits de lumière ouvrant.
- Améliorer le confort des usagers en période estivale.

Mesures d'adaptation :

- Pose d'un pare-soleil et remplacement des fenêtres dans le salon de l'unité prothétique.
- Augmentation du nombre de volets ouvrants des fenêtres.
- Pose d'un puits de lumière motorisé ouvrant sur la toiture.





Projet 2 – LE CENTRE D'HÉBERGEMENT D'ORMSTOWN (SUITE)

Objectifs :

- Faire diminuer les gains solaires à l'intérieur du bâtiment.
- Augmenter la ventilation naturelle.
- Améliorer le confort des usagers, en période estivale, dans les aires communes.

Mesures d'adaptation :

- Ajout d'une pergola du côté sud, vis-à-vis de la salle à manger, au rez-de-chaussée, et du fumoir, à l'étage.
- Augmentation du nombre de volets ouvrants des fenêtres.



Objectifs :

- Faire diminuer l'accumulation de chaleur dans le jardin et particulièrement à proximité du bâtiment.
- Créer de l'ombrage sur la façade ouest.
- Améliorer l'accessibilité au jardin (accès direct et sans obstacle) pour les résidents.
- Contribuer à la rétention d'eau sur le site.

Mesures d'adaptation :

- Remplacement de surfaces asphaltées par un revêtement de couleur claire et perméable.
- Plantation de vivaces et d'arbres matures vis-à-vis de la façade ouest du bâtiment.
- Ajout d'une porte extérieure donnant sur la salle à manger.





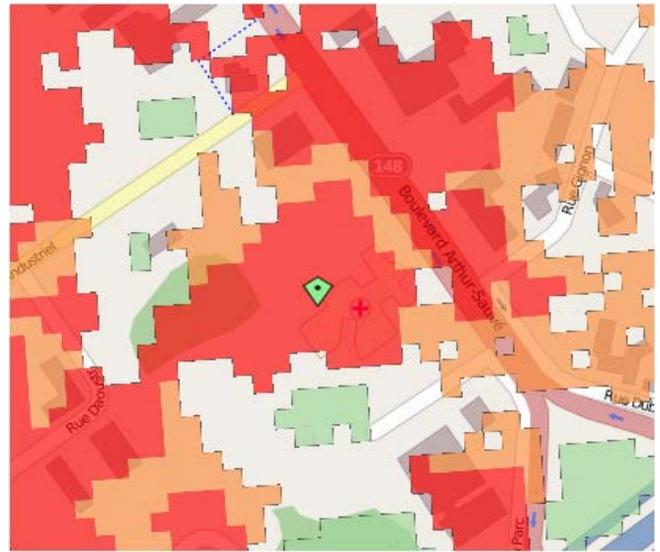
Projet 3 – L'HÔPITAL DE SAINT-EUSTACHE

Description sommaire du projet :

Le centre d'hébergement est localisé à Saint-Eustache, dans les Laurentides (région 15). Le bâtiment comporte trois blocs principaux totalisant environ 22 200 m². La superficie du stationnement est de l'ordre de 24 800 m² et compte près de 700 espaces.

Le projet s'intégrait à la stratégie de lutte contre les îlots de chaleur urbains. Les interventions ont eu lieu dans le cadre du projet de réaménagement du stationnement principal de l'hôpital.

L'immeuble est localisé dans une vaste zone d'îlots de chaleur urbains.



Objectifs :

- Atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain créé par le stationnement.
- Créer des zones d'ombres et des îlots de fraîcheur.
- Contribuer à la rétention d'eau sur le site.
-

Mesures d'adaptation :

- Aménagement d'îlots de verdure au centre et en bordure du stationnement.
- Plantation d'arbres et de vivaces demandant peu d'irrigation.





Projet 3 – L'HÔPITAL DE SAINT-EUSTACHE (SUITE)

Objectifs :

- Améliorer la circulation piétonne sur le stationnement.
- Créer des îlots de fraîcheur et des zones de repos pour les usagers.
- Améliorer la sécurité sur le stationnement.

Mesures d'adaptation :

- Aménagement de circulations piétonnes protégées, à même les îlots de verdure.
- Utilisation de revêtements de couleur claire dans ces zones (pavés perméables et béton).



Objectifs :

- Diminuer le nombre d'automobiles sur le site.
- Encourager l'utilisation de transports alternatifs.
- Diminuer les émissions de gaz à effet de serre.
- Contribuer à la santé des usagers.

Mesures d'adaptation :

- Aménagement d'un lien avec la piste cyclable de la municipalité.
- Construction d'un abri sécurisé pour les vélos.





ANNEXE B - Portrait des changements climatiques pour les régions sociosanitaires du Québec

Préparé pour le ministère de la Santé et des Services sociaux

Décembre 2016





TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	viii
2. Méthodologie.....	ix
3. Exemple de résultats.....	xii
4. Mise en garde	xiv
5. Conclusion	xiv
6. Références.....	xv
Liste des abréviations, sigles et acronymes	vii
Liste des figures	v
Liste des tableaux	vi



Liste des figures

Figure 1. Localisation des régions sociosanitaires du Québec présentées dans ce portrait..... 4

Figure 2. Région sociosanitaire de la Capitale-Nationale : Évolution des températures moyennes annuelles observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. 9

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des scénarios RCP..... 5

Tableau 2. Liste des simulations retenues pour ce portrait climatique. 6

Tableau 3. Sommaire des variables et indices hydro-climatiques sélectionnés. 7

Tableau 4. Le Capitale-Nationale - Sommaire des changements projetés..... 8

Liste des abréviations, sigles et acronymes

ANN	Annuel : somme ou moyenne pour tous les mois de l'année
CC	Changements climatiques
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project
DJF	Hiver : décembre, janvier, février
EEN	Équivalent en eau de la neige
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
JJA	Été : juin, juillet, août
MAM	Printemps : mars, avril, mai
MCG	Modèle climatique global
OMM	Organisation météorologique mondiale
Pcp	Précipitations totales quotidiennes
RCP	Representative Concentration Pathway
SON	Automne : septembre, octobre, novembre
Tmin	Température minimale quotidienne de l'air
Tmax	Température maximale quotidienne de l'air
Tmoy	Température moyenne quotidienne de l'air



1. Introduction

En support à une synthèse sur la vulnérabilité et l'adaptation des immeubles aux changements climatiques du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), le présent document vise à dresser un portrait des changements anticipés pour chacune des régions sociosanitaires du Québec (Figure 1).

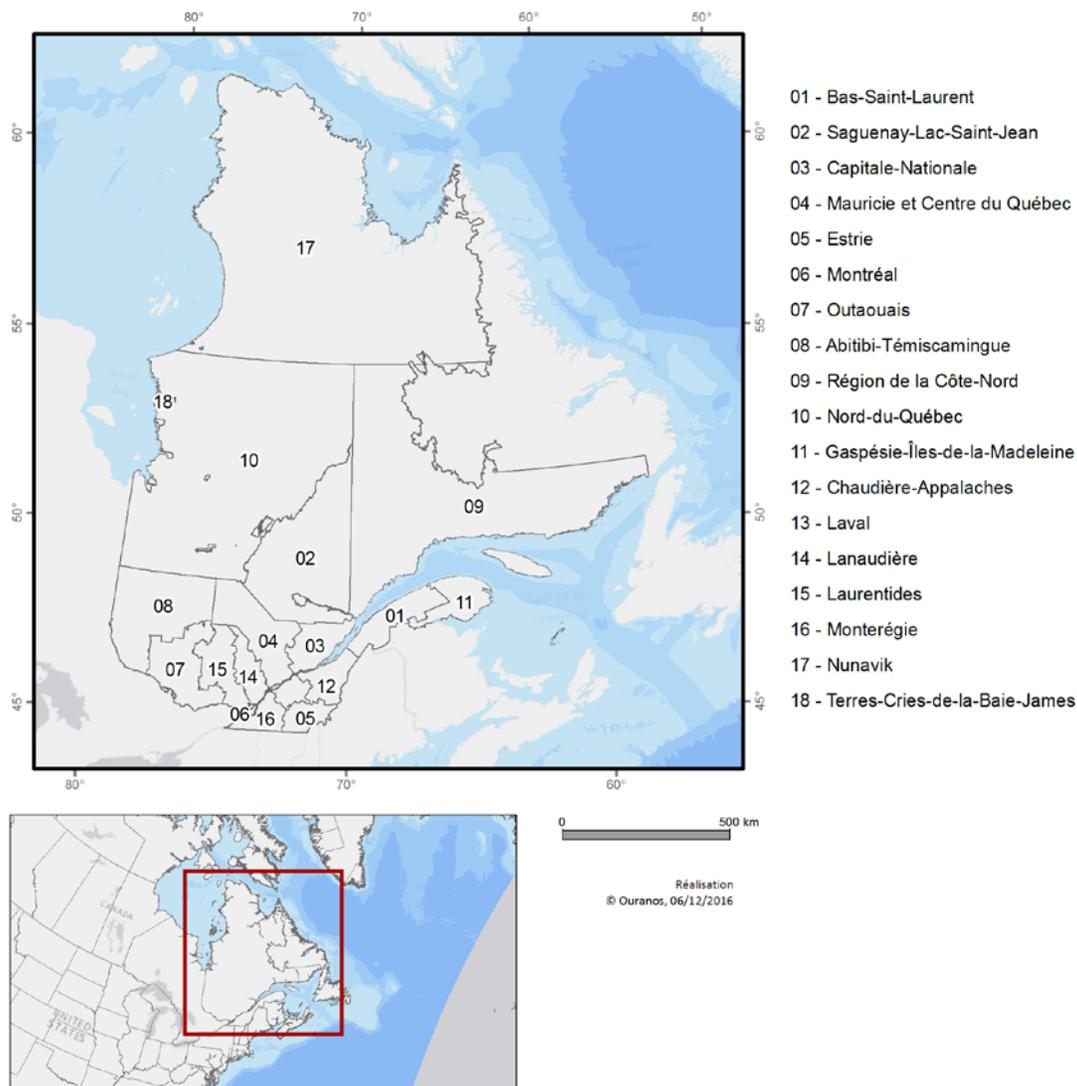


Figure 1. Localisation des régions sociosanitaires du Québec présentées dans ce portrait.



2. Méthodologie

2.1 Simulations climatiques

L'ensemble des simulations globales utilisé pour la création de ce portrait provient de l'archive 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.

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 couverture 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 (cluster analysis) 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).



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 à leurs erreurs et à leur résolution parfois trop grossière. Afin de fournir des scénarios climatiques locaux et adaptés aux besoins des usagers, une méthode de post-traitement a été appliquée ici. Celle-ci, nommée 1D quantile mapping (Gennaretti et al., 2015) utilise un réglage ou une correction de la série temporelle simulée (1971 à 2100) par quantile, afin que les données de la période de référence simulée et les observations deviennent 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.

Tableau 2. Liste des simulations retenues pour ce portrait climatique.

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



Scénarios d'équivalent en eau de la neige

Dans le cas des scénarios d'équivalent en eau de la neige (EEN) il n'y a présentement aucun jeu de données sur grille adéquat pour pouvoir procéder à une étape de post-traitement comme pour les variables de températures et de précipitations. Les valeurs de scénarios climatiques d'EEN sont donc produites à partir des données brutes de modèles climatiques globaux. Les résultats sont ensuite interpolés sur une grille à plus haute résolution pour pouvoir calculer les changements pour les régions d'intérêt. La liste de simulations utilisées figure dans le tableau D.2. de la synthèse de connaissances d'Ouranos (Ouranos 2015). Ici une étape de sélection par cluster n'est pas appliquée et toutes les simulations disponibles ont servi dans la construction de scénarios futurs.

2.2 Variables d'intérêt

Les variables et indices climatiques présentés dans ce portrait 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 données nécessaires pour leur calcul. Les saisons présentées varient selon la variable, mais incluent généralement la valeur annuelle et le découpage saisonnier : hiver (déc, jan, fév), printemps (mars, avril, mai), été (juin, juil août) et automne (sept, oct, nov).

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 et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a également des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

Tableau 3. Sommaire des variables et indices climatiques sélectionnés.

Indice climatique	Définition
Température moyenne	Moyenne des t _{moy} quotidiennes pour une saison
Maximum annuel des t _{max} quotidiennes	Valeur la plus élevée des t _{max} quotidiennes
Minimum annuel des t _{min} quotidiennes	Valeur la plus basse des t _{min} quotidiennes
Fréquence de canicules*	Nombre d'événements où t _{min} > 97 ^e centile et t _{max} > 99 ^e centile de la période 1971-2000 pendant au moins trois jours consécutifs*
Précipitations totales	Total des pcp solides et liquides par saison
Maximum des précipitations quotidiennes	Maximum des valeurs de pcp quotidiennes par saison
Degrés-jours de gel	Cumul des degrés-jours sous le point de congélation
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Cumul de degrés-jours supérieurs à 13°C (à partir des t _{moy})
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Cumul de degrés-jours supérieurs à 22°C (à partir des t _{moy})
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Cumul de degrés-jours inférieurs à 15°C (à partir des t _{moy})
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Cumul de degrés-jours inférieurs à 18°C (à partir des t _{moy})
Maximum d'équivalent en eau de la neige	Valeur maximale du couvert de neige par année (mesuré en EEN)

* Les centiles sont choisis sur la base de la station météorologique de McGill-McTavish, dans la région de Montréal où l'INSPQ définit une vague de chaleur par au moins trois jours consécutifs durant lesquels t_{min} > 20 °C et t_{max} > 33 °C (ce qui correspond respectivement aux centiles 97^e et 99^e). Le transfert en centiles des valeurs absolues de la région de Montréal permettant d'appliquer cette définition dans les régions au climat différent.



3. Exemple de résultats

Dans cette section, un exemple d'une variable climatique, soit les températures moyennes annuelles, est utilisé afin d'expliquer les différents éléments d'information présentés dans le portrait. Les éléments inclus sont décrits en profondeur dans le Guide sur les scénarios climatiques (Charron 2014). Le Guide présente également des concepts fondamentaux en modélisation et scénarisation du climat aux non-experts.

Ainsi, il est fortement recommandé que le lecteur prenne connaissance du Guide sur les scénarios climatiques (Charron, 2014) afin de se familiariser avec l'interprétation des divers formats d'informations climatiques et de comprendre les limites et erreurs d'interprétation potentielles.

Tableau sommaire

Le tableau 4 présente une synthèse des changements anticipés (Δ) dans les températures moyennes annuelles pour la région de la Capitale-Nationale. Les changements anticipés sont résumés pour trois horizons temporels futurs soit l'horizon 2011-2040, l'horizon 2041-2070, et l'horizon 2071-2100 et sont calculés toujours par rapport à la période de référence 1971-2000. L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5 ensemble. Par exemple, l'intervalle pour un horizon et une saison donnés est déterminé en calculant le Δ entre la moyenne future et la moyenne pour la période 1971-2000 pour chacune des 22 scénarios climatiques du Tableau 2. Les 10^e et 90^e centiles qui constituent l'intervalle sont ensuite calculés à partir de ces 22 valeurs de Δ .

Tableau 4. Le Capitale-Nationale - Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Région	Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)		
				Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Capitale-Nationale	Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.1	+2.0 à 4.0	+2.4 à 7.0
		Hiver (DJF)	°C	+1.4 à 2.8	+2.4 à 5.1	+3.3 à 8.1
		Printemps (MAM)	°C	+0.7 à 2.0	+1.4 à 3.8	+2.1 à 6.2
		Été (JJA)	°C	+0.8 à 2.1	+1.8 à 4.3	+2.2 à 6.9
		Automne (SON)	°C	+0.8 à 2.2	+1.8 à 4.3	+2.0 à 6.9

Évolution d'anomalies régionales

Les anomalies représentent la différence entre la valeur d'une variable climatique pour une année ou saison donnée et la valeur moyenne pour la période de référence. Ici l'anomalie est calculée sur la valeur moyenne régionale, c'est-à-dire la moyenne des valeurs de tous les points de grille inclus dans une région sociosanitaire. Un exemple de l'évolution des anomalies régionales observées et simulées pour la région de la Capitale-Nationale est présenté à la Figure 2. La courbe noire avec marquage représente les anomalies régionales observées pour chaque année. L'enveloppe grise représente les valeurs obtenues par l'ensemble des scénarios climatiques pour la période historique⁴¹. On observe que l'enveloppe grise des scénarios couvre bien l'ampleur des fluctuations annuelles des observations pour la période de référence.

Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane des simulations calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Aussi, pour les projections futures, on observe un élargissement de l'enveloppe représentant l'ensemble des scénarios climatiques RCP 4.5

⁴¹ Notez que les valeurs des variables climatiques de la période historique (avant l'année 2006) des scénarios climatiques RCP 4.5 et RCP 8.5 issus d'un même modèle climatique sont identiques. Ceci explique pourquoi il y a seulement n=11 simulations pour la période historique.



(bleu; n = 11) et RCP 8.5 (rouge; n = 11). Du coup, il serait facile d'interpréter ce résultat avec l'hypothèse que les fluctuations annuelles augmentent dans le futur. Bien que ceci soit possible, un changement dans la variabilité naturelle n'est pas le seul facteur qui contribue à l'augmentation des incertitudes. Les autres facteurs très importants incluent la contribution des différents MCG présents dans l'ensemble ainsi que celle des différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (RCP 4.5 et 8.5). Voir Charron 2014 pour plus d'explications.

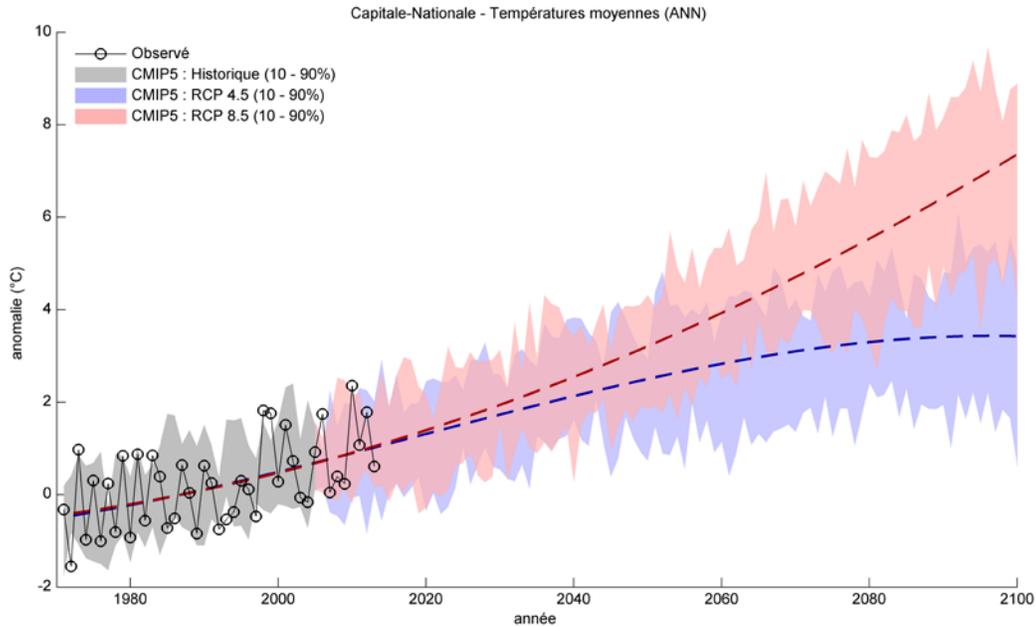


Figure 2. Région sociosanitaire de la Capitale-Nationale : Évolution des températures moyennes annuelles observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.



4. Mise en garde

La prudence est de mise dans l'analyse des résultats de plusieurs variables ou indices climatiques en combinaison. En effet, le scénario climatique qui représente le changement du 90^e centile pour une variable donnée n'est pas le scénario qui représente ce même centile pour d'autres variables ou indices d'intérêt. Ainsi, dans l'analyse d'impact de changements climatiques projetés, il y a un danger potentiel de vouloir combiner les valeurs futures d'un même centile (ex. 90^e) pour plusieurs indices. Ceci pourrait potentiellement engendrer des interprétations de conditions futures irréalistes.

De plus, 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 et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a également des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

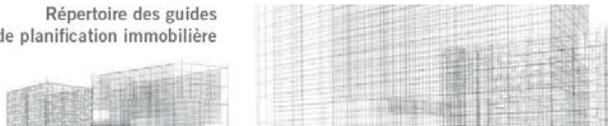
5. Conclusion

Ce document dresse le portrait des changements attendus pour plusieurs variables et indices climatiques d'intérêt. Les scénarios climatiques sont basés sur un large ensemble de simulations climatiques globales provenant de la base de données CMIP5 qui forme la base du 5^e rapport du GIEC sur les changements climatiques publié en 2013. L'utilisation d'un grand ensemble a permis d'inclure les principales sources d'incertitudes connues dans les projections climatiques. De plus, une méthode simple de mise à l'échelle par quantiles a servi à améliorer la représentation spatiale des variables en climat futur et de corriger les biais des modèles climatiques par rapport aux observations.



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. 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. http://www.ouranos.ca/media/publication/351_GuideCharron_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.
- 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.
- Maraun, D, F Wetterhall, R E Chandler, E J Kendon, M Widmann, S Brien, H W Rust, et al. 2010. "Precipitation Downscaling under Climate Change: Recent Developments 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, Daniil W., Michael F. Hutchinson, Pia Papadopol, Kevii 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.
- Ouranos. 2015. "Chapitre 1 et Annexes." *Vers L'adaptation: Synthèse Des Connaissances Sur Les Changements Climatiques Au Québec.*, 115.
- 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.
- 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.



PORTRAIT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DES RÉGIONS

RÉGION 01 - Bas-Saint-Laurent,	18
RÉGION 02 - Saguenay-Lac-Saint-Jean,	27
RÉGION 03 - Capitale-Nationale,	36
RÉGION 04 - Mauricie et Centre-du-Québec,	45
RÉGION 05 - Estrie,	54
RÉGION 06 - Montréal,	63
RÉGION 07 - Outaouais,	72
RÉGION 08 - Abitibi-Témiscamingue,	81
RÉGION 09 - Côte-Nord,	90
RÉGION 10 - Nord-du-Québec,	99
RÉGION 11 - Gaspésie-Îles de la Madeleine,	108
RÉGION 12 - Chaudière-Appalaches,	117
RÉGION 13 - Laval,	126
RÉGION 14 - Lanaudière,	135
RÉGION 15 - Laurentides,	144
RÉGION 16 - Montérégie,	153
RÉGION 17 - Nunavik,	162
RÉGION 18 - Terres-Cries-de-la-Baie-James,	171



RÉGION 01 - Bas-Saint-Laurent

Tableau A.1. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.1	+2.0 à 4.1	+2.4 à 7.0
	Hiver	°C	+1.3 à 2.8	+2.4 à 5.0	+3.3 à 7.9
	Printemps	°C	+0.6 à 2.0	+1.4 à 3.8	+2.1 à 6.1
	Été	°C	+0.7 à 2.1	+1.7 à 4.3	+2.0 à 7.1
	Automne	°C	+0.9 à 2.2	+1.7 à 4.3	+2.1 à 7.0
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.5 à 2.7	+1.3 à 5.0	+2.0 à 7.4
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.9 à 4.3	+3.9 à 7.9	+4.4 à 12.8
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 12
Précipitations totales	Annuel	%	+1.8 à 9.8	+1.5 à 17.3	+7.1 à 21.4
	Hiver	%	+1.5 à 19.2	+3.2 à 29.3	+10.4 à 41.5
	Printemps	%	-1.9 à 15.0	+4.3 à 21.3	+8.6 à 29.8
	Été	%	-0.0 à 11.0	-2.3 à 20.3	-2.2 à 19.7
	Automne	%	-4.3 à 8.6	-1.7 à 13.9	-5.4 à 15.9
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+0 à 17	+4 à 23	+10 à 33
	Hiver	%	-2 à 16	+2 à 28	+7 à 43
	Printemps	%	-2 à 16	+4 à 19	+5 à 39
	Été	%	-3 à 18	+1 à 20	+6 à 34
	Automne	%	-4 à 15	-0 à 25	+2 à 28
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-144 à -366	-318 à -616	-430 à -927
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+61 à 198	+162 à 459	+198 à 851
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+2 à 19	+9 à 60	+13 à 186
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-253 à -634	-584 à -1162	-733 à -1831
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-299 à -694	-654 à -1289	-801 à -2067
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-2 à -35	-14 à -56	-24 à -73

*L'intervalle dans les Δ indique les 10e et 90e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

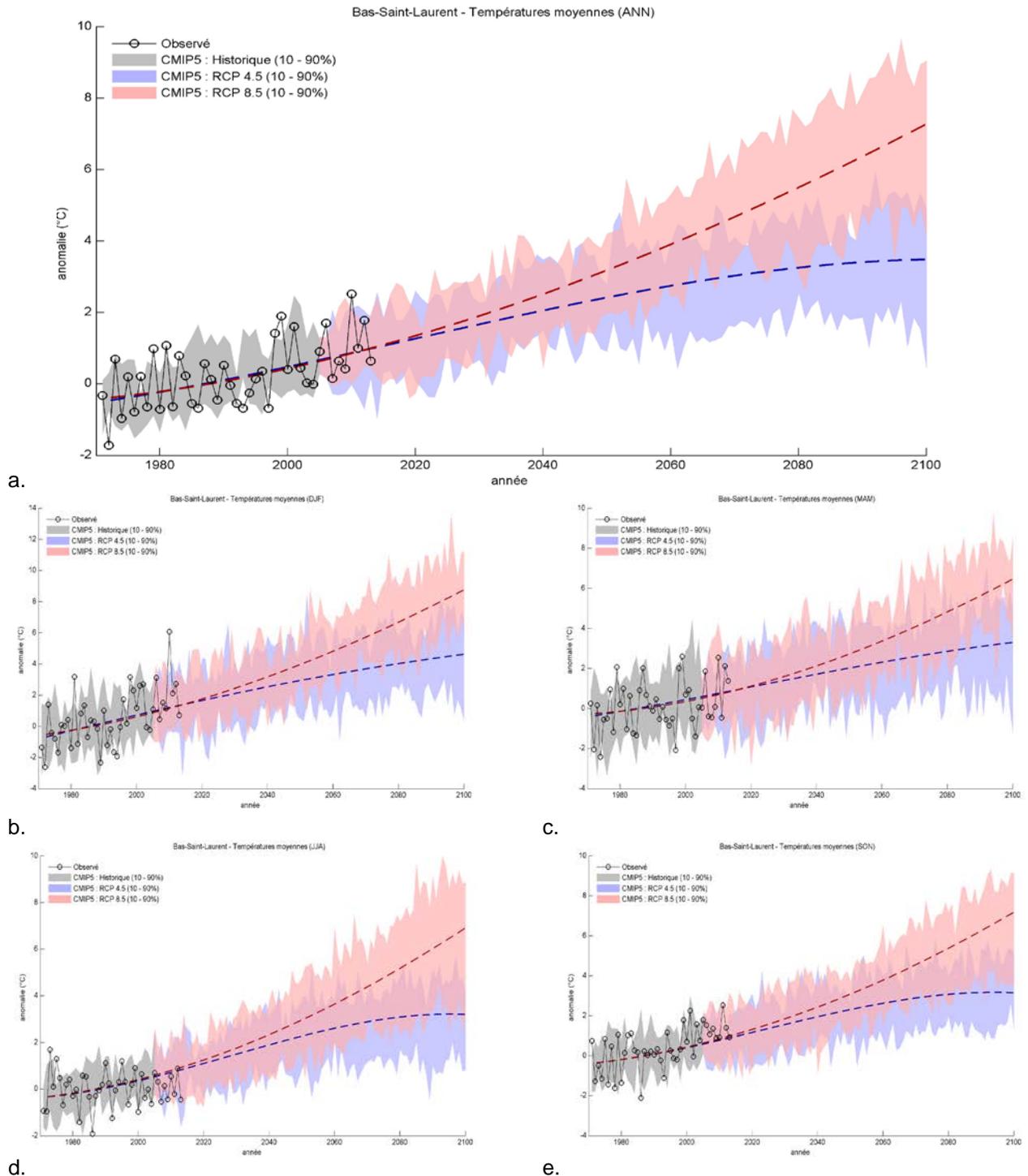
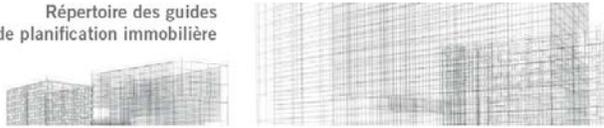


Figure A1. : Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

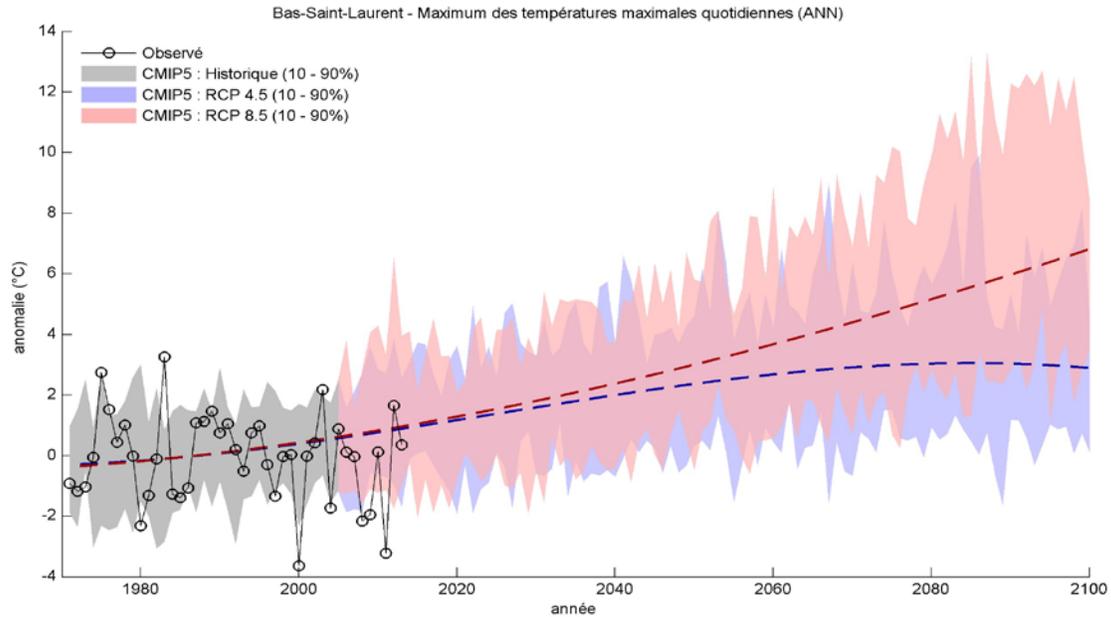


Figure A.2.- Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observées (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

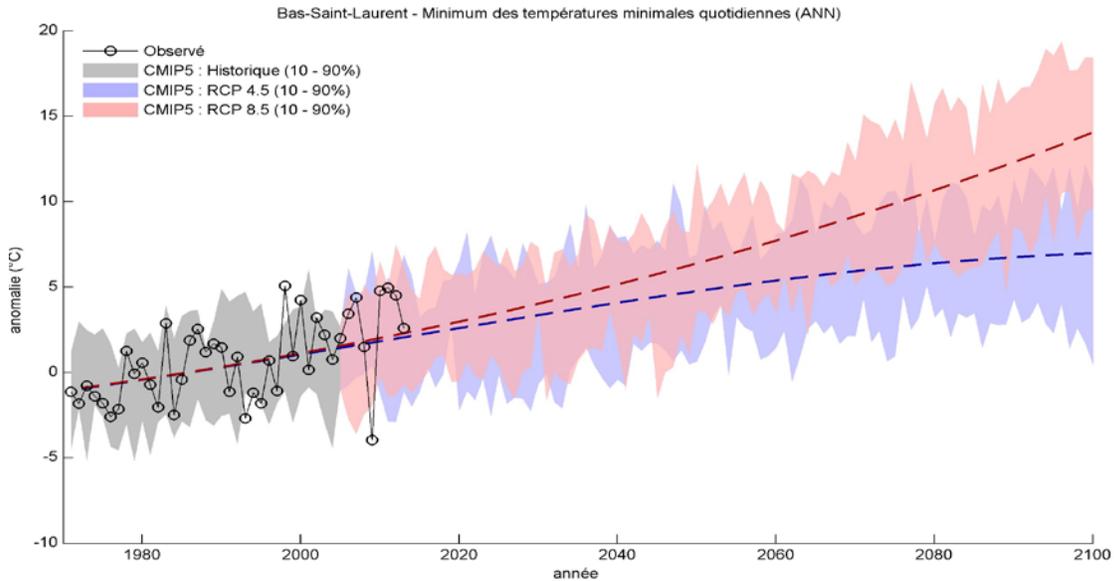


Figure A.3.- Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observées (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

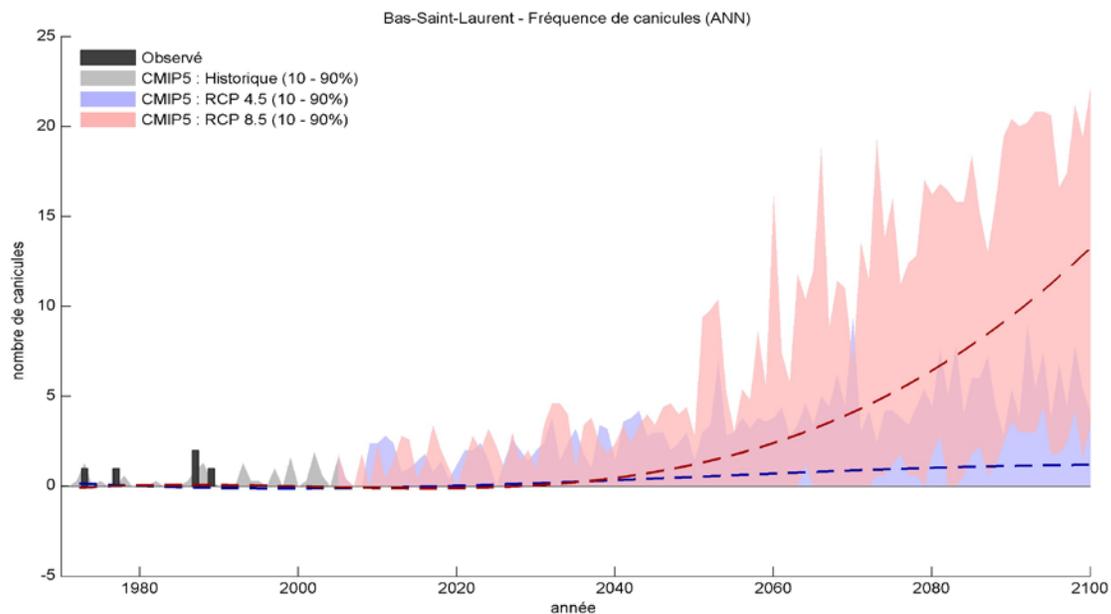


Figure A.4. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

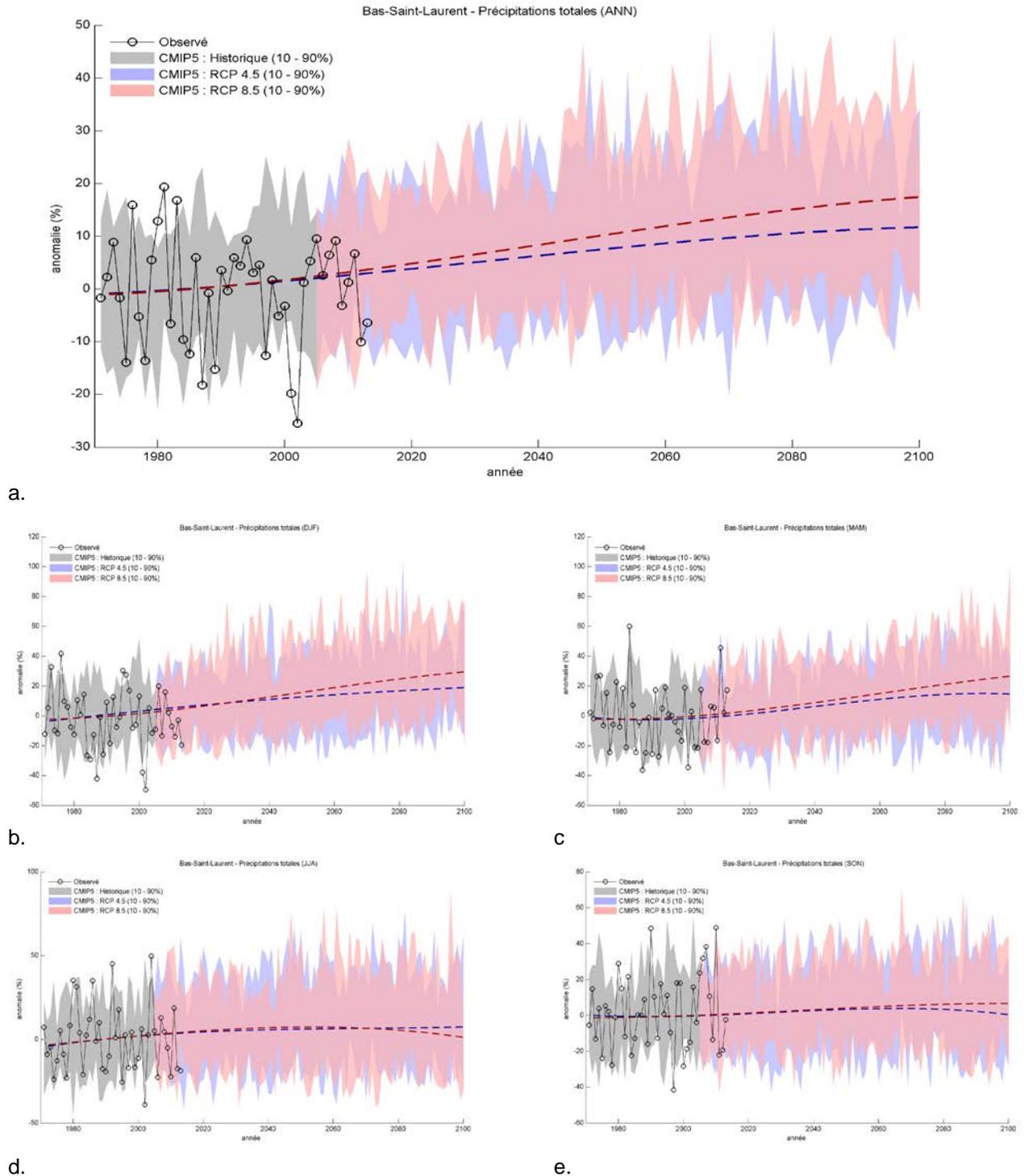


Figure A.5. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

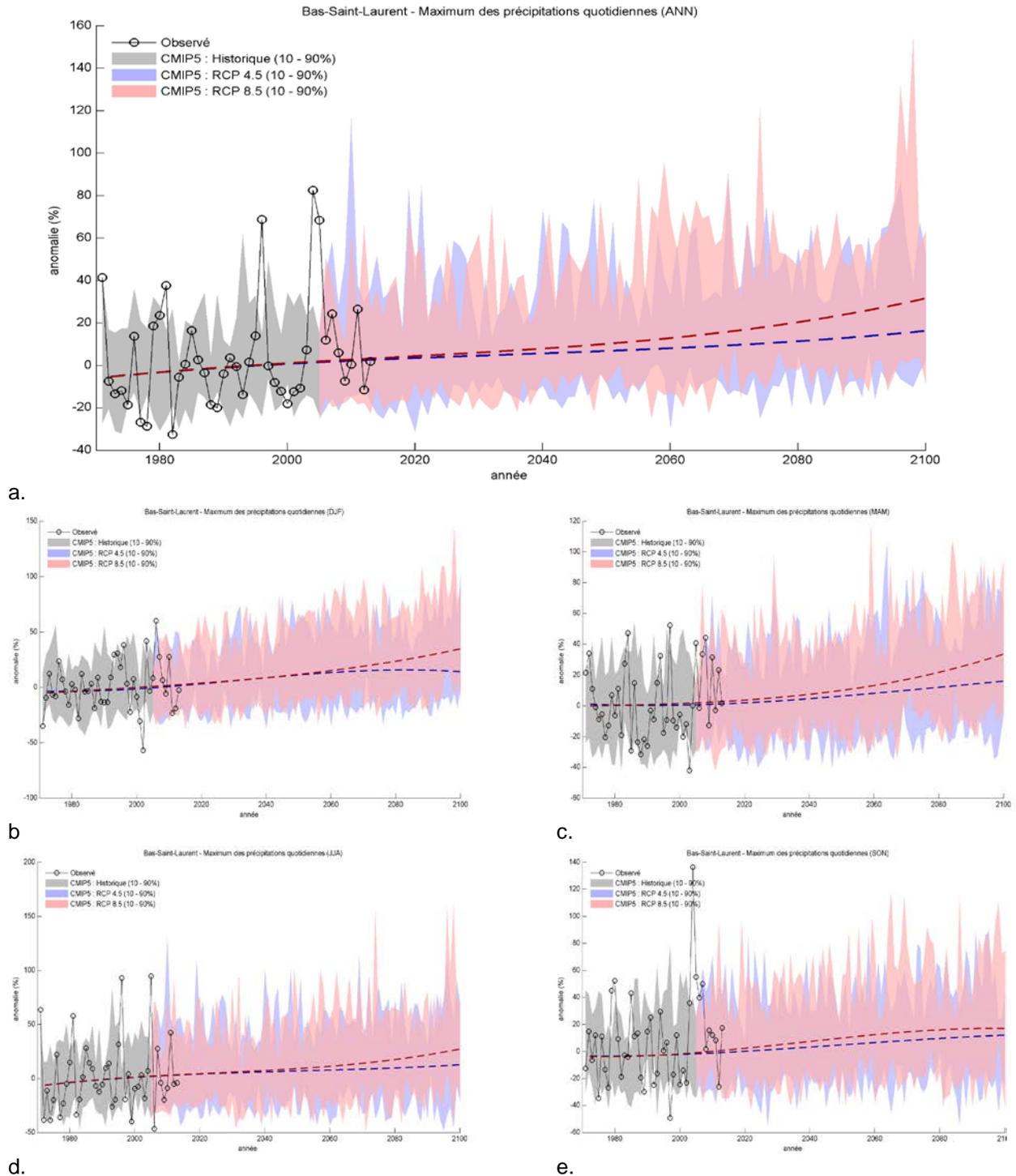


Figure A.6. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

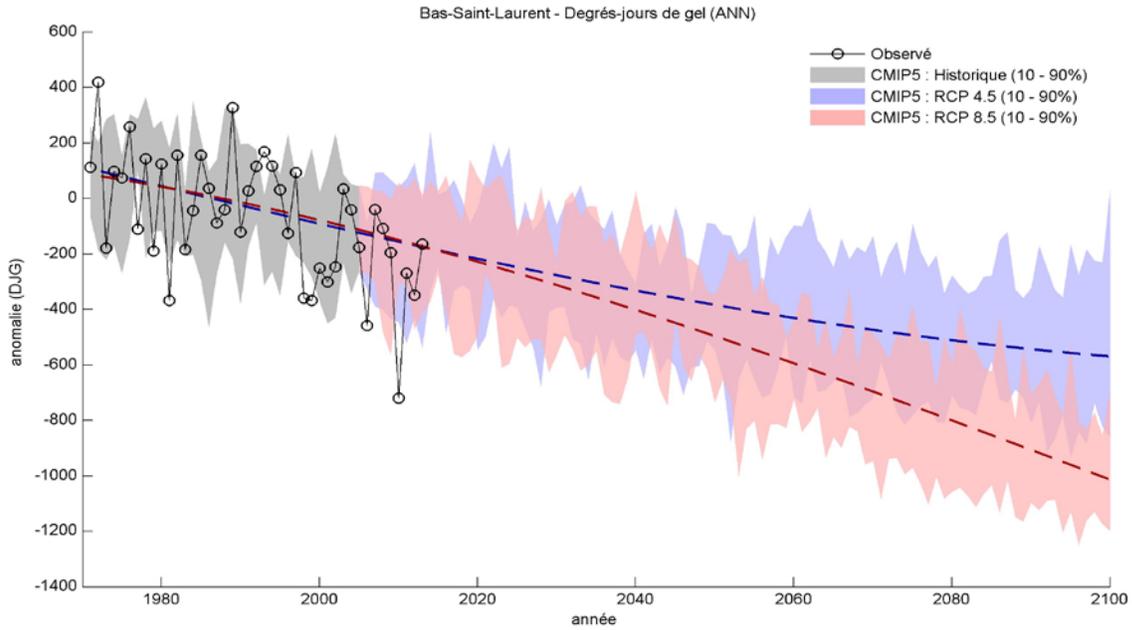


Figure A.7. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

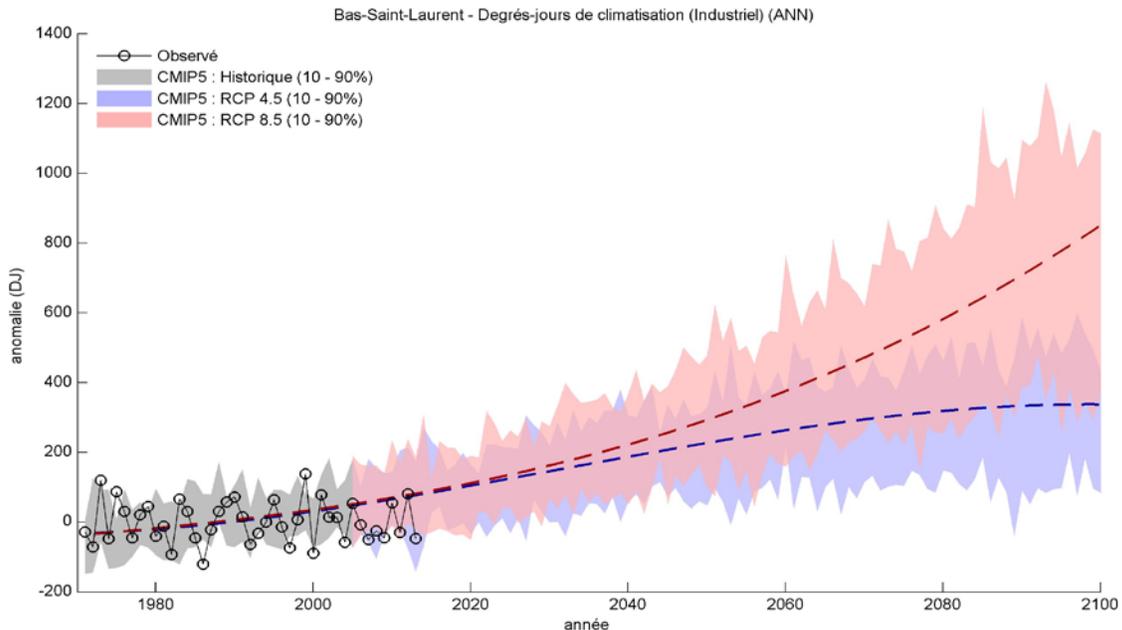


Figure A.8. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

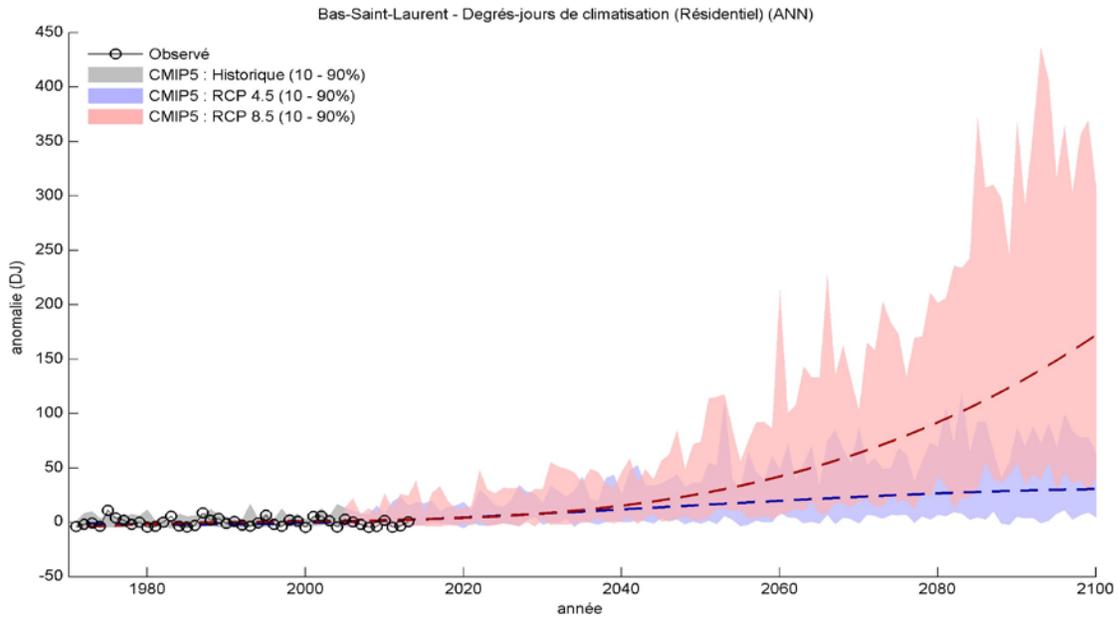


Figure A.9. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000

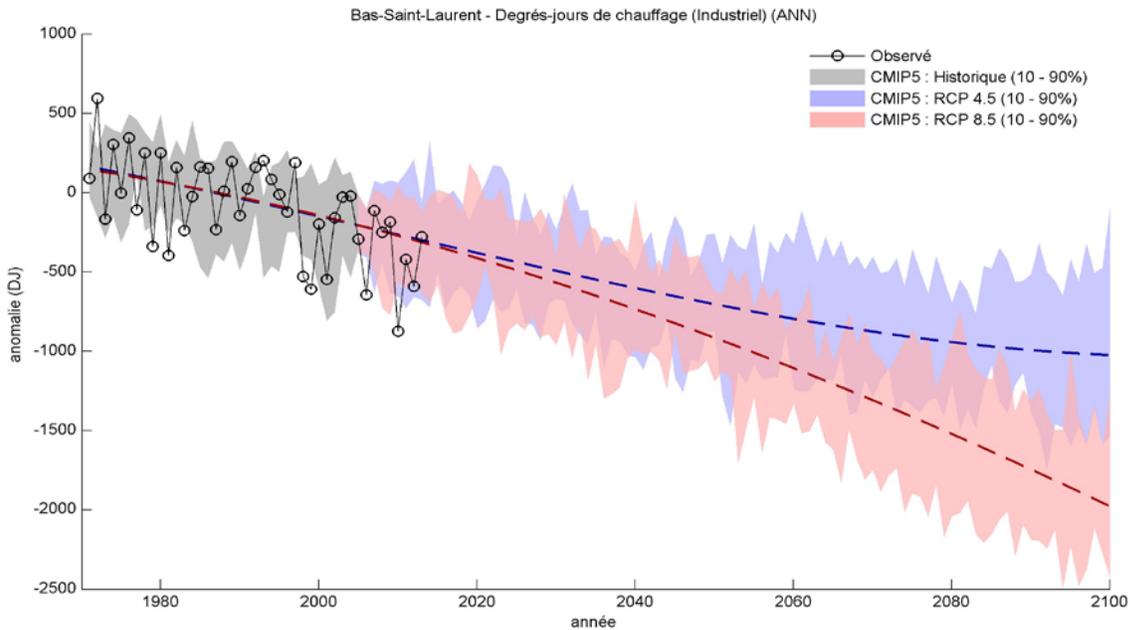


Figure A.10. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

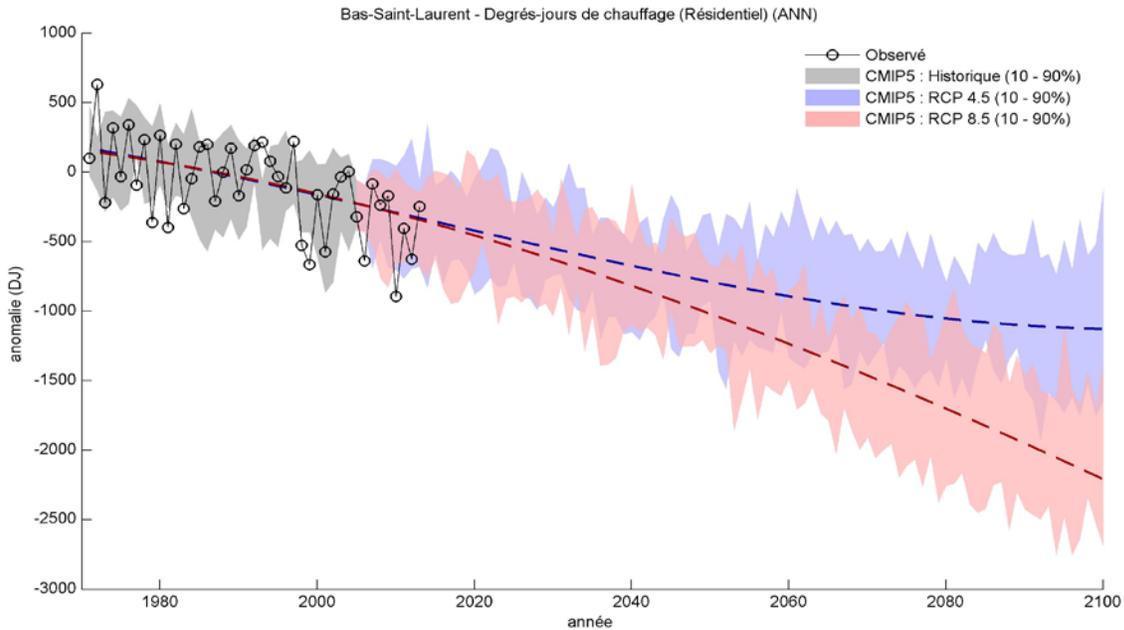


Figure A.11. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

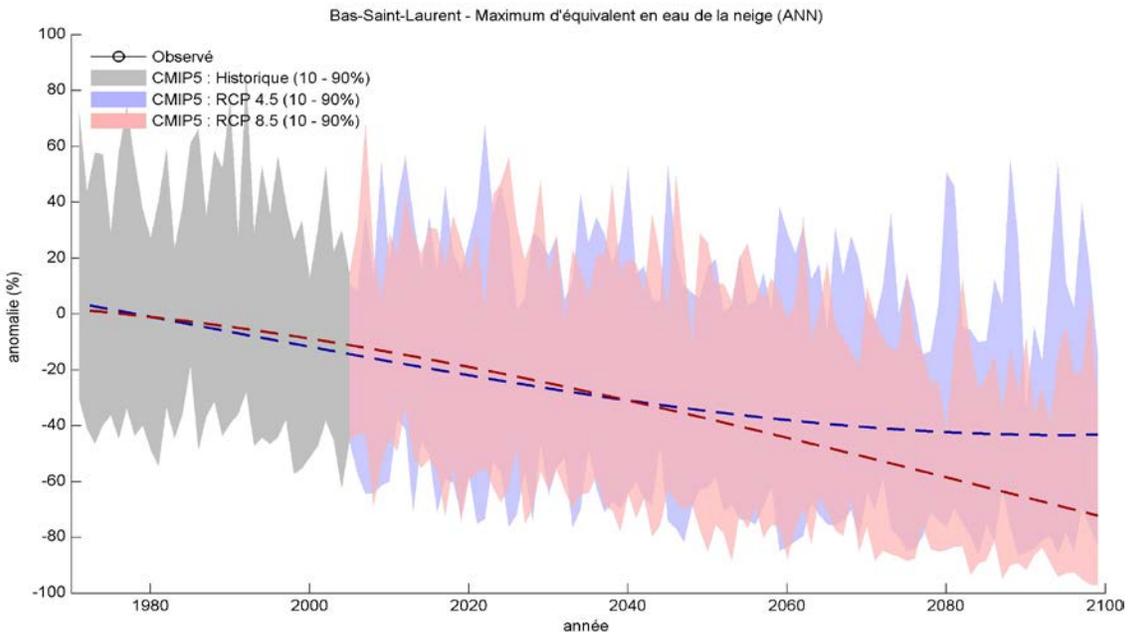


Figure A.12. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez, des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 02 - Saguenay-Lac-Saint-Jean

Tableau A.2 - Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.2	+2.1 à 4.1	+2.5 à 7.1
	Hiver	°C	+1.3 à 3.1	+2.6 à 5.6	+3.5 à 8.9
	Printemps	°C	+0.5 à 2.2	+1.2 à 3.8	+2.1 à 6.2
	Été	°C	+0.6 à 2.1	+1.6 à 4.4	+1.8 à 7.1
	Automne	°C	+0.8 à 2.3	+1.6 à 4.5	+2.1 à 7.2
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.5 à 2.5	+1.4 à 4.9	+1.7 à 7.0
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.7 à 3.9	+3.6 à 7.7	+4.4 à 13.4
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 6	+1 à 13
Précipitations totales	Annuel	%	+2.1 à 9.4	+3.7 à 18.0	+6.3 à 21.9
	Hiver	%	+1.7 à 20.1	+4.2 à 36.4	+12.5 à 48.0
	Printemps	%	-2.8 à 14.8	+3.8 à 21.6	+5.0 à 31.1
	Été	%	-0.9 à 10.8	-2.5 à 16.8	-4.8 à 14.7
	Automne	%	-2.6 à 10.9	+2.0 à 19.8	+4.1 à 18.6
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+6 à 18	+7 à 28	+12 à 35
	Hiver	%	-4 à 24	-5 à 42	+2 à 50
	Printemps	%	-1 à 11	+8 à 24	+9 à 40
	Été	%	+2 à 19	-1 à 29	+10 à 33
	Automne	%	-2 à 20	+6 à 28	+8 à 37
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-172 à -428	-379 à -741	-520 à -1164
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+42 à 176	+139 à 400	+149 à 733
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+2 à 14	+5 à 51	+7 à 136
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-295 à -689	-626 à -1246	-781 à -1992
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-339 à -744	-685 à -1354	-841 à -2217
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-1 à -22	-6 à -37	-11 à -53

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

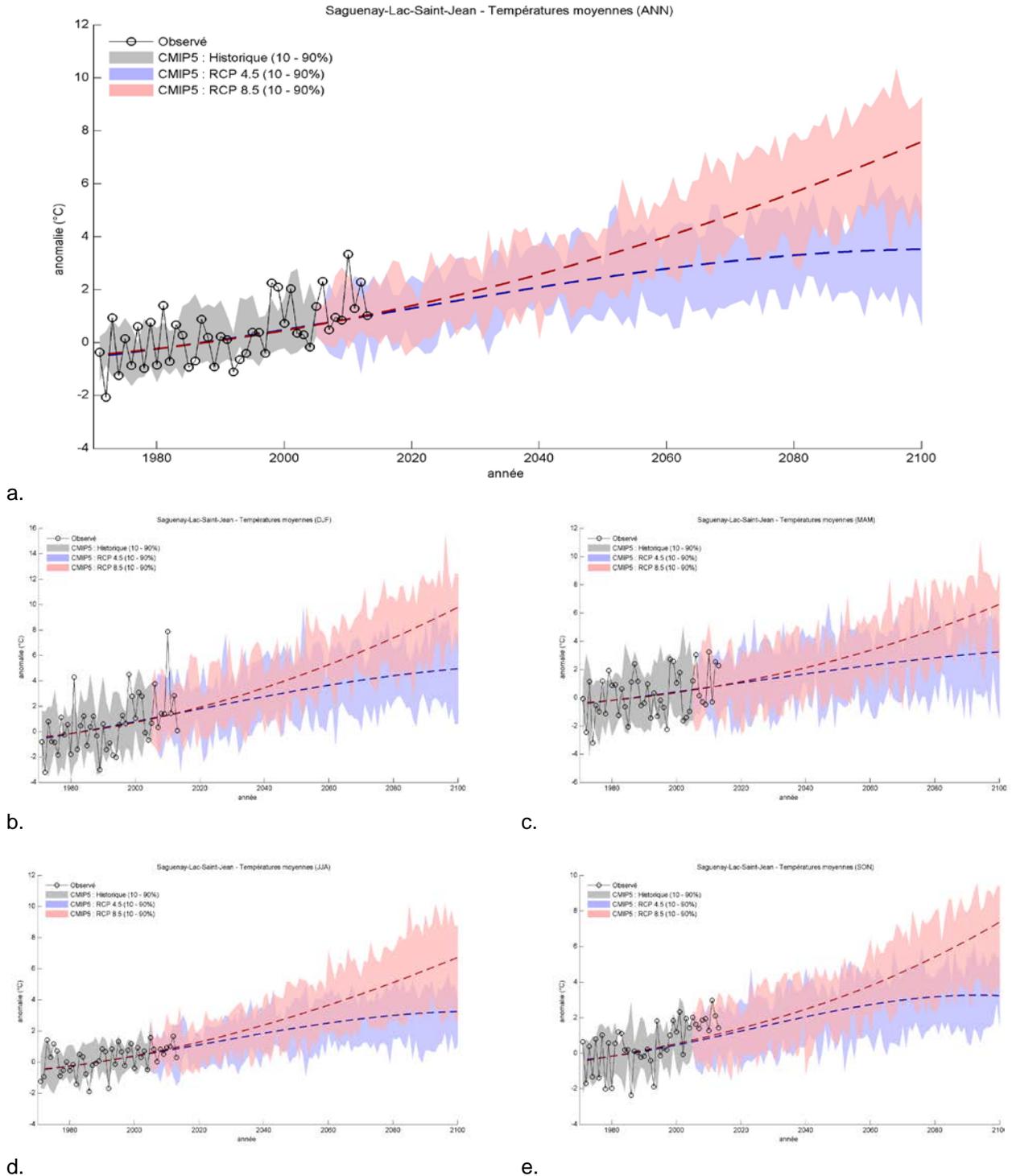


Figure A.13. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

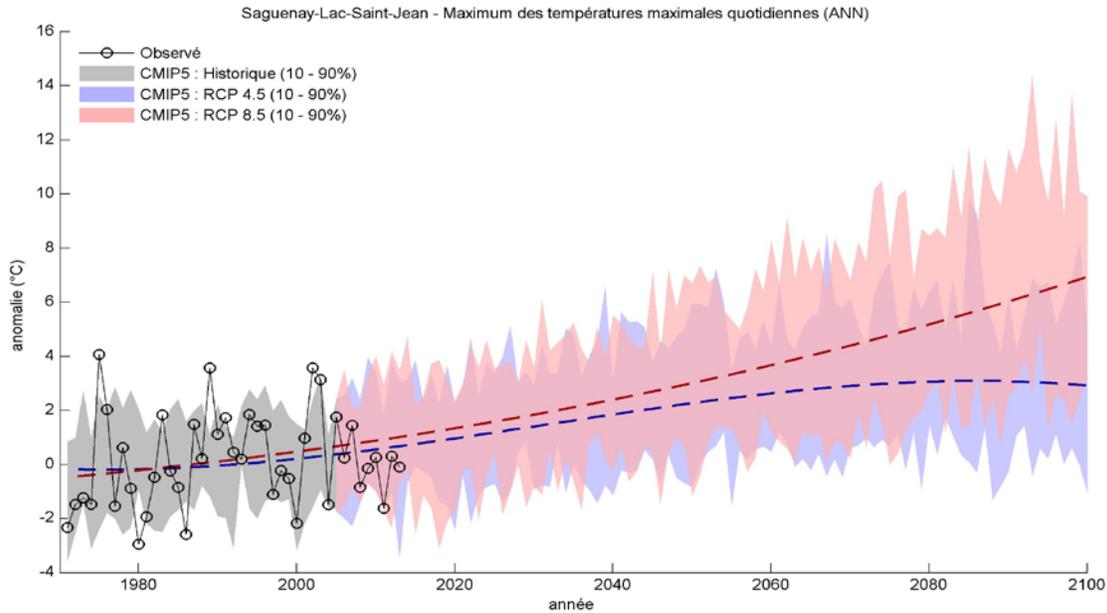


Figure A.14. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

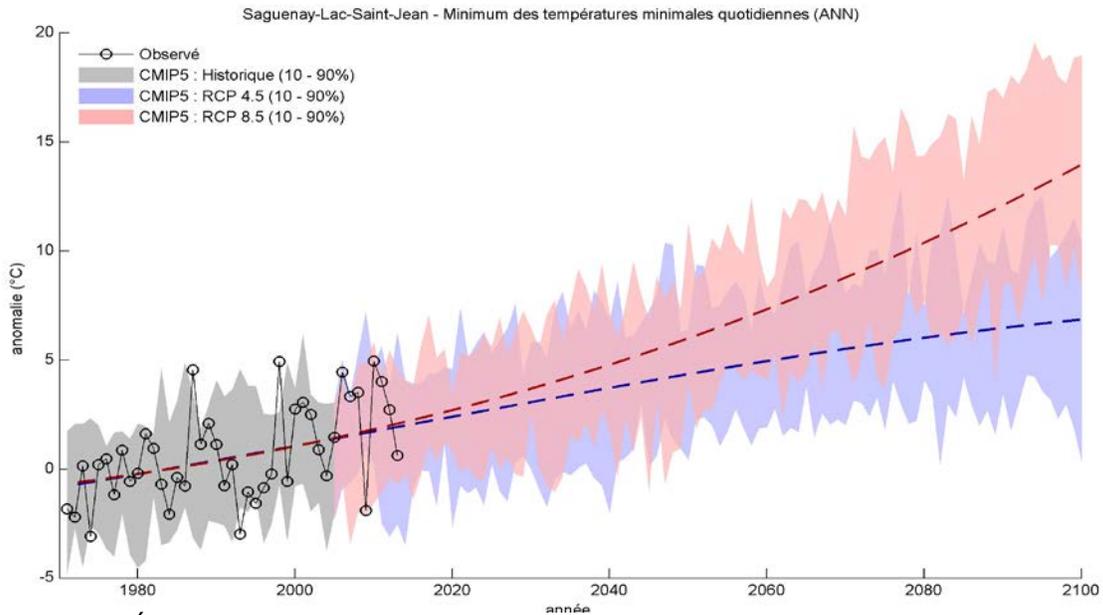


Figure A.15. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

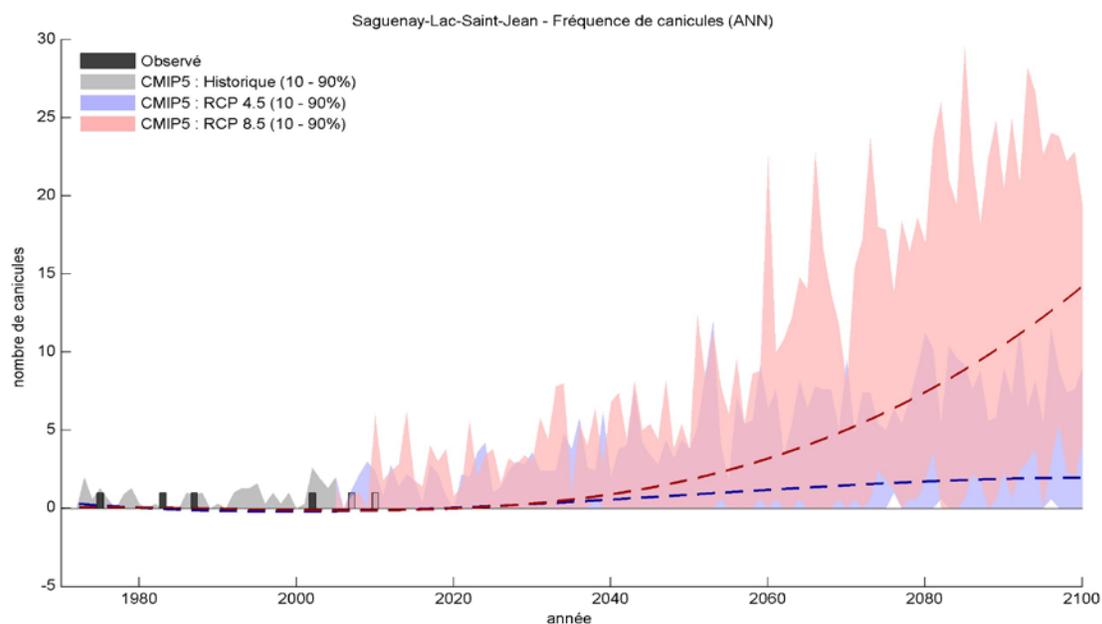


Figure A.16. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

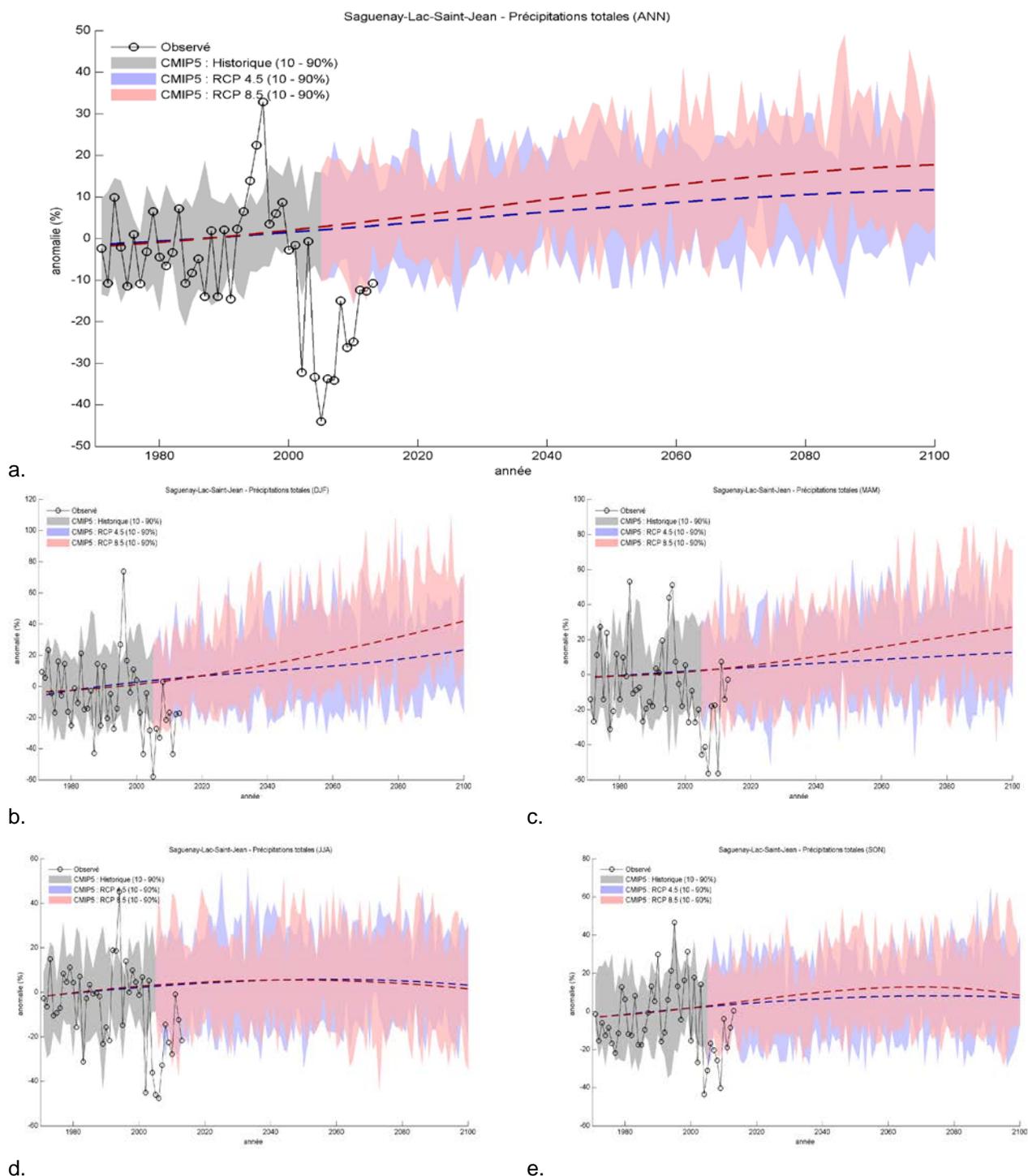


Figure A.17. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

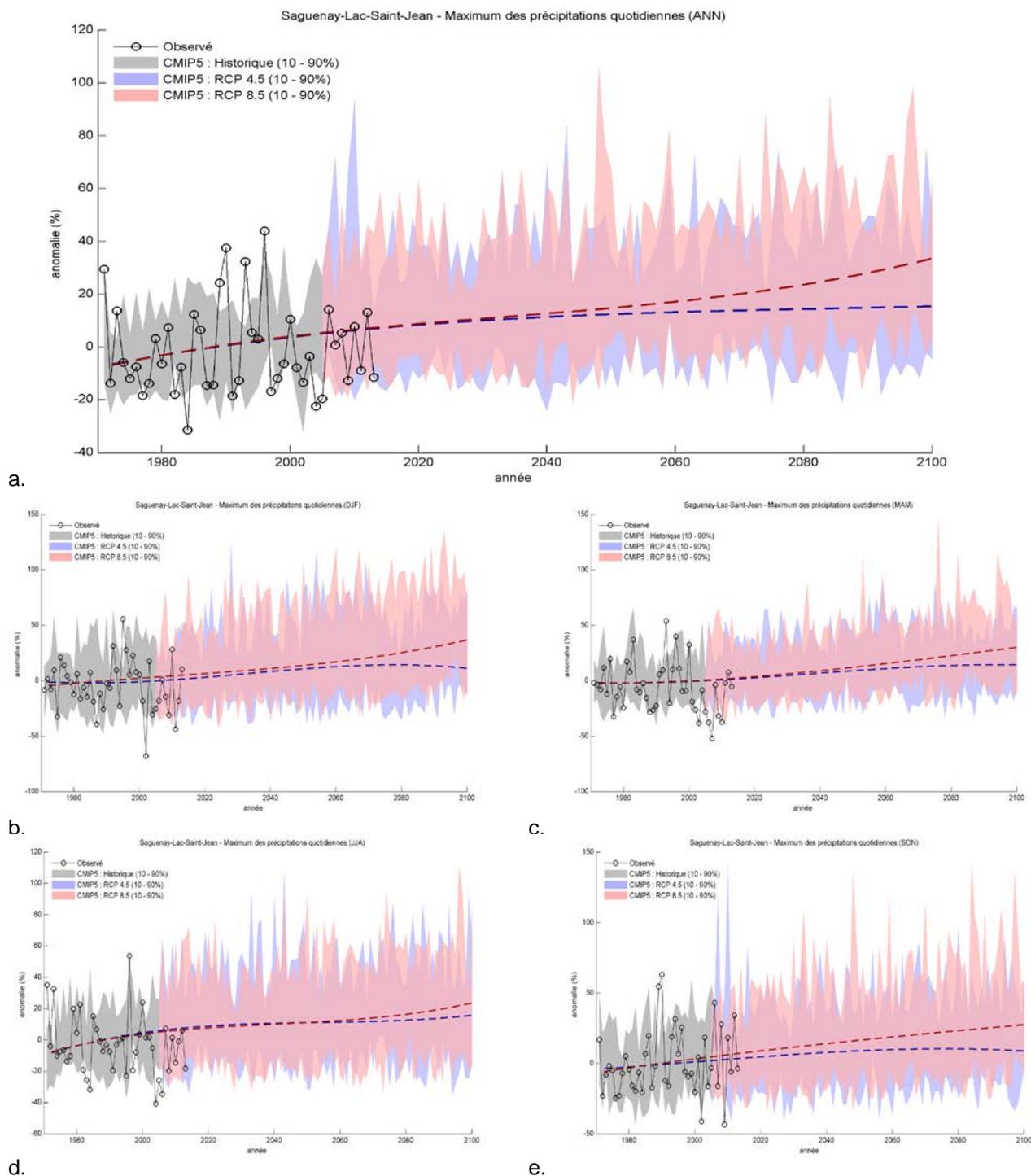


Figure A.18. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

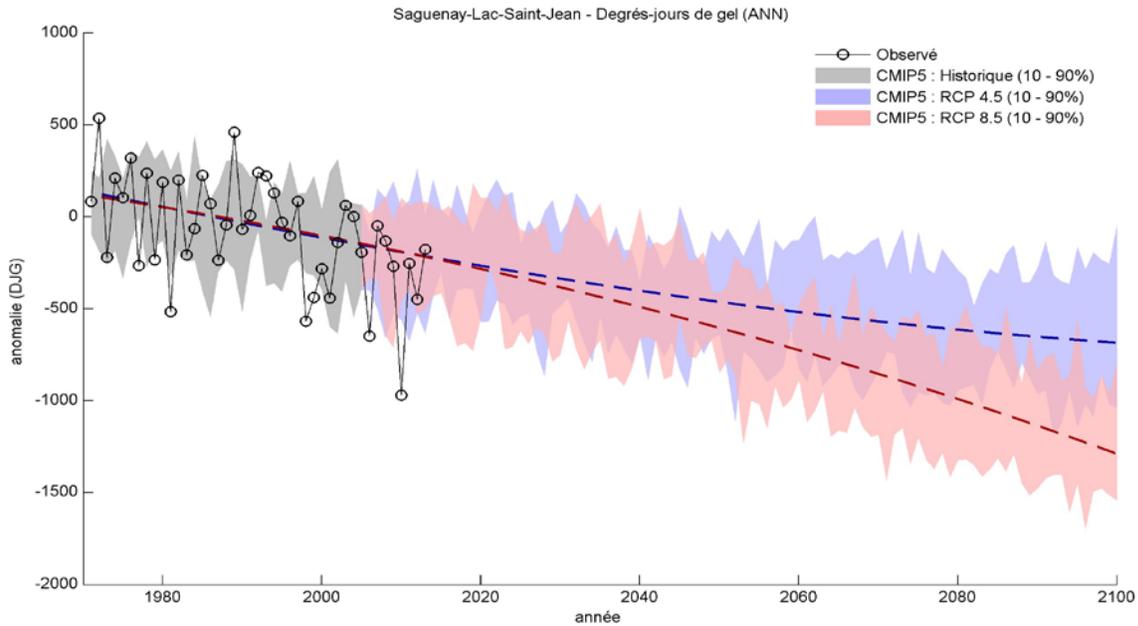


Figure A.19. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

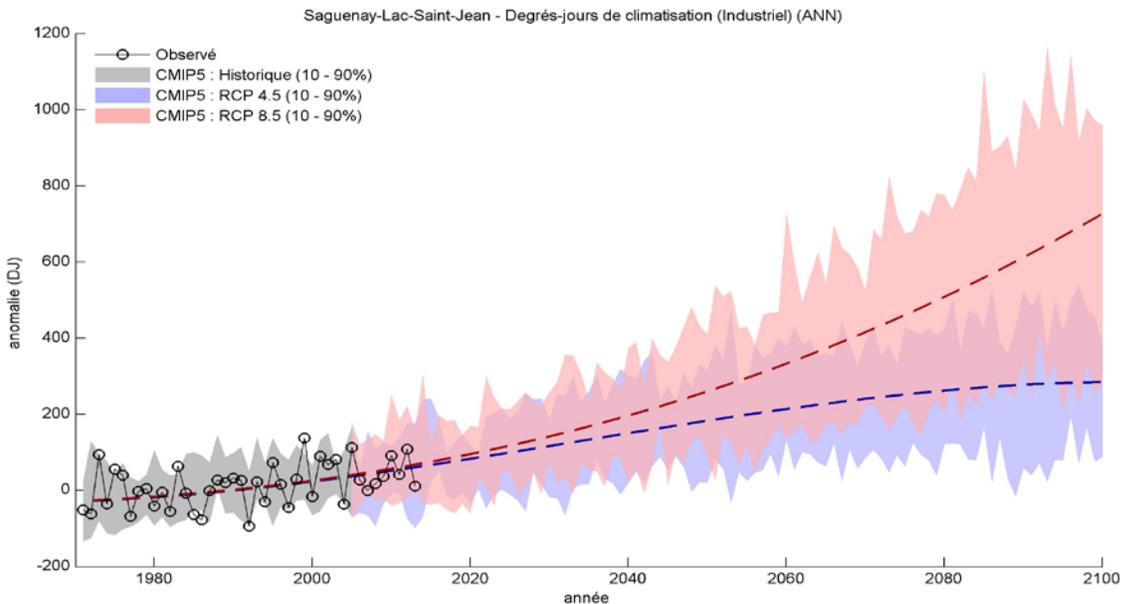


Figure A.20. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

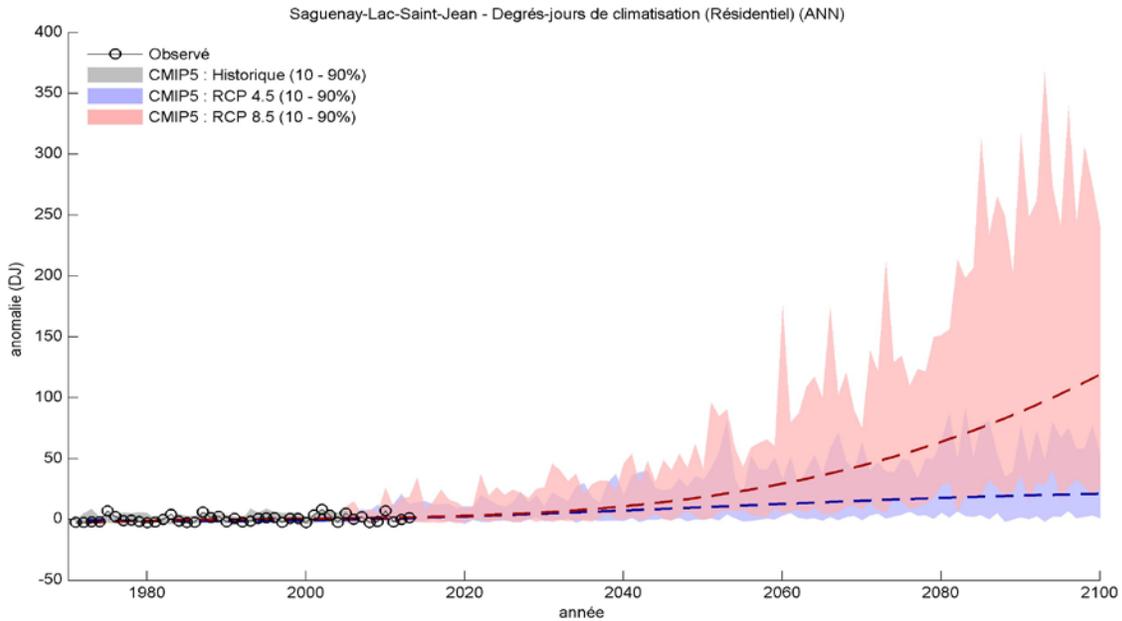


Figure A.21. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

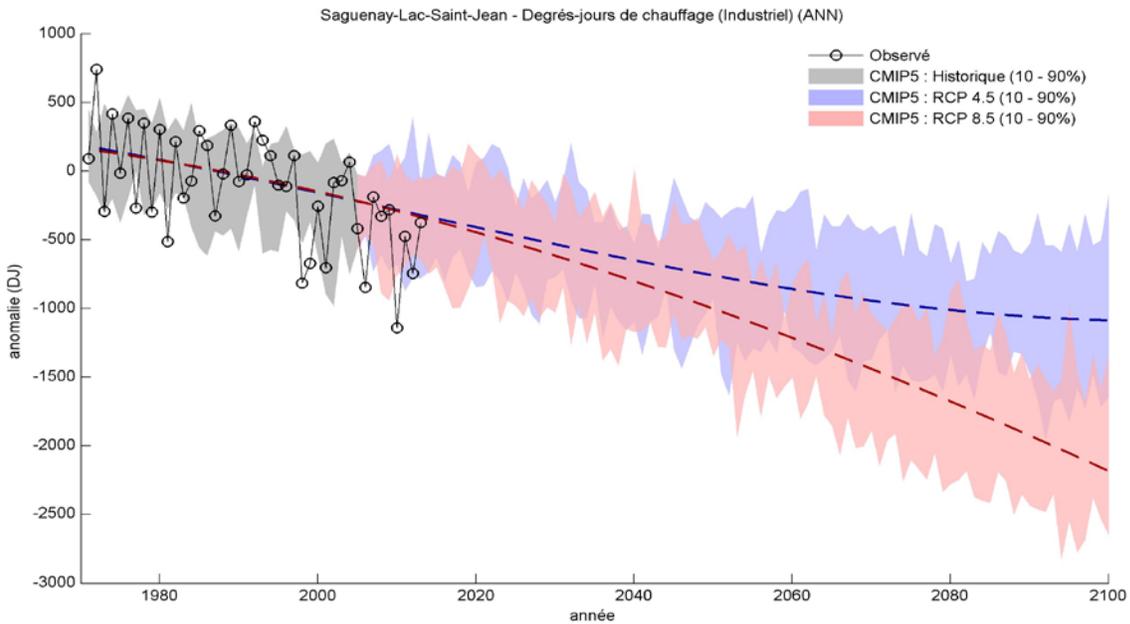


Figure A.22. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

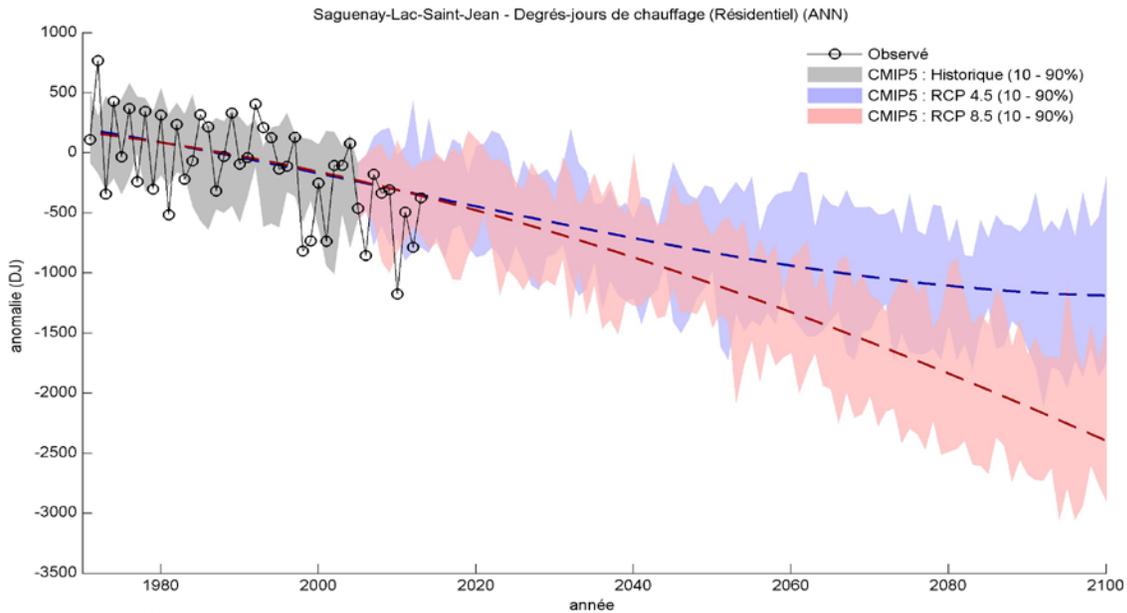


Figure A.23. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

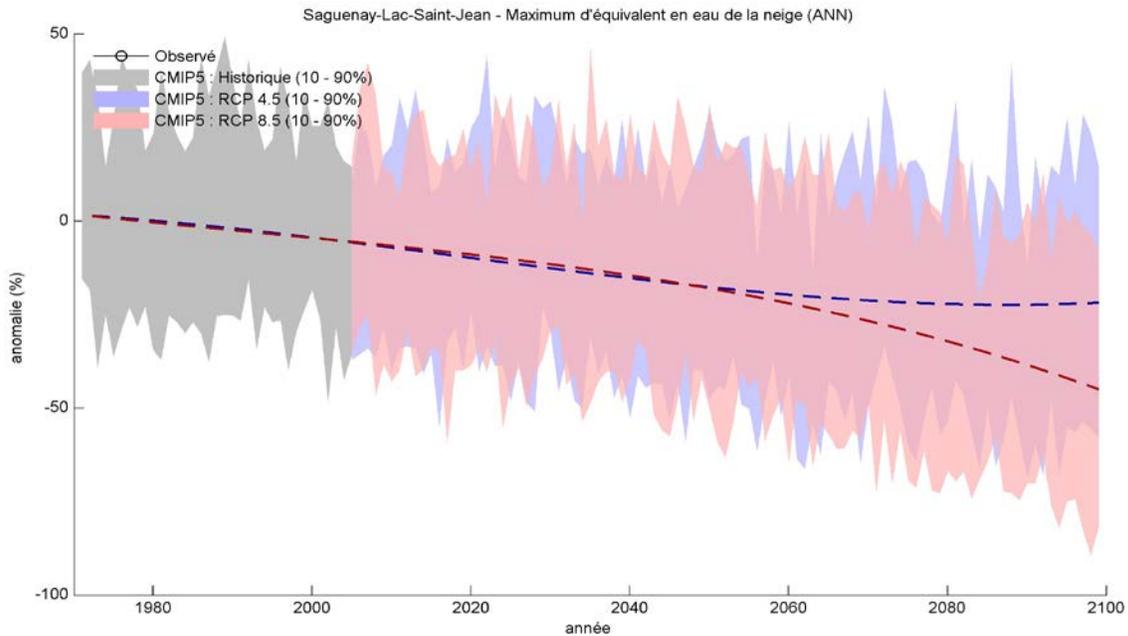


Figure A.24. Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000. **Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles



RÉGION 03 - Capitale-Nationale

Tableau A.3. - Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.1	+2.0 à 4.0	+2.4 à 7.0
	Hiver	°C	+1.4 à 2.8	+2.4 à 5.1	+3.3 à 8.1
	Printemps	°C	+0.7 à 2.0	+1.4 à 3.8	+2.1 à 6.2
	Été	°C	+0.8 à 2.1	+1.8 à 4.3	+2.2 à 6.9
	Automne	°C	+0.8 à 2.2	+1.8 à 4.3	+2.0 à 6.9
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.7 à 2.4	+1.6 à 4.4	+2.1 à 7.2
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.9 à 4.2	+4.1 à 7.7	+4.5 à 12.8
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 12
Précipitations totales	Annuel	%	+2.1 à 9.6	+2.8 à 18.5	+7.0 à 21.0
	Hiver	%	+1.4 à 19.8	+5.0 à 32.1	+12.2 à 45.0
	Printemps	%	-1.9 à 16.3	+3.3 à 22.7	+9.1 à 31.6
	Été	%	+1.2 à 10.7	-1.4 à 14.5	-4.0 à 15.6
	Automne	%	-3.4 à 7.4	-0.3 à 15.6	-3.8 à 16.9
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+2 à 17	+4 à 28	+9 à 35
	Hiver	%	-6 à 19	+3 à 30	+6 à 43
	Printemps	%	-3 à 16	+4 à 25	+7 à 34
	Été	%	-4 à 19	-1 à 30	+3 à 30
	Automne	%	-4 à 15	+1 à 26	+3 à 36
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-170 à -373	-316 à -629	-453 à -994
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+63 à 194	+169 à 443	+207 à 794
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+3 à 16	+9 à 55	+13 à 164
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-301 à -643	-588 à -1168	-722 à -1856
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-346 à -700	-656 à -1303	-790 à -2090
Maximum d'équivalent en eau de neige**	Annuel	%	-1 à -34	-14 à -56	-21 à -72

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

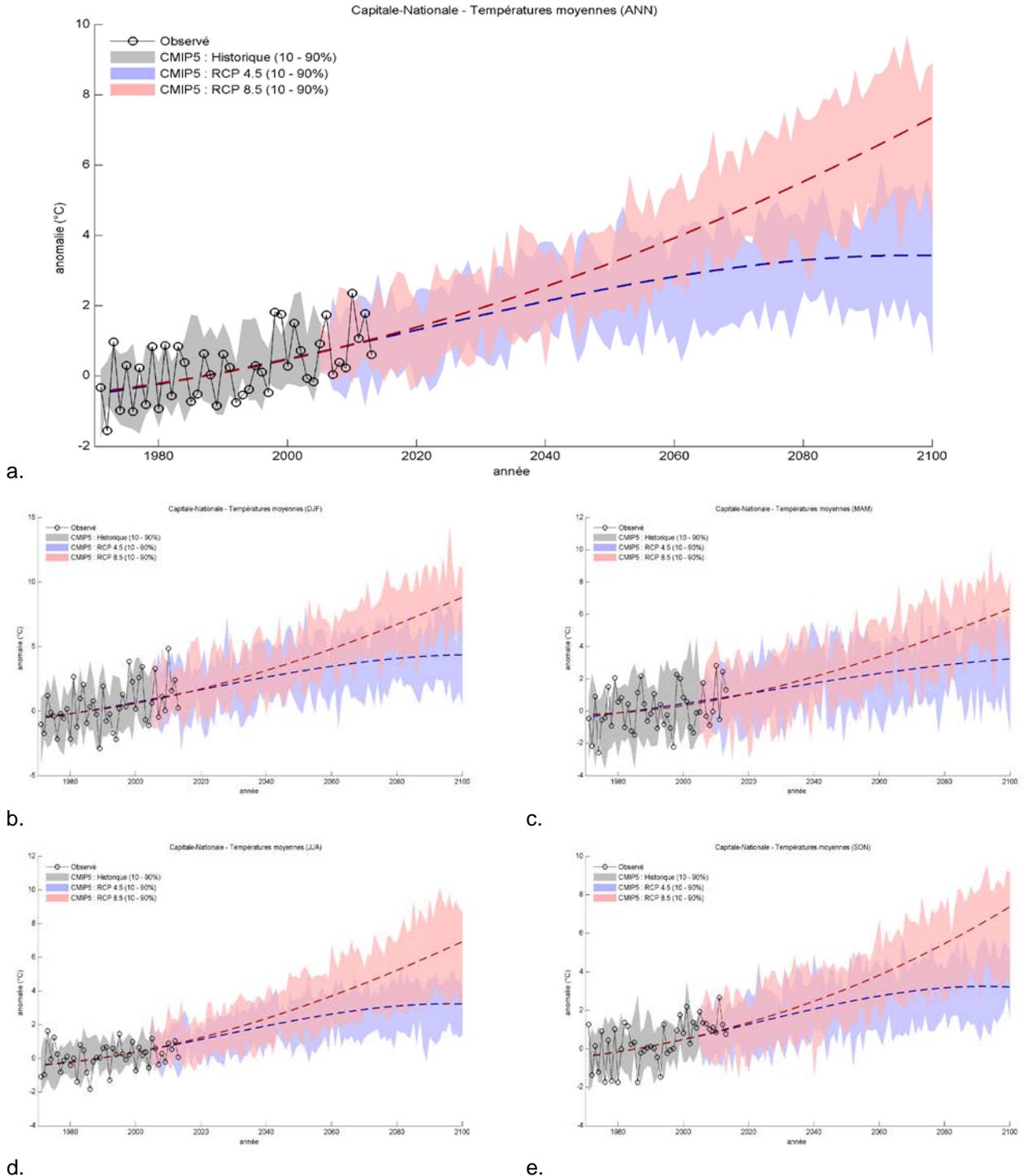


Figure A.25. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

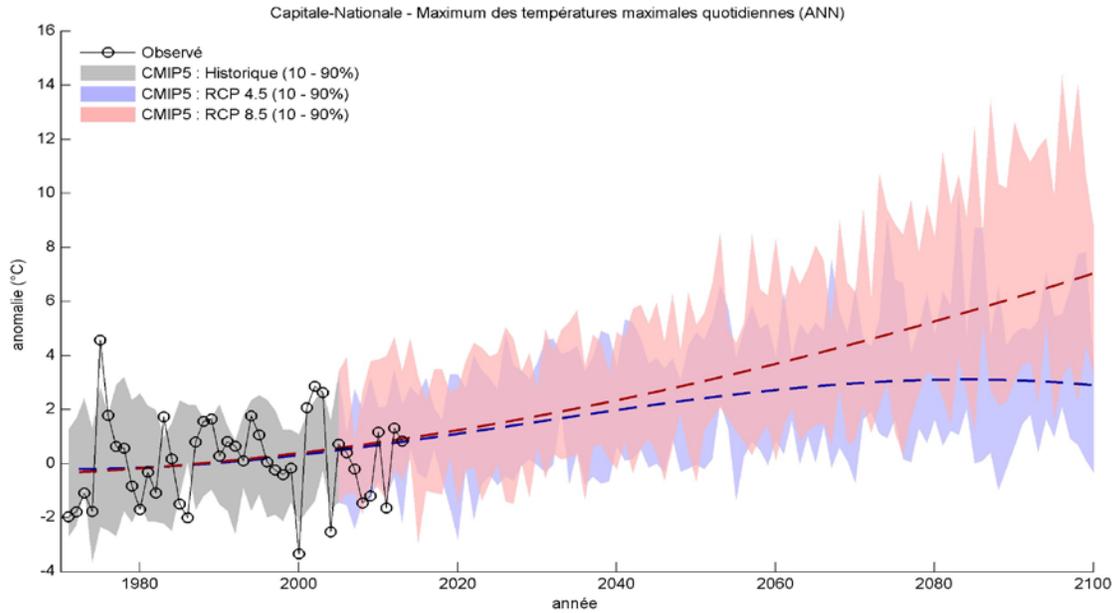


Figure A.26. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

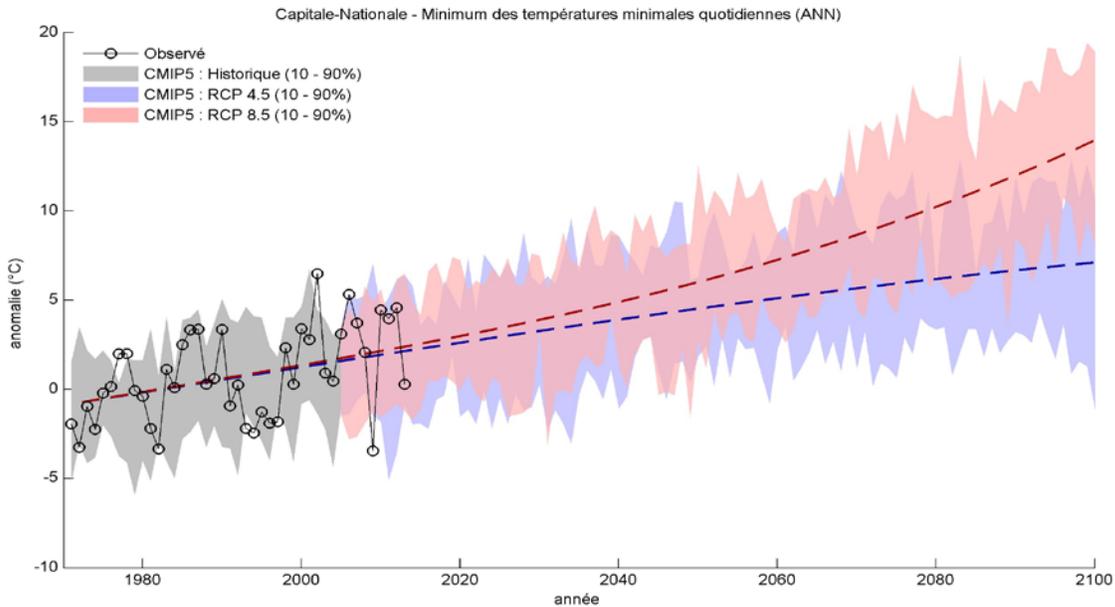


Figure A.27. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

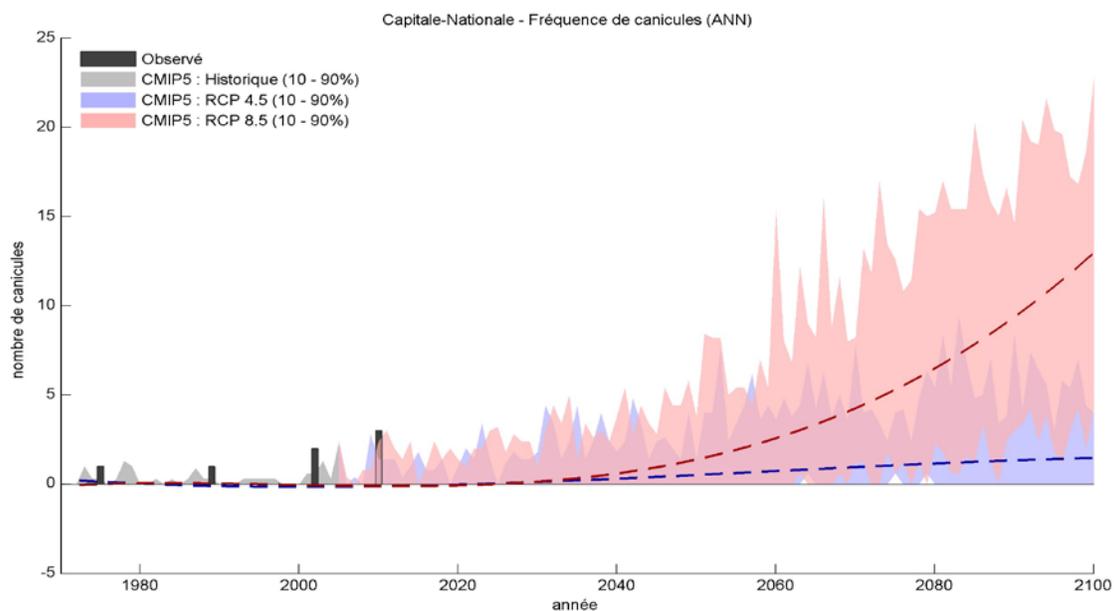


Figure A.28. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

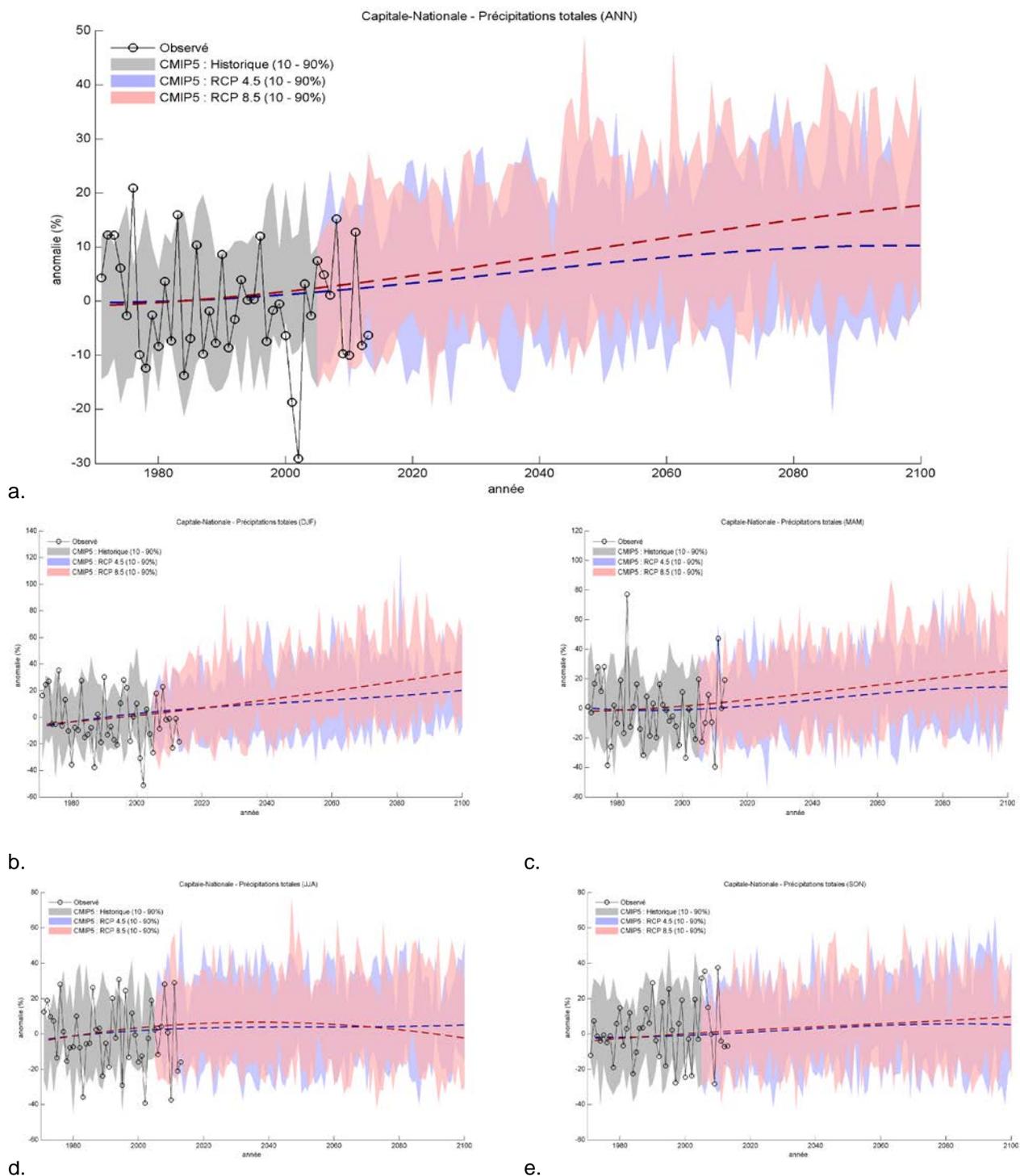


Figure A.29. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

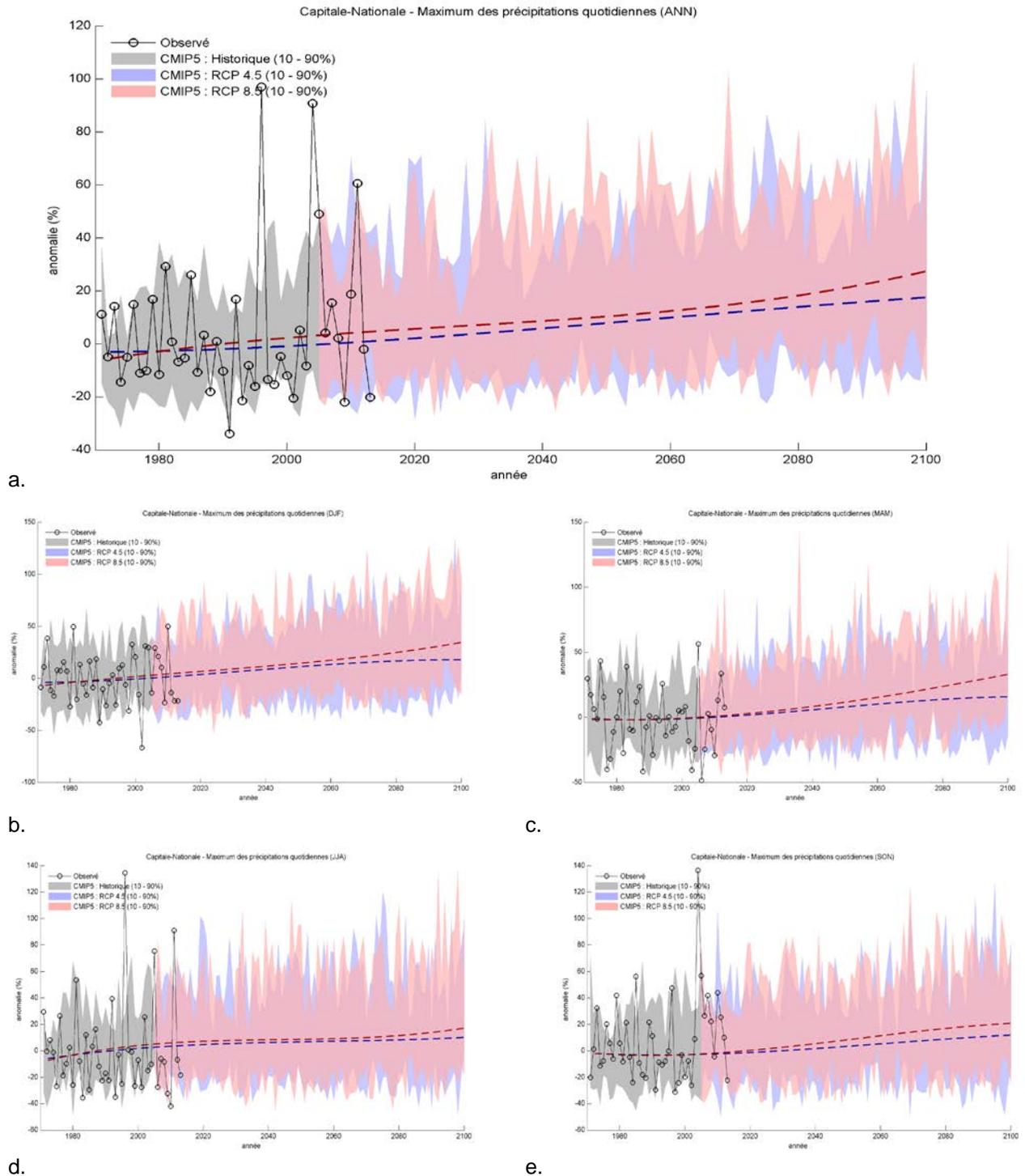


Figure A.30. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

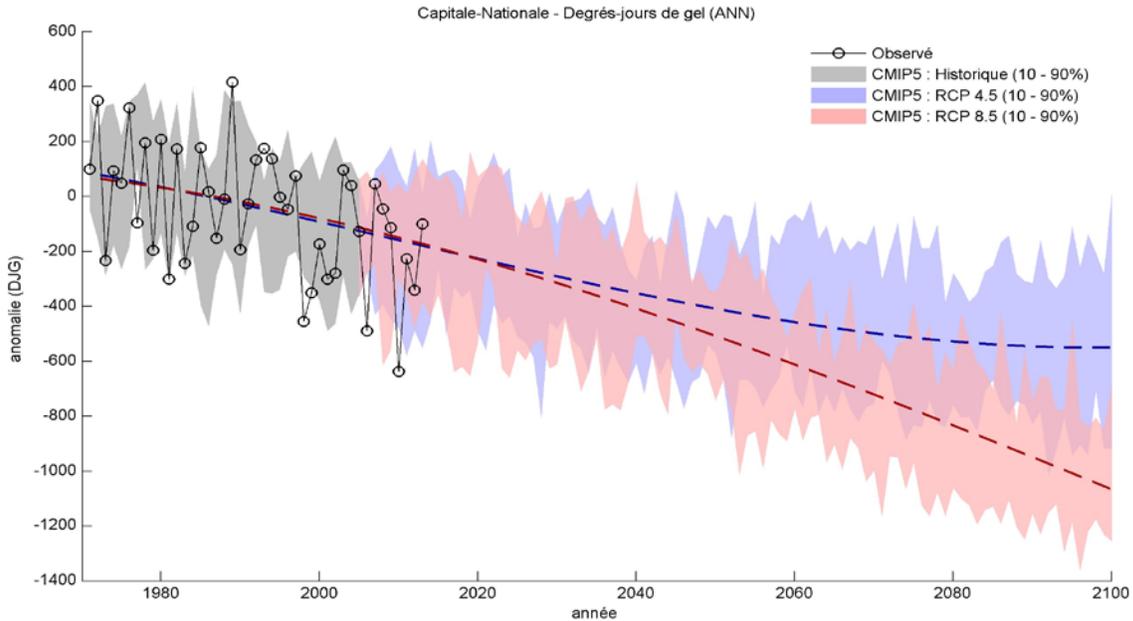


Figure A.31. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

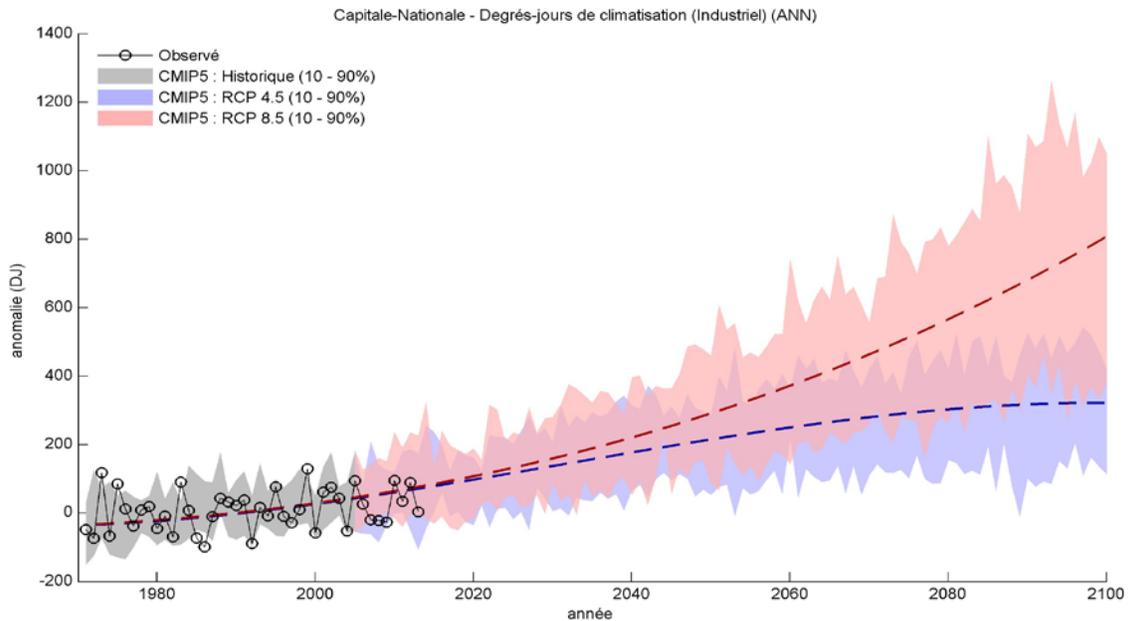


Figure A.32. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

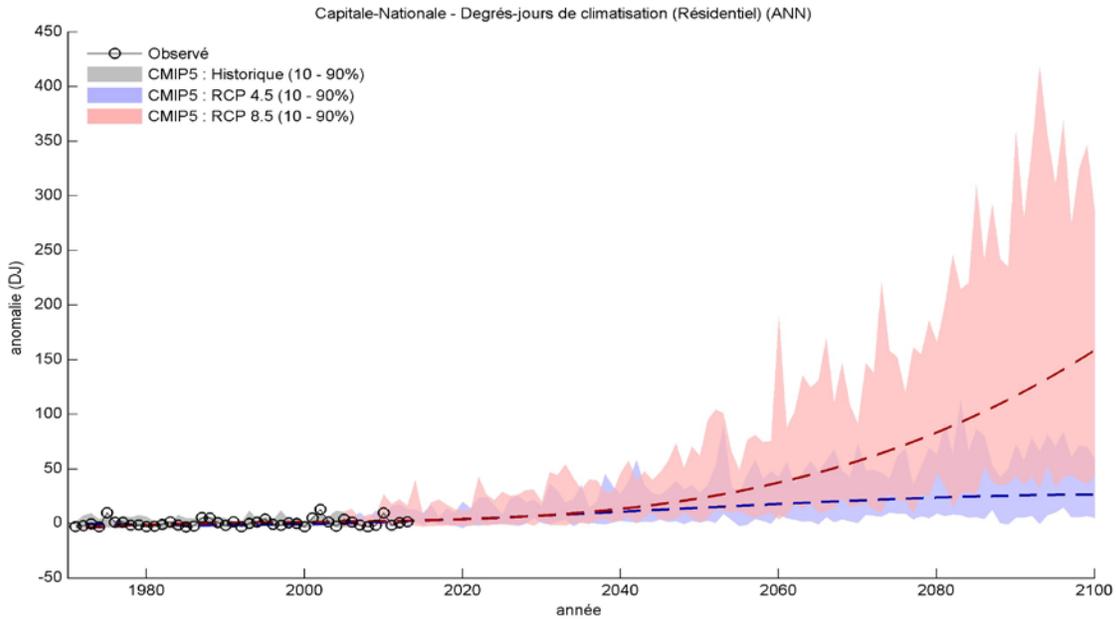


Figure A.33. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

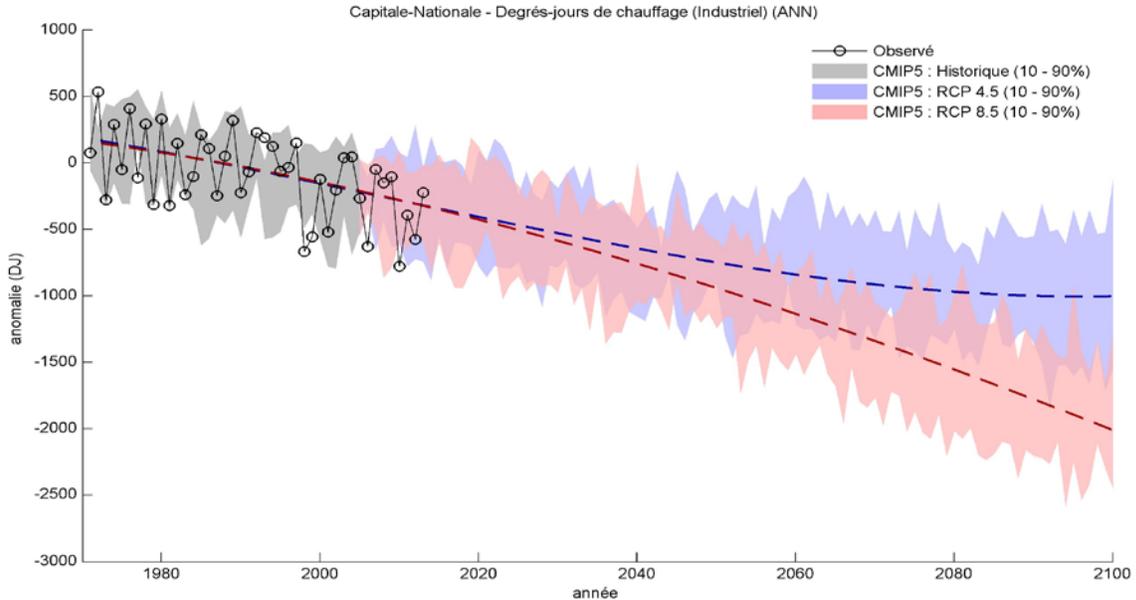


Figure A.34. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

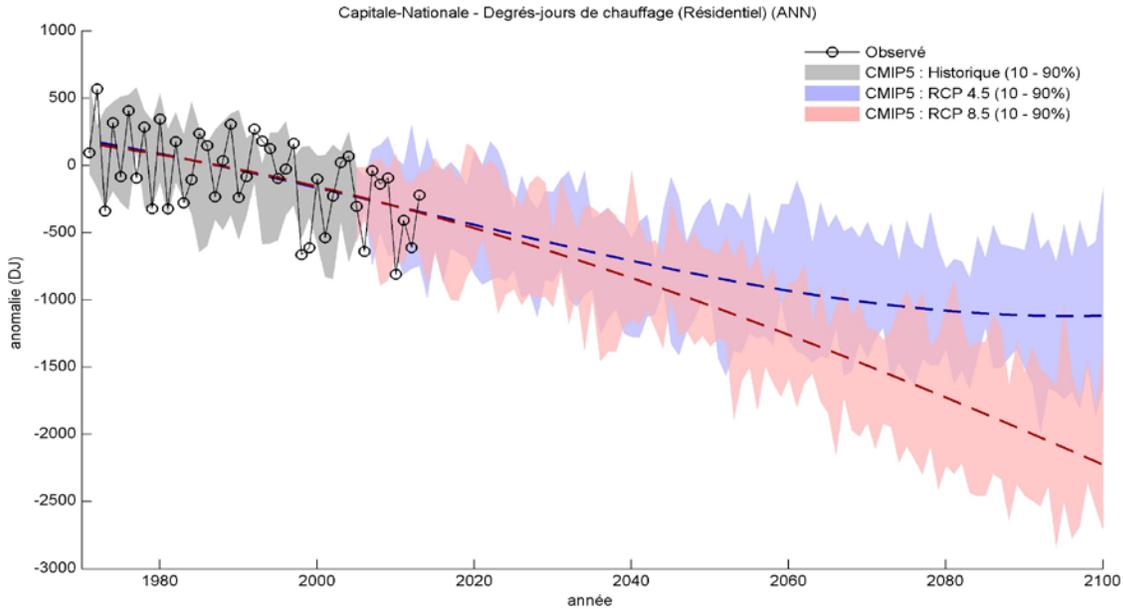


Figure A.35. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

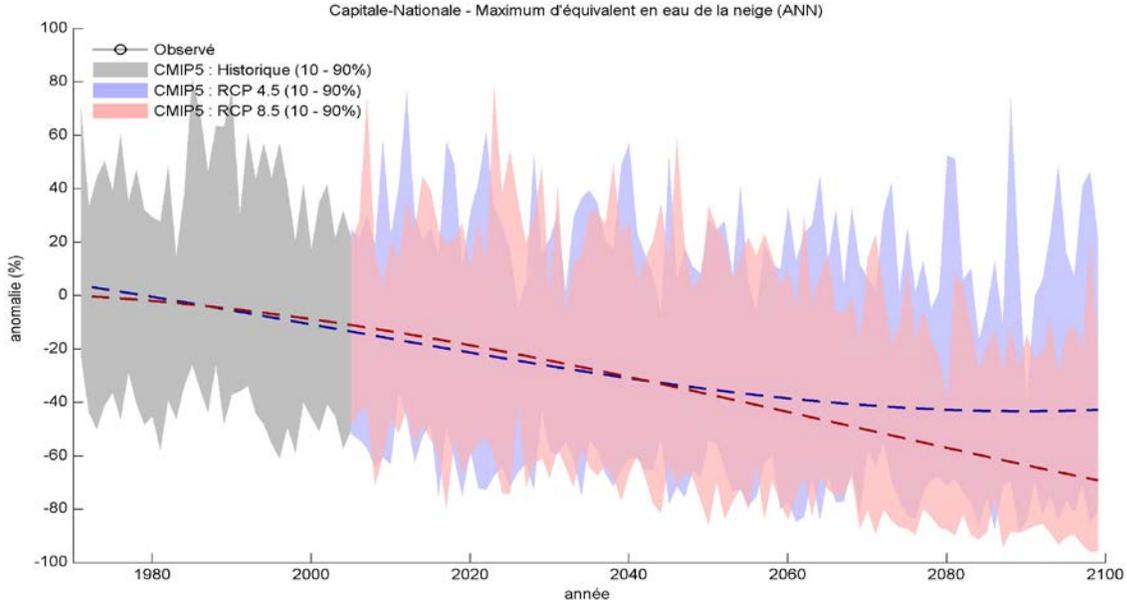


Figure A.36. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 04 - Mauricie et Centre-du-Québec

Tableau A.4. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.2	+2.0 à 4.2	+2.4 à 7.1
	Hiver	°C	+1.4 à 3.0	+2.5 à 5.4	+3.4 à 8.4
	Printemps	°C	+0.6 à 2.1	+1.4 à 3.8	+2.1 à 6.4
	Été	°C	+0.8 à 2.0	+1.8 à 4.4	+2.1 à 7.0
	Automne	°C	+0.8 à 2.3	+1.7 à 4.4	+2.0 à 7.0
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.8 à 2.1	+1.7 à 4.4	+2.3 à 7.0
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.7 à 4.2	+3.7 à 7.8	+4.4 à 13.2
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+1 à 6	+1 à 14
Précipitations totales	Annuel	%	+2.8 à 9.4	+3.5 à 18.1	+7.2 à 20.2
	Hiver	%	+2.0 à 18.9	+4.4 à 31.8	+12.5 à 44.7
	Printemps	%	-1.6 à 14.7	+3.6 à 22.5	+7.2 à 31.1
	Été	%	-0.1 à 8.4	-2.0 à 11.6	-4.4 à 12.5
	Automne	%	-1.9 à 8.2	+0.0 à 16.7	-0.7 à 16.3
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+3 à 14	+4 à 23	+6 à 31
	Hiver	%	+0 à 22	+4 à 34	+9 à 41
	Printemps	%	-1 à 15	+5 à 25	+8 à 35
	Été	%	-1 à 18	+1 à 26	+2 à 29
	Automne	%	-0 à 16	+2 à 21	+3 à 31
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-172 à -366	-322 à -644	-425 à -1007
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+71 à 216	+190 à 496	+231 à 873
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+7 à 27	+20 à 88	+26 à 226
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-277 à -631	-549 à -1137	-693 à -1822
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-325 à -686	-619 à -1274	-760 à -2033
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-2 à -29	-13 à -49	-20 à -64

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

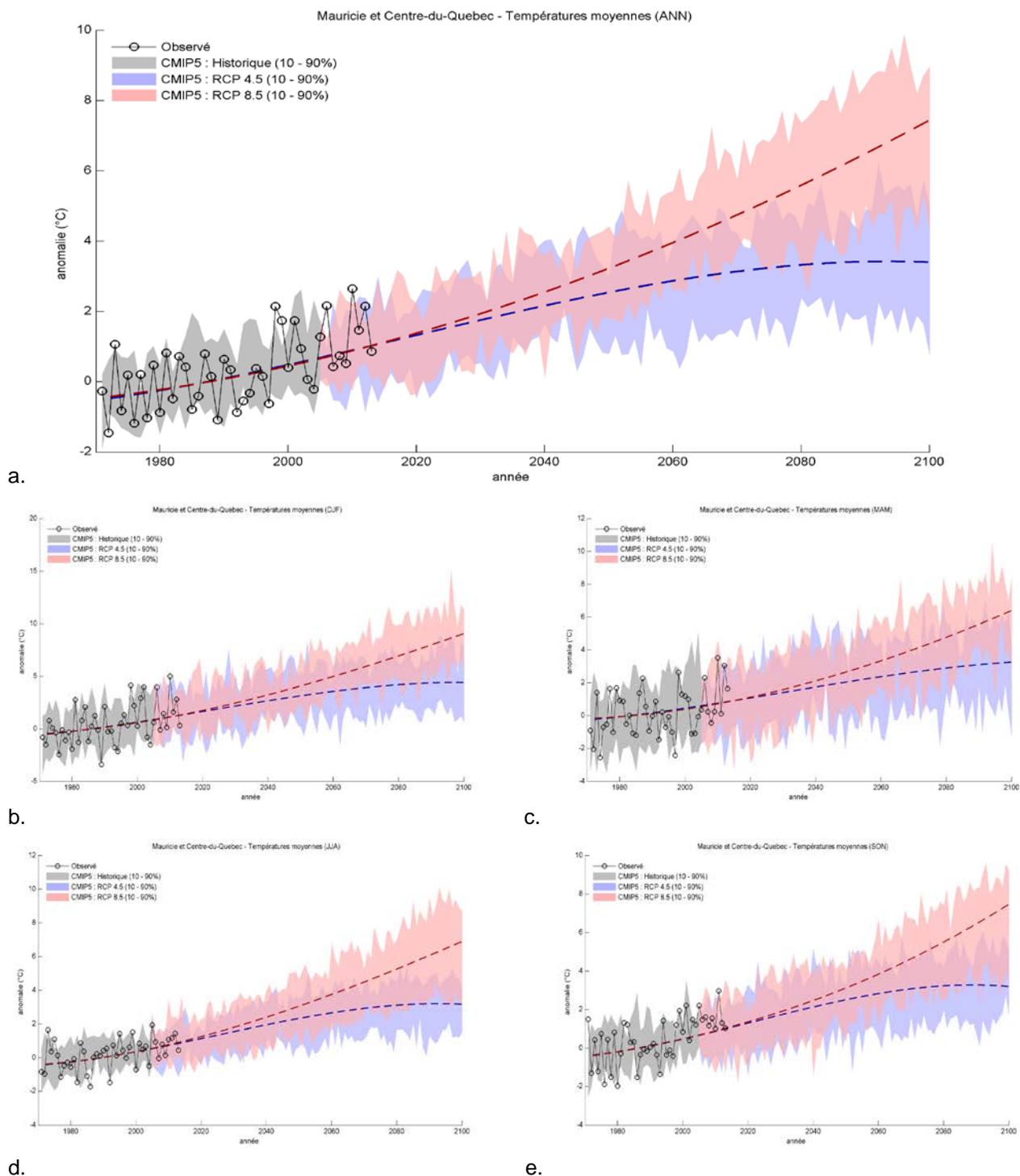


Figure A.37. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

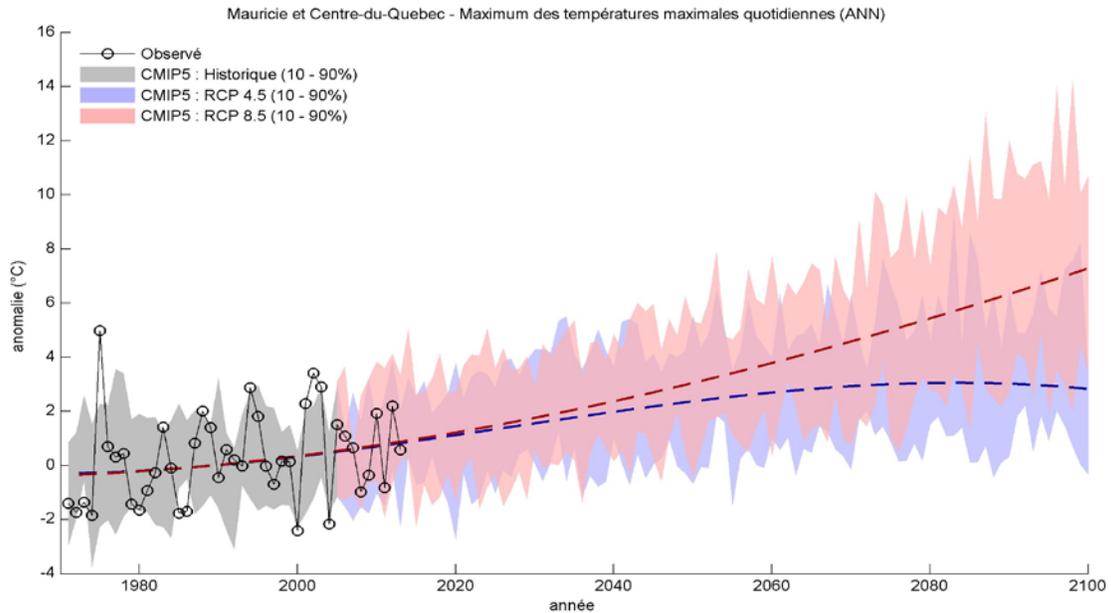


Figure A.38. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n= 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

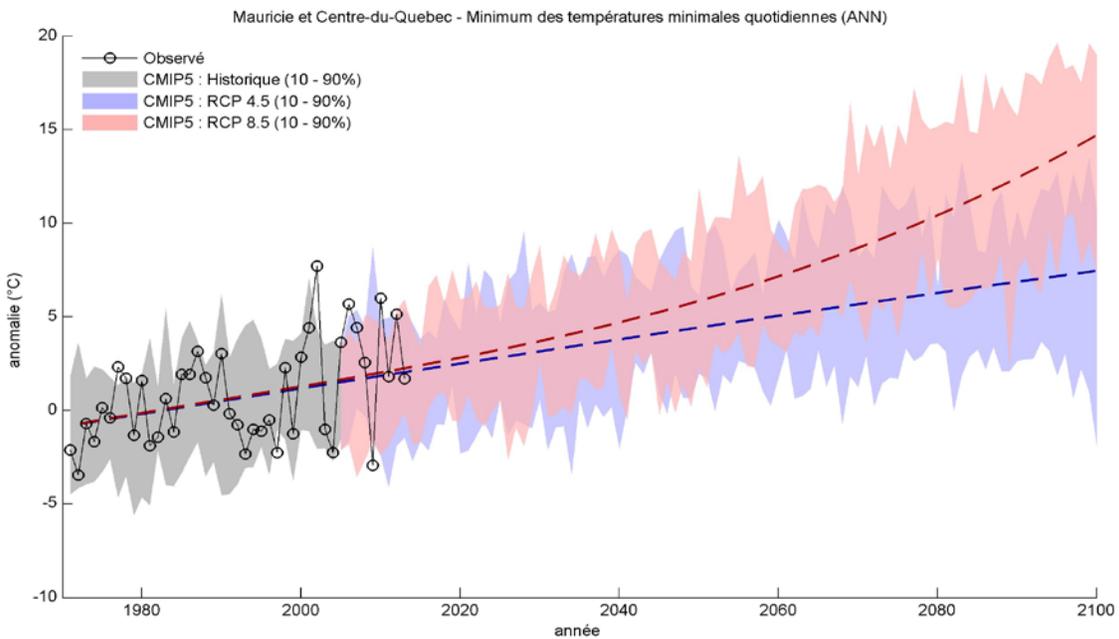


Figure A.39. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n= 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

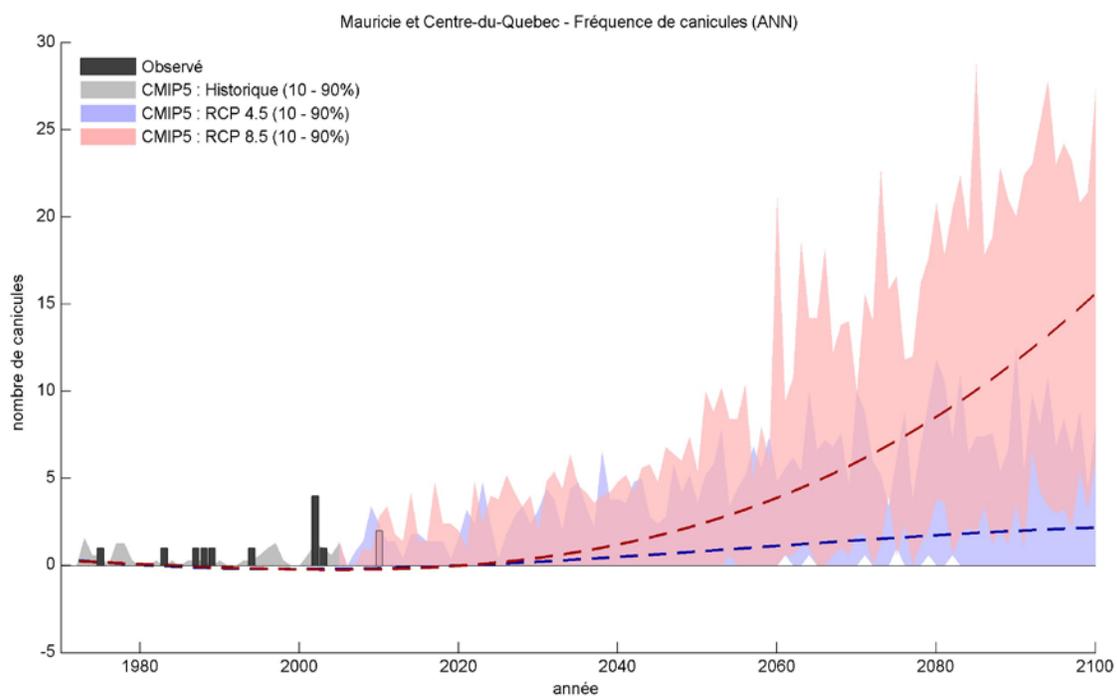


Figure A.40. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

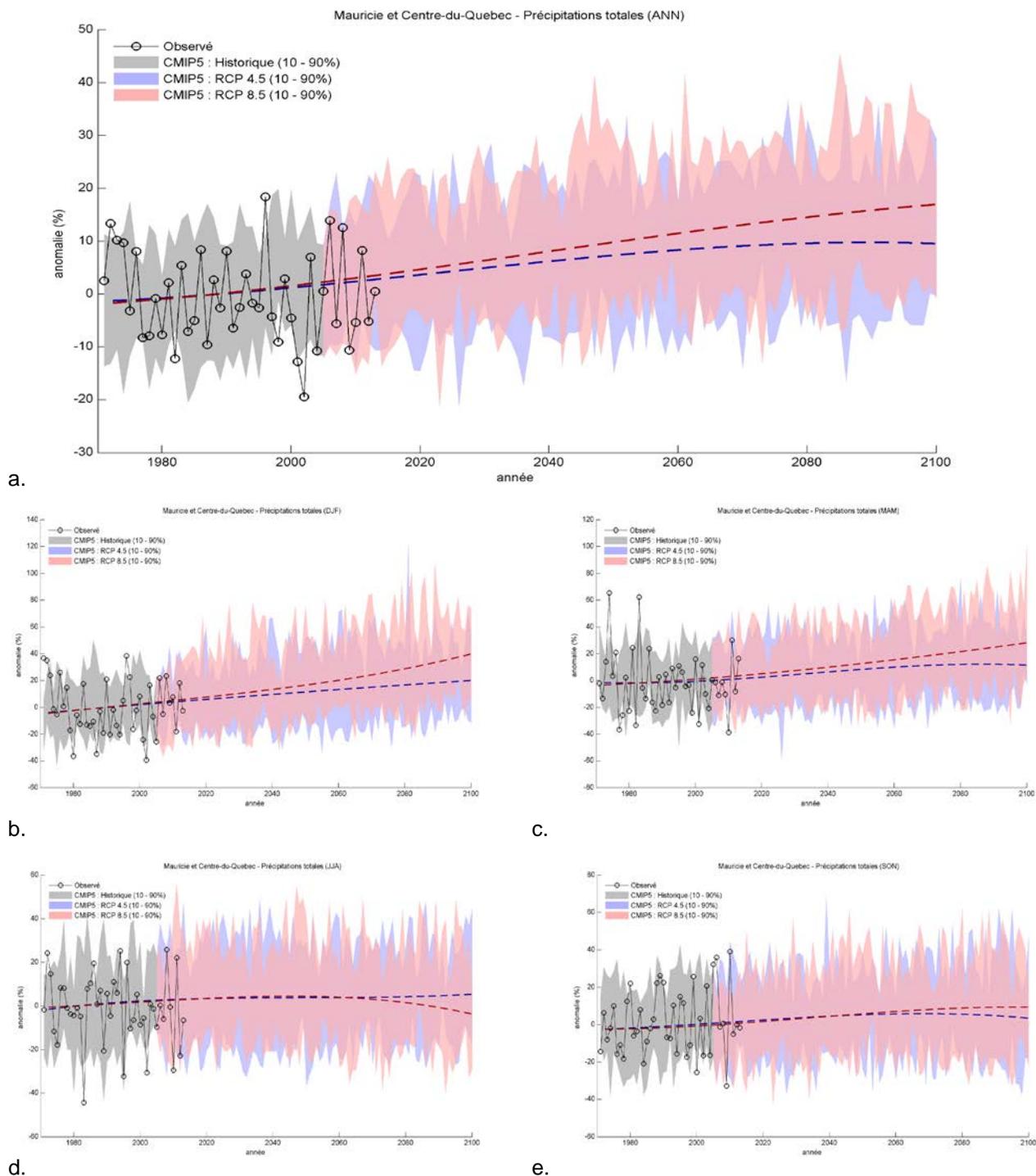


Figure A.41. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

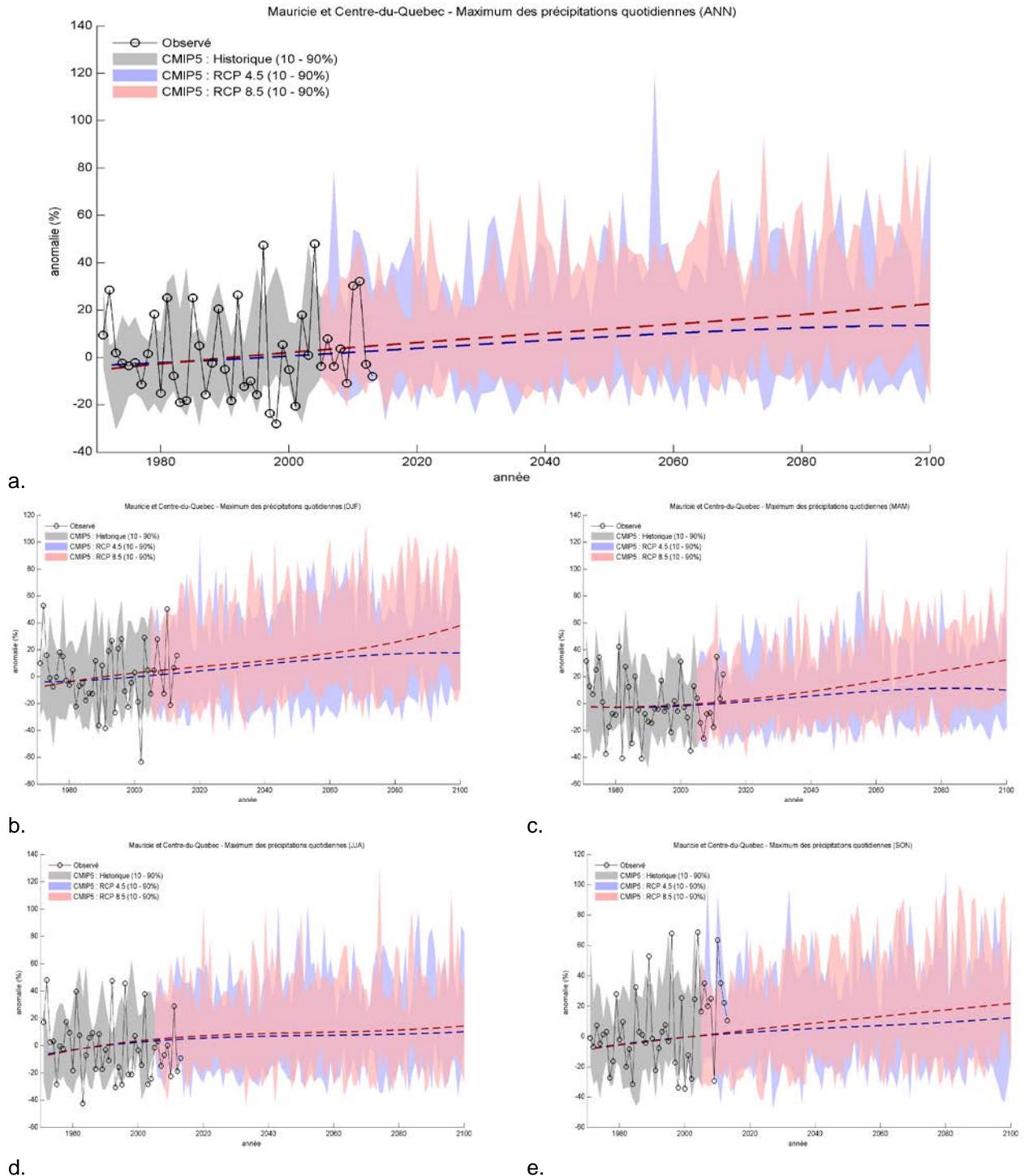


Figure A.42. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

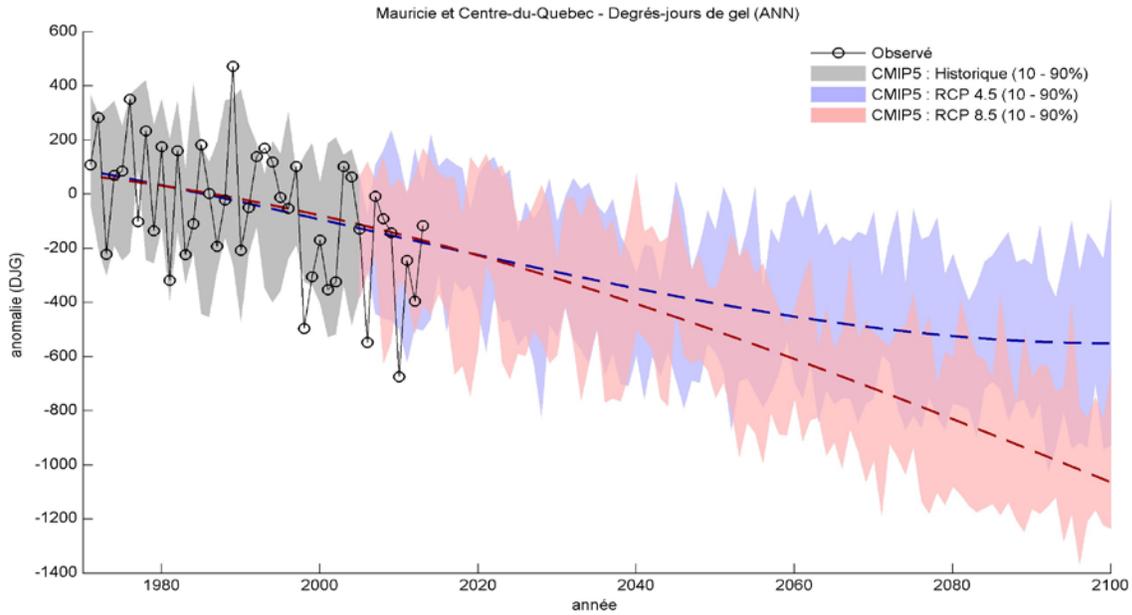


Figure A.43. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

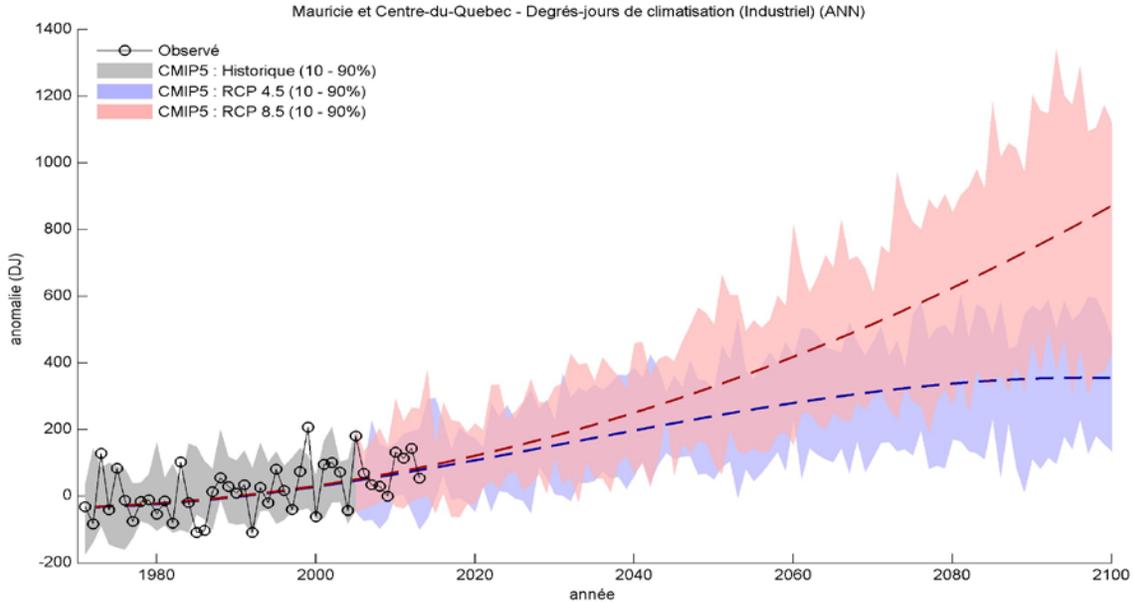


Figure A.44. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

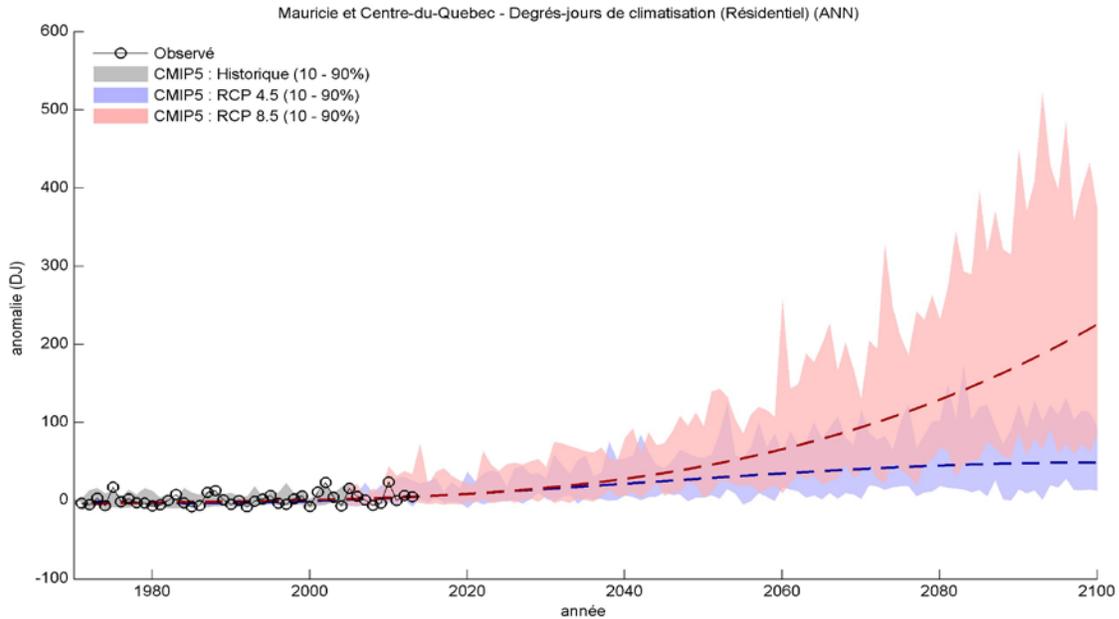


Figure A.45. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

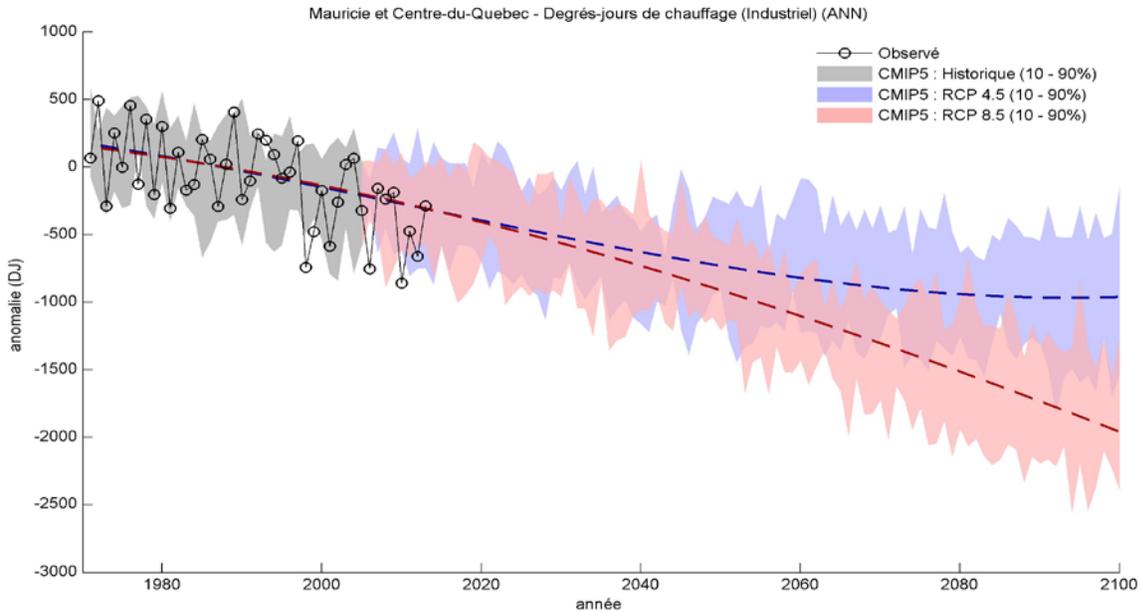


Figure A.46. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

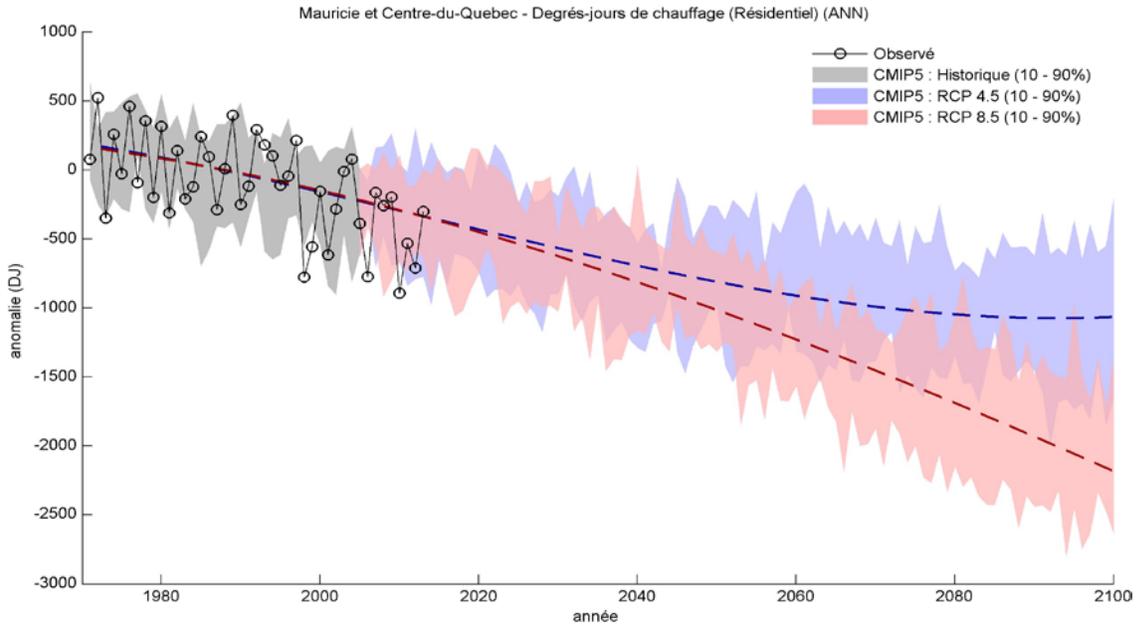


Figure A.47. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

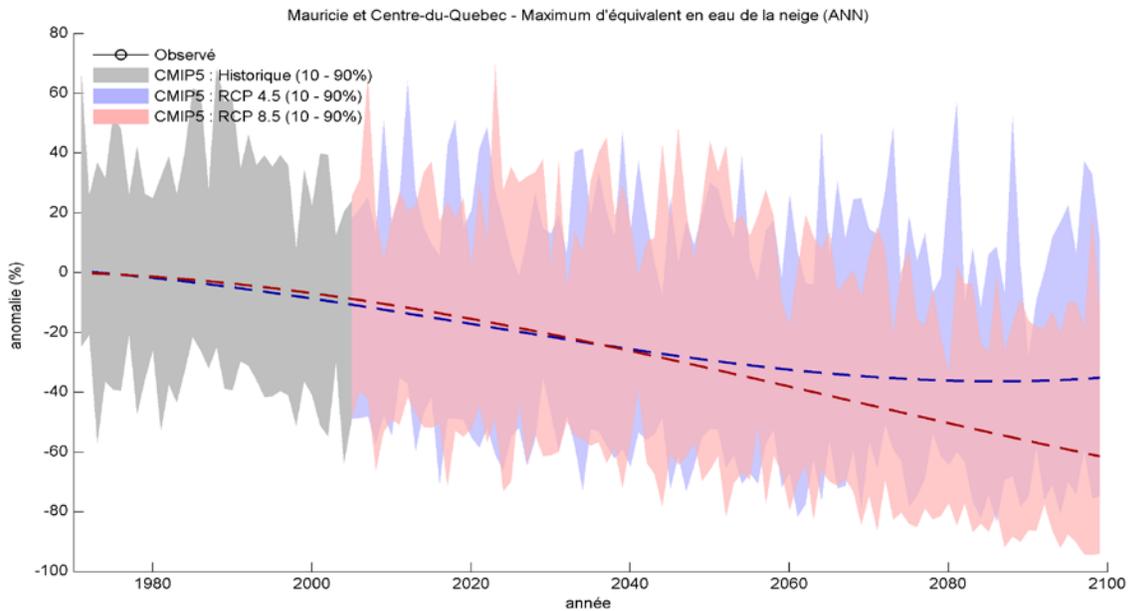


Figure A.48. - Évolution des anomalies du maximum d'équivalent en eau de la neige simulé (1971-21(ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000. **Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



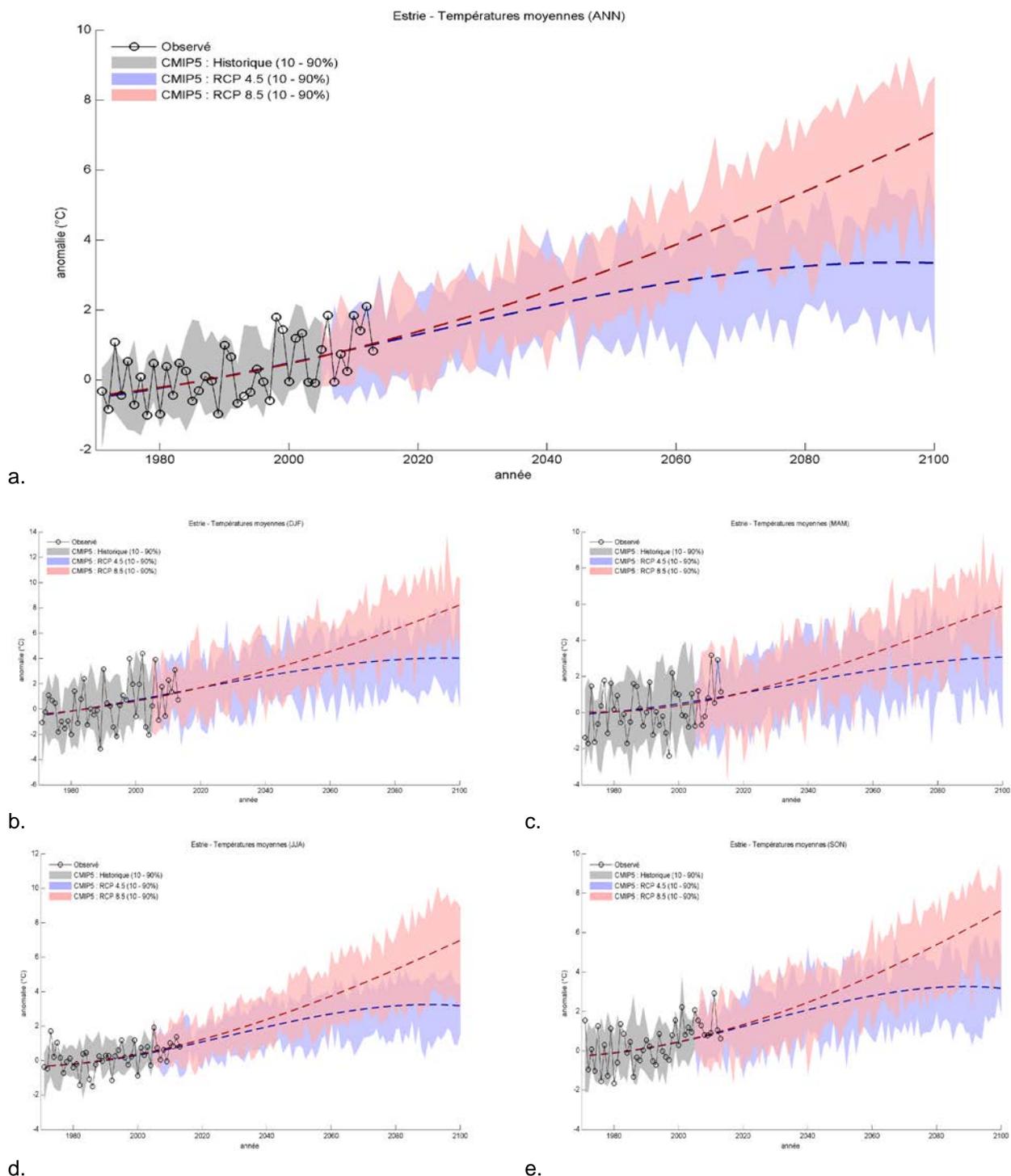
RÉGION 05 - Estrie

Tableau A.5. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.1	+1.8 à 4.0	+2.3 à 6.8
	Hiver	°C	+1.2 à 3.0	+2.2 à 5.0	+3.0 à 7.9
	Printemps	°C	+0.6 à 2.0	+1.7 à 3.6	+2.2 à 6.0
	Été	°C	+0.7 à 2.1	+1.5 à 4.4	+2.1 à 7.0
	Automne	°C	+0.8 à 2.3	+1.7 à 4.2	+2.0 à 6.7
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.0 à 2.4	+1.9 à 4.6	+2.5 à 7.3
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.6 à 4.7	+3.7 à 8.0	+4.2 à 12.9
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 10
Précipitations totales	Annuel	%	+2.1 à 8.1	+2.3 à 15.6	+6.1 à 15.6
	Hiver	%	+3.7 à 17.1	+4.7 à 25.5	+10.6 à 34.4
	Printemps	%	-0.8 à 11.4	+3.6 à 19.3	+4.7 à 25.9
	Été	%	-0.5 à 9.6	-1.7 à 13.9	-4.6 à 15.3
	Automne	%	-6.3 à 7.3	-4.9 à 14.4	-8.8 à 15.6
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-0 à 16	+4 à 22	+5 à 29
	Hiver	%	-2 à 12	+1 à 24	+7 à 39
	Printemps	%	-3 à 18	+2 à 24	+10 à 33
	Été	%	-2 à 15	-1 à 22	-2 à 28
	Automne	%	-4 à 18	-2 à 22	+1 à 36
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-130 à -315	-237 à -532	-338 à -799
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+90 à 251	+172 à 568	+264 à 979
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+10 à 38	+26 à 118	+37 à 287
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-258 à -582	-491 à -1033	-598 à -1660
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-298 à -653	-557 à -1180	-674 à -1870
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-3 à -32	-13 à -55	-32 à -72

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.



d. e.
Figure A.49. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

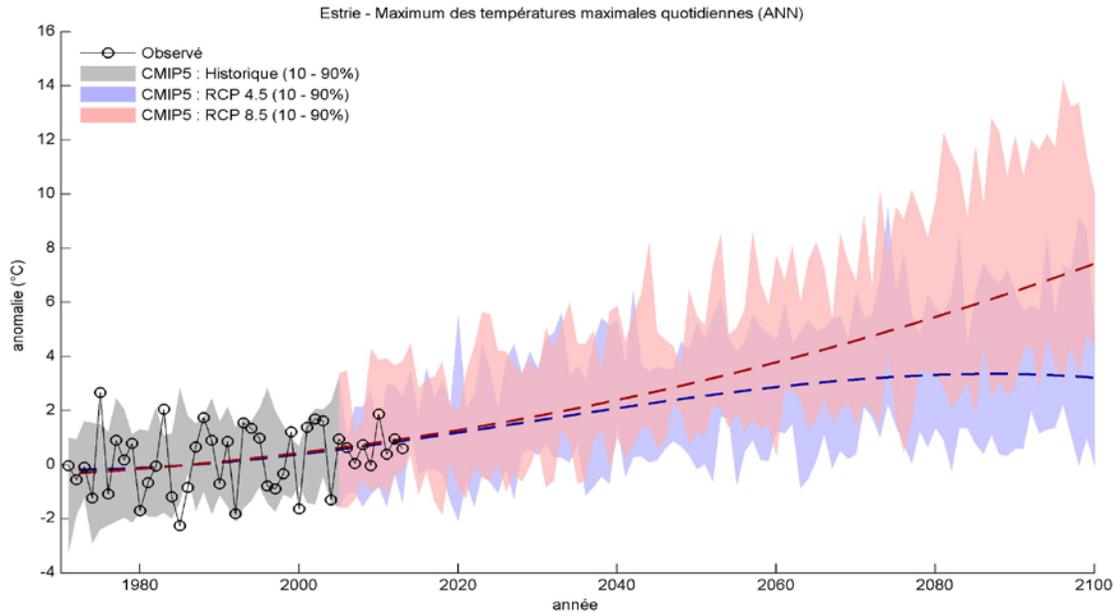


Figure A.50. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

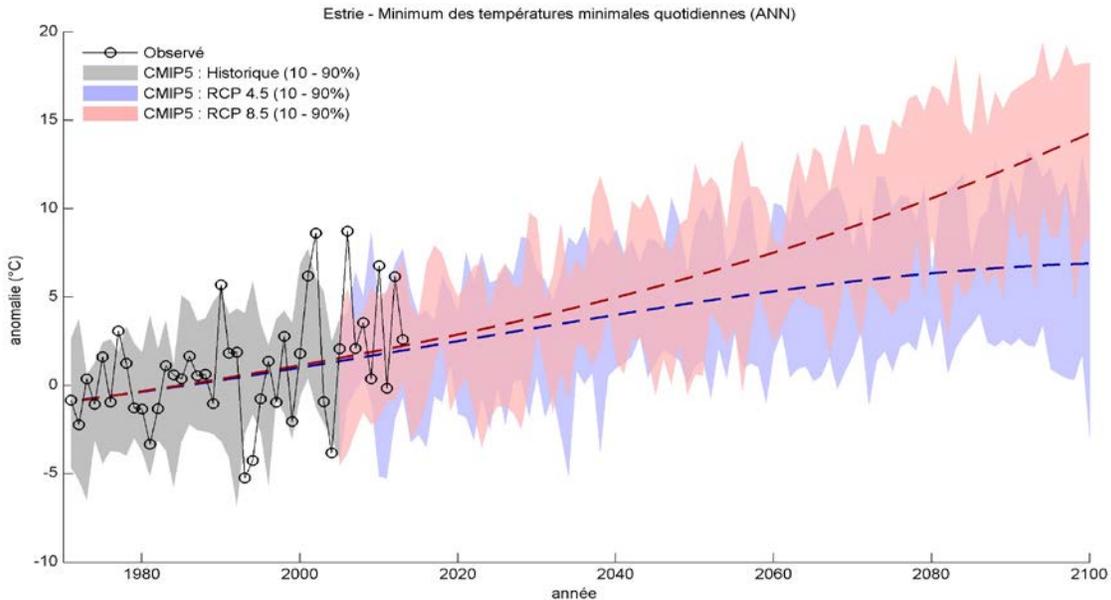


Figure A.51. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

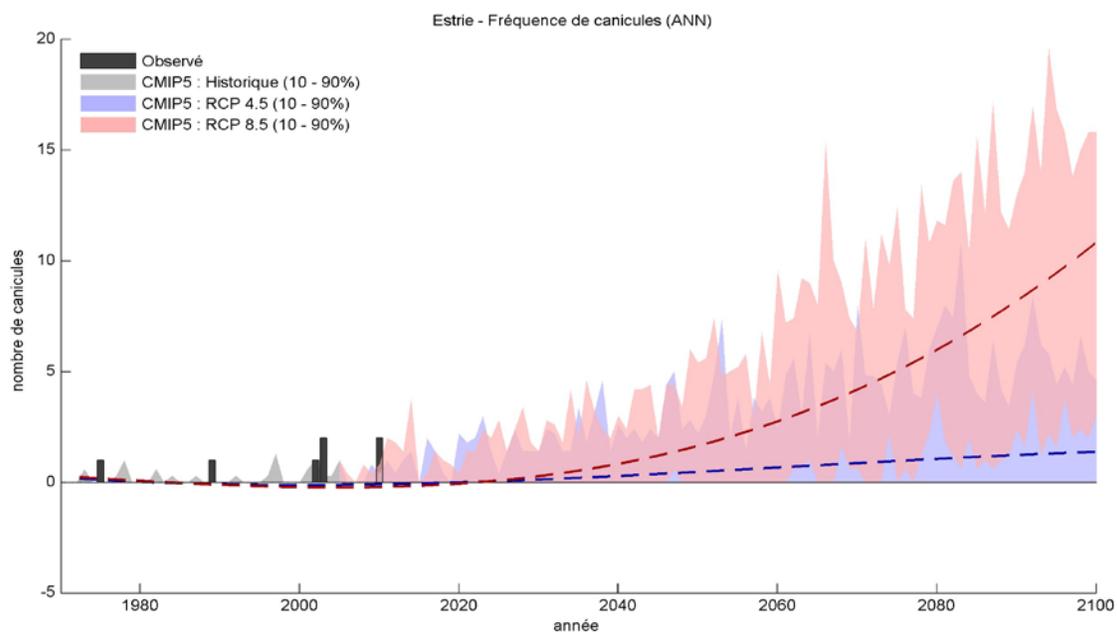
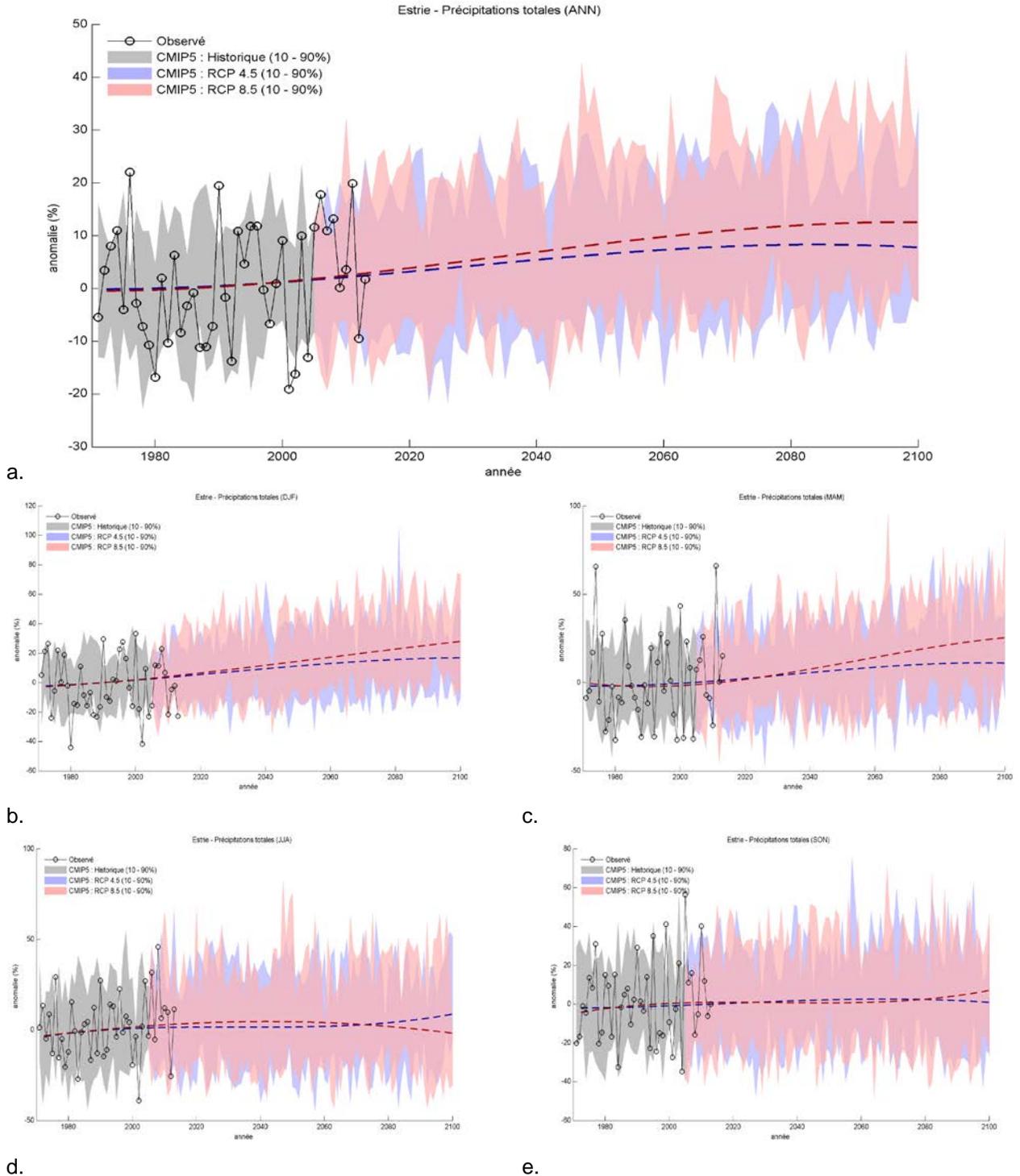
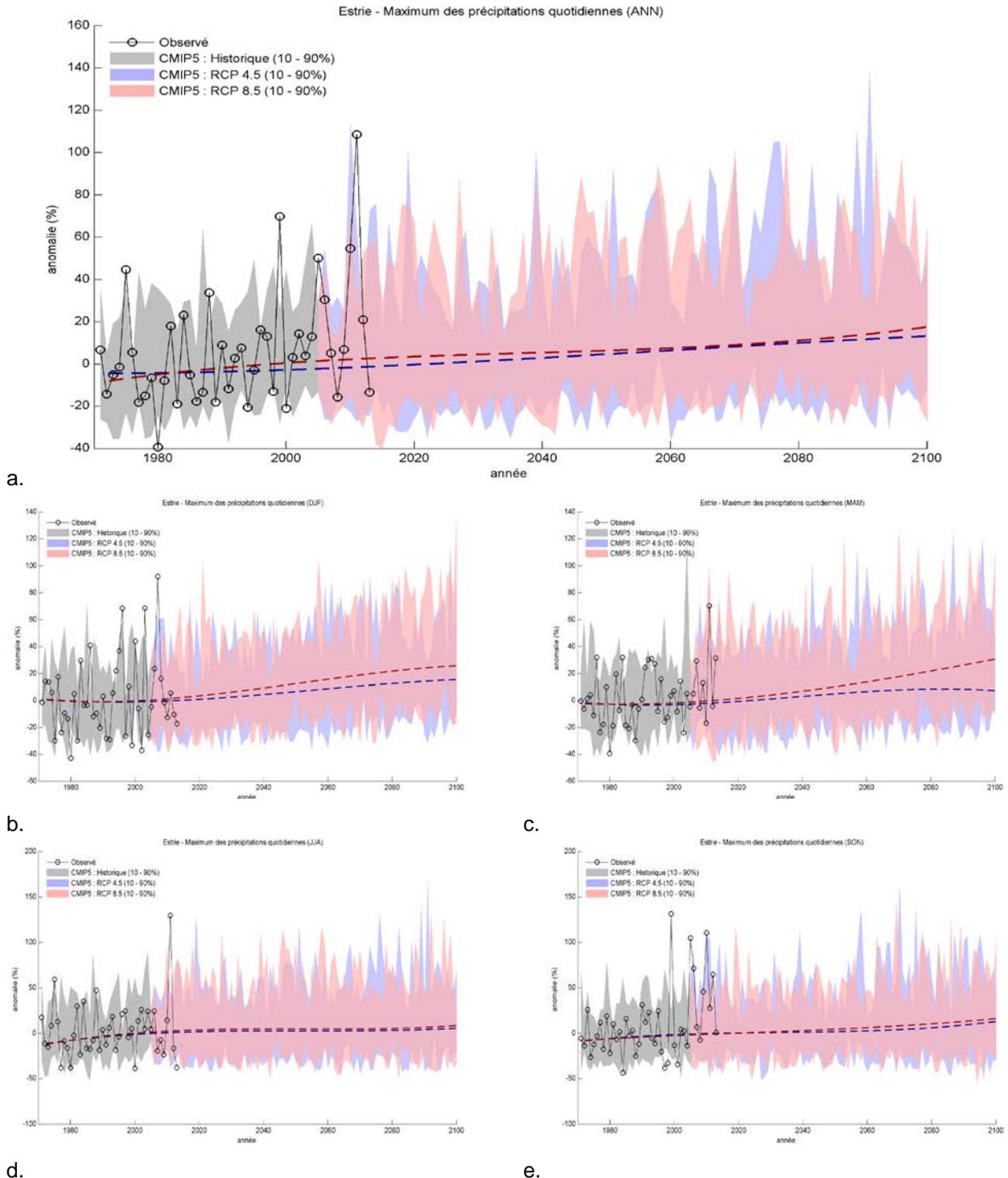


Figure A.52. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.



d. e.
Figure A.53. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.



d. e.
Figure A.54. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

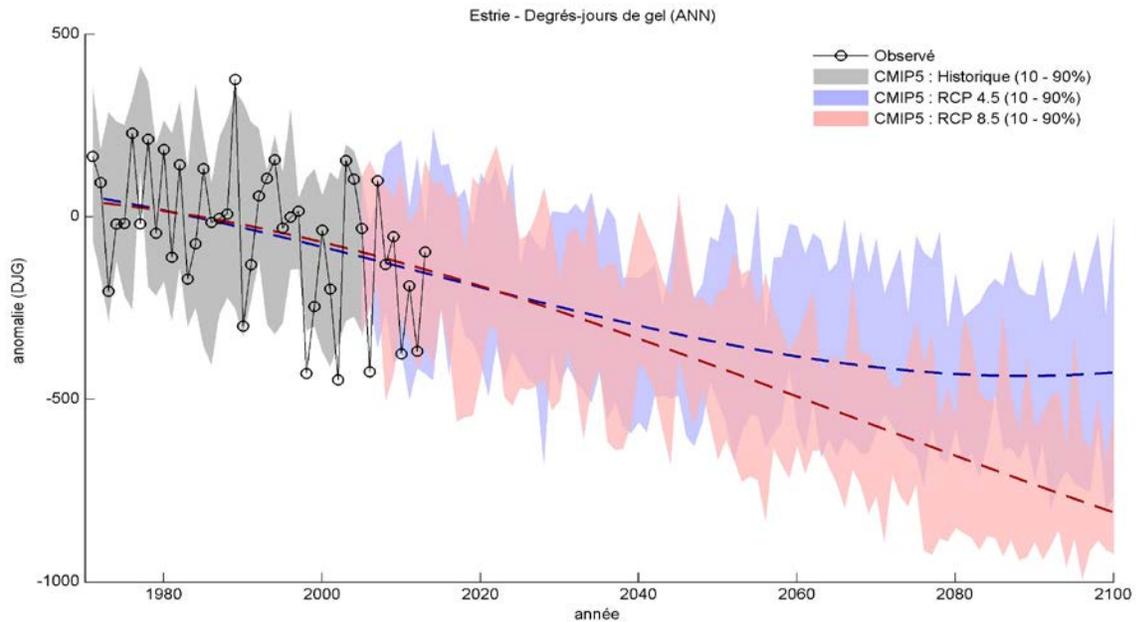


Figure A.55. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

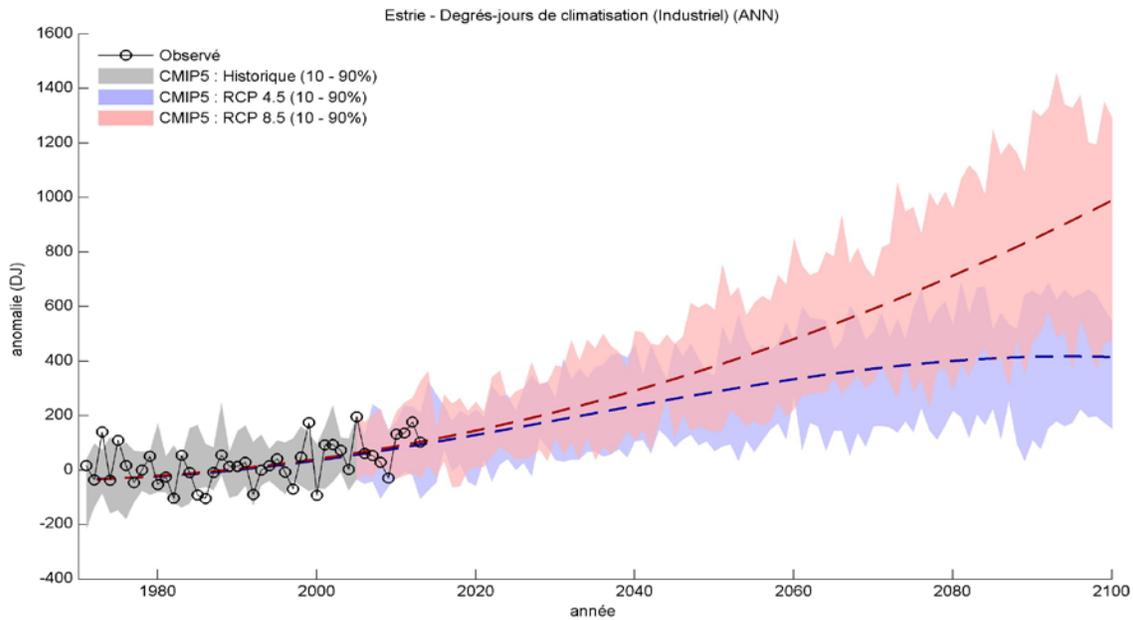


Figure A.56. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

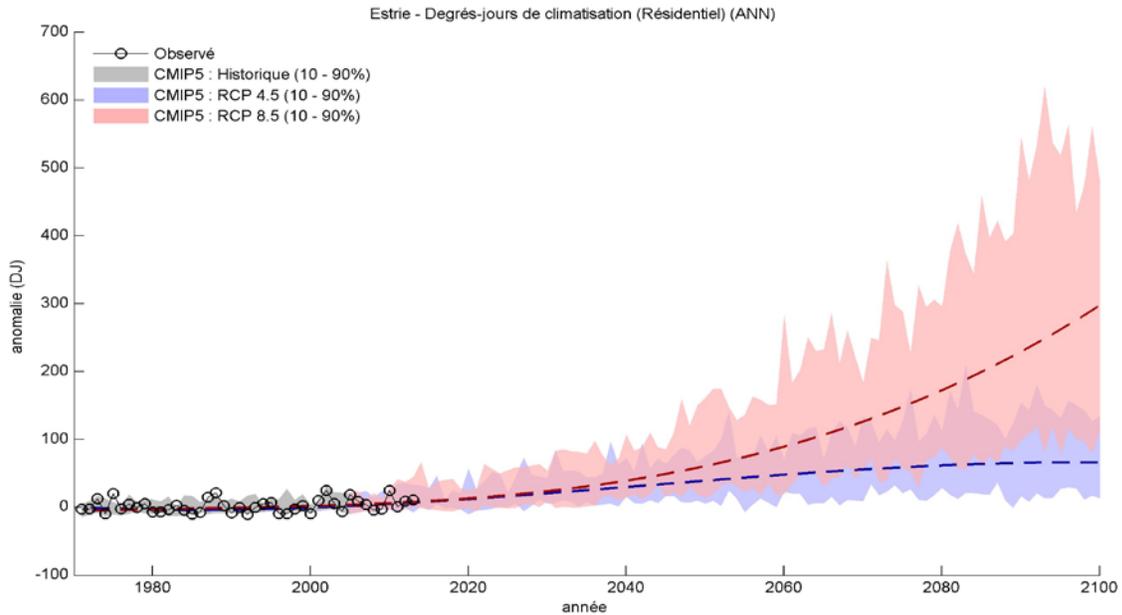


Figure A.57. - : Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

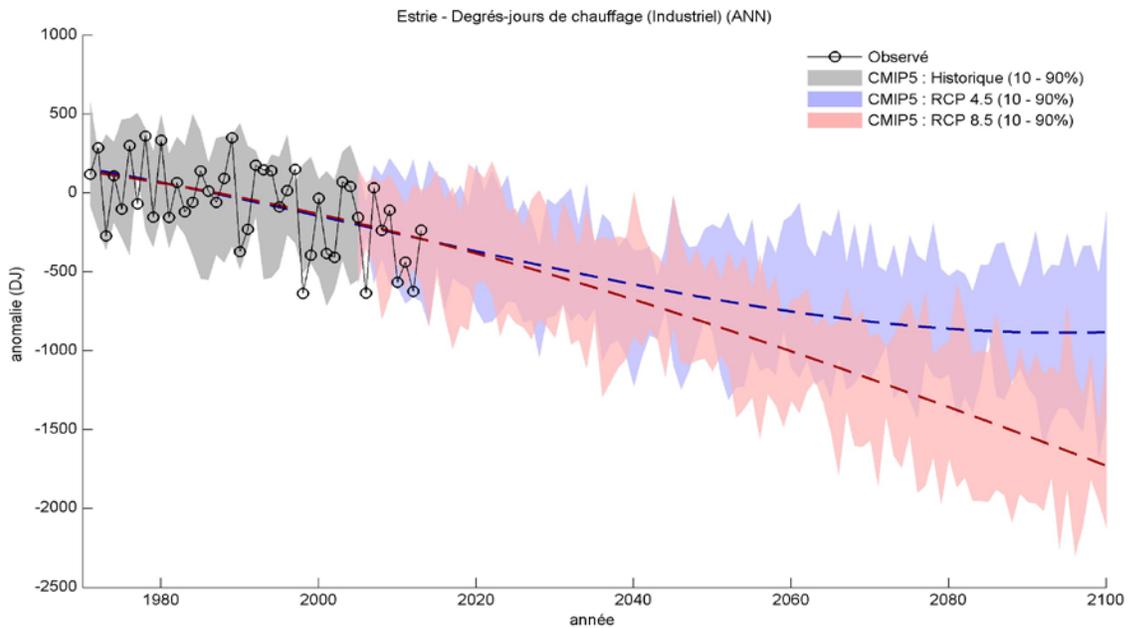


Figure A.58. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

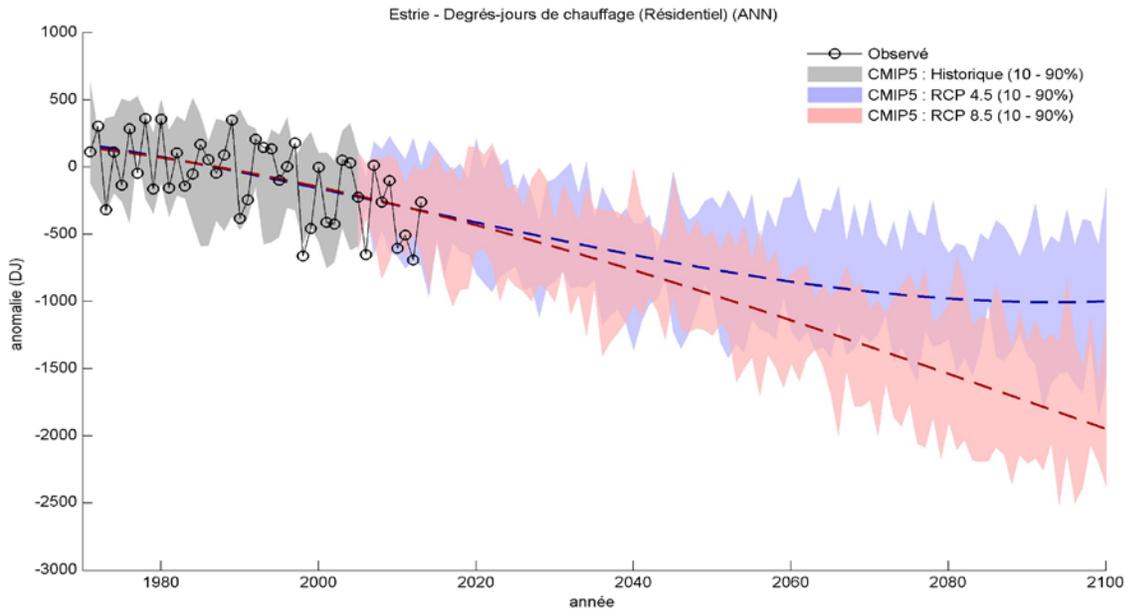


Figure A.59. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

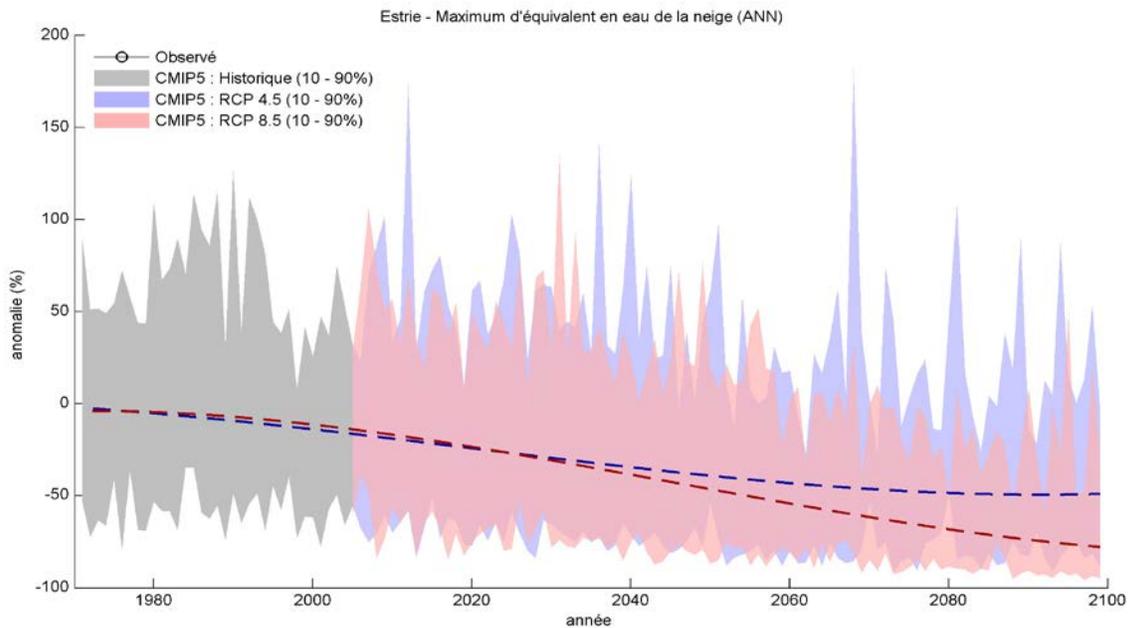


Figure A.60. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



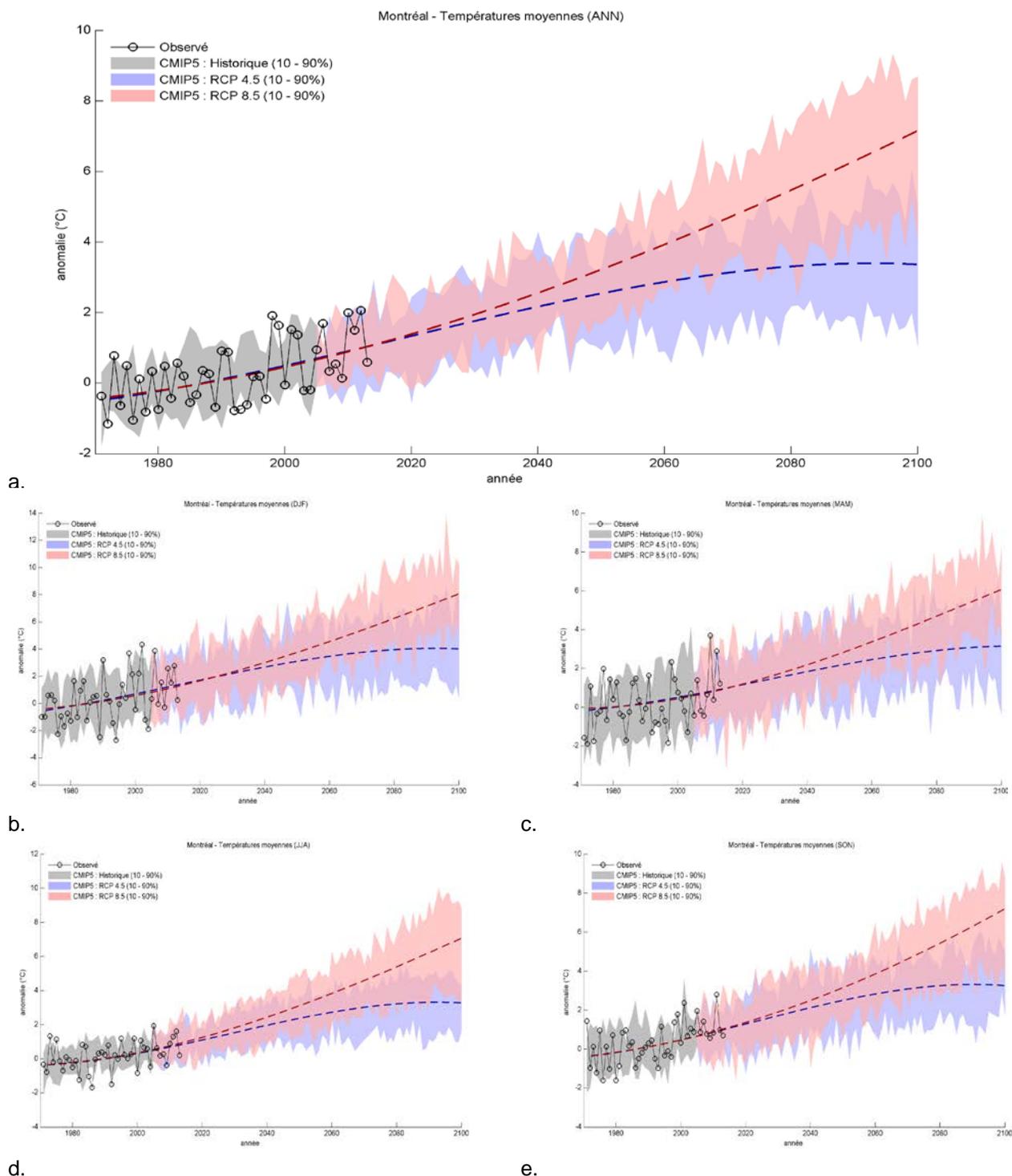
RÉGION 06 - Montréal

Tableau A.6. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.2	+1.8 à 4.1	+2.3 à 6.8
	Hiver	°C	+1.2 à 3.0	+2.3 à 5.0	+3.0 à 7.8
	Printemps	°C	+0.7 à 1.9	+1.7 à 3.7	+2.2 à 6.2
	Été	°C	+0.7 à 2.0	+1.5 à 4.4	+2.1 à 7.0
	Automne	°C	+0.8 à 2.3	+1.8 à 4.3	+2.1 à 6.8
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.0 à 2.4	+1.8 à 4.7	+2.4 à 7.6
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+2.0 à 4.5	+3.8 à 8.0	+4.4 à 12.7
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 2	+0 à 6
Précipitations totales	Annuel	%	+1.4 à 8.0	+2.8 à 16.0	+6.3 à 17.2
	Hiver	%	+3.7 à 21.8	+3.6 à 31.7	+12.1 à 41.0
	Printemps	%	-0.9 à 11.7	+4.0 à 21.4	+6.2 à 31.7
	Été	%	-2.0 à 7.9	-5.2 à 10.7	-9.9 à 13.1
	Automne	%	-8.7 à 10.0	-2.4 à 15.1	-7.9 à 17.7
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-5 à 16	+0 à 21	+2 à 26
	Hiver	%	-2 à 15	+0 à 32	+9 à 44
	Printemps	%	-4 à 15	+4 à 29	+5 à 35
	Été	%	-4 à 22	+0 à 30	-8 à 29
	Automne	%	-7 à 17	-2 à 23	-4 à 39
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-118 à -288	-229 à -481	-294 à -687
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+111 à 299	+211 à 664	+328 à 1132
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+28 à 91	+64 à 249	+97 à 497
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-229 à -552	-451 à -960	-555 à -1517
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-264 à -619	-507 à -1086	-611 à -1698
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-4 à -38	-14 à -62	-31 à -75

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.



d. e.
Figure A.61. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

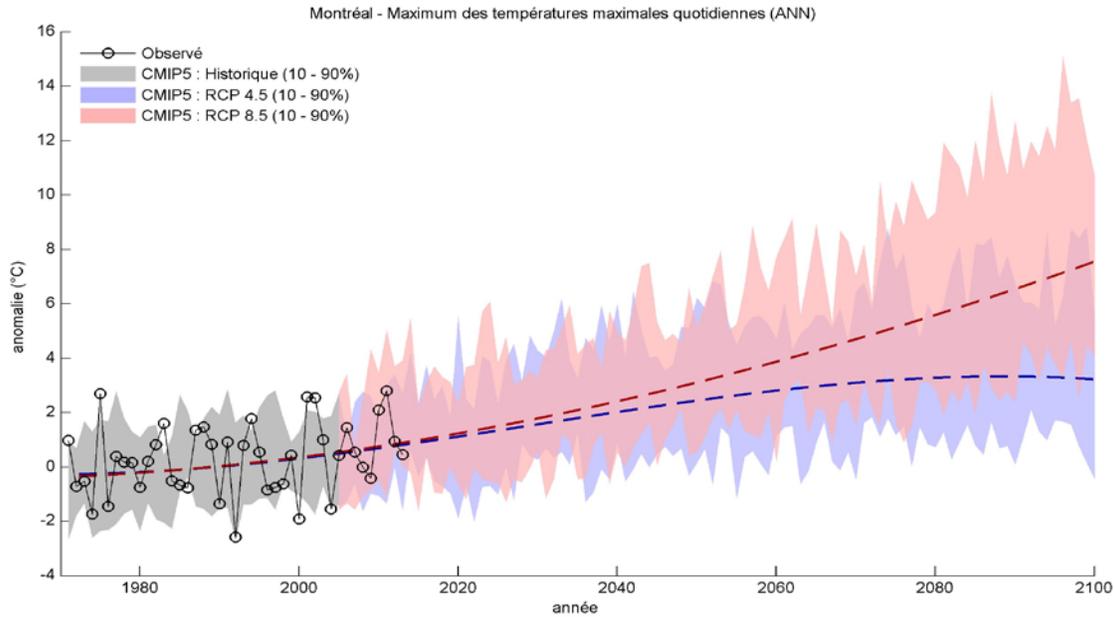


Figure A.62. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

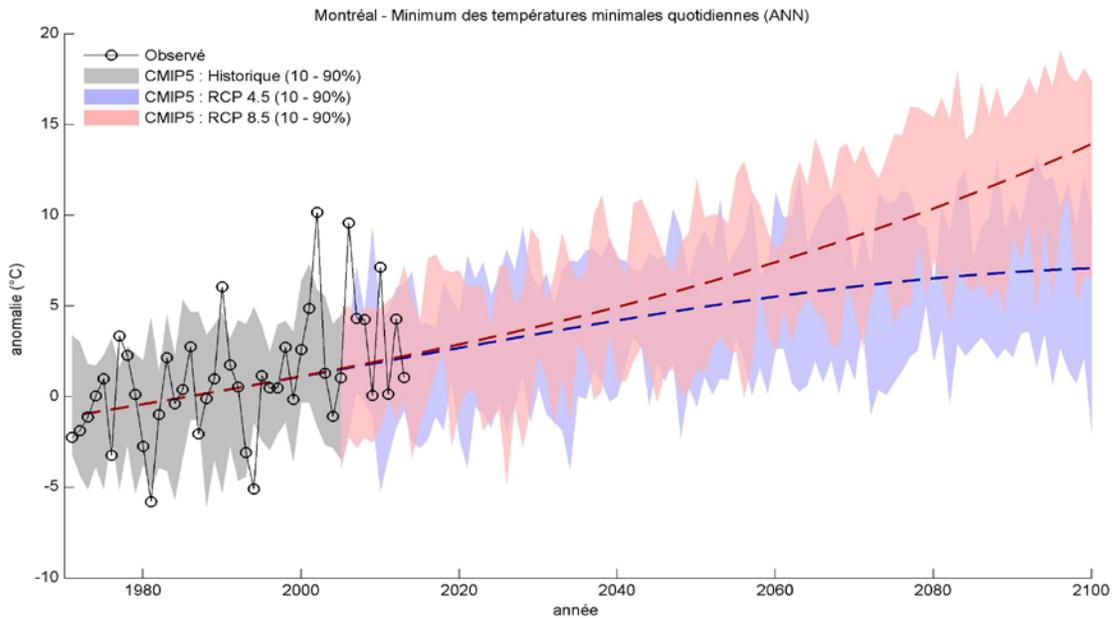


Figure A.63. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

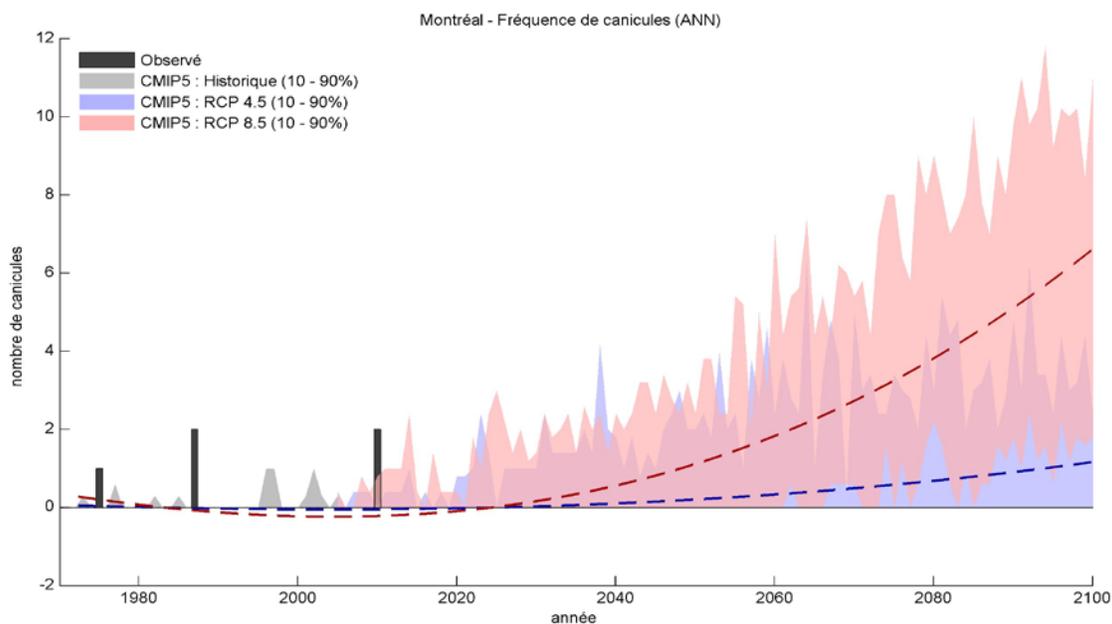


Figure A.63. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

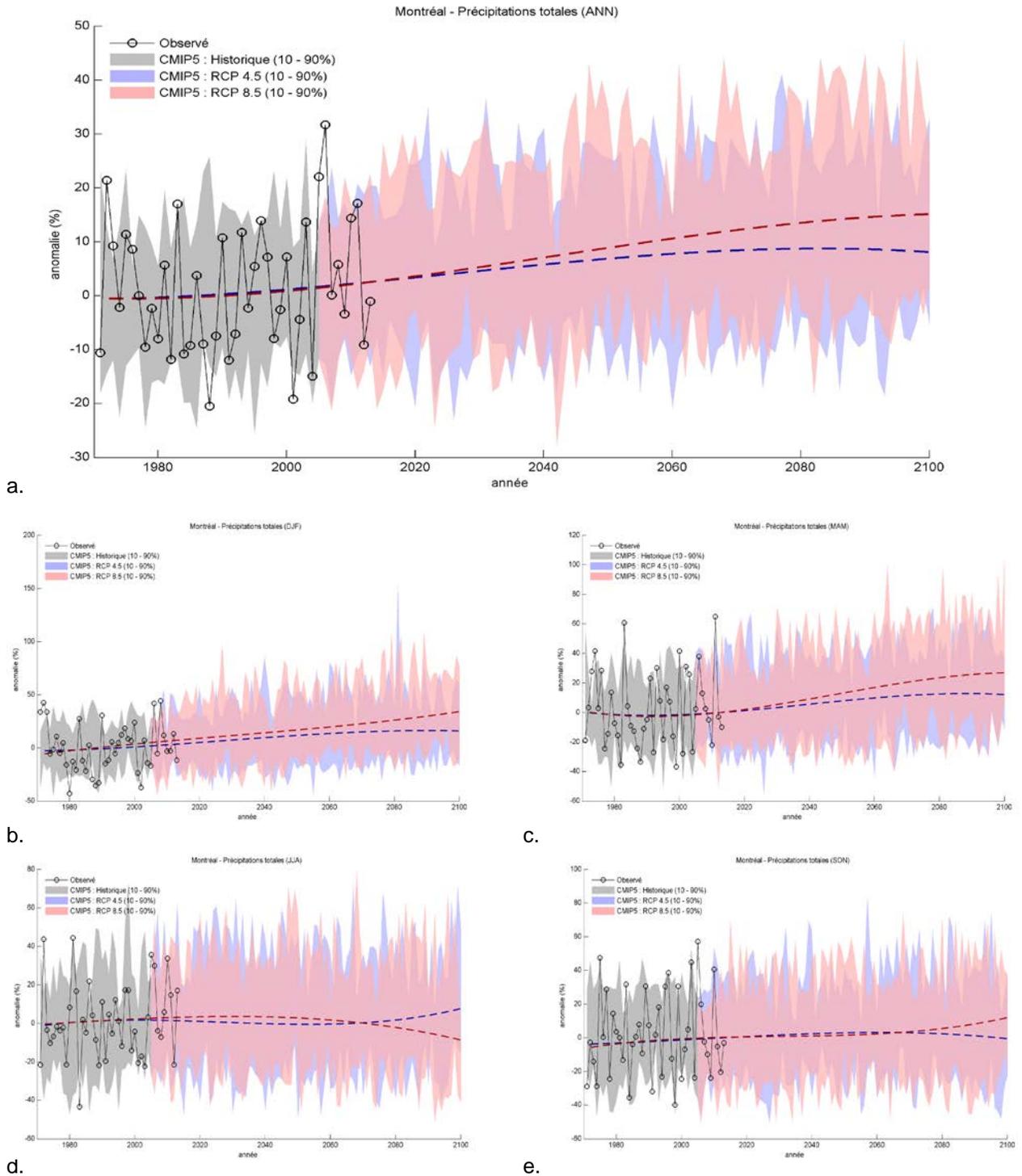


Figure A.64. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

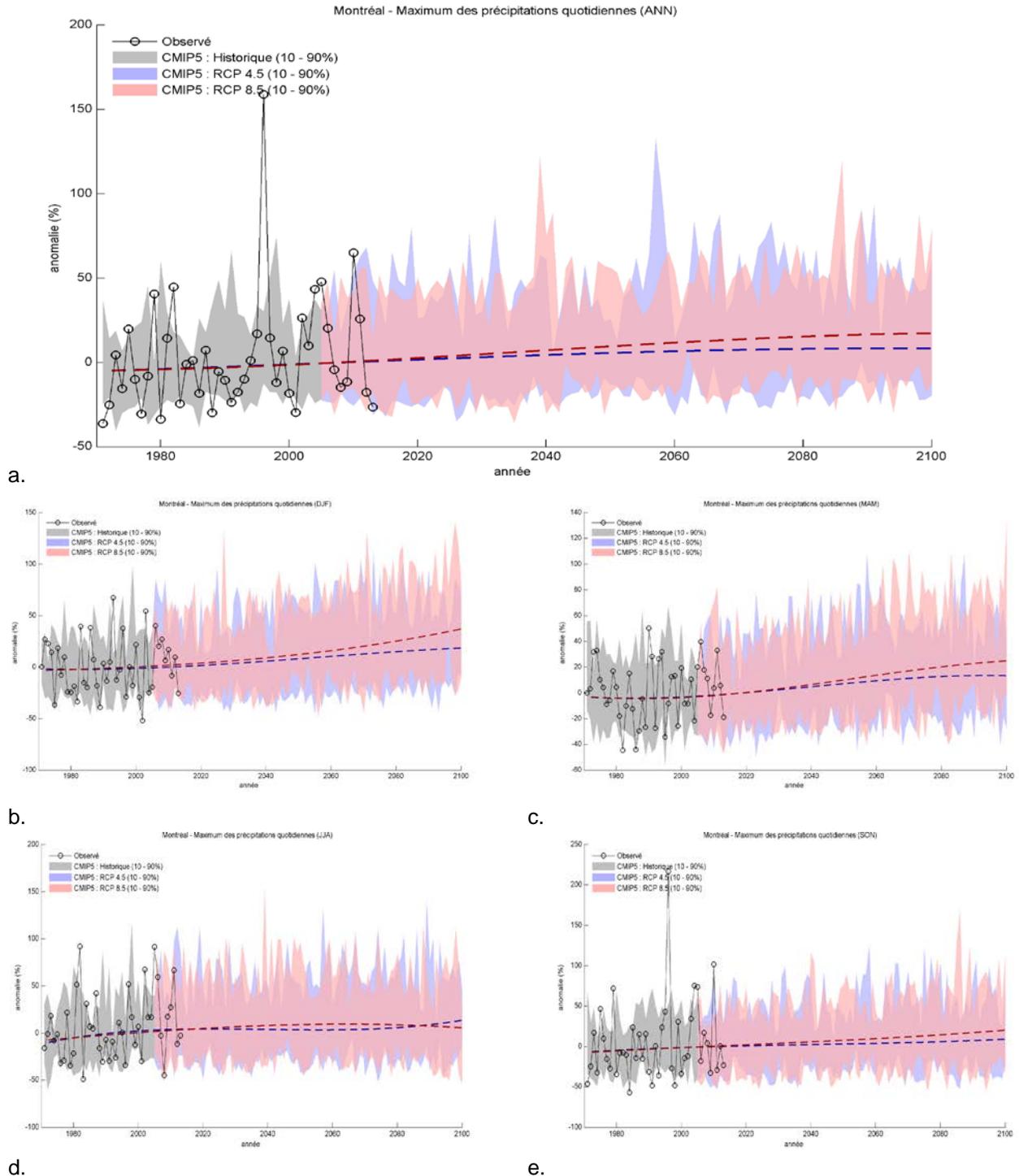


Figure A.65. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

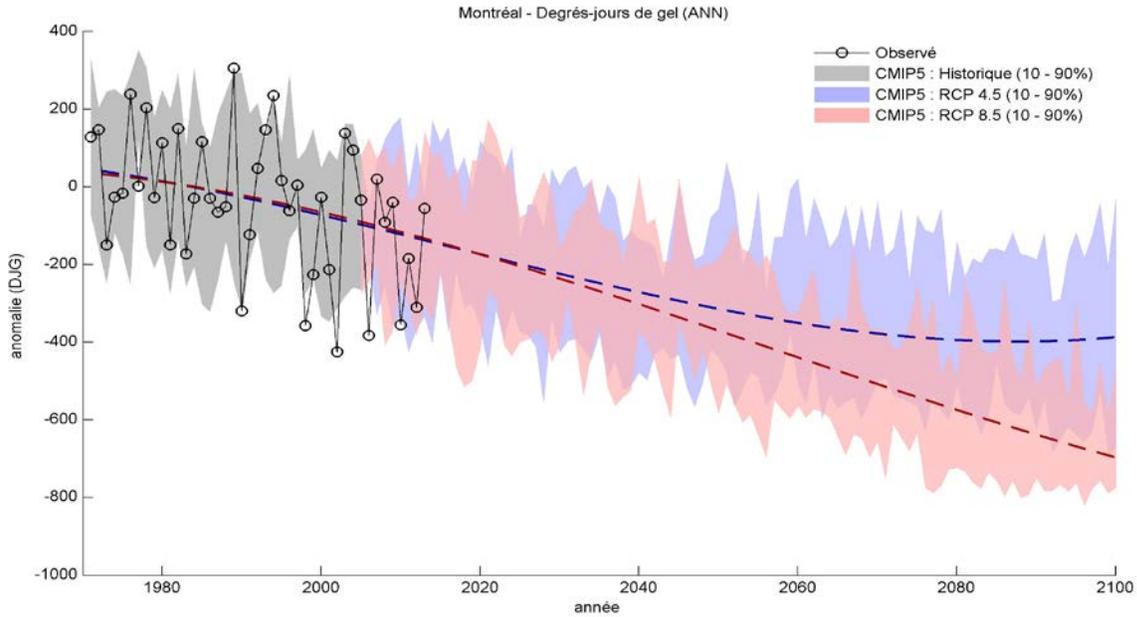


Figure A.66. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

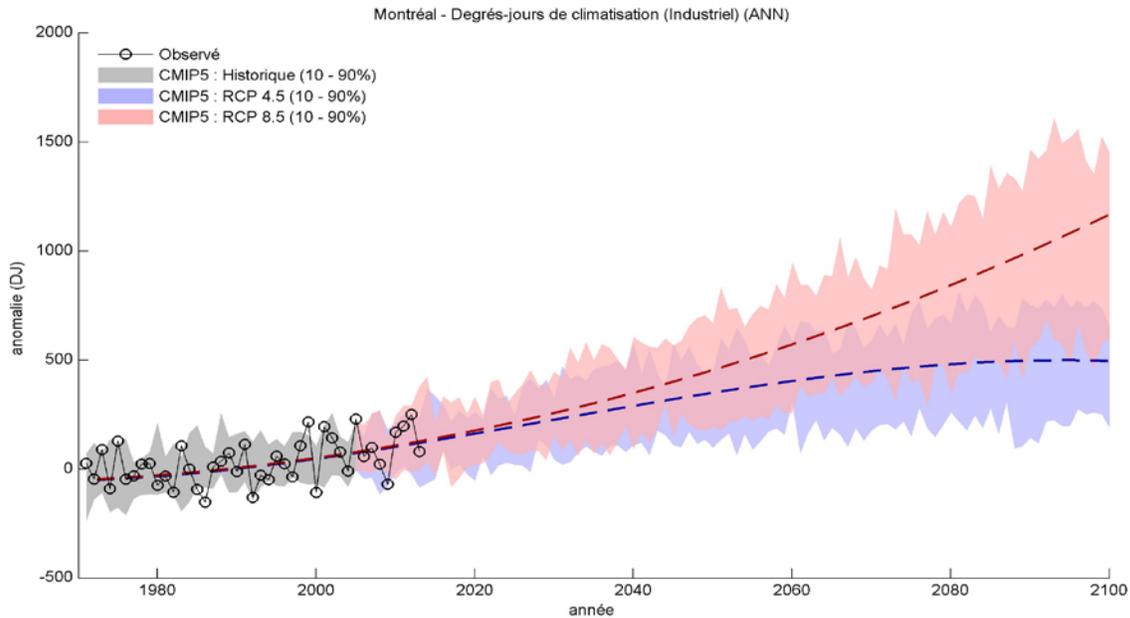


Figure A.69. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

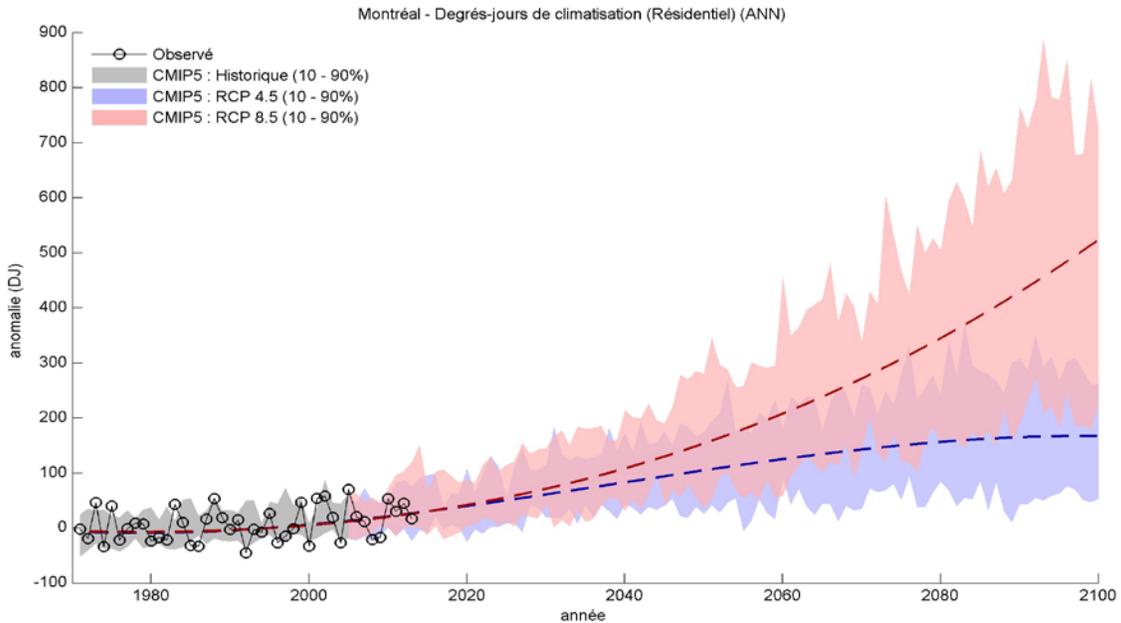


Figure A.68. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

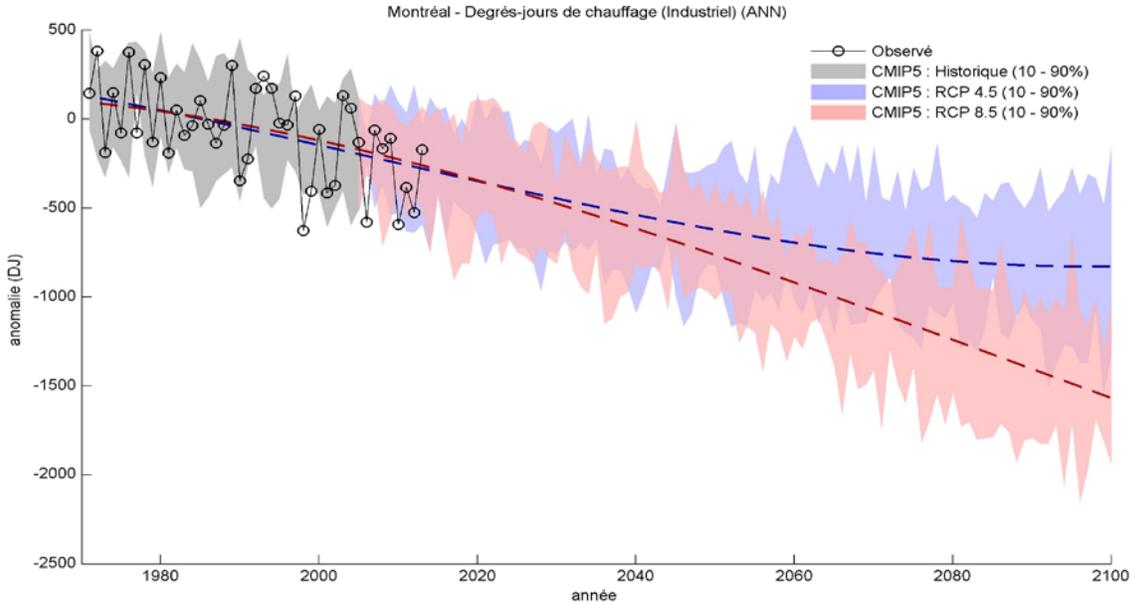


Figure A.70. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

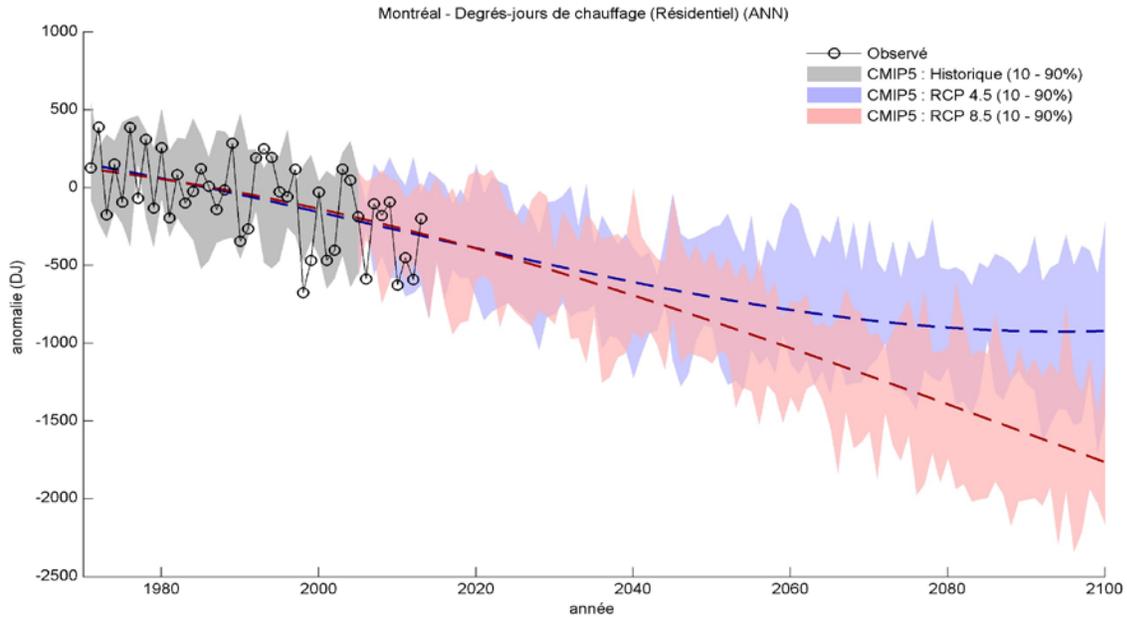


Figure A.71. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

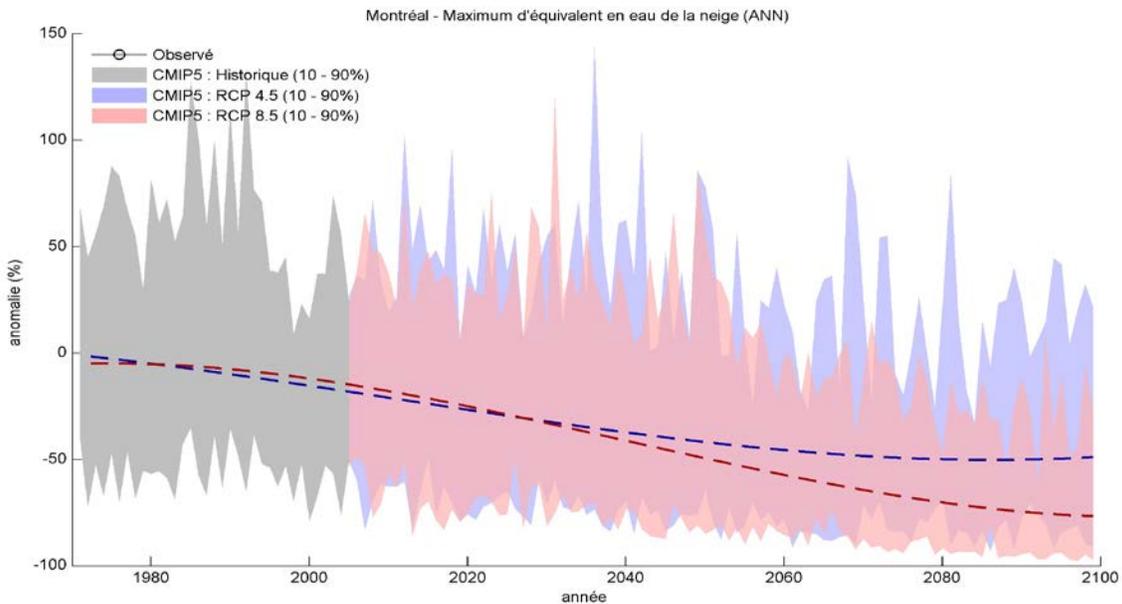


Figure A.72. - Évolution des anomalies du maximum d'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 07 - Outaouais

Tableau A.7. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.2	+1.9 à 4.1	+2.3 à 6.9
	Hiver	°C	+1.4 à 3.2	+2.7 à 5.5	+3.1 à 8.3
	Printemps	°C	+0.6 à 2.0	+1.6 à 3.7	+2.0 à 6.2
	Été	°C	+0.8 à 2.0	+1.8 à 4.4	+2.2 à 6.9
	Automne	°C	+0.8 à 2.4	+1.7 à 4.4	+2.1 à 6.8
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.1 à 2.3	+1.9 à 4.3	+2.6 à 7.0
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+2.1 à 4.7	+4.3 à 8.4	+5.0 à 13.7
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 12
Précipitations totales	Annuel	%	+2.5 à 8.2	+2.3 à 15.3	+6.1 à 17.5
	Hiver	%	+2.7 à 16.7	+4.8 à 26.9	+12.6 à 38.8
	Printemps	%	-1.1 à 12.9	+3.4 à 21.5	+6.2 à 30.1
	Été	%	-1.6 à 8.4	-7.0 à 9.6	-8.2 à 9.1
	Automne	%	-2.7 à 8.7	+1.7 à 15.5	-2.4 à 16.3
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-2 à 14	+1 à 22	+7 à 30
	Hiver	%	+2 à 23	+4 à 40	+9 à 49
	Printemps	%	-5 à 17	+1 à 30	+3 à 38
	Été	%	-1 à 19	-1 à 22	-0 à 22
	Automne	%	-9 à 17	-0 à 22	-5 à 35
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-146 à -353	-308 à -629	-364 à -932
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+87 à 238	+191 à 544	+257 à 939
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+12 à 37	+31 à 113	+42 à 272
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-265 à -612	-498 à -1140	-657 à -1755
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-308 à -680	-563 à -1272	-711 à -1961
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-0 à -33	-13 à -54	-22 à -71

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

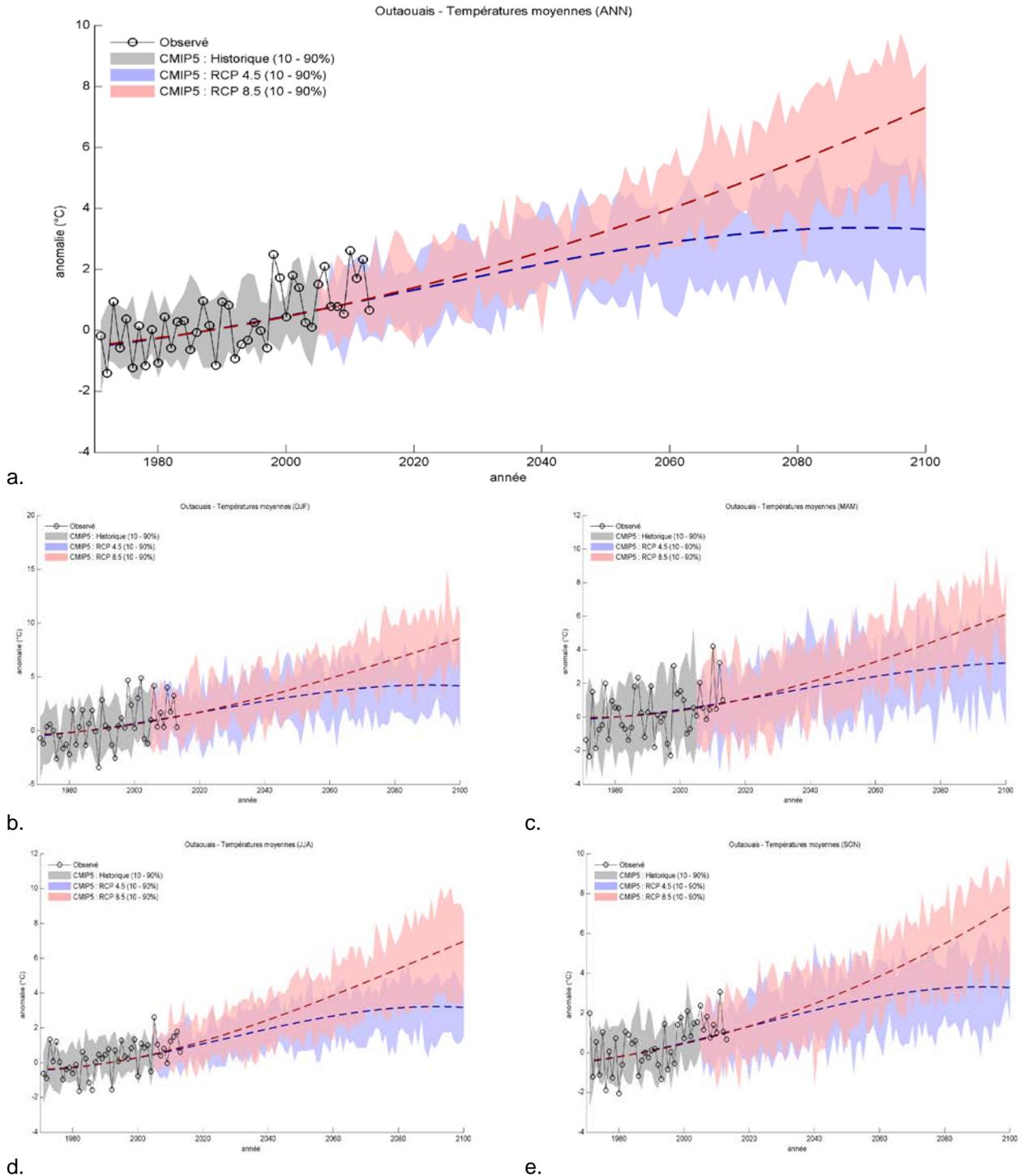
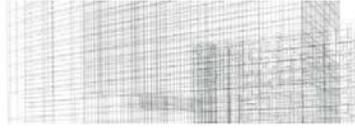


Figure A.73. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

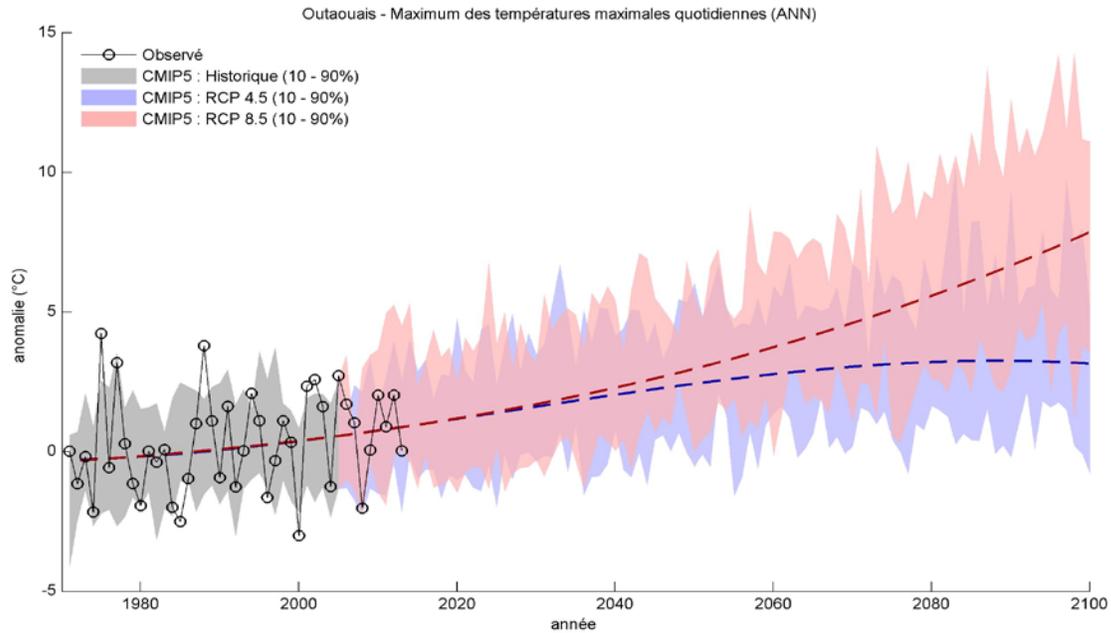


Figure A.74. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

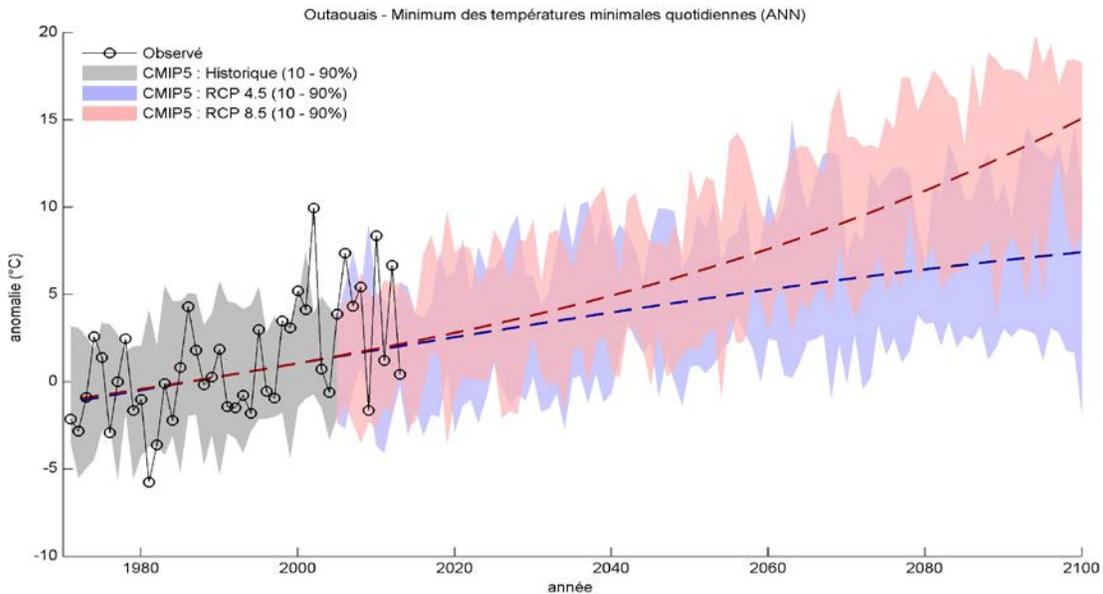


Figure A.75. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

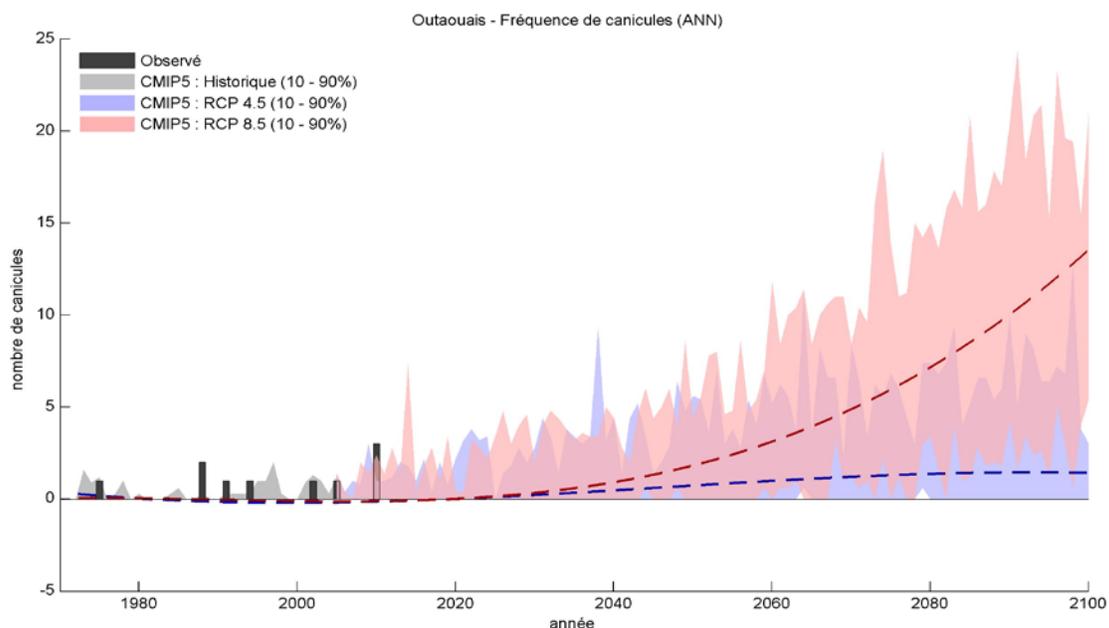


Figure A.76. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

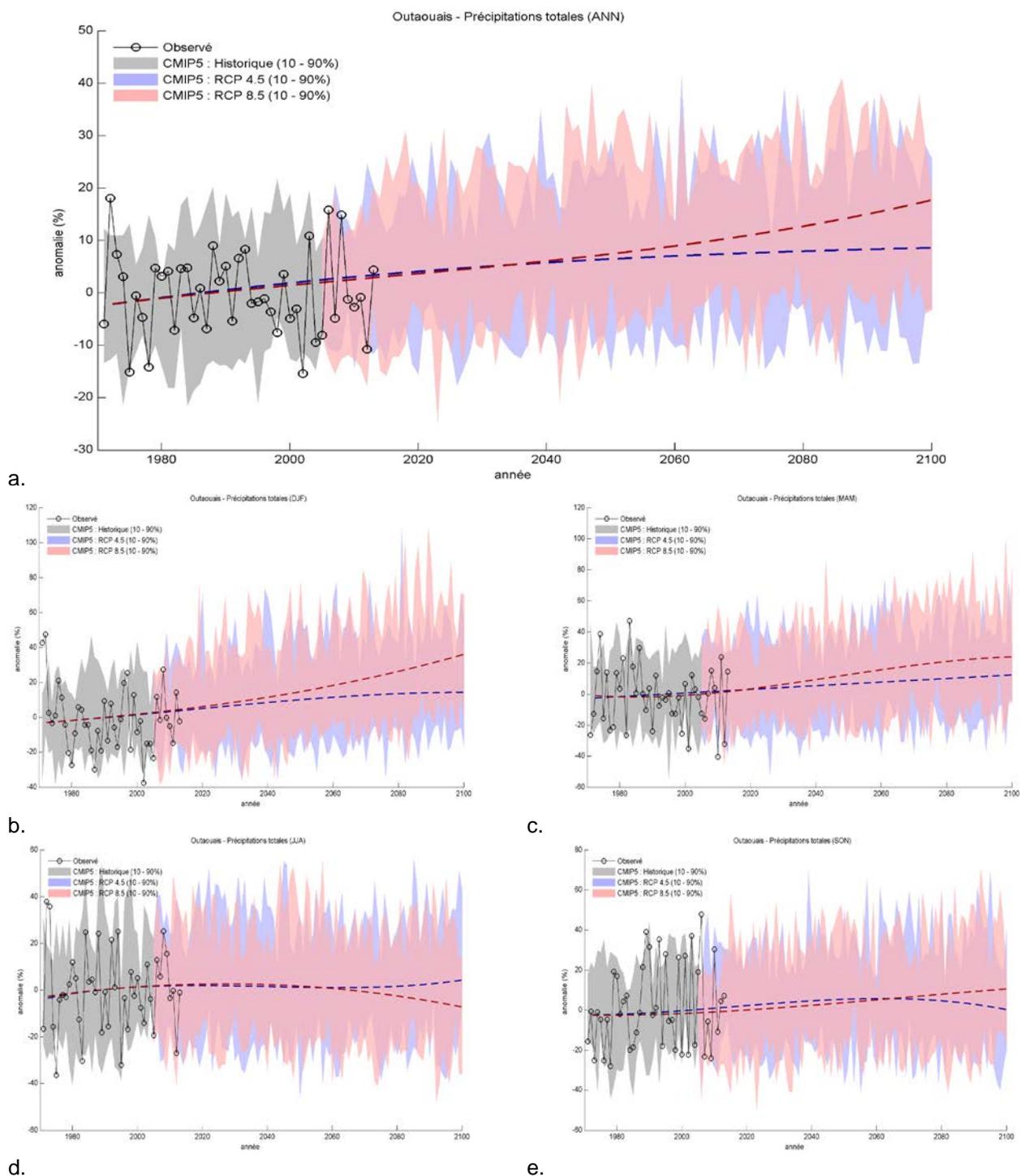


Figure A.77. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

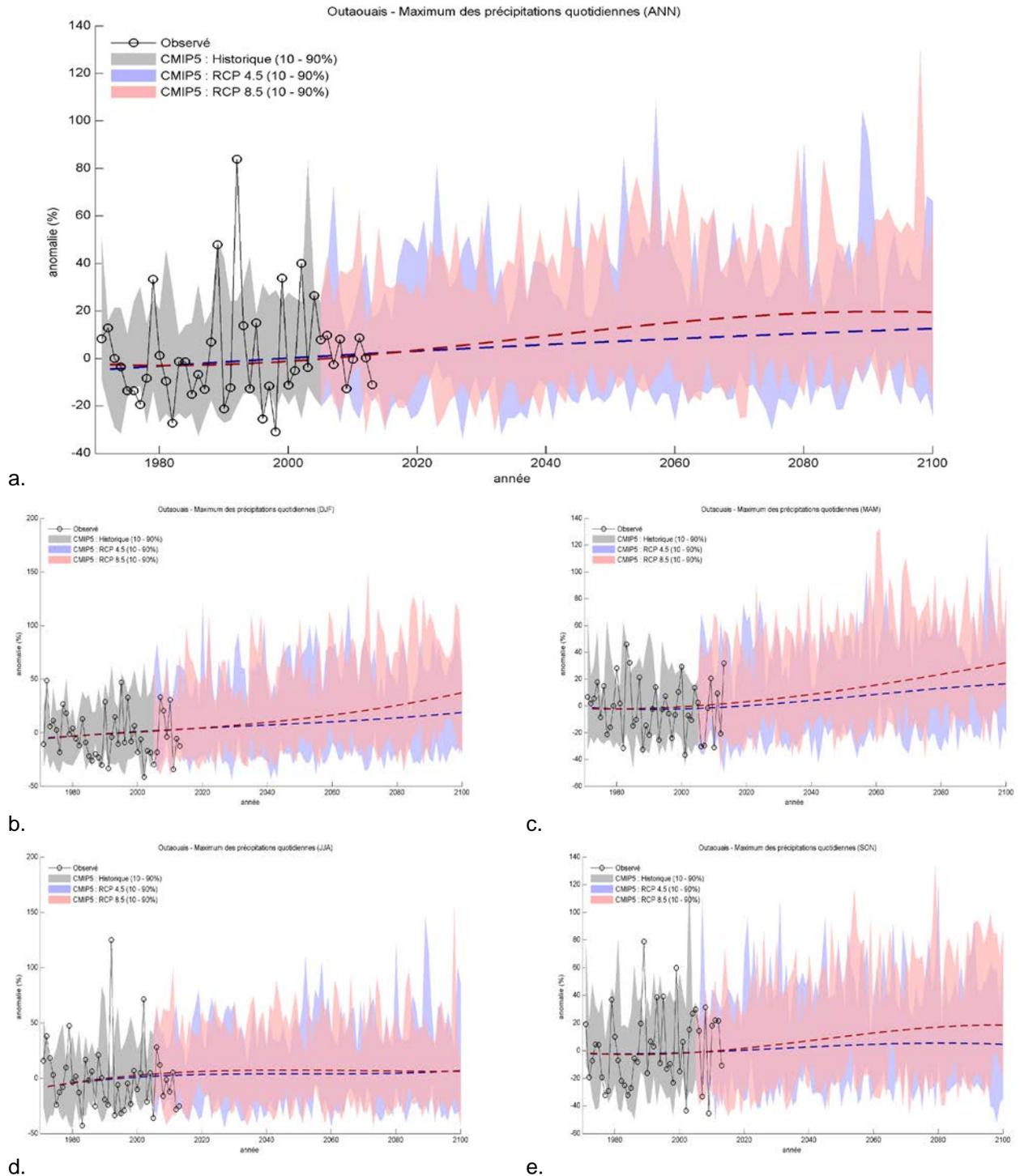


Figure A.78.. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

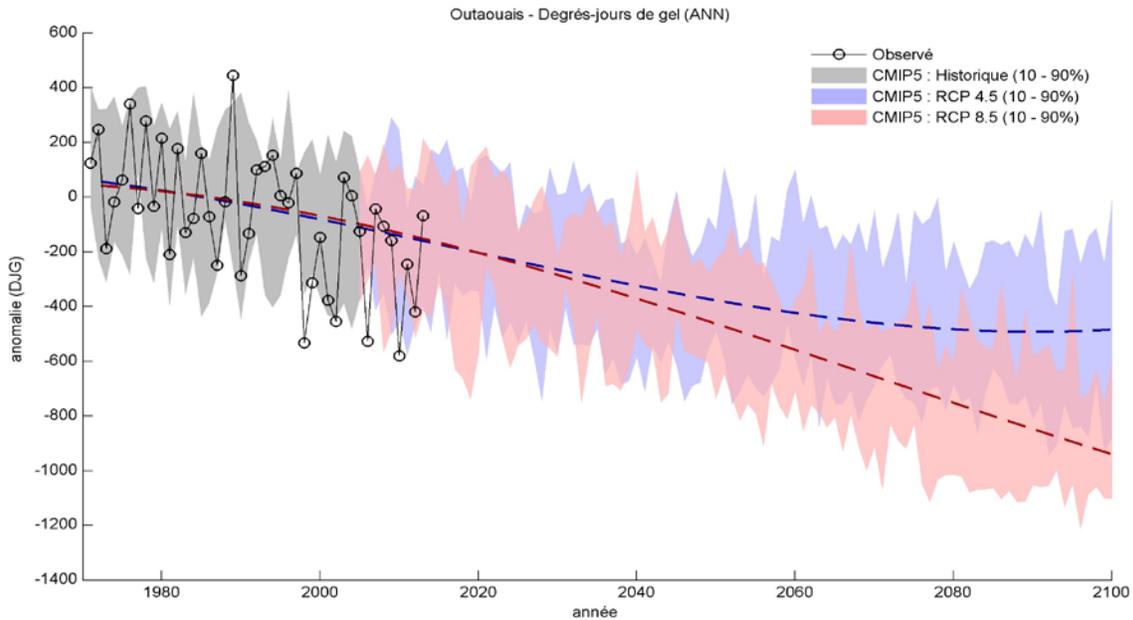


Figure A.79. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

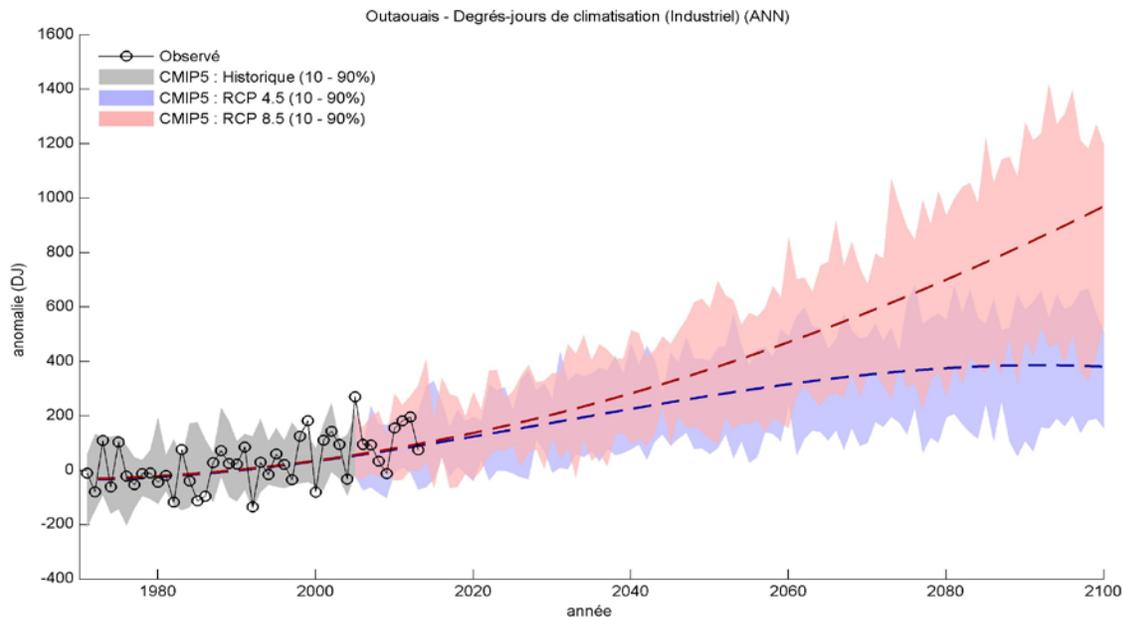


Figure A.80. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

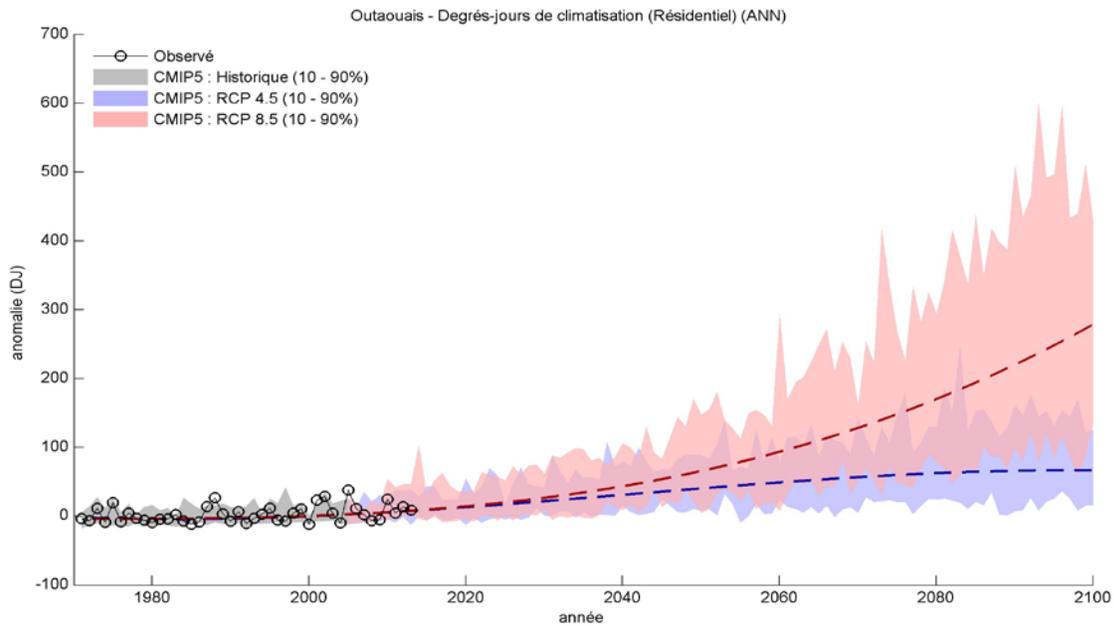


Figure A.81. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

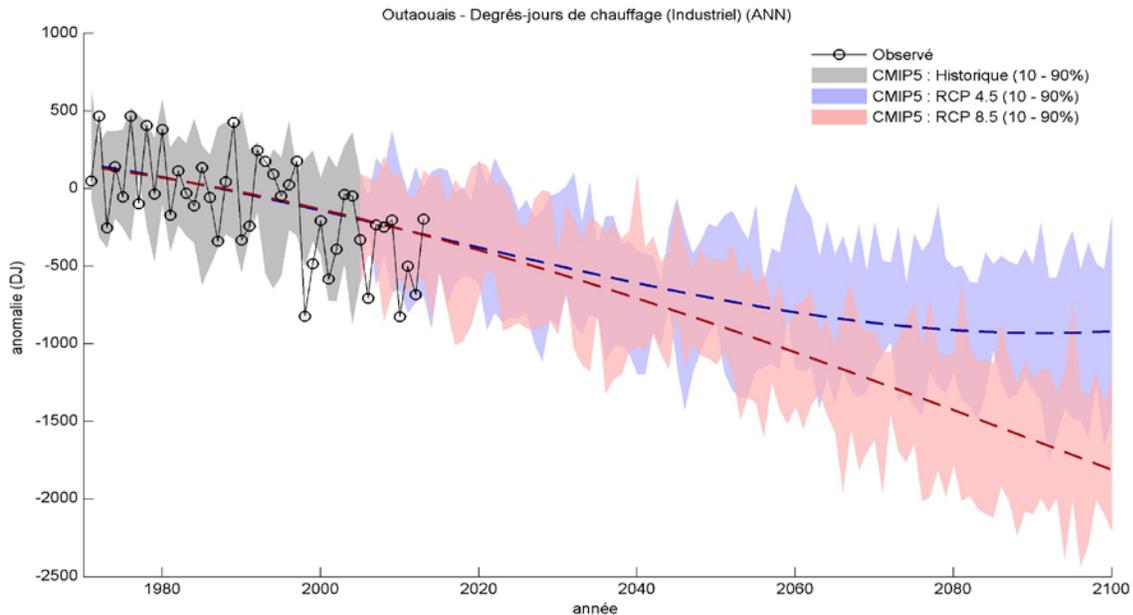


Figure A.82. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

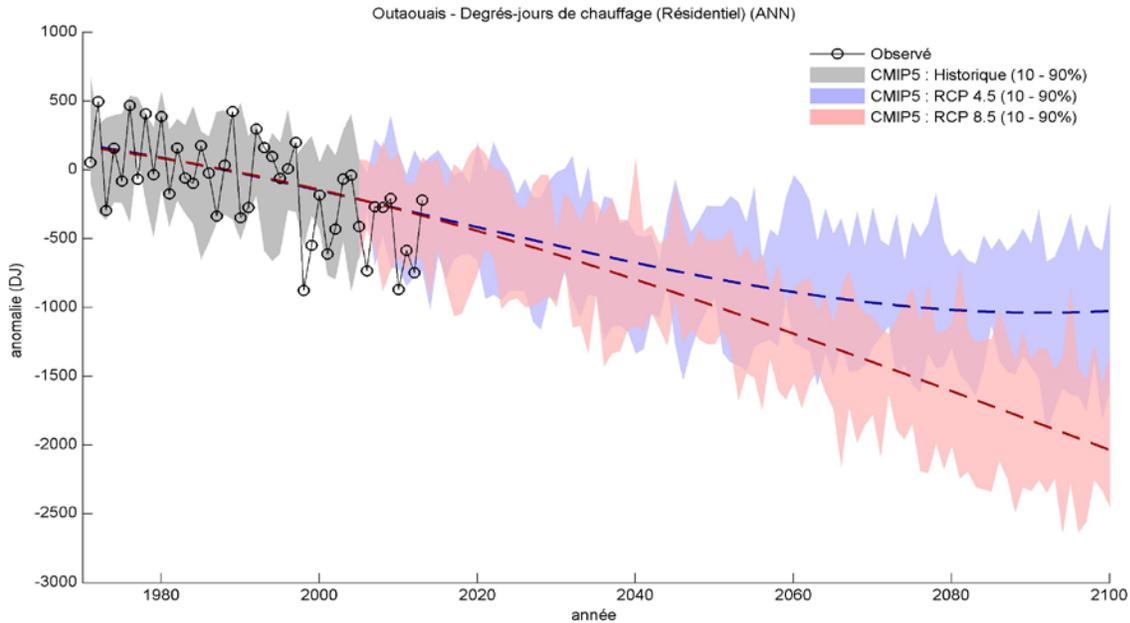


Figure A.83. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

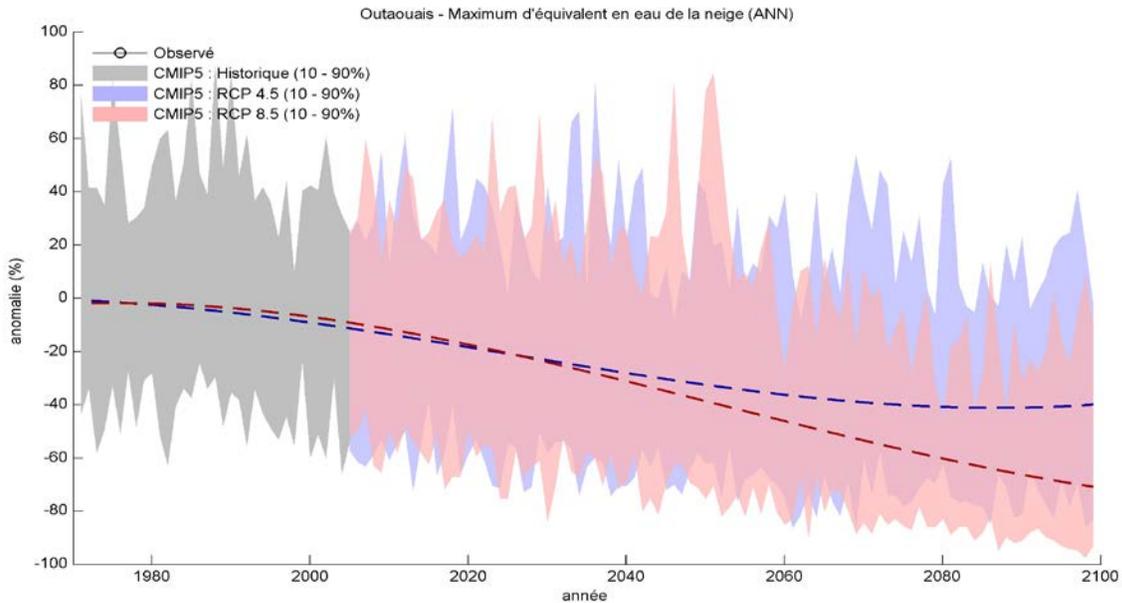


Figure A.84. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 08 - Abitibi-Témiscamingue

Tableau A.8. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.2	+1.9 à 4.2	+2.4 à 7.2
	Hiver	°C	+1.6 à 3.2	+2.8 à 5.8	+3.3 à 8.8
	Printemps	°C	+0.6 à 2.1	+1.2 à 3.7	+2.1 à 6.6
	Été	°C	+0.8 à 2.1	+1.7 à 4.4	+2.1 à 7.0
	Automne	°C	+0.9 à 2.5	+1.7 à 4.5	+2.1 à 7.0
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.0 à 2.0	+1.6 à 4.0	+2.2 à 7.1
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.8 à 4.5	+4.2 à 8.4	+5.0 à 14.2
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+1 à 4	+1 à 13
Précipitations totales	Annuel	%	+3.0 à 8.9	+3.9 à 14.3	+6.0 à 17.5
	Hiver	%	+3.0 à 16.3	+6.5 à 27.0	+14.4 à 41.1
	Printemps	%	-1.0 à 16.0	+3.6 à 22.0	+7.3 à 33.4
	Été	%	-3.1 à 9.0	-5.5 à 8.3	-8.9 à 8.2
	Automne	%	-0.9 à 9.9	+0.9 à 13.6	-3.1 à 18.6
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+1 à 18	+1 à 25	+6 à 27
	Hiver	%	+5 à 26	+8 à 34	+14 à 47
	Printemps	%	-3 à 16	+5 à 29	+4 à 35
	Été	%	-0 à 15	-3 à 23	-1 à 23
	Automne	%	-3 à 23	+2 à 29	+2 à 34
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-156 à -385	-341 à -716	-422 à -1079
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+70 à 216	+165 à 488	+216 à 857
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+7 à 27	+19 à 82	+25 à 213
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-287 à -645	-558 à -1224	-725 à -1892
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-334 à -704	-614 à -1346	-772 à -2094
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-28 à 1	-10 à -46	-16 à -62

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

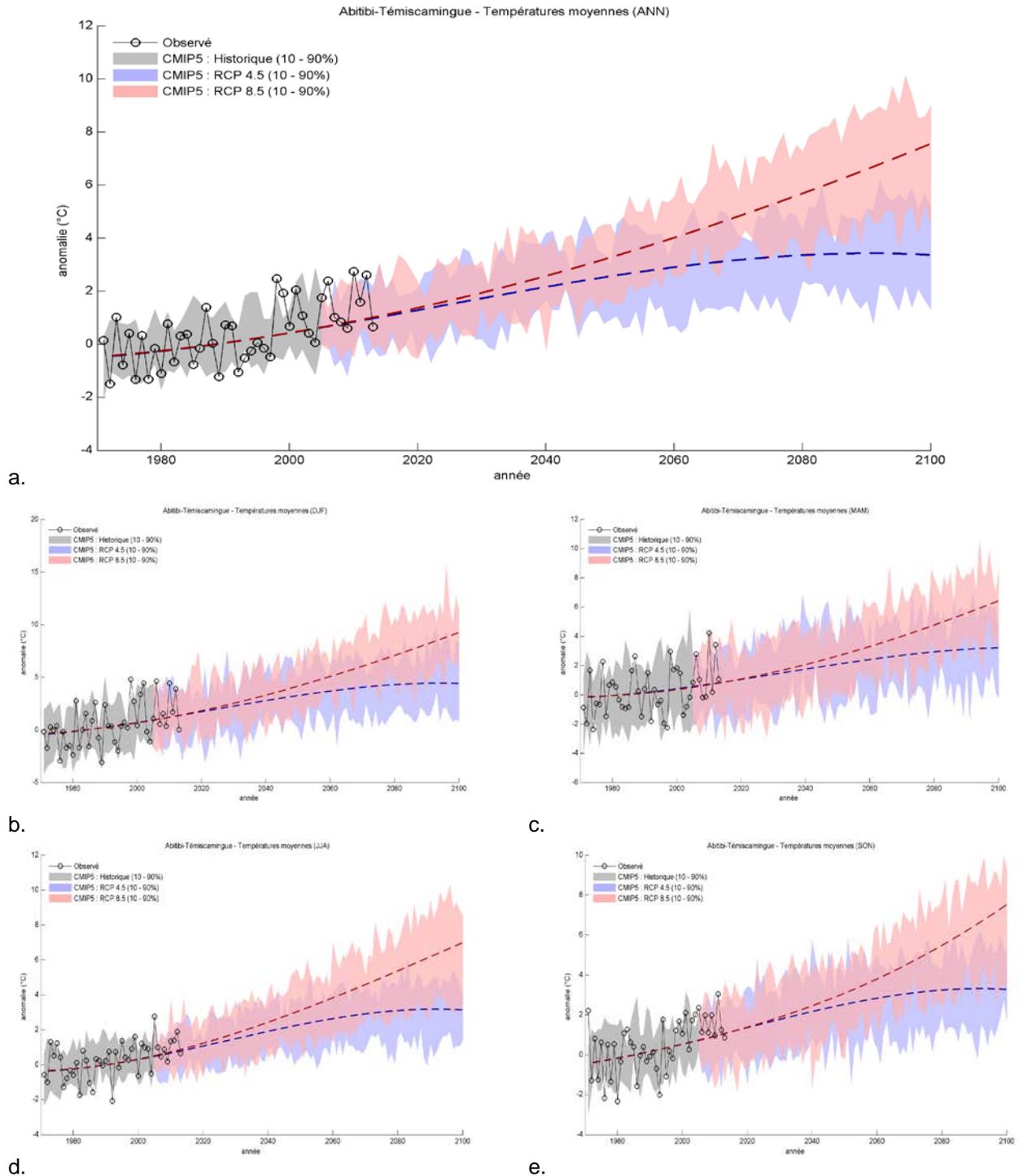


Figure A.85. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

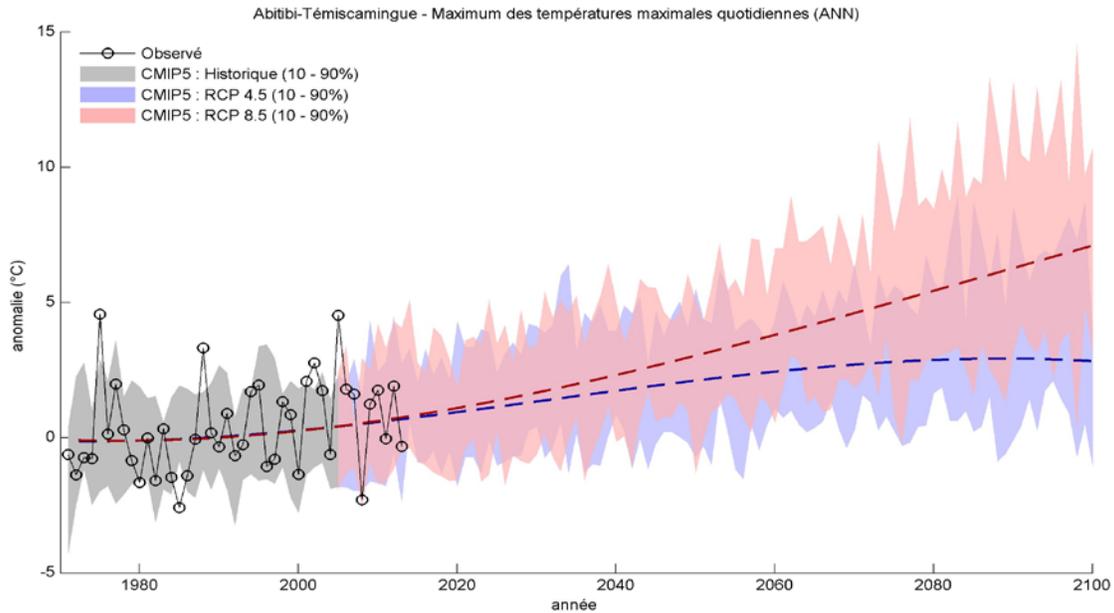


Figure A.86. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

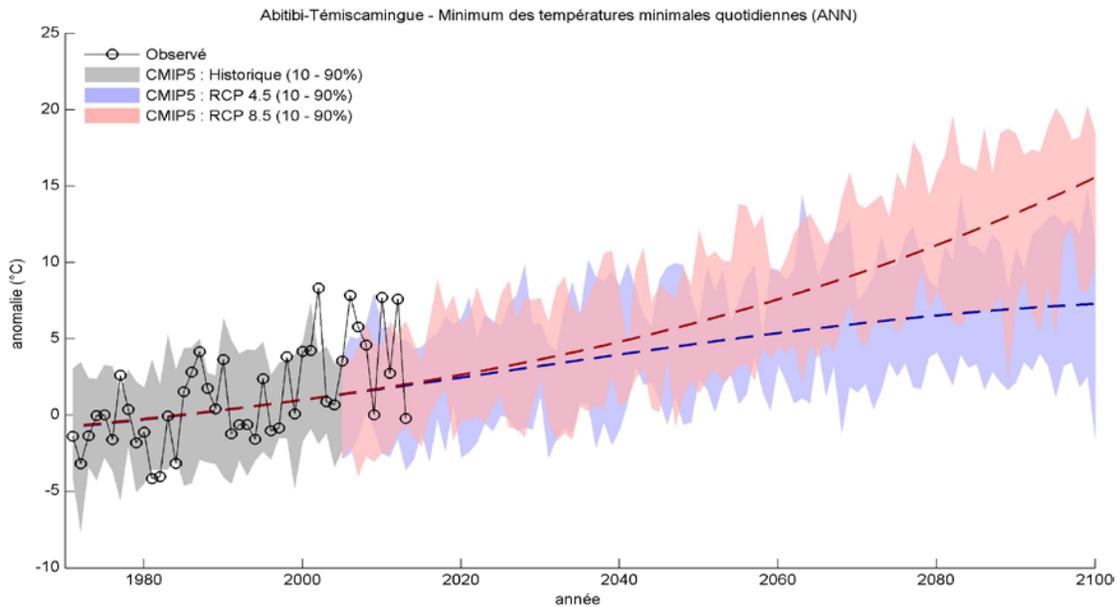


Figure A.87. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

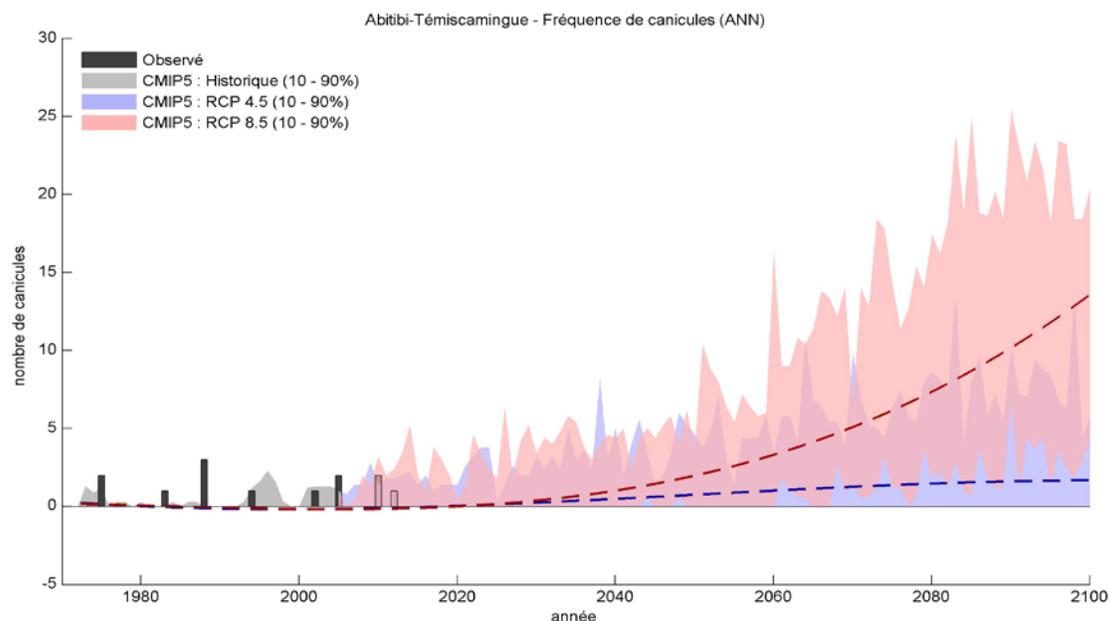


Figure A.88. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

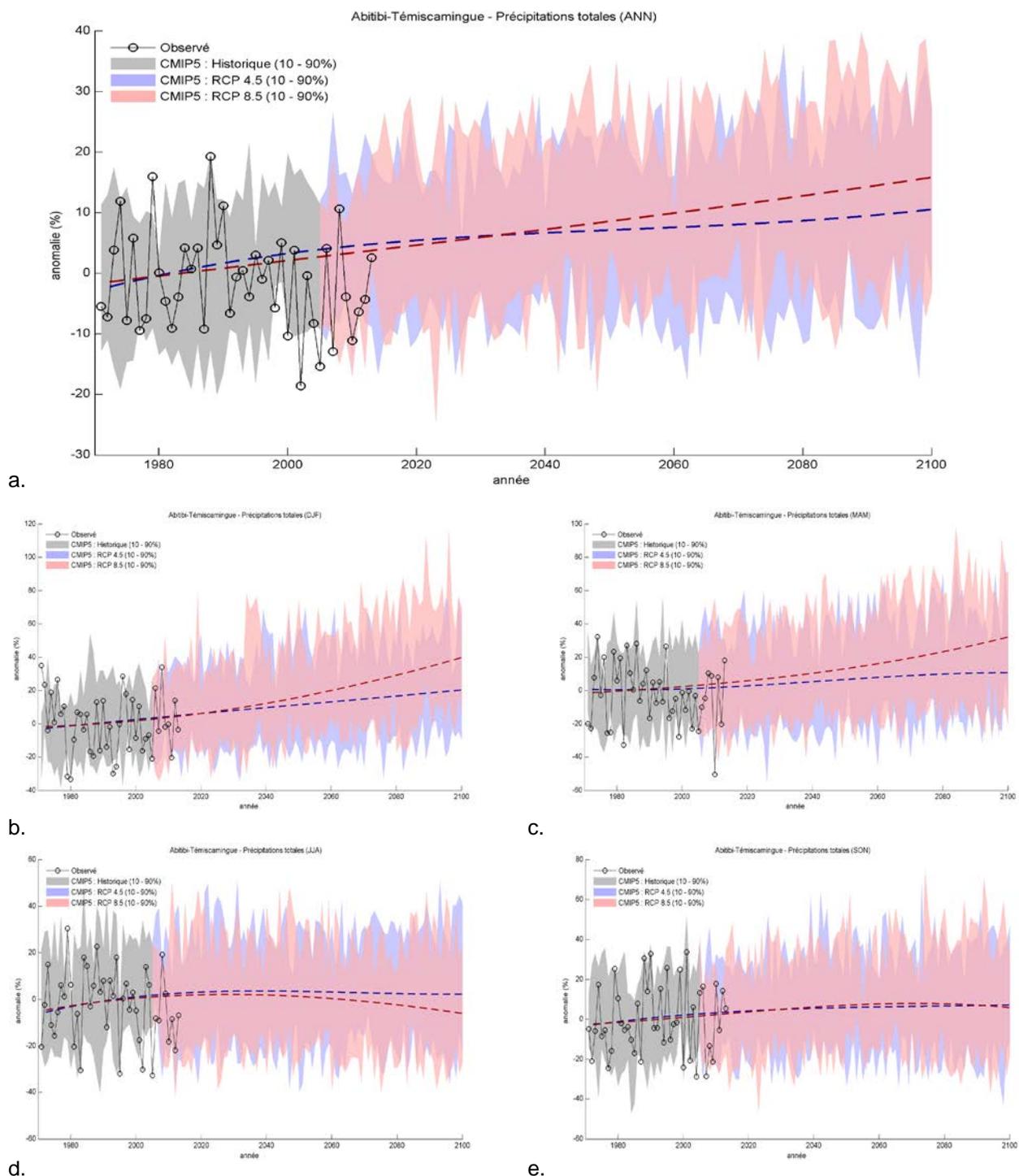


Figure A.89. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies CMIP5 sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

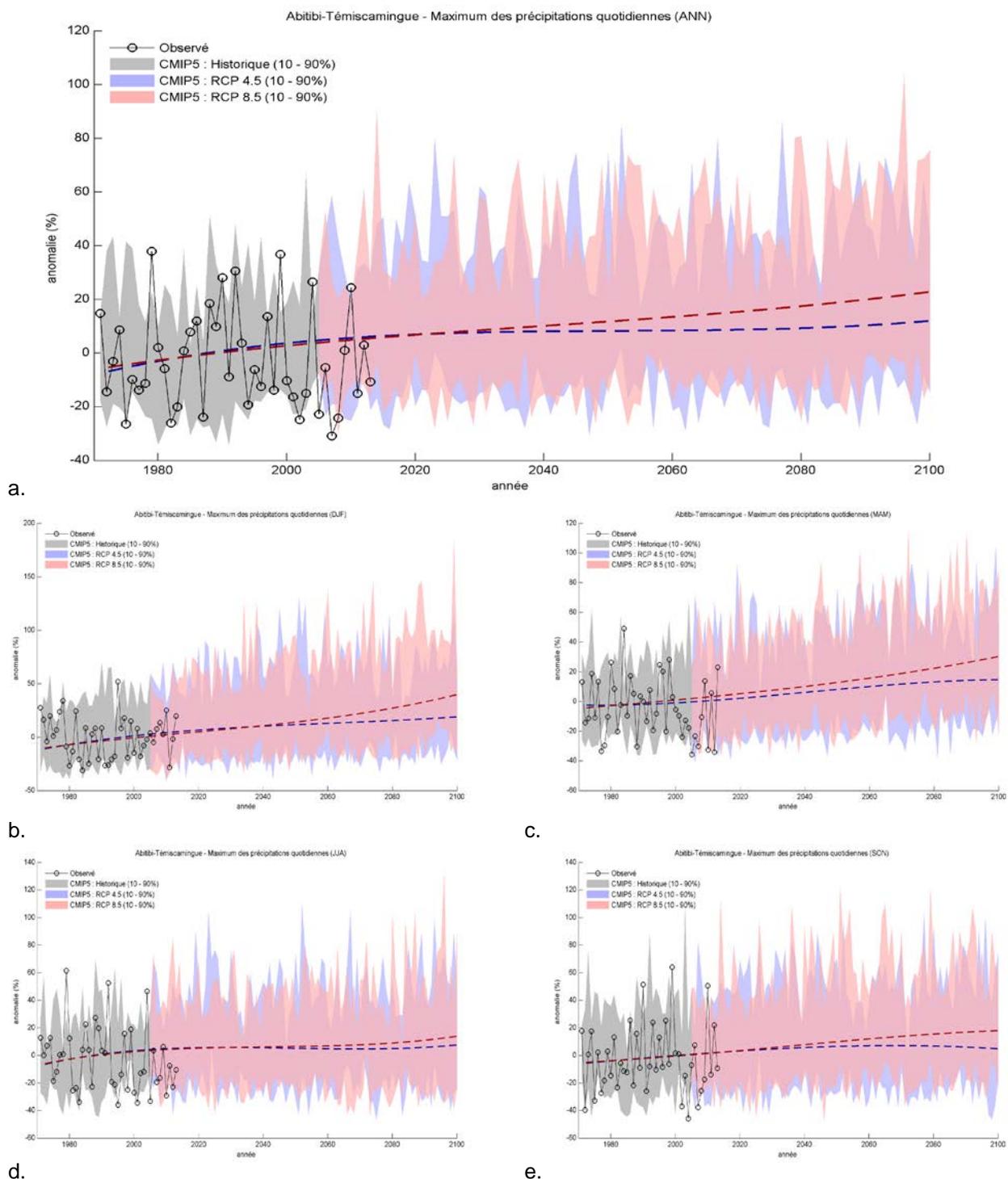


Figure A.90. - : Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

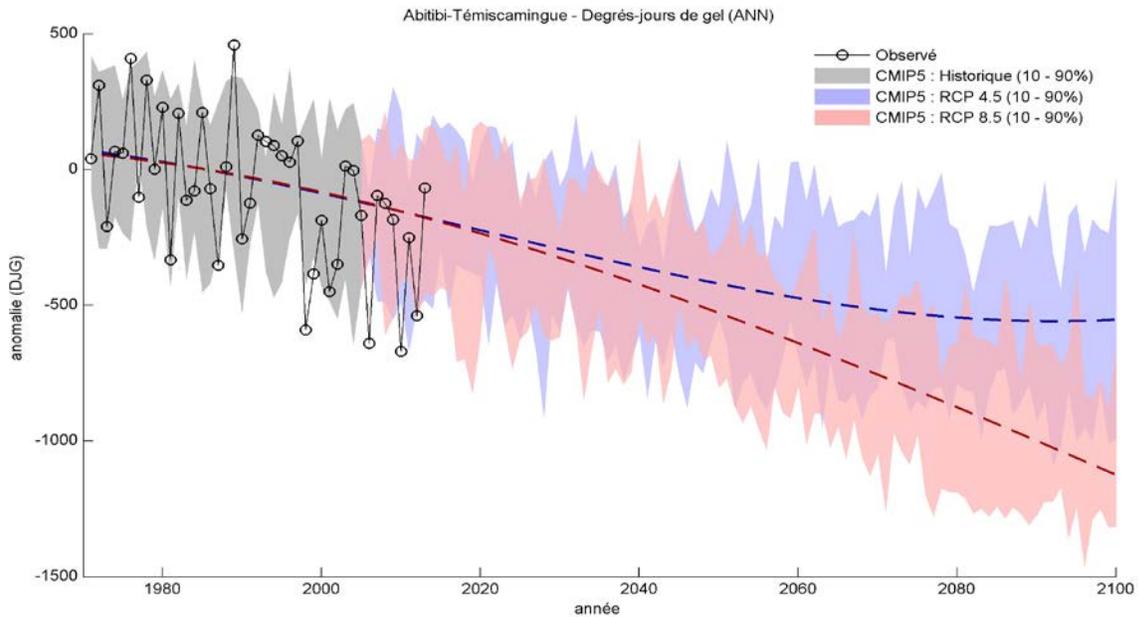


Figure A.91. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

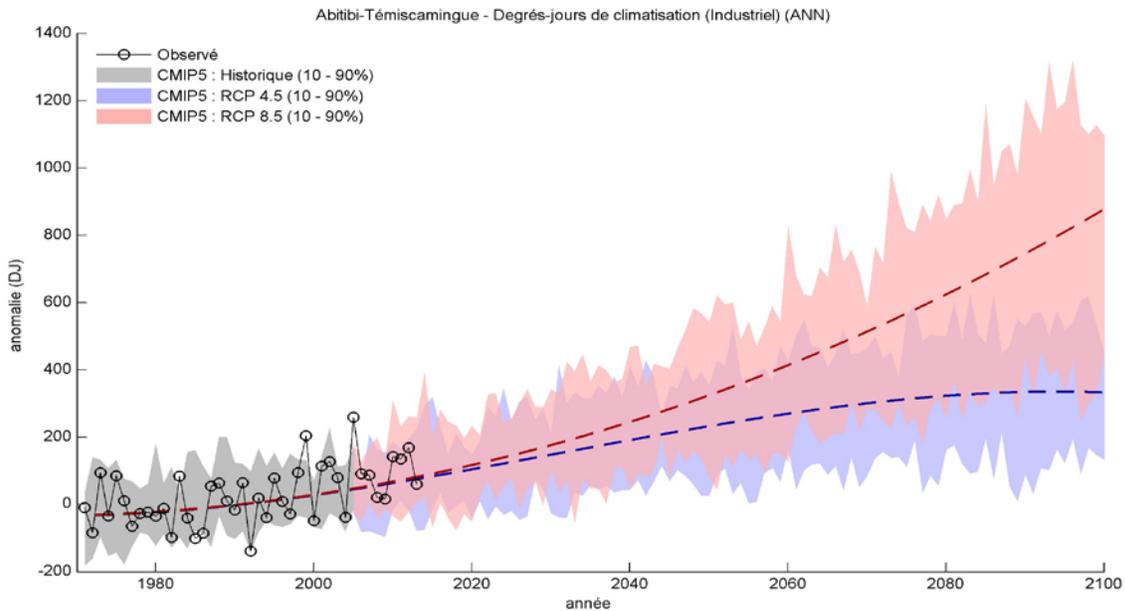


Figure A.92. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

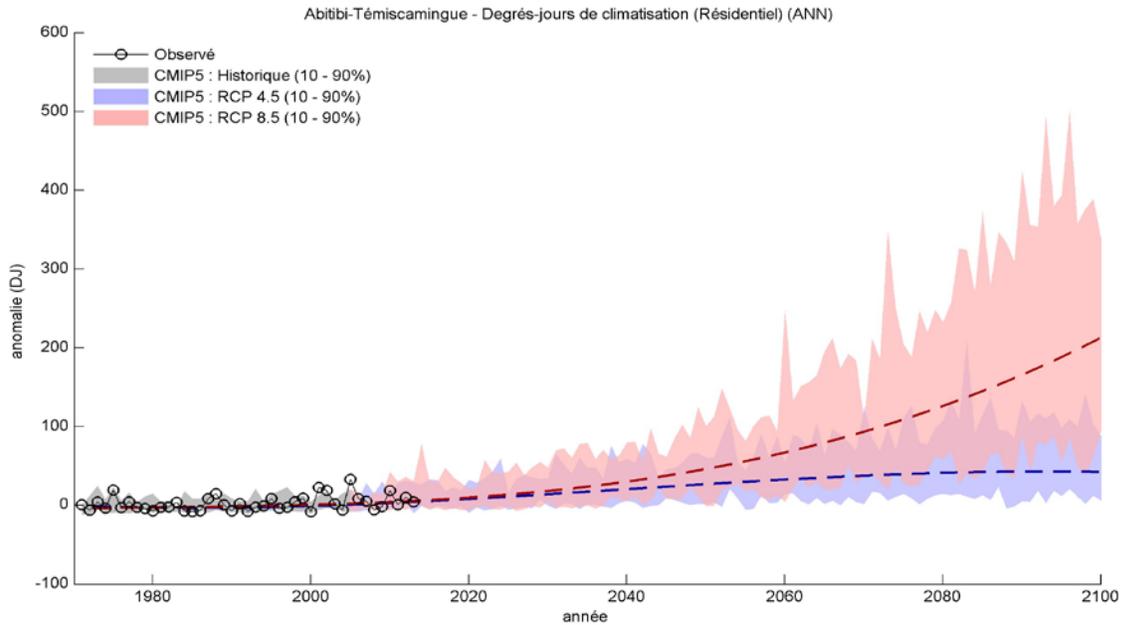


Figure A.93. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

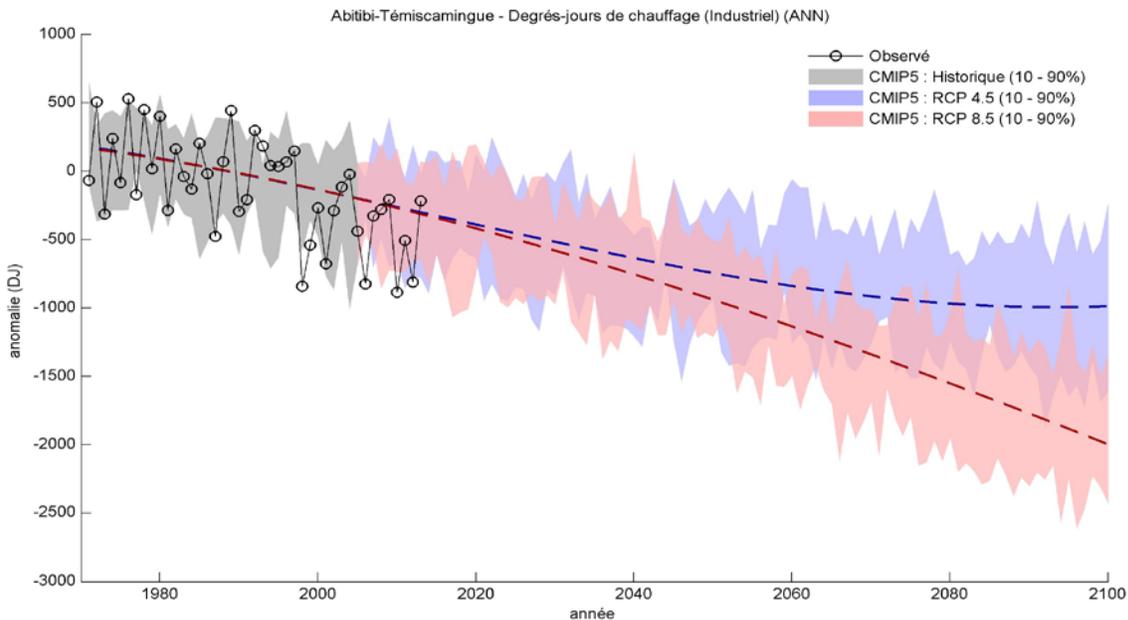


Figure A.94. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

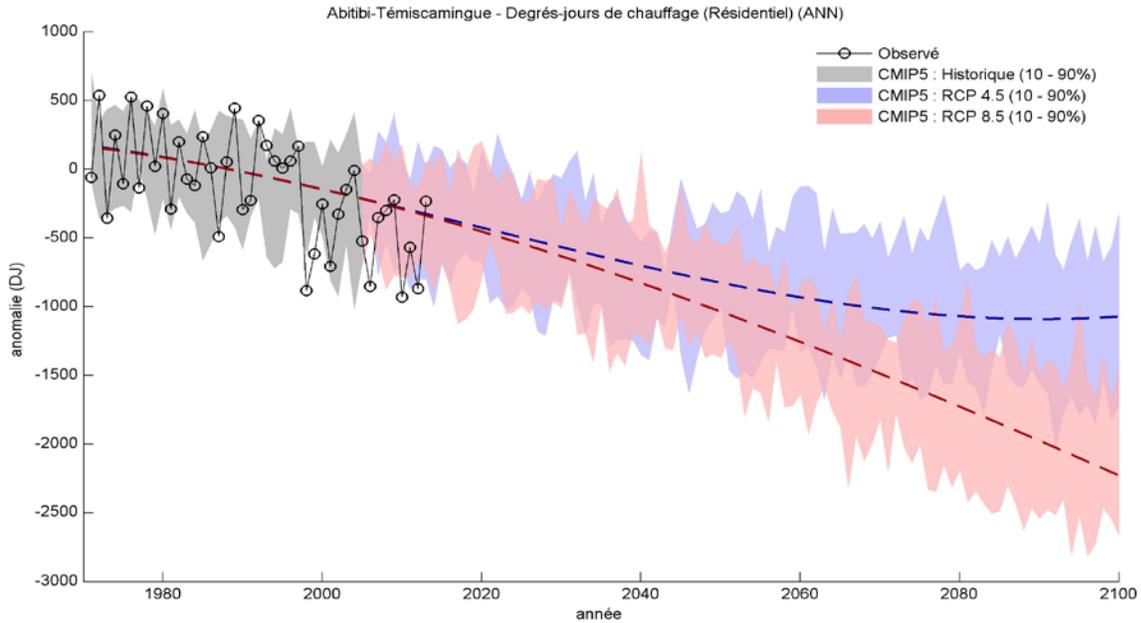


Figure A.95. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

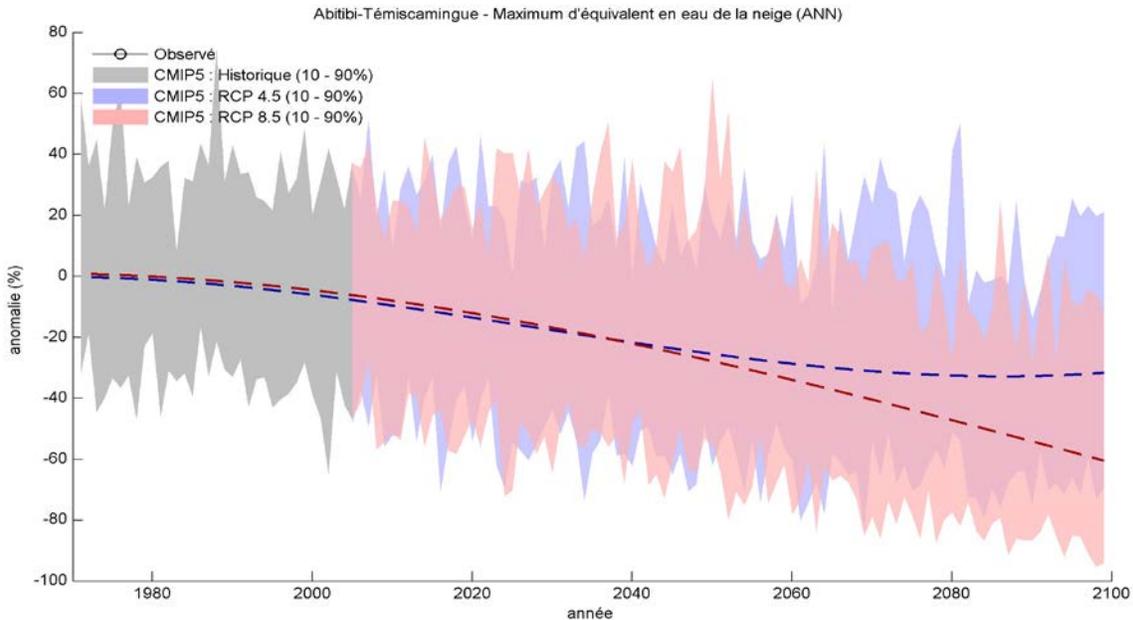


Figure A.96. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles



RÉGION 09 - Côte-Nord

Tableau A.9. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+0.5 à 1.1	+1.0 à 2.1	+1.2 à 3.5
	Hiver	°C	+0.6 à 1.6	+1.5 à 2.9	+1.7 à 4.4
	Printemps	°C	+0.3 à 1.1	+0.7 à 1.9	+1.1 à 3.2
	Été	°C	+0.4 à 1.0	+0.8 à 2.2	+1.0 à 3.6
	Automne	°C	+0.4 à 1.1	+0.8 à 2.2	+1.0 à 3.6
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.3 à 1.2	+0.6 à 2.6	+0.7 à 3.5
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+0.9 à 1.9	+2.1 à 4.0	+2.1 à 6.3
Fréquence de canicules	Annuel	É	+1 à 3	+2 à 14	+3 à 31
Précipitations totales	Annuel	%	+2.9 à 10.5	+3.8 à 18.5	+9.5 à 23.0
	Hiver	%	+2.5 à 17.9	+5.8 à 32.7	+13.1 à 47.0
	Printemps	%	-1.3 à 14.7	+4.9 à 20.0	+10.1 à 34.4
	Été	%	-0.5 à 10.3	-0.3 à 15.2	-0.6 à 17.6
	Automne	%	-1.6 à 12.7	+2.2 à 20.3	+5.9 à 24.3
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+6 à 15	+7 à 29	+11 à 36
	Hiver	%	-0 à 21	+4 à 36	+8 à 50
	Printemps	%	-1 à 17	+8 à 22	+15 à 41
	Été	%	+2 à 12	+4 à 24	+8 à 31
	Automne	%	+1 à 16	+6 à 27	+10 à 37
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-85 à -228	-215 à -400	-245 à -617
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+19 à 61	+50 à 155	+58 à 308
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+0 à 1	+0 à 6	+0 à 27
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-161 à -362	-351 à -668	-398 à -1063
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-172 à -384	-370 à -733	-419 à -1173
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-16 à 1	-6 à -30	-10 à -46

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

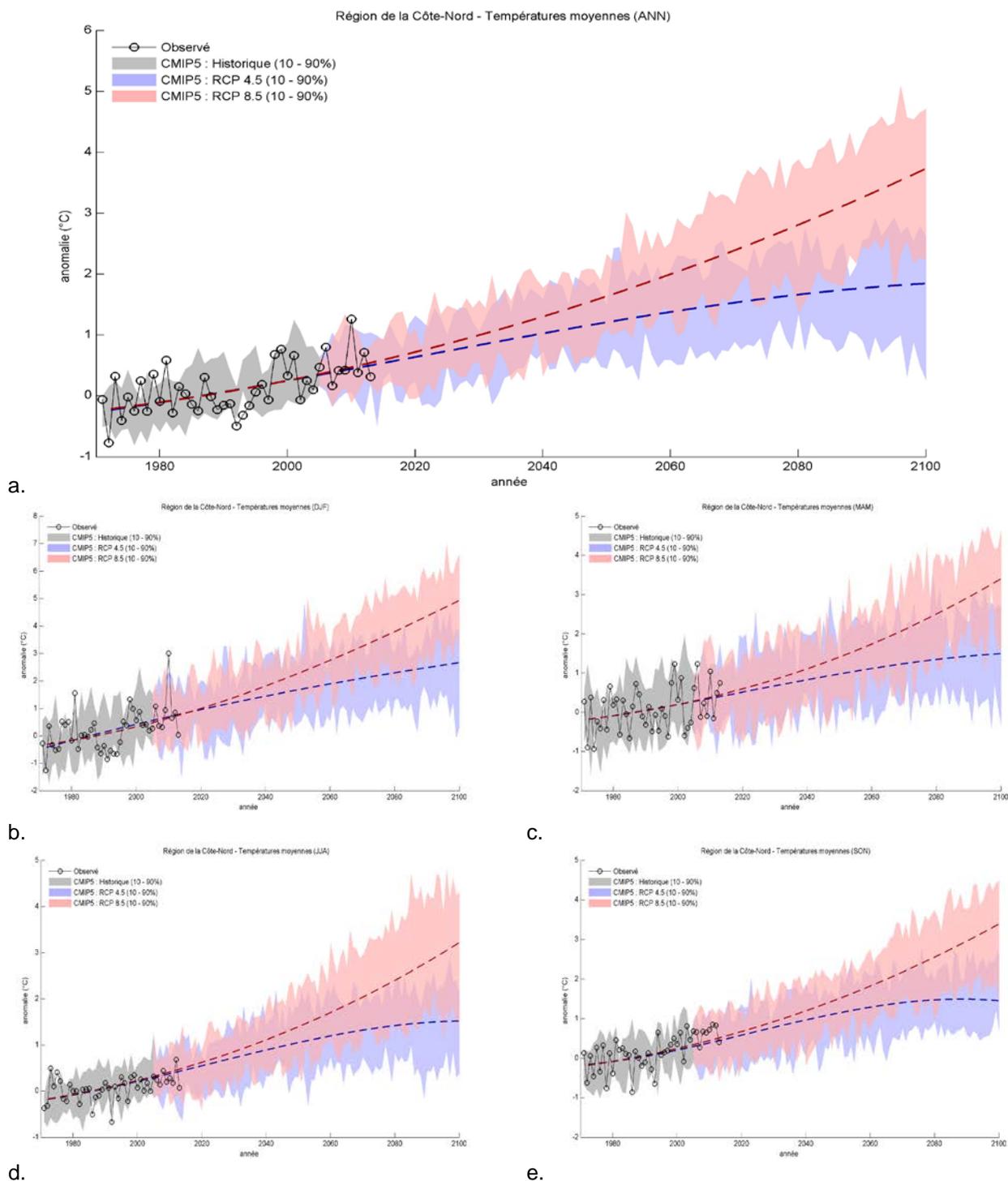


Figure A.97. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

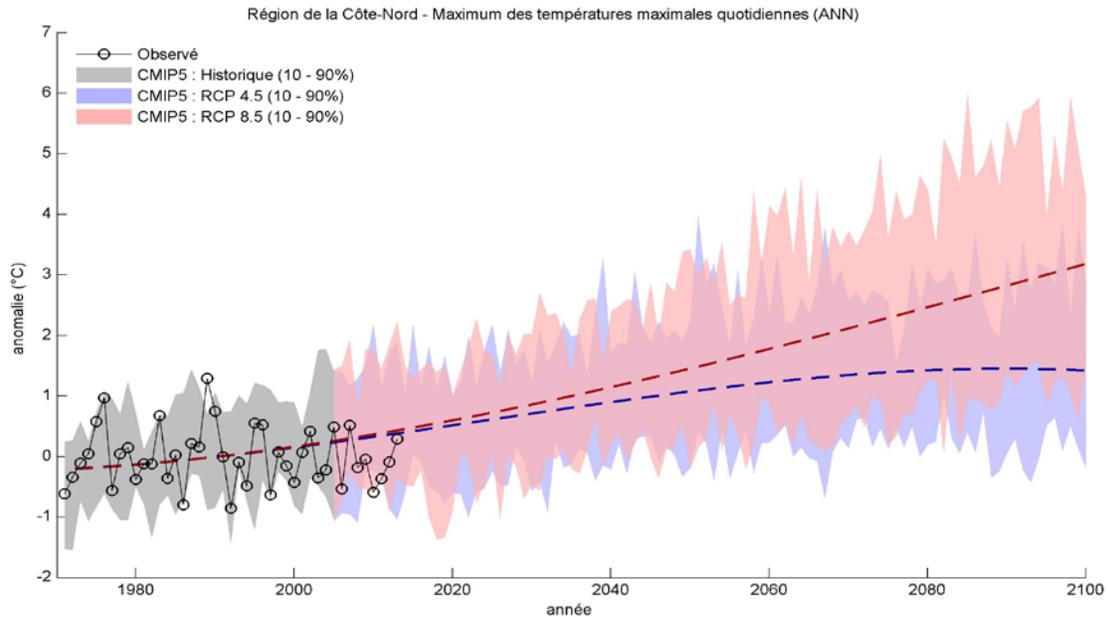


Figure A.98. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

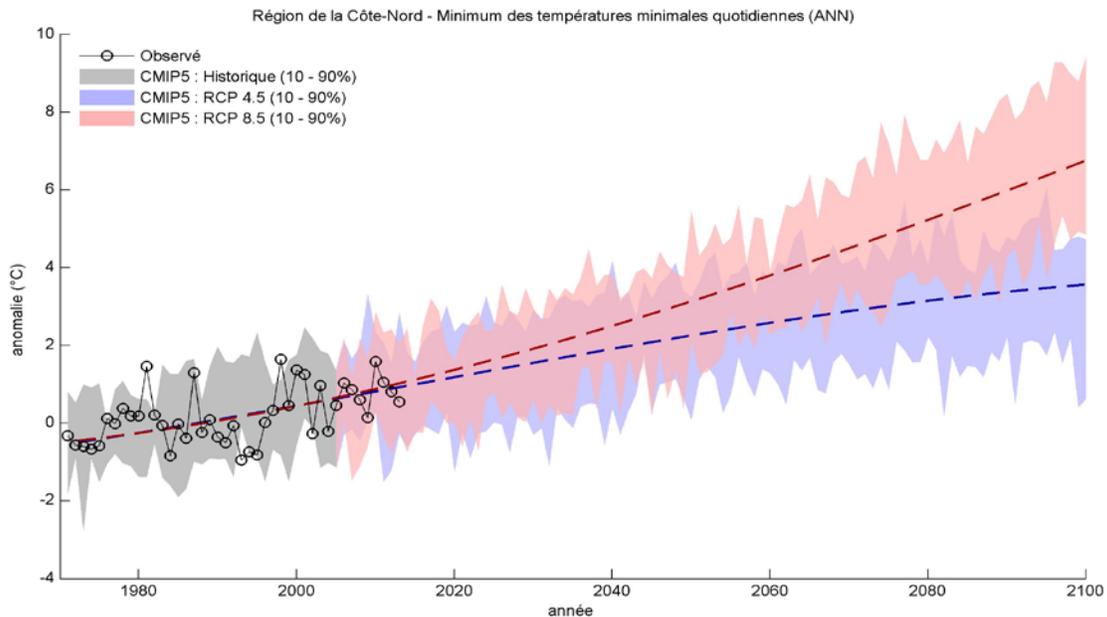


Figure A.99. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

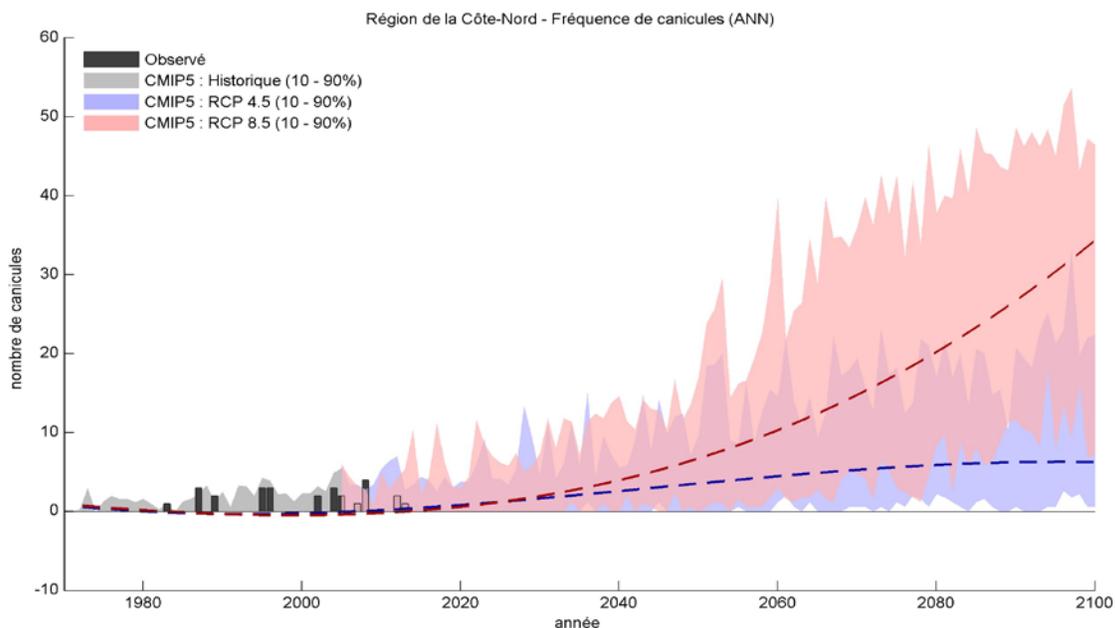


Figure A.100. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

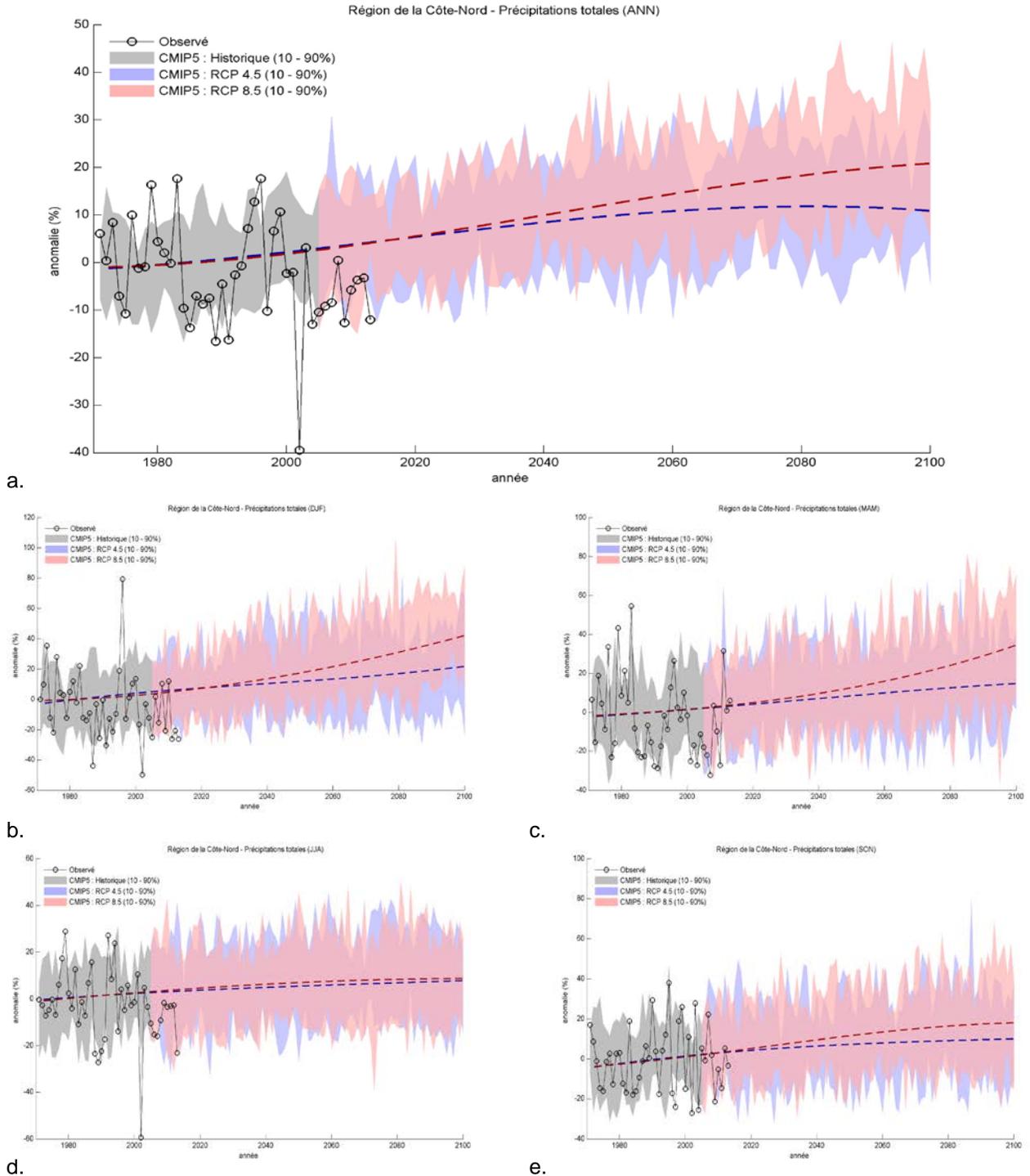


Figure A.101. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

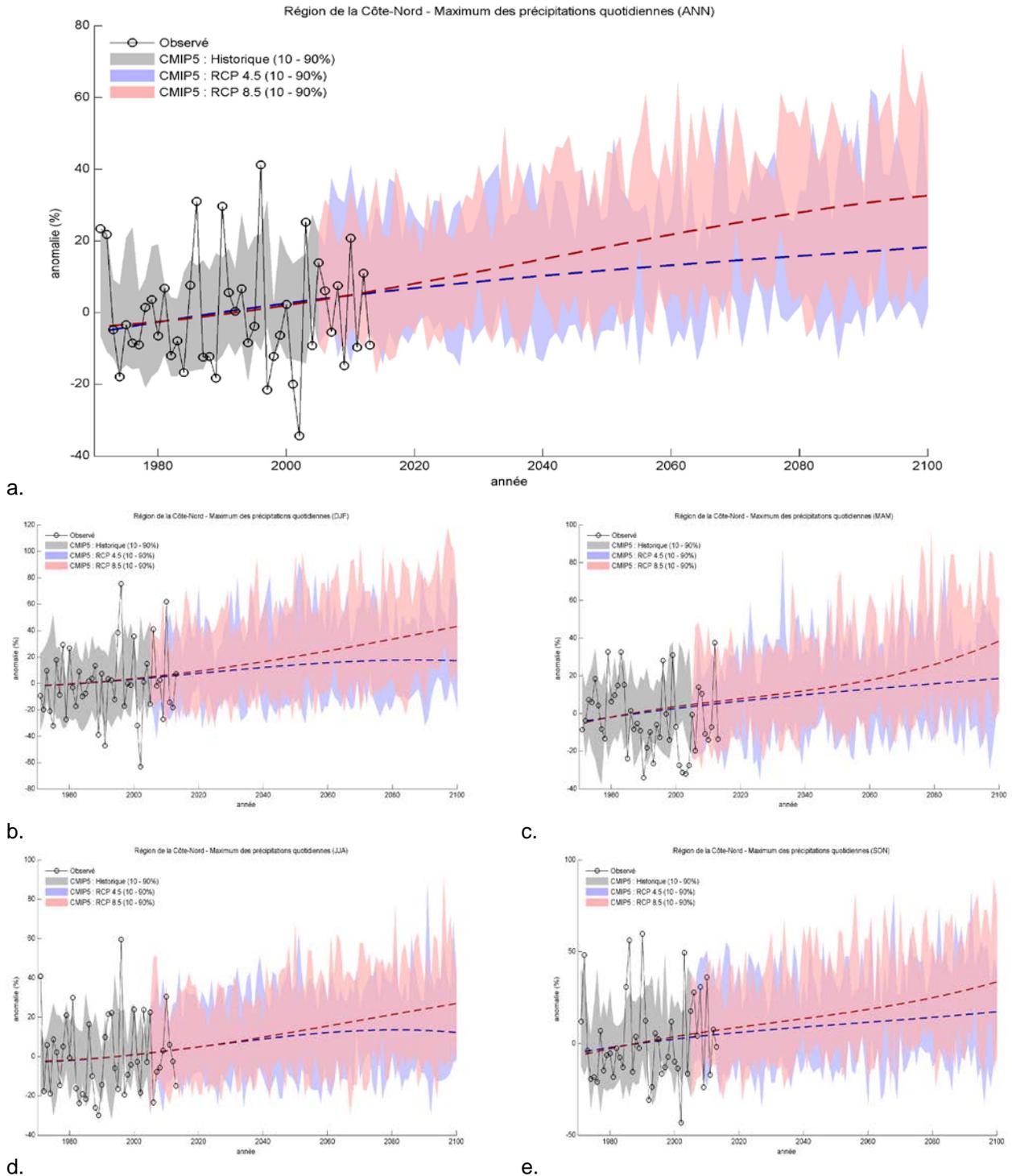


Figure A.102. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

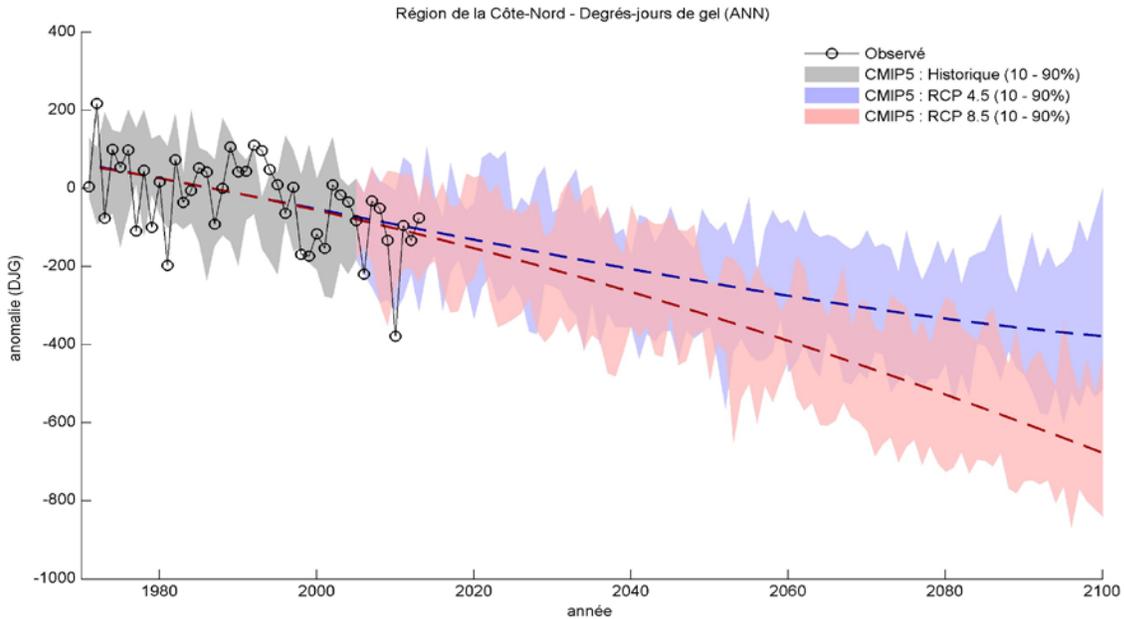


Figure A.103. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

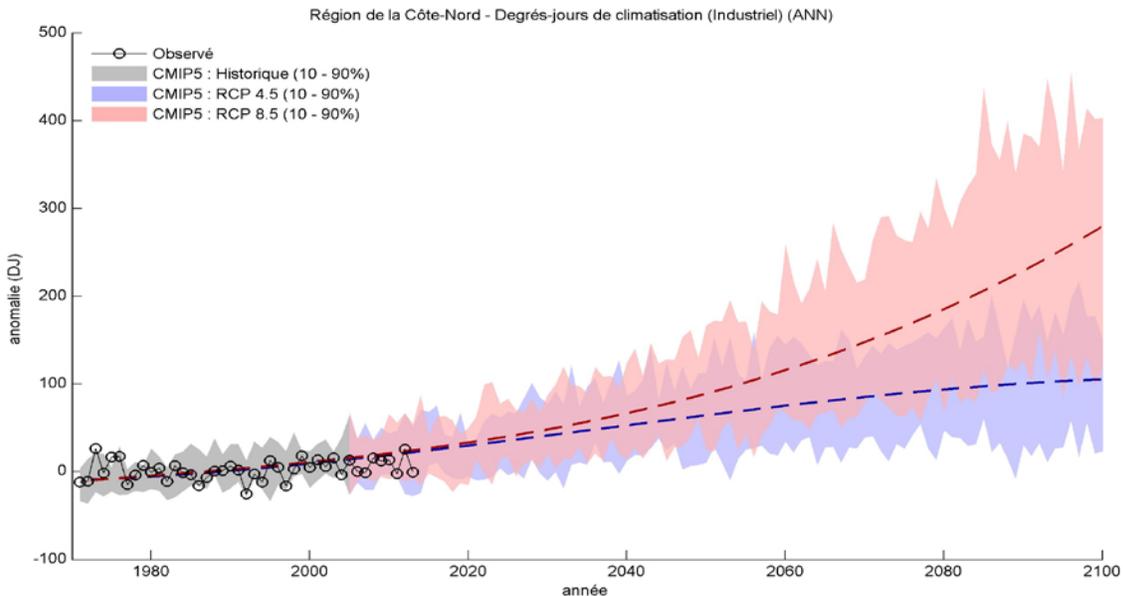


Figure A.104. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

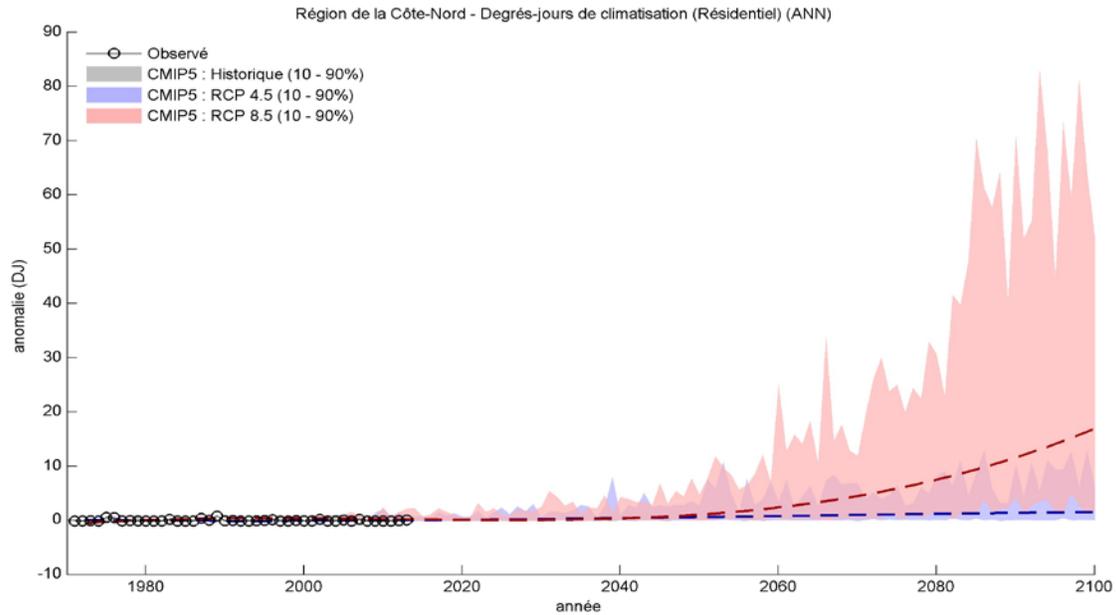


Figure A.105. - : Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

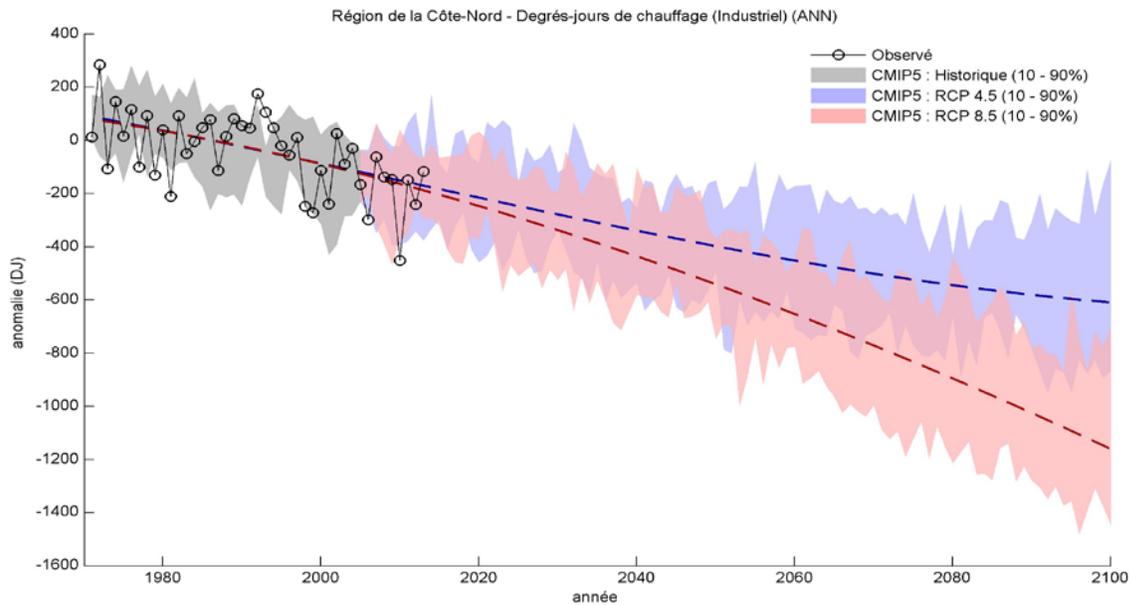


Figure A.106. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

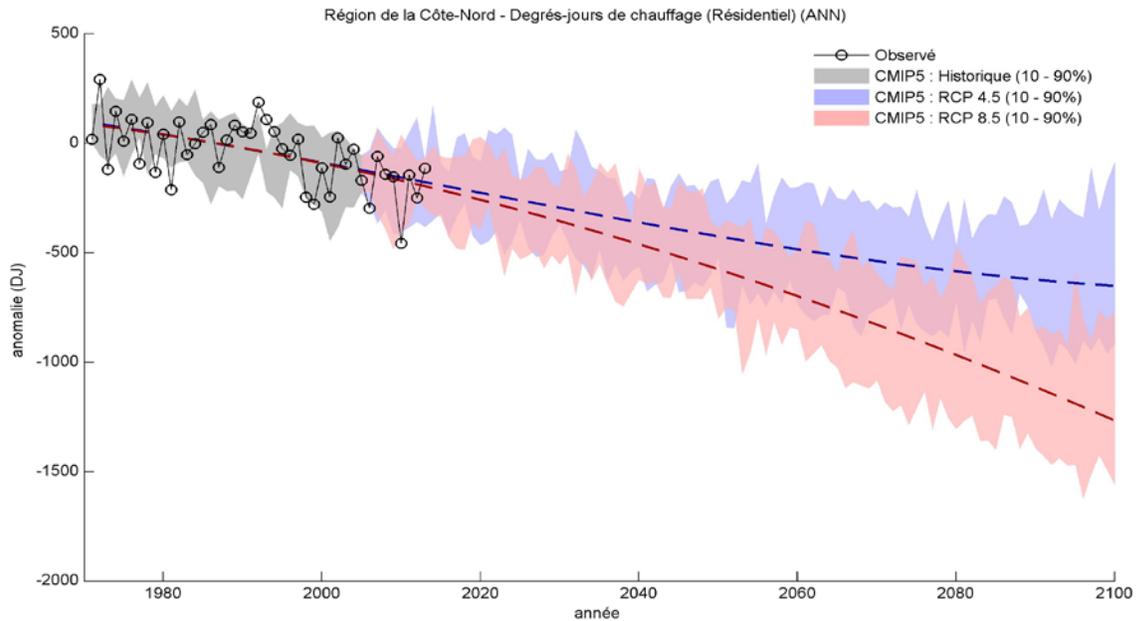


Figure A.107. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

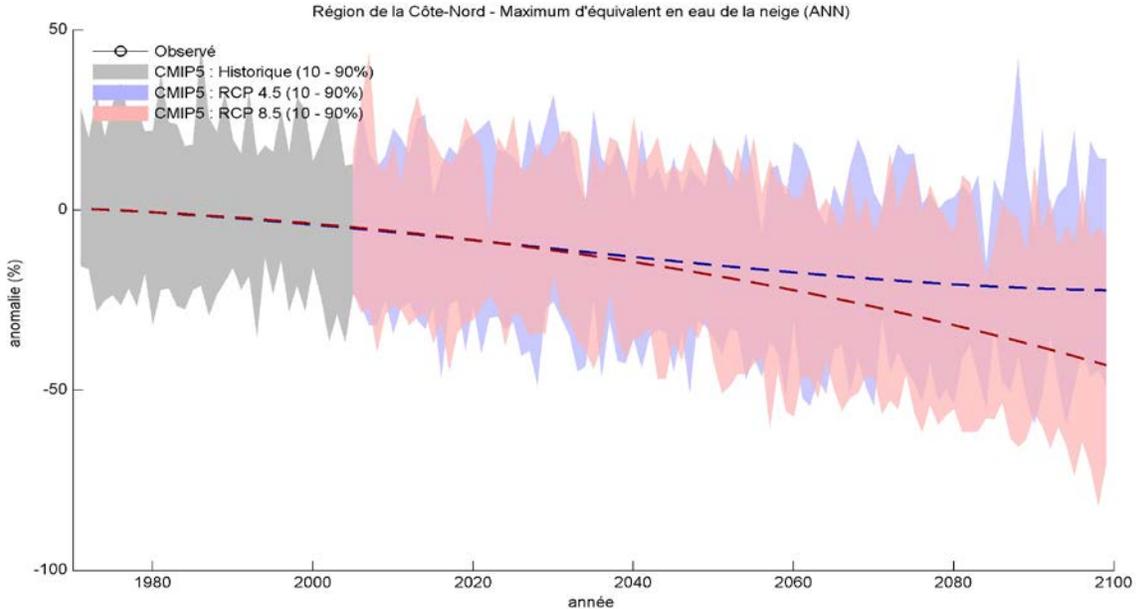


Figure A.108. - Évolution des anomalies du maximum d'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 10 - Nord-du-Québec

Tableau A.10. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.4	+2.2 à 4.6	+2.6 à 7.8
	Hiver	°C	+1.7 à 3.6	+3.1 à 6.7	+3.8 à 10.6
	Printemps	°C	+0.5 à 2.3	+1.4 à 4.1	+1.9 à 6.9
	Été	°C	+0.7 à 1.9	+1.6 à 4.4	+1.9 à 7.4
	Automne	°C	+0.8 à 2.4	+1.7 à 4.6	+2.1 à 7.3
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.2 à 2.3	+1.0 à 4.9	+1.0 à 7.3
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+2.0 à 4.4	+4.2 à 9.2	+4.9 à 14.9
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 2	+1 à 8	+1 à 18
Précipitations totales	Annuel	%	+3.4 à 10.5	+6.8 à 19.3	+7.9 à 23.2
	Hiver	%	+4.1 à 24.1	+9.1 à 36.5	+23.0 à 62.4
	Printemps	%	-1.2 à 11.1	+1.9 à 21.2	+2.1 à 34.1
	Été	%	-2.6 à 8.7	-2.3 à 13.6	-6.5 à 14.2
	Automne	%	+0.1 à 13.2	+4.0 à 21.1	+5.2 à 26.1
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+2 à 16	+5 à 24	+9 à 32
	Hiver	%	+6 à 23	+12 à 43	+14 à 49
	Printemps	%	-1 à 12	+5 à 24	+9 à 37
	Été	%	-2 à 14	+1 à 19	+3 à 20
	Automne	%	+2 à 24	+8 à 32	+9 à 40
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-225 à -504	-445 à -919	-564 à -1447
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+38 à 134	+102 à 344	+127 à 669
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+2 à 10	+5 à 33	+5 à 103
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-354 à -762	-718 à -1425	-840 à -2272
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-369 à -807	-764 à -1550	-890 à -2491
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-12 à 1	-1 à -25	-5 à -35

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

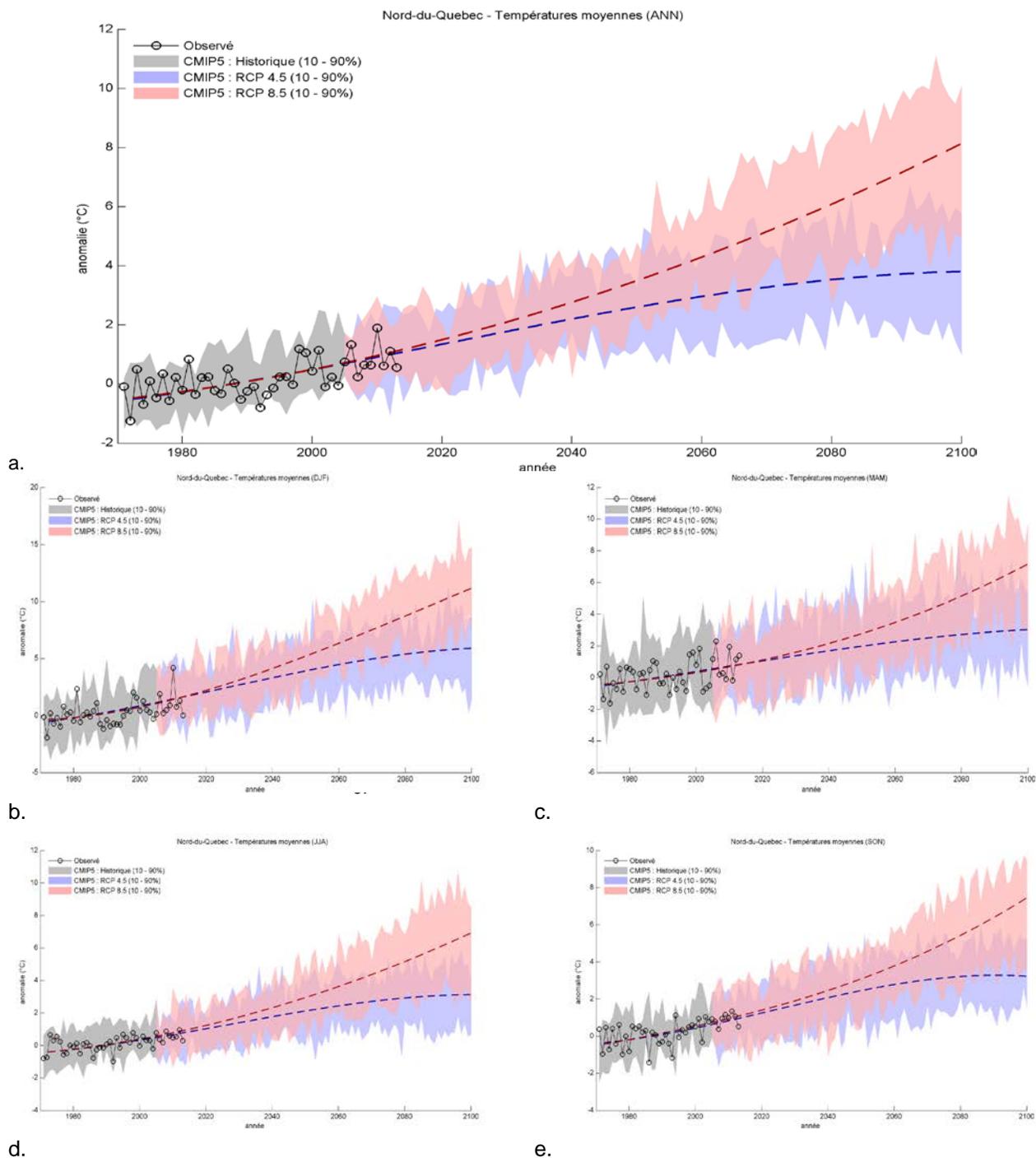


Figure A.109. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAMd) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

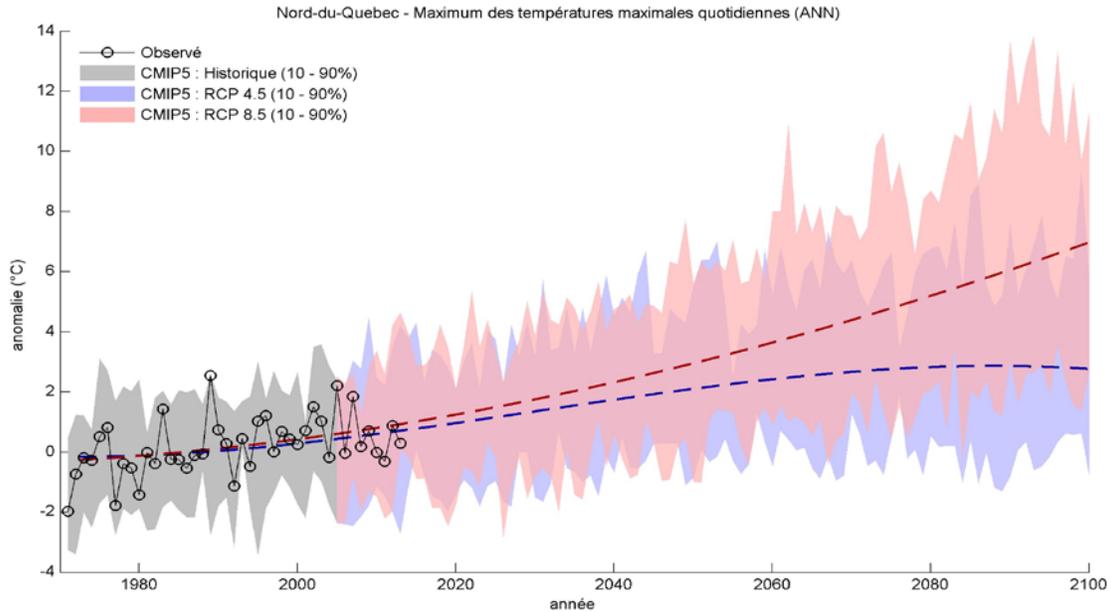


Figure A.110. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

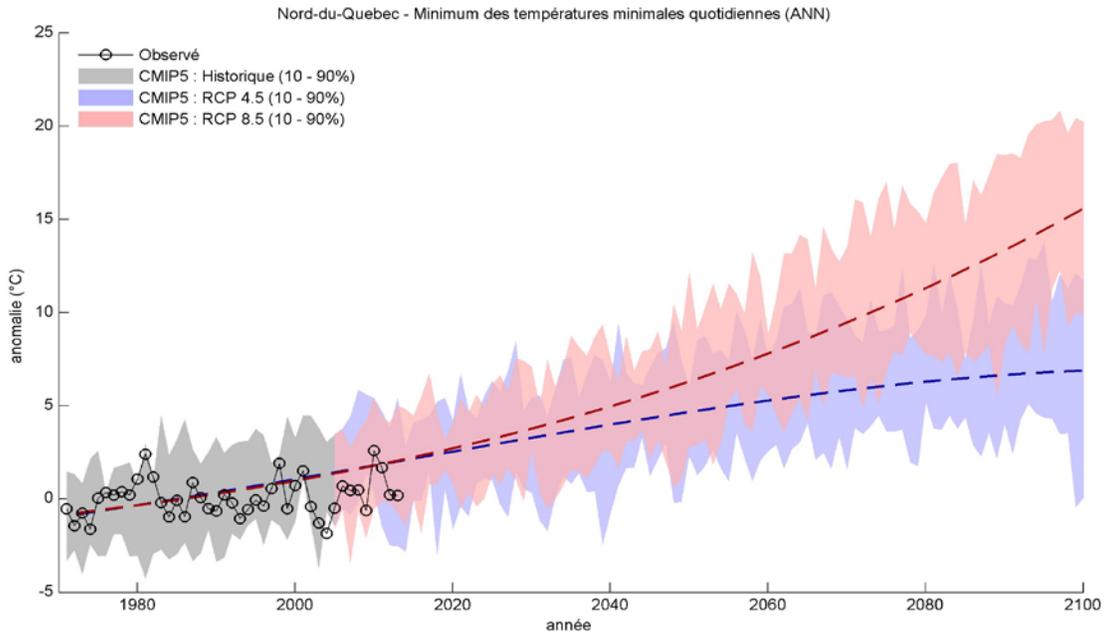


Figure A.111. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

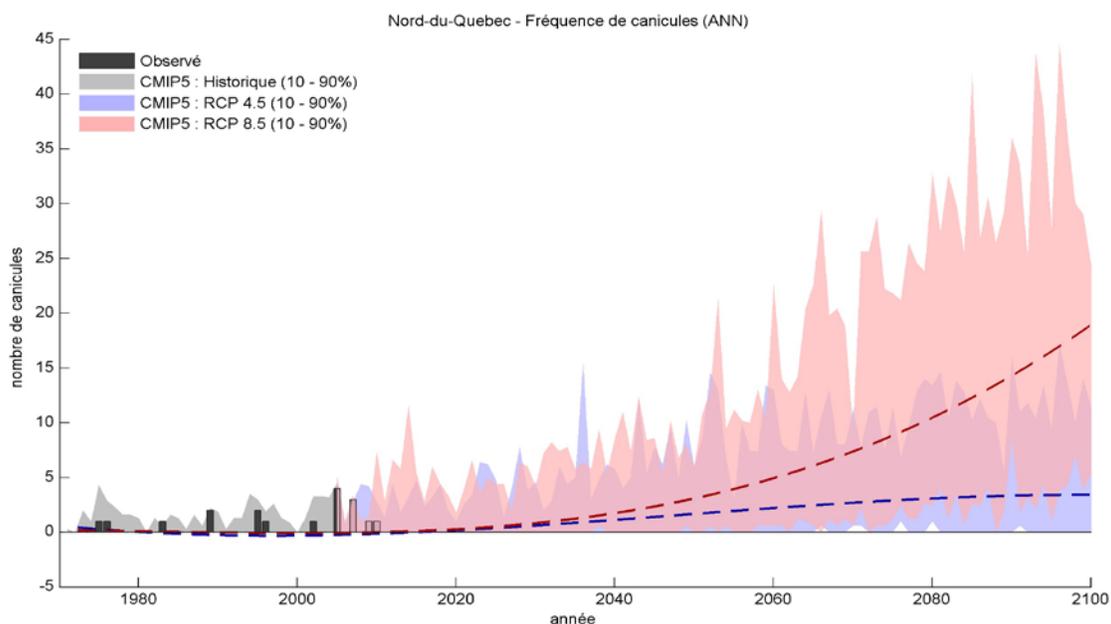


Figure A.112. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

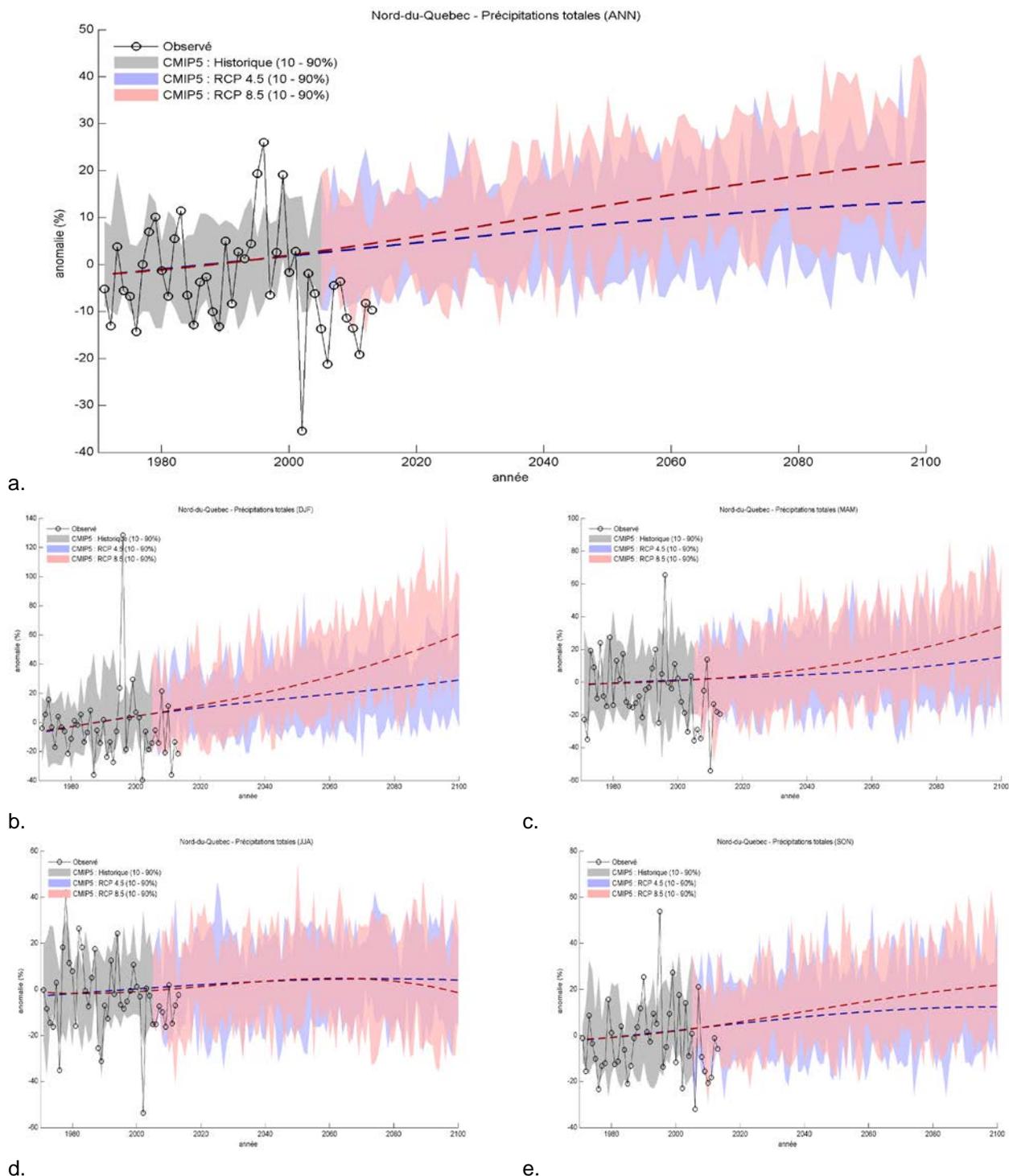


Figure A.113. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

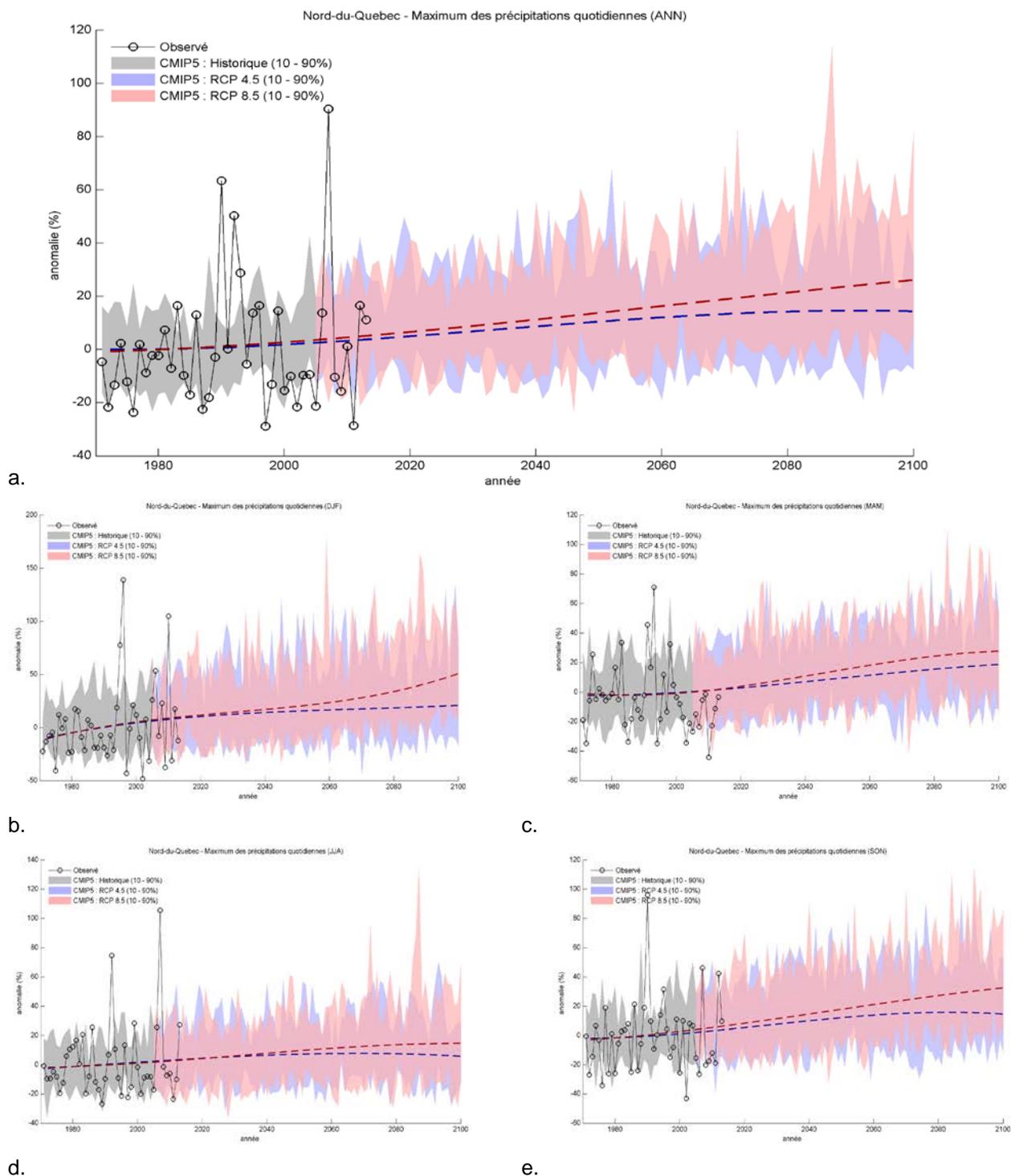
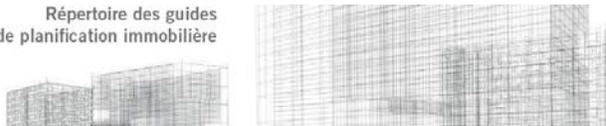


Figure A.114. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

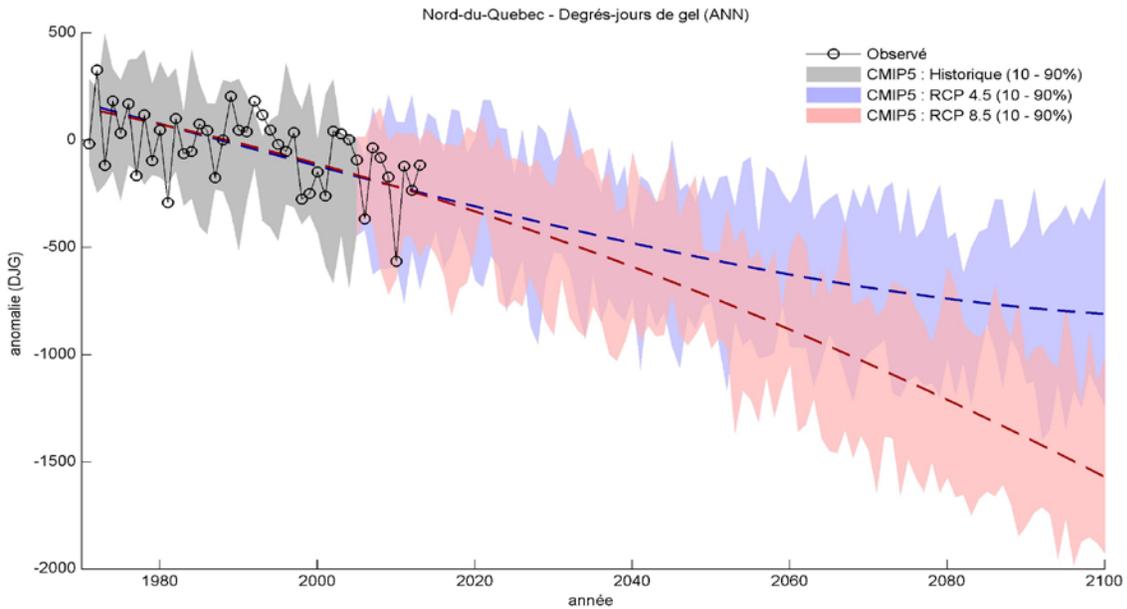


Figure A.115. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

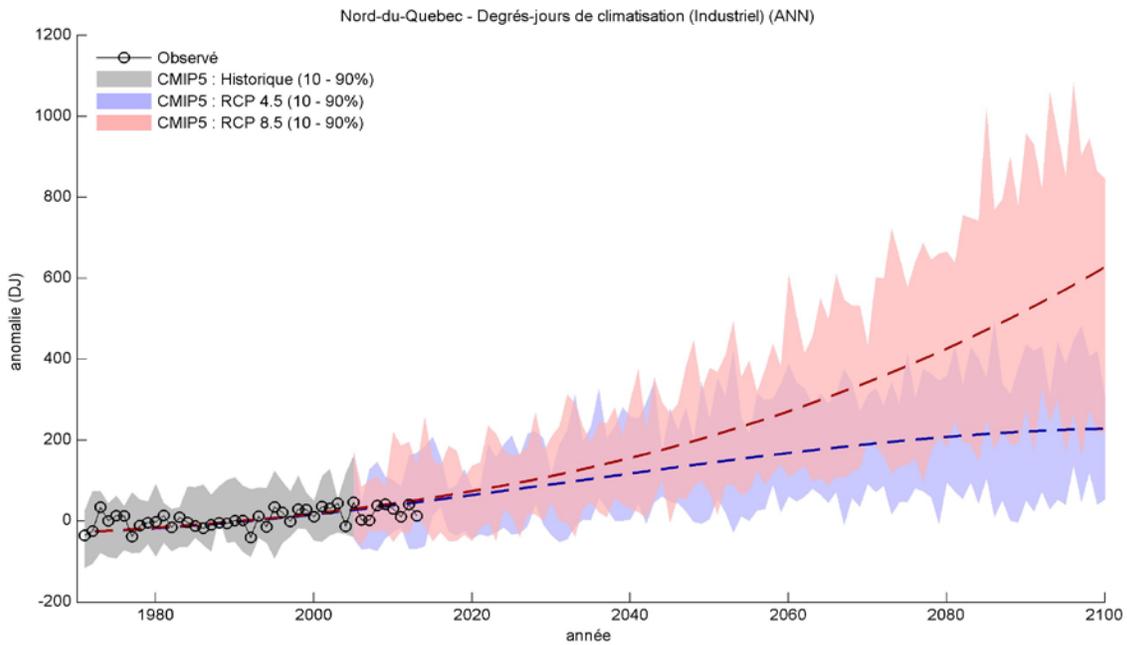


Figure A.116. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

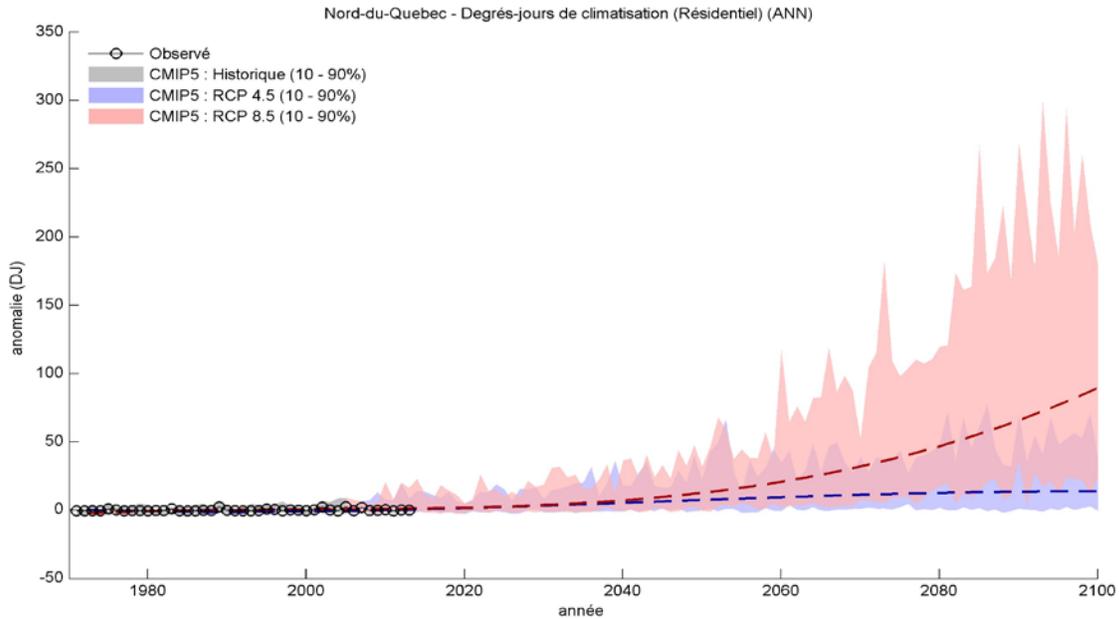


Figure A.117. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

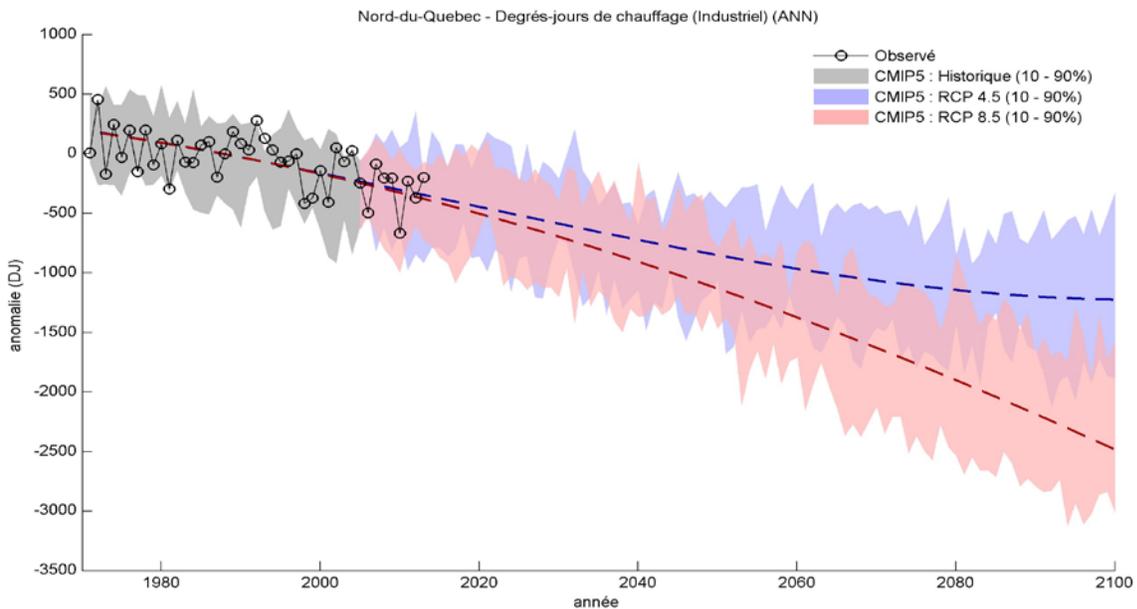


Figure A.118. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

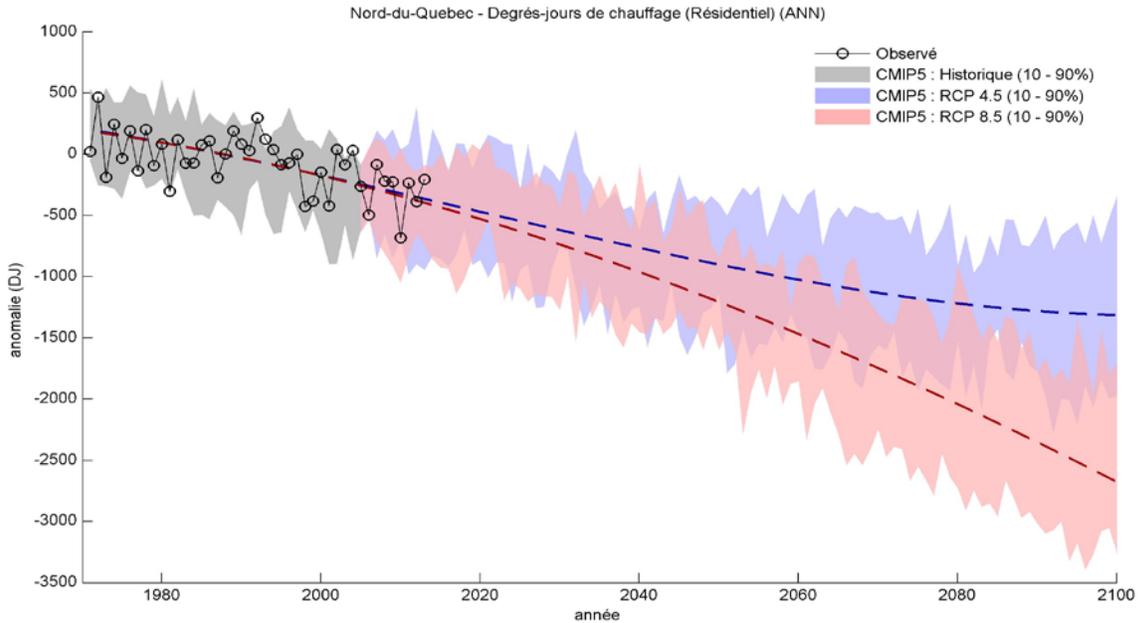


Figure A.119. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

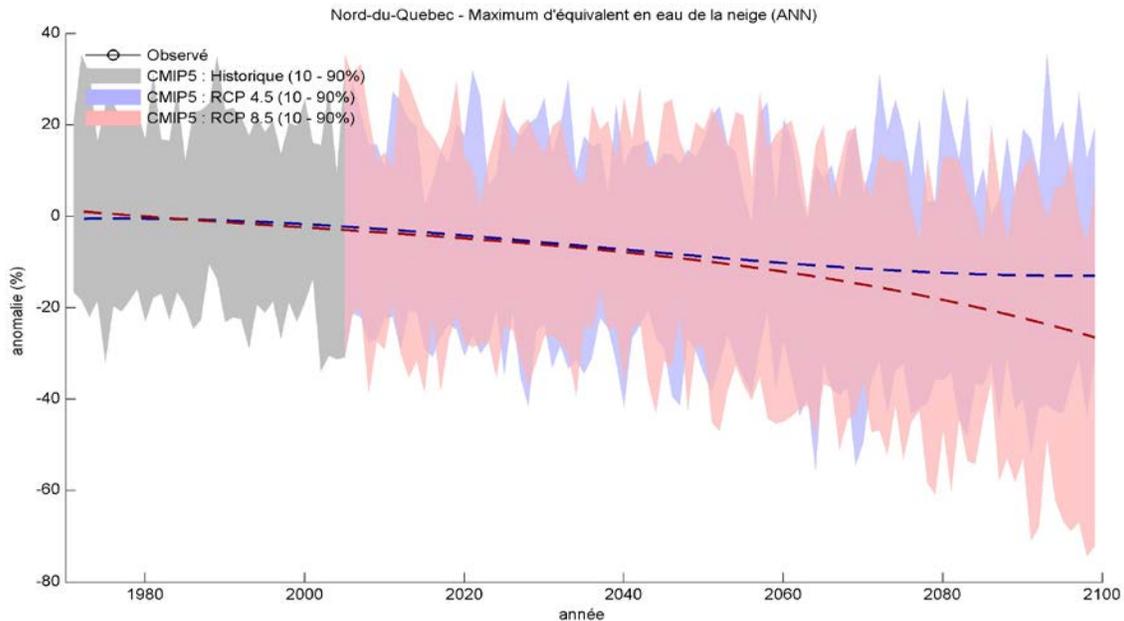


Figure A.120. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 11 - Gaspésie-Îles de la Madeleine

Tableau A.11. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+0.9 à 2.1	+2.0 à 4.0	+2.3 à 6.9
	Hiver	°C	+1.1 à 2.9	+2.5 à 5.0	+3.3 à 7.7
	Printemps	°C	+0.5 à 2.1	+1.4 à 3.8	+2.1 à 6.0
	Été	°C	+0.7 à 2.1	+1.4 à 4.3	+2.0 à 7.1
	Automne	°C	+0.7 à 2.1	+1.8 à 4.2	+2.0 à 6.9
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.3 à 2.5	+1.0 à 5.1	+1.8 à 7.1
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+2.3 à 4.2	+4.7 à 8.1	+5.2 à 12.9
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 2	+1 à 6	+2 à 17
Précipitations totales	Annuel	%	+2.4 à 9.7	+2.8 à 15.3	+7.3 à 19.1
	Hiver	%	+1.4 à 15.6	+1.8 à 24.6	+8.5 à 37.1
	Printemps	%	-1.4 à 14.9	+4.4 à 19.3	+8.5 à 29.2
	Été	%	-1.1 à 12.2	-3.9 à 19.1	-2.0 à 20.8
	Automne	%	-2.9 à 8.4	-2.2 à 13.3	-4.5 à 14.3
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+3 à 18	+6 à 25	+7 à 32
	Hiver	%	-3 à 20	+2 à 34	+7 à 43
	Printemps	%	-1 à 15	+7 à 19	+13 à 38
	Été	%	-5 à 15	-1 à 21	+4 à 26
	Automne	%	-4 à 19	+2 à 27	+3 à 30
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-134 à -378	-329 à -627	-425 à -897
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+54 à 186	+137 à 426	+175 à 799
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+1 à 13	+4 à 43	+6 à 139
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-233 à -652	-596 à -1162	-737 à -1862
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-275 à -716	-662 à -1288	-802 à -2098
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-2 à -42	-16 à -64	-28 à -77

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

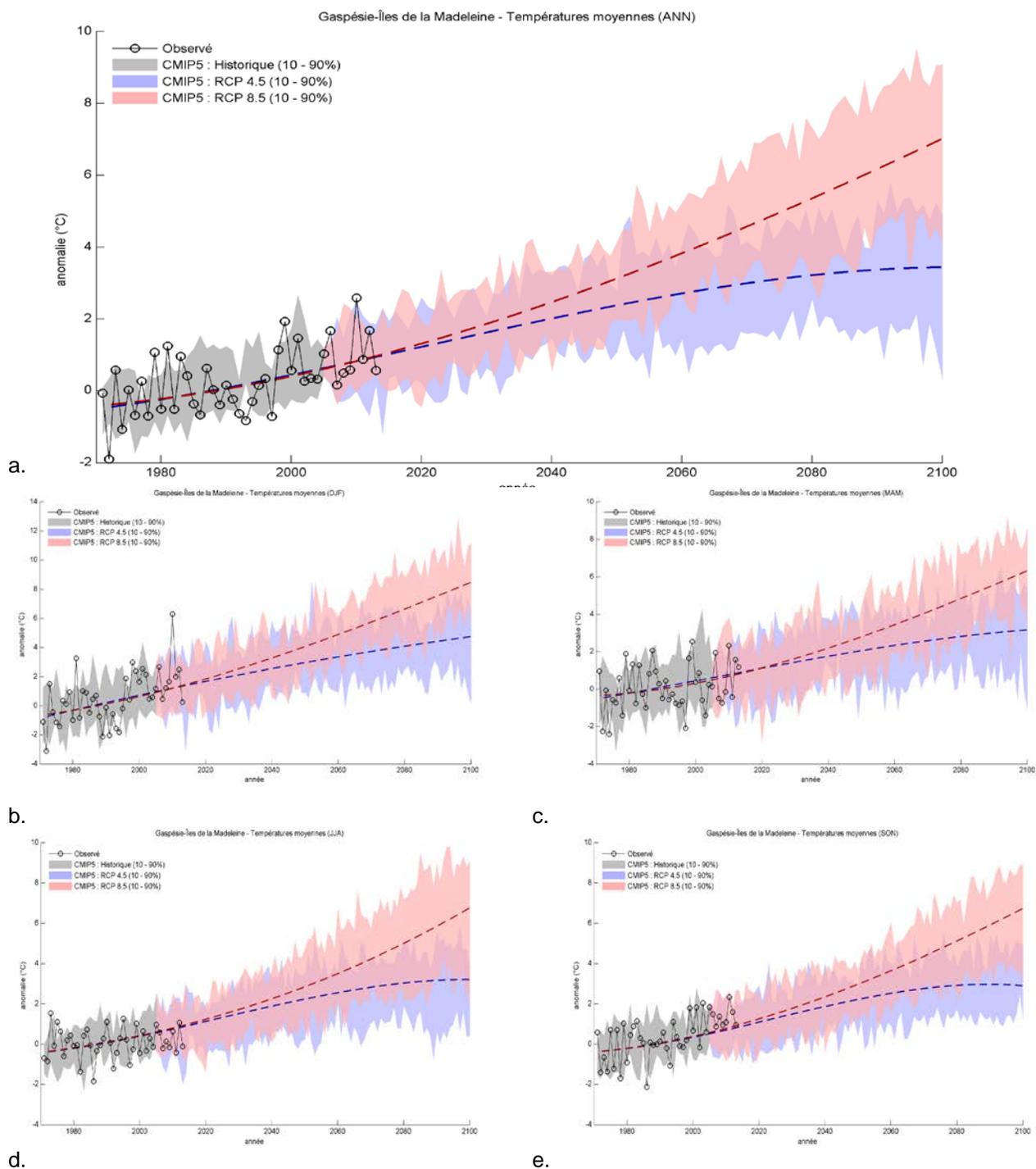


Figure A.121. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

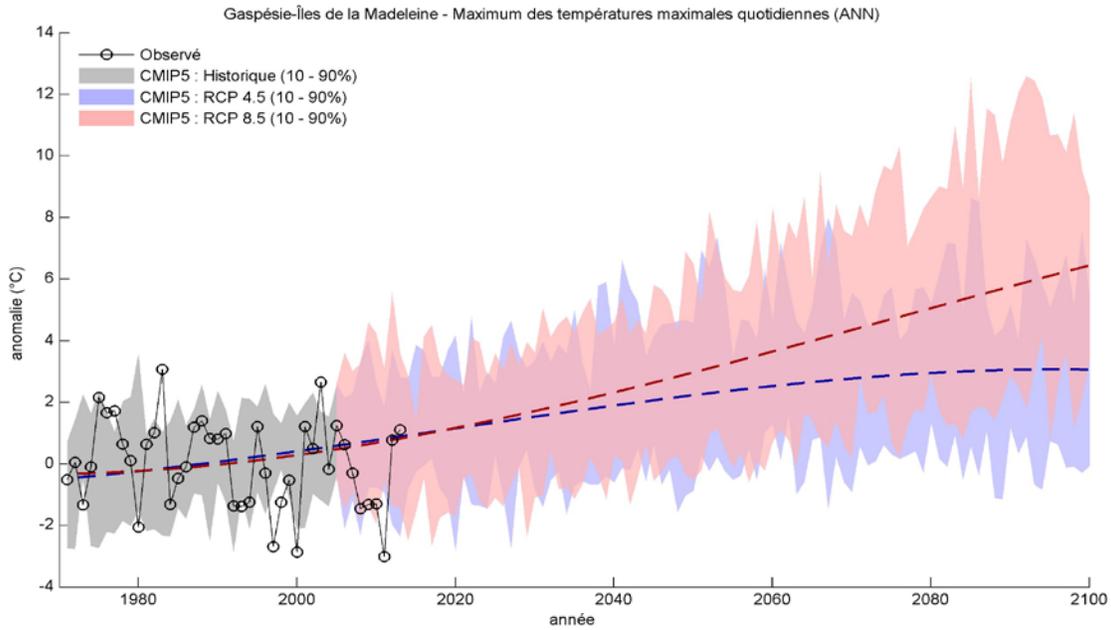


Figure A.122. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n= 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

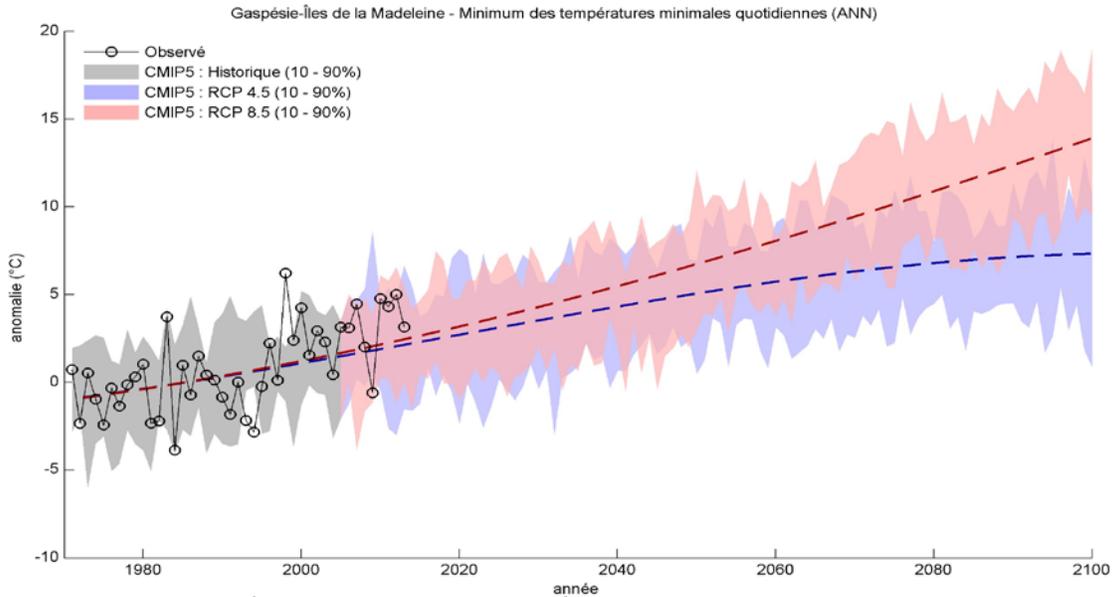


Figure A.123. Gaspésie-Îles de la Madeleine : Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n= 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

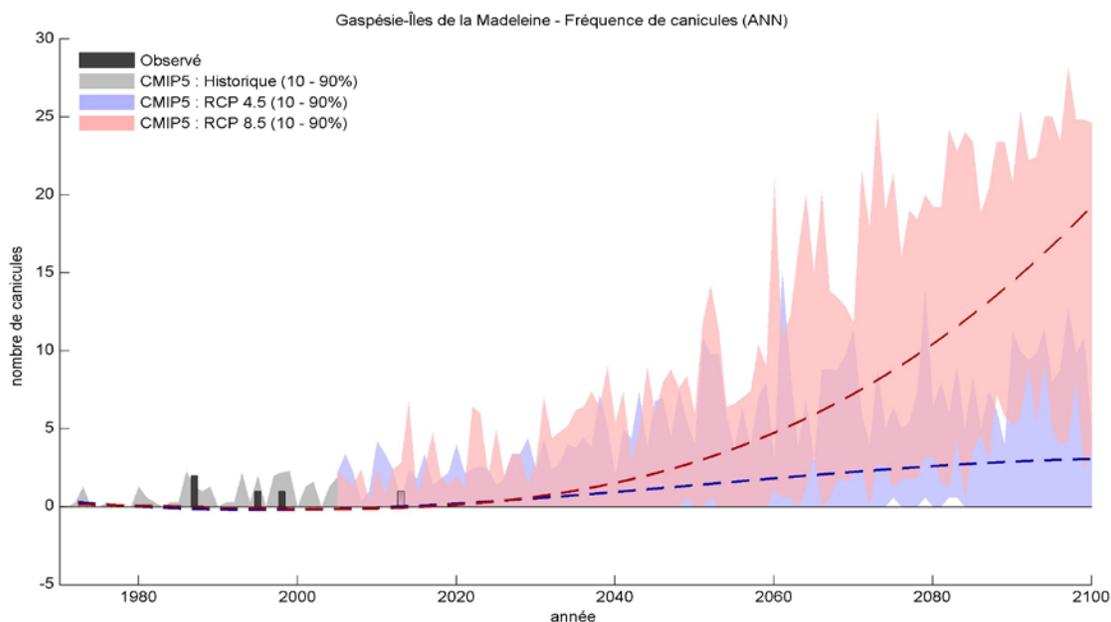


Figure A.124. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

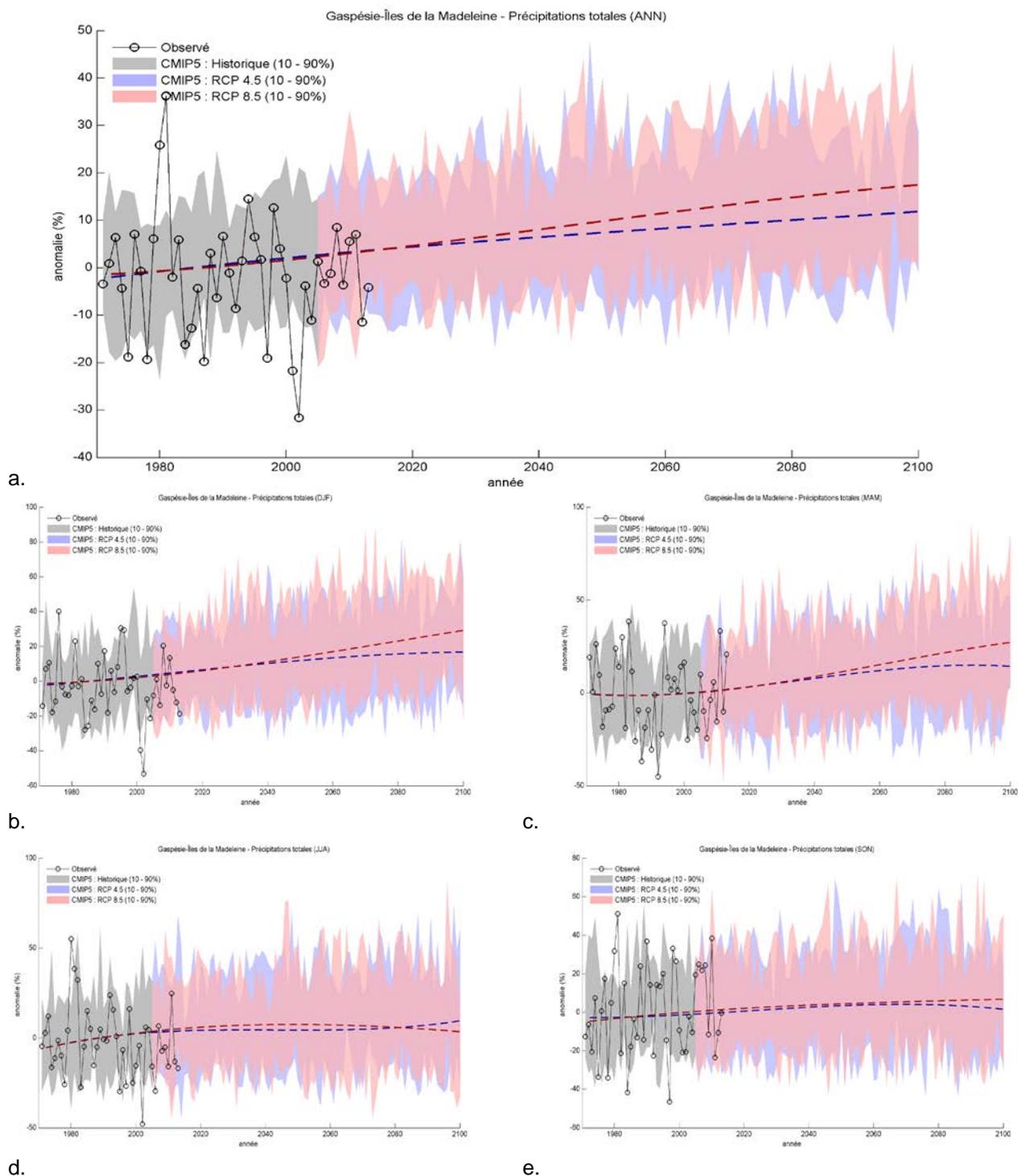


Figure A.125. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

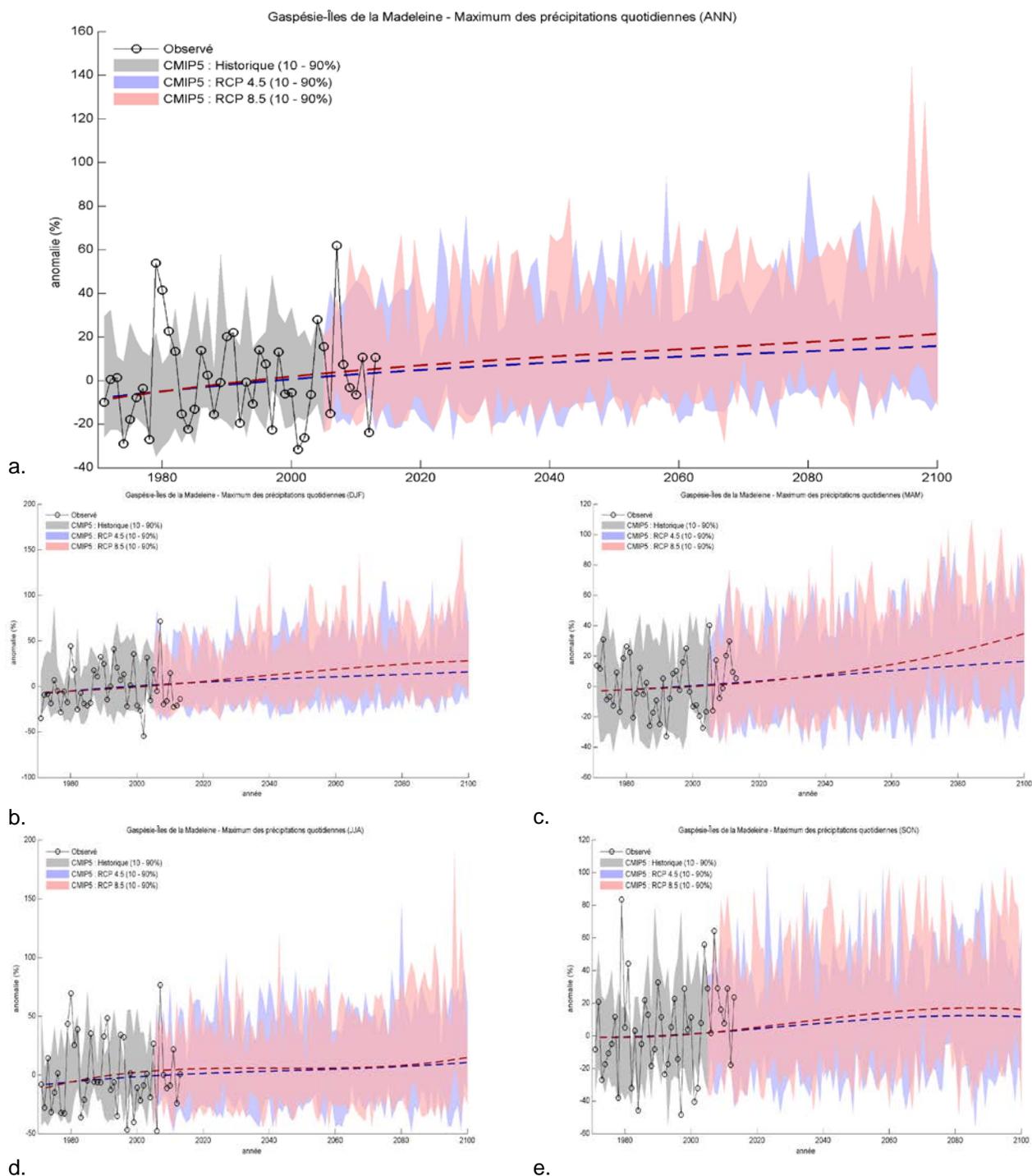


Figure A.126. Gaspésie-Îles de la Madeleine : Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.



Changements climatiques Vulnérabilité et adaptation des immeubles

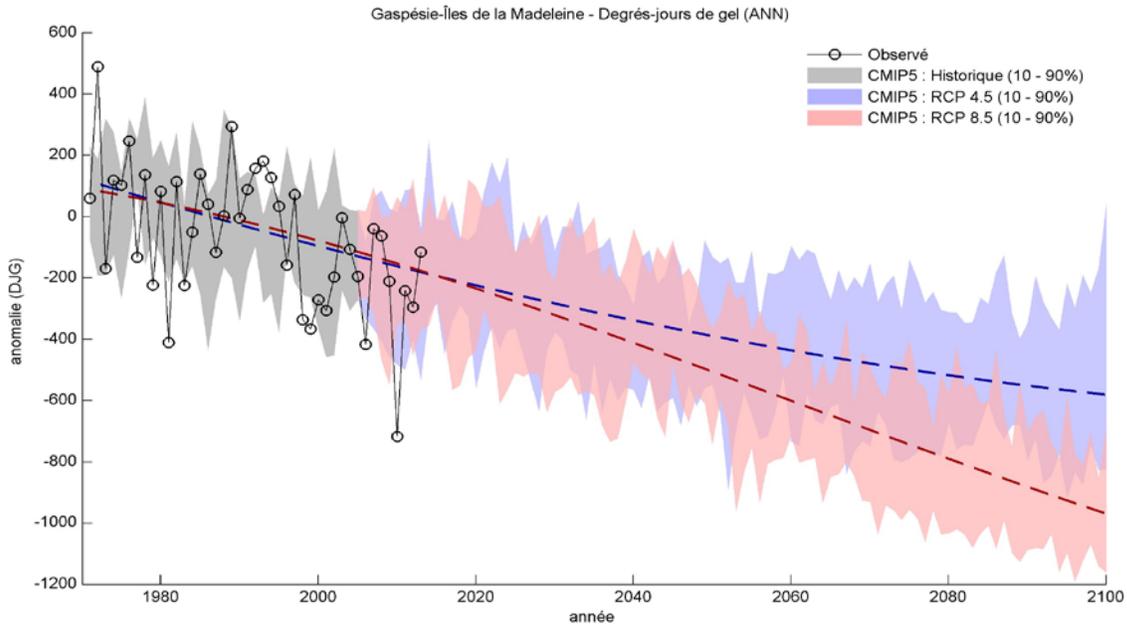


Figure A.127. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

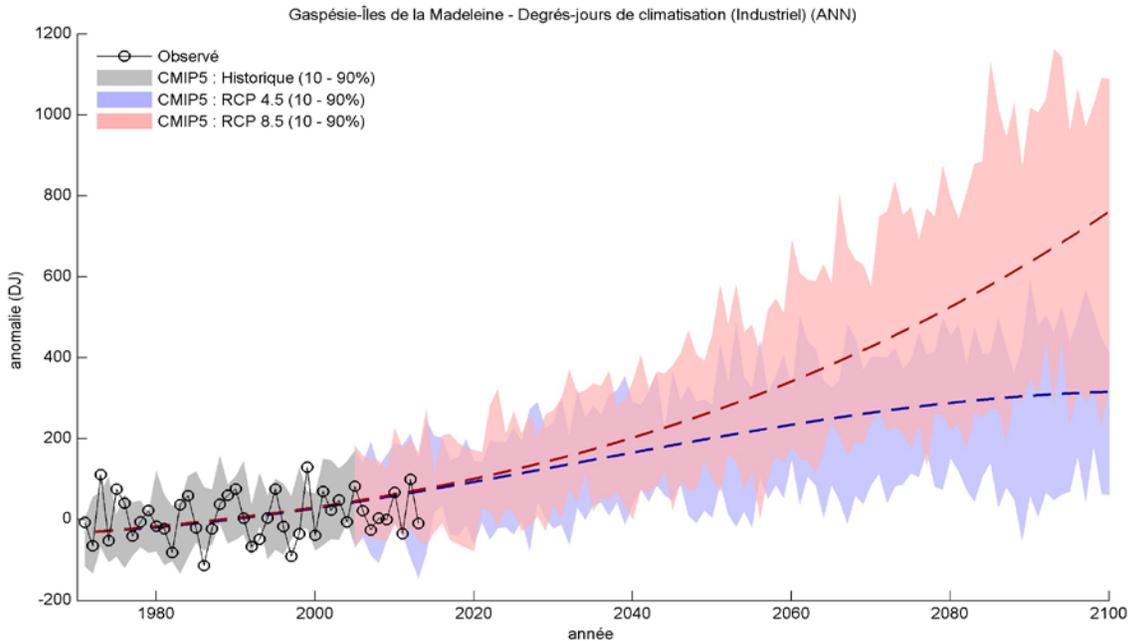


Figure A.128. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

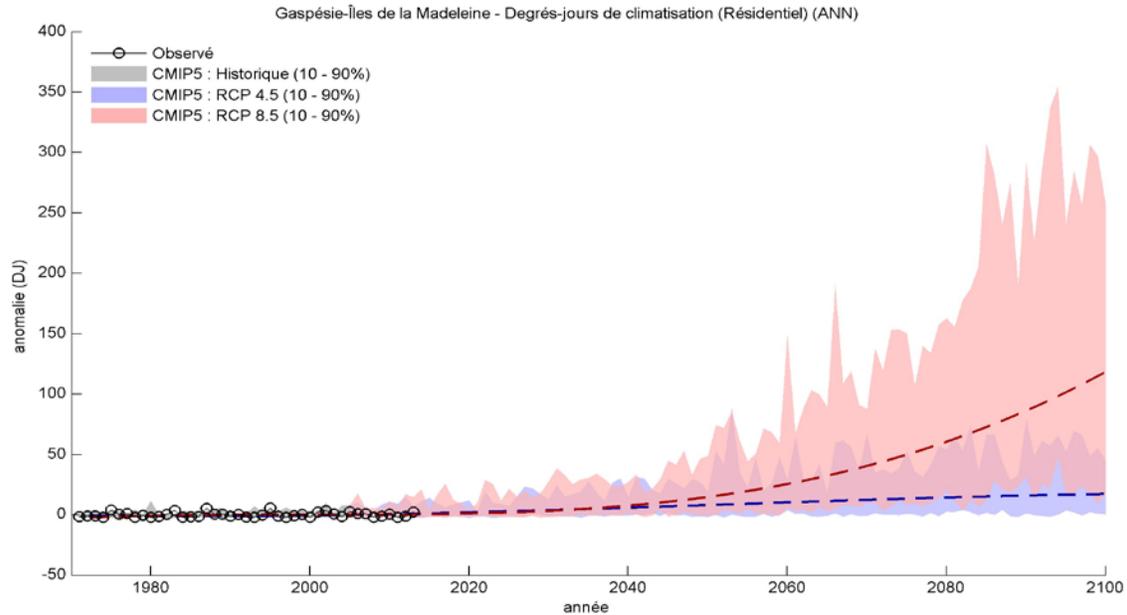


Figure A.129. Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

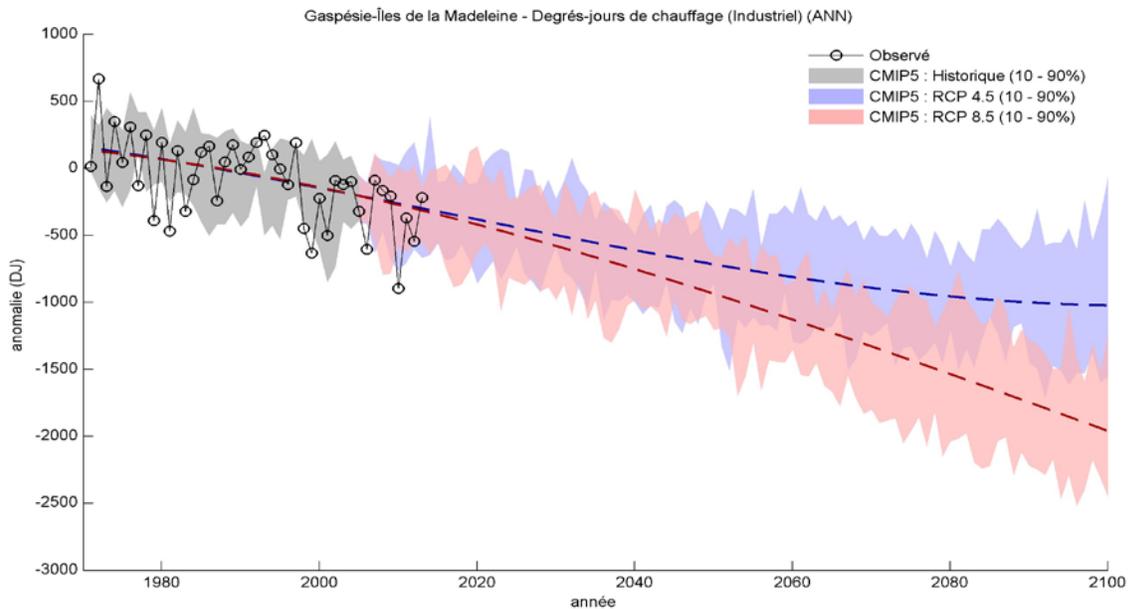


Figure A.130. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

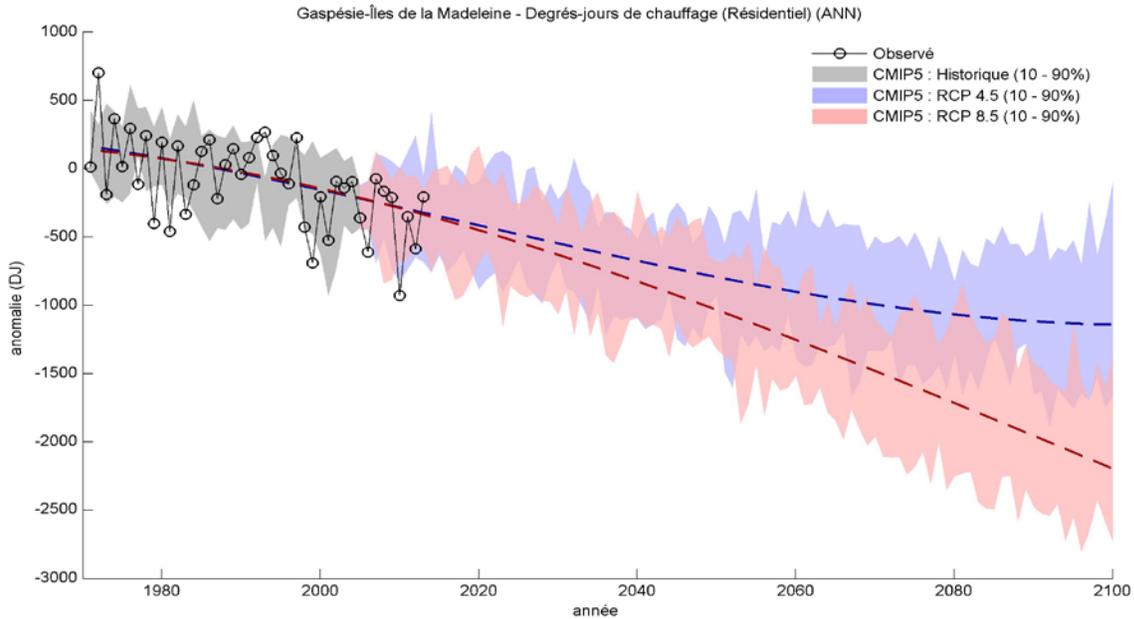


Figure A.131. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000

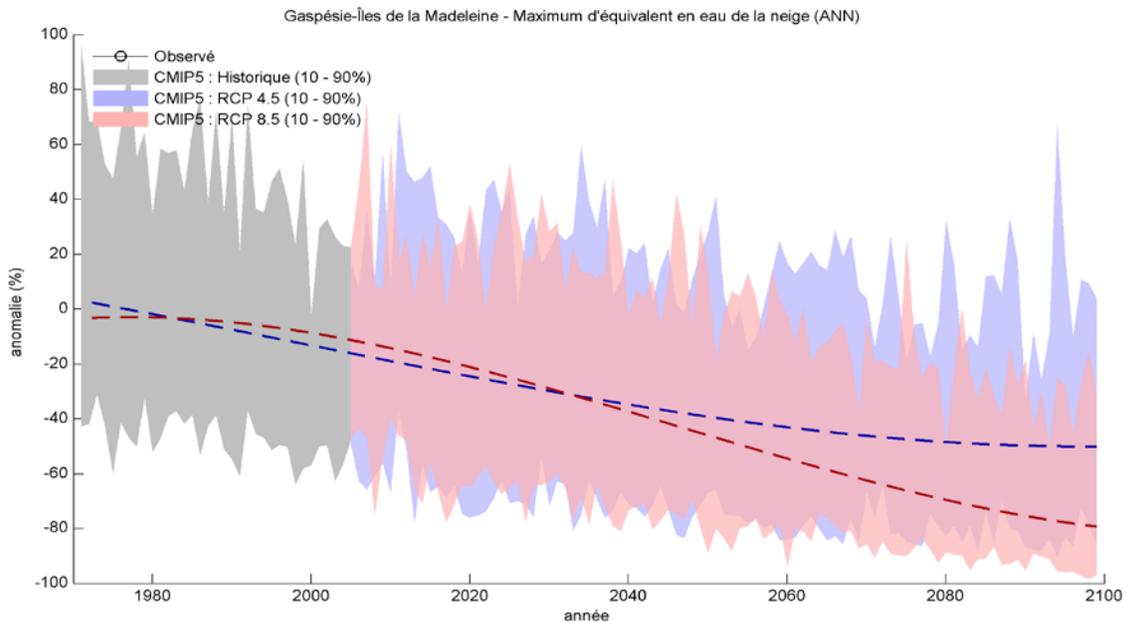


Figure A.132. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.
 **Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 12 - Chaudière-Appalaches

Tableau A.9. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.1	+1.9 à 4.1	+2.3 à 7.0
	Hiver	°C	+1.3 à 2.9	+2.2 à 5.0	+3.1 à 7.9
	Printemps	°C	+0.7 à 2.0	+1.6 à 3.7	+2.1 à 6.3
	Été	°C	+0.8 à 2.1	+1.7 à 4.4	+2.2 à 7.0
	Automne	°C	+0.9 à 2.2	+1.8 à 4.3	+2.0 à 6.8
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.9 à 2.4	+1.9 à 4.6	+2.3 à 7.3
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.6 à 4.5	+3.8 à 8.1	+4.5 à 13.0
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 11
Précipitations totales	Annuel	%	+2.8 à 9.8	+2.4 à 16.5	+7.0 à 18.3
	Hiver	%	+2.7 à 19.1	+4.6 à 27.4	+10.8 à 39.2
	Printemps	%	-1.5 à 13.6	+4.1 à 22.3	+6.1 à 30.8
	Été	%	+0.7 à 11.5	-1.3 à 15.2	-3.4 à 16.4
	Automne	%	-6.1 à 7.9	-3.0 à 15.3	-7.2 à 16.5
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-1 à 20	+5 à 26	+8 à 33
	Hiver	%	-3 à 16	+2 à 24	+5 à 40
	Printemps	%	-5 à 18	+5 à 23	+10 à 35
	Été	%	-3 à 18	+1 à 27	+4 à 24
	Automne	%	-4 à 21	-0 à 28	-0 à 41
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-149 à -340	-266 à -565	-386 à -867
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+82 à 233	+188 à 535	+249 à 931
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+8 à 30	+23 à 100	+30 à 254
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-276 à -601	-527 à -1073	-649 à -1714
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-317 à -663	-598 à -1213	-721 à -1919
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-4 à -43	-13 à -64	-27 à -75

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

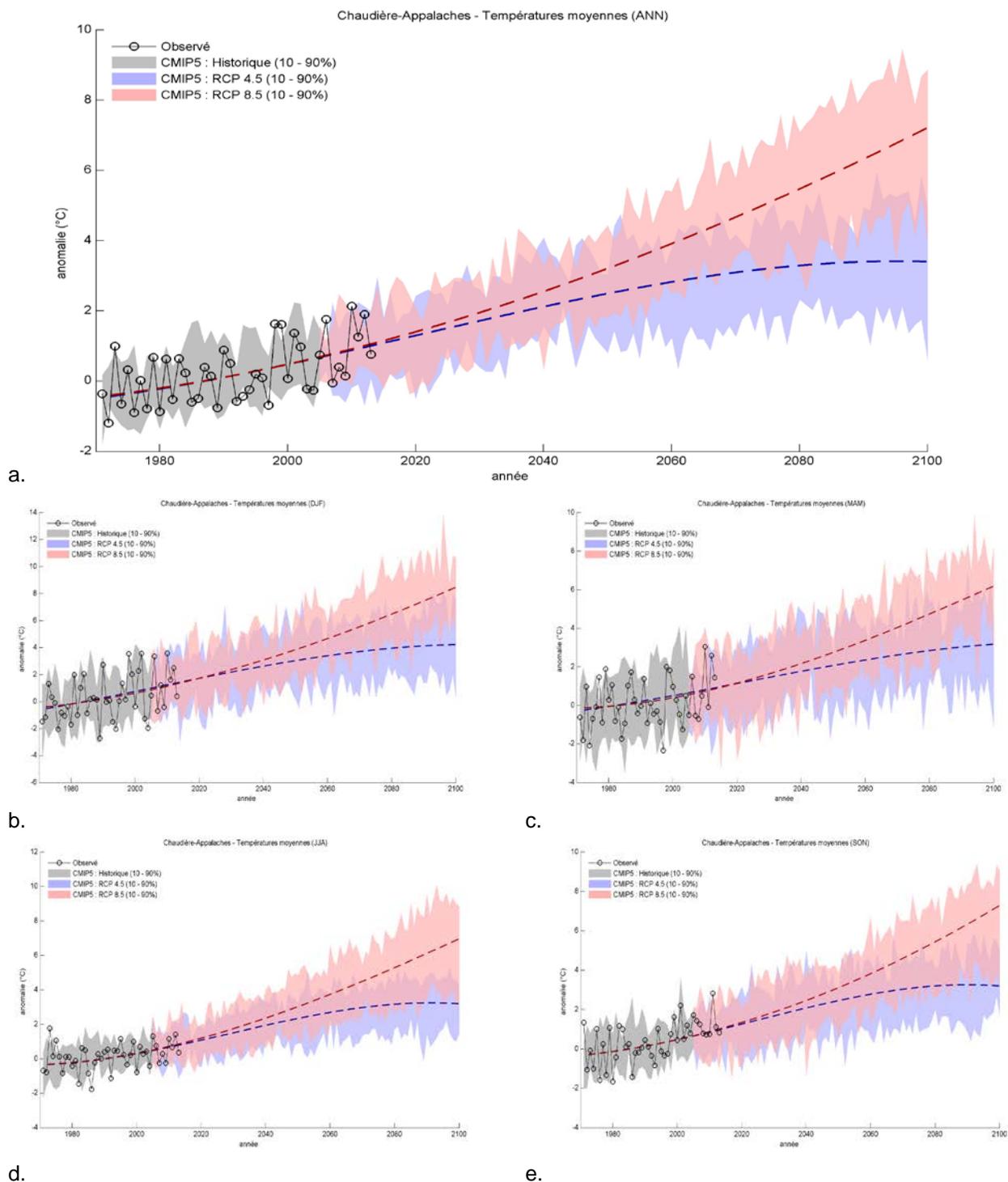


Figure A.133. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

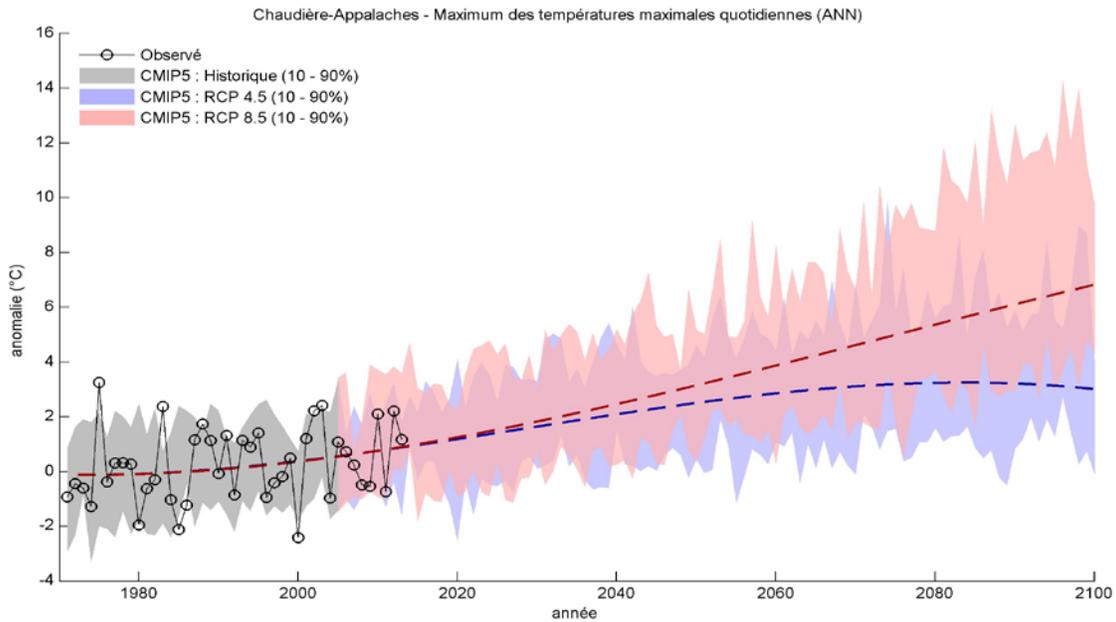


Figure A.134. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

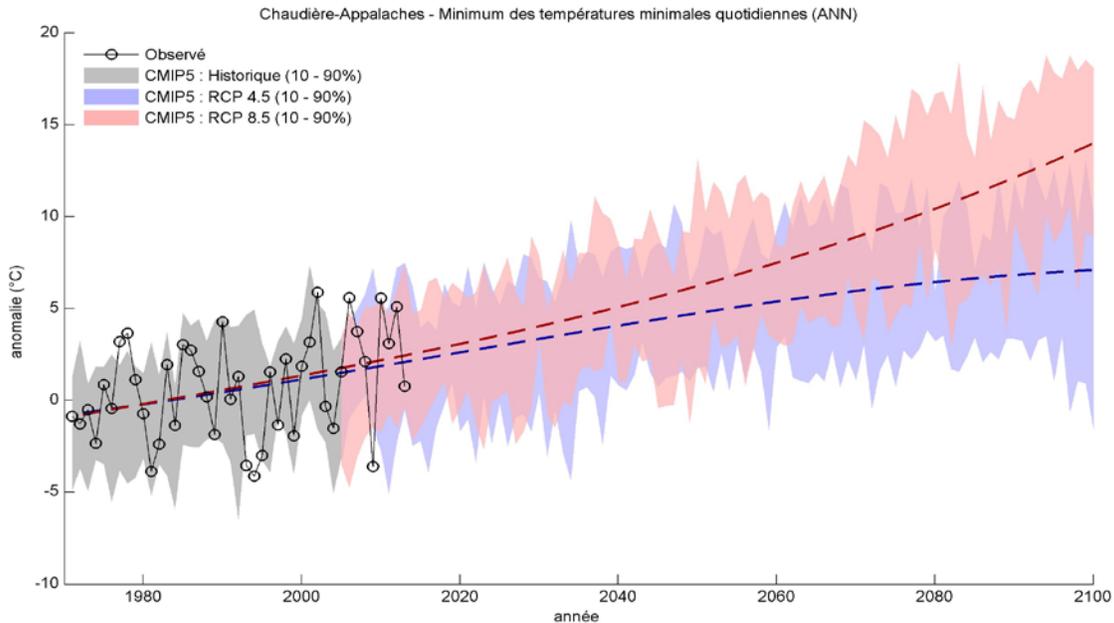


Figure A.135. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

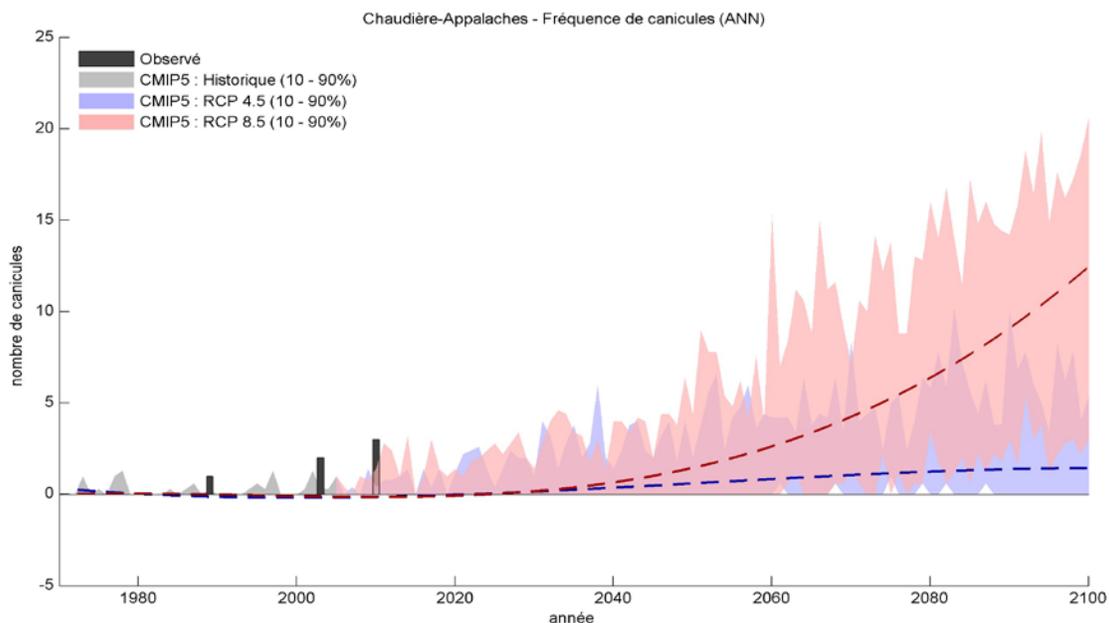


Figure A.136.- Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

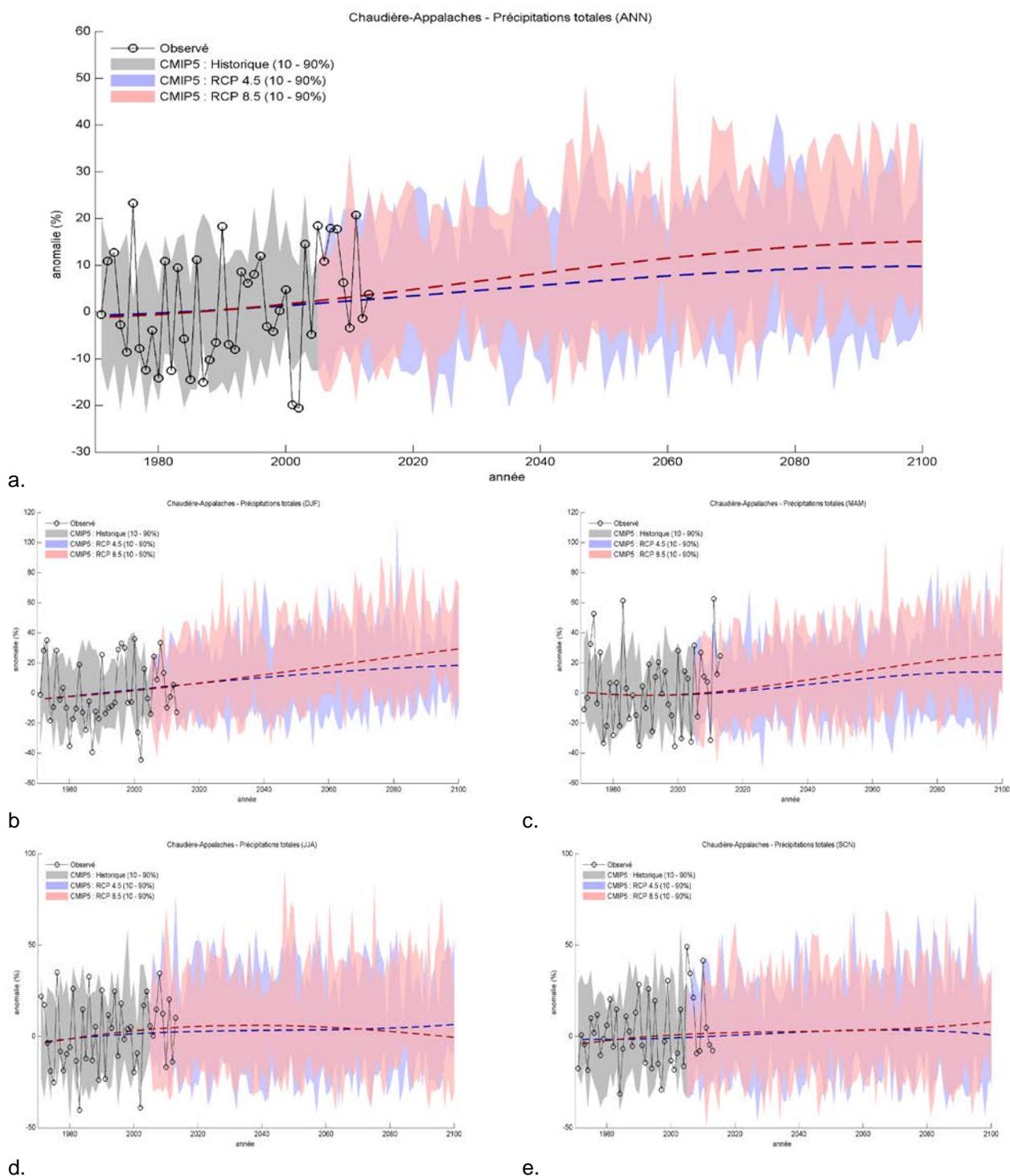


Figure A.137. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

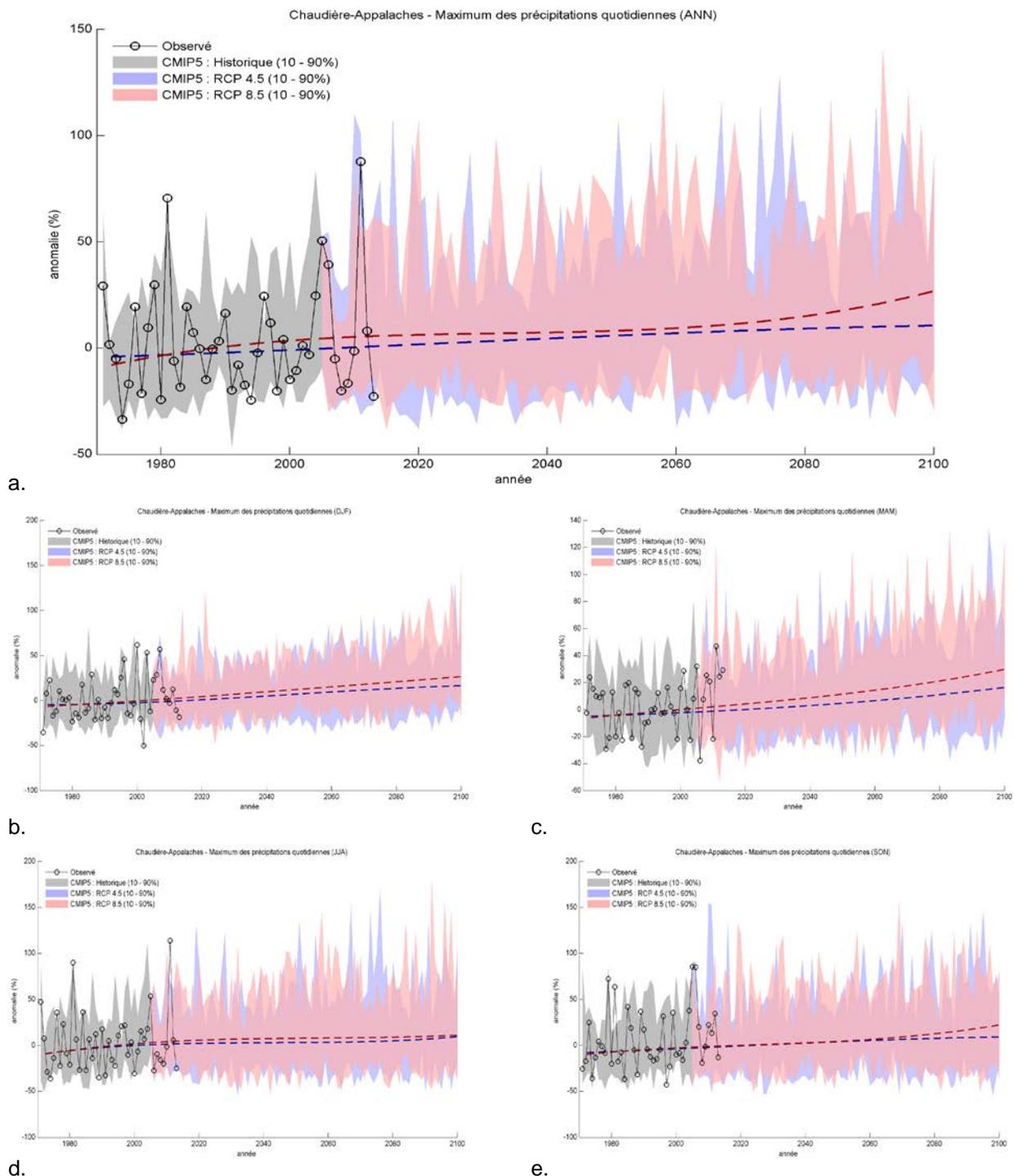


Figure A.138. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

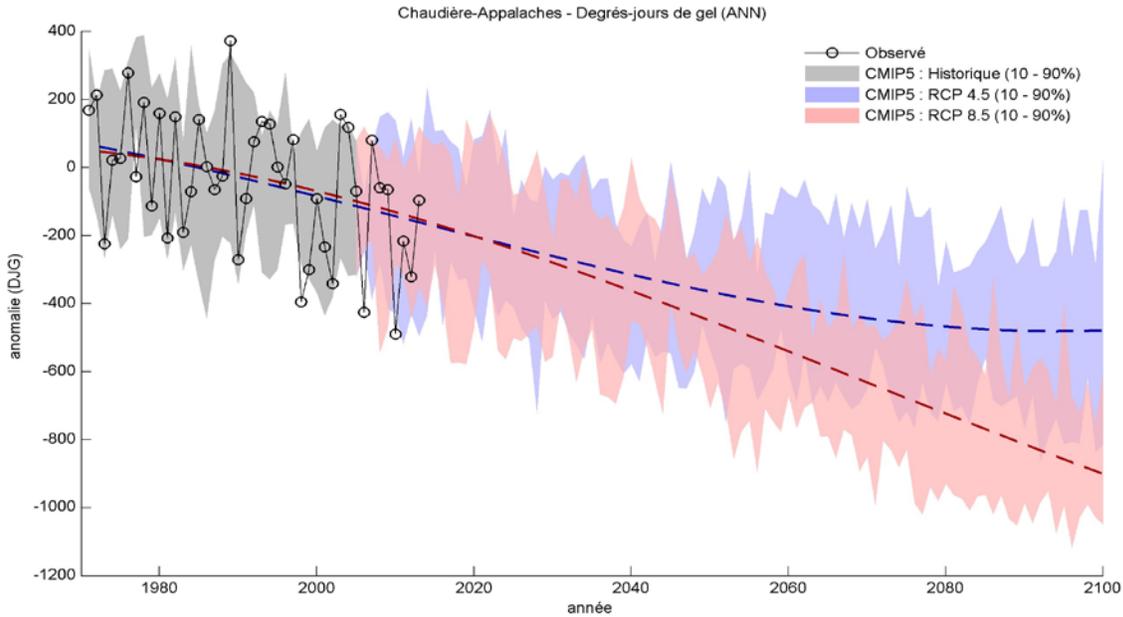


Figure A.139. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

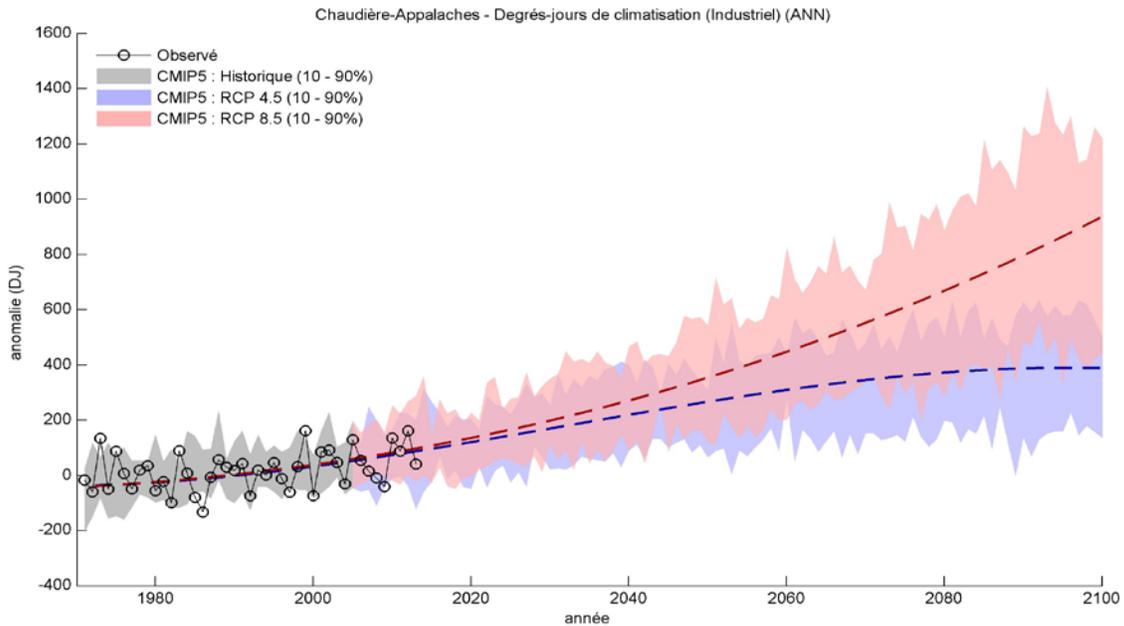


Figure A.140. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

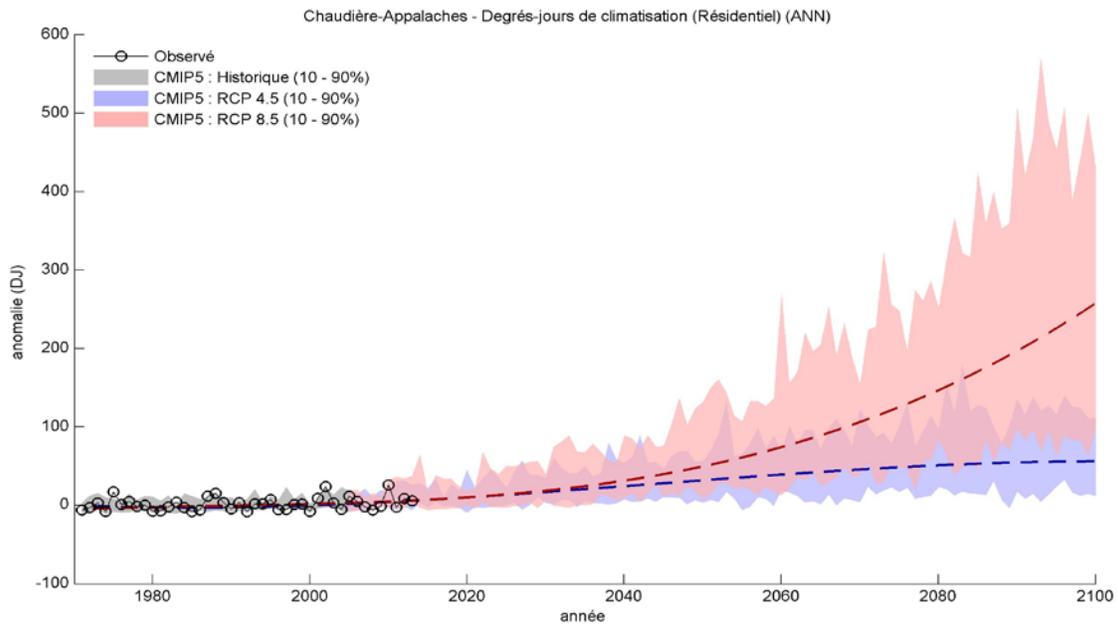


Figure A.141. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

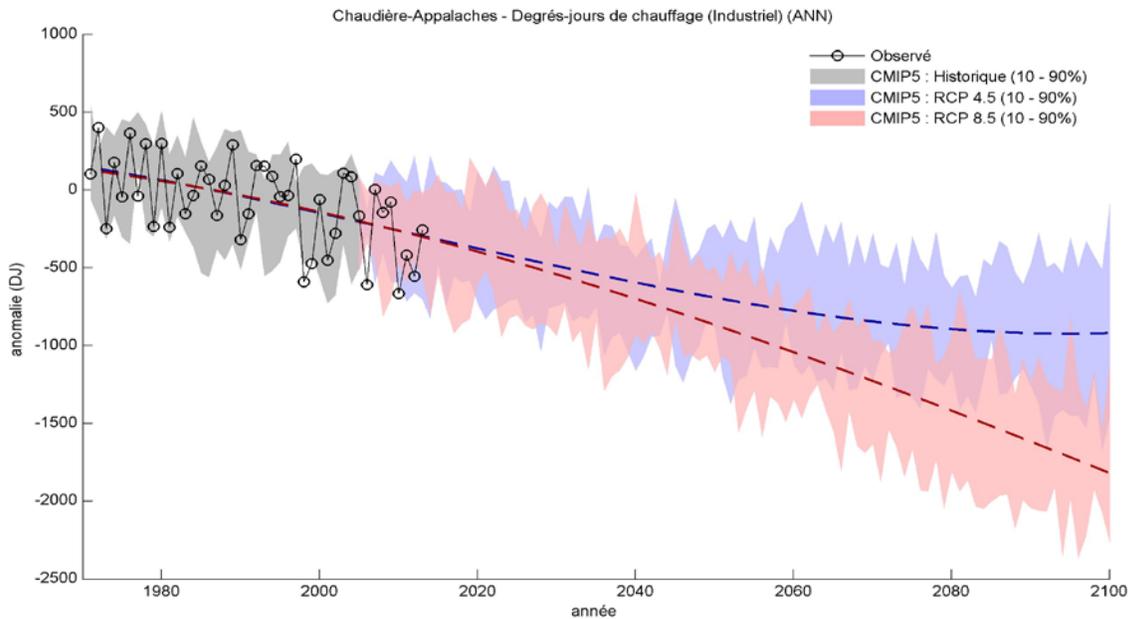


Figure A.142. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

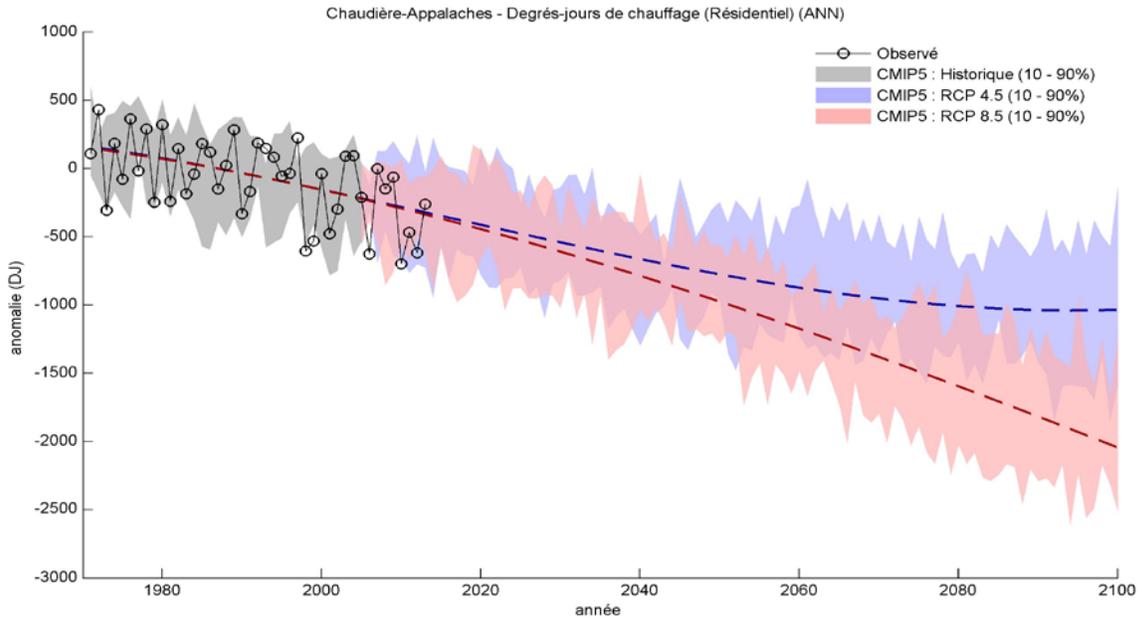


Figure A.143. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

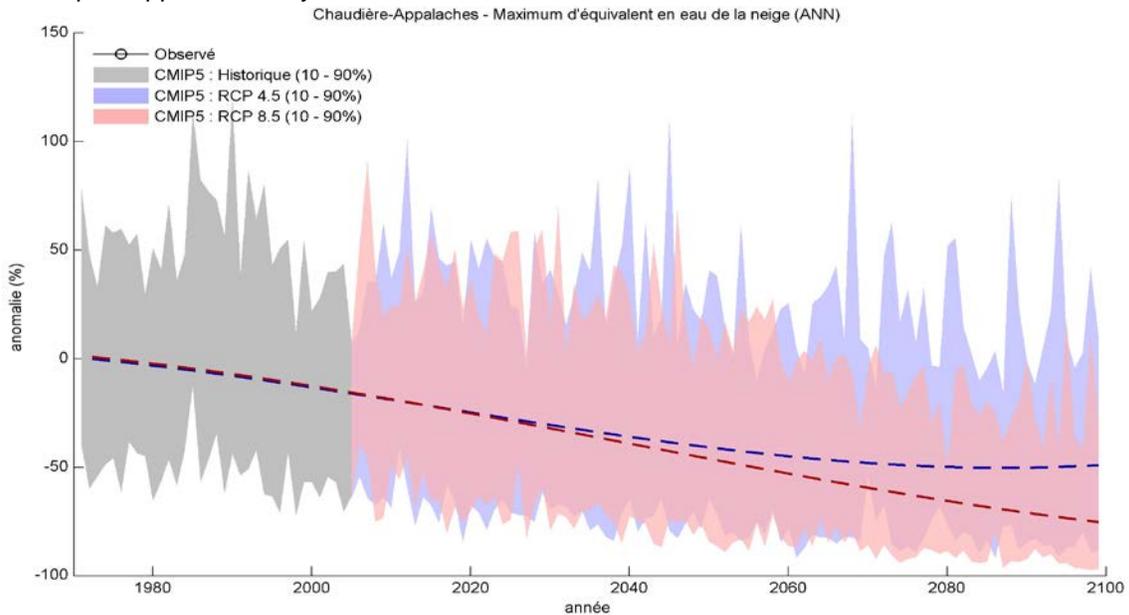


Figure A.144. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 13 - Laval

Tableau A.13. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.3	+1.8 à 4.1	+2.3 à 6.8
	Hiver	°C	+1.3 à 3.0	+2.3 à 5.1	+3.0 à 7.9
	Printemps	°C	+0.7 à 1.9	+1.7 à 3.7	+2.2 à 6.2
	Été	°C	+0.7 à 2.0	+1.5 à 4.4	+2.1 à 7.0
	Automne	°C	+0.8 à 2.3	+1.8 à 4.3	+2.1 à 6.8
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.0 à 2.4	+1.8 à 4.7	+2.4 à 7.5
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+2.0 à 4.5	+3.8 à 8.1	+4.5 à 12.8
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 2	+0 à 6
Précipitations totales	Annuel	%	+1.3 à 8.0	+2.8 à 15.9	+6.5 à 17.2
	Hiver	%	+3.9 à 22.0	+4.1 à 32.3	+12.1 à 40.8
	Printemps	%	-1.0 à 11.6	+3.8 à 21.6	+6.5 à 31.7
	Été	%	-2.0 à 8.2	-5.6 à 10.4	-9.9 à 13.2
	Automne	%	-8.6 à 9.9	-2.1 à 14.9	-7.7 à 17.4
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-5 à 16	-0 à 22	+2 à 24
	Hiver	%	-4 à 18	-0 à 34	+8 à 43
	Printemps	%	-5 à 15	+2 à 32	+5 à 37
	Été	%	-4 à 22	+0 à 29	-7 à 28
	Automne	%	-8 à 16	-2 à 22	-4 à 39
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-120 à -298	-237 à -500	-304 à -718
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+110 à 293	+208 à 654	+323 à 1116
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+27 à 85	+60 à 236	+91 à 477
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-232 à -560	-456 à -976	-563 à -1538
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-267 à -628	-513 à -1103	-619 à -1721
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-3 à -38	-14 à -62	-30 à -75

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

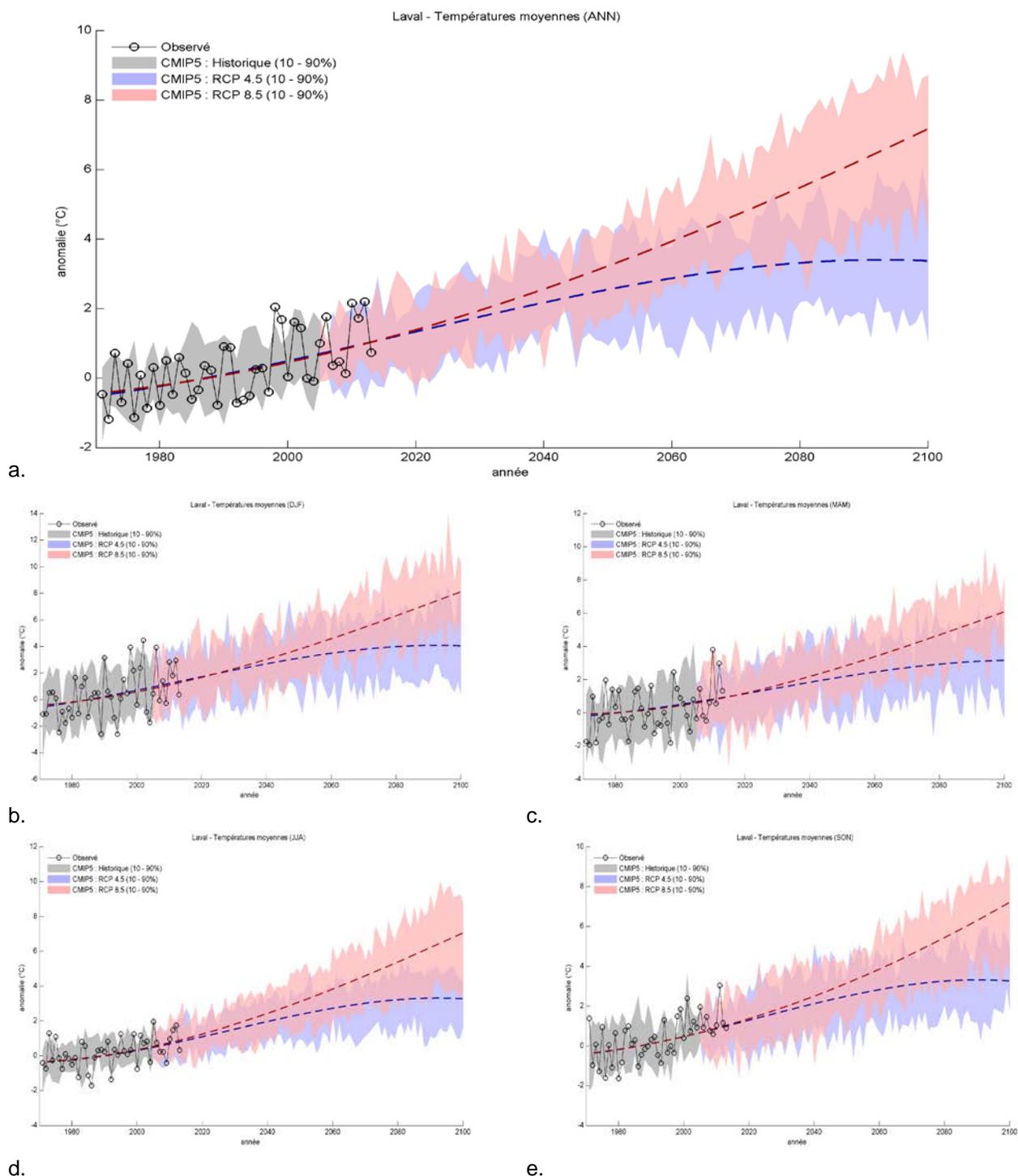


Figure A.145. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

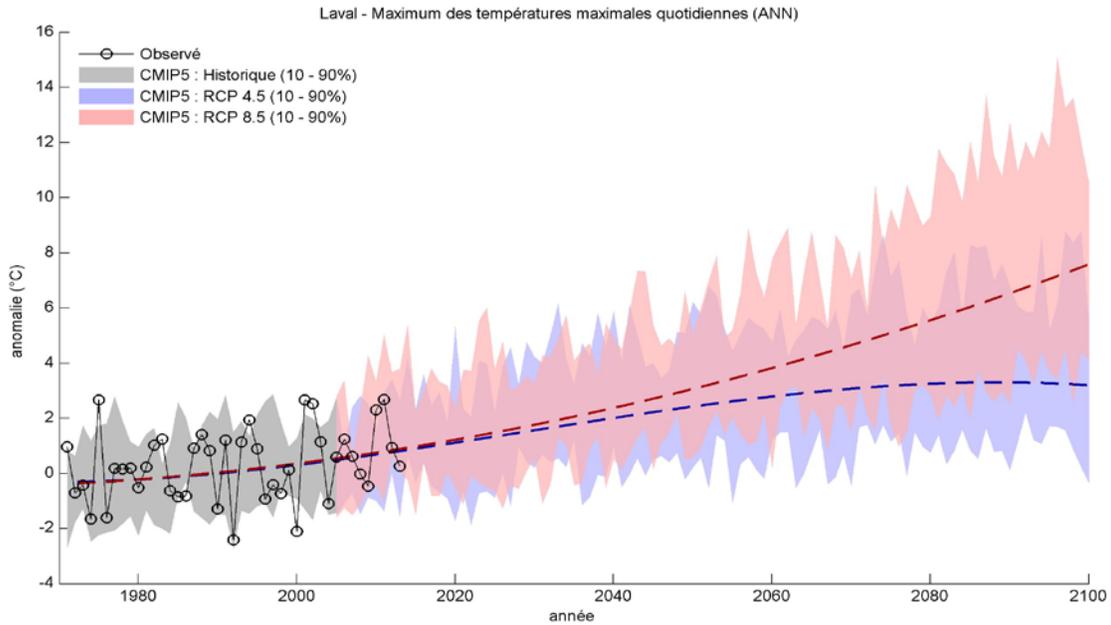


Figure A.146. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

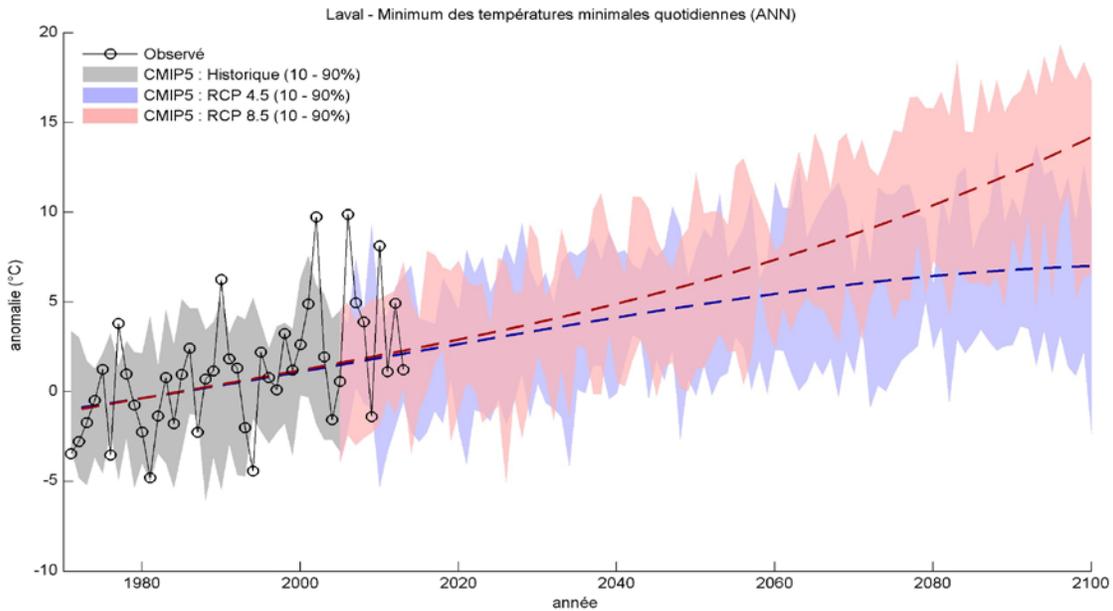


Figure A.147. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

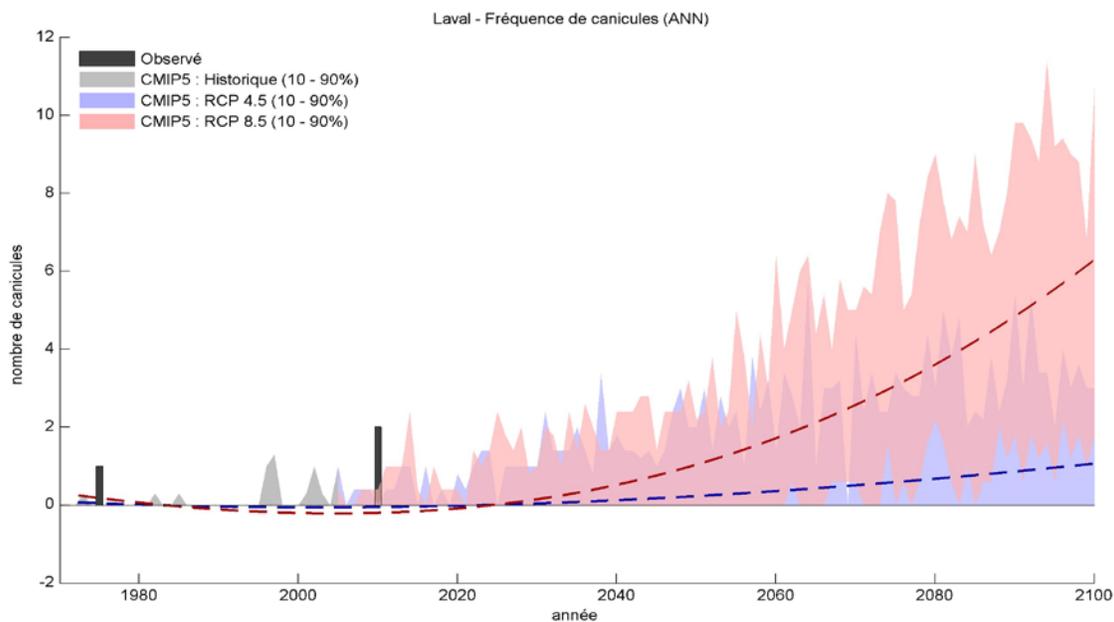


Figure A.148. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

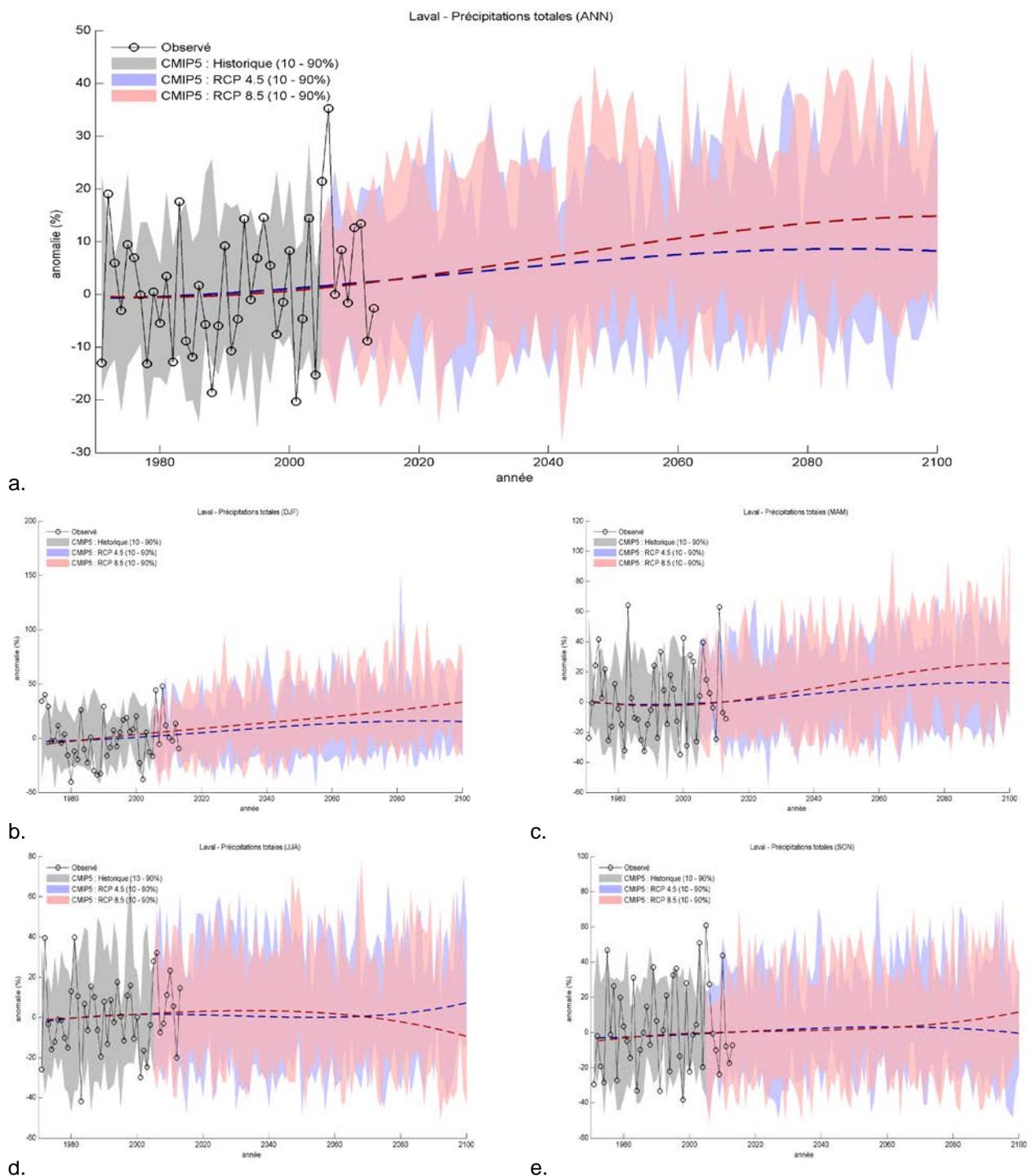
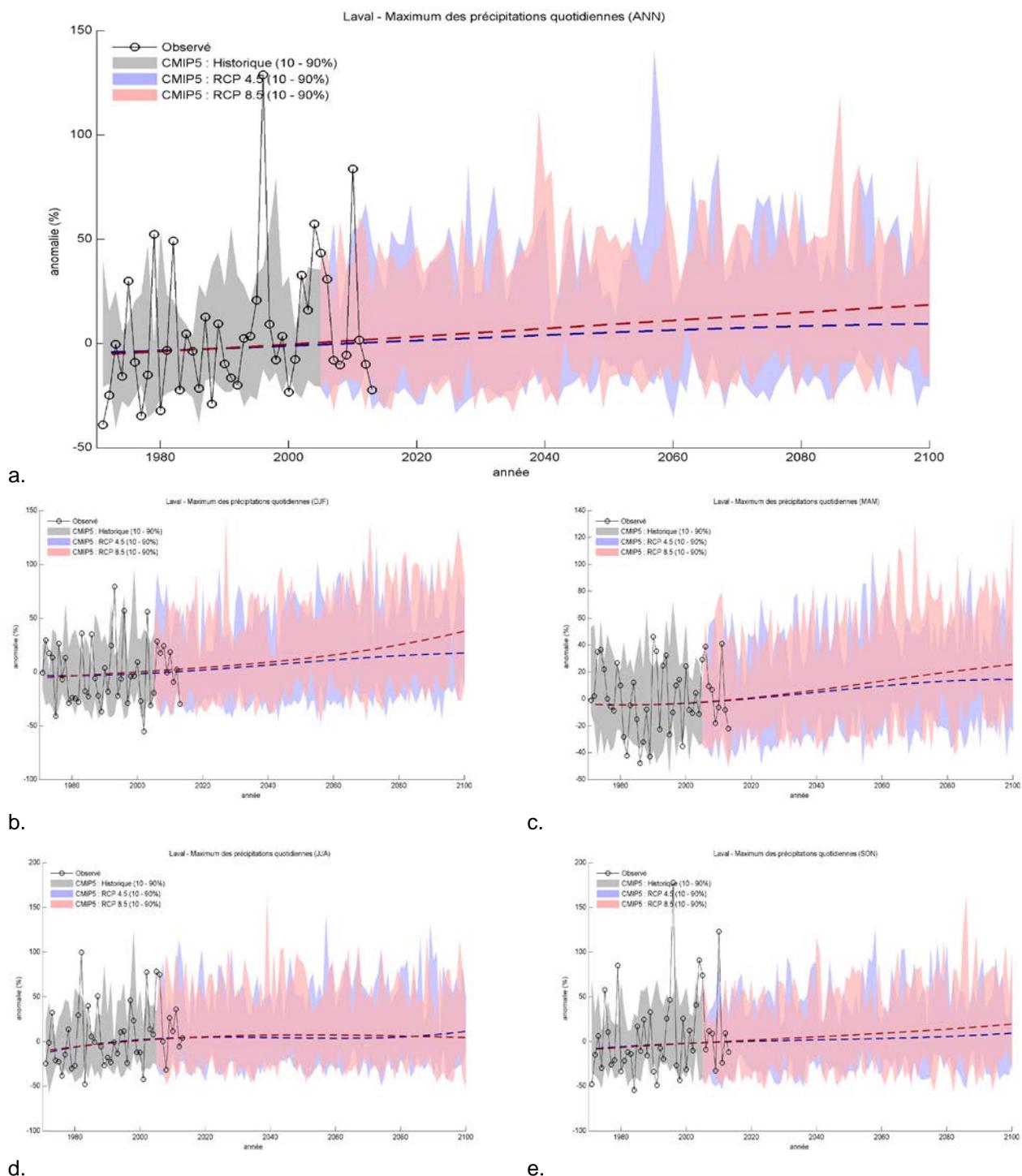


Figure A.149. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.



d. e.
Figure A.150. Laval : Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

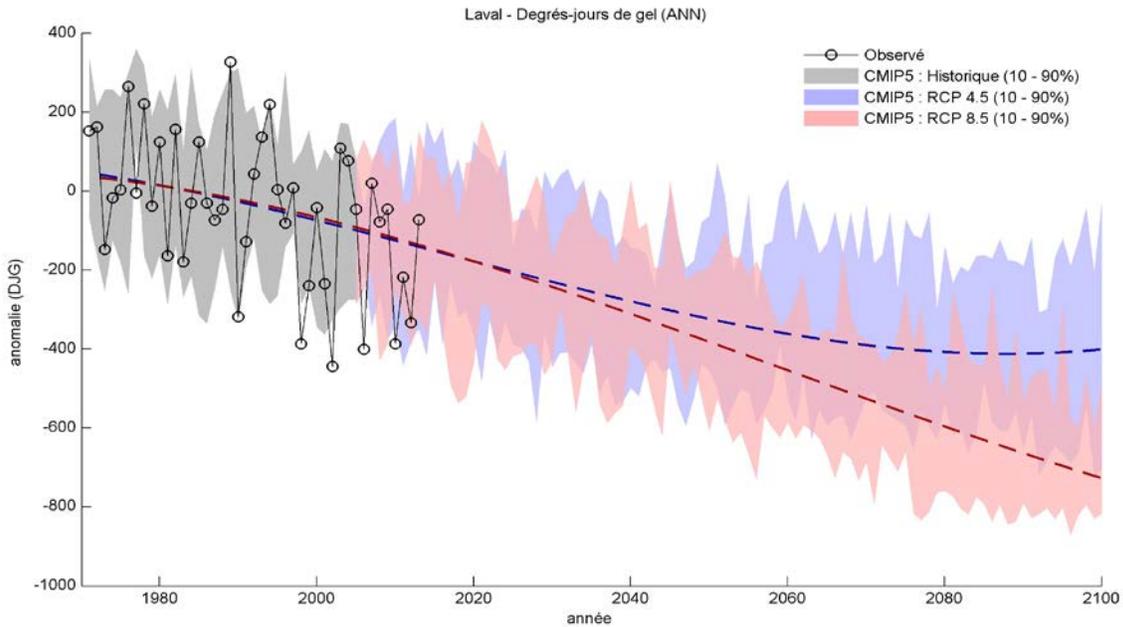


Figure A.151. Laval : Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

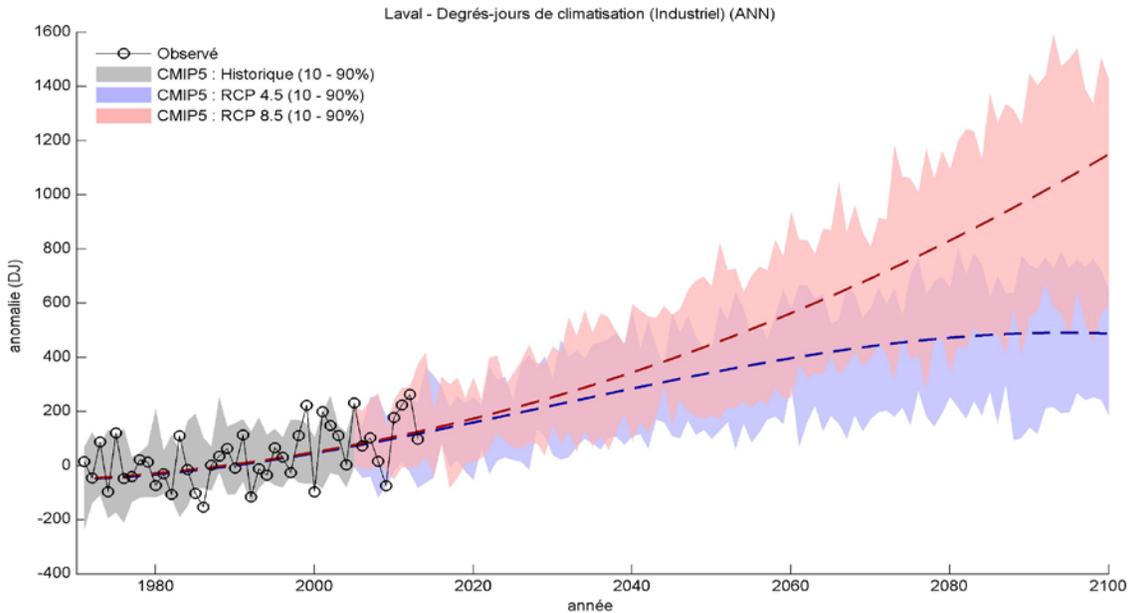


Figure A.152. Laval : Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

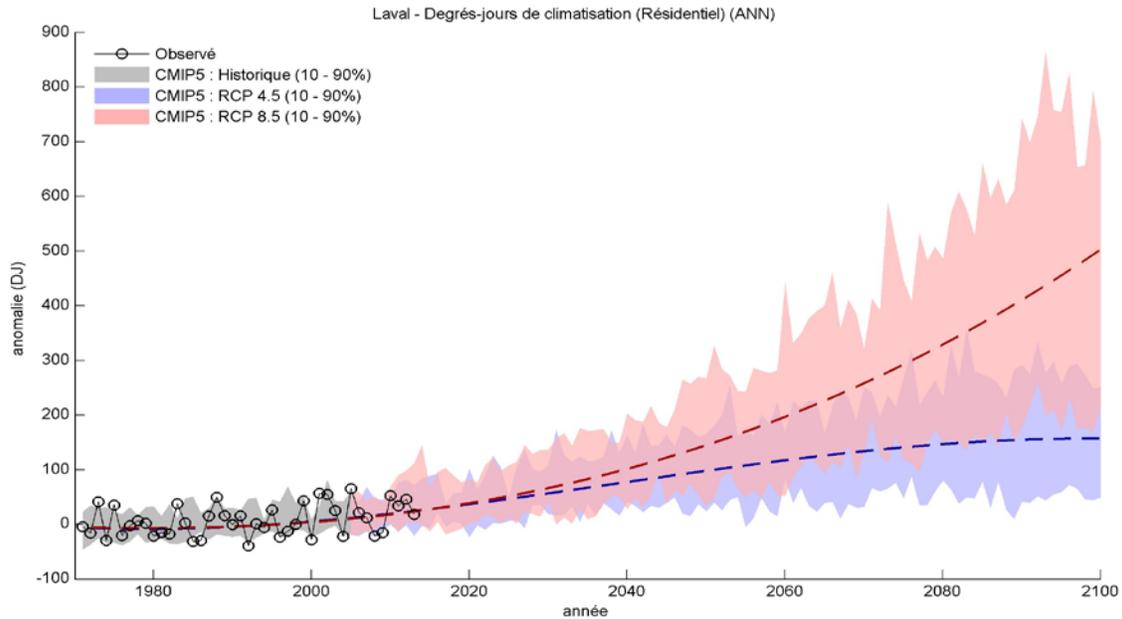


Figure A.153. Laval : Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

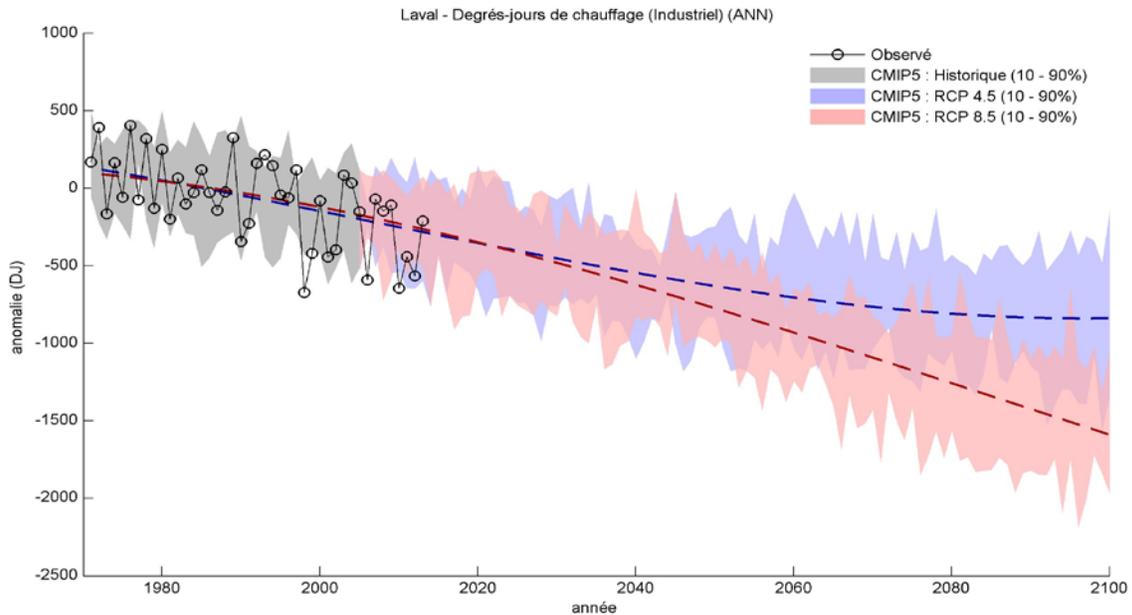


Figure A.154. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

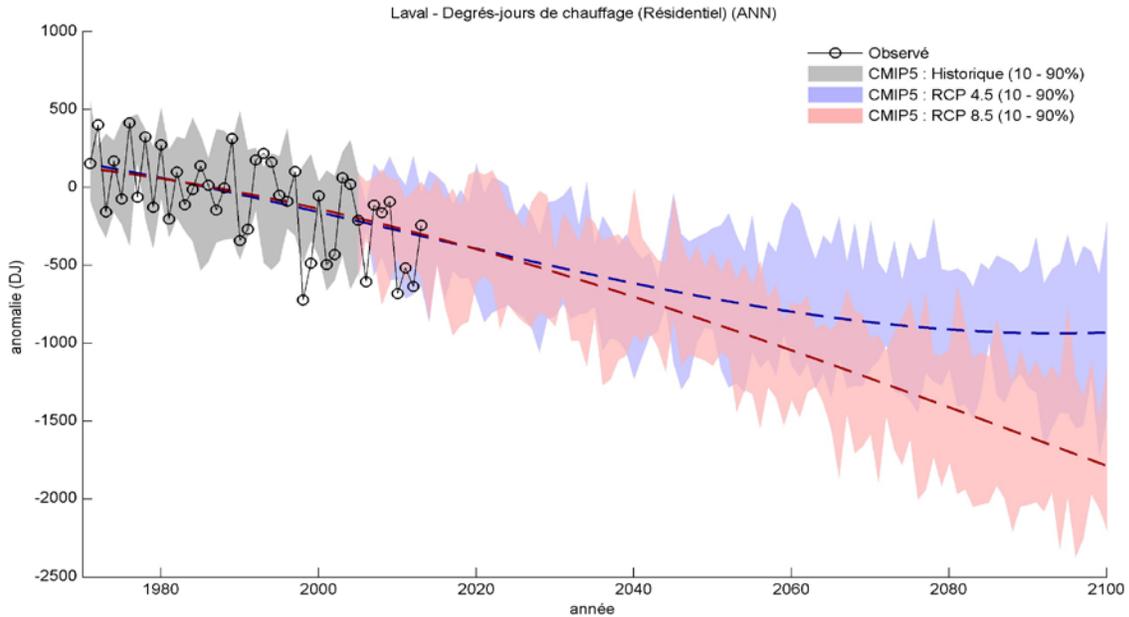


Figure A.155. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

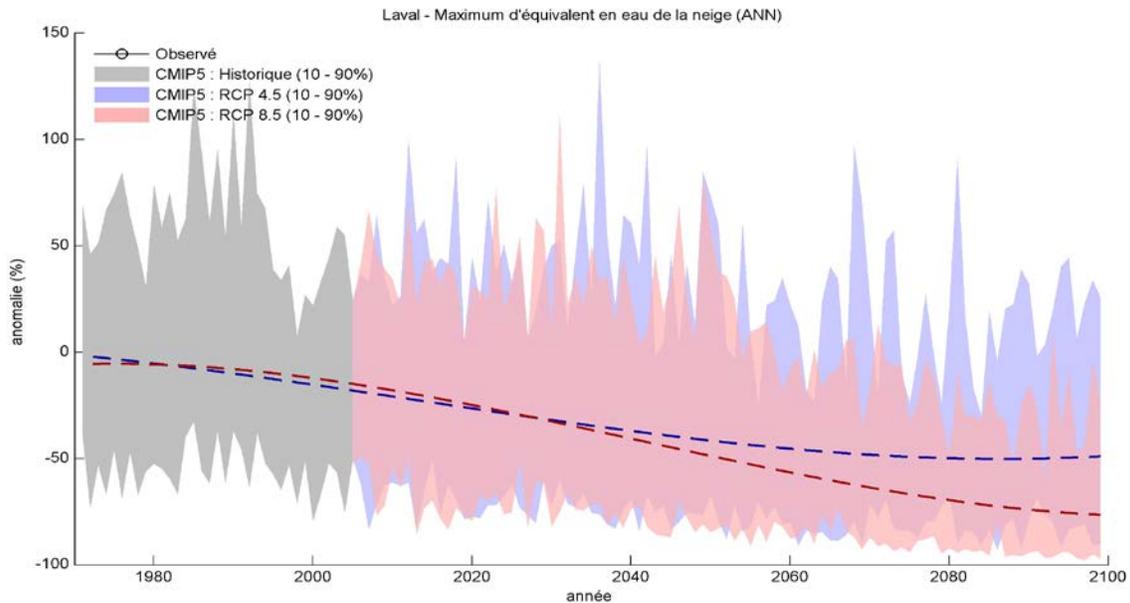


Figure A.156. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles



RÉGION 14 - Lanaudière

Tableau A.14. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.2	+1.9 à 4.1	+2.4 à 7.0
	Hiver	°C	+1.4 à 3.1	+2.5 à 5.4	+3.2 à 8.4
	Printemps	°C	+0.7 à 2.0	+1.6 à 3.8	+2.1 à 6.4
	Été	°C	+0.8 à 2.0	+1.8 à 4.4	+2.2 à 7.0
	Automne	°C	+0.8 à 2.4	+1.8 à 4.4	+2.0 à 6.9
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.0 à 2.2	+1.9 à 4.4	+2.5 à 7.2
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.8 à 4.1	+3.7 à 7.9	+4.6 à 13.2
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 3	+1 à 11
Précipitations totales	Annuel	%	+2.8 à 9.0	+3.1 à 17.2	+7.3 à 18.6
	Hiver	%	+3.1 à 19.9	+5.2 à 31.2	+12.3 à 41.7
	Printemps	%	-0.4 à 12.7	+3.1 à 22.6	+5.7 à 31.5
	Été	%	-1.7 à 8.6	-4.9 à 10.4	-7.8 à 13.7
	Automne	%	-4.8 à 9.6	-0.3 à 16.2	-2.9 à 16.0
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-2 à 18	+1 à 27	+1 à 32
	Hiver	%	-0 à 22	+4 à 34	+9 à 41
	Printemps	%	-4 à 16	+0 à 32	+6 à 38
	Été	%	-1 à 21	-1 à 30	-4 à 29
	Automne	%	-5 à 15	-2 à 21	-3 à 36
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-159 à -356	-302 à -631	-394 à -958
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+80 à 222	+185 à 522	+243 à 908
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+10 à 31	+25 à 99	+34 à 248
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-287 à -627	-528 à -1139	-664 à -1794
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-326 à -692	-597 à -1279	-731 à -1998
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-3 à -34	-15 à -58	-23 à -70

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

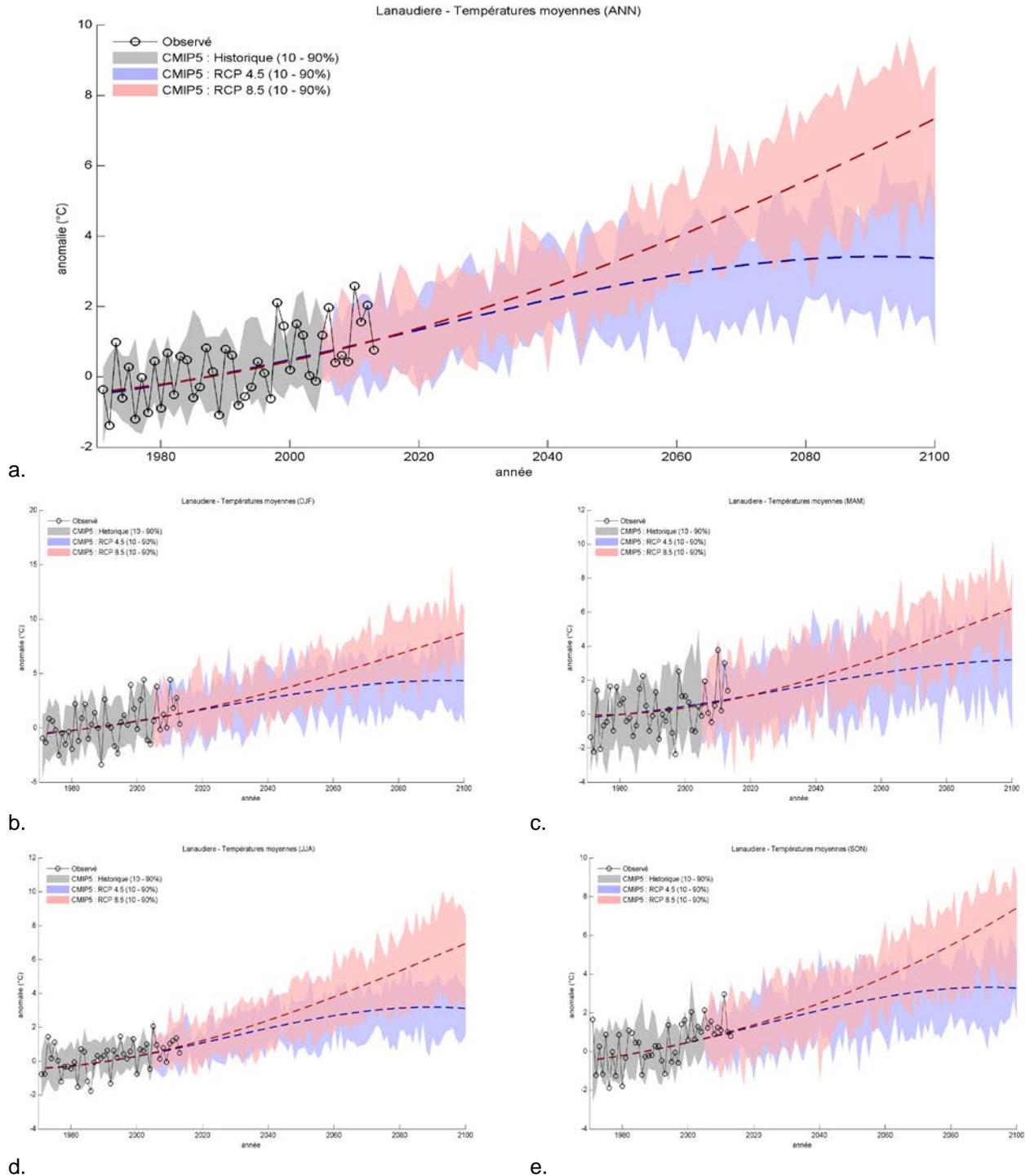


Figure A.157. - : Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

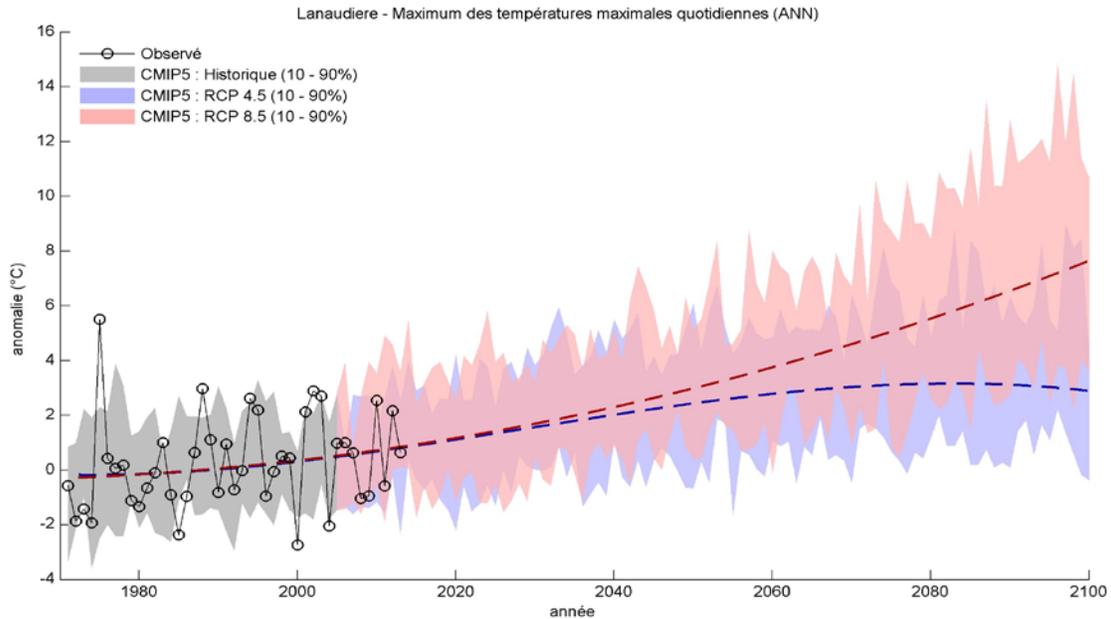


Figure A.158. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

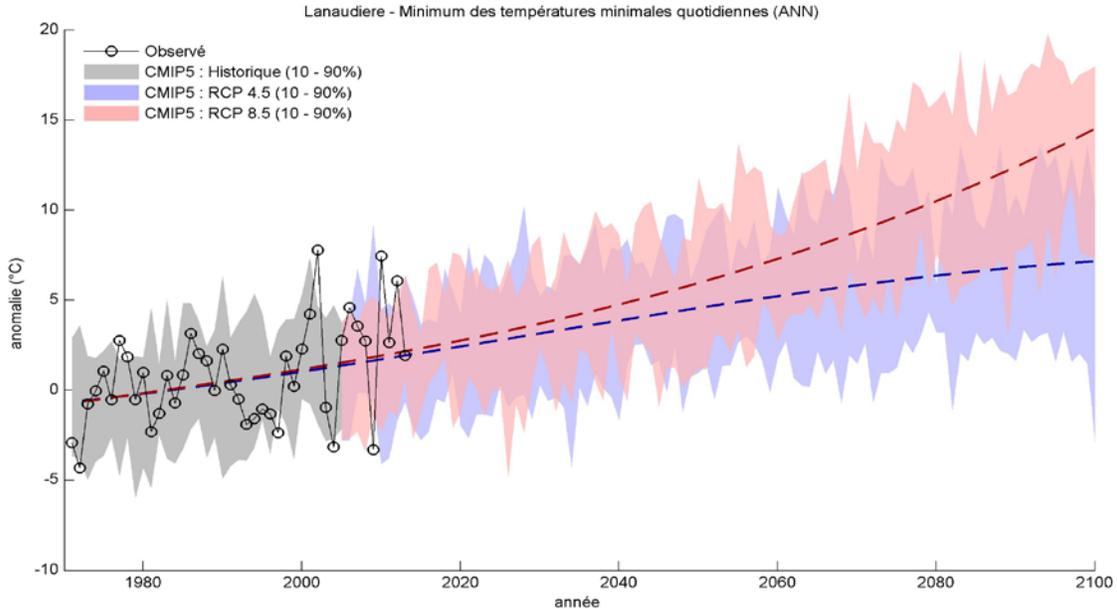


Figure A.159. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

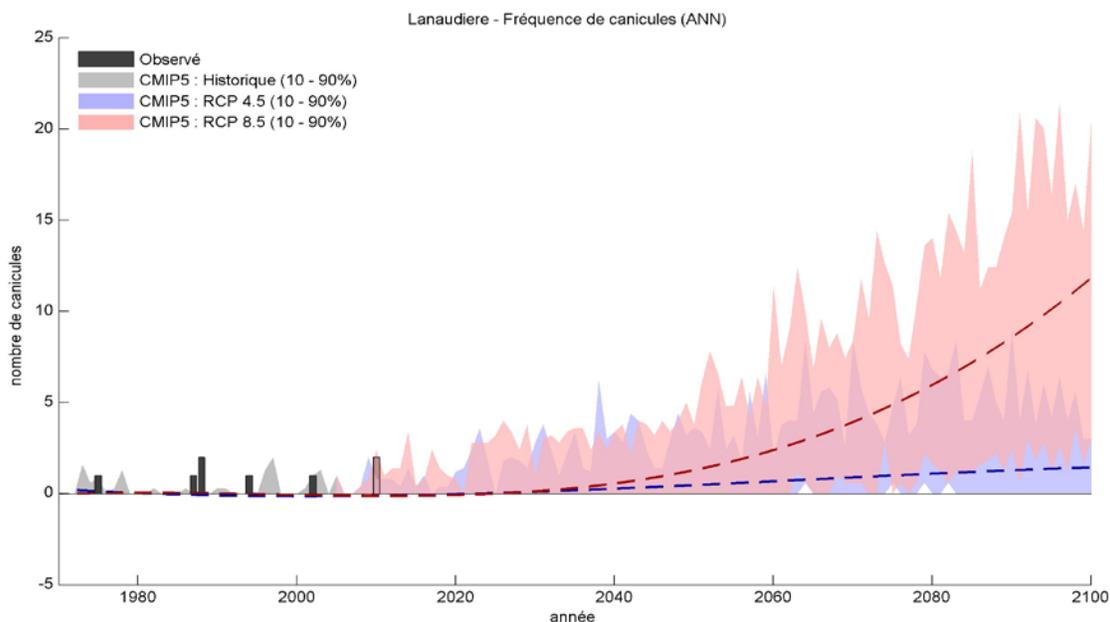


Figure A.160. -: Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

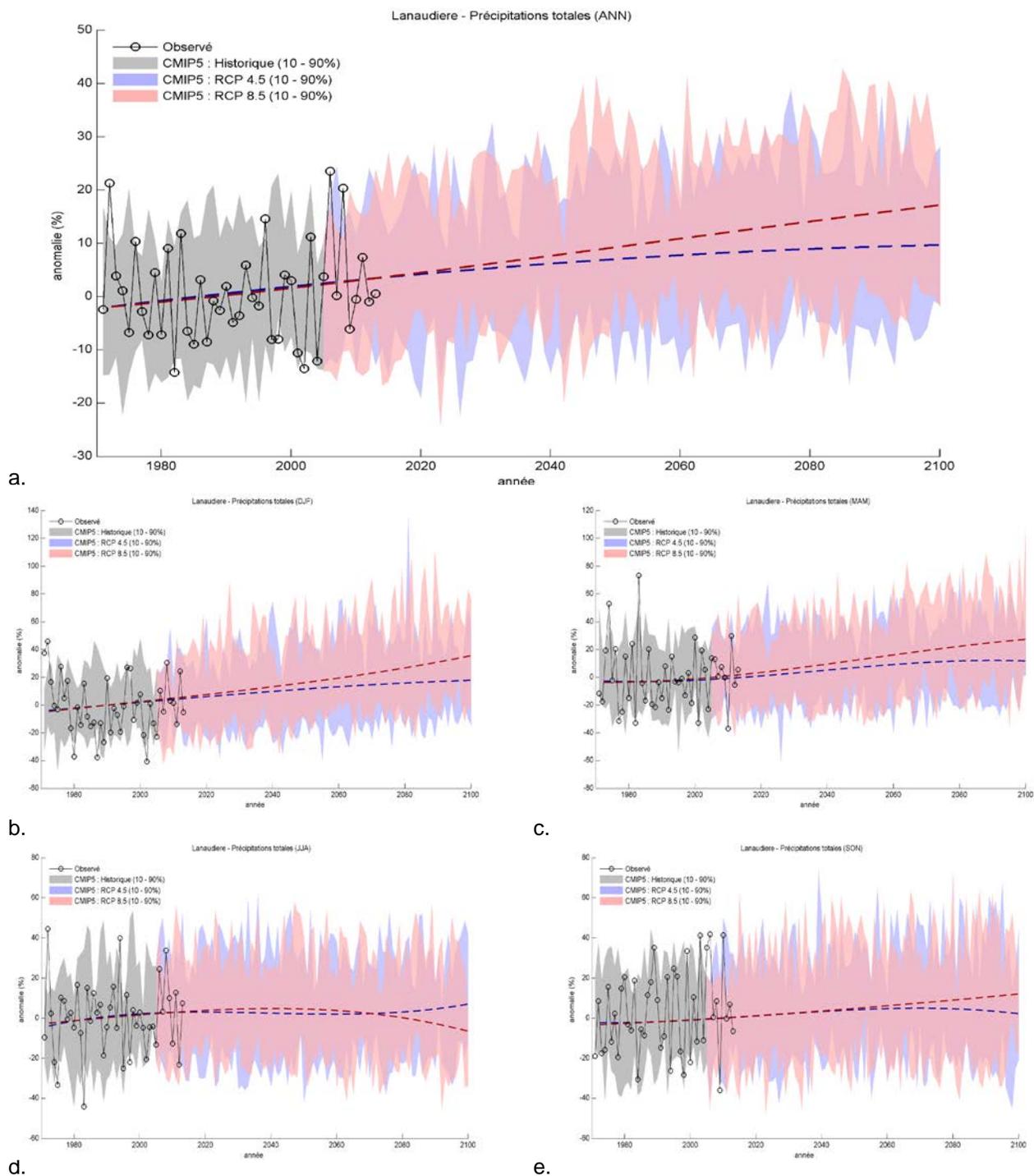


Figure A.161. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

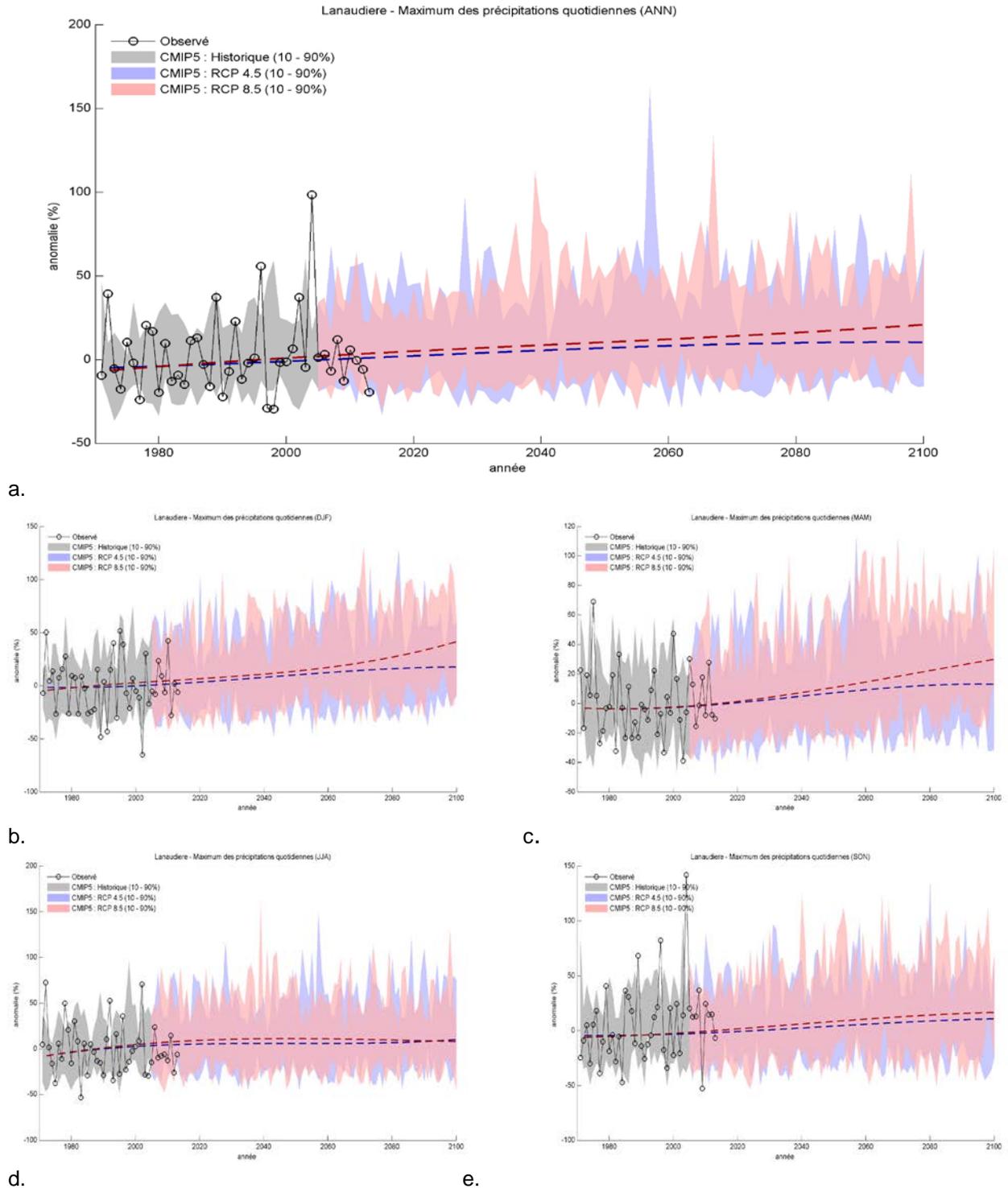


Figure A.162. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

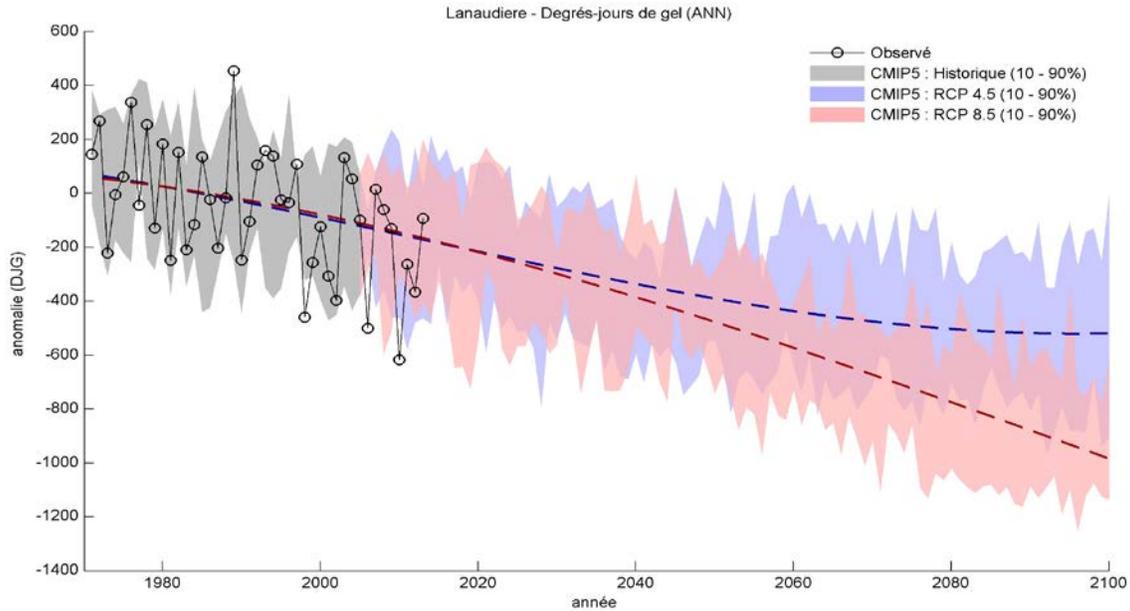


Figure A.163. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

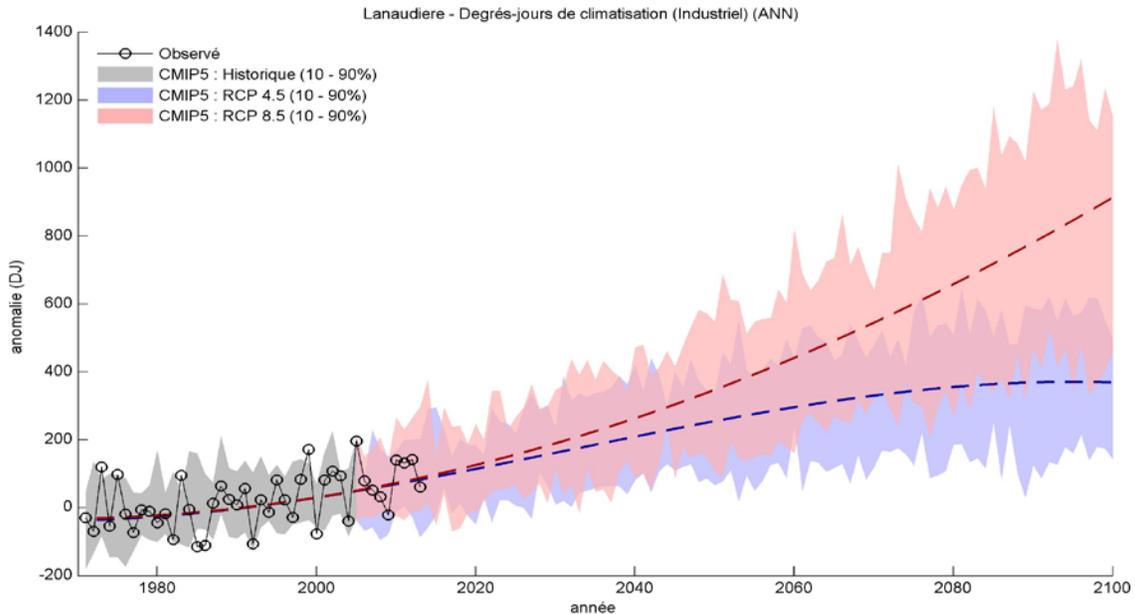


Figure A.164. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

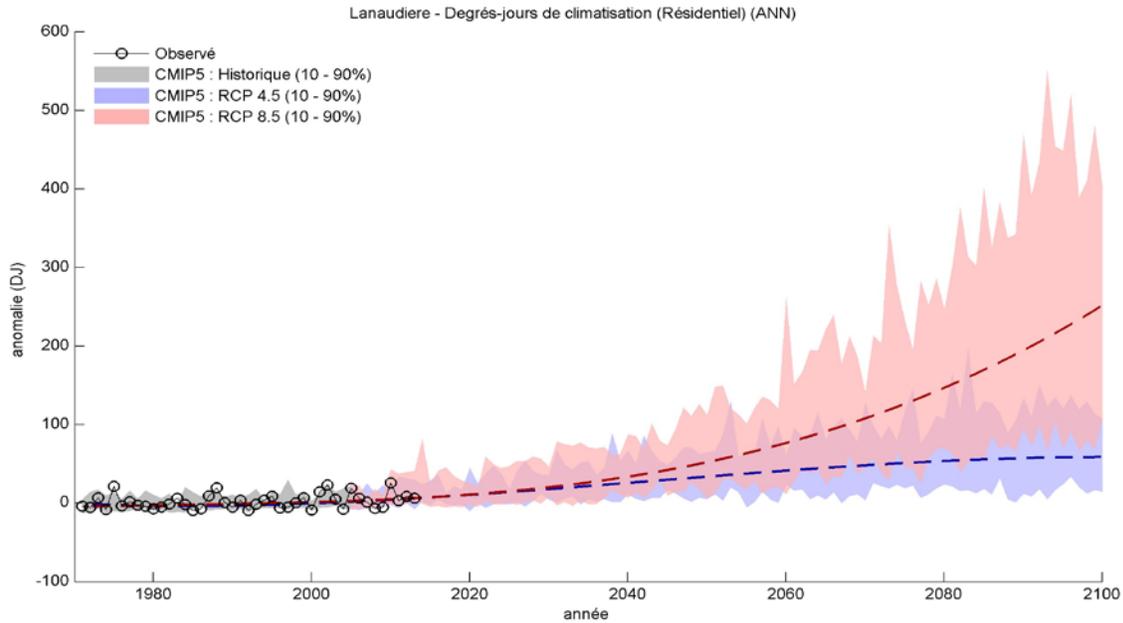


Figure A.165. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

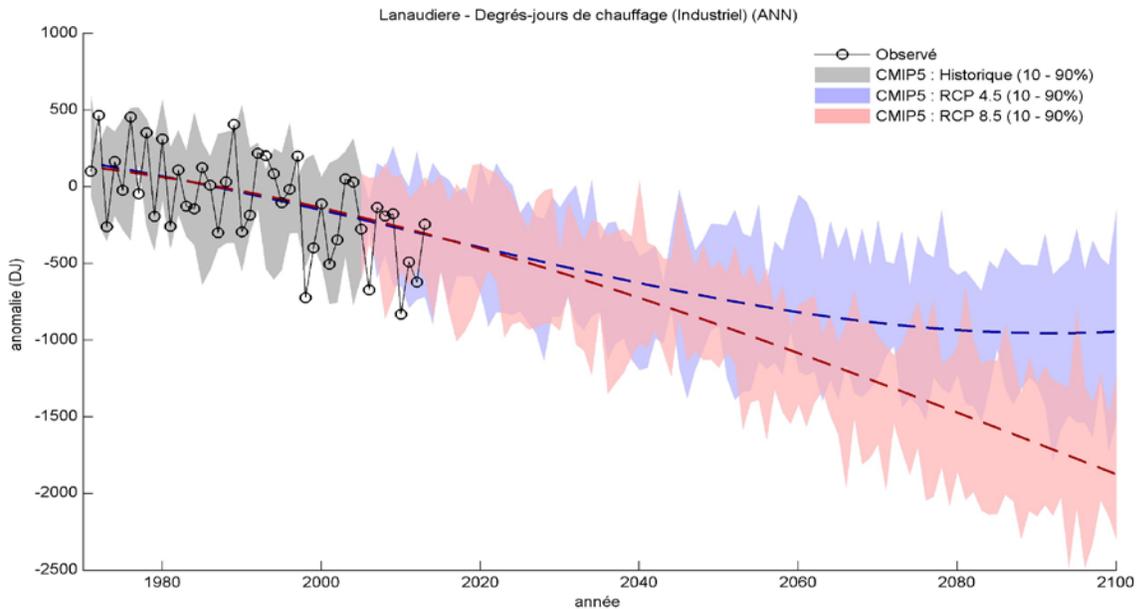


Figure A.166. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

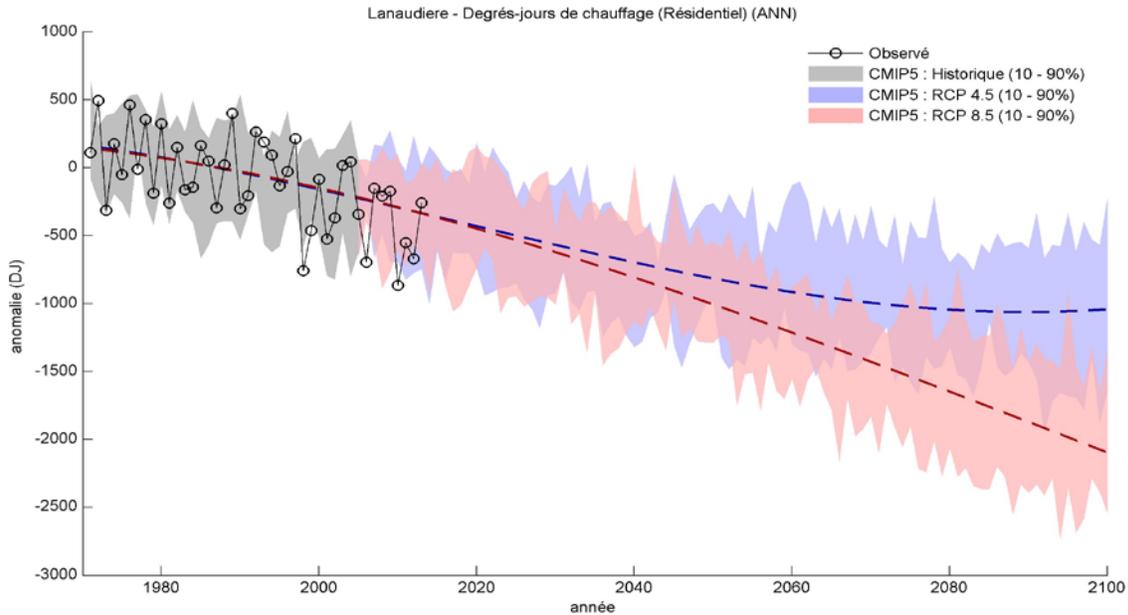


Figure A.167. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

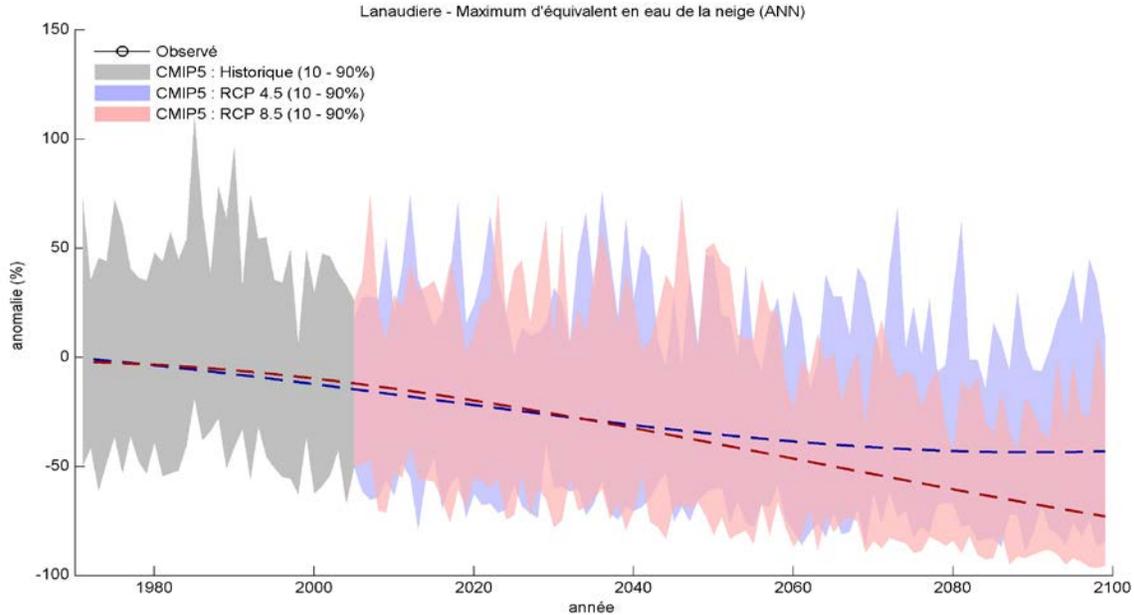


Figure A.168. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles.



RÉGION 15 - Laurentides

Tableau A.15. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.2	+1.9 à 4.1	+2.4 à 7.0
	Hiver	°C	+1.4 à 3.2	+2.6 à 5.5	+3.2 à 8.4
	Printemps	°C	+0.6 à 2.0	+1.5 à 3.7	+2.0 à 6.3
	Été	°C	+0.8 à 2.0	+1.8 à 4.4	+2.2 à 7.0
	Automne	°C	+0.8 à 2.4	+1.7 à 4.4	+2.1 à 6.9
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.1 à 2.1	+1.9 à 4.4	+2.6 à 7.0
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.9 à 4.6	+4.1 à 8.2	+4.9 à 13.4
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 12
Précipitations totales	Annuel	%	+2.9 à 8.3	+2.5 à 16.9	+6.5 à 18.4
	Hiver	%	+3.2 à 18.0	+5.4 à 29.1	+12.2 à 38.6
	Printemps	%	+0.0 à 12.1	+3.5 à 22.3	+5.7 à 29.7
	Été	%	-1.6 à 8.0	-5.6 à 10.3	-8.0 à 11.2
	Automne	%	-4.7 à 9.3	+0.6 à 15.4	-3.4 à 15.0
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-1 à 15	+3 à 30	+5 à 31
	Hiver	%	-1 à 25	+4 à 38	+8 à 46
	Printemps	%	-3 à 15	+1 à 28	+4 à 34
	Été	%	-2 à 22	+0 à 24	-2 à 24
	Automne	%	-6 à 16	+1 à 25	-1 à 33
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-155 à -355	-314 à -638	-386 à -961
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+82 à 223	+186 à 522	+242 à 906
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+9 à 30	+23 à 95	+32 à 243
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-281 à -626	-519 à -1155	-673 à -1797
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-319 à -691	-588 à -1292	-730 à -2005
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-1 à -34	-12 à -55	-22 à -69

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

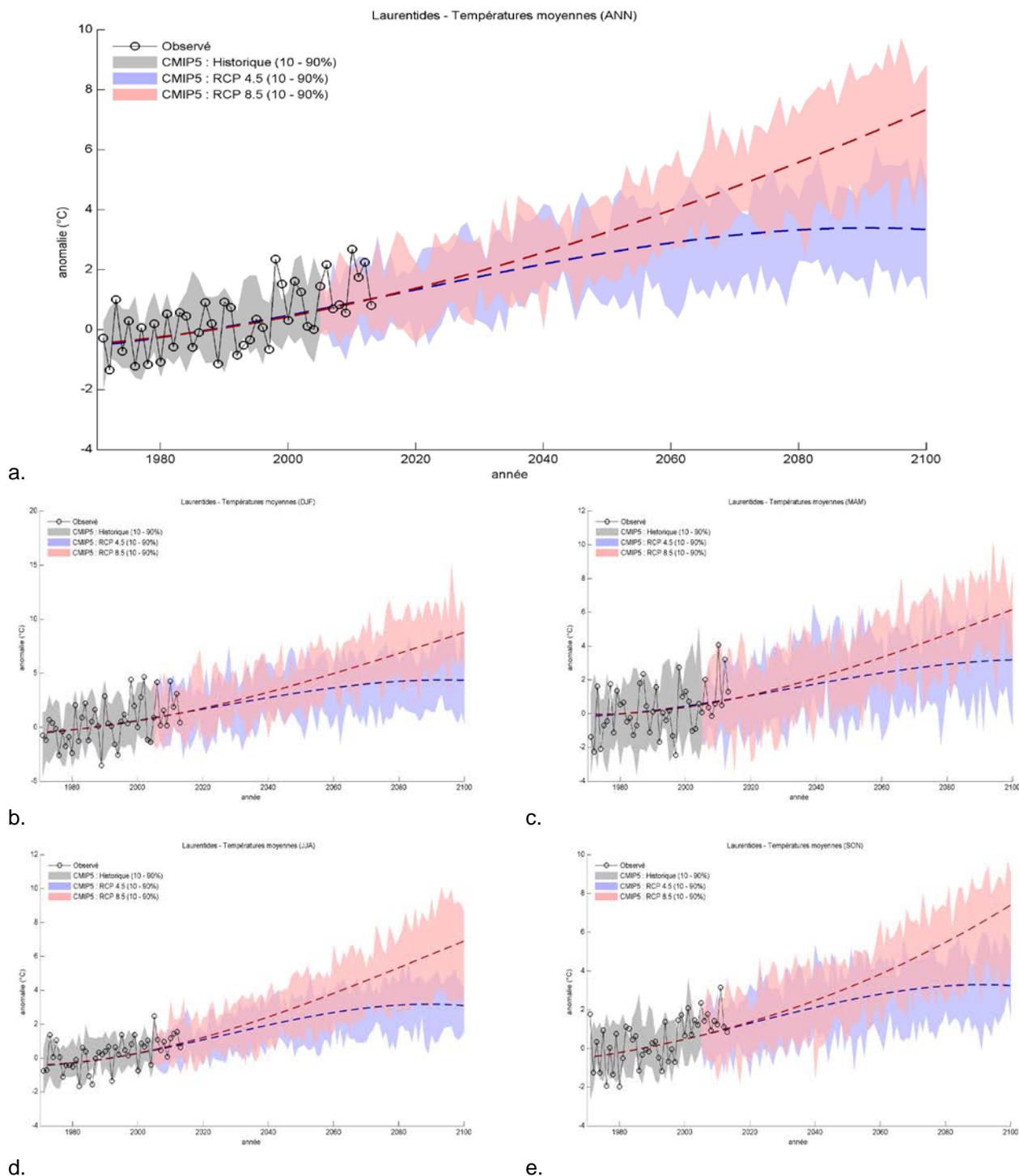


Figure A.169. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

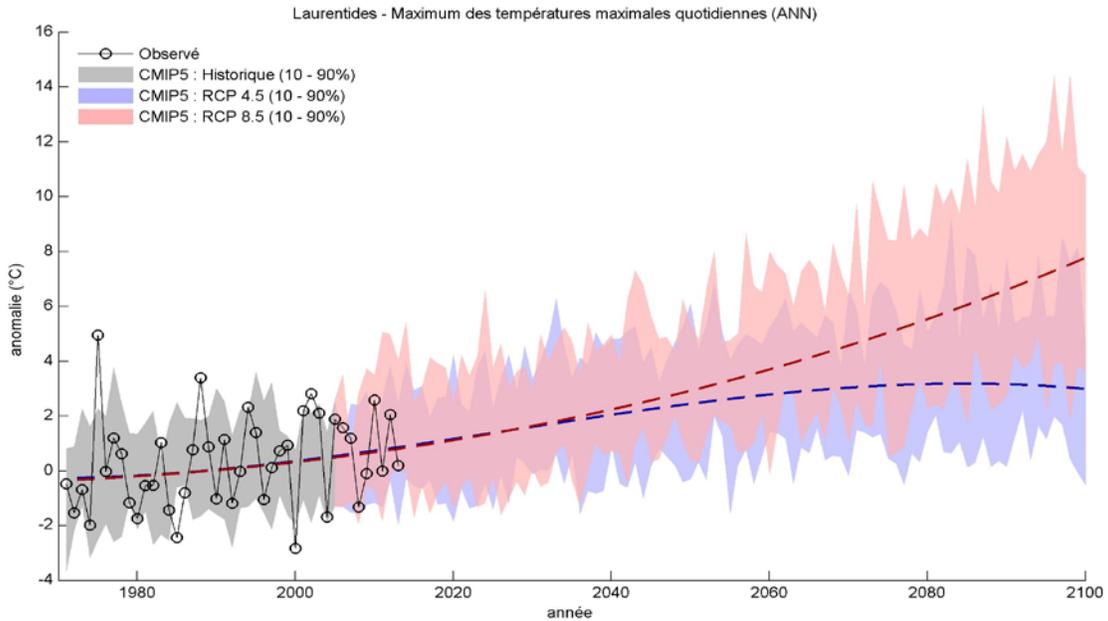


Figure A.170. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

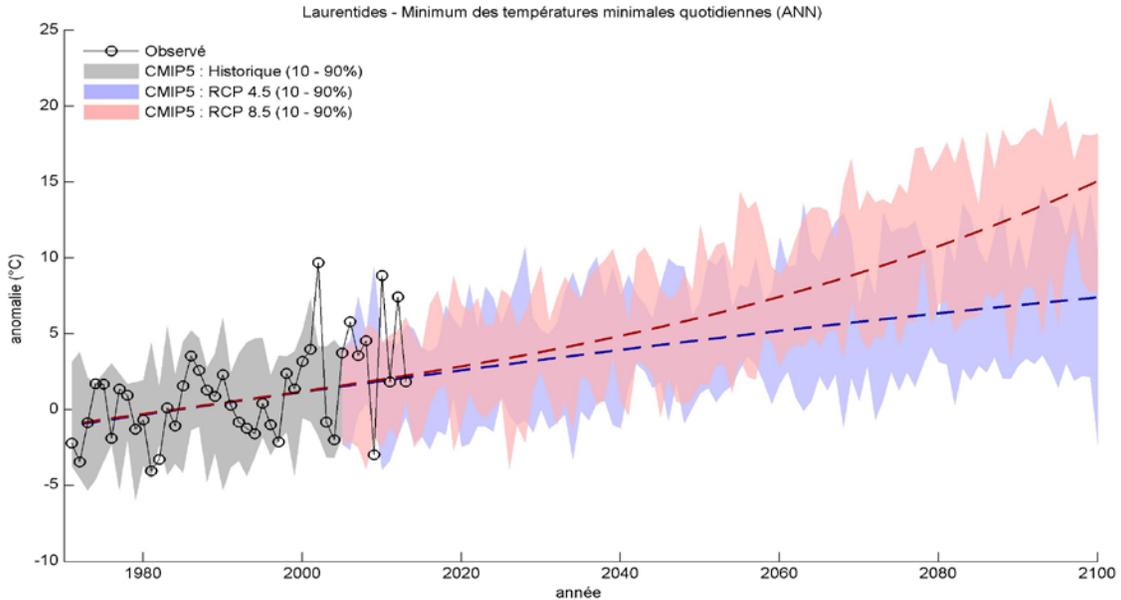


Figure A.171. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

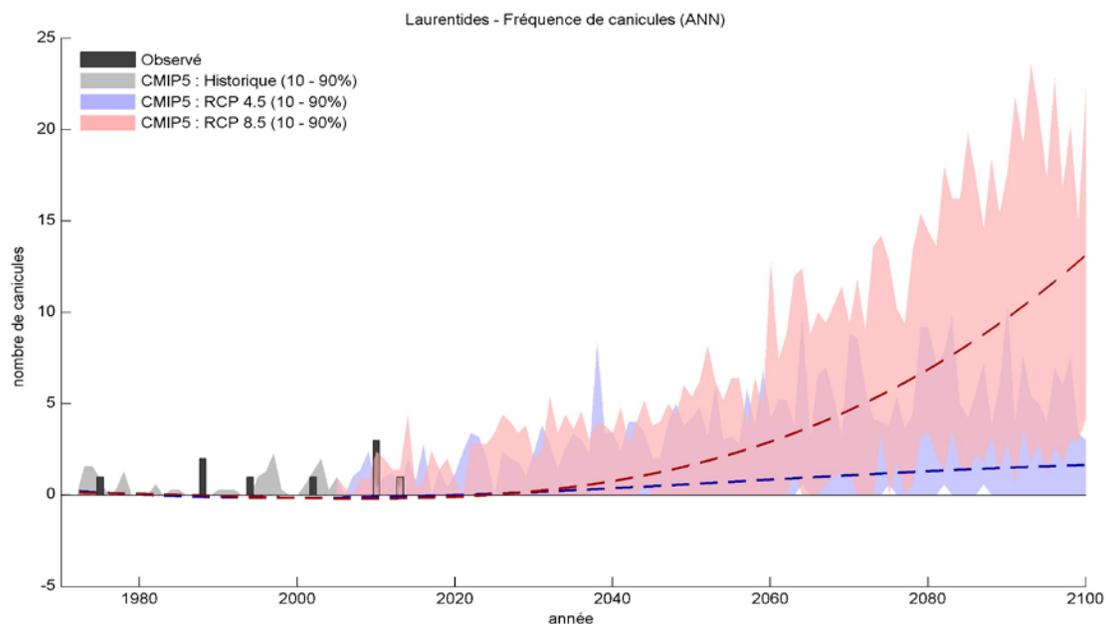
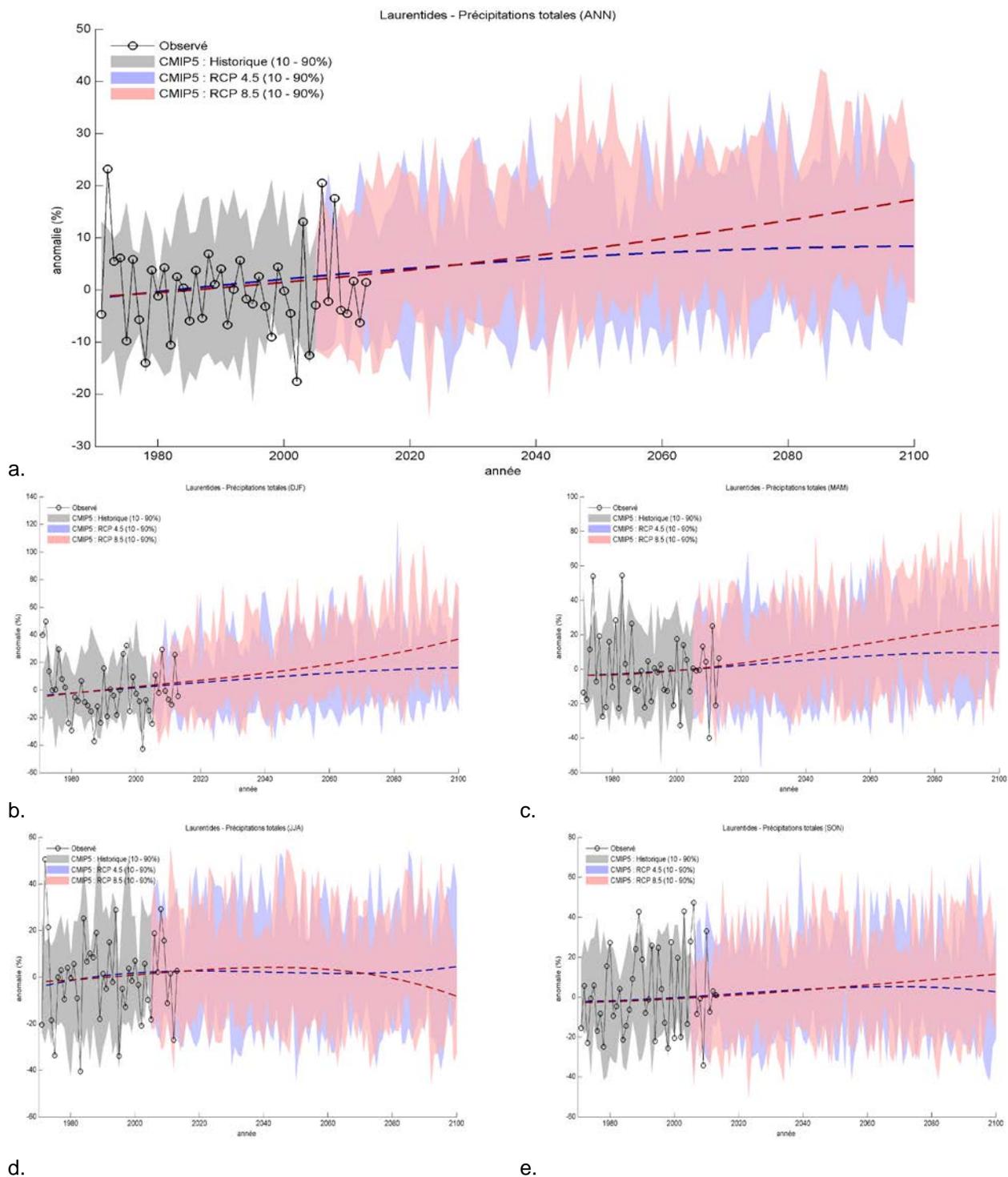


Figure A.172. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.



d. e.
Figure A.173. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

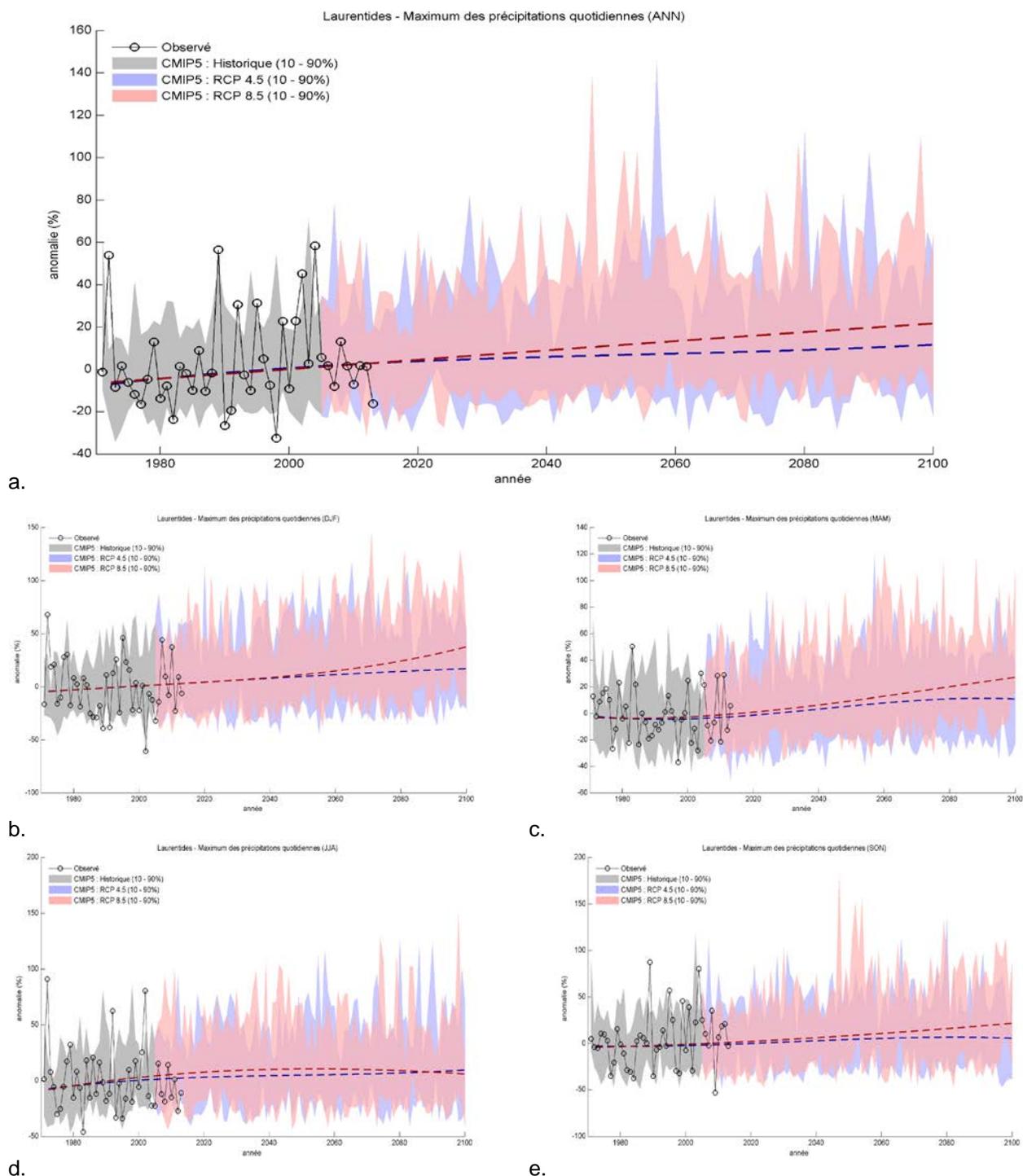


Figure A.174. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

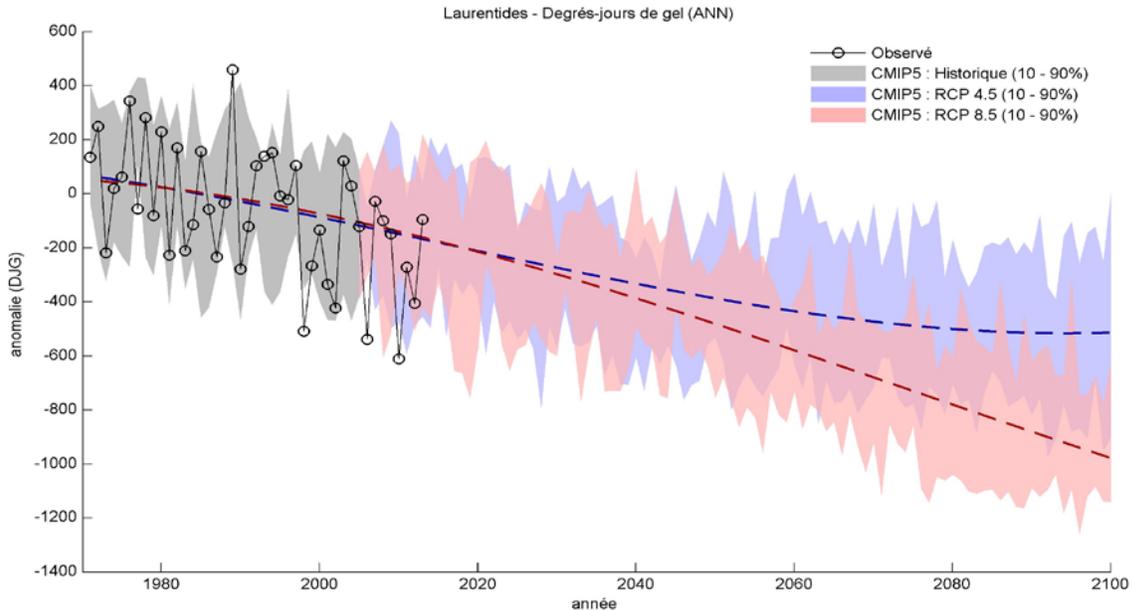


Figure A.175. Laurentides : Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

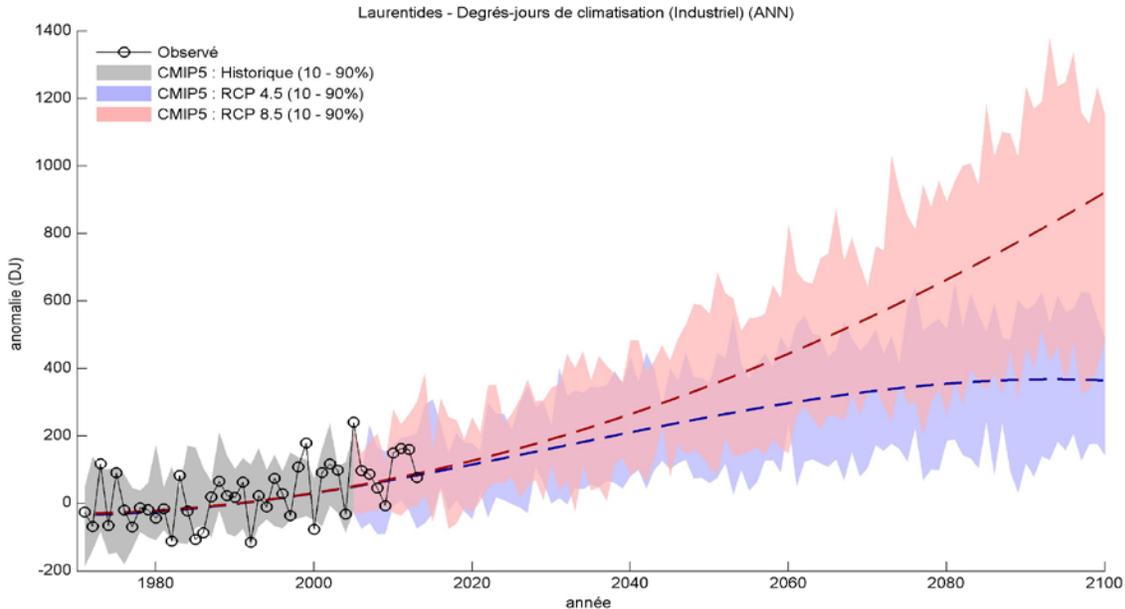


Figure A.176. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

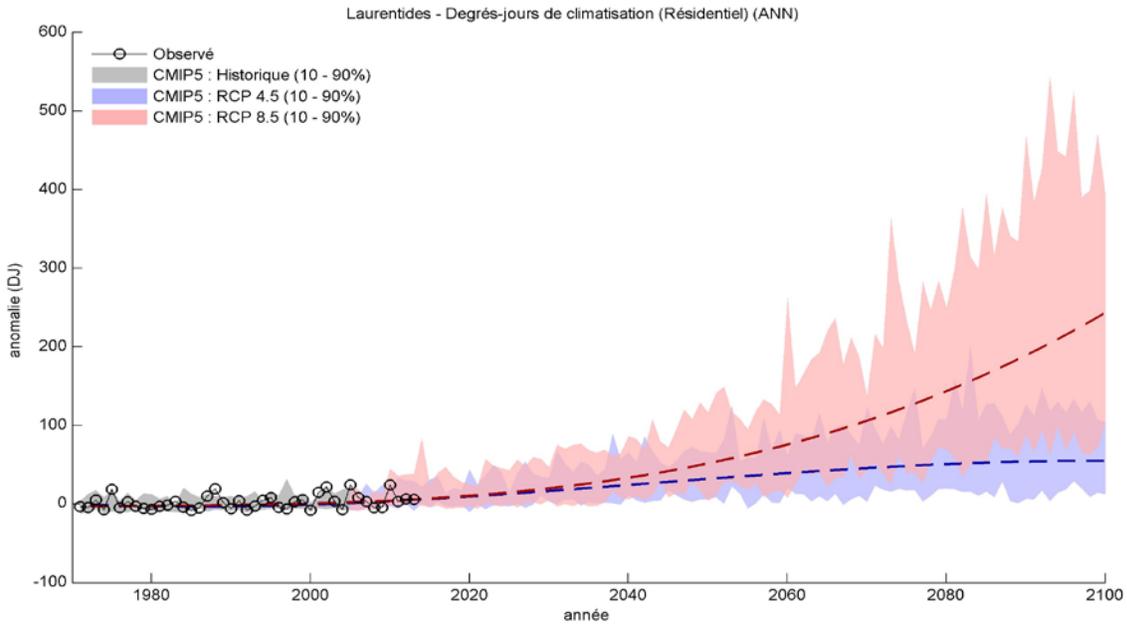


Figure A.177. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

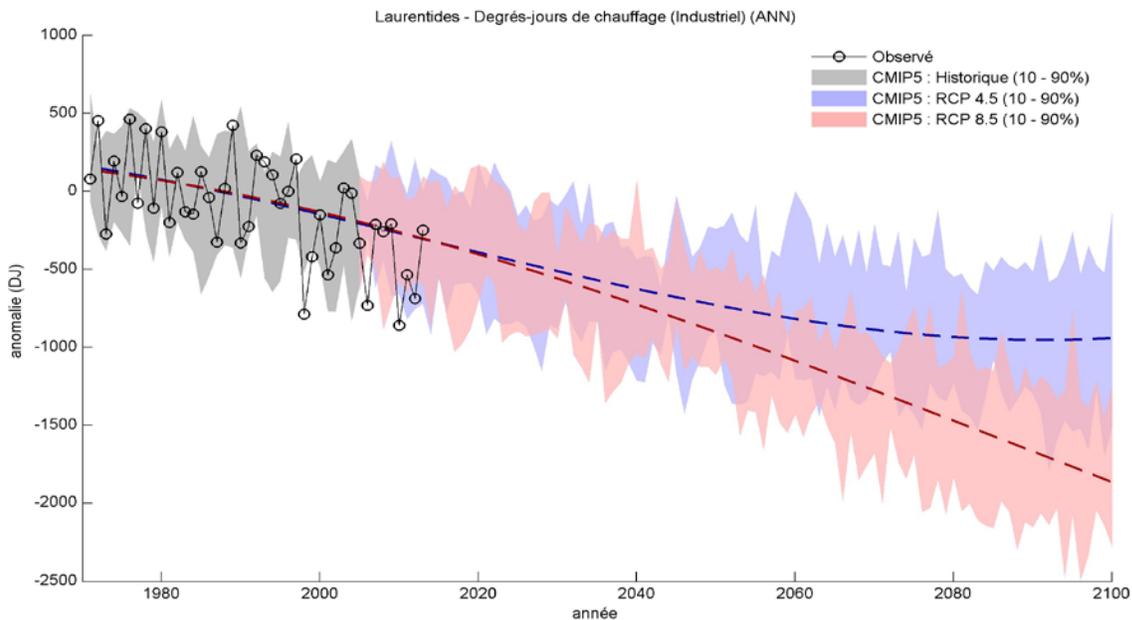


Figure A.178. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

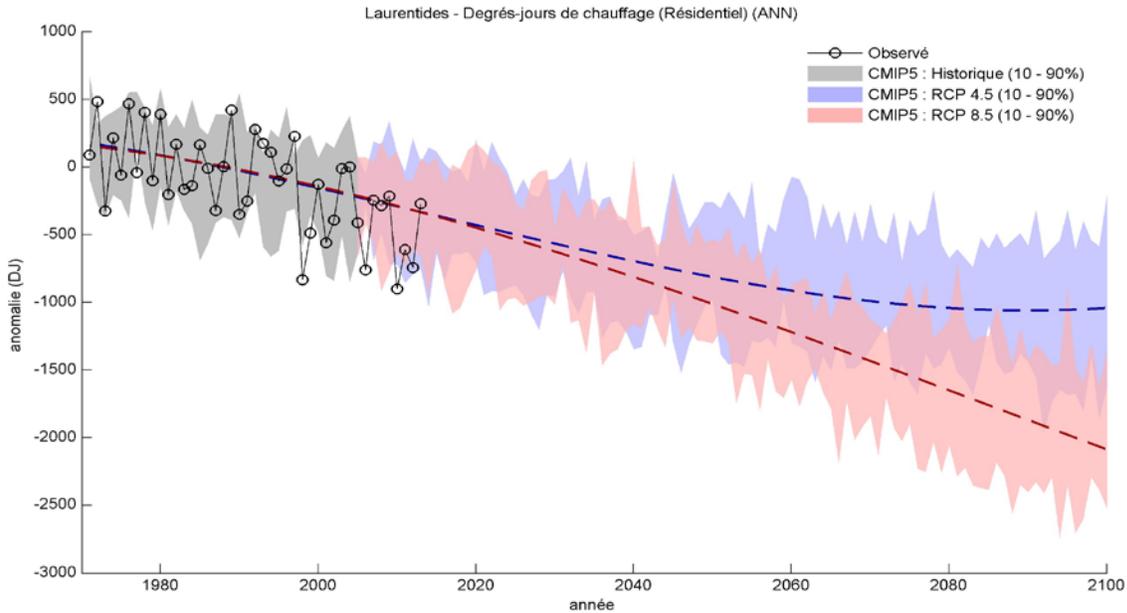


Figure A.179. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

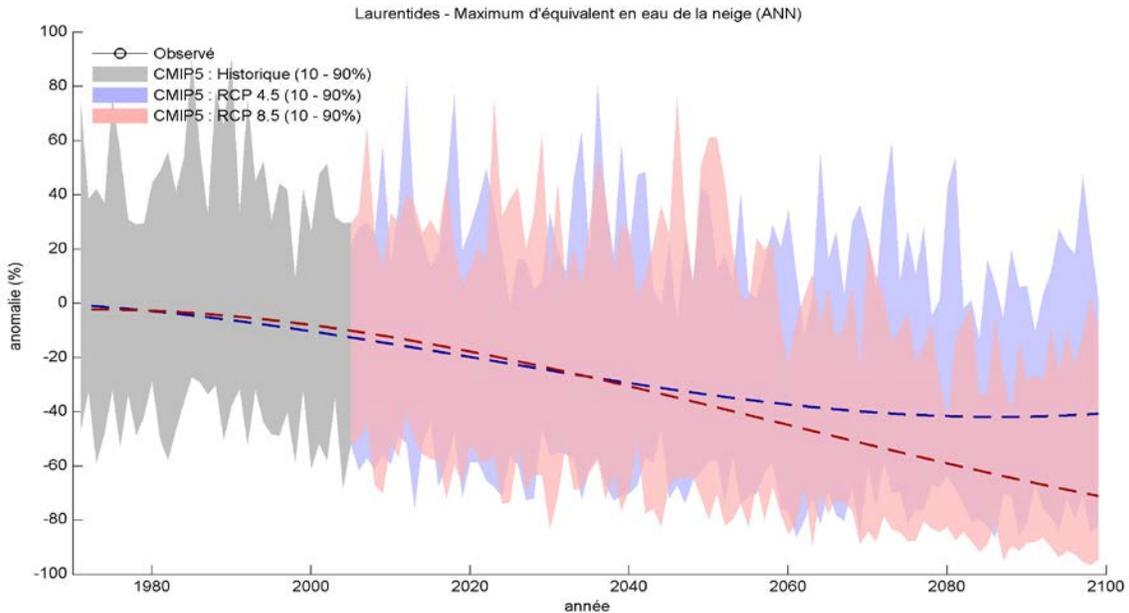


Figure A.180. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles



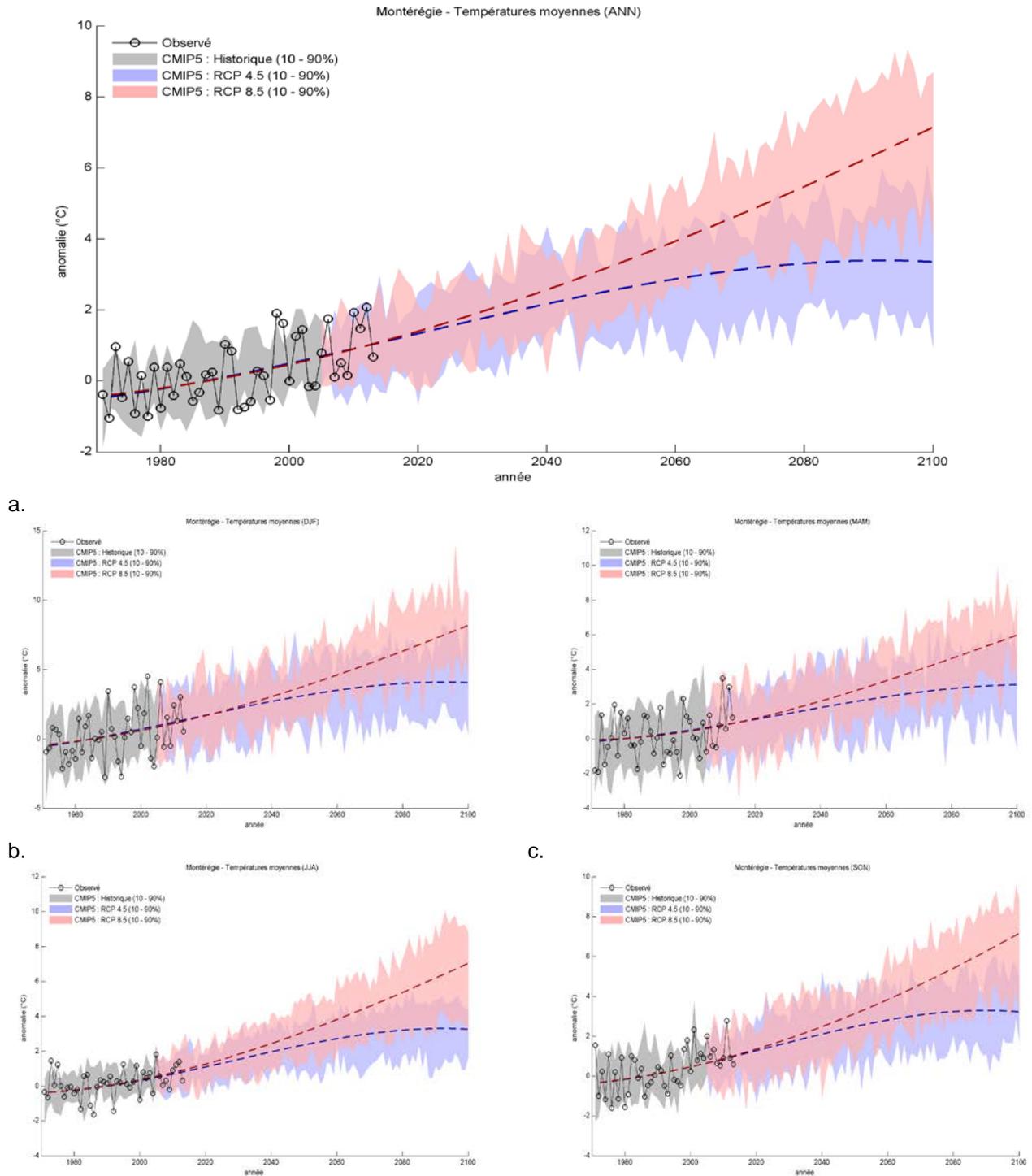
RÉGION 16 - Montérégie

Tableau A.16. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.2	+1.8 à 4.1	+2.3 à 6.8
	Hiver	°C	+1.2 à 3.1	+2.3 à 5.1	+3.0 à 7.9
	Printemps	°C	+0.7 à 2.0	+1.7 à 3.7	+2.2 à 6.1
	Été	°C	+0.7 à 2.0	+1.5 à 4.4	+2.1 à 6.9
	Automne	°C	+0.7 à 2.3	+1.8 à 4.3	+2.0 à 6.8
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+1.0 à 2.4	+1.8 à 4.8	+2.4 à 7.6
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.9 à 4.7	+3.9 à 8.2	+4.4 à 13.2
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+0 à 4	+1 à 11
Précipitations totales	Annuel	%	+1.8 à 7.3	+2.4 à 15.5	+5.9 à 15.9
	Hiver	%	+3.9 à 20.1	+3.6 à 29.4	+11.7 à 39.5
	Printemps	%	-0.5 à 11.2	+4.1 à 20.7	+5.5 à 29.2
	Été	%	-1.4 à 7.9	-3.4 à 10.7	-8.7 à 12.3
	Automne	%	-8.6 à 9.4	-3.3 à 14.4	-8.6 à 17.2
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-2 à 14	+2 à 24	+1 à 29
	Hiver	%	-2 à 14	-1 à 27	+8 à 44
	Printemps	%	-2 à 15	+5 à 24	+8 à 35
	Été	%	-3 à 20	+3 à 28	-6 à 27
	Automne	%	-6 à 18	-2 à 24	-5 à 37
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-119 à -297	-232 à -495	-303 à -716
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+104 à 291	+201 à 643	+311 à 1097
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+23 à 76	+53 à 212	+79 à 438
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-234 à -565	-460 à -981	-563 à -1555
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-270 à -637	-518 à -1114	-629 à -1745
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-5 à -39	-15 à -61	-31 à -76

*L'intervalle dans les Δ indique les 10e et 90e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.



d. e.
 Figure A.181. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

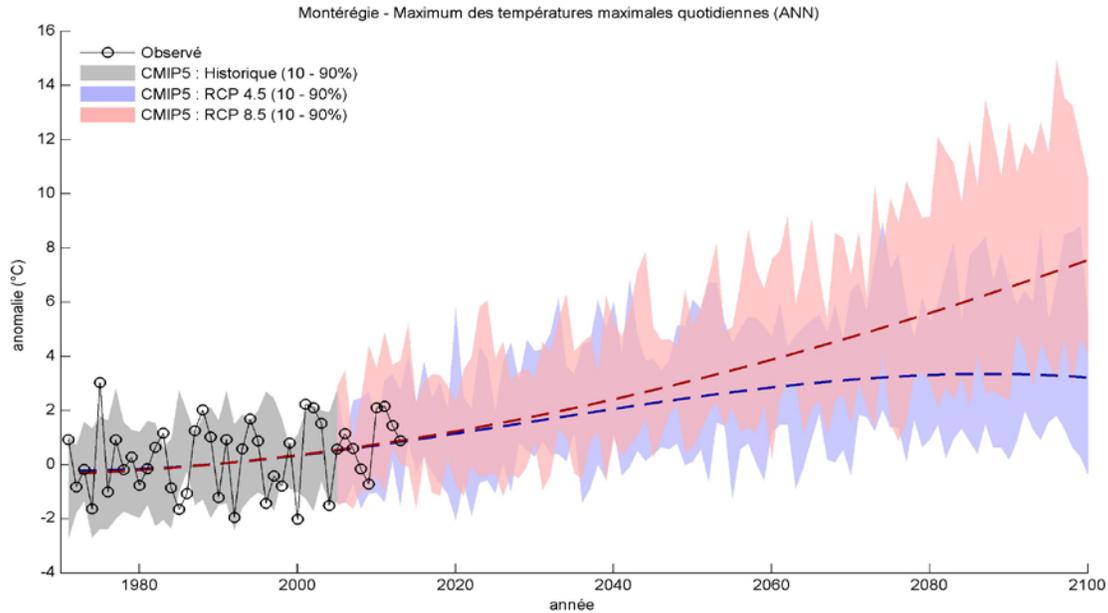


Figure A.182. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

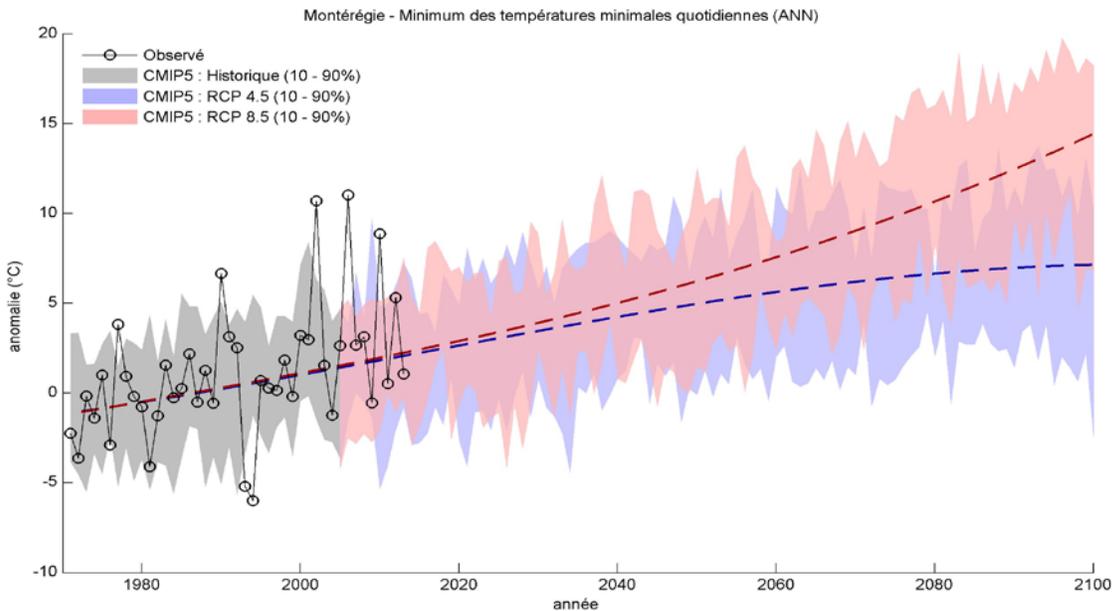


Figure A.183. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

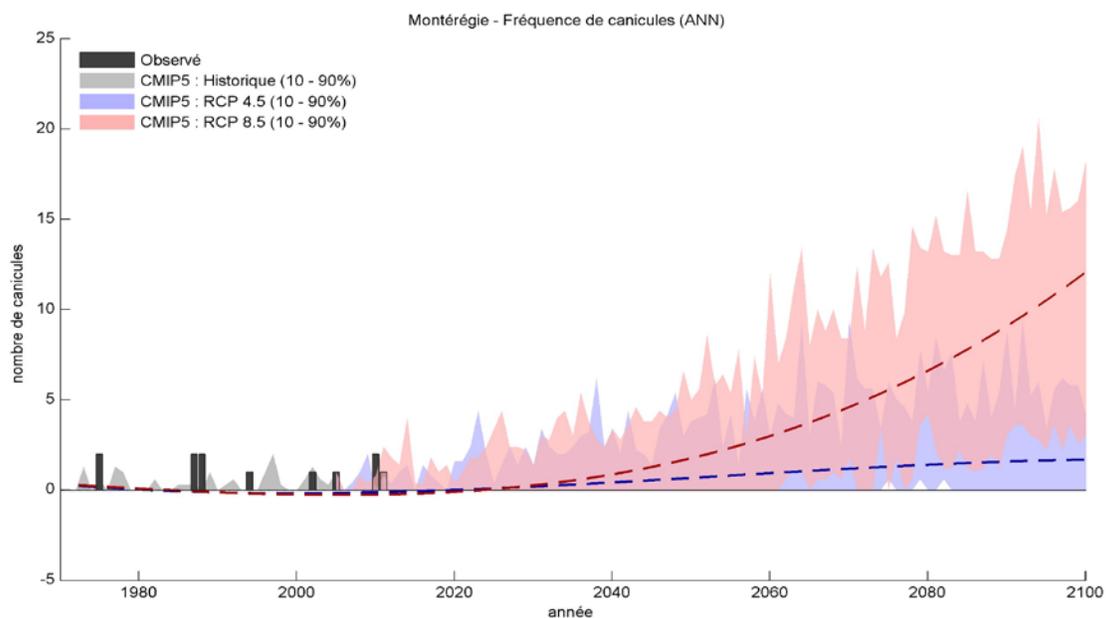


Figure A.184.- Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

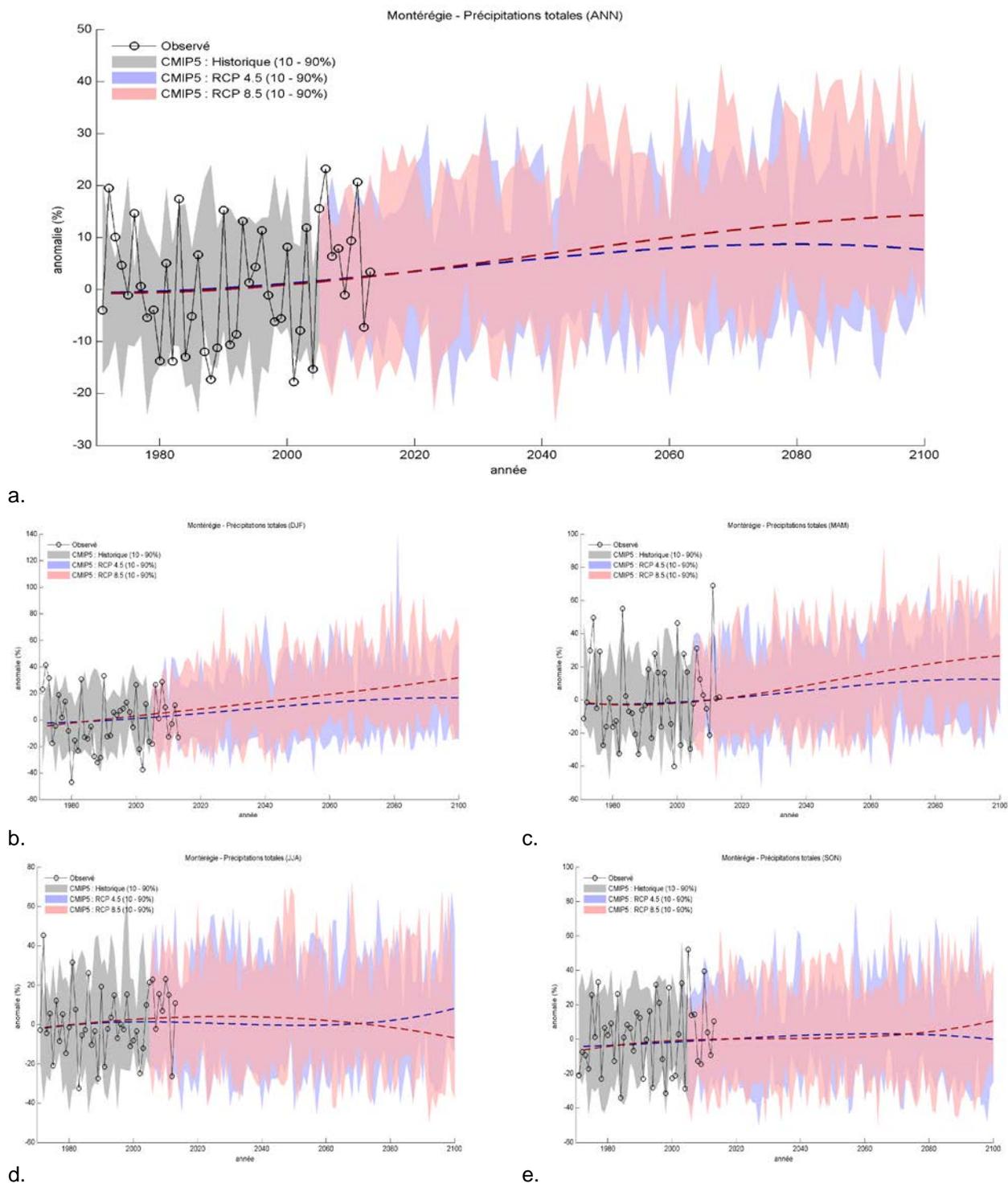


Figure A.185. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

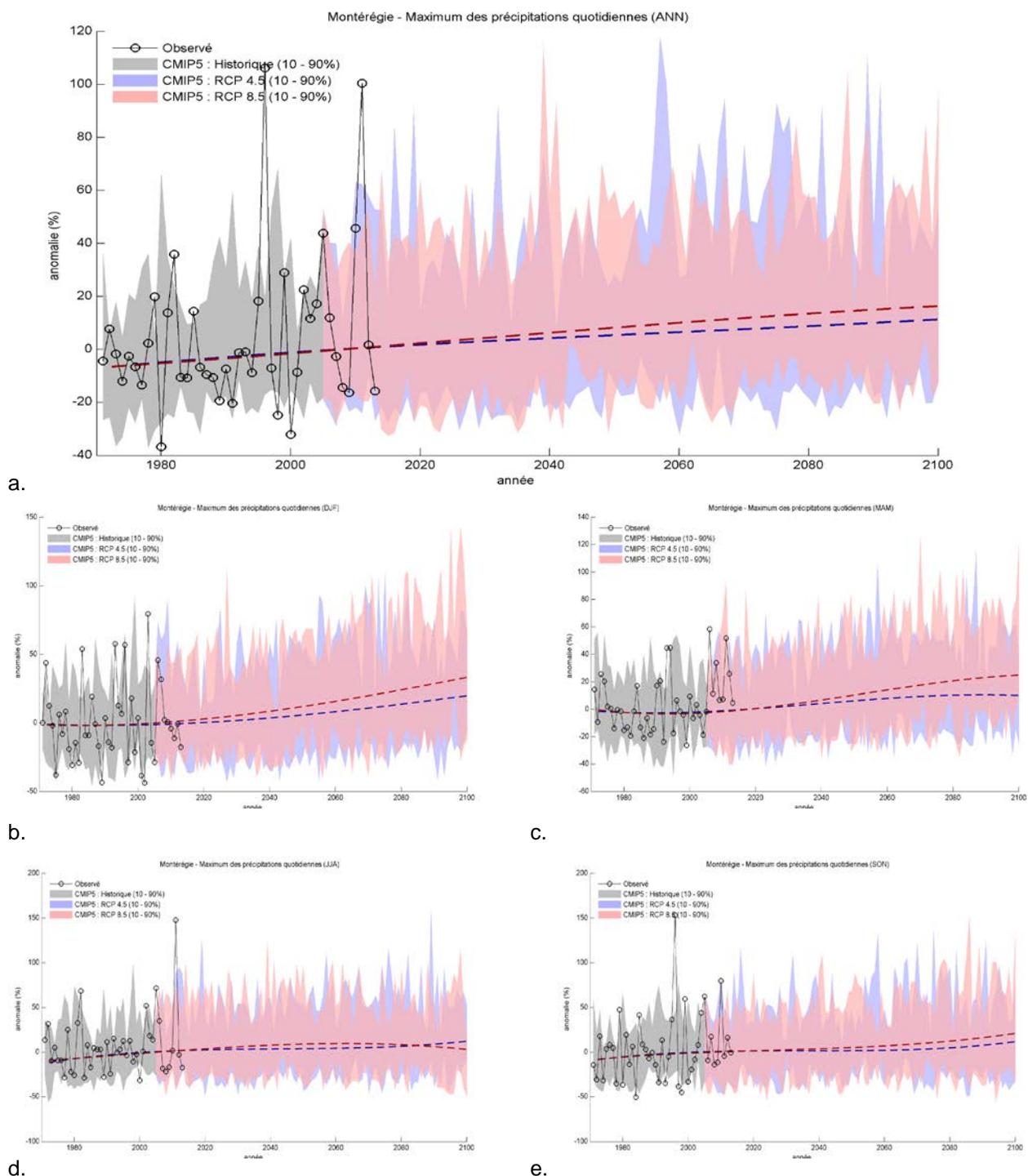


Figure A.186. - : Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

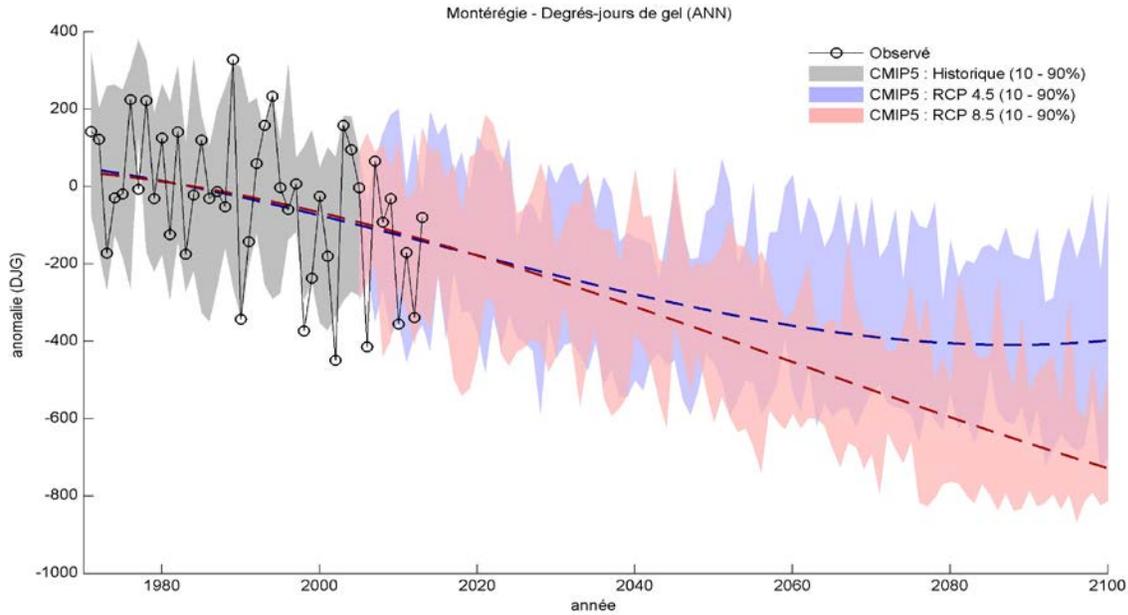


Figure A.187. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

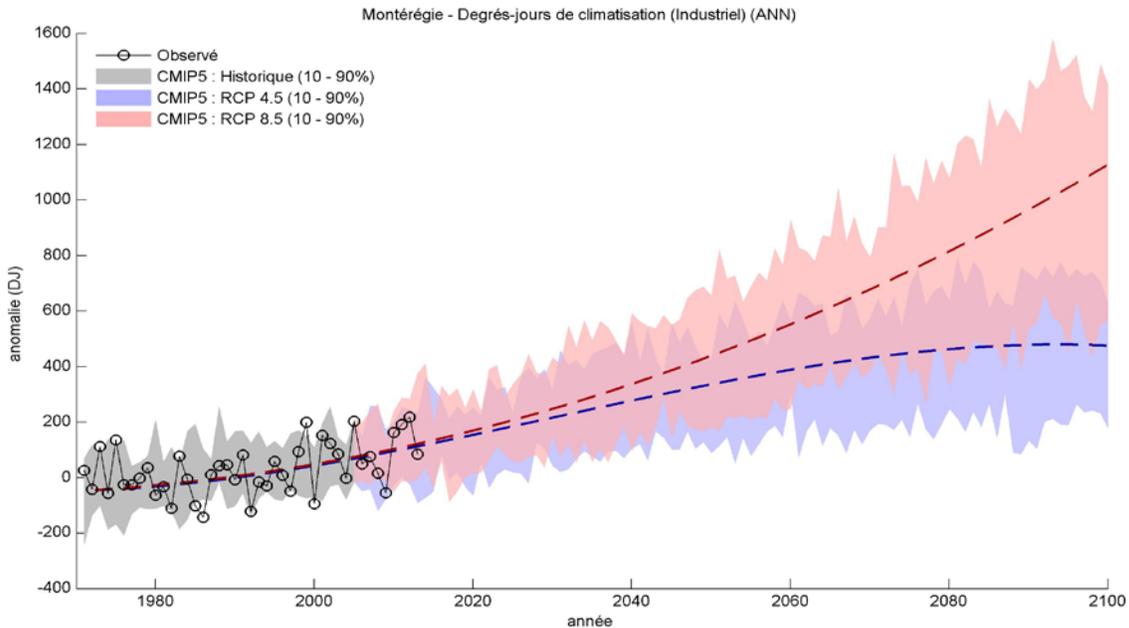


Figure A.188. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

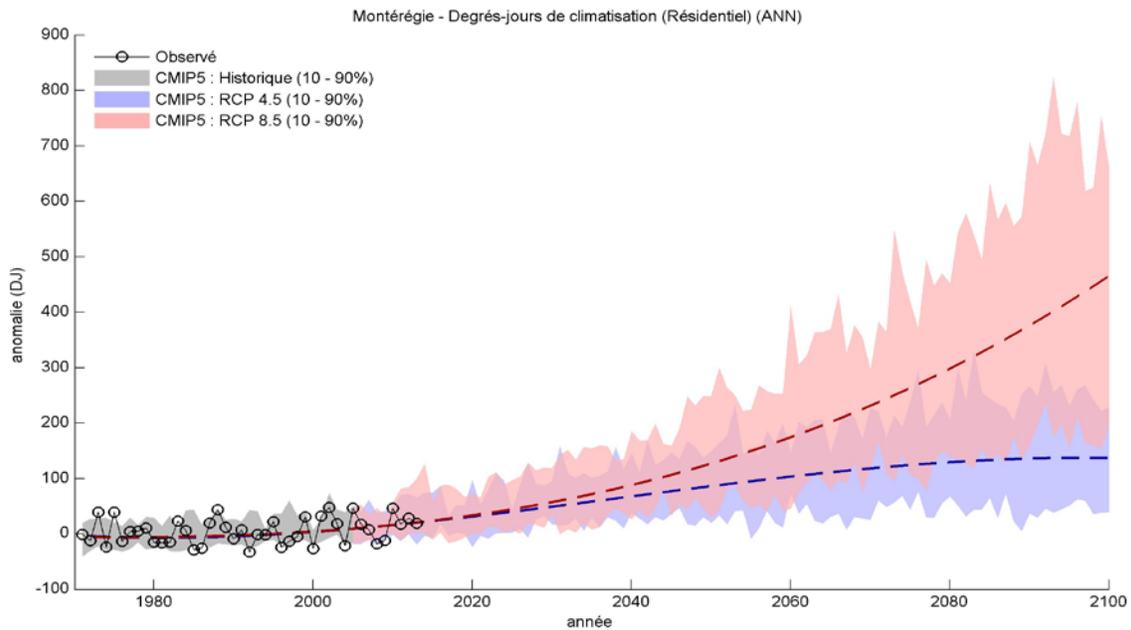


Figure A.189. Montréal : Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

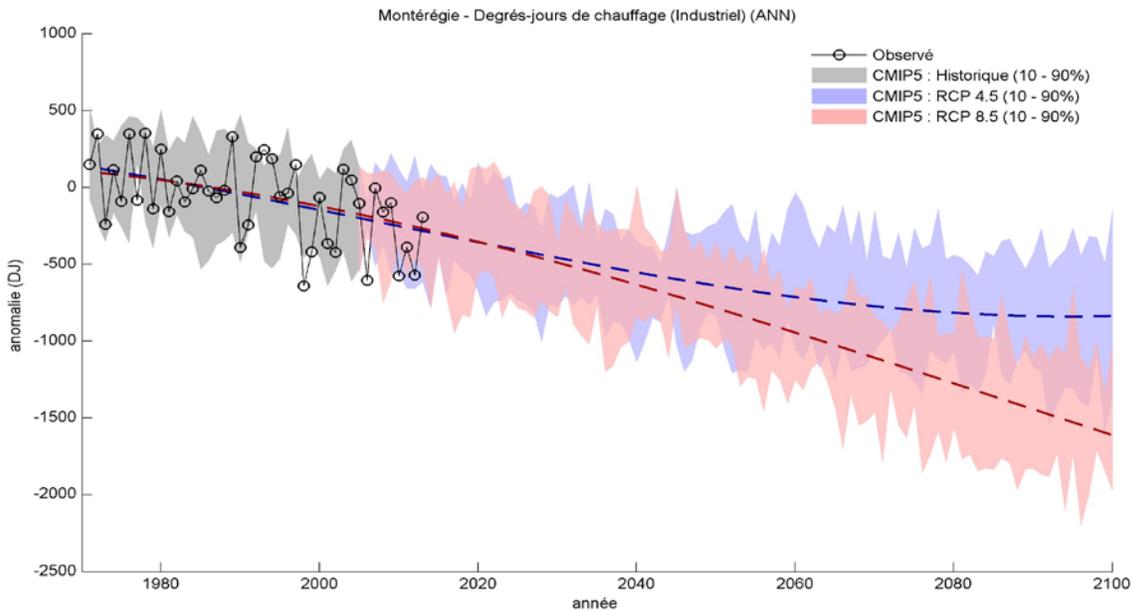


Figure A.190. Montréal : Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

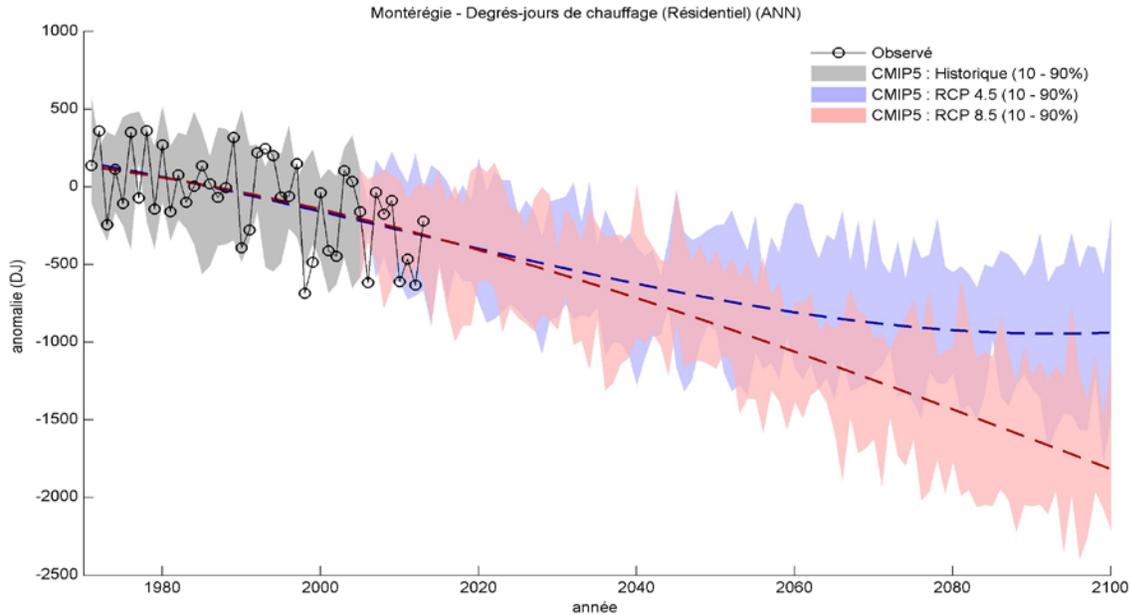


Figure A.191. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

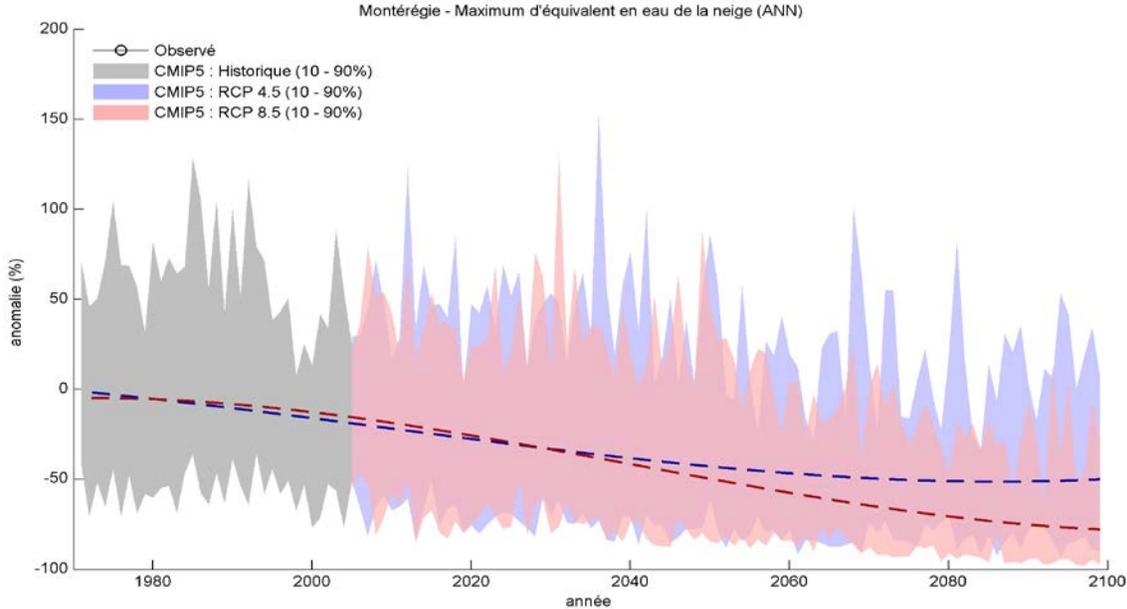


Figure A.192. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles



RÉGION 17 - Nunavik

Tableau A.17. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.0 à 2.7	+2.4 à 5.3	+2.9 à 8.6
	Hiver	°C	+1.6 à 4.6	+4.1 à 9.1	+4.8 à 13.9
	Printemps	°C	+0.6 à 2.7	+1.5 à 4.9	+2.0 à 8.7
	Été	°C	+0.5 à 2.1	+1.3 à 4.2	+1.8 à 6.9
	Automne	°C	+0.8 à 2.3	+1.8 à 4.6	+2.2 à 7.3
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.5 à 1.9	+1.3 à 4.0	+1.0 à 6.9
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+1.8 à 4.3	+4.2 à 9.5	+5.0 à 17.0
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 4	+1 à 11	+2 à 29
Précipitations totales	Annuel	%	+1.9 à 13.4	+8.7 à 25.5	+10.9 à 39.2
	Hiver	%	+9.3 à 23.7	+16.2 à 45.5	+25.2 à 82.3
	Printemps	%	+1.0 à 16.4	+4.5 à 29.2	+7.0 à 43.7
	Été	%	-1.3 à 11.1	+1.7 à 16.0	+3.1 à 23.0
	Automne	%	+0.9 à 17.6	+6.7 à 28.2	+9.3 à 39.1
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	+3 à 16	+8 à 27	+12 à 42
	Hiver	%	+3 à 23	+14 à 32	+19 à 60
	Printemps	%	+3 à 16	+9 à 27	+12 à 36
	Été	%	+2 à 15	+5 à 21	+8 à 33
	Automne	%	+4 à 19	+10 à 34	+16 à 49
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-276 à -752	-626 à -1282	-755 à -2059
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+7 à 35	+28 à 108	+30 à 301
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+0 à 0	+0 à 1	+0 à 9
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-354 à -943	-869 à -1841	-1053 à -2925
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-358 à -958	-880 à -1892	-1062 à -3058
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-5 à 6	-11 à 7	-21 à 5

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.

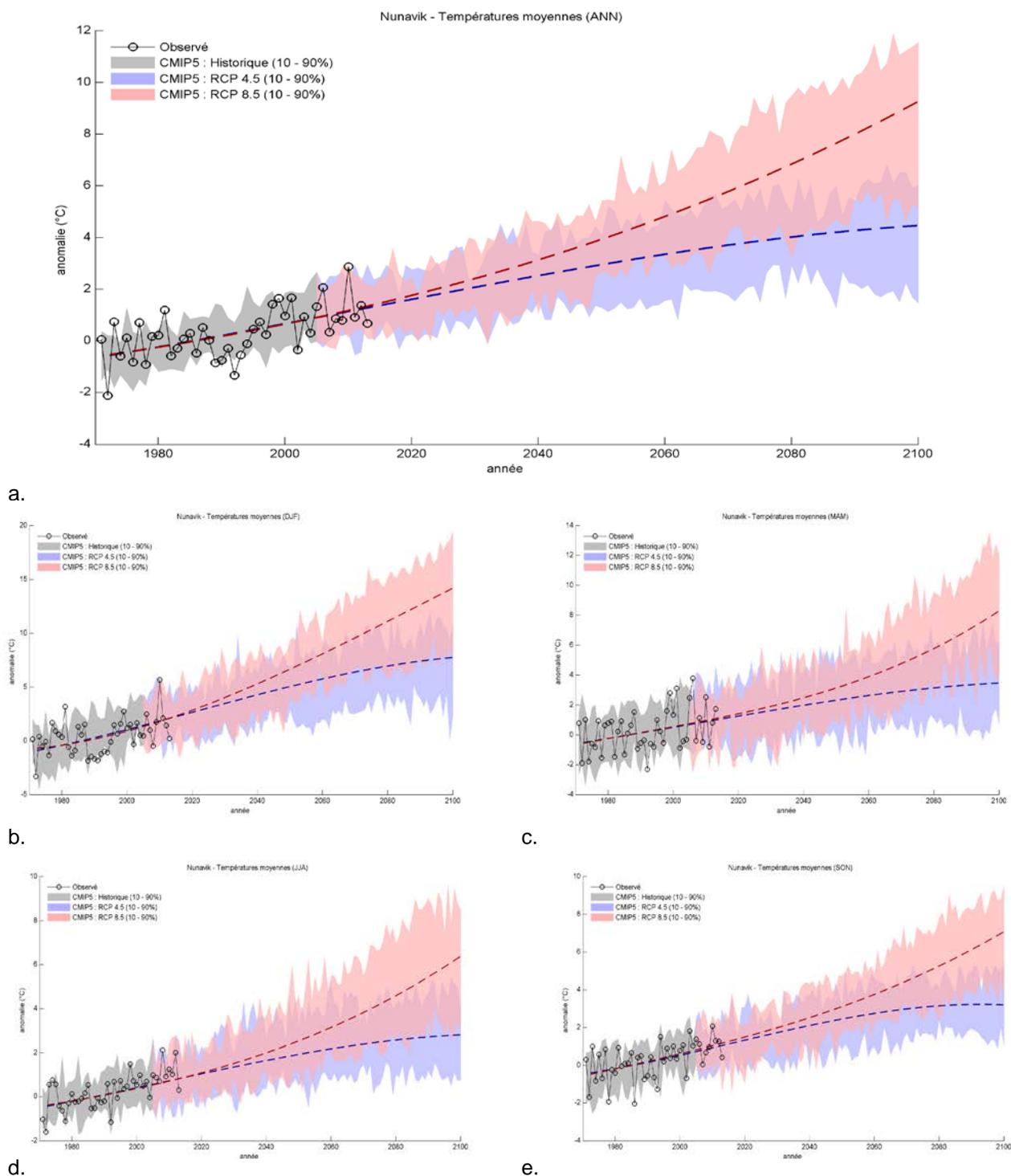


Figure A.193. - Évolution des anomalies des températures moyennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

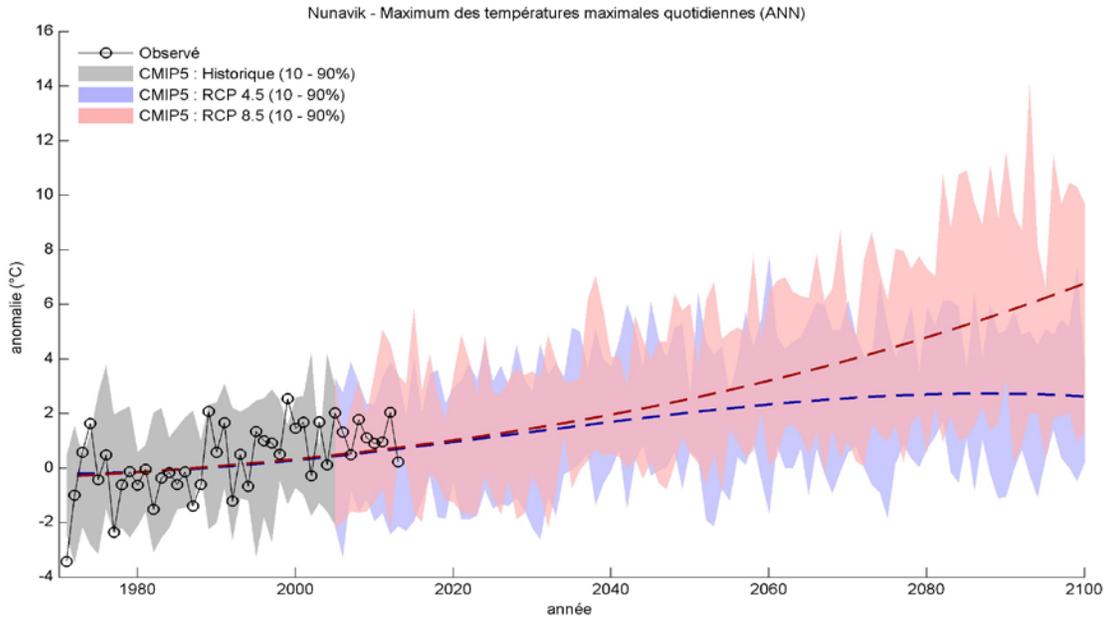


Figure A.194. - Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

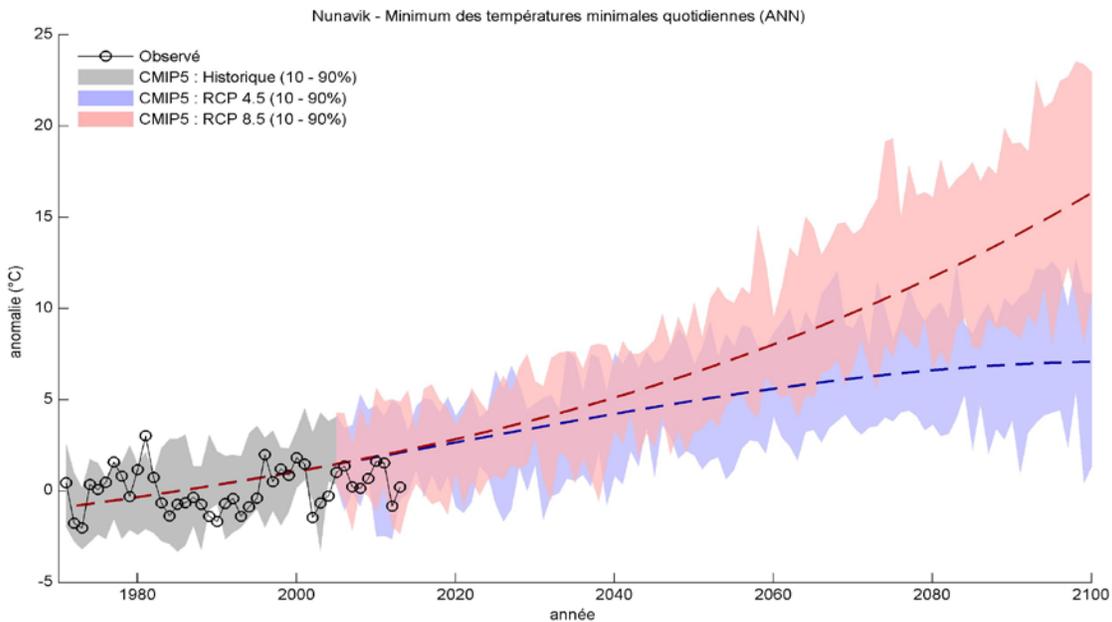


Figure A.195. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

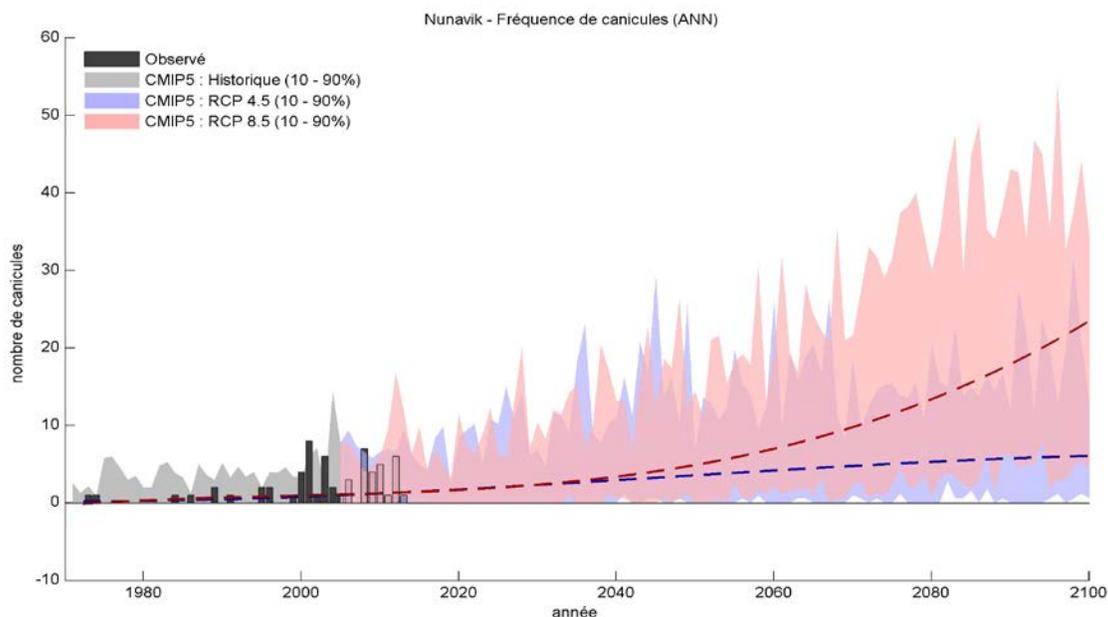


Figure A.196. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

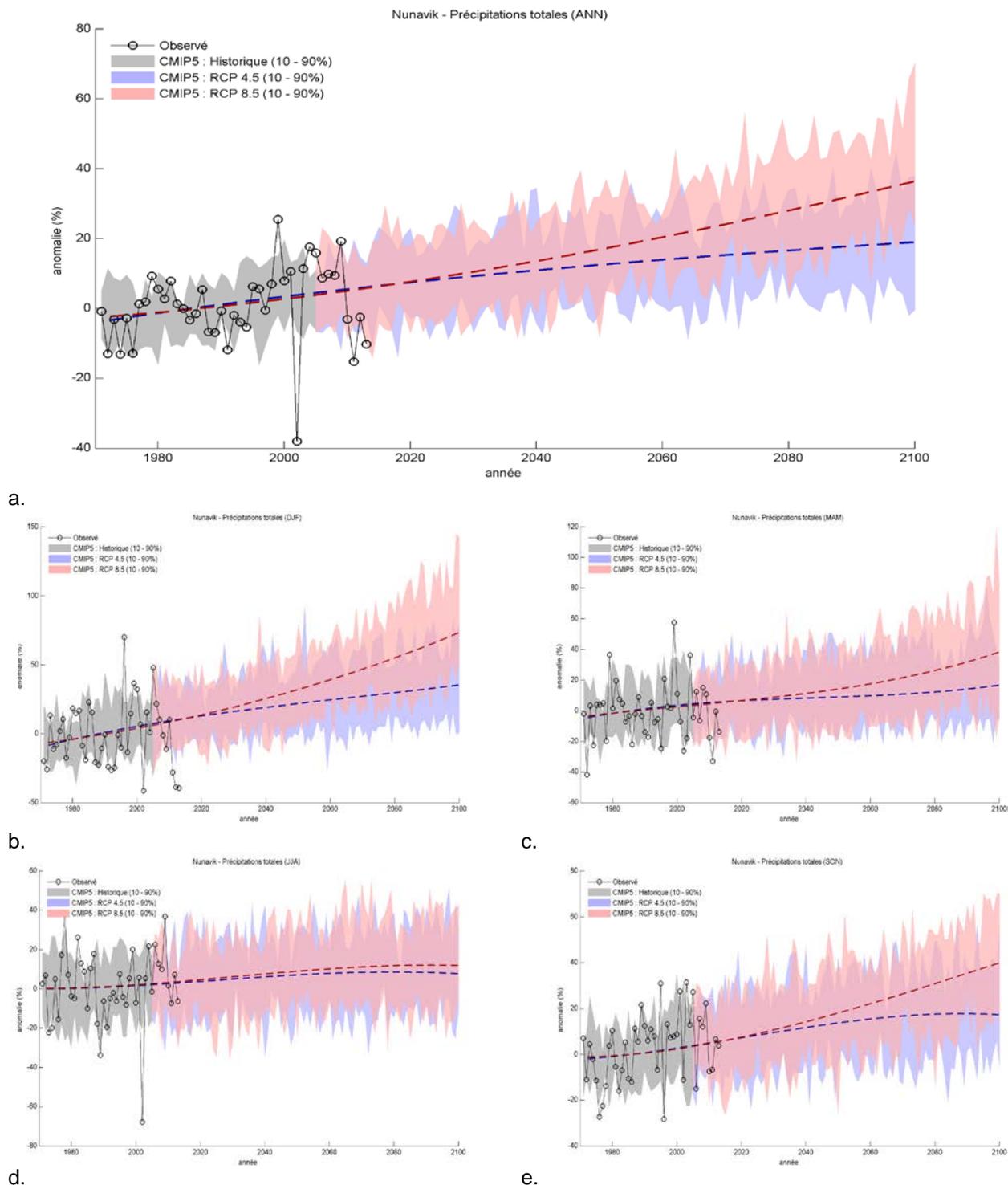
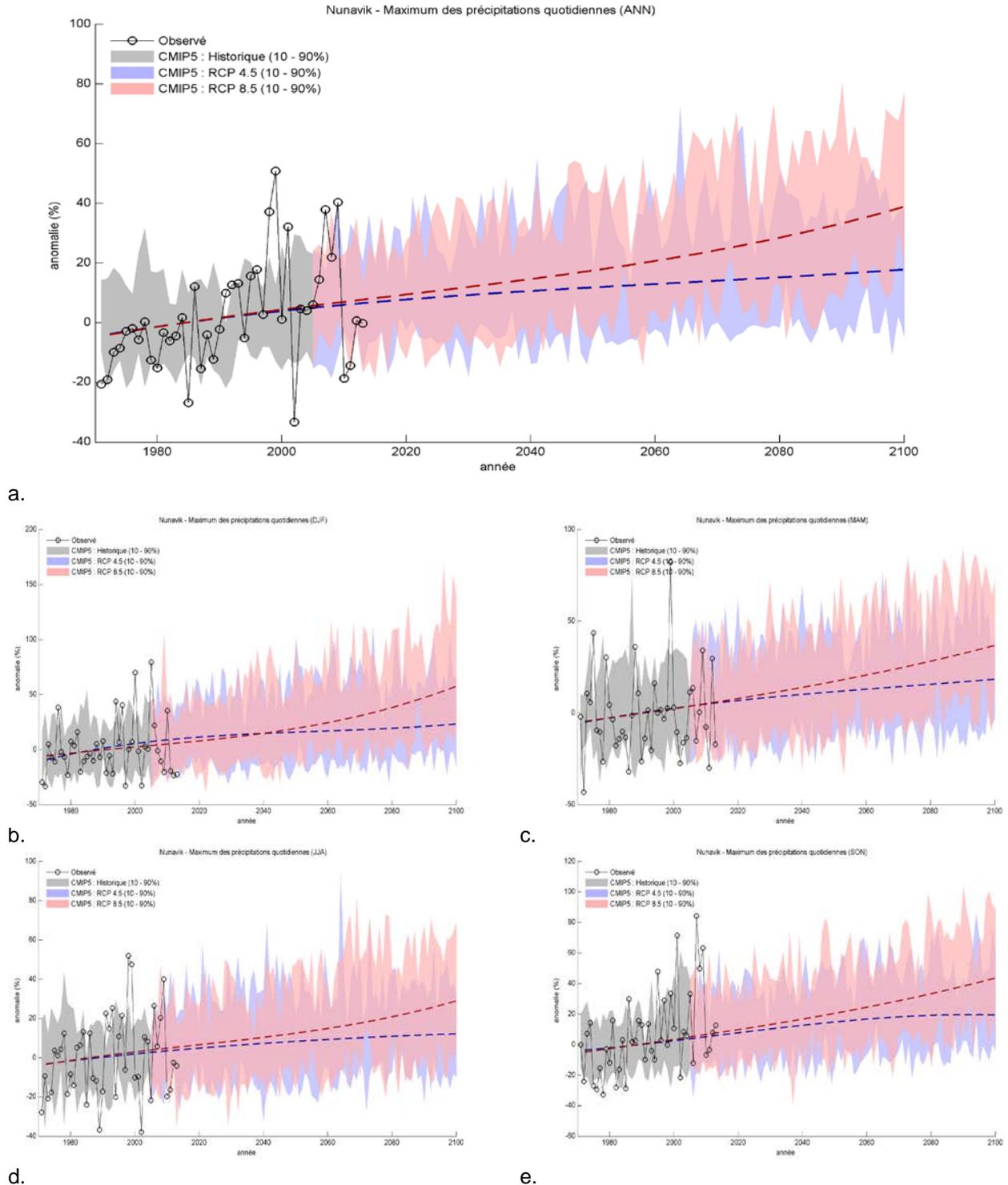


Figure A.197. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.



d. e.
Figure A.198. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

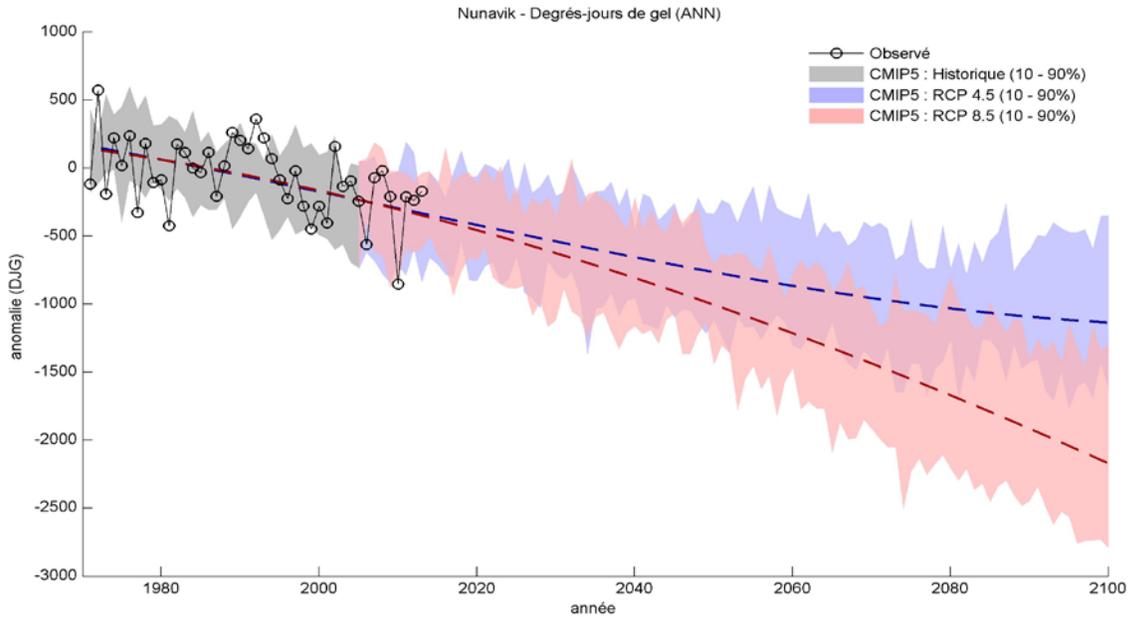


Figure A.199. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

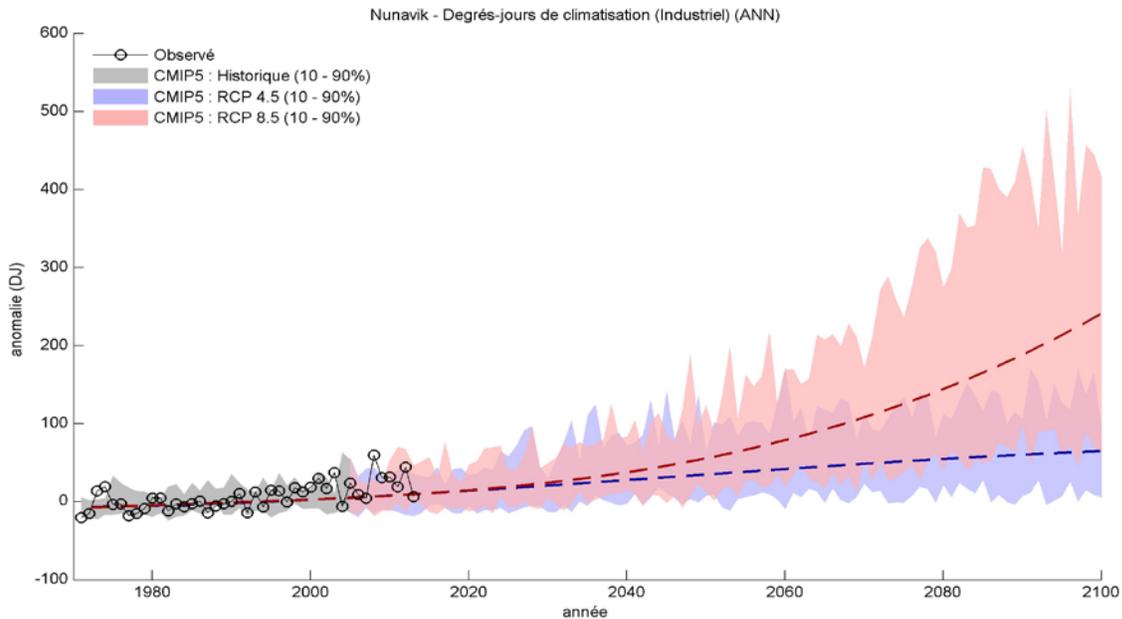


Figure A.200. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

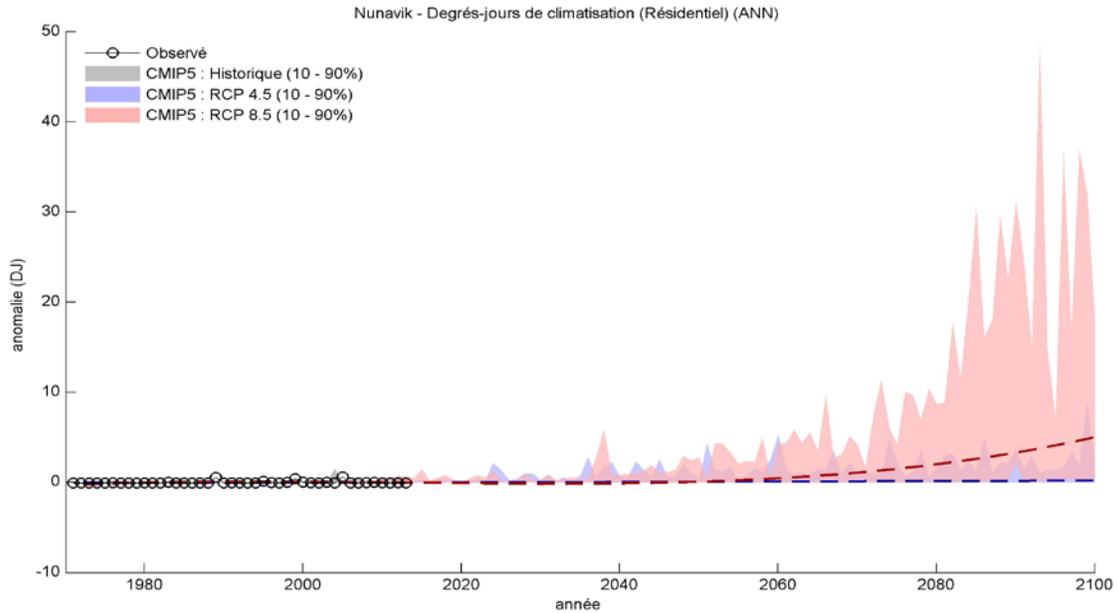


Figure A.201. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

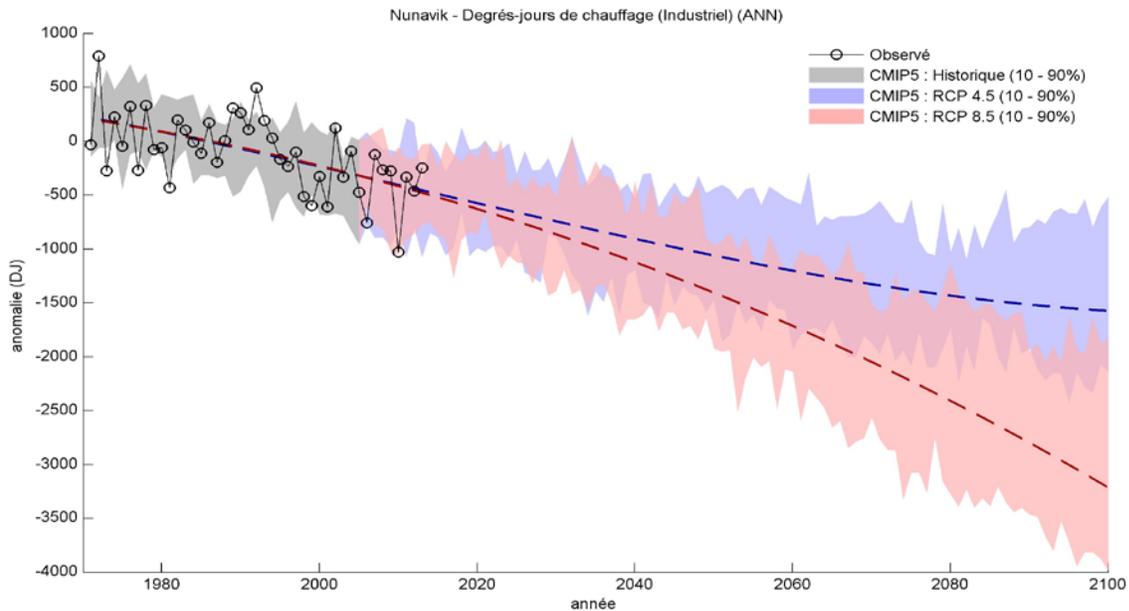


Figure A.202. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

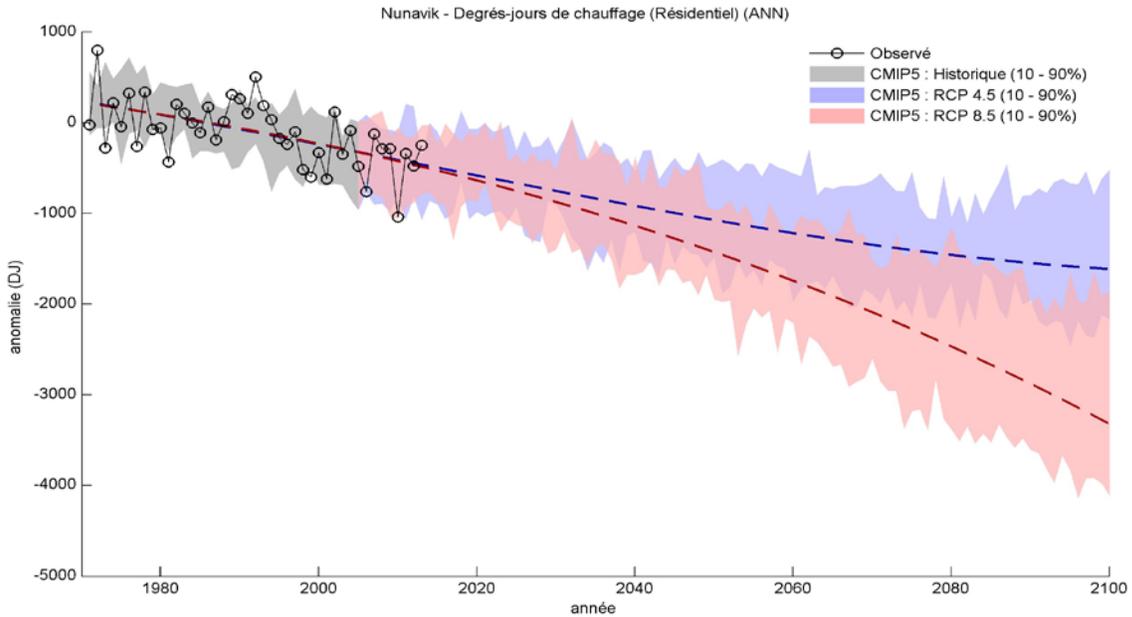


Figure A.203. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

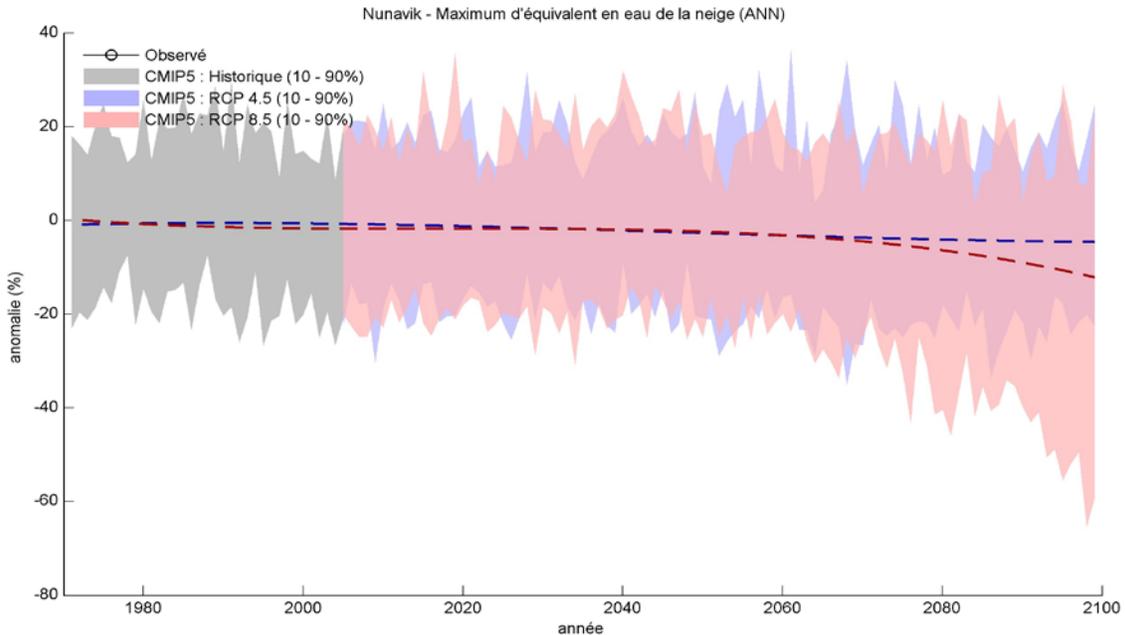


Figure A.204. - Évolution des anomalies du maximum de l'équivalent en eau de la neige simulé (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 et RCP8.5. Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

**Notez - des séries temporelles de valeurs observées sur grille d'équivalent en eau de la neige ne sont pas disponibles



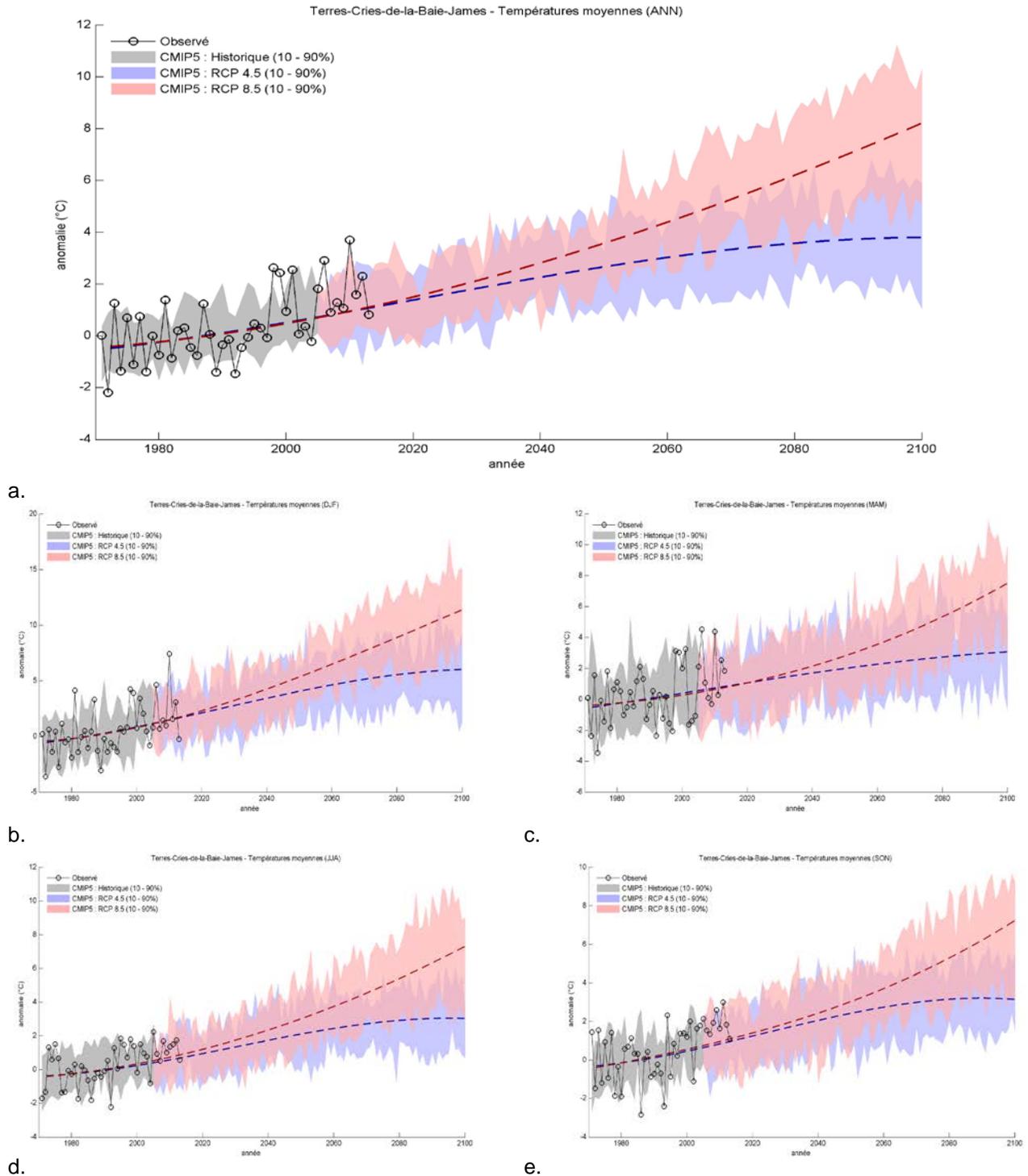
RÉGION 18 - Terres-Cries-de-la-Baie-James

Tableau A.18. Sommaire des changements projetés par rapport à la moyenne 1971-2000

Indice climatique	Saison	Δ unités	Changements futurs (RCP 4.5 et 8.5)*		
			Δ 2011-2040	Δ 2041-2070	Δ 2071-2100
Température moyenne	Annuel	°C	+1.1 à 2.3	+2.2 à 4.6	+2.6 à 7.8
	Hiver	°C	+1.7 à 3.7	+3.0 à 7.1	+4.0 à 10.8
	Printemps	°C	+0.4 à 2.3	+1.3 à 4.2	+1.8 à 7.3
	Été	°C	+0.6 à 1.8	+1.7 à 4.4	+2.2 à 7.6
	Automne	°C	+0.8 à 2.5	+1.6 à 4.5	+2.1 à 7.1
Maximum annuel des tmax quotidiennes	Annuel	°C	+0.3 à 2.1	+1.2 à 4.6	+1.6 à 6.9
Minimum annuel des tmin quotidiennes	Annuel	°C	+2.2 à 4.9	+4.4 à 9.9	+5.6 à 16.5
Fréquence de canicules	Annuel	É	+0 à 1	+1 à 4	+0 à 11
Précipitations totales	Annuel	%	+3.0 à 10.5	+6.8 à 19.7	+8.0 à 23.3
	Hiver	%	+5.1 à 25.6	+9.2 à 39.8	+22.8 à 66.2
	Printemps	%	-2.7 à 12.7	+2.0 à 19.8	+2.4 à 36.7
	Été	%	-4.9 à 8.8	-3.7 à 12.7	-7.0 à 13.2
	Automne	%	+0.2 à 12.6	+3.5 à 21.4	+4.9 à 23.7
Maximum des précipitations quotidiennes**	Annuel	%	-1 à 16	+3 à 25	+7 à 33
	Hiver	%	+2 à 28	+10 à 43	+17 à 51
	Printemps	%	+1 à 13	+7 à 25	+11 à 34
	Été	%	-3 à 15	+2 à 20	+0 à 20
	Automne	%	+0 à 18	+2 à 30	+8 à 41
Degrés-jours de gel	Annuel	DJ	-233 à -501	-420 à -930	-570 à -1437
Degrés-jours de climatisation (industriel)	Annuel	DJ	+38 à 140	+114 à 375	+157 à 724
Degrés-jours de climatisation (résidentiel)	Annuel	DJ	+2 à 12	+7 à 42	+9 à 127
Degrés-jours de chauffage (industriel)	Annuel	DJ	-373 à -762	-696 à -1420	-847 à -2221
Degrés-jours de chauffage (résidentiel)	Annuel	DJ	-388 à -801	-746 à -1520	-901 à -2449
Maximum d'équivalent en eau de la neige**	Annuel	%	-17 à 1	-3 à -34	-7 à -46

*L'intervalle dans les Δ indique les 10^e et 90^e centiles de l'ensemble des simulations climatiques RCP4.5 et RCP8.5. Voir les explications dans la section Exemple de résultats.

**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. En particulier ces données sont peu fiables pour la caractérisation des valeurs de précipitations extrêmes quotidiennes. Ces limites d'utilisation seront aussi présentes dans les scénarios climatiques et sont la principale raison pour laquelle les changements de précipitations (et surtout les extrêmes de précipitations) sont exprimés en pourcentage et non en valeurs absolues. Il y a des limitations similaires dans les projections d'EEN où il y a une absence d'observations adéquates pour l'étape de post-traitement.



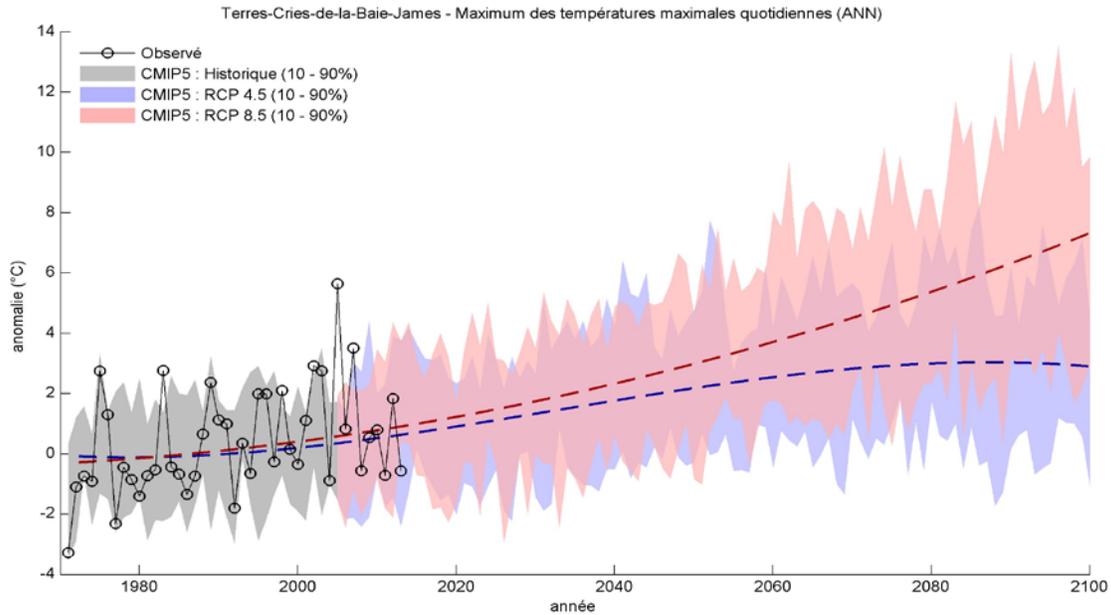


Figure A.206. Terres-Cries-de-la-Baie-James : Évolution des anomalies du maximum annuel des températures quotidiennes maximales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n= 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

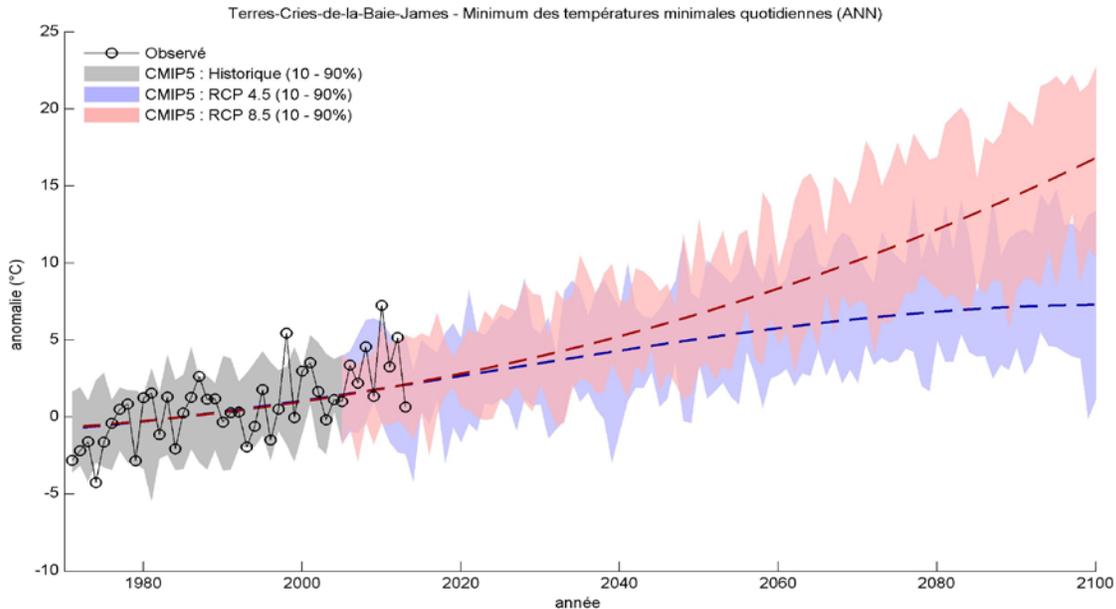


Figure A.207. - Évolution des anomalies du minimum annuel des températures quotidiennes minimales observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n= 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

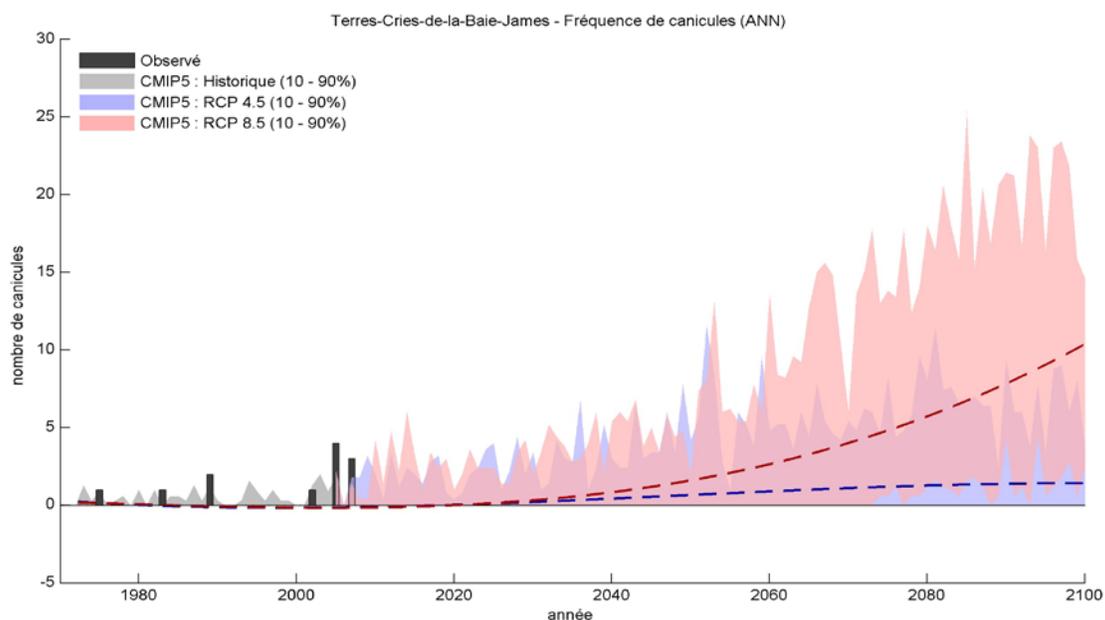


Figure A.208. - Évolution de la fréquence des canicules observée (1971-2013) et simulée (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre.

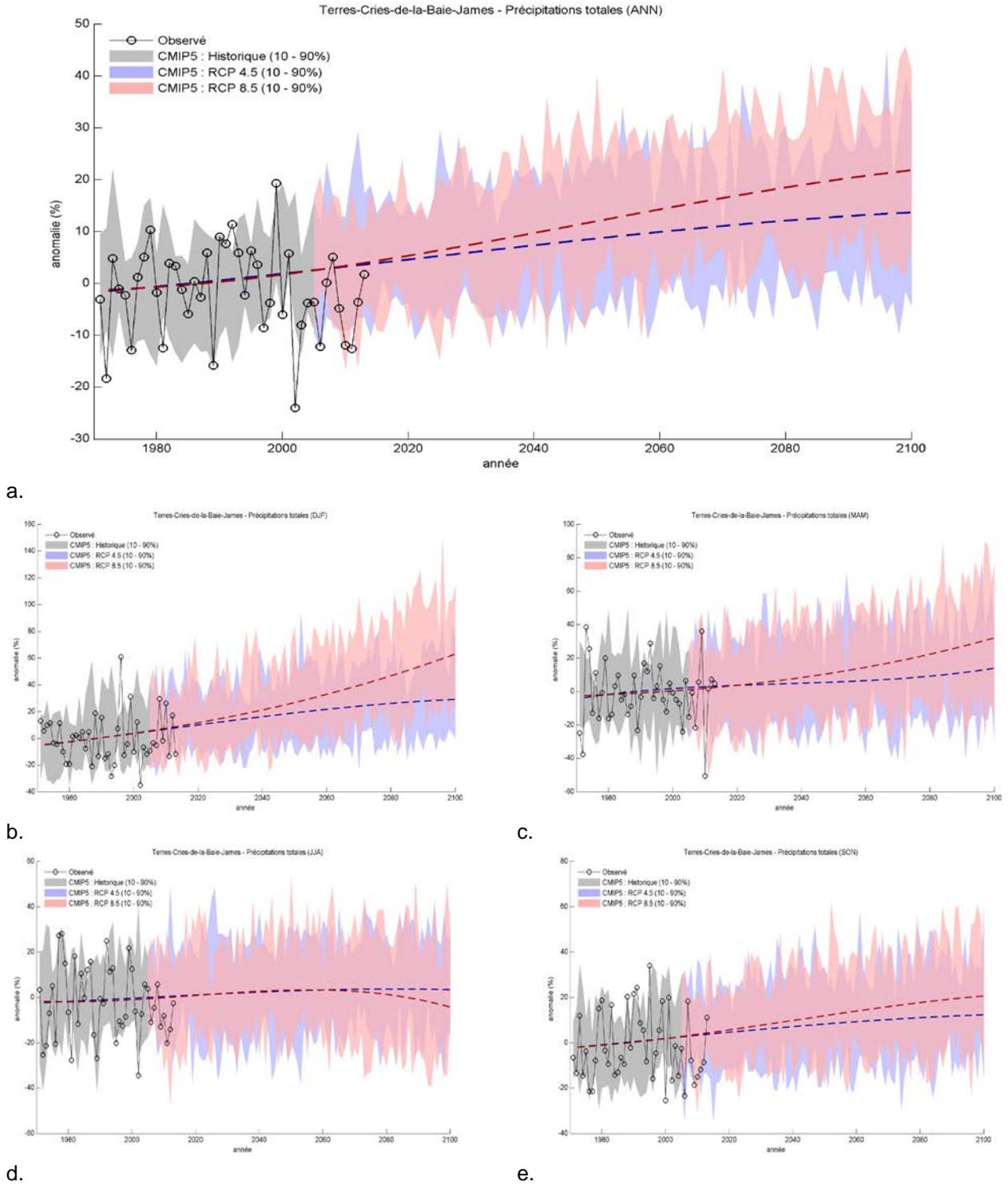


Figure A.209. - Évolution des anomalies des précipitations totales observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

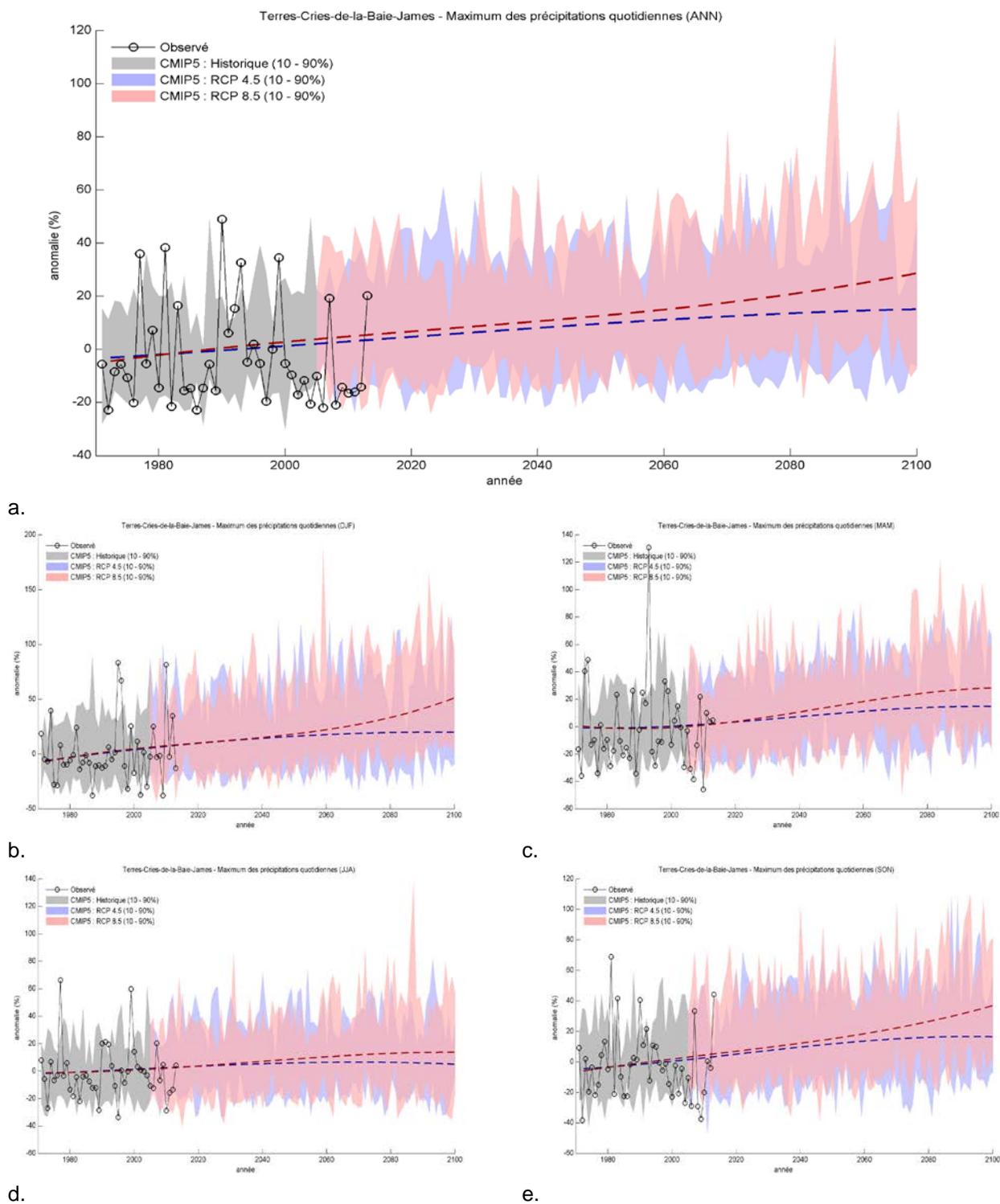


Figure A.20. - Évolution des anomalies du maximum des précipitations quotidiennes observées (1971-2013) et simulées (1971-2100) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. a) ANN b) DJF c) MAM d) JJA e) SON. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

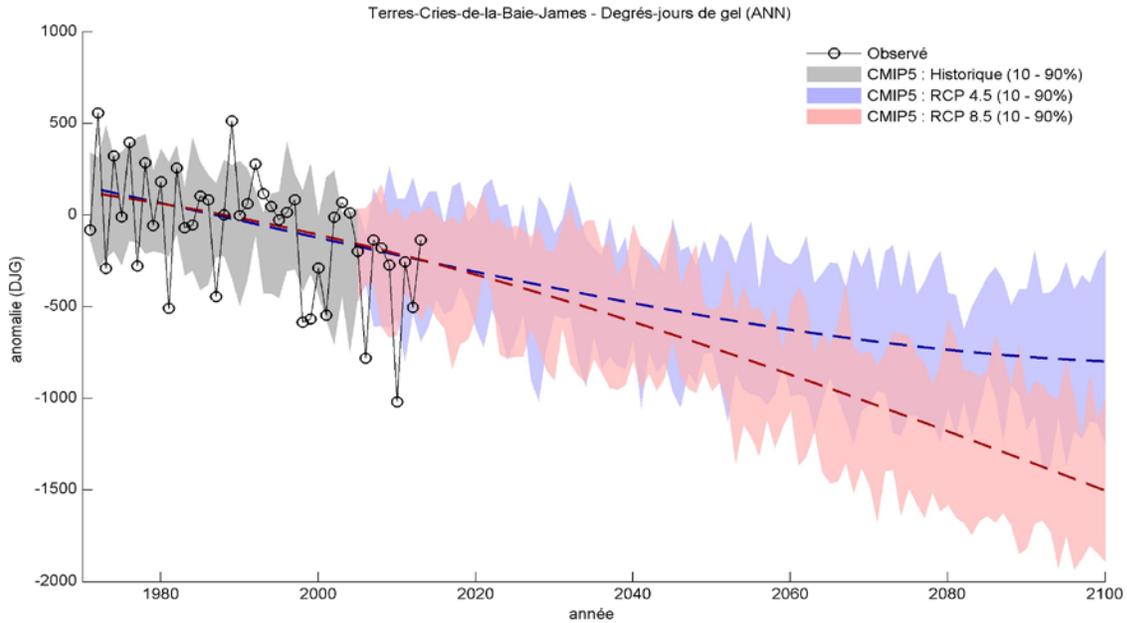


Figure A.211. - Évolution des anomalies des degrés-jours de gel observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

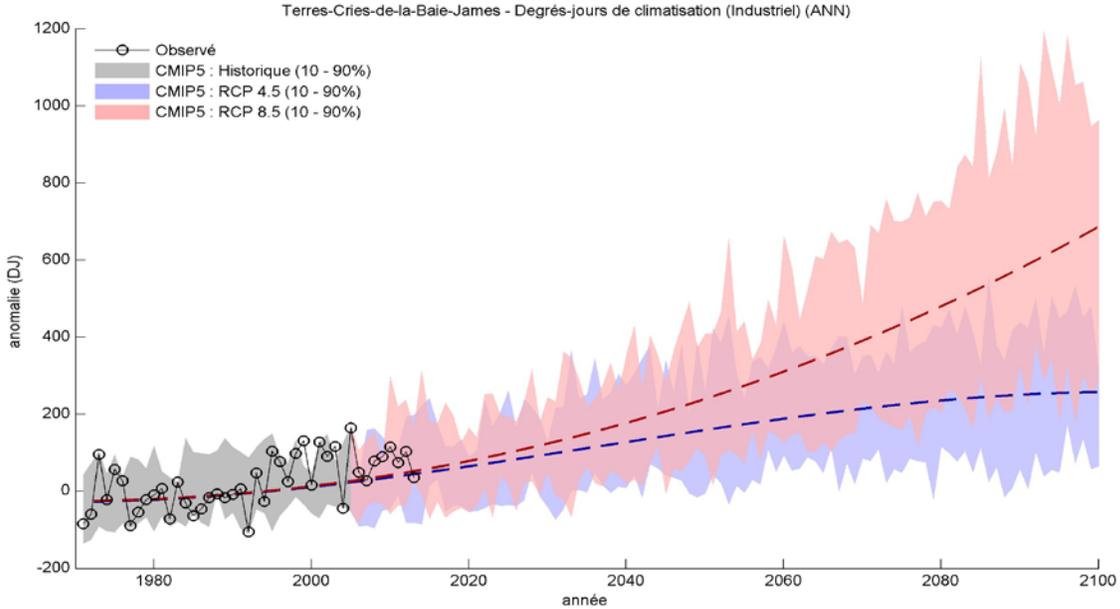


Figure A.212. - Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

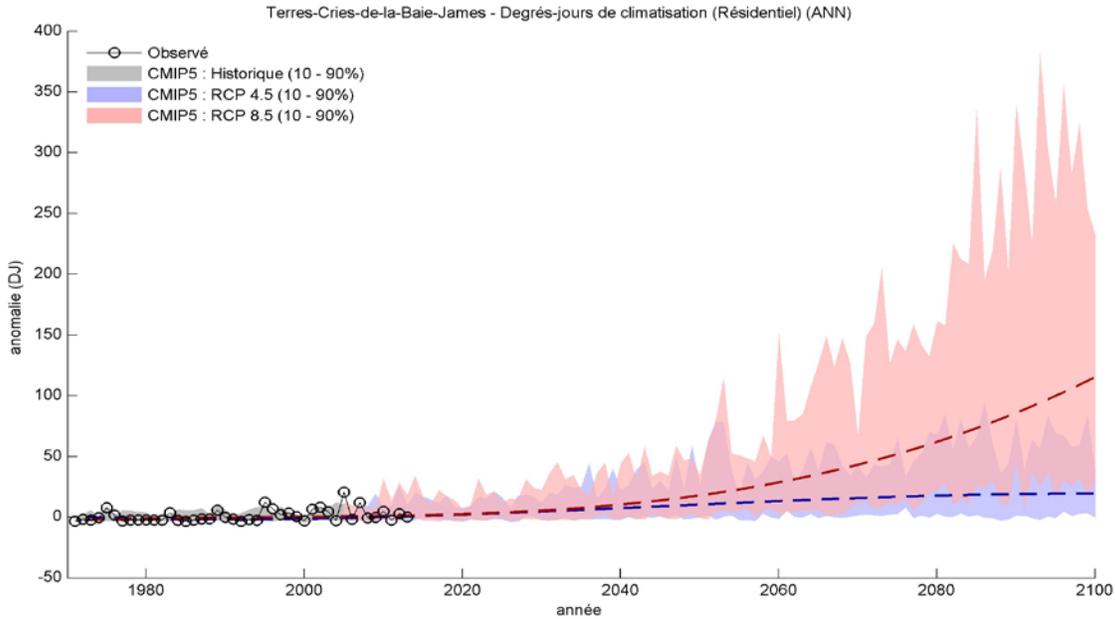


Figure A.213. - : Évolution des anomalies des degrés-jours de climatisation (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

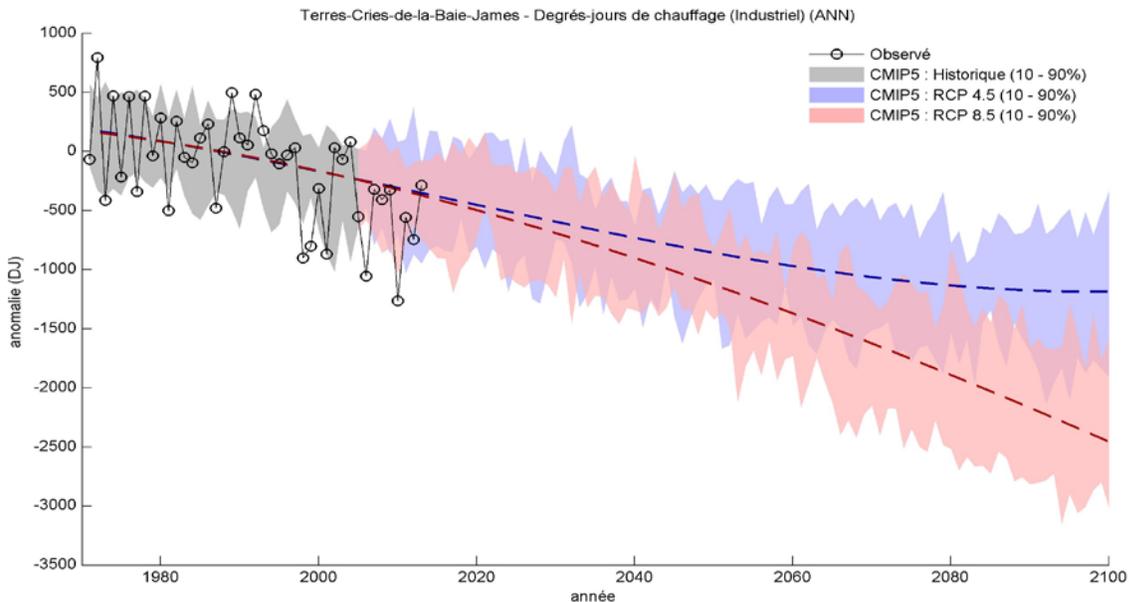


Figure A.214. - : Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (industriel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

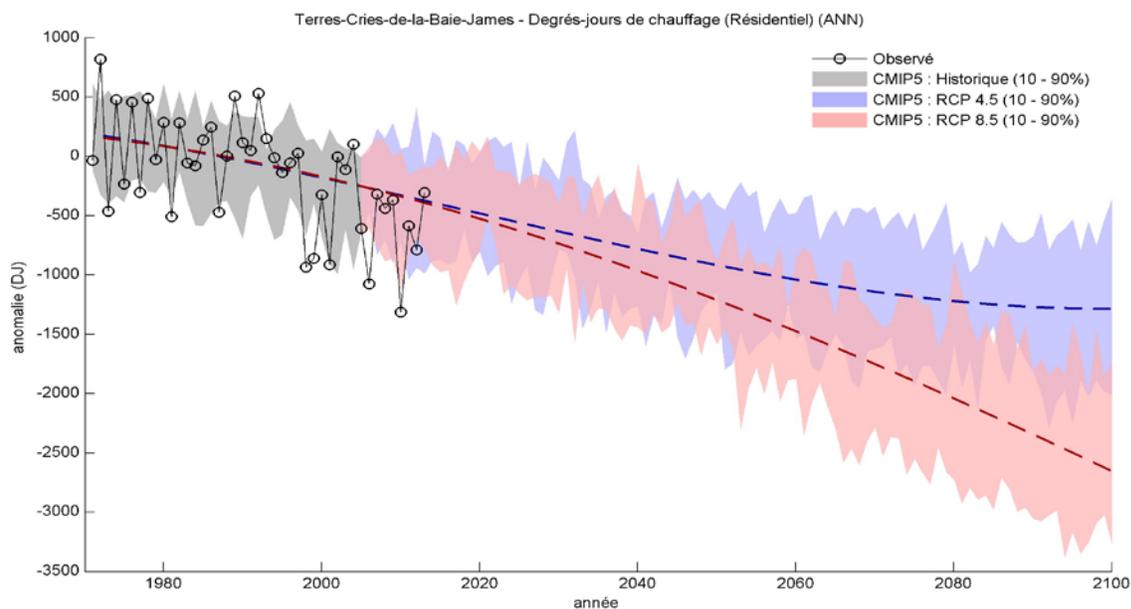


Figure A.215. - Évolution des anomalies des degrés-jours de chauffage (résidentiel) observés (1971-2013) et simulés (1971-2100) (ANN) pour la période historique (gris) et selon les RCP4.5 (bleu; n = 11) et RCP8.5 (rouge; n = 11). Les courbes bleues et rouges pointillées représentent les tendances à long terme de la médiane calculée par un ajustement de polynôme de degré quatre. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne 1971-2000.

