

# Portrait du climat du nord du Québec et du Labrador pour la période 2071–2100

*Dominique Berteaux, Nicolas Casajus et Pascale Ropars*

*Université du Québec à Rimouski*

## Résumé

Ce document dresse un portrait général du climat du nord du Québec et du Labrador pour la période 2071-2100 dans le cadre du projet *Changements climatiques et toundra du Nunavik : exposition, sensibilité et vulnérabilité*. Il se divise en trois parties : 1) description des données climatiques ; 2) synthèse climatique du territoire étudié ; 3) atlas bioclimatique.

## Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>1 Description des données climatiques</b>	<b>2</b>
1.1 Source des données . . . . .	2
1.2 Post-traitement des données . . . . .	3
1.3 Construction des normales climatiques . . . . .	3
1.4 Construction des variables bioclimatiques . . . . .	4
<b>2 Synthèse climatique du territoire étudié</b>	<b>5</b>
2.1 Portrait climatique pour la période 2071-2100 . . . . .	5
2.2 Écarts par rapport à la période de référence . . . . .	6
<b>3 Atlas bioclimatique</b>	<b>8</b>
<b>Références aux données et métadonnées</b>	<b>36</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>36</b>

**Citation suggérée :** Berteaux D., N. Casajus et P. Ropars (2018) Portrait du climat du nord du Québec et du Labrador pour la période 2070–2100. *Rapport présenté au Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et les changements climatiques*. Université du Québec à Rimouski, Québec, Canada, 36 pages.

# Introduction

Le projet *Changements climatiques et toundra du Nunavik : exposition, sensibilité et vulnérabilité* a dressé un portrait des effets potentiels des changements climatiques sur les écosystèmes de la toundra arctique du Nunavik. Pour ce faire, des modèles de niche ont été construits afin de modéliser la répartition des espèces présentes dans la toundra arctique du Nunavik. Les espèces actuellement absentes de cette région, mais qui pourraient potentiellement retrouver leurs conditions climatiques favorables dans cette région à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle ont également été considérées. À partir des modèles de niche construits, ces répartitions ont par la suite été projetées dans le futur sous différents scénarios de changements climatiques. Dans une seconde étape, des réseaux trophiques entre espèces ont été bâtis à partir des aires de répartition modélisées (1981-2010, période de référence) et projetées (périodes futures, 2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100) et les effets potentiels des changements climatiques sur les écosystèmes ont alors été quantifiés. Ce présent document brosse un portrait du climat de la toundra arctique du Nunavik pour la période 2071-2100.

## 1 Description des données climatiques

Dans cette partie, la provenance des données climatiques et leur traitement pour construire les normales climatiques pour les périodes futures sont décrites.

### 1.1 Source des données

Les études d'impacts aux changements climatiques reposent sur l'utilisation de simulations dérivées de modèles climatiques couplés à des scénarios de forçage radiatif. Depuis la publication du cinquième rapport (AR5) du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), une grande quantité de simulations climatiques est disponible pour mener à bien de telles études.

Le GIEC recommande fortement d'utiliser un grand ensemble de modèles climatiques couplés à différents scénarios de forçage radiatif afin de prendre en compte l'incertitude dans les changements projetés du climat. Cependant, il peut s'avérer très coûteux en temps de calcul d'utiliser la panoplie entière de simulations climatiques disponible.

Pour cette étude, nous nous sommes restreints à 10 simulations climatiques. Celles-ci offrent une bonne couverture de l'incertitude présente dans les changements projetés par un grand nombre de simulations climatiques (*Travis Logan, communic. pers.*). Toutes ces simulations sont issues de modèles régionaux du climat (MRC), lesquels sont obtenus à partir d'interpolation dynamique de modèles globaux. Notons aussi que tous ces MRC ont été couplés aux scénarios de forçage radiatif de nouvelle génération, les RCP (pour *Representative Concentration Pathway*). Ici, les RCP les plus communs ont été retenus, à savoir le RCP 4,5 (correspondant à un forçage radiatif de +4,5 W/m<sup>2</sup> par rapport à 1750) et le RCP 8,5 (+8,5 W/m<sup>2</sup>). La liste des 10 simulations climatiques utilisés figure dans le Tableau 1.

Les simulations climatiques proviennent de deux organismes différents : le consortium Ouranos pour les simulations dérivées du modèle régional canadien MRCC5 (Martynov *et al.*, 2013; Separovic *et al.*, 2013) et le programme CORDEX (Giorgi *et al.*, 2009) pour les autres simulations. Ce dernier œuvre à l'avancement de la modélisation régionale du climat à l'échelle de l'Amérique du Nord. Un des buts spécifiques de ce programme est la production d'ensembles coordonnés de projections climatiques régionales issues d'une multitude de centres de modélisation climatique.

TABLE 1 – Informations sur les simulations climatiques futures utilisées dans cette étude

RCM	Centre	Source des données	Run	Résolution	GCM	RCP
CANRCM4	CCCMA	CORDEX	-	0,44	CANESM2	RCP 4,5
CANRCM4	CCCMA	CORDEX	-	0,44	CANESM2	RCP 8,5
RCA4	SMHI	CORDEX	-	0,44	CANESM2	RCP 4,5
RCA4	SMHI	CORDEX	-	0,44	CANESM2	RCP 8,5
RCA4	SMHI	CORDEX	-	0,44	EC-EARTH	RCP 4,5
RCA4	SMHI	CORDEX	-	0,44	EC-EARTH	RCP 8,5
CRCM5	UQAM	CORDEX	-	0,44	CANESM2	RCP 4,5
CRCM5	UQAM	CORDEX	-	0,44	MPI-ESM-LR	RCP 4,5
CRCM5	Ouranos	Ouranos	bbf/bbg	0,22	CANESM2	RCP 8,5
CRCM5	Ouranos	Ouranos	bbh/bbi	0,22	CANESM2	RCP 8,5

## 1.2 Post-traitement des données

Les sorties des simulations climatiques (températures minimale et maximale de l'air et précipitations totales), qui ont une résolution temporelle variant de 3 à 24 heures selon la source des données, ont tout d'abord été ramenées à un pas de temps quotidien avant de calculer les moyennes (ou les sommes pour les précipitations) mensuelles pour chaque année de la période 1981-2100.

Une méthode simple de post-traitement a été employée pour corriger les biais mensuels présents dans les sorties brutes des simulations climatiques régionales. La correction a été effectuée en utilisant les données de la réanalyse du *Climate Forecast System Reanalysis* (CFSR) de NCEP (Saha *et al.*, 2010) comme valeurs d'observations<sup>1</sup>. Voici la procédure mise en place<sup>2</sup> :

1. Données CFSR
  - calcul de la normale climatique mensuelle pour la période 1981-2005 pour chaque point de la grille et pour chaque variable.
2. Simulation climatique
  - calcul des anomalies mensuelles<sup>3</sup> par rapport à la normale mensuelle du CFSR pour 1981-2005 ;
  - interpolation des anomalies de la simulation climatique sur la grille CFSR ;
  - addition (températures) ou multiplication (précipitations) des normales climatiques du CFSR aux anomalies de la simulation climatique.

Il est important de noter que les données résultantes dans les scénarios climatiques futurs pour la période historique (1981-2005) correspondent aux données simulées corrigées par rapport aux données CFSR, et non les valeurs CFSR elles-mêmes. Ainsi, chaque scénario va avoir une séquence unique pour la période historique (même si les moyennes 1981-2005 sont très semblables).

## 1.3 Construction des normales climatiques

Puisque chaque scénario possède une séquence unique pour la période de référence, nous avons corrigé les scénarios par rapport aux données CFSR de la période de référence afin qu'ils soient comparables les uns aux autres. Pour ce faire, nous avons tout d'abord construit, pour chacune des 10 simulations climatiques, quatre horizons temporels : la période de référence (définie comme la normale climatique pour les années 1981-2010), l'horizon 2011-2040 (défini comme la normale climatique pour les années 2011-2040), l'horizon 2041-2070 (défini comme la normale climatique pour les années 2041-2070) et l'horizon 2071-2100 (défini

1. Ce sont ces données qui ont servies à définir le climat de la période de référence.

2. La préparation de ces données climatiques a été effectuée par Travis Logan du Consortium Ouranos.

3. L'anomalie correspond à la différence (températures) ou au ratio (précipitations) entre une valeur simulée, pour un mois d'une année donnée, par rapport à la moyenne 1981-2005 pour ce même mois.

comme la normale climatique pour les années 2071-2100). Pour chaque simulation, chaque horizon temporel, les moyennes mensuelles ont été moyennées au travers des trente années composant l'horizon (moyenne de trente valeurs), pour chaque variable de base. Ainsi, un horizon temporel d'une simulation climatique donnée est défini par 36 variables (3 variables de base x 12 mois).

Puis, pour une simulation et un horizon futur donnés, les valeurs futures des variables mensuelles ont été soustraite (températures) ou divisées (précipitations) aux valeurs de la période de référence simulées par le même scénario et ces écarts ont été appliqués (addition ou multiplication) aux valeurs mensuelles de la période de référence issues du CFSR. Cette méthode, appelée *Change Field* est celle utilisée dans Casajus *et al.* (2016). À la fin de cette correction, tous les scénarios climatiques sont comparables les uns aux autres, et chacun est défini sous trois horizons temporels futurs par 36 variables (mensuelles moyennes).

## 1.4 Construction des variables bioclimatiques

C'est à partir de ces variables mensuelles de base (températures minimale et maximale de l'air et précipitations totales) que les variables bioclimatiques ont été dérivées. Le Tableau 2 liste, pour rappel, l'ensemble des variables bioclimatiques dérivées à partir des trois variables mensuelles de base.

TABLE 2 – Variables bioclimatiques dérivées pour le projet

Code	Variable bioclimatique	Unité
Bio01	Température annuelle moyenne	Degrés Celsius
Bio02	Écart diurne moyen des températures	Degrés Celsius
Bio03	Isothermalité	-
Bio04	Saisonnalité des températures	Degrés Celsius
Bio05	Température maximale du mois le plus chaud	Degrés Celsius
Bio06	Température minimale du mois le plus froid	Degrés Celsius
Bio07	Écart annuel des températures	Degrés Celsius
Bio08	Température moyenne du trimestre le plus humide	Degrés Celsius
Bio09	Température moyenne du trimestre le plus sec	Degrés Celsius
Bio10	Température moyenne du trimestre le plus chaud	Degrés Celsius
Bio11	Température moyenne du trimestre le plus froid	Degrés Celsius
Bio12	Précipitations annuelles totales	Millimètres
Bio13	Précipitations du mois le plus humide	Millimètres
Bio14	Précipitations du mois le plus sec	Millimètres
Bio15	Saisonnalité des précipitations	-
Bio16	Précipitations du trimestre le plus humide	Millimètres
Bio17	Précipitations du trimestre le plus sec	Millimètres
Bio18	Précipitations du trimestre le plus chaud	Millimètres
Bio19	Précipitations du trimestre le plus froid	Millimètres
Bio20	Degrés-jours de croissance annuel	Degrés Celsius
Bio21	Degrés-jours de gel annuel	Degrés Celsius
Bio22	Date de dernier gel printanier	Jours Julien
Bio23	Date de premier gel automnal	Jours Julien
Bio24	Longueur de la période sans gel	Nombre de jours
Bio25	Évapotranspiration potentielle annuelle	Millimètres
Bio26	Bilan hydrique annuel	Millimètres
Bio27	Indice d'humidité annuel	Degrés Celsius/Millimètres

## 2 Synthèse climatique du territoire étudié

Dans cette seconde partie, nous proposons des synthèses climatiques pour les deux régions d'intérêt. Des statistiques synthétiques (moyenne et écart-type ( $\sigma$ ) pour chacun des deux RCP) ont été calculées sur l'ensemble des cellules formant chacune des deux aires d'étude pour 1) le climat moyen pour la période 2071-2100 et 2) les écarts à la période de référence.

Notons que les résultats ont été agrégés sur l'ensemble des scénarios climatiques pour chacun des deux RCP.

### 2.1 Portrait climatique pour la période 2071-2100

Cette section présente le climat moyen (normales climatiques) du nord du Québec et du Labrador pour l'horizon 2071-2100. Les résultats synthétiques pour le nord du Québec et du Labrador sont présentés au Tableau 3.

TABLE 3 – Portrait climatique de la région nord du Québec et du Labrador pour 2071-2100

Variable	Unités	Moyenne (RCP4,5)	$\sigma$ (RCP4,5)	Moyenne (RCP8,5)	$\sigma$ (RCP8,5)
Bio01	°C	0,34	2,15	3,83	1,83
Bio02	°C	7,12	0,76	6,54	0,78
Bio03	-	18,15	1,68	17,81	1,64
Bio04	°C	1100,99	107,52	1041,65	106,67
Bio05	°C	19,84	2,06	22,82	2,03
Bio06	°C	-19,50	3,25	-14,06	2,82
Bio07	°C	39,34	3,54	36,89	3,48
Bio08	°C	8,10	3,53	8,50	3,47
Bio09	°C	-11,64	6,29	-5,62	6,81
Bio10	°C	13,75	1,83	16,88	1,69
Bio11	°C	-13,24	2,92	-8,63	2,48
Bio12	mm	1255,69	205,34	1372,75	210,30
Bio13	mm	146,41	18,98	158,95	20,84
Bio14	mm	60,86	17,70	75,53	16,91
Bio15	-	26,31	7,99	23,21	5,62
Bio16	mm	404,16	53,08	429,65	54,10
Bio17	mm	219,43	60,18	257,06	58,43
Bio18	mm	354,75	53,90	365,69	54,16
Bio19	mm	226,04	67,21	274,68	74,59
Bio20	°C	1031,53	290,20	1522,14	322,56
Bio21	°C	1856,86	453,97	1208,55	323,80
Bio22	Jours Julien	145,40	7,83	134,32	7,88
Bio23	Jours Julien	272,49	10,22	287,75	9,97
Bio24	Nombre de jours	127,10	17,17	153,43	17,06
Bio25	mm	360,77	40,58	422,76	44,35
Bio26	mm	894,92	179,24	949,99	187,93
Bio27	°C/mm	0,82	0,17	1,12	0,19

La même synthèse a été réalisée pour l'écorégion toundrique arctique du Nunavik (Tableau 4).

Même si les valeurs présentées dans les Tableaux 3 et 4 permettent d'avoir une bonne idée du climat moyen du nord du Québec et du Labrador à l'horizon 2071-2100 sous les deux RCP considérés, des disparités locales peuvent exister. Ainsi, la section 3 illustre les valeurs de chaque variable bioclimatique sur l'ensemble du territoire à l'horizon 2071-2100.

TABLE 4 – Portrait climatique de la région toundra arctique du Nunavik pour 2071-2100

Variable	Unités	Moyenne (RCP4,5)	$\sigma$ (RCP4,5)	Moyenne (RCP8,5)	$\sigma$ (RCP8,5)
Bio01	°C	-2,48	0,98	1,75	0,91
Bio02	°C	6,43	0,73	5,76	0,76
Bio03	-	16,08	0,86	16,08	1,02
Bio04	°C	1127,71	83,81	1012,99	88,96
Bio05	°C	18,10	1,80	21,08	1,80
Bio06	°C	-21,91	1,69	-14,74	1,70
Bio07	°C	40,02	3,29	35,82	3,37
Bio08	°C	6,24	1,06	7,56	1,96
Bio09	°C	-15,97	1,58	-8,98	1,78
Bio10	°C	11,56	1,16	15,04	1,17
Bio11	°C	-16,15	1,43	-9,84	1,37
Bio12	mm	876,60	73,32	986,15	78,85
Bio13	mm	117,77	10,56	124,23	10,47
Bio14	mm	36,14	4,53	49,17	5,29
Bio15	-	36,73	3,53	30,66	2,96
Bio16	mm	323,79	29,63	344,17	29,71
Bio17	mm	125,16	14,96	162,65	17,56
Bio18	mm	263,10	22,30	272,71	27,22
Bio19	mm	126,50	16,50	168,08	20,98
Bio20	°C	686,34	123,52	1129,91	151,71
Bio21	°C	2419,08	272,08	1478,57	217,96
Bio22	Jours Julien	153,48	3,37	142,17	4,58
Bio23	Jours Julien	263,19	7,11	278,05	8,20
Bio24	Nombre de jours	109,71	8,70	135,88	11,19
Bio25	mm	305,18	22,58	367,72	22,73
Bio26	mm	571,42	66,20	618,43	77,68
Bio27	°C/mm	0,78	0,12	1,15	0,15

## 2.2 Écarts par rapport à la période de référence

À partir du climat pour la période de référence (1981-2010) et du climat moyen pour l'horizon 2071-2100, il est possible de calculer des écarts en soustrayant les valeurs futures aux valeurs de la période de référence pour chaque variable bioclimatique. Ainsi, une valeur positive indiquera que la variable bioclimatique en question a augmenté par rapport à la période de référence, et inversement si elle est négative.

Le Tableau 5 présente les écarts moyens pour chacune des 27 variables bioclimatiques pour le nord du Québec et du Labrador à l'horizon 2071-2100. Par ex., la température annuelle moyenne (Bio01) augmenterait de  $3,94^{\circ}\text{C} \pm 0,33\text{SD}$  sous le RCP 4,5 ( $7,42^{\circ}\text{C} \pm 0,75\text{SD}$  sous le RCP 8,5) entre la période de référence et l'horizon 2071-2100 pour le nord du Québec et du Labrador (Tableau 5) alors que cette augmentation atteindrait  $4,52^{\circ}\text{C} \pm 0,10\text{SD}$  sous le RCP 4,5 ( $8,75^{\circ}\text{C} \pm 0,24\text{SD}$  sous le RCP 8,5) dans l'écorégion toundrique du Nunavik (Tableau 6).

TABLE 5 – Différences entre l'horizon 2071-2100 et la période de référence pour le nord du Québec et du Labrador

Variable	Unités	Moyenne (RCP4,5)	$\sigma$ (RCP4,5)	Moyenne (RCP8,5)	$\sigma$ (RCP8,5)
Bio01	°C	3,94	0,33	7,42	0,75
Bio02	°C	-0,66	0,10	-1,24	0,14
Bio03	-	0,71	0,23	0,37	0,44
Bio04	°C	-150,28	34,55	-209,62	63,58
Bio05	°C	2,49	0,31	5,47	0,30
Bio06	°C	7,98	0,79	13,42	1,67
Bio07	°C	-5,49	0,71	-7,95	1,50
Bio08	°C	2,84	2,38	3,24	2,42
Bio09	°C	5,15	2,35	11,17	2,74
Bio10	°C	2,73	0,14	5,86	0,35
Bio11	°C	6,27	0,90	10,88	1,78
Bio12	mm	178,68	27,89	295,73	47,62
Bio13	mm	-16,42	10,55	-3,88	9,40
Bio14	mm	25,13	8,70	39,79	8,55
Bio15	-	-17,36	3,37	-20,45	2,85
Bio16	mm	11,55	21,62	37,05	22,58
Bio17	mm	63,97	15,53	101,59	19,33
Bio18	mm	29,82	11,73	40,76	16,72
Bio19	mm	54,38	11,69	103,03	22,79
Bio20	°C	359,40	60,57	850,01	98,78
Bio21	°C	-937,50	161,89	-1585,81	326,21
Bio22	Jours Julien	-14,67	2,40	-25,75	3,75
Bio23	Jours Julien	12,80	3,05	28,06	3,14
Bio24	Nombre de jours	27,48	3,56	53,81	5,18
Bio25	mm	50,49	8,12	112,47	11,81
Bio26	mm	128,19	28,99	183,26	53,72
Bio27	°C/mm	0,20	0,03	0,50	0,07

Même si les valeurs présentées dans les Tableaux 5 et 6 permettent d'avoir une bonne idée de l'ampleur des changements climatiques à l'horizon 2071-2100, des disparités locales peuvent exister. Ainsi, la section 3 illustre les changements de chaque variable bioclimatique sur l'ensemble du territoire à l'horizon 2071-2100.

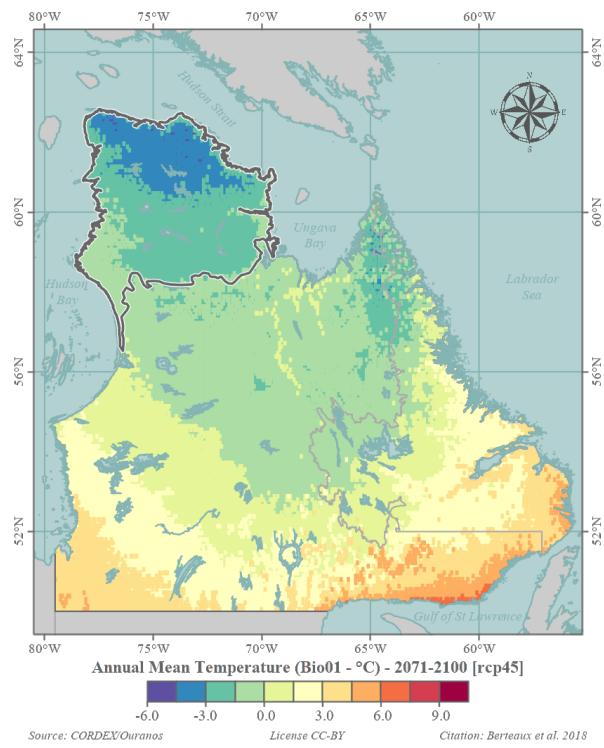
TABLE 6 – Différences entre l'horizon 2071-2100 et la période de référence pour la toundra arctique du Nunavik

Variable	Unités	Moyenne (RCP4,5)	$\sigma$ (RCP4,5)	Moyenne (RCP8,5)	$\sigma$ (RCP8,5)
Bio01	°C	4,52	0,10	8,75	0,24
Bio02	°C	-0,54	0,06	-1,20	0,14
Bio03	-	0,96	0,12	0,96	0,29
Bio04	°C	-204,60	12,79	-319,31	26,30
Bio05	°C	2,94	0,39	5,91	0,23
Bio06	°C	9,05	0,41	16,22	0,86
Bio07	°C	-6,11	0,50	-10,31	0,77
Bio08	°C	2,38	0,83	3,70	1,28
Bio09	°C	6,60	0,79	13,60	1,35
Bio10	°C	2,91	0,12	6,38	0,22
Bio11	°C	7,74	0,31	14,04	0,68
Bio12	mm	159,07	17,15	268,63	32,11
Bio13	mm	-5,35	2,73	1,10	3,85
Bio14	mm	17,86	2,41	30,89	3,92
Bio15	-	-16,70	1,28	-22,77	2,21
Bio16	mm	33,39	7,87	53,77	10,35
Bio17	mm	44,83	5,30	82,33	13,04
Bio18	mm	25,12	8,12	34,73	13,28
Bio19	mm	40,17	6,24	81,75	16,09
Bio20	°C	285,55	28,26	729,12	61,30
Bio21	°C	-1208,97	55,70	-2149,47	134,06
Bio22	Jours Julien	-14,64	2,54	-25,95	3,49
Bio23	Jours Julien	13,02	4,41	27,88	5,35
Bio24	Nombre de jours	27,66	5,85	53,83	7,65
Bio25	mm	40,55	10,30	103,10	10,64
Bio26	mm	118,52	19,16	165,53	38,41
Bio27	°C/mm	0,22	0,03	0,59	0,07

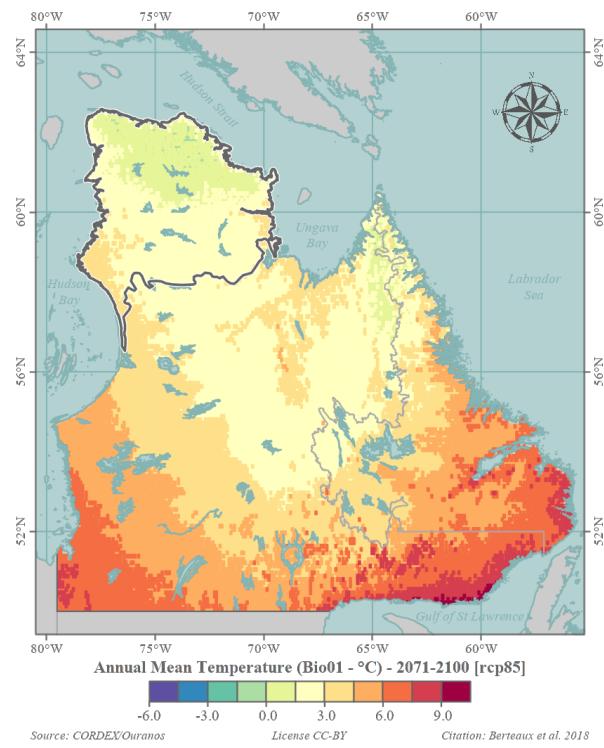
### 3 Atlas bioclimatique

Cette dernière partie se compose d'un atlas bioclimatique représentant l'information de chaque variable bioclimatique sur une même page. Les deux cartes du haut illustre, selon le même gradient de couleurs, les valeurs moyennes de la variable bioclimatique selon le RCP 4,5 (carte de gauche) et le RCP 8,5 (carte de droite) pour l'horizon 2071-2100. Les deux cartes du bas représentent les écarts des valeurs projetées pour l'horizon 2071-2100 par rapport à la période de référence (même gradient de couleurs pour ces deux cartes) selon le RCP 4,5 (carte de gauche) et le RCP 8,5 (carte de droite). Les variables sont listées selon le même ordre que dans les tableaux précédents.

Une version en haute définition des cartes est disponible à cette adresse : <https://ahasverus.shinyapps.io/bioclimaticatlas/>. À noter que pour des raisons techniques, les cartes comportent parfois des éléments de légende en anglais.

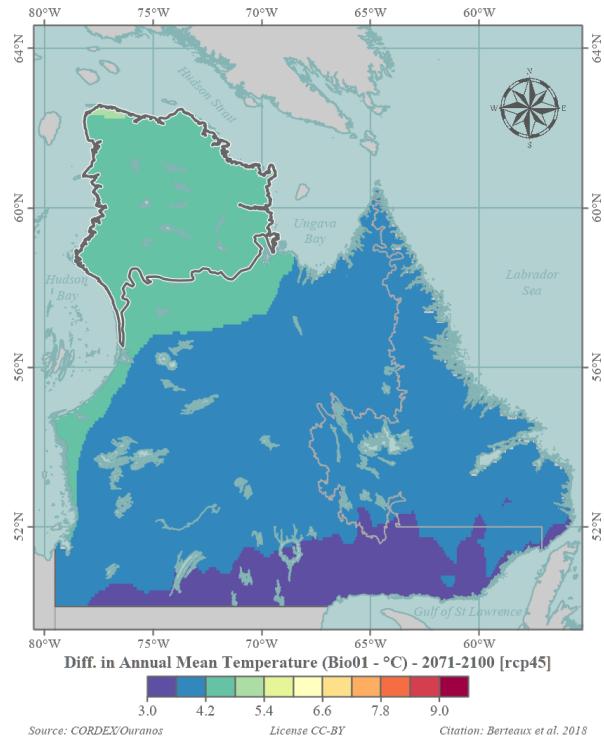


(a) RCP 4,5

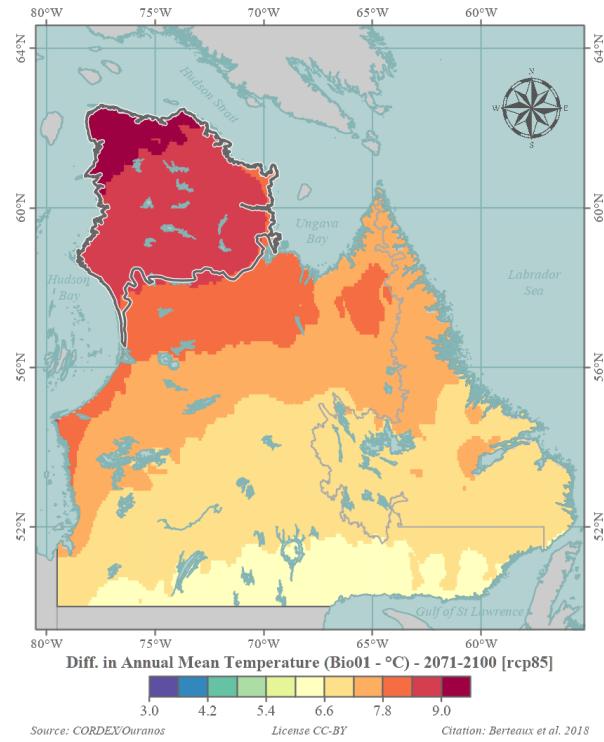


(b) RCP 8,5

FIGURE 1 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température annuelle moyenne (Bio01)

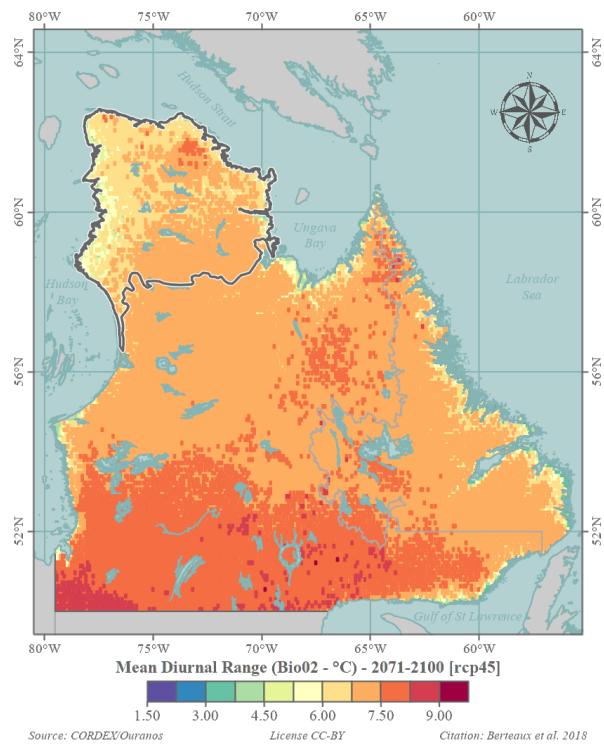


(a) RCP 4,5

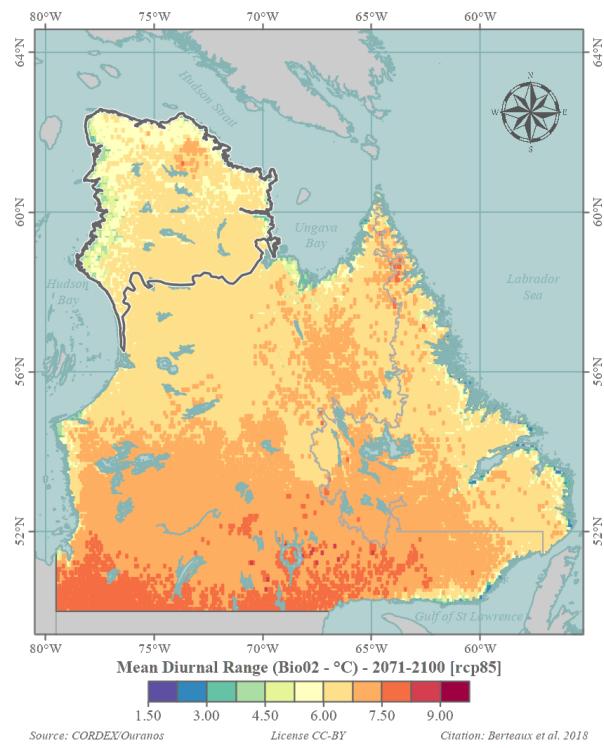


(b) RCP 8,5

FIGURE 2 – Écarts à la période de référence : Température annuelle moyenne (Bio01)

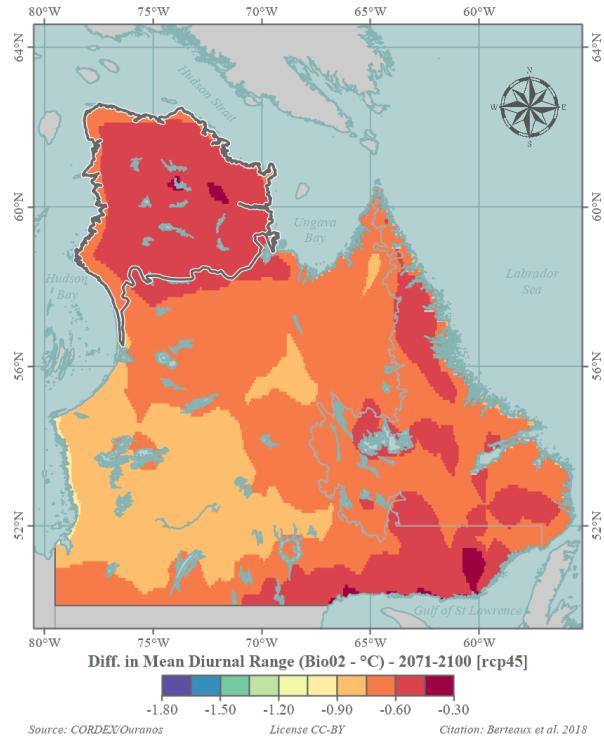


(a) RCP 4.5

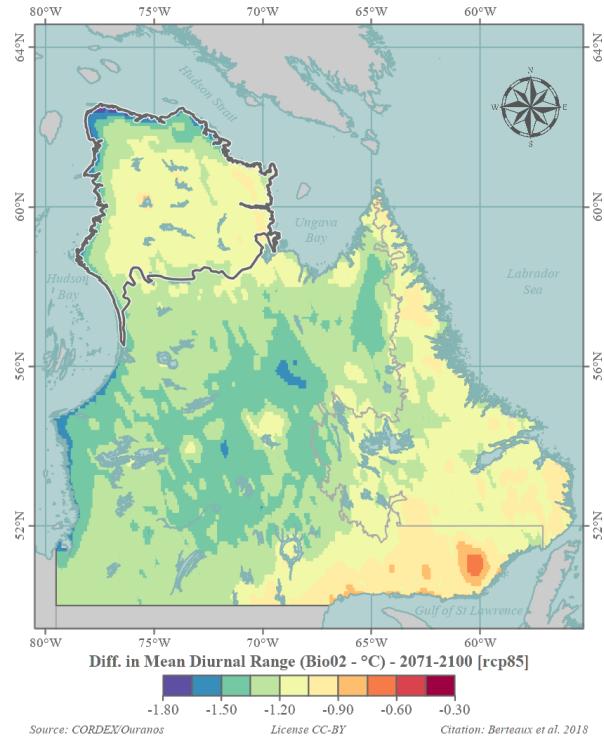


(b) RCP 8.5

FIGURE 3 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Écart diurne moyen des températures (Bio02)

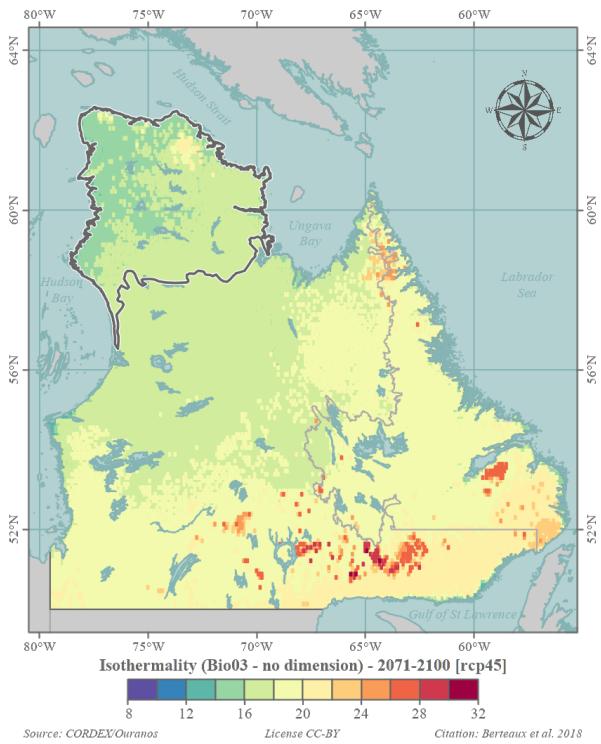


(a) RCP 4.5

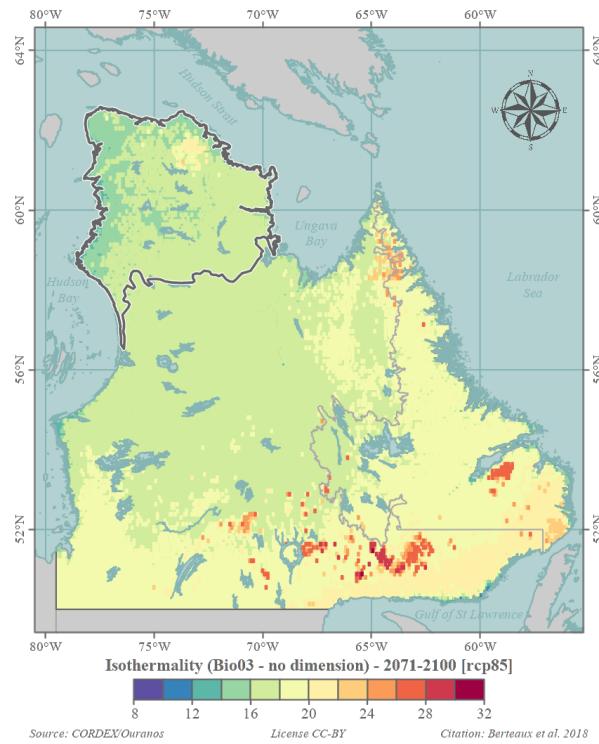


(b) RCP 8.5

FIGURE 4 – Écarts à la période de référence : Écart diurne moyen des températures (Bio02)

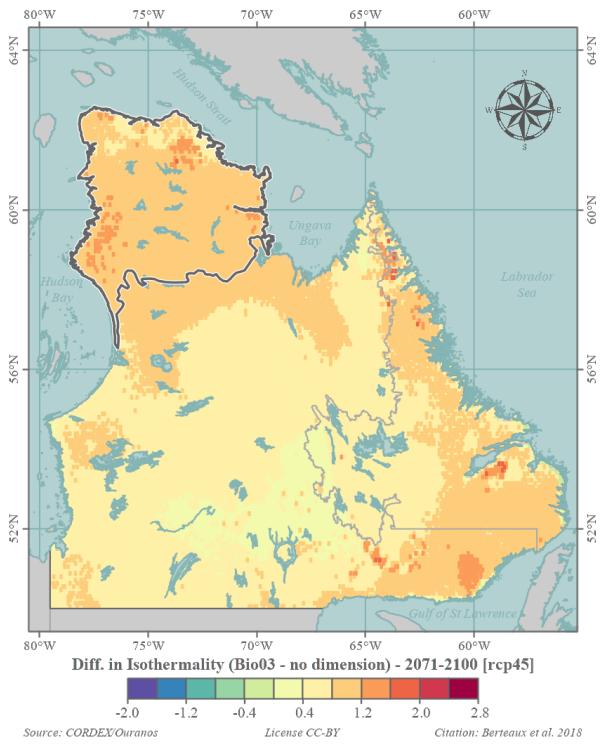


(a) RCP 4,5

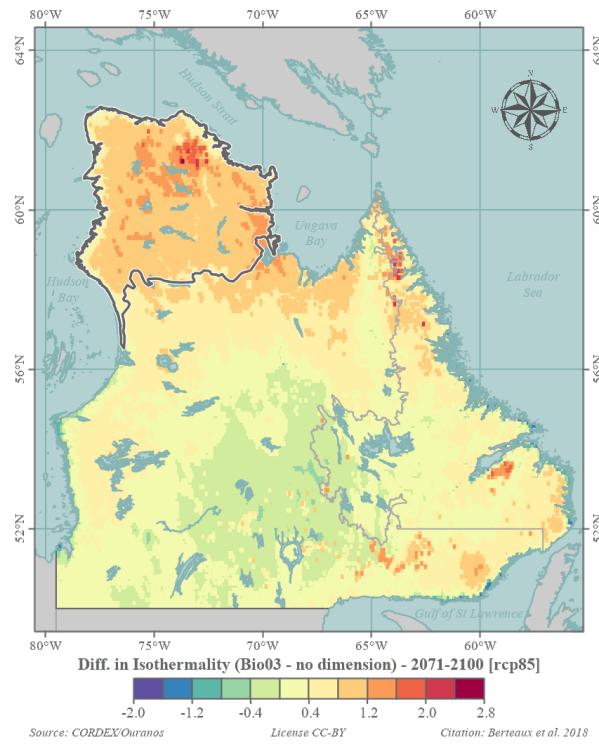


(b) RCP 8,5

FIGURE 5 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Isothermalité (Bio03)

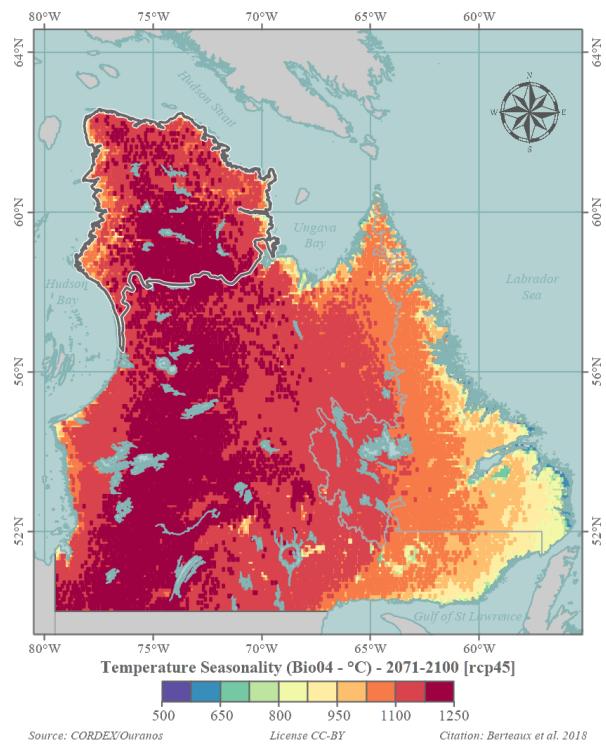


(a) RCP 4,5

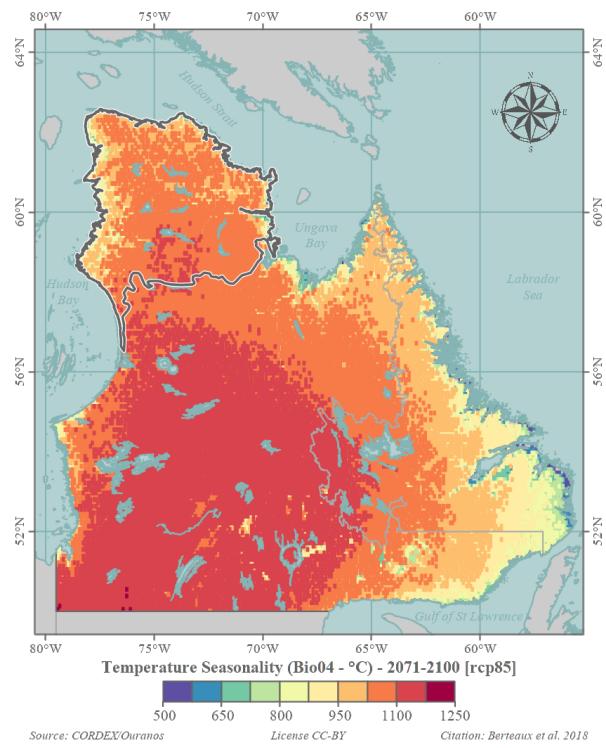


(b) RCP 8,5

FIGURE 6 – Écarts à la période de référence : Isothermalité (Bio03)

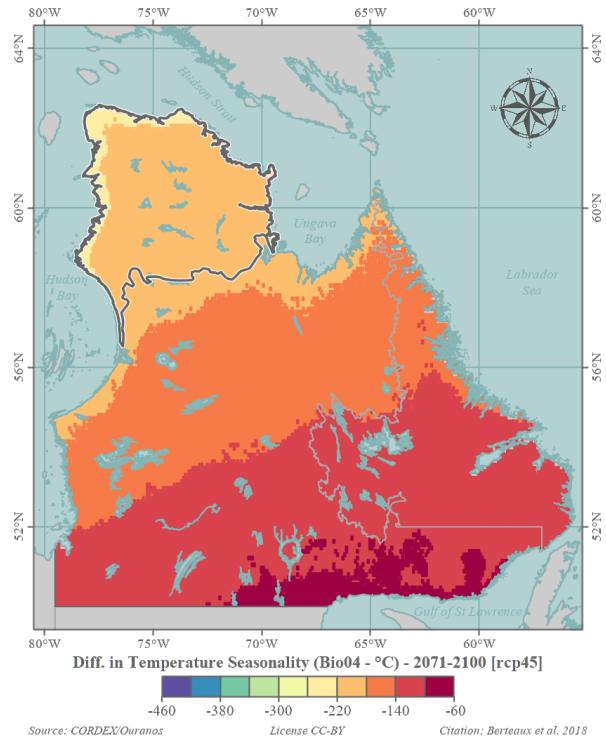


(a) RCP 4,5

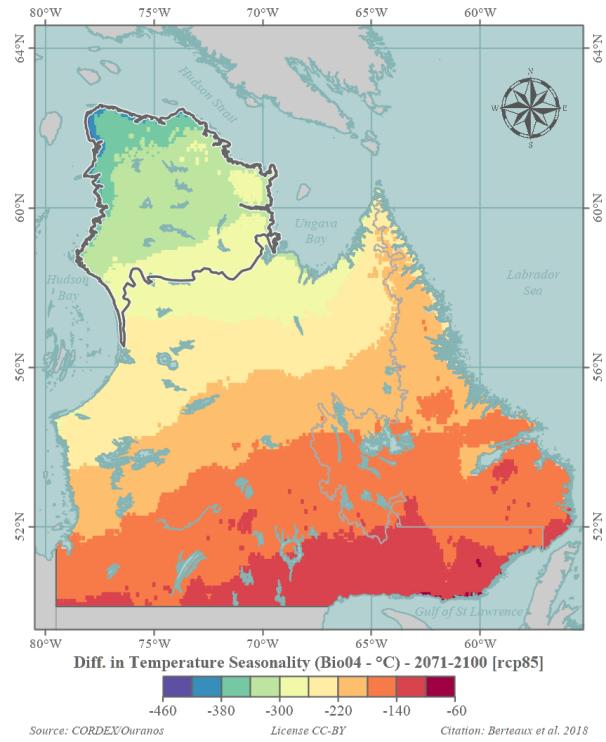


(b) RCP 8,5

FIGURE 7 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Saisonnalité des températures (Bio04)

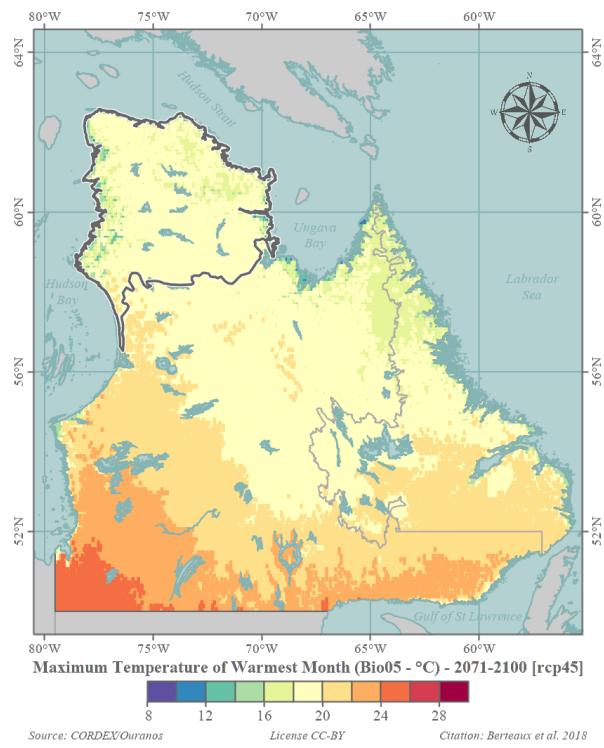


(a) RCP 4,5

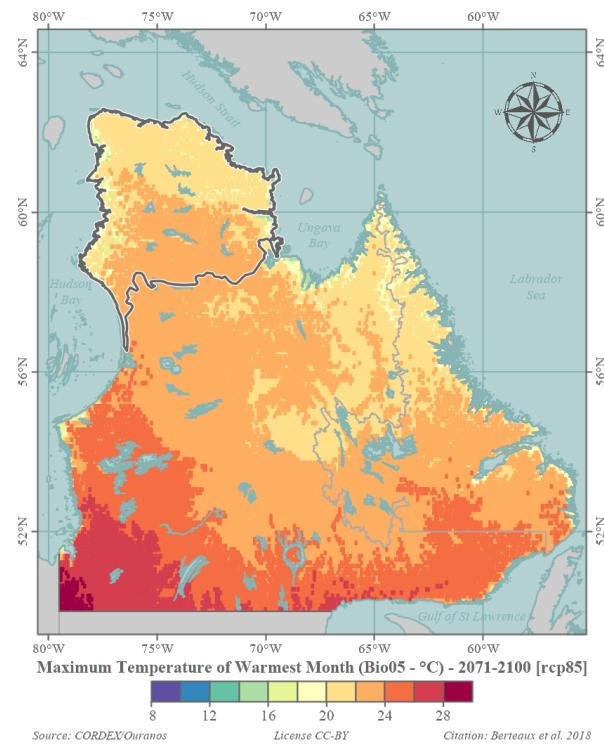


(b) RCP 8,5

FIGURE 8 – Écarts à la période de référence : Saisonnalité des températures (Bio04)

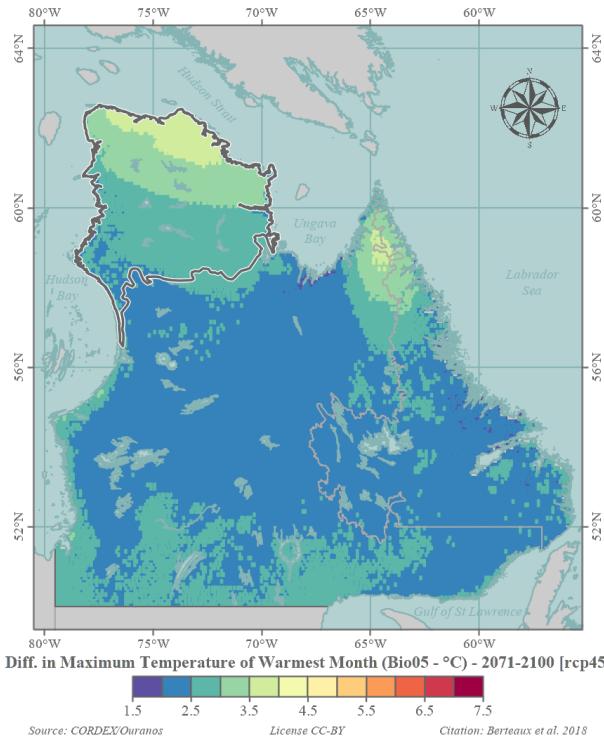


(a) RCP 4,5

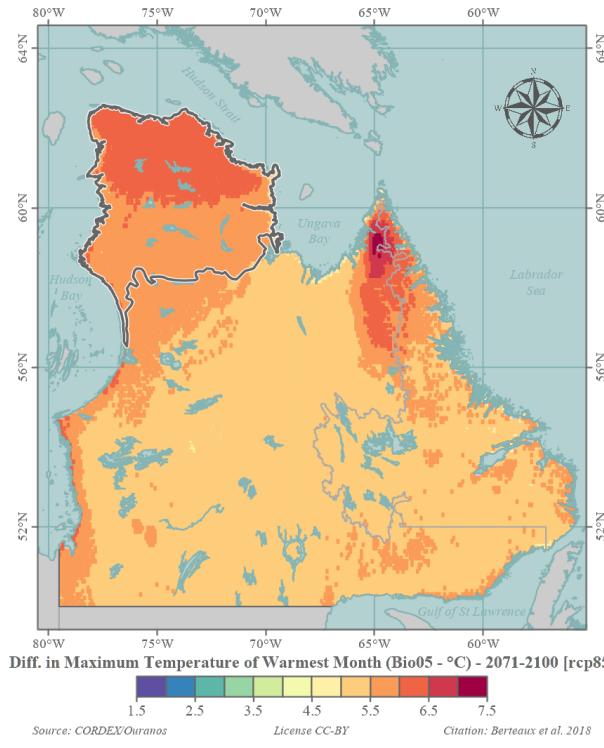


(b) RCP 8,5

FIGURE 9 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température maximale du mois le plus chaud (Bio05)

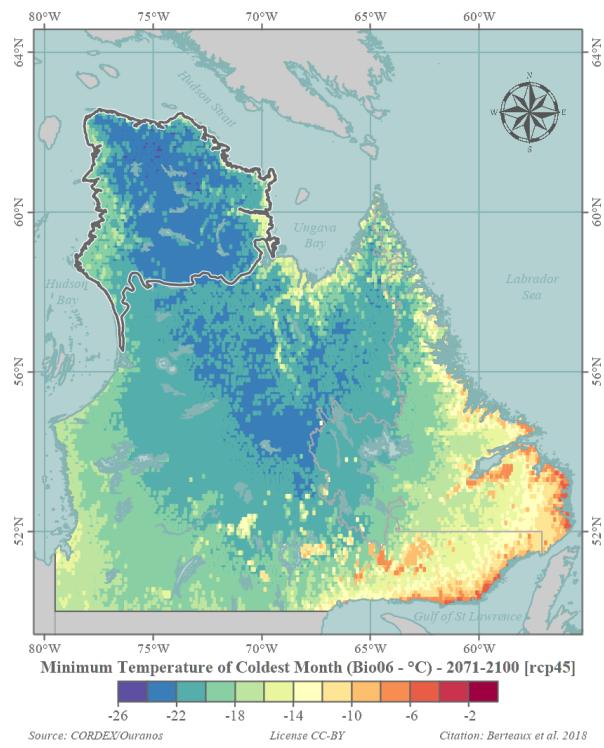


(a) RCP 4,5

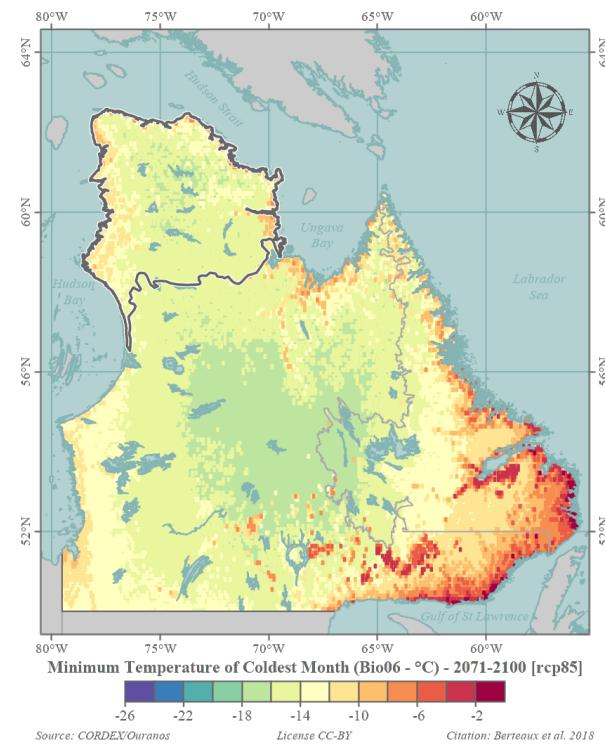


(b) RCP 8,5

FIGURE 10 – Écarts à la période de référence : Température maximale du mois le plus chaud (Bio05)

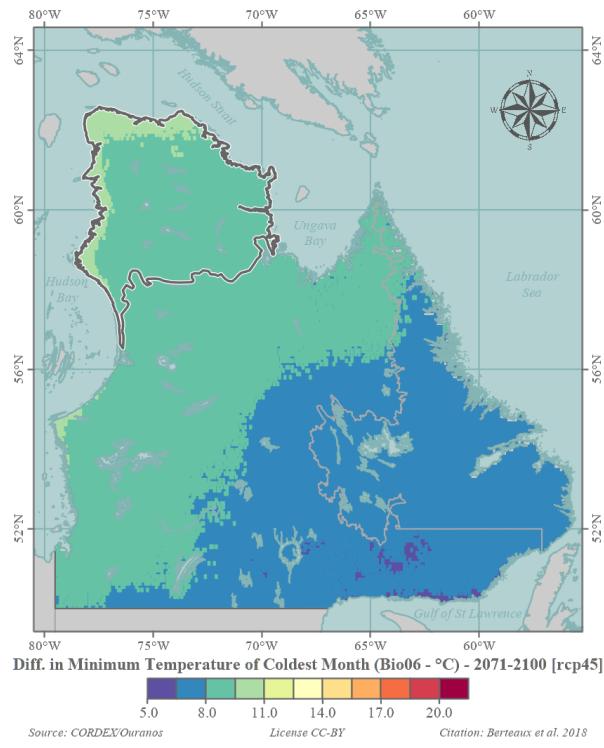


(a) RCP 4,5

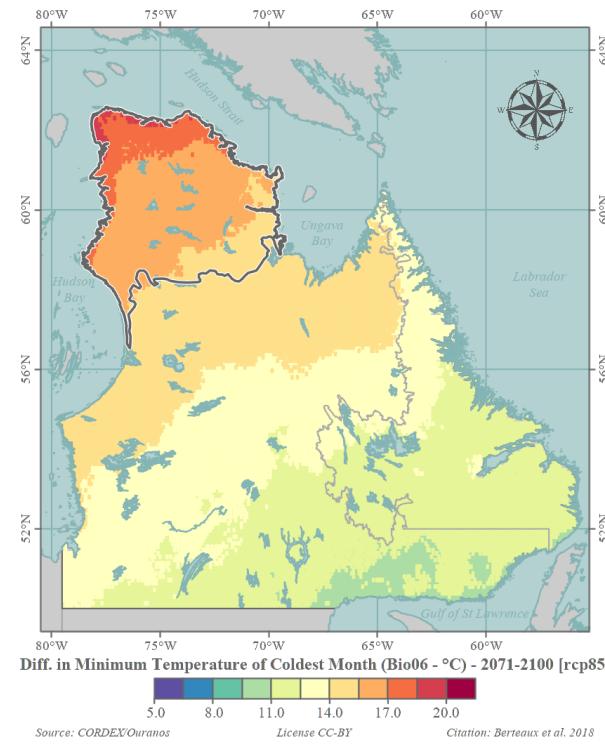


(b) RCP 8,5

FIGURE 11 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température minimale du mois le plus froid (Bio06)

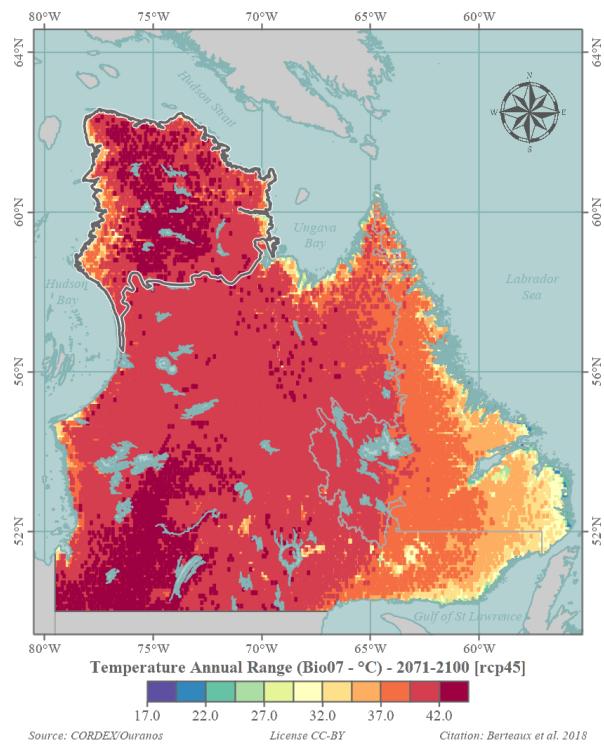


(a) RCP 4,5

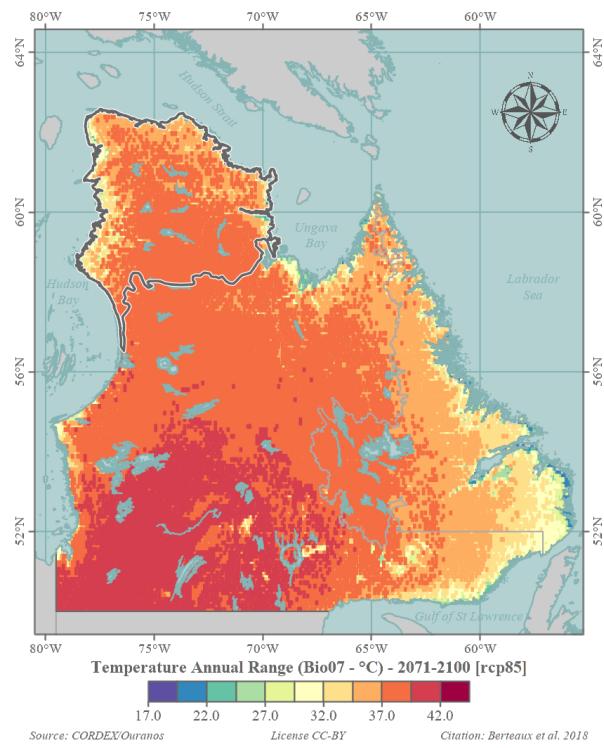


(b) RCP 8,5

FIGURE 12 – Écarts à la période de référence : Température minimale du mois le plus froid (Bio06)

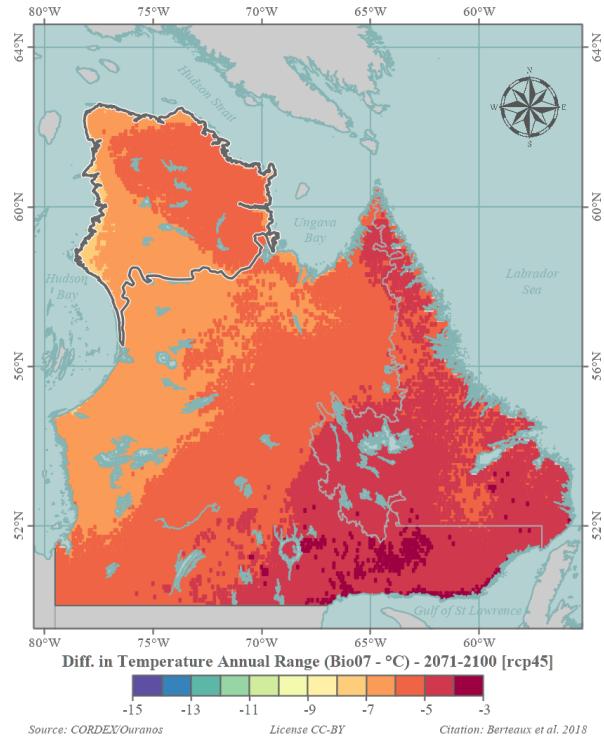


(a) RCP 4,5

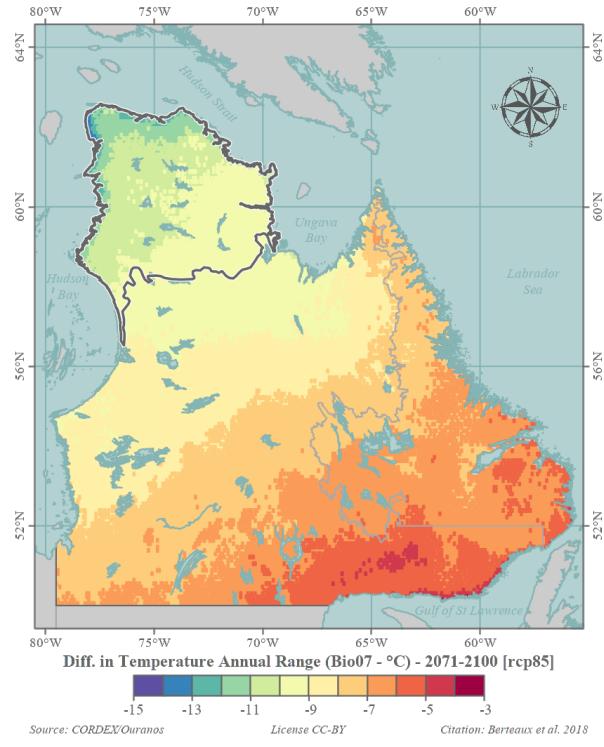


(b) RCP 8,5

FIGURE 13 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Écart annuel des températures (Bio07)

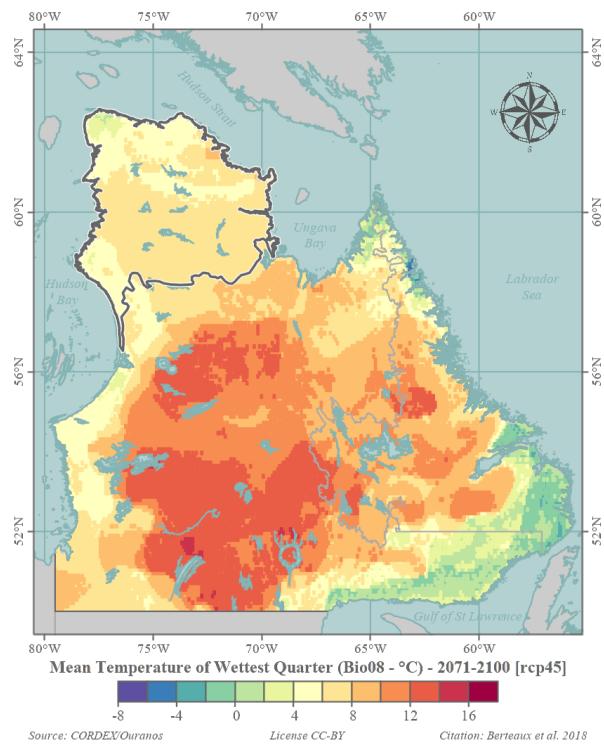


(a) RCP 4,5

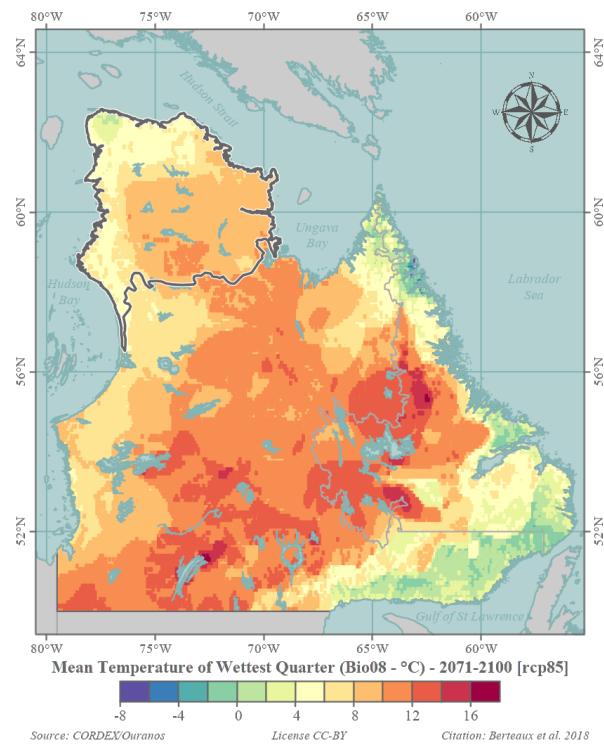


(b) RCP 8,5

FIGURE 14 – Écarts à la période de référence : Écart annuel des températures (Bio07)

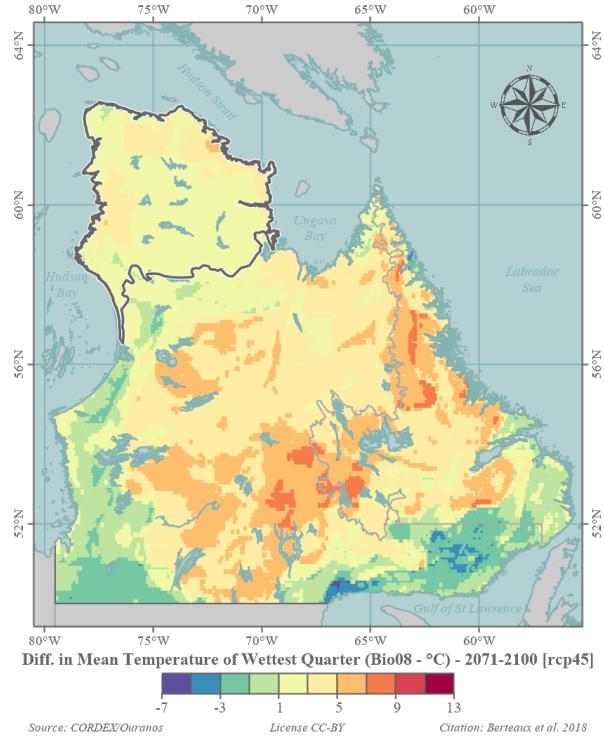


(a) RCP 4,5

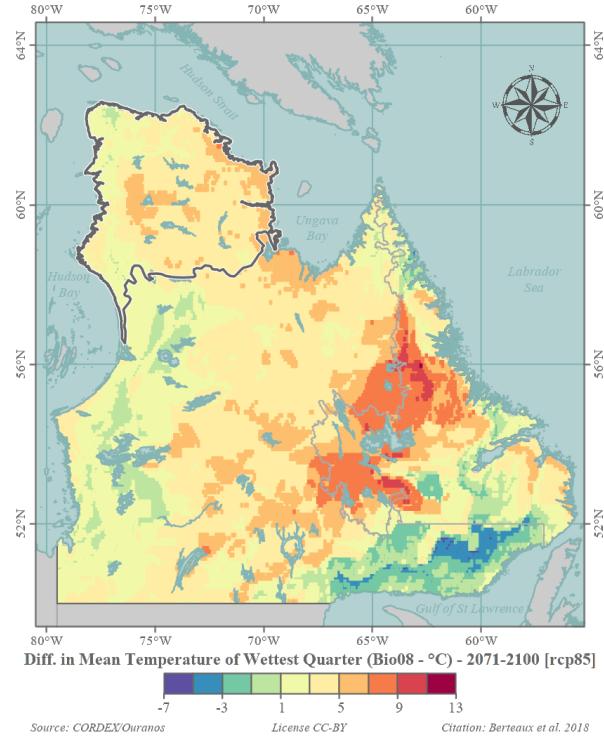


(b) RCP 8,5

FIGURE 15 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température moyenne du trimestre le plus humide (Bio08)

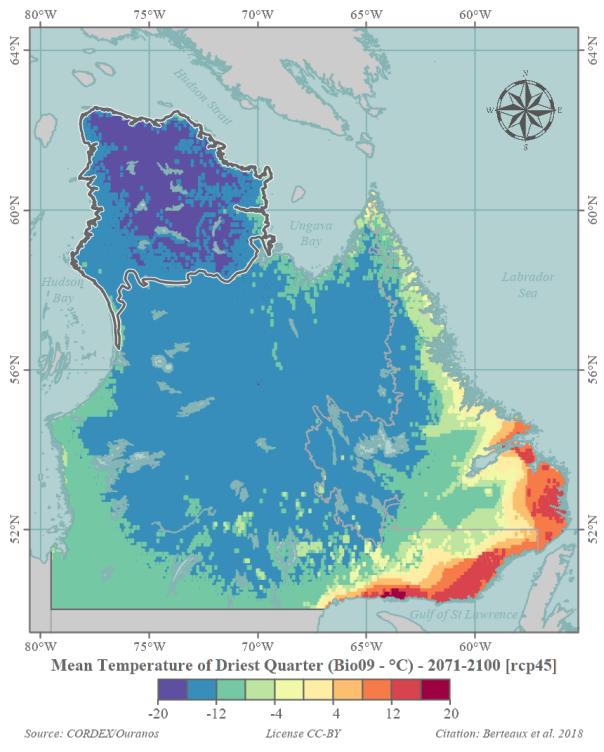


(a) RCP 4,5

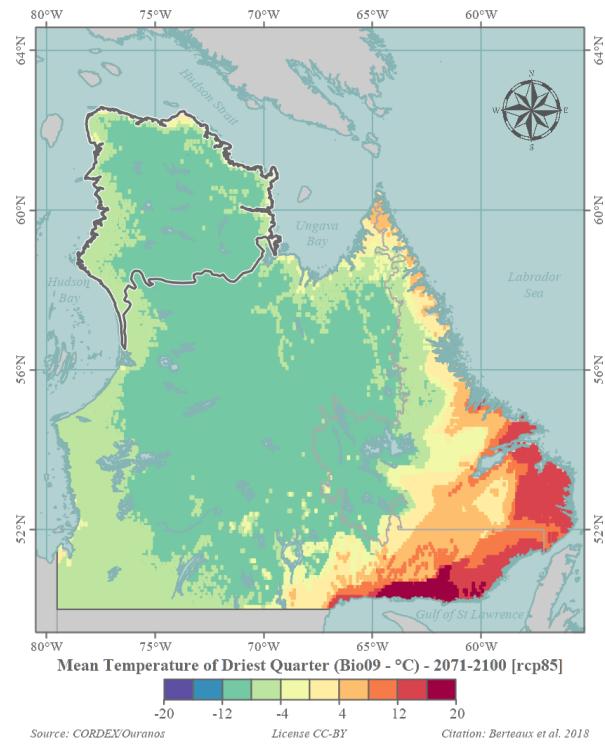


(b) RCP 8,5

FIGURE 16 – Écarts à la période de référence : Température moyenne du trimestre le plus humide (Bio08)

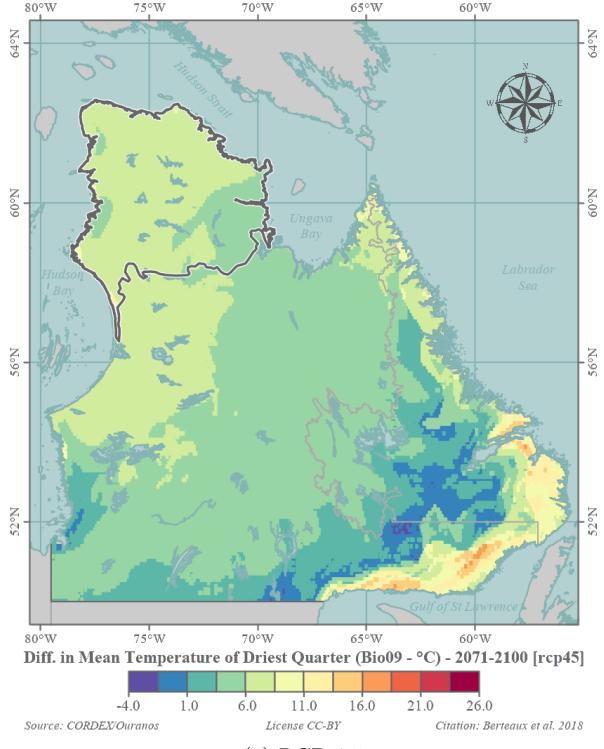


(a) RCP 4,5

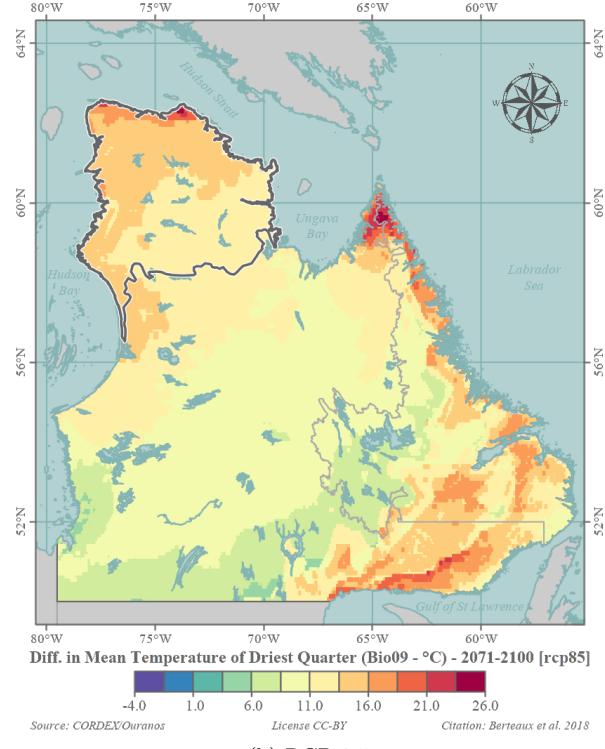


(b) RCP 8,5

FIGURE 17 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température moyenne du trimestre le plus sec (Bio09)

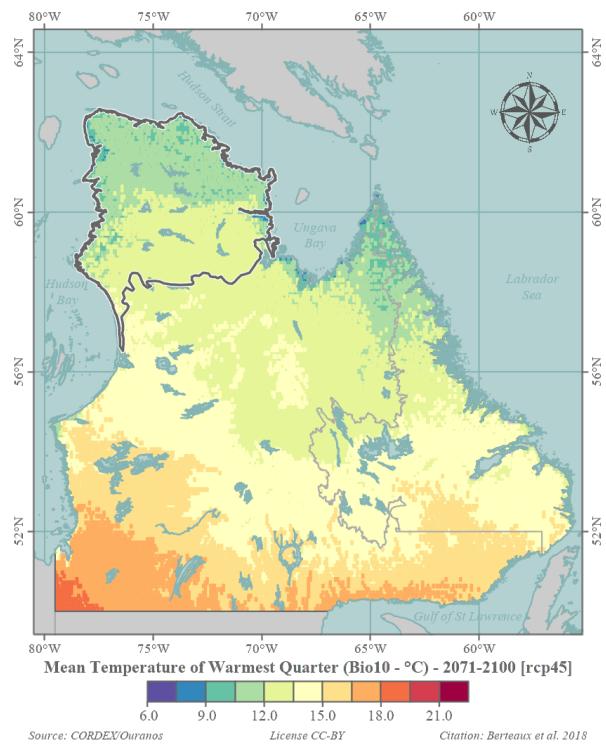


(a) RCP 4,5

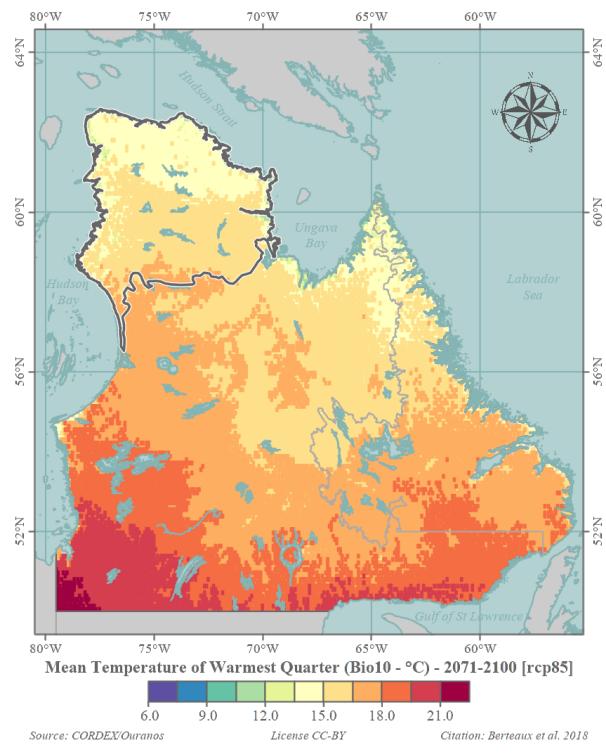


(b) RCP 8,5

FIGURE 18 – Écarts à la période de référence : Température moyenne du trimestre le plus sec (Bio09)

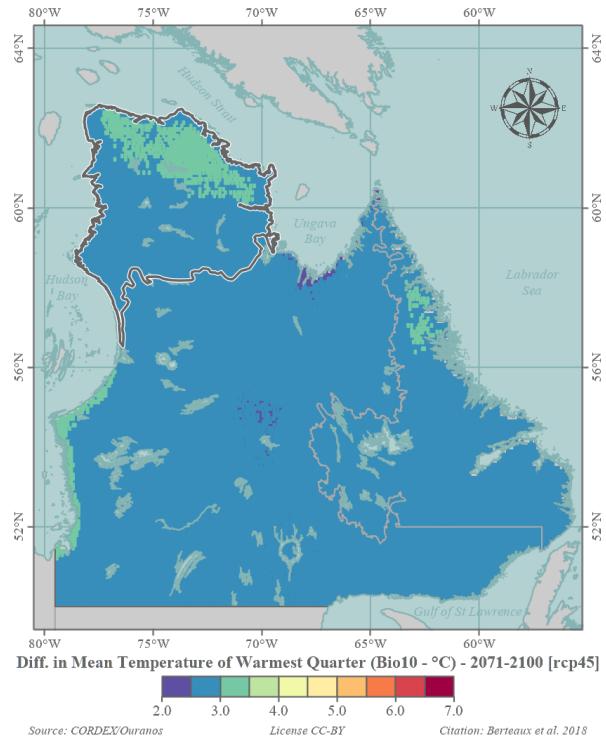


(a) RCP 4.5

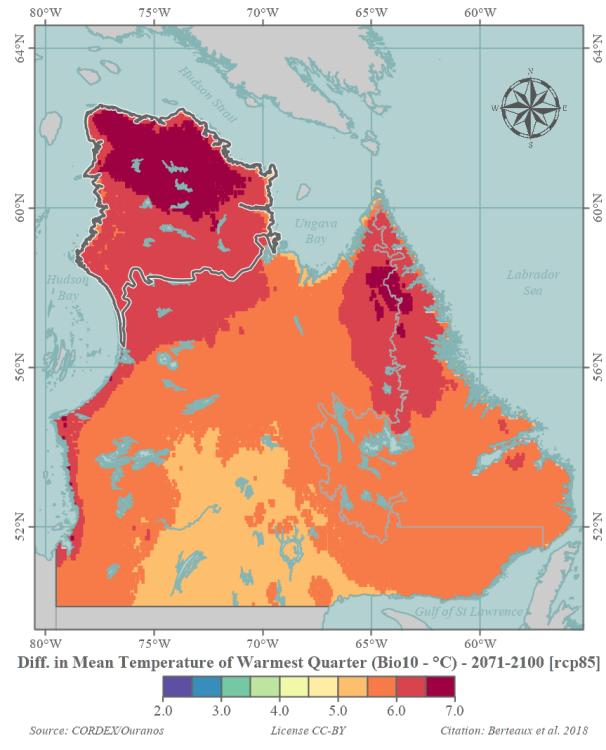


(b) RCP 8.5

FIGURE 19 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température moyenne du trimestre le plus chaud (Bio10)



(a) RCP 4.5



(b) RCP 8.5

FIGURE 20 – Écarts à la période de référence : Température moyenne du trimestre le plus chaud (Bio10)

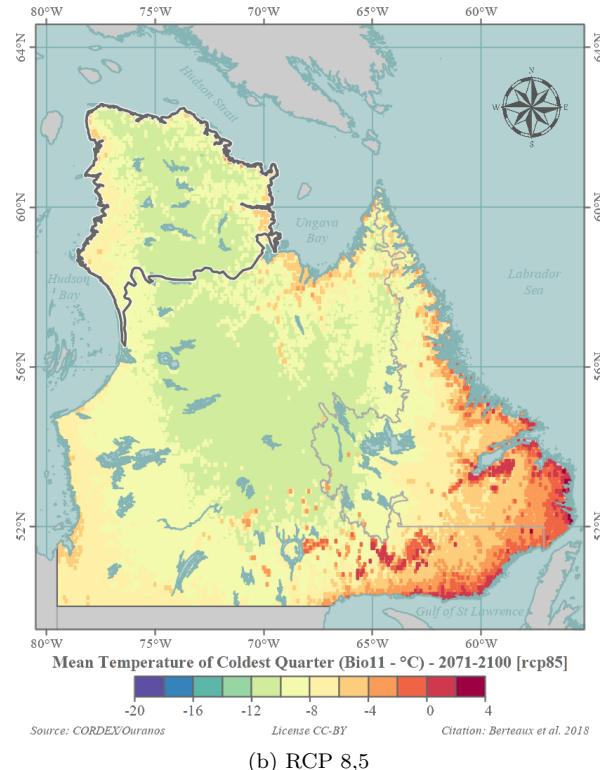
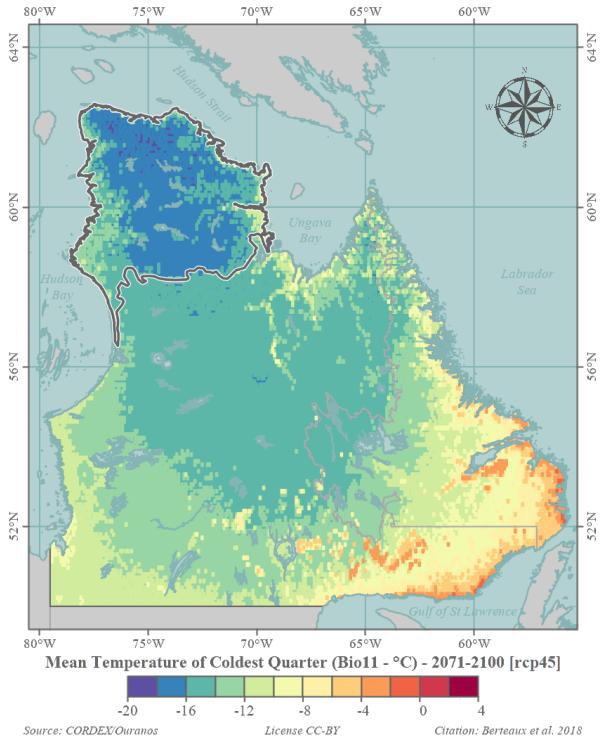


FIGURE 21 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Température moyenne du trimestre le plus froid (Bio11)

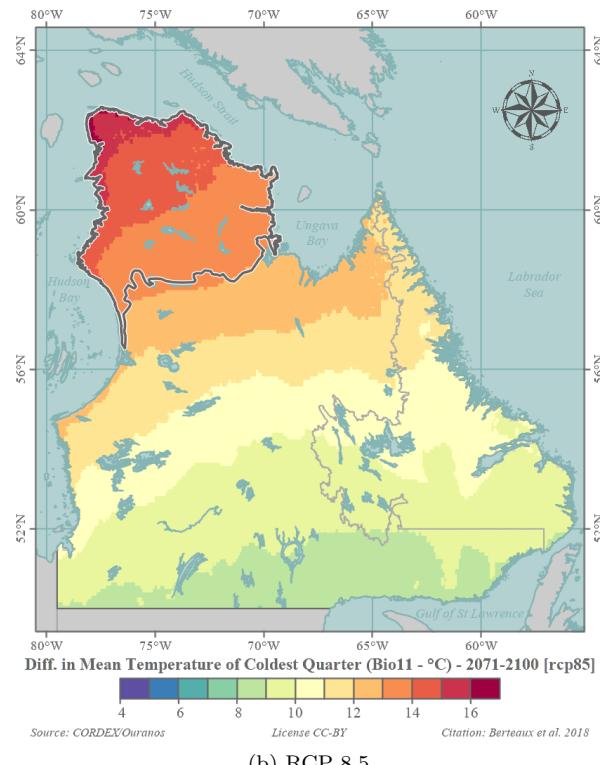
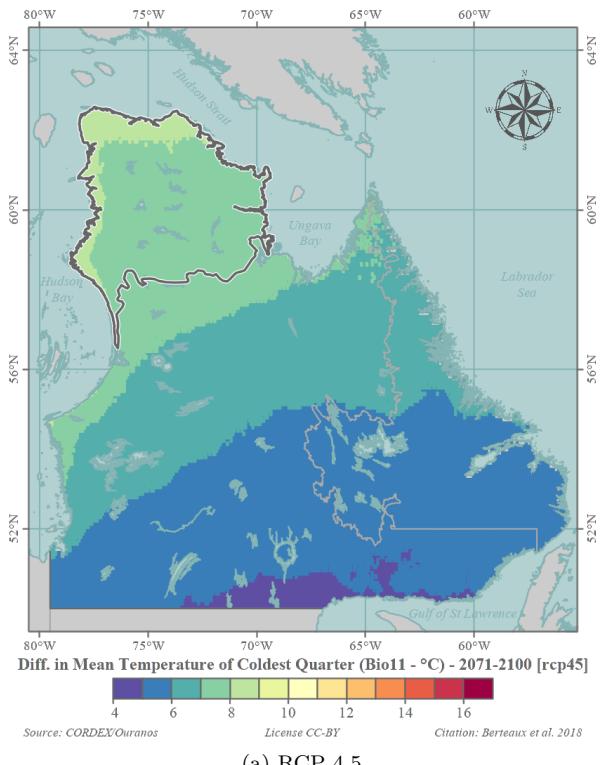
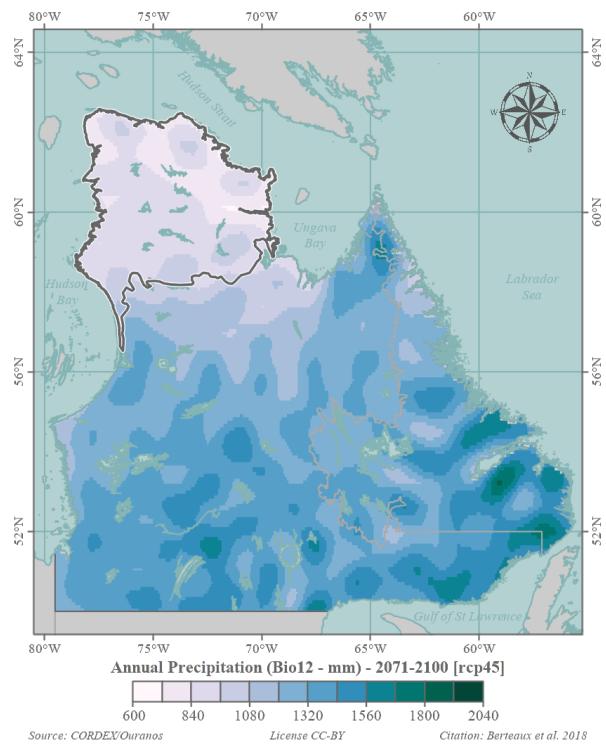
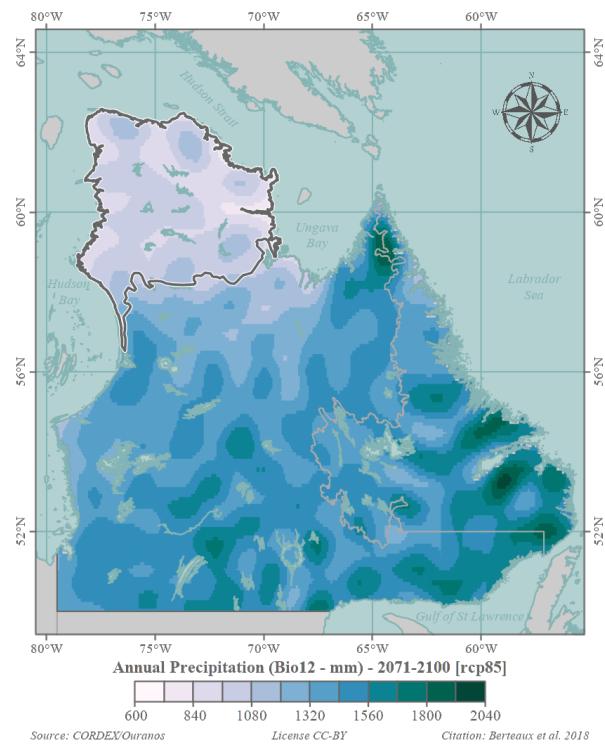


FIGURE 22 – Écarts à la période de référence : Température moyenne du trimestre le plus froid (Bio11)

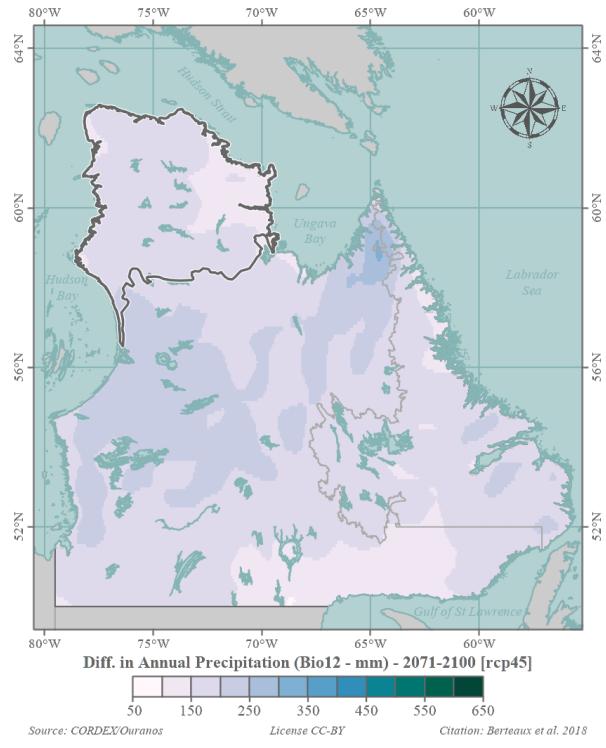


(a) RCP 4,5

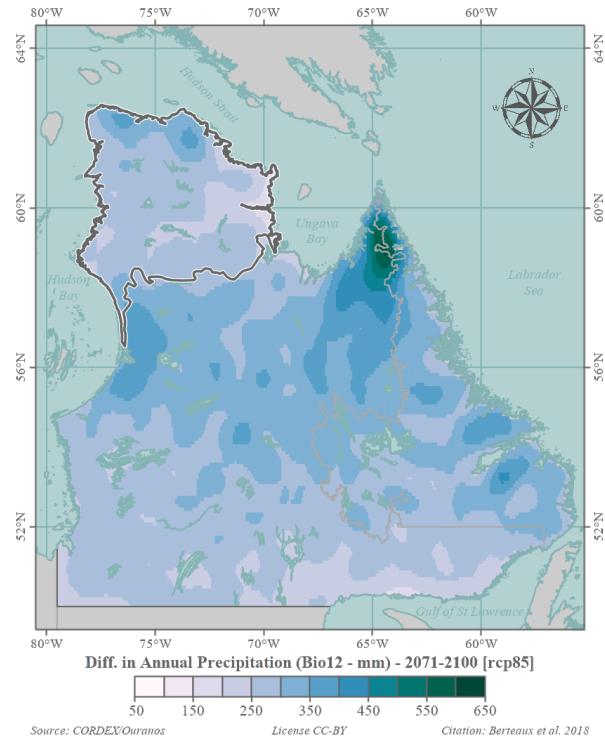


(b) RCP 8,5

FIGURE 23 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations annuelles totales (Bio12)

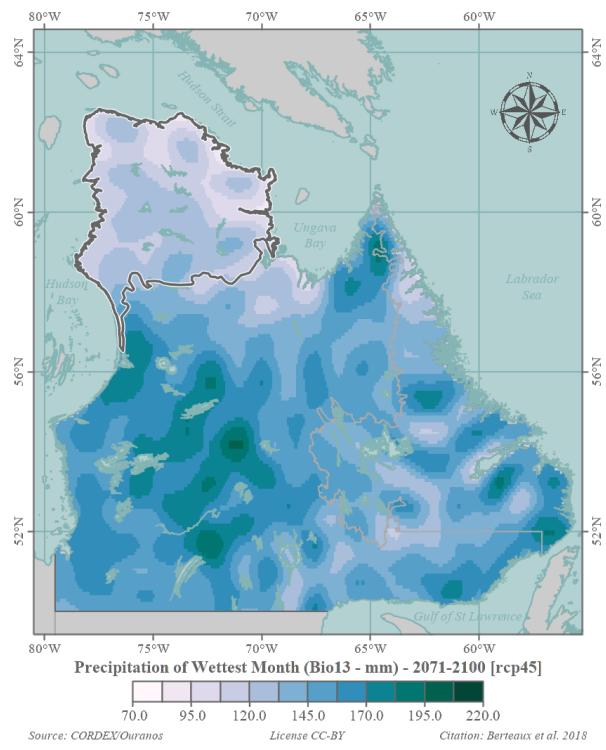


(a) RCP 4,5

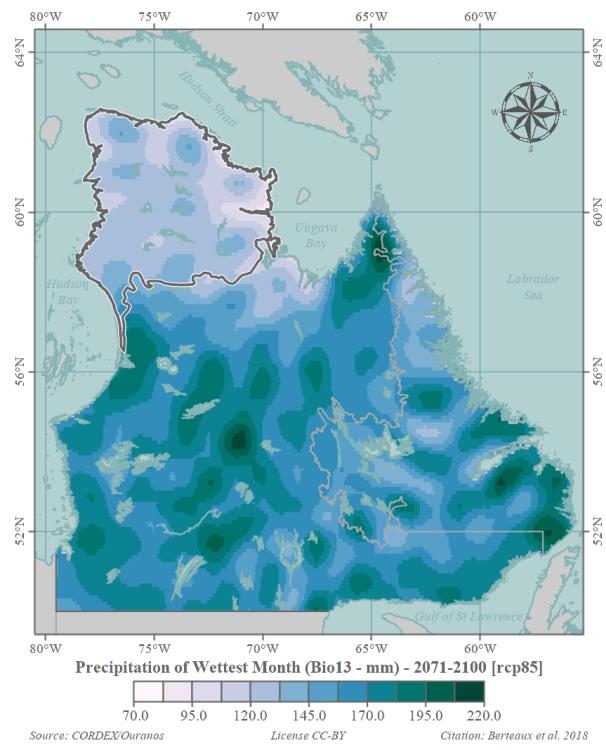


(b) RCP 8,5

FIGURE 24 – Écarts à la période de référence : Précipitations annuelles totales (Bio12)

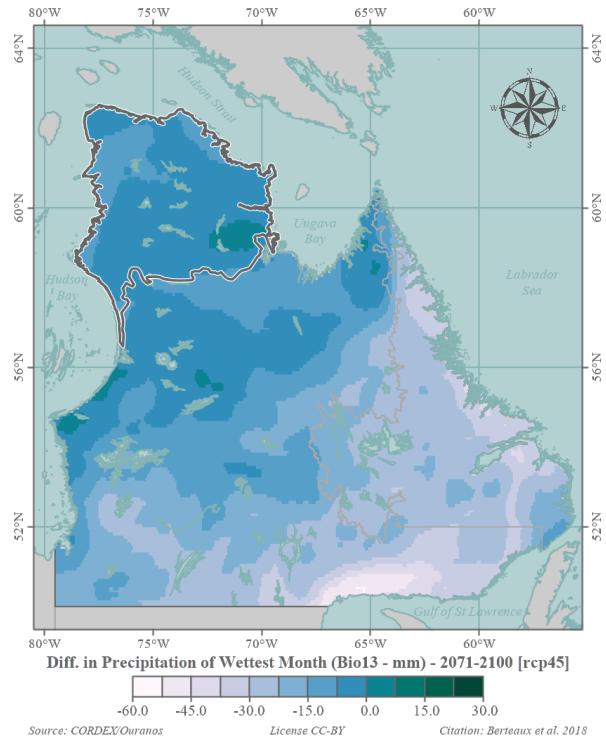


(a) RCP 4,5

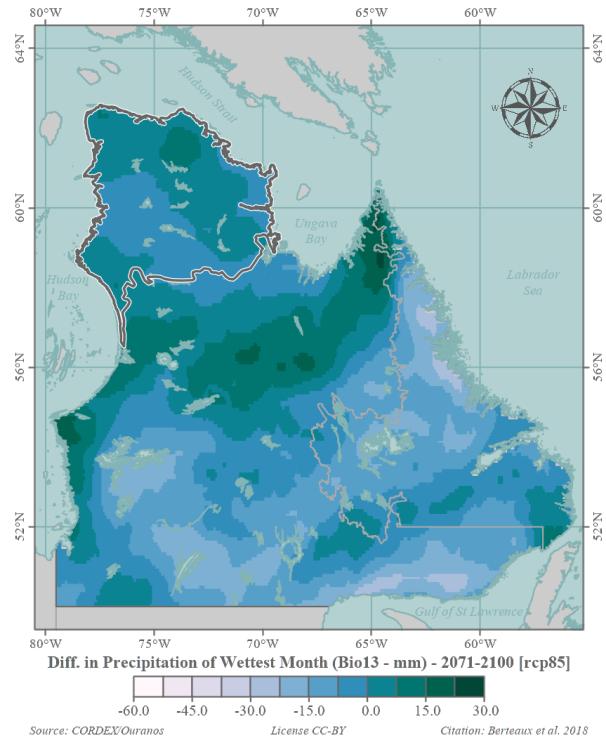


(b) RCP 8,5

FIGURE 25 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations du mois le plus humide (Bio13)

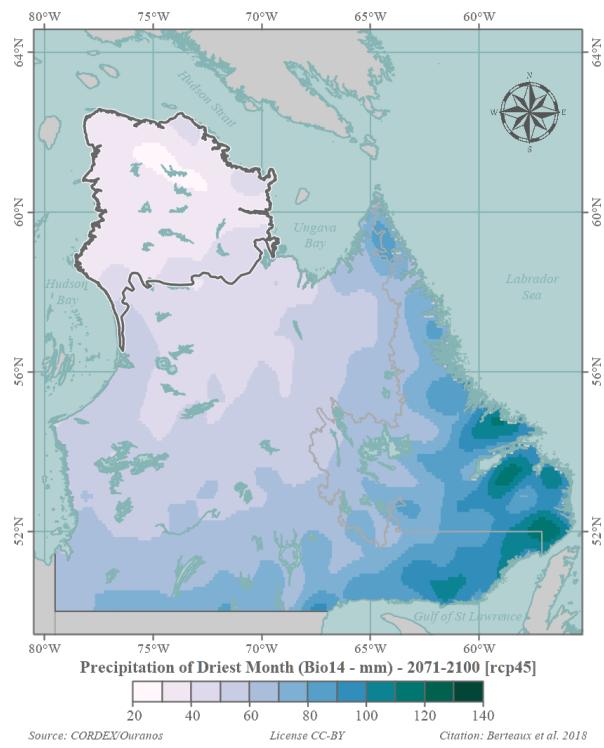


(a) RCP 4,5

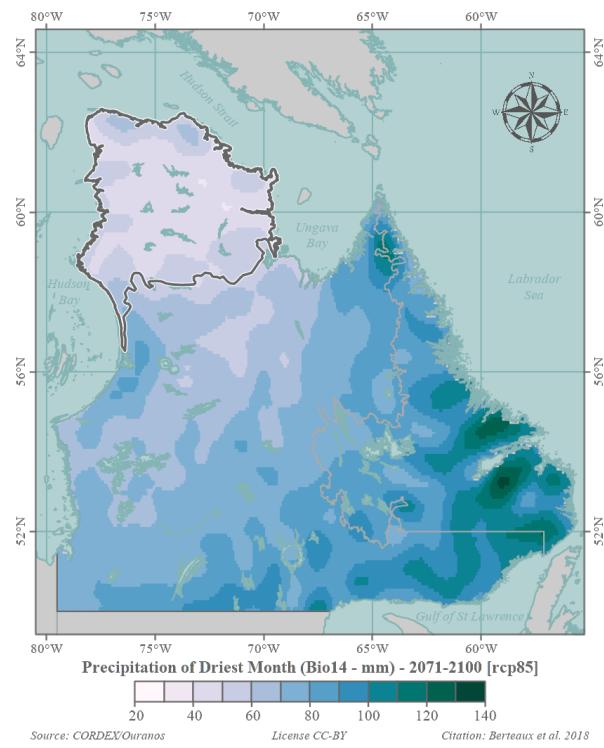


(b) RCP 8,5

FIGURE 26 – Écarts à la période de référence : Précipitations du mois le plus humide (Bio13)

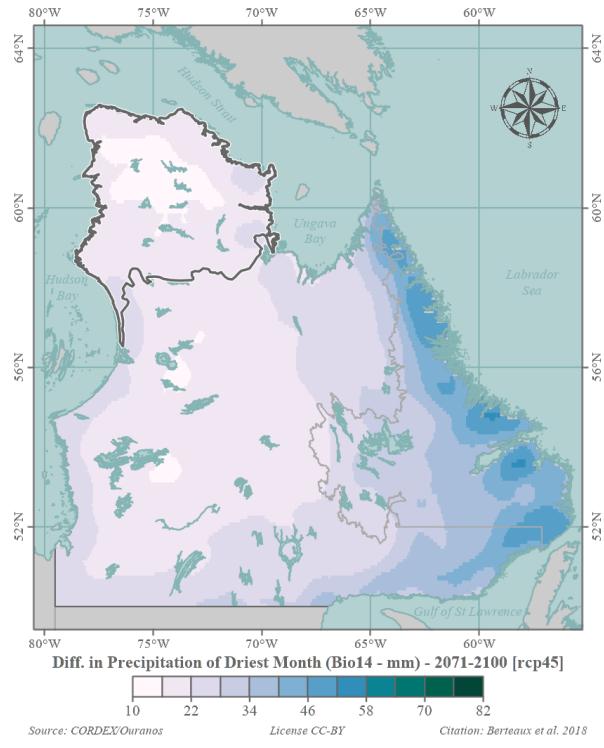


(a) RCP 4,5

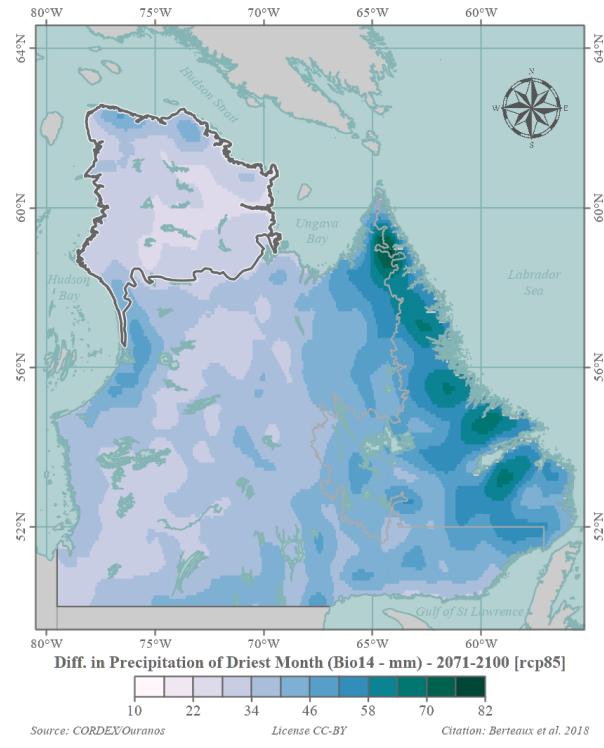


(b) RCP 8,5

FIGURE 27 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations du mois le plus sec (Bio14)

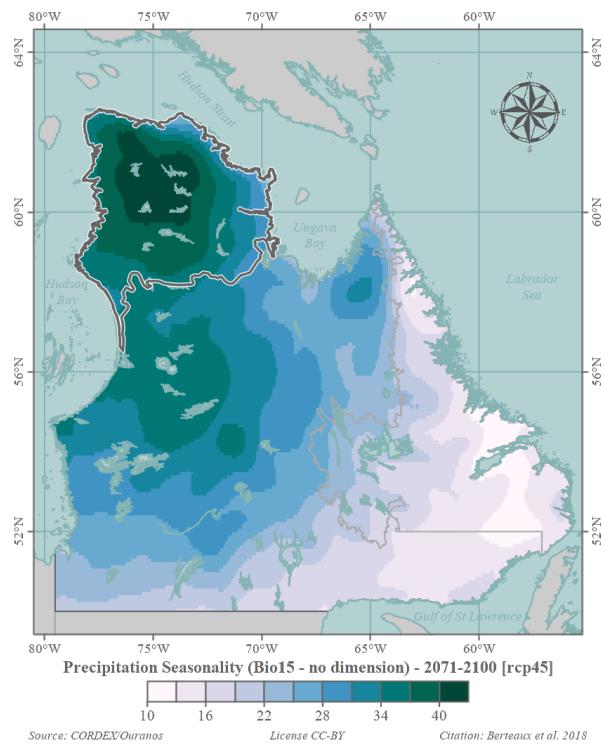


(a) RCP 4,5

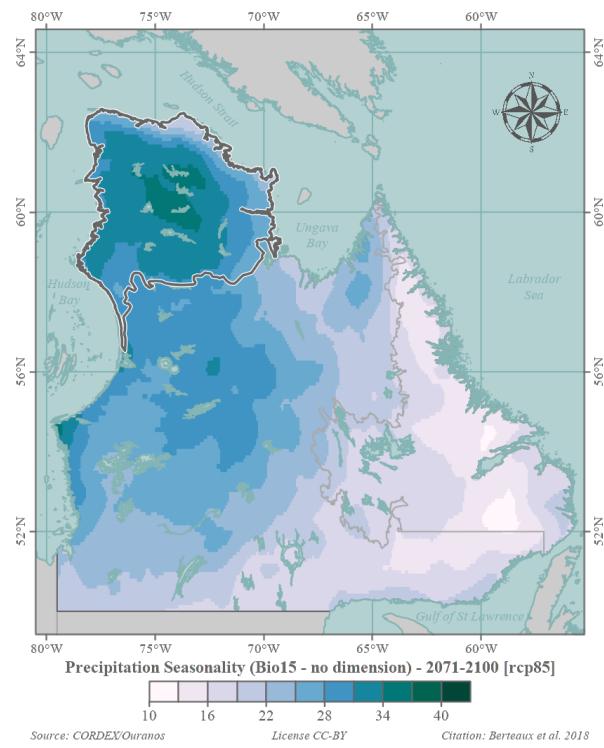


(b) RCP 8,5

FIGURE 28 – Écarts à la période de référence : Précipitations du mois le plus sec (Bio14)

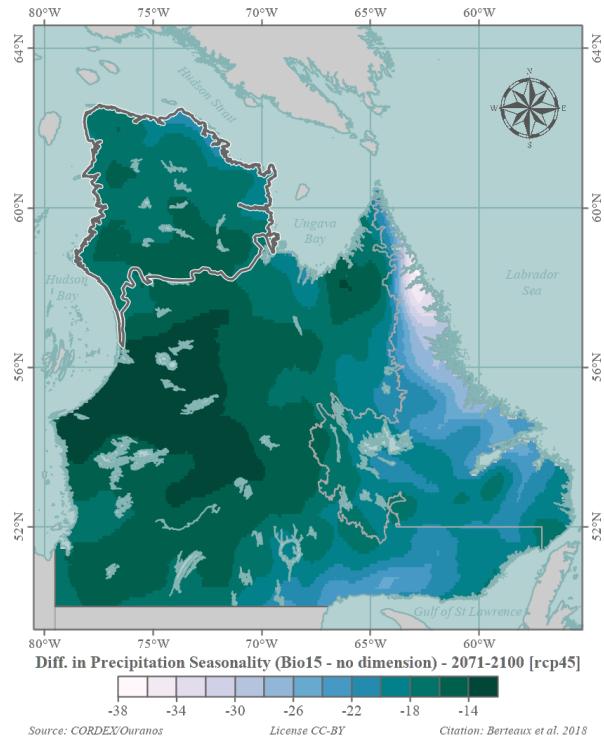


(a) RCP 4,5

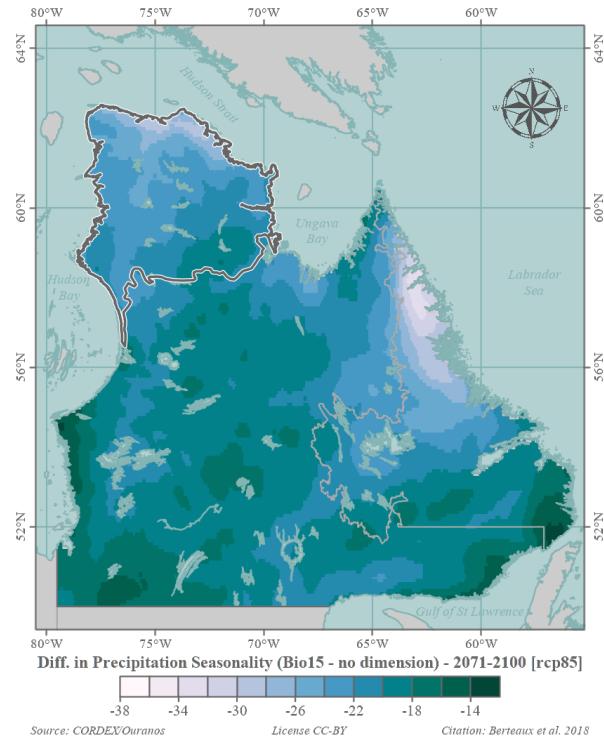


(b) RCP 8,5

FIGURE 29 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Saisonnalité des précipitations (Bio15)

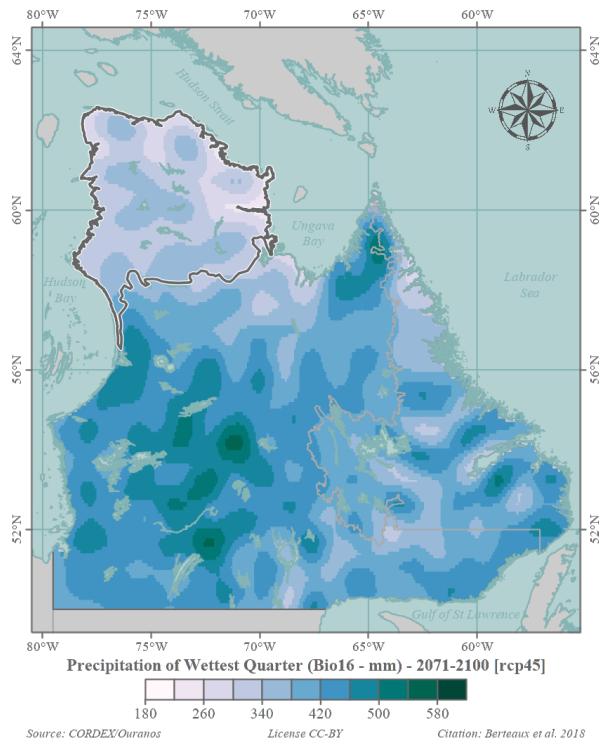


(a) RCP 4,5

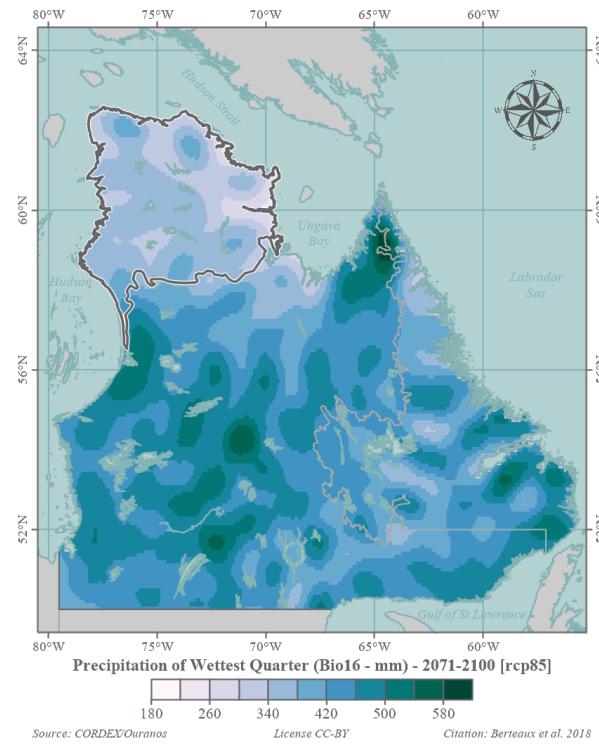


(b) RCP 8,5

FIGURE 30 – Écarts à la période de référence : Saisonnalité des précipitations (Bio15)

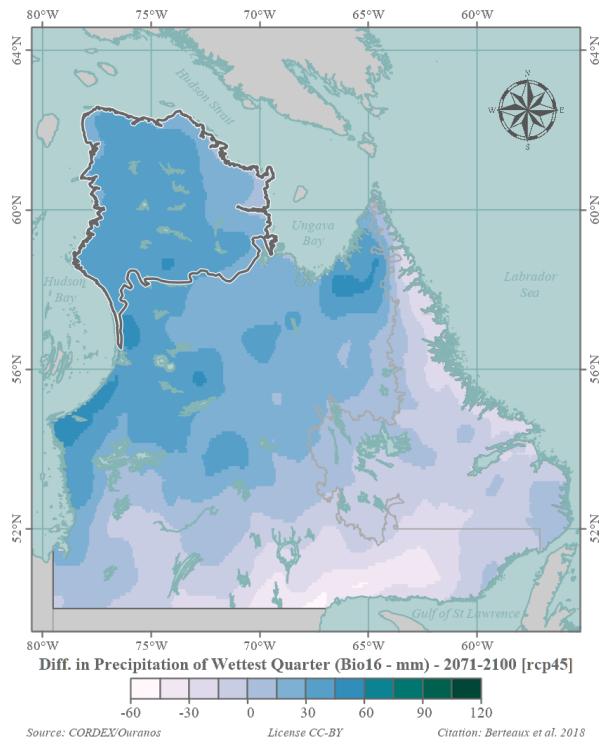


(a) RCP 4,5

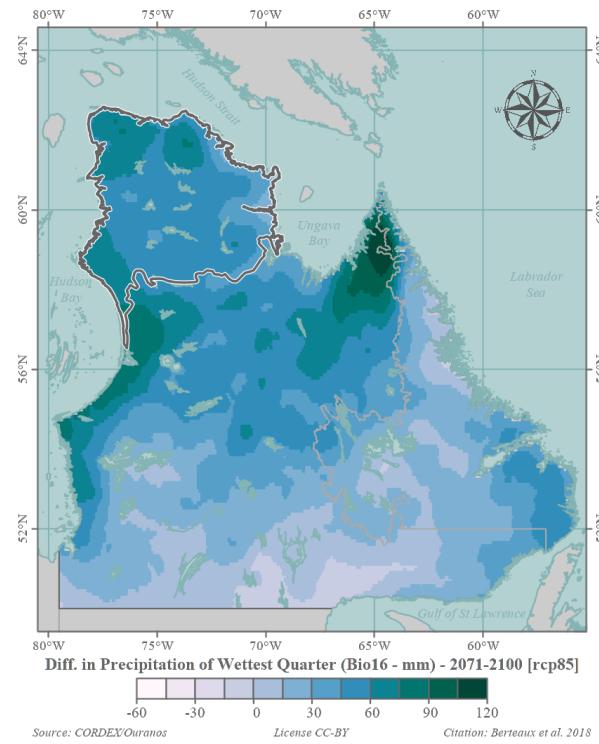


(b) RCP 8,5

FIGURE 31 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations du trimestre le plus humide (Bio16)

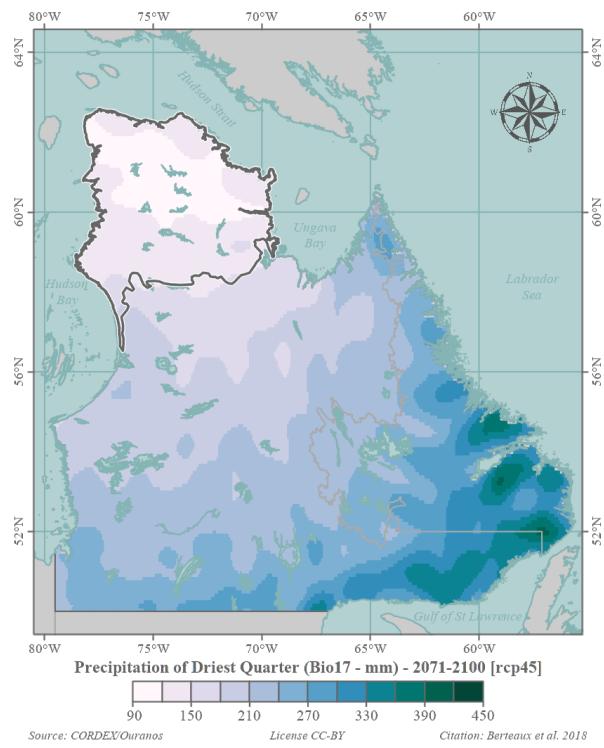


(a) RCP 4,5

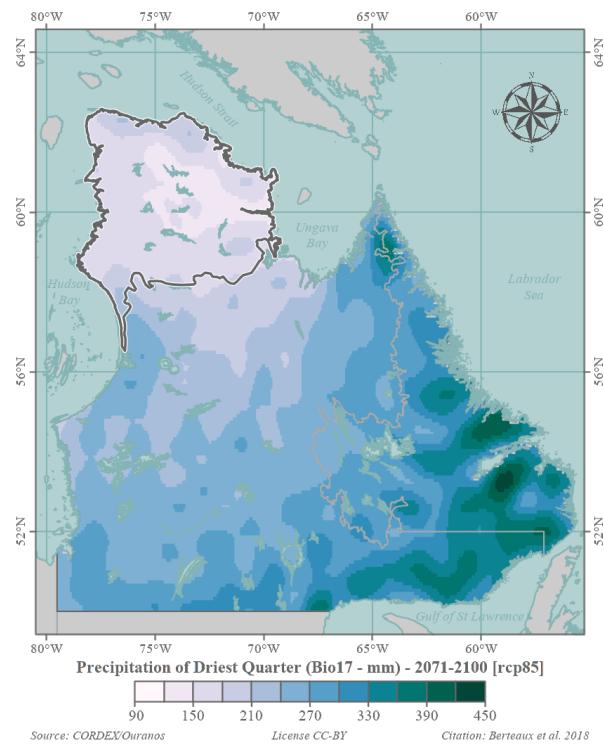


(b) RCP 8,5

FIGURE 32 – Écarts à la période de référence : Précipitations du trimestre le plus humide (Bio16)

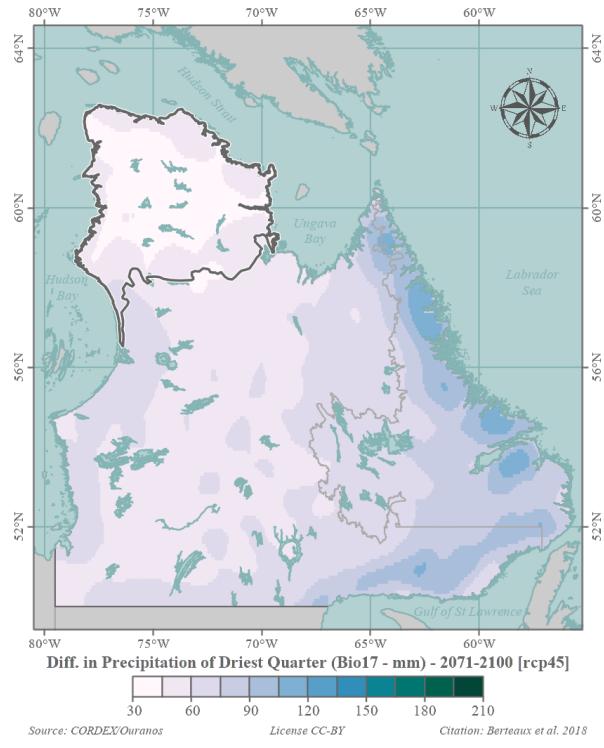


(a) RCP 4,5

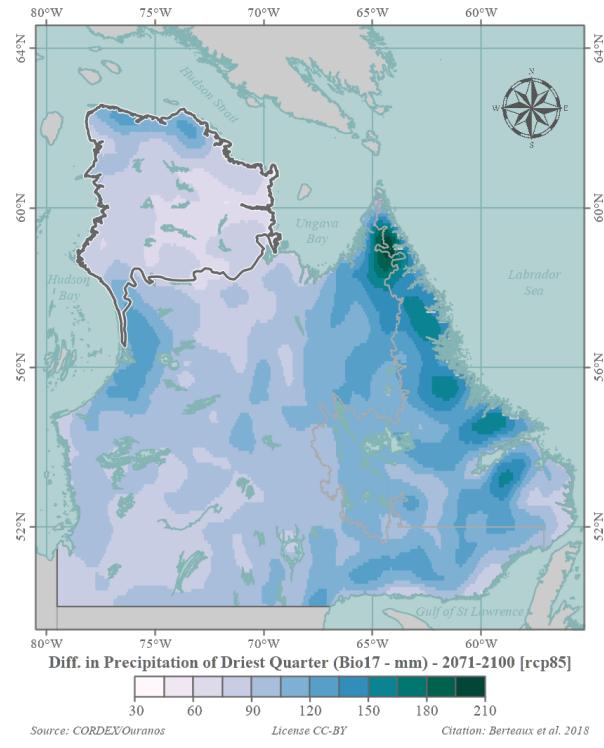


(b) RCP 8,5

FIGURE 33 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations du trimestre le plus sec (Bio17)

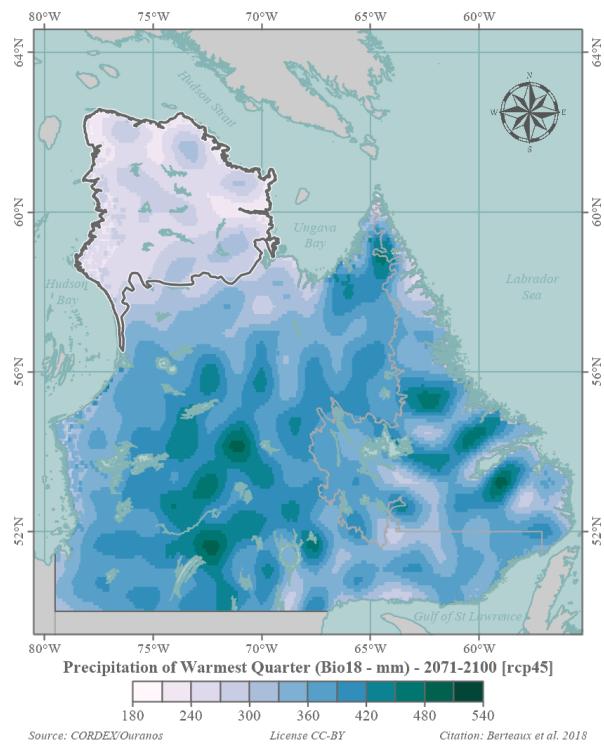


(a) RCP 4,5

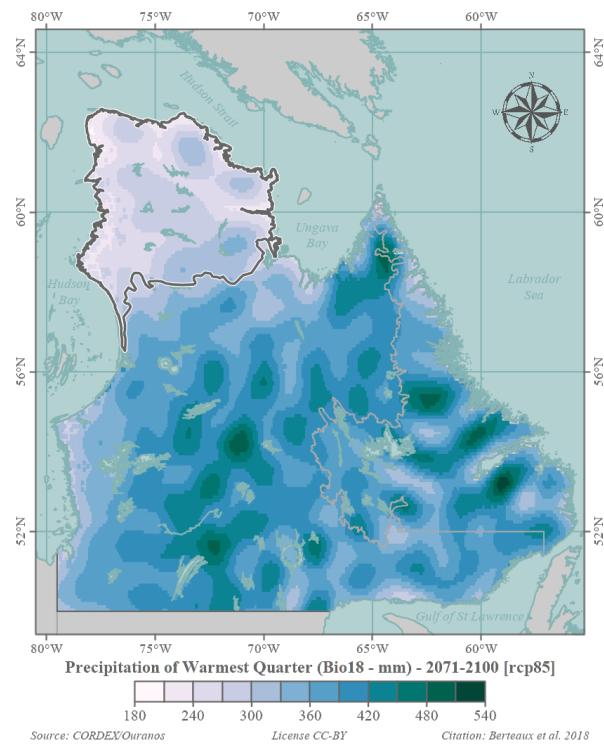


(b) RCP 8,5

FIGURE 34 – Écarts à la période de référence : Précipitations du trimestre le plus sec (Bio17)

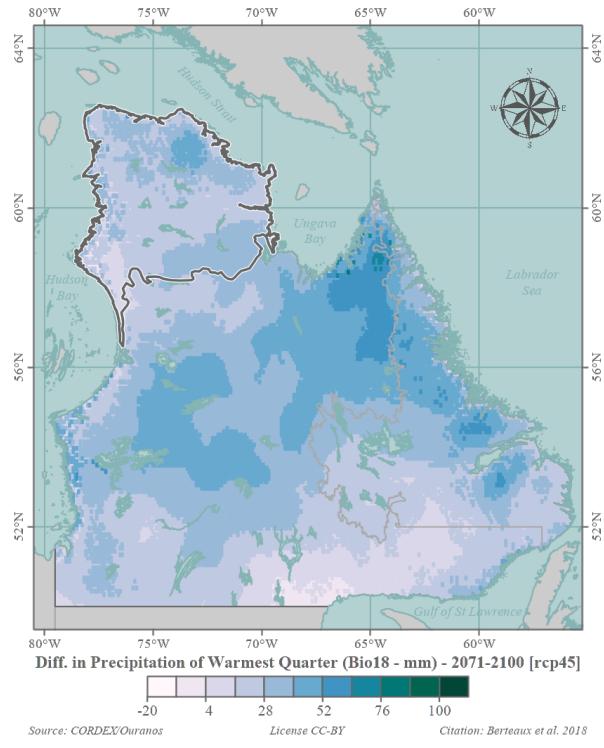


(a) RCP 4,5

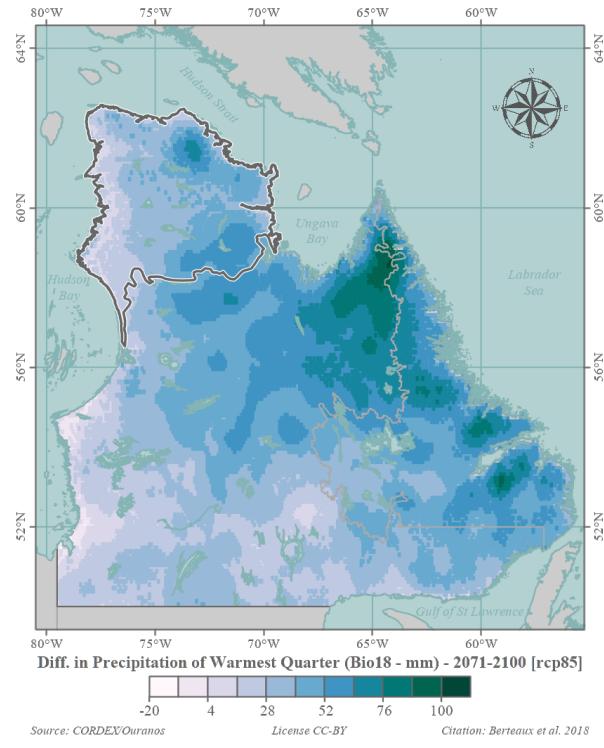


(b) RCP 8,5

FIGURE 35 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations du trimestre le plus chaud (Bio18)

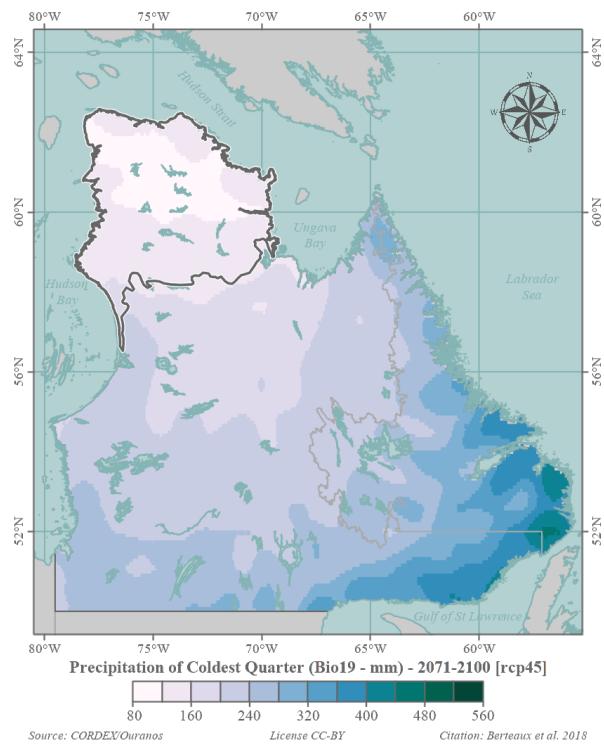


(a) RCP 4,5

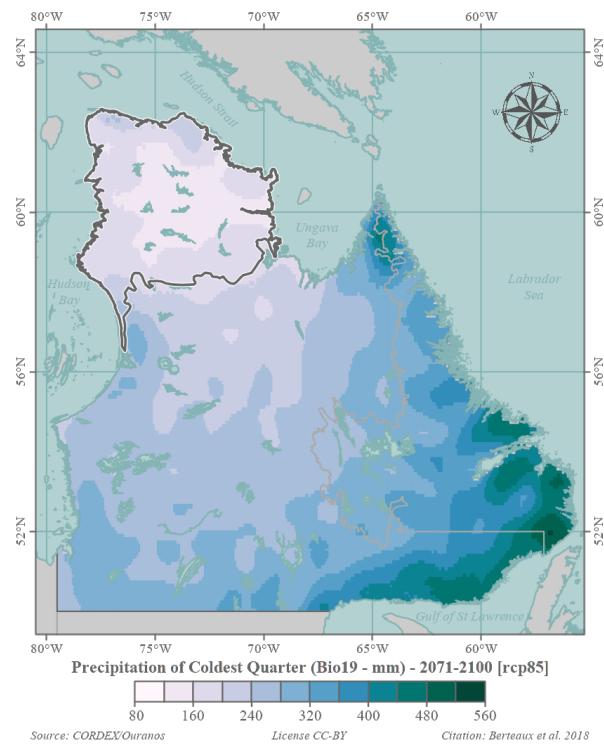


(b) RCP 8,5

FIGURE 36 – Écarts à la période de référence : Précipitations du trimestre le plus chaud (Bio18)

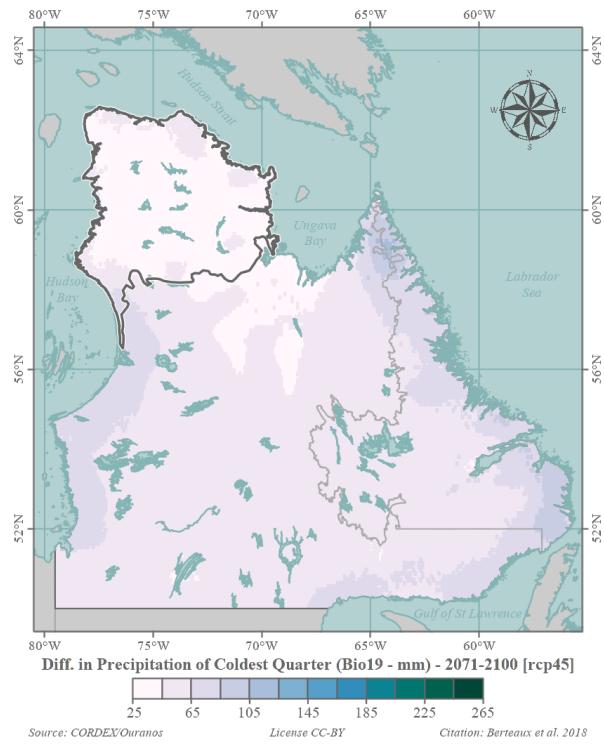


(a) RCP 4,5

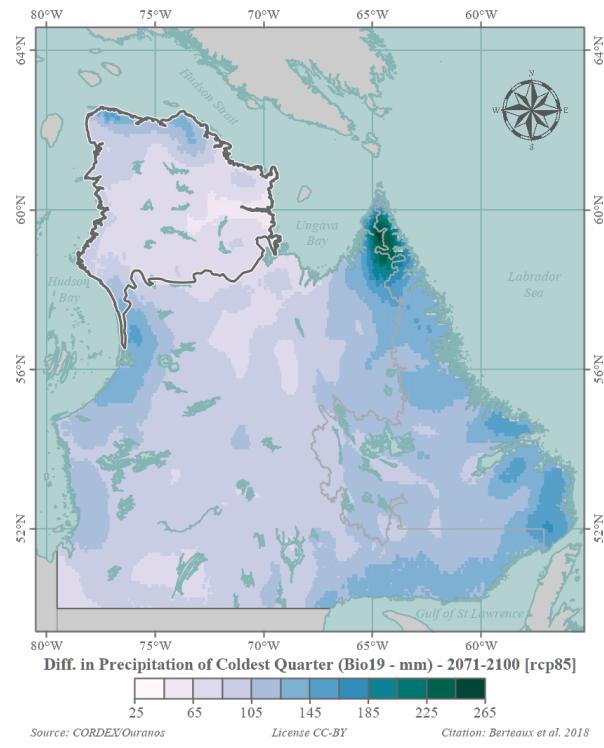


(b) RCP 8,5

FIGURE 37 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Précipitations du trimestre le plus froid (Bio19)

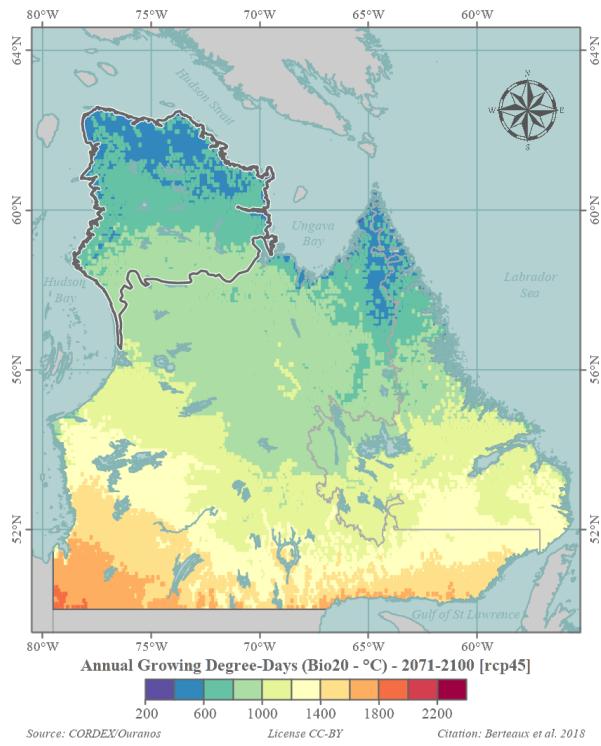


(a) RCP 4,5

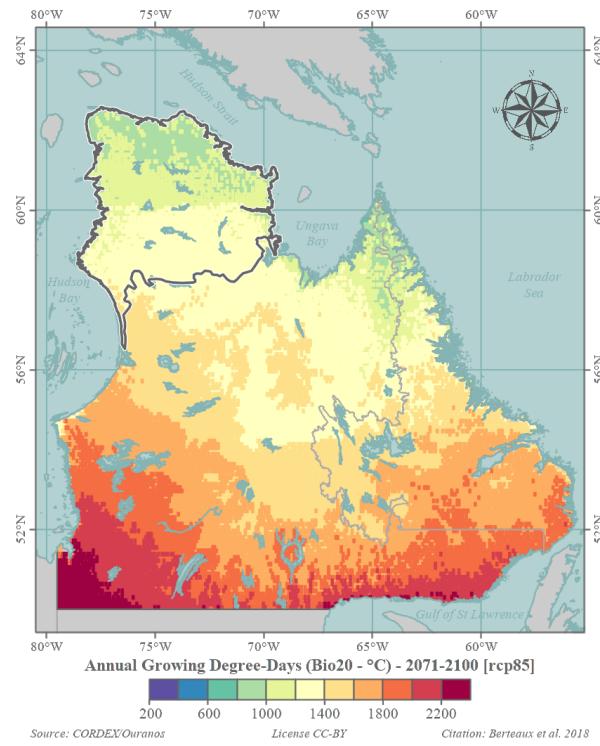


(b) RCP 8,5

FIGURE 38 – Écarts à la période de référence : Précipitations du trimestre le plus froid (Bio19)

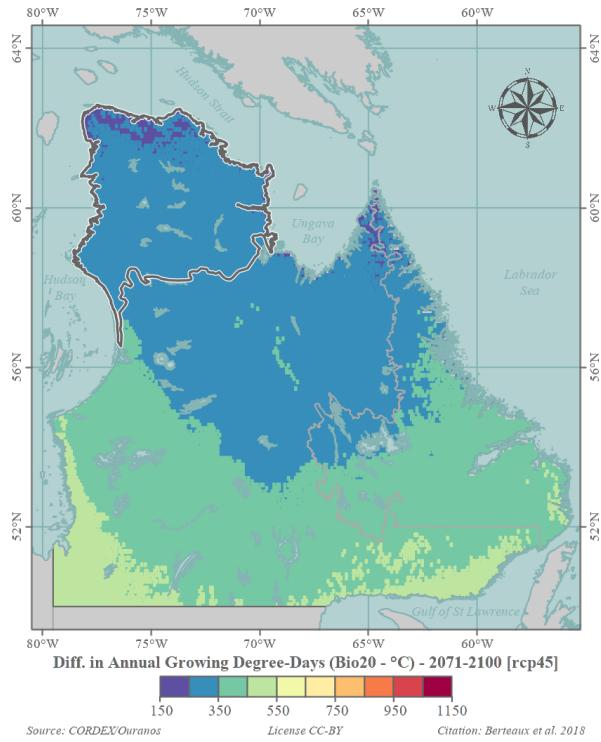


(a) RCP 4,5

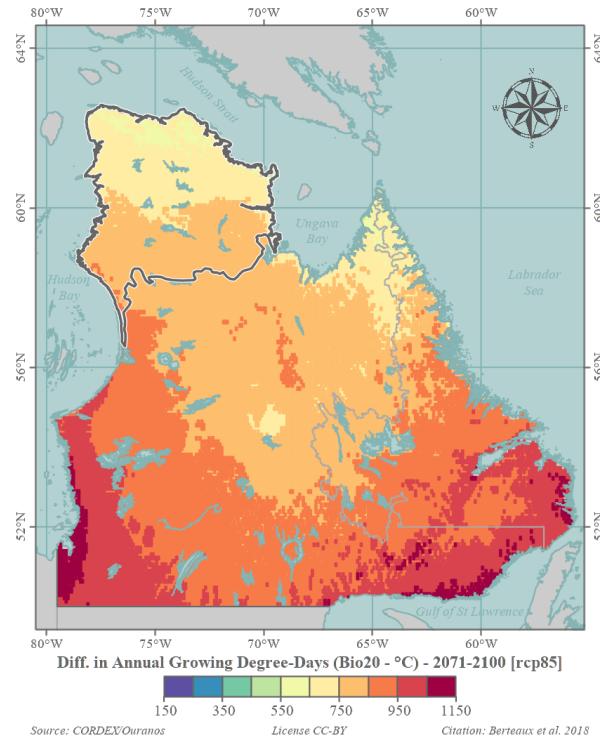


(b) RCP 8,5

FIGURE 39 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Degrés-jours de croissance annuel (Bio20)

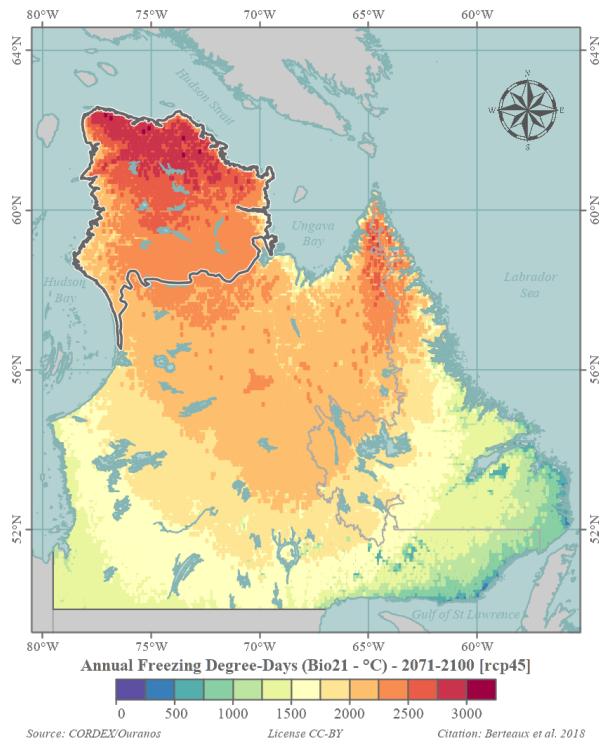


(a) RCP 4,5

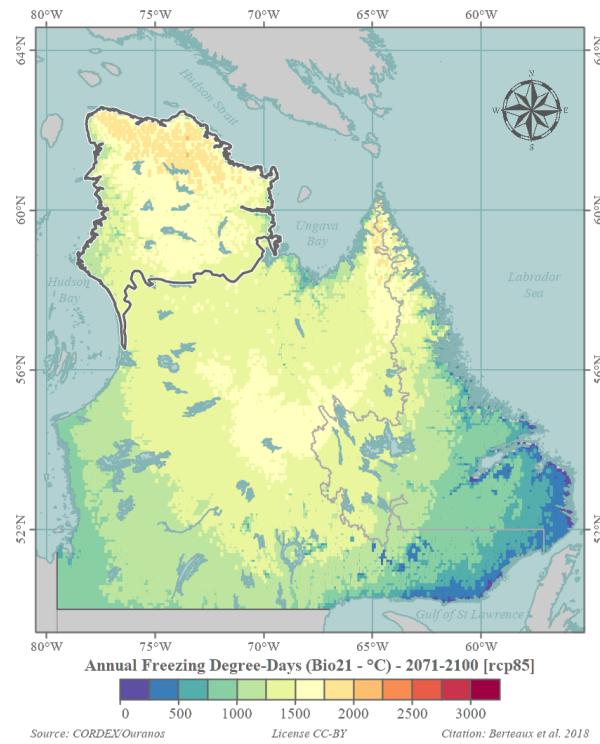


(b) RCP 8,5

FIGURE 40 – Écarts à la période de référence : Degrés-jours de croissance annuel (Bio20)

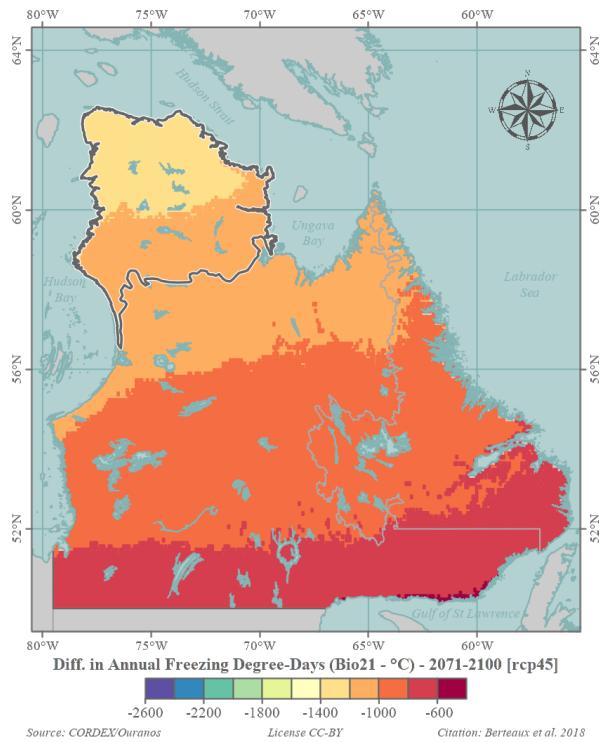


(a) RCP 4,5

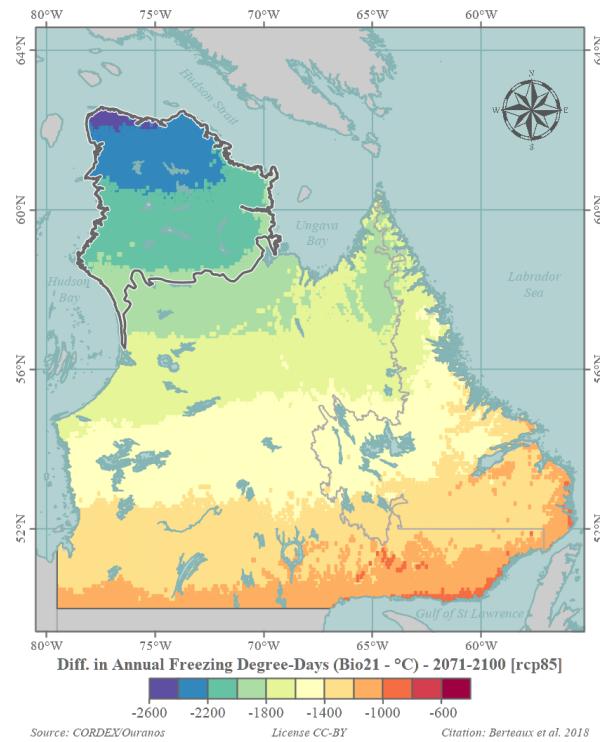


(b) RCP 8,5

FIGURE 41 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Degrés-jours de gel annuel (Bio21)

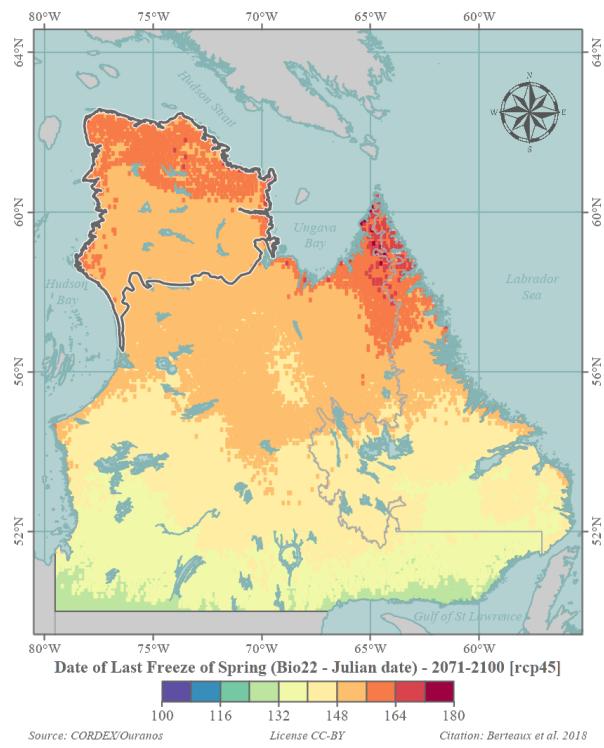


(a) RCP 4,5

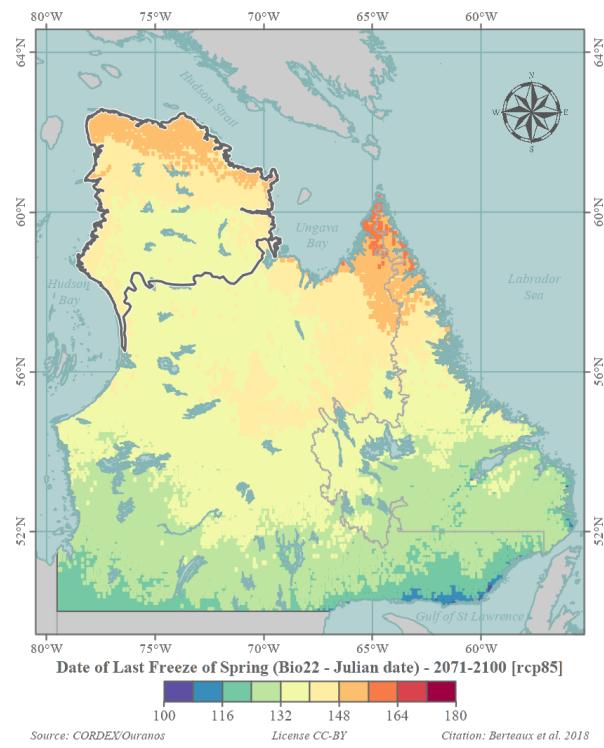


(b) RCP 8,5

FIGURE 42 – Écarts à la période de référence : Degrés-jours de gel annuel (Bio21)

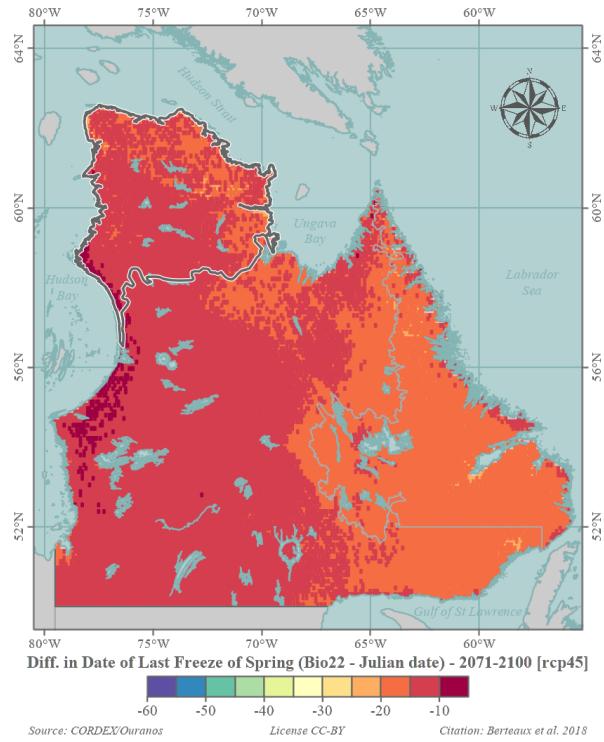


(a) RCP 4,5

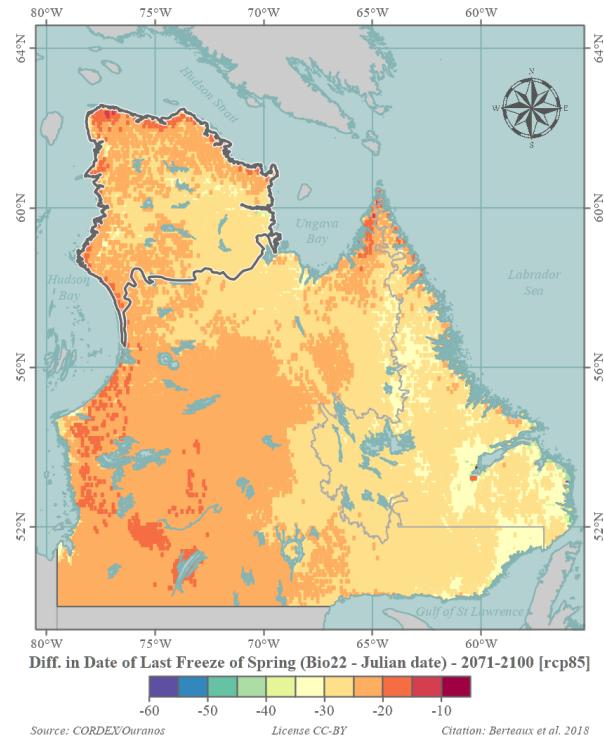


(b) RCP 8,5

FIGURE 43 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Date de dernier gel printanier (Bio22)

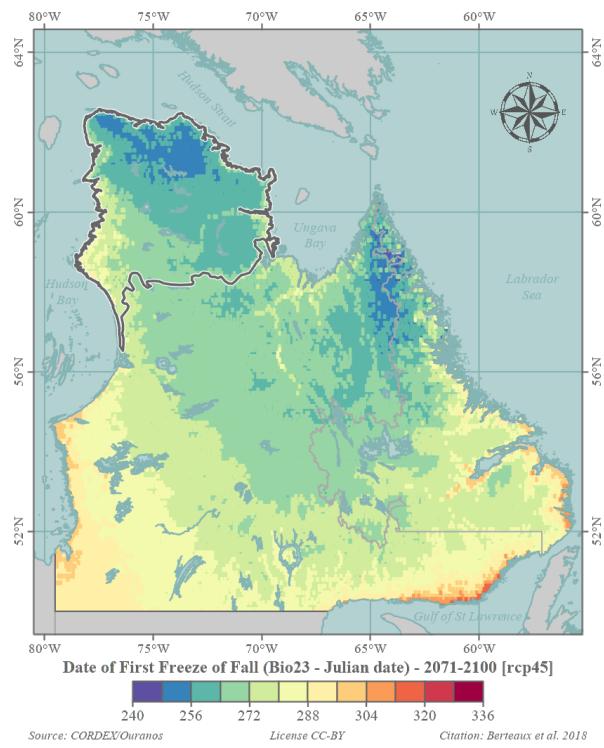


(a) RCP 4,5

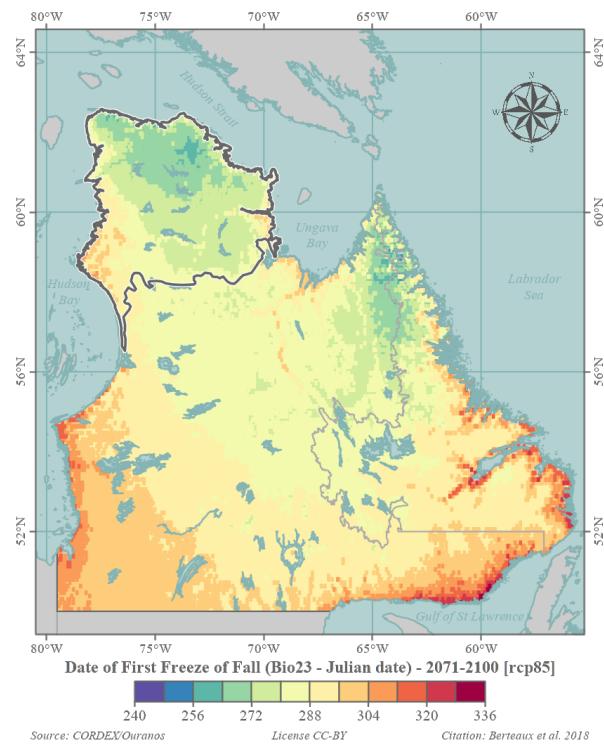


(b) RCP 8,5

FIGURE 44 – Écarts à la période de référence : Date de dernier gel printanier (Bio22)

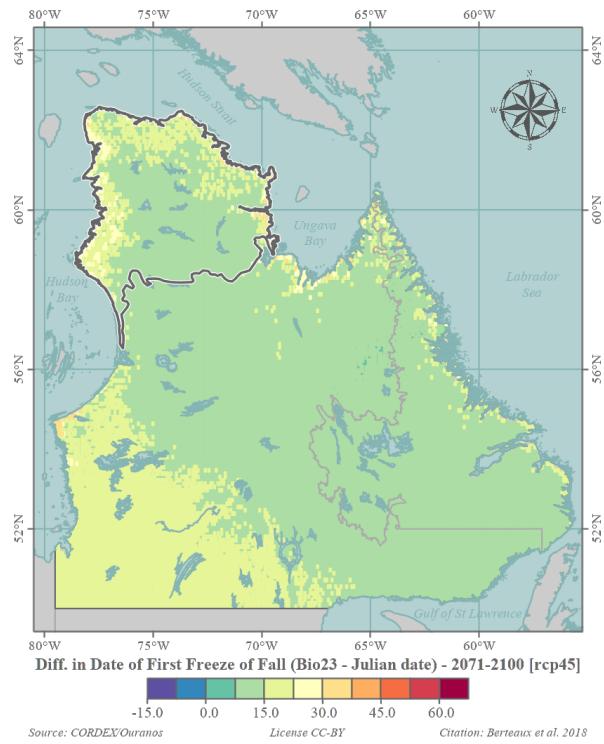


(a) RCP 4,5

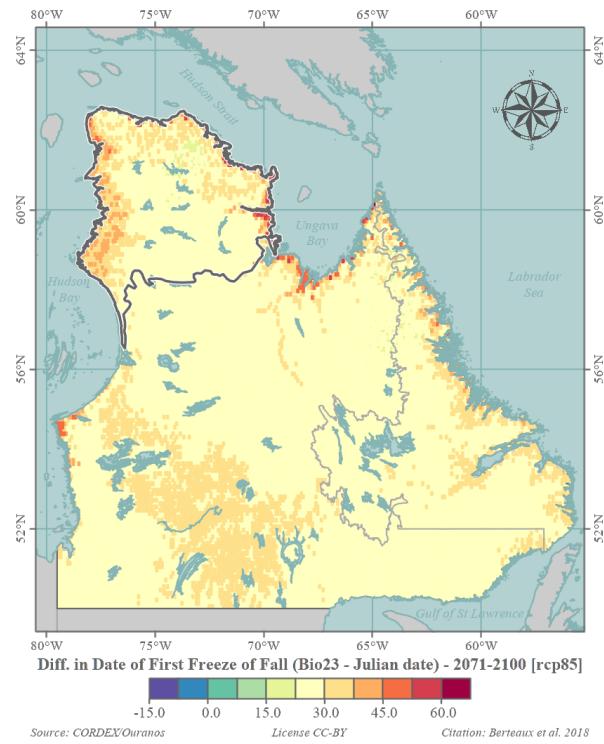


(b) RCP 8,5

FIGURE 45 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Date de premier gel automnal (Bio23)

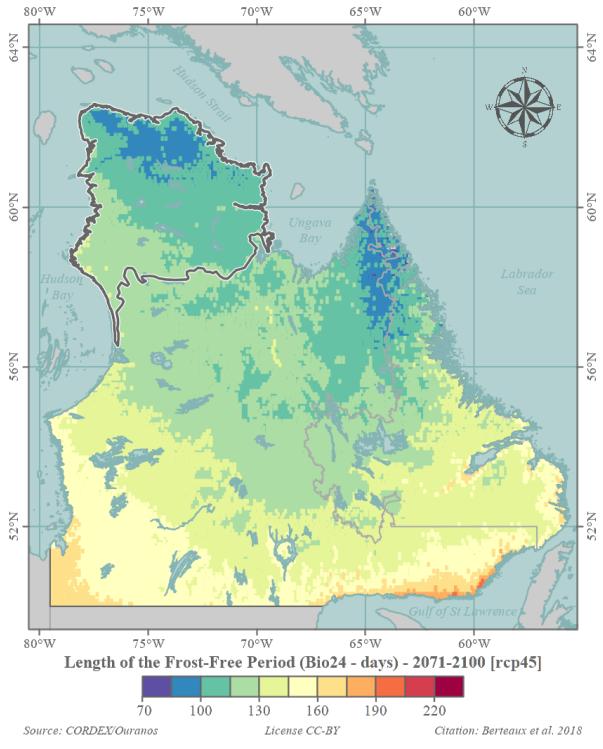


(a) RCP 4,5

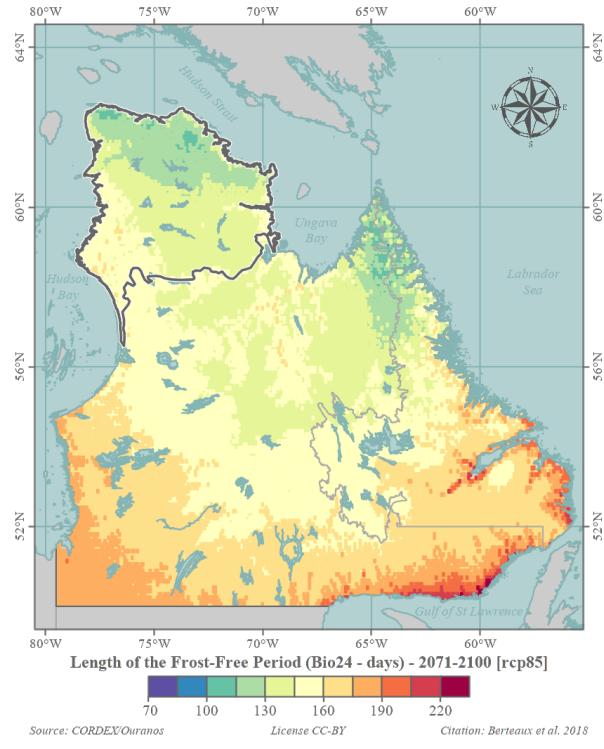


(b) RCP 8,5

FIGURE 46 – Écarts à la période de référence : Date de premier gel automnal (Bio23)

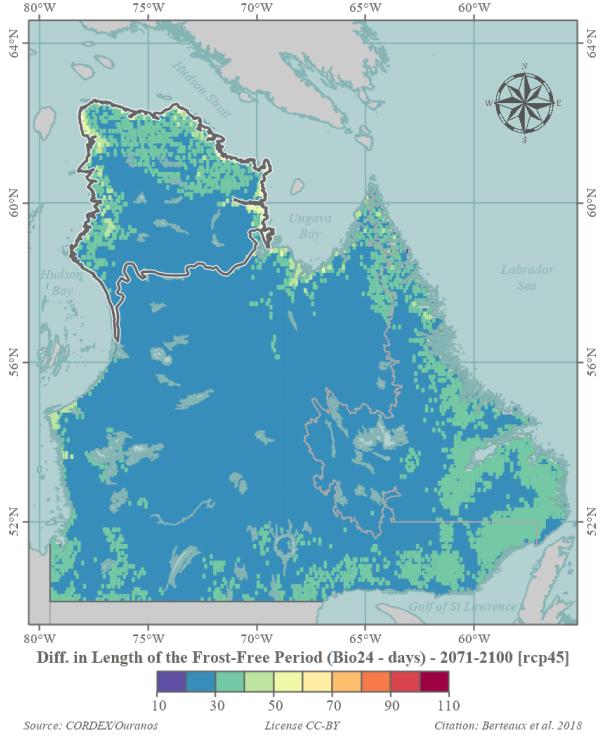


(a) RCP 4,5

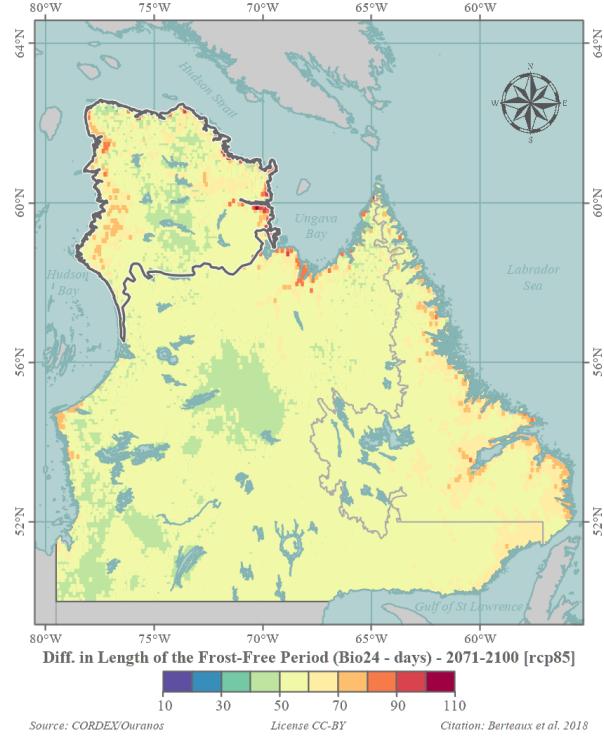


(b) RCP 8,5

FIGURE 47 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Longueur de la période sans gel (Bio24)

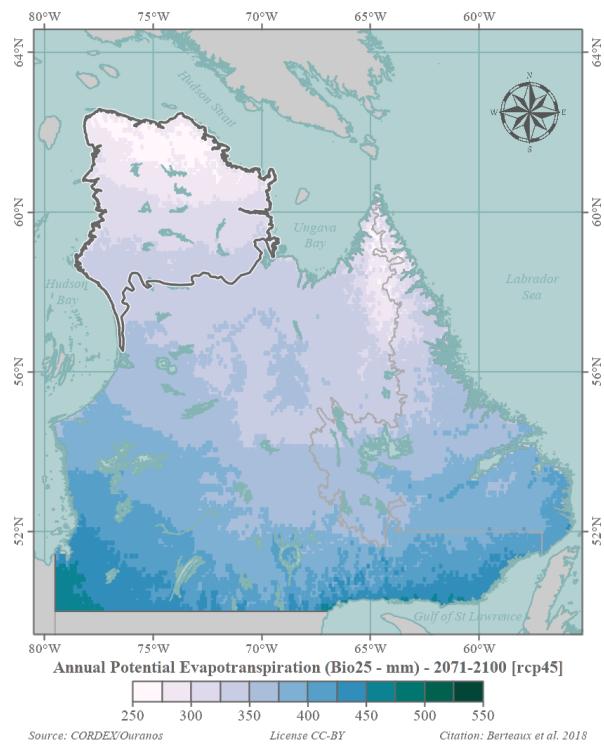


(a) RCP 4,5

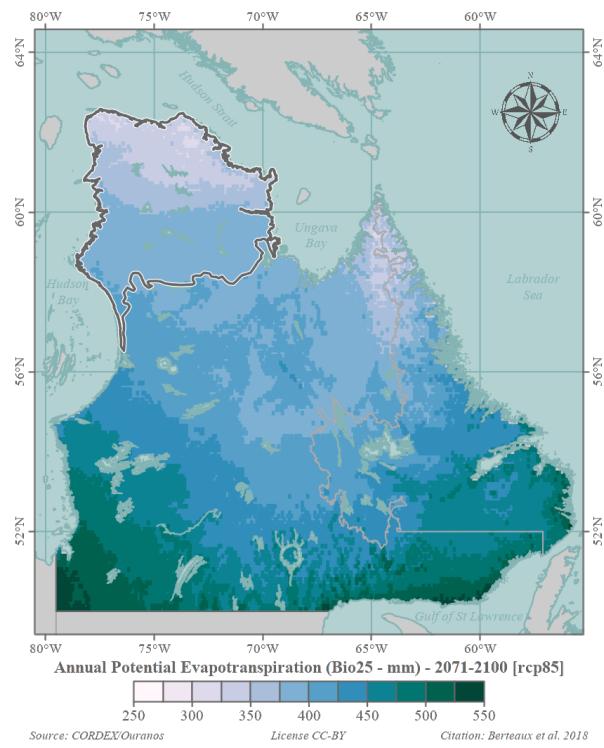


(b) RCP 8,5

FIGURE 48 – Écarts à la période de référence : Longueur de la période sans gel (Bio24)

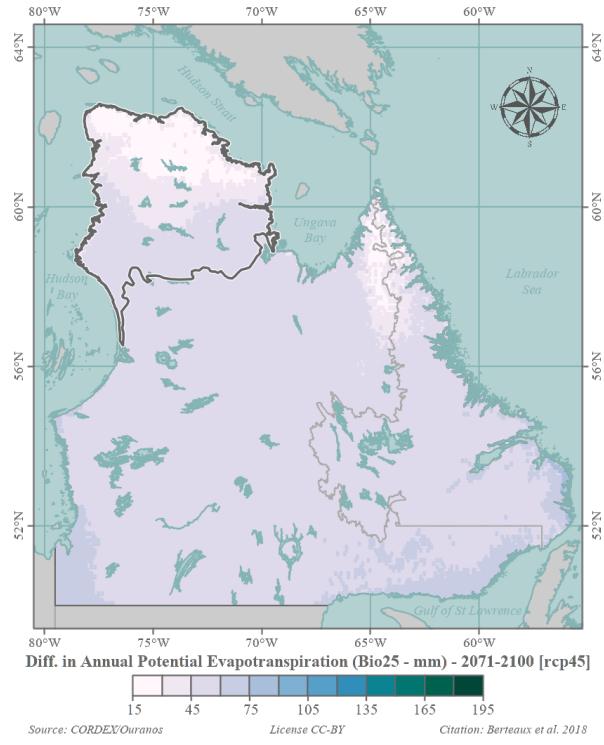


(a) RCP 4,5

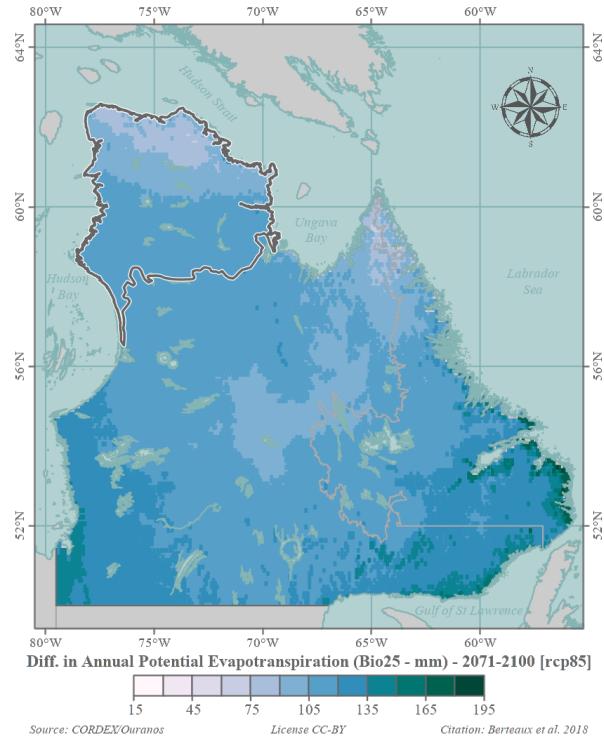


(b) RCP 8,5

FIGURE 49 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Évapotranspiration potentielle annuelle (Bio25)

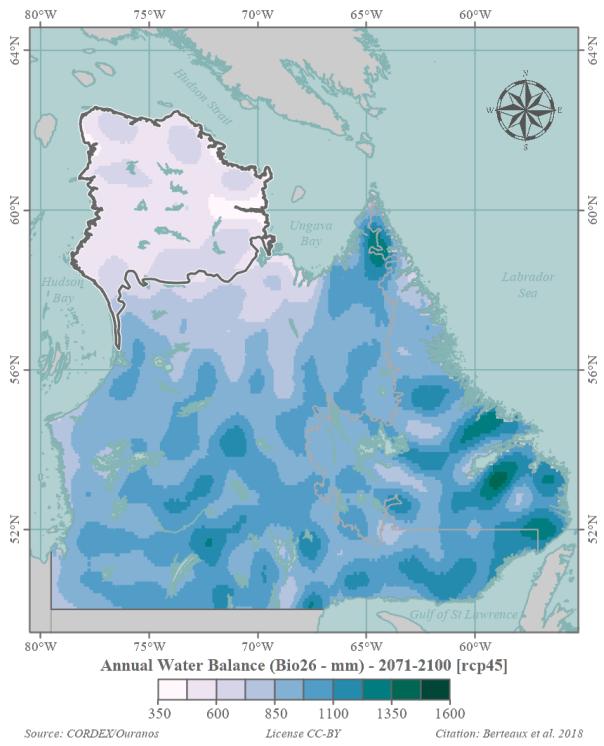


(a) RCP 4,5

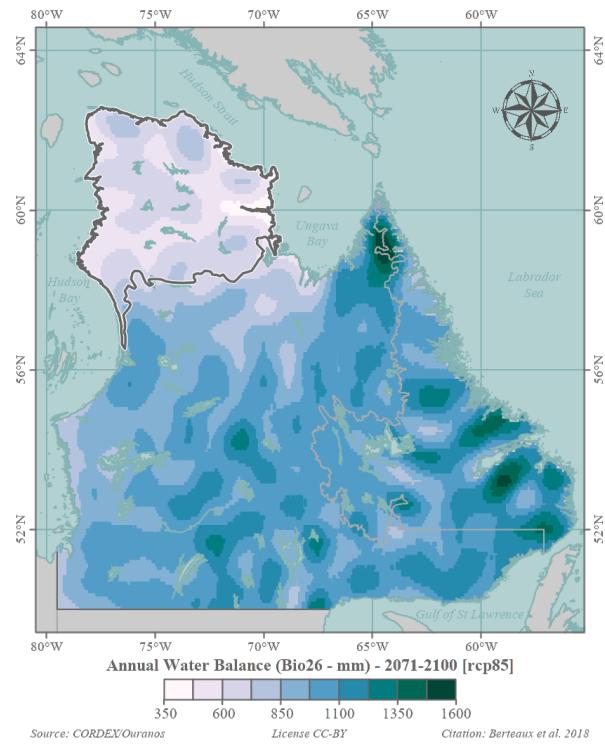


(b) RCP 8,5

FIGURE 50 – Écarts à la période de référence : Évapotranspiration potentielle annuelle (Bio25)

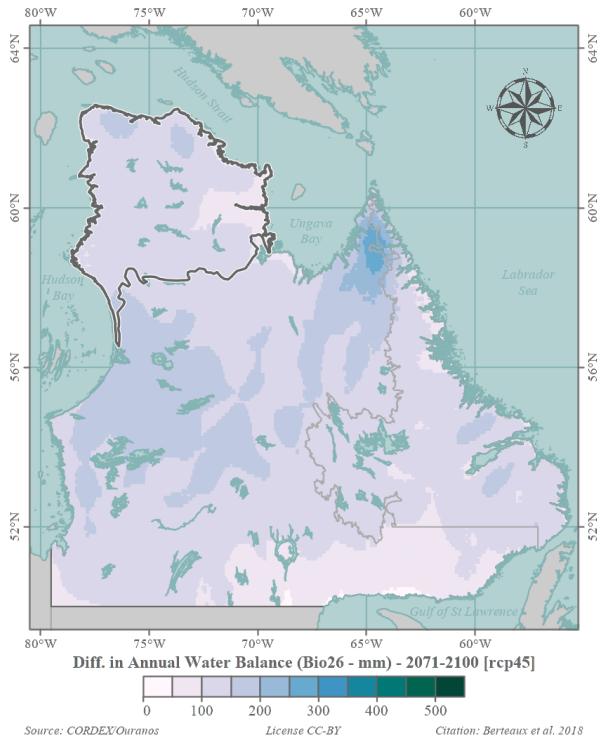


(a) RCP 4,5

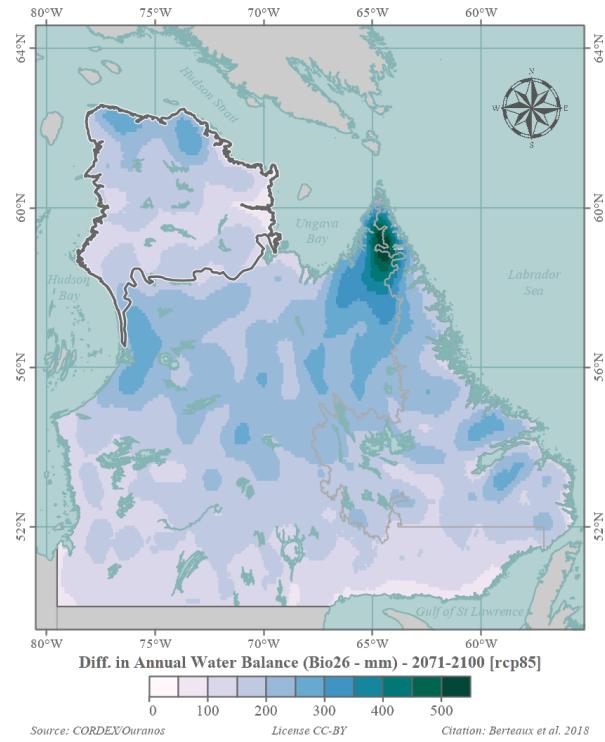


(b) RCP 8,5

FIGURE 51 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Bilan hydrique annuel (Bio26)

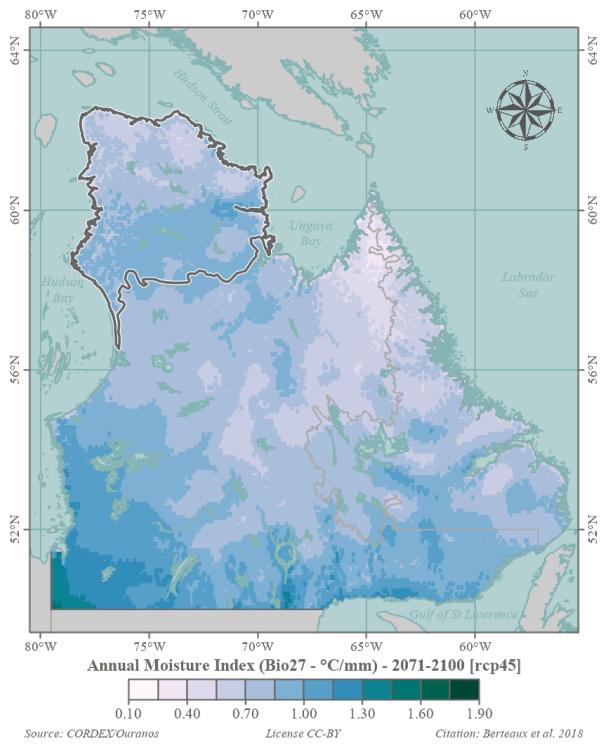


(a) RCP 4,5

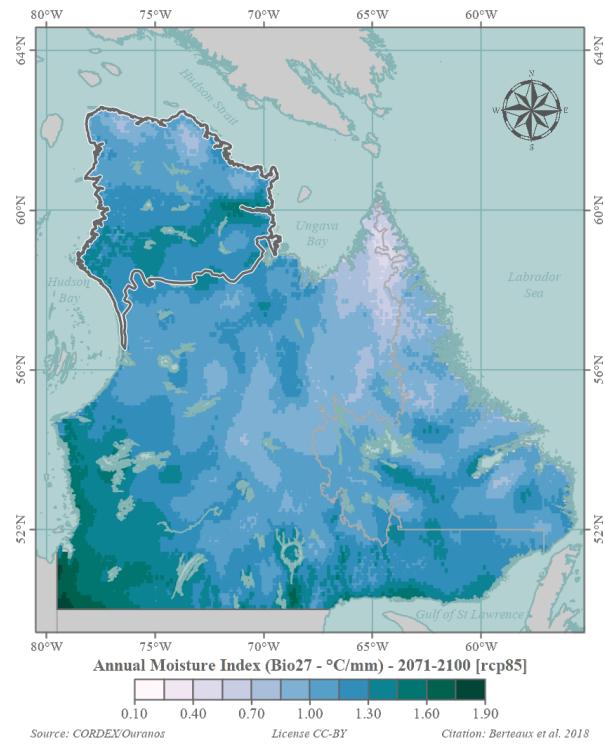


(b) RCP 8,5

FIGURE 52 – Écarts à la période de référence : Bilan hydrique annuel (Bio26)

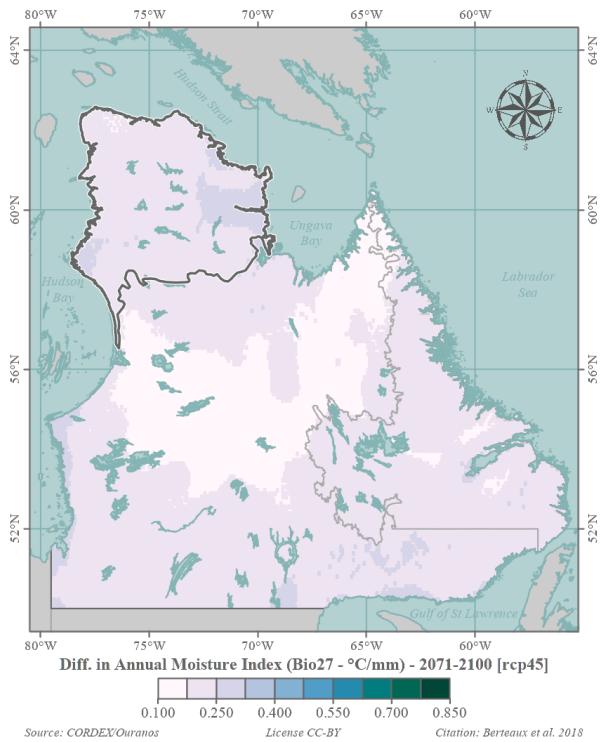


(a) RCP 4.5

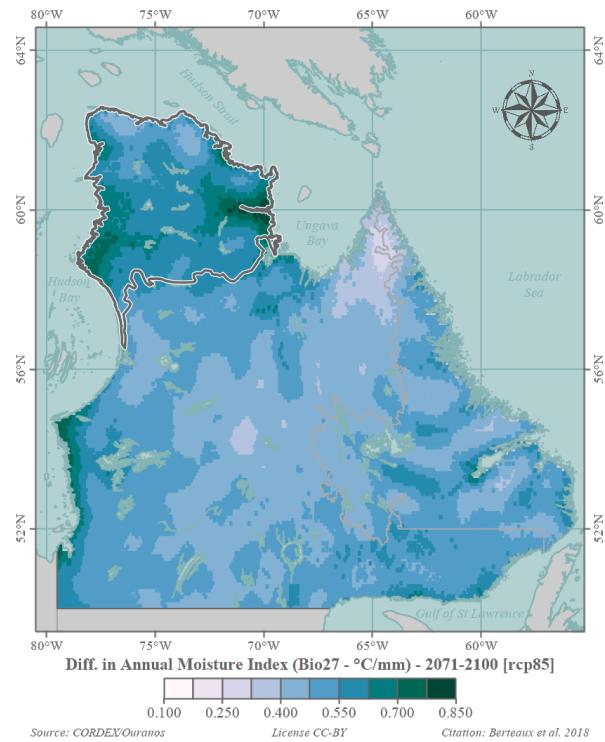


(b) RCP 8.5

FIGURE 53 – Conditions climatiques pour 2071-2100 : Indice d'humidité annuel (Bio27)



(a) RCP 4.5



(b) RCP 8.5

FIGURE 54 – Écarts à la période de référence : Indice d'humidité annuel (Bio27)

## Références aux données et métadonnées

### Métadonnées inscrites au Polar Data Catalogue (<https://www.polardata.ca>)

Berteaux D., N. Casajus and P. Ropars (2018) Tundra Nunavik : Set of 27 gridded climate variables projected during the 21<sup>st</sup> century under 10 climate change scenarios. Waterloo, Canada : Canadian Cryospheric Information Network (CCIN) #12893.

### Données archivées dans la collection Nordicana D (<http://www.cen.uqar.ca/nordicanad>)

Berteaux, D., Casajus, N. and Ropars, P. (2018) Tundra Nunavik : Set of 27 gridded bioclimate variables projected during the 21<sup>st</sup> century under 10 climate change scenarios for Labrador and the province of Quebec north of 50°N, v.1.0. Nordicana DXX, sous presse.

## Références bibliographiques

Casajus, N., Périé, C., Logan, T., Lambert, M.-C., deBlois, S. & Berteaux, D. (2016) An objective approach to select climate scenarios when projecting species distribution under climate change. *PLoS ONE*, **11**, e0152495.

Giorgi, F., Jones, C. & Asrar, G.R. (2009) Addressing climate information needs at the region level : The CORDEX framework. *WMO Bulletin*, **58**, 175–183.

Martynov, A., Laprise, R., Sushama, L., Winger, K., Separovic, L. & Dugas, B. (2013) Reanalysis-driven climate simulation over CORDEX North America domain using the Canadian Regional Climate Model version 5 : Model performance evaluation. *Climate Dynamics*, **41**, 2973–3005.

Saha, S., Moorthi, S., Pan, H.-L., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., Kistler, R., Woollen, J., Behringer, D., Liu, H., Stokes, D., Grumbine, R., Gayno, G., Wang, J., Hou, Y.-T., Chuang, H.-Y., Juang, H.-M., Sela, J., Iredell, M., Treadon, R., Kleist, D., Van Delst, P., Keyser, D., Derber, J., Ek, M., Meng, J., Wei, H., Yang, R., Lord, S., Van Den Dool, H., Kumar, A., Wang, W., Long, C., Chelliah, M., Xue, Y., Huang, B., Schemm, J.-K., Ebisuzaki, W., Lin, R., Xie, P., Chen, M., Zhou, S., Higgins, W., Zou, C.-Z., Liu, Q., Chen, Y., Han, Y., Cucurull, L., Reynolds, R.W., Rutledge, G. & Goldberg, M. (2010) The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **91**, 1015–1057.

Separovic, L., Alexandru, A., Laprise, R., Martynov, A., Sushama, L., Winger, K., Tete, K. & Valin, M. (2013) Present climate and climate change over North America as simulated by the fifth-generation Canadian Regional Climate Model. *Climate Dynamics*, **41**, 3167–3201.