



# État des connaissances relatives aux changements climatiques et à l'adaptation dans le territoire Eeyou Istchee Baie-James

Rapport final  
Novembre 2017



Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James  
James Bay Advisory Committee on the Environment  
ᑭ ᐃᑎᐱᐱᐱᐱᐱ ᑭ ᐃᑎᐱᐱᐱᐱᐱ ᐱᐱᐱᐱ ᐱᐱᐱᐱ ᐱᐱᐱᐱ



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

# État des connaissances relatives aux changements climatiques et à l'adaptation dans le territoire Eeyou Istchee Baie-James

## Rapport final

Novembre 2017 traduction effectuée par le CCEBJ en juillet 2018)

### ÉQUIPE DE PROJET :

Rebecca Hennigs, Ouranos

Stéphanie Bleau, Ouranos

Caroline Larrivée, Ouranos

### RÉVISION :

Ross Brown, Ouranos

Hélène Côté, Ouranos

Robert Siron, Ouranos

Hugo Asselin, UQAT

Marie-Jeanne Royer, UdeM

Elizabeth Robinson, CCSSBJ

Nicole Fenton, UQAT

Rick Cucurian, ATC

Sarah Pashagumskum, ICA

Robin McGinley, ACPT

### Rapport présenté au :



Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James  
James Bay Advisory Committee on the Environment  
ᑭᑭᑭᑭᑭᑭ ᑭᑭᑭᑭᑭᑭ ᑭᑭᑭᑭᑭᑭ ᑭᑭᑭᑭᑭᑭ



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

Numéro de projet : 520018

**Référence suggérée :** Hennigs, R. et Bleau, S. (2017). État des connaissances relatives aux changements climatiques et à l'adaptation dans le territoire Eeyou Istchee Baie-James. Rapport présenté au Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James, Montréal, Ouranos, 64 pages plus les annexes

# REMERCIEMENTS

---

Le présent document a été coordonné par Ouranos avec l'appui du Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James (CCEBJ) et d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). Le rapport est le résultat d'échanges fructueux avec plusieurs représentants locaux et régionaux et des chercheurs. Les auteurs tiennent à remercier les membres du CCEBJ pour leurs conseils et pour avoir facilité la communication avec d'autres organismes cris (p. ex. Gouvernement de la Nation crie) et divers intervenants. Nous voudrions exprimer notre sincère gratitude à Ross Brown et à Hélène Côté, membres des équipes Scénarios et Services Climatiques et Simulations et analyses climatiques chez Ouranos, qui ont contribué à la section climatique et ont fait en sorte que les connaissances récentes relatives aux paramètres climatiques et hydrologiques pour Eeyou Istchee Baie-James soient incluses dans le document.

Nous tenons également à remercier tous les collaborateurs qui ont contribué et appuyé ce projet à l'aide d'entrevues ou de communications personnelles en réponse à nos questions, et ce, au meilleur de leurs capacités.



Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James  
James Bay Advisory Committee on the Environment  
ᓃ ᐃᓂᐱᓂᓂᓂᓂ ᓃ ᐃᓂᓂᓂ ᐃᓂᓂᓂ ᓂᐃᓂᓂ ᓂᐃ



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

# RÉSUMÉ

---

Le présent rapport examine l'état actuel de la recherche sur les changements climatiques et sur l'adaptation pour le territoire de la Nation crie (2007 - 2017). Selon un vaste éventail de preuves, à l'échelle mondiale, les changements climatiques se produisent plus rapidement dans les régions bioclimatiques arctiques et subarctiques, et ont déjà un impact sur une vaste gamme de systèmes humains et naturels. Attribuables en grande partie aux activités humaines, ils présentent des risques importants pour les populations indigènes vivant dans les régions de latitude plus élevée.

Avec les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique à un niveau record, la température moyenne à l'échelle mondiale a augmenté de 0,85°C depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Ces changements modifient d'autres paramètres clés, tels que l'étendue et la durée de la couverture de la glace de mer, les précipitations, le débit fluvial, et la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes. En raison de leurs liens étroits avec la terre, les peuples autochtones sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques parce qu'ils modifient l'accès, l'occupation et l'utilisation des territoires, exacerbant ainsi les effets d'autres facteurs de stress tels que le développement industriel et les contraintes socio-économiques. Bien que beaucoup de progrès aient été accomplis en matière de recherche sur les changements climatiques au Québec, les études ont porté soit sur le sud du Québec ou le Nunavik. Ainsi, les données pour le Québec subarctique sont gravement insuffisantes en terme de mesures prises à l'aide d'instruments ou d'observations scientifiques à long terme. Toutefois, les études disponibles et une abondance d'observations locales par les Cris indiquent des changements rapides sur le plan de l'environnement et des conditions climatiques.

Le Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James (CCEBJ) a chargé Ouranos d'examiner la littérature scientifique et grise, et d'interviewer plusieurs intervenants clés afin de mieux identifier les effets du climat et les initiatives d'adaptation dans Eeyou Istchee Baie-James, soit au Québec subarctique<sup>1</sup>. Le rapport comporte trois objectifs principaux :

- 1) résumer l'information sur les changements climatiques pour Eeyou Istchee Baie-James et identifier les lacunes sur le plan des connaissances;
- 2) préciser les besoins potentiels en matière de recherche et des recommandations; et
- 3) soutenir la gouvernance à multiples niveaux quant aux processus de prise de décisions sur l'adaptation aux changements climatiques.

La température annuelle moyenne de l'air dans la région a augmenté de 1,5°C au cours des 35 dernières années, avec un fort réchauffement hivernal de 2°C à 3°C. Des modèles projettent une augmentation des précipitations, et une réduction de la couverture de neige occasionnant un dégel précoce. Les Cris ont remarqué une augmentation de la fréquence des orages électriques et des inondations; les conditions météorologiques sont devenues moins prévisibles et les saisons changent. À la baie James, la température de la surface de la mer est en hausse, la glace de mer se retire rapidement, et des modèles climatiques y prévoient un débit fluvial plus important, ce qui pourrait modifier les propriétés et la dynamique des eaux dans la baie. Ces changements physiques entraînent des effets sur l'environnement naturel et construit, et occasionnent une foule de répercussions en matière de développement socioéconomique et culturel. À l'échelle de l'écosystème, des observateurs locaux et des études scientifiques rapportent la présence accrue d'espèces méridionales sur le territoire, la modification des stades phénologiques, une augmentation des perturbations naturelles, tels que ravageurs et espèces envahissantes, et des incendies de forêt plus fréquents, ainsi que des changements dans la qualité et la disponibilité des ressources fauniques et des plantes utilisées pour les régimes alimentaires

---

<sup>1</sup> Le climat subarctique se trouve entre 50° et 70°N et se définit par une longue période très froide et une courte période chaude. Eeyou Istchee Baie-James se trouve principalement dans cette zone climatique (Dfc, selon la classification climatique de Köppen), sauf pour la zone côtière de la pointe sud de la baie James jusqu'à Chisasibi, qui est dominée par un climat continental humide (Dfb).

traditionnels. Du point de vue de la santé, les changements dans l'accès au territoire, les accidents sur la glace en raison des conditions de glaces dangereuses, les modifications des activités de subsistance, le transfert des connaissances traditionnelles ainsi que l'augmentation des cas de diabète et d'obésité liés à des changements dans l'alimentation et la sécurité alimentaire, représentent des risques importants pour la santé et menacent la culture, l'identité et le bien-être des Cris. En matière d'infrastructure et d'industrie, les dangers climatiques les plus fréquemment observés peuvent mettre en question la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien des actifs existants, occasionnant des risques et des coûts additionnels pour les communautés. Le secteur du tourisme, surtout le tourisme culturel et de plein-air, est également vulnérable aux changements climatiques. Bien que la majorité des effets induits par les changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James semblent être négatifs, les changements climatiques peuvent aussi profiter à certains secteurs si les activités sont adaptées de façon proactive.

Jusqu'à présent, l'adaptation aux changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James s'est majoritairement basée sur des stratégies réactives individuelles, telles que pour adapter les pratiques de subsistance, ou pour intégrer des changements climatiques à des projets de développement économique, et ce, sur une base volontaire. Des efforts sont nécessaires pour incorporer l'adaptation, intégrer les changements climatiques dans d'autres documents stratégiques, mieux les faire connaître, et ensuite commencer l'implantation des mesures d'adaptation pour le bien général de la société crie à l'aide d'une approche souple pouvant être ajustée au fil du temps.

# TABLE DES MATIÈRES

---

REMERCIEMENTS .....	I
RÉSUMÉ.....	II
TABLE DES MATIÈRES .....	IV
LISTE DES FIGURES .....	VI
LISTE DES TABLEAUX .....	VI
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES SIGLES.....	VII
INTRODUCTION.....	1
CONTEXTE.....	4
MÉTHODOLOGIE .....	5
<b>CHAPITRE I - LES EFFETS SOCIOCULTURELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SOCIÉTÉ CRIE</b>	<b>7</b>
1.1 Culture, identité et activités traditionnelles.....	7
1.2 Santé physique, mentale et spirituelle.....	8
1.3 Accès au territoire .....	11
1.4 Récolte de subsistance et sécurité alimentaire.....	12
<b>CHAPITRE II - EFFETS DU RECHAUFFEMENT PLANÉTAIRE SUR LE CLIMAT RÉGIONAL EN ÉEYOU ISTCHÉE BAIE-JAMES</b>	<b>15</b>
2.1 Température.....	16
2.2 Saisons, régimes climatiques et phénomènes extrêmes .....	17
2.3 Précipitations (pluie et neige) .....	18
2.4 Régimes de glaces (glace de mer et glace de lac).....	20
2.5 Niveaux d'eau et propriétés de l'eau .....	21
<b>CHAPITRE III - EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES</b>	<b>23</b>
3.1 Écosystèmes aquatiques .....	24
3.1.1 Écosystèmes marins de la baie James/baie d'Hudson.....	24
3.1.2 Faune et flore marines.....	24
3.1.3 Zones côtières et estuaires .....	27
3.1.4 Écosystèmes d'eau douce (lacs et cours d'eau).....	28
3.1.5 Milieux humides.....	30
3.2 Écosystèmes terrestres.....	32
3.2.1 Écosystèmes forestiers.....	32
3.2.2 Flore et faune.....	35
<b>CHAPITRE IV - EFFETS SUR L'INFRASTRUCTURE EXISTANTE ET LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE</b>	<b>38</b>
4.1 Infrastructure existante.....	38

4.2	Ressources naturelles et développement économique .....	41
4.2.1	<i>Exploitation minière</i> .....	41
4.2.2	<i>Énergie hydroélectrique</i> .....	43
4.2.3	<i>Exploitation forestière</i> .....	44
4.2.4	<i>Tourisme</i> .....	45
<b>CHAPITRE V - ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....</b>		<b>47</b>
5.1	Préparation et capacité d'adaptation.....	47
5.1.1	<i>Vulnérabilités et connaissances traditionnelles</i> .....	47
5.1.2	<i>Un processus d'adaptation participatif et flexible</i> .....	48
5.1.3	<i>Initiatives actuelles d'adaptation en Eeyou Istchee Baie-James</i> .....	49
5.1.4	<i>Apprendre d'autres communautés autochtones</i> .....	51
<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>		<b>53</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>		<b>56</b>
<b>ANNEXES .....</b>		<b>66</b>
ANNEXE 1.....		66
ANNEXE 2.....		67
ANNEXE 3.....		68
ANNEXE 4.....		69
ANNEXE 5.....		70
ANNEXE 6.....		72
ANNEXE 7.....		73
ANNEXE 8.....		74
ANNEXE 9.....		75
ANNEXE 10.....		76
ANNEXE 11.....		77
ANNEXE 12.....		78
ANNEXE 13.....		79
ANNEXE 14.....		80
ANNEXE 15.....		81
ANNEXE 16.....		83
ANNEXE 17.....		84
ANNEXE 18.....		85
ANNEXE 19.....		86

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1: Effets des changements climatiques sur la santé.....	9
Figure 2: Adaptation de la récolte de subsistance en Eeyou Istchee Baie-James en raison des changements climatiques .....	14
Figure 3: Tendances mensuelles de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 4 : Effets des changements climatiques sur l'infrastructure en Eeyou Istchee Baie-James.....	39
Figure 5: Adaptation des infrastructures en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques .....	40
Figure 6: Adaptation du secteur minier en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques .....	42
Figure 7: Adaptation du développement hydroélectrique aux changements climatiques.....	44
Figure 8: Adaptation du secteur forestier en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques.....	45
Figure 9: Adaptation du secteur touristique en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques.....	46
Figure 10: Phases et étapes du processus d'adaptation .....	49
Figure 11: Mesures proposées contre les changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James.....	50
Figure 12: Effets des changements climatiques sur l'environnement, l'économie, les infrastructures, le développement industriel et le maintien de l'identité et du mode de vie des Cris (modifiée de) .....	53

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: Changements passés et projetés des paramètres climatiques clés en Eeyou Istchee Baie-James.....	5
Tableau 2: Dangers climatiques et leurs effets possibles sur la santé en Eeyou Istchee Baie-James.....	10
Tableau 3: Tendances et observations de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James .....	16
Tableau 4: Tendances et observations sur les régimes climatiques en Eeyou Istchee Baie-James .....	17
Tableau 5: Tendances et observations sur les précipitations en Eeyou Istchee Baie-James .....	19
Tableau 6: Tendances et observations sur la couverture de neige en Eeyou Istchee Baie-James .....	19
Tableau 7: Tendances et observations sur les régimes de glaces en Eeyou Istchee Baie-James.....	20
Tableau 8: Tendances et observations sur les niveaux et les propriétés de l'eau en Eeyou Istchee Baie-James....	22
Tableau 9: Sensibilité des bassins versants aux changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James.....	28
Tableau 10: État des connaissances sur les changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James, lacunes de la recherche et recommandations .....	54

# LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES SIGLES

---

ACPT	Association crie de pourvoirie et de tourisme
ATC	Association des trappeurs cris
BH	baie d'Hudson
BJ	baie James
CARME	Commission d'aménagement de la région marine d'Eeyou
CBJNQ	Convention de la Baie-James et du Nord québécois
CCEBJ	Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James
CCEM	Conseil cri sur l'exploration minérale
CCSSBJ	Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie-James
CGRFRME	Conseil de gestion des ressources fauniques de la région marine d'Eeyou
CREECO	Compagnie des entreprises cries de développement économique
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
ETR	Service de l'environnement et des travaux remédiateurs du Gouvernement de la Nation crie
GES	Émissions de gaz à effet de serre
GNC	Gouvernement de la Nation crie
GREIBJ	Gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James
ICA	Institut culturel Aanischaaukamikw
IDDPNQL	Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
MTMDET	Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports
PAE	Processus d'autorisation environnementale
PRDIRT	Plan régional de développement intégré des ressources et du territoire
RCP	scénario RCP (soit Representative Concentration Pathway)
RNCan	Ressources naturelles Canada
SCI	Service du commerce et de l'industrie du Gouvernement de la Nation crie
SPN	Société du Plan Nord
TAS	Température de l'air en surface
TIS	Service des travaux d'immobilisation et services du Gouvernement de la Nation crie
TSM	température de la surface de la mer
UdeM	Université de Montréal
UQAT	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

# INTRODUCTION

---

Depuis presque 5000 ans (Feit 1995), les Cris occupent Eeyou Istchee Baie-James<sup>2</sup> qui englobe un vaste territoire (450 000 km<sup>2</sup>), soit les deux tiers de la taille de la France ou presque la taille de la Suède, ce qui en fait l'une des plus grandes municipalités au monde. Loin d'être une bande de terre inoccupée (voir [annexe 1](#)), les Cris utilisent l'ensemble de ce territoire pour la chasse, la pêche, le trappage et autres activités culturelles. La relation particulière que les Cris entretiennent avec la terre, qui va au-delà des activités de subsistance, est au cœur de l'identité crie (Adelson 1998; CBJNQ 1975), et les connaissances et pratiques, transmises d'une génération à l'autre, se sont adaptées aux changements environnementaux au fil du temps (Ohmagari et Berkes 1997; Sayles et Mulrennan 2010; Lemelin et al. 2010).

Au cours des 50 dernières années, les Cris ont connu de nombreux changements rapides et complexes dans l'environnement en raison de l'exploitation à grande échelle des ressources naturelles, comme l'exploitation forestière, minière et hydroélectrique qui ont eu des incidences sur les terres traditionnelles des Cris. La rapidité des changements climatiques risque d'exacerber les effets des grands projets de développement et les contraintes socio-économiques, et représente maintenant un défi supplémentaire pour le mode de vie des Cris et le maintien de leur identité (Ouranos, 2015). Par exemple, des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents ou plus intenses ou des changements saisonniers imprévisibles modifient la récolte de subsistance, affectent la pérennité des activités traditionnelles, compromettent les infrastructures et représentent des risques pour la santé et la sécurité. De plus, l'évolution du climat est difficile à prévoir tant en matière d'ampleur que de tendance. L'adaptation à une évolution rapide de l'environnement a été, et demeurera, une clé pour la survie des Cris. Les données scientifiques constituent une source importante, mais les observations des chasseurs et des trappeurs cris, de leurs familles et des autorités cries sont également cruciales lorsqu'on cherche à prendre des décisions sur la façon de s'adapter à de tels changements. Les effets, les vulnérabilités et l'adaptation reliés au climat doivent aussi tenir compte du contexte actuel des changements et des tendances socio-économiques dans la société crie, comme l'adoption d'un mode de vie de plus en plus sédentaire et une transition vers une économie basée sur les salaires par exemple.

Conformément à son rôle en matière de politiques en vertu de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois (CBJNQ), le Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James (CCEBJ) a commandé en 2007 un premier rapport sur l'état des connaissances relatives aux changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James. Par la suite, le Comité a collaboré à un projet mené par l'Association des trappeurs cris (ATC), dans le but de documenter et de déterminer le profil d'utilisation des terres qui peuvent avoir été touchées par les changements climatiques. Dix ans après la publication du premier rapport, le CCEBJ a chargé Ouranos de faire une mise à jour de la situation, afin de lui permettre de développer une meilleure appréciation du rôle de l'évaluation environnementale à cet égard. Le présent rapport explore les répercussions socioéconomiques et culturelles des changements liés au climat, en plus de la dimension environnementale. La portée du rapport dépasse donc largement celle du premier rapport et devrait permettre une meilleure compréhension du contexte socioculturel de la région. Il présente l'état actuel des connaissances relatives aux changements climatiques et à l'adaptation au sein d'Eeyou Istchee Baie-James (2007 à 2017) en vue de :

---

<sup>2</sup> Les Cris se désignent eux-mêmes comme des « Eeyou/Eeyouch ». Eeyou Istchee Baie-James, leur patrie sacrée, signifie « terre des Eeyou ».

- 1) résumer l'information sur les changements climatiques pour Eeyou Istchee Baie-James et d'identifier les lacunes en matière de connaissances;
- 2) préciser les besoins potentiels en matière de recherche et des recommandations;
- 3) soutenir la gouvernance à multiples niveaux quant aux processus de prise de décisions sur l'adaptation aux changements climatiques.

**Le chapitre 1** présente les répercussions socioculturelles des changements climatiques sur l'identité et la culture cries, la santé physique et mentale, ainsi que sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire, tout en soulignant certaines stratégies d'adaptation pour la récolte de subsistance et les régimes alimentaires traditionnels.

**Le chapitre 2** fournit une vue d'ensemble des changements dans le système climatique à Eeyou Istchee Baie-James, soit les températures, les précipitations, les saisons, les régimes climatiques et de glaces, ainsi que l'évolution du niveau et des propriétés de l'eau. Il examine les conditions antérieures (découlant des mesures scientifiques et des connaissances traditionnelles) et les projections climatiques pour le milieu du XXI<sup>e</sup> siècle.

**Le chapitre 3** décrit les effets des changements climatiques sur les écosystèmes de la région, tant aquatiques (zones marines, côtières et d'estuaires, eau douce, milieux humides) que terrestres (forêts), soulignant les répercussions sur la dynamique de la faune et de la végétation, tels que changements phénologiques, migration vers le nord et variation aux régimes de productivité et de perturbation, qui nécessitent un réexamen des pratiques de conservation actuelles.

**Le chapitre 4** décrit les effets des changements climatiques sur les infrastructures existantes et le développement industriel ou économique (exploitation minière, foresterie, énergie renouvelable et tourisme), et présente des initiatives d'adaptation pour chaque secteur.

**Le chapitre 5** traite de l'état de préparation et de la capacité à l'adaptation en Eeyou Istchee Baie-James, résumant les stratégies existantes et les défis à relever en matière d'adaptation, et présentant des exemples provenant d'autres communautés autochtones du Nord qui pourraient être appliqués dans Eeyou Istchee Baie-James.

Les puces identifient les modifications spécifiques à Eeyou Istchee Baie-James, permettant ainsi au lecteur de trouver rapidement des informations relatives à cette région. Le texte en gras fait ressortir les éléments les plus importants, y compris les informations à l'échelle locale, interrégionale et mondiale. La codification suivante peut aider les lecteurs à la recherche d'informations particulières.

	Les boîtes rouges contiennent des recommandations pour chaque chapitre ou sous-section
	Les boîtes oranges présentent des stratégies sectorielles d'adaptation à la fin de certaines sous-sections
	Les boîtes vertes présentent des information additionnelles ou des études de cas

## **Systèmes de connaissances pour comprendre et discuter des changements climatiques et de la science de l'adaptation**

Le présent rapport est fondé sur des études scientifiques et des connaissances traditionnelles (autochtones) comme sources d'information complémentaires. Les connaissances autochtones peuvent fournir une perspective à long terme et suppléer à l'absence d'archives écrites ou de mesures historiques prises à l'aide d'instruments (Péloquin et Berkes 2009; Alexander et al. 2011; Asselin 2015). En outre, elles sont souvent beaucoup plus détaillées et moins réductionnistes que la recherche scientifique qui tend à se concentrer sur quelques paramètres sélectionnés (Péloquin et Berkes, 2009). L'utilisation de connaissances autochtones s'avère souvent moins coûteuse et plus rapide (Asselin 2015).

Les observations locales tiennent compte du contexte culturel du territoire, et permettent d'incorporer une perspective plus morale et spirituelle qu'une simple perspective rationnelle (Asselin 2014). En conjonction avec des études scientifiques – essentielles pour établir des renseignements de base, comparer la situation actuelle et passée, et prévoir les changements à venir – les connaissances autochtones et les observations locales sur les changements environnementaux sont de précieuses sources qui permettent de dresser un portrait plus holistique et multidimensionnel des changements en cours, d'élargir les connaissances à l'échelle locale, et de combler les lacunes en matière de connaissances (Alexander et al., 2011; Péloquin et Berkes, 2009). Downing et Cuerrier (2011) suggèrent de combiner science et connaissances traditionnelles pour poser des actions inclusives et positives.

### **Limites de la recherche**

La question des changements climatiques est fort complexe et dynamique. Tout futur impact environnemental, social, culturel et économique – ainsi que toute mesure possible pour s'y adapter – peut être tout aussi complexe à prédire et à caractériser. Le réseau dispersé de stations météorologiques dans Eeyou Istchee Baie-James, les facteurs locaux importants tels que les grands aménagements hydroélectriques, et la variabilité multi-décennale du climat liée aux oscillations à grande échelle contribuent à la difficulté de décrire avec précision l'évolution du climat et de prévoir les conditions climatiques. Les observations à long terme et la modélisation contemporaine<sup>3</sup> permettent d'observer des liens de causalité et des tendances du changement avec des degrés de confiance appréciables. Toutefois, comme la recherche sur ces questions au sein d'Eeyou Istchee Baie-James est relativement récente et qu'il s'agit d'un domaine nouveau, les lecteurs doivent faire preuve de prudence lorsqu'ils tentent d'extrapoler des observations locales ou régionales pour une source ponctuelle ou un site particulier à partir de tendances générales des changements climatiques et vice versa.

---

<sup>3</sup> Trois facteurs d'incertitudes sont associés aux modèles climatiques: la variabilité naturelle du climat, le taux des émissions futures de GES, et l'imprécision des modèles climatiques. L'influence relative de ces facteurs d'incertitudes sur le modèle dépend de la période étudiée, p. ex. la variabilité naturelle est le facteur le plus important dans les projections qui portent sur quelques décennies alors que le choix des scénarios d'émission de GES est plus important dans les projections à long terme (Ouranos, 2015).

# CONTEXTE

---

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique ont atteint un niveau record au cours des dernières décennies, et entraînent des changements dans le système climatique de la Terre qui sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires (GIEC 2014). En conséquence, les 30 dernières années ont été les plus chaudes au cours des dernières 1400 années dans l'hémisphère Nord, et la température moyenne à l'échelle planétaire (surface de la terre et de l'océan) a augmenté de 0,85°C de 1880 à 2012 (*ibid.*). Les régions arctiques et subarctiques du Canada connaissent des changements encore plus rapides (*ibid.*; Ouranos 2015; Macdonald et Kuzyk 2011). À Eeyou Istchee Baie-James, la température annuelle moyenne de l'air a augmenté de 1,5°C au cours des 30 dernières années (de 2°C -3°C en hiver), et la région sera probablement parmi celles qui connaîtront les plus hauts taux de réchauffement hivernal au Canada en 2050 en raison de la diminution prévue de la glace de mer (R. Brown, comm. pers.; Way et al. 2017; Ouranos 2015; Steiner et al. 2013; Vincent et al. 2015).

Les peuples autochtones du Nord ont déclaré que les changements climatiques affectent clairement leur relation avec la nature, leur culture, leurs moyens de subsistance, leur santé mentale, leur bien-être et leur spiritualité (p. ex. Berry et al. 2014; Vincent et al. 2013; Brisson et Bouchard-Bastien 2014; Clayton et al. 2017; ATC 2011). C'est pourquoi les effets directs et indirects des changements climatiques sur le mode de vie sont au cœur du présent rapport; le [chapitre 1](#) dressera le portrait des effets des changements climatiques sur la culture, l'identité et les activités traditionnelles des Cris ([chapitre 1.1](#)), la santé physique, mentale et spirituelle des Cris ([chapitre 1.2](#)), l'accès à la terre ([chapitre 1.3](#)) et la récolte de subsistance ([chapitre 1.4](#)).

Le réchauffement de la planète affecte les précipitations et la couverture de neige, modifie les régimes climatiques, par exemple en augmentant la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, entraîne une diminution rapide de la glace de mer, réchauffe la température de la surface de la mer, et contribue à modifier le débit fluvial et les propriétés de l'eau. Le tableau 1 présente les tendances passées et futures et les observations locales de ces paramètres climatiques à Eeyou Istchee Baie-James, telles qu'obtenues à partir de l'analyse documentaire présentée au [chapitre 2](#). Ces paramètres climatiques sont interconnectés et affectent les écosystèmes aquatiques et terrestres ([chapitre 3](#)), les infrastructures ([chapitre 4.1](#)), et les ressources naturelles et le développement économique ([chapitre 4.2](#)), et ce, à des degrés variables.

Tableau 1: Changements passés et projetés des paramètres climatiques clés en Eeyou Istchee Baie-James

	Tendance passée	Observations des Cris	Tendance projetée (2050)	
Température de l'air	↑	↑	↑	Réchauffement de 3,6°C de la température moyenne, et de 5,5°C en hiver. Grande variabilité régionale et saisonnière
Précipitations (pluie)	↑	↑	↑	Hausse de 13 à 20 % et plus de précipitations extrêmes. Degré élevé d'incertitude associé à l'amplitude de l'augmentation et la variabilité régionale
Neige	↓	↓	↓	Diminution de l'étendue et de la durée de la couverture de neige dans le Nord, et changement de ses caractéristiques. Grande variabilité annuelle et probabilité de différentes tendances relatives à la neige à l'échelle de la région (augmentation potentielle dans le Sud)
Phénomènes météorologiques extrêmes	↑	↑	↑	Le temps est devenu plus imprévisible. Augmentation de l'intensité et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes (p. ex. les inondations ou les orages)
Étendue de la glace de mer	↓	↓	↓	Pour chaque augmentation de 1°C, l'étendue de la glace de mer diminue de 14 %. Perte de 50 % de l'épaisseur de la glace. Gel et débâcle se produisent de 3 à 4 semaines plus tard et plus tôt, respectivement
Température de la surface de la mer	↑	Jamais observée ou documentée	↑	Hausse de 1°C à 1,5°C ou 0,22°C ±0,08°C/décennie
Débit fluvial	↑	↑	↑	Hausse de 2 à 15 %, mais variation considérable en raison de modifications hydroélectriques du débit. Début précoce du débit fluvial maximum.
Glace de lac ou de cours d'eau	↓	↓	↓	La glace se forme plus tard en automne et fond plus tôt au printemps.

## MÉTHODOLOGIE

La plupart des informations ont été obtenues à partir d'une **revue exhaustive de la littérature scientifique et grise**. Les trois bases de données suivantes ont été sélectionnés avec les conseils d'une bibliothécaire: Web of Science, SCOPUS et Google Scholar. Google Scholar et d'autres travaux de recherche sur Google ont permis de repérer des publications dans la littérature grise, en plus d'articles, de thèses et de rapports scientifiques. Afin de combler les autres lacunes en matière de connaissances et de confirmer le contenu, plusieurs chercheurs de diverses universités canadiennes, des intervenants locaux au sein du Gouvernement de la Nation crie et d'autres organismes cris (p. ex. ACPT, ATC, CCSSBJ, CCEM, CGRFRME, CARME, GREIBJ, etc.) au sein d'Eeyou Istchee Baie-James, ainsi qu'Hydro-Québec et certains ministères provinciaux ont été contactés. De l'information supplémentaire, souvent non publiée ou non écrite, qui a trait aux changements climatiques et à l'adaptation dans leurs domaines d'expertise, a pu être obtenue ainsi. Toutefois, en raison de contraintes de temps et compte tenu de la portée limitée du présent rapport et de son objectif premier de fournir une mise à jour de l'état des connaissances sur les changements climatiques et de l'adaptation, ce ne sont pas toutes les communautés, ni tous les chercheurs ou organismes qui ont produit des rapports ou qui possèdent de l'information supplémentaire, qui ont pu être contactés.

Pour la revue de littérature, des mots-clés ont été choisis en anglais et en français. Des mots-clés liés aux changements climatiques, à l'emplacement géographique et à différents qualificatifs pour chaque chapitre ont été combinés ([annexe 2](#)) afin de configurer des chaînes de recherche. Les résultats ont été **limités à des articles dont les dates de publication s'échelonnaient entre 2007 et 2017**. Les documents ont principalement été choisis en fonction du contenu de leur résumé et de leur conclusion, et, dans une moindre mesure, des résultats et des sections consacrées à la discussion. D'autres articles ont été recueillis à l'aide de la fonction « contenu connexe » sur Scopus et Web of Science pour les renvois partagés et les double renvois. Toutes les publications de certains auteurs ont été numérisées en raison de recommandations personnelles de chercheurs ou un volume élevé de citations. En tout, environ 250 documents ont été sélectionnés, classés et enregistrés dans EndNote. Cela a permis de déterminer les sujets qui étaient bien représentés et d'identifier les lacunes en matière d'information. Après une étude approfondie de ces articles, de l'information supplémentaire a été obtenue auprès des intervenants clés mentionnés ci-dessus.

**MISE EN GARDE:** *Il est très important de noter que les résultats sont fondés sur un examen des études publiées ou sur des entrevues avec des informateurs clés. Les changements qui n'ont pas été observés par les Cris ou qui n'ont pas été mesurés lors d'études scientifiques pourraient toujours être présents sans avoir été décrits (p. ex. données confidentielles; pas de documents écrits) ou survenir dans le futur.*

# CHAPITRE I - LES EFFETS SOCIOCULTURELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SOCIÉTÉ CRIE

---

## 1.1 CULTURE, IDENTITÉ ET ACTIVITÉS TRADITIONNELLES

« Notre relation avec la terre, et sa capacité de pourvoir aux besoins des générations actuelles et aux générations à venir, sera au cœur de notre identité collective en tant que Eeyouch/Eenouch. La terre a été à la base de qui nous sommes en tant que peuple, et ce lien à la terre nous a bien guidé au cours de nos luttes et nos réalisations, et ce, tout au long de notre histoire. » (Matthew Coon Come, grand chef de 1987 à 2017, Rapport annuel 2015-2016)

### La fonction socio-culturelle du lieu :

Cette relation particulière avec la terre va au-delà de la simple subsistance puisque les activités traditionnelles dans la nature ont une grande importance culturelle, et sont intrinsèquement liées à l'identité, au mode de vie et au bien-être émotionnel des peuples autochtones et des Cris. Les peuples autochtones considèrent la terre comme source de liberté et d'identité, possédant des effets thérapeutiques et essentielle à leur bien-être (Cunsolo et al. 2011; Cunsolo et al. 2012). « *Nous avons ce lien avec la terre qui fait qu'on se sent bien. En fait, ce lien nous définit.* » Pour les Cris, le lien avec la terre est un moyen d'assurer la continuité culturelle et le transfert de connaissances aux générations suivantes, préservant ainsi l'identité et le mode de vie des Cris (Vision des Cris quant au Plan Nord 2011). Toutefois, la sédentarisation et le déménagement des Cris dans le sillage d'importants projets hydroélectriques ont affaibli leur culture de subsistance nomade et auto-suffisante, déplaçant la société crie vers une économie basée plus sur les salaires et augmentant la dépendance sur les institutions officielles (Royer et Herrmann 2011).

- **Les changements climatiques pourraient affecter la relation complexe avec la terre** en aggravant les effets d'importants projets de développement et augmentant la pression sur la culture et le style de vie des Cris ([chapitre 2](#)).
- En effet, **les professionnels de la santé et les décideurs locaux d'Eeyou Istchee Baie-James craignent la perte potentielle de l'identité et du mode de vie des Cris** en raison des effets des changements climatiques (Foro et al. 2013).

Le concept de **solastalgia** a été créé pour décrire « la douleur ou la détresse causée par la perte ou l'incapacité de tirer du soutien moral en raison de l'état de son environnement domestique perçu de façon négative » (Albrecht et al. 2007). Un aîné de Chisasibi a demandé : « *Si la terre n'est pas saine, comment pouvons-nous l'être?* »<sup>4</sup> En effet, avoir l'esprit du lieu est essentiel pour une bonne santé (Cunsolo-Wilcox et al. 2012; Albrecht et al. 2007; Hess et al. 2008). L'attachement au lieu est un concept multidimensionnel. Scannell et Gifford (2010) ont proposé la notion de personne-processus-lieu pour mettre en évidence les différentes facettes de l'attachement au lieu (voir [annexe 3](#)). **Les changements climatiques affectent négativement l'attachement au lieu** en perturbant le lieu spécifique d'activités socioculturelles et les liens à un endroit précis, ce qui entraîne des effets négatifs sur la santé et le bien-être émotionnels (Cunsolo-Wilcox et al. 2012; Albrecht et al. 2007; Cuerrier et al. 2015). Tout d'abord, modifier l'accès à la terre et les activités de subsistance **met en danger le rôle de la terre en tant que pourvoyeur de satisfaction personnelle et culturelle, de source de renouvellement, de guérison,**

---

<sup>4</sup> Déclaration de Joseph Marty, un aîné de Whapmagoostui (Adelson, 2000).

**d'harmonie, de relaxation** (Cunsolo-Willox 2012; Lemelin et al. 2010). Deuxièmement, le rôle que joue la terre quand elle **réjouit l'âme et favorise ainsi un sentiment de mieux-être émotionnel et de globalité** chez les peuples autochtones est en jeu car les modifications à l'environnement et les occasions moindres de passer du temps dans la nature créent des sentiments de colère, de tristesse, de dépression et d'incertitude au sujet de l'avenir (Cunsolo-Willox et al. 2011).

#### Les connaissances et activités traditionnelles et la continuité culturelle :

Les connaissances traditionnelles ne sont pas seulement une base de connaissances mais aussi un mode de vie et un facteur décisif qui façonnent la façon de penser des Cris (Royer 2012). Selon des aînés de nombreux groupes autochtones, les changements climatiques rendent moins fiable le recours aux connaissances traditionnelles (Mc Lean 2009). Le nombre moins élevé d'activités dans la nature peut entraîner un sentiment d'**acculturation** et d'érosion culturelle (Pétrin-Desrosiers 2014; Vision des Cris quant au Plan Nord 2011), car l'identité et les valeurs culturelles sont étroitement liées aux activités de subsistance (Royer et al. 2013). Les effets des changements climatiques sur la terre (p. ex. incapacité à prévoir les conditions météorologiques, changement des saisons ou de la migration des animaux, etc.) peuvent entraîner une **perte de confiance dans l'expertise et les connaissances traditionnelles du territoire**, ce qui peut affecter la culture et le bien-être émotionnel ainsi que la santé spirituelle (Foro et al. 2013; Downing et Cuerrier 2011; Pétrin-Desrosiers 2014). Par exemple, **les Cris ont indiqué avoir perdu confiance dans leurs techniques de brousse** (Syvänen, 2011). **Un accès réduit à la terre peut diminuer les activités traditionnelles et provoquer une perte de connaissances traditionnelles** affectant de façon négative le bien-être (dépression, stress) et l'intégrité culturelle (Pétrin-Desrosiers 2014). Passer moins de temps dans la nature affecte également la transmission des langues autochtones, ce qui est crucial pour l'identité culturelle (Downing et Cuerrier 2011). Enfin, une réduction du transfert de connaissances et de compétences traditionnelles sur le terrain contribue à **hausser les taux de blessures accidentelles** associées aux activités dans la nature (Ford et al. 2016).

## 1.2 SANTÉ PHYSIQUE, MENTALE ET SPIRITUELLE

Pour les Cris, la santé repose sur la relation avec la nature et les relations interpersonnelles. Le mot cri *miyupimaatisiin*, qui désigne le concept de santé des Cris, se traduit par « être en vie et bien » et reconnaît l'interconnectivité de tous les éléments de l'univers (Adelson, 2000). C'est pourquoi la santé des communautés, la santé de l'environnement et la santé personnelle sont étroitement imbriquées (*Figure 1*), et la préservation de l'environnement et le maintien d'une bonne cohésion sociale vont de pair avec la santé personnelle (Brisson et Bouchard-Bastien 2014). Selon les Cris, la santé intègre les dimensions physique, émotionnelle et spirituelle et dépasse la notion de santé comme étant l'absence de maladie (Foro et al. 2013; Lemelin et al. 2010).

- **Le concept « être en vie et bien » fait partie de l'identité crie et est étroitement lié à la santé de la terre, à la nourriture qu'elle fournit et aux droits d'accès à la terre** (Conseil des académies canadiennes, 2014).

Les peuples autochtones du Nord ont déclaré que les changements climatiques affectent clairement leur relation avec la nature, leur culture, leurs moyens de subsistance, leur santé mentale, et leur bien-être (Berry et al. 2014; Foro et al. 2013; Clayton et al. 2017; Conseil des académies canadiennes, 2014). La *figure 1* résume comment les effets géophysiques/climatiques, tels que les changements en matière de température, de précipitation ou de phénomènes extrêmes, peuvent entraîner des vulnérabilités sur le plan individuel, social et physique, et affecter la santé physique, mentale et communautaire.

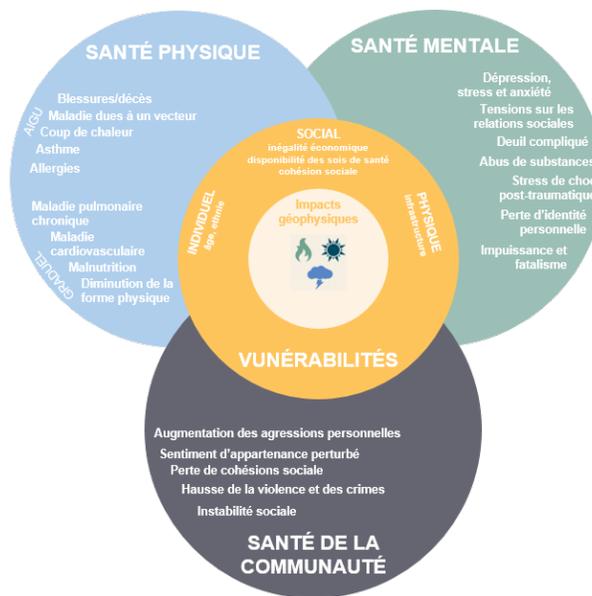


Figure 1: Effets des changements climatiques sur la santé © Modifié de Clayton et al. 2017

### Santé physique :

Les effets des changements climatiques sur la santé sont multifactoriels et complexes. La recherche sur les impacts des changements climatiques sur la santé est assez récente (Ford 2012). Selon Ford (2012), des taux de pauvreté élevés, une forte sensibilité aux risques pour la santé liés au climat, une capacité technologique limitée et un très mauvais état de santé rendent les populations plus vulnérables aux effets des changements climatiques. Par contre, il est parfois difficile de faire la distinction entre les effets des changements climatiques et ceux des projets hydroélectriques, miniers et forestiers (Pétrin-Desrosiers 2014). **Les peuples autochtones sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques en raison du nombre élevé de personnes vivant dans des régions touchées par des changements environnementaux rapides, et de leurs liens étroits et de leur dépendance à la terre pour leurs activités traditionnelles** (Ford 2012; [chapitres 1.1](#) et [1.4](#)).

- La recherche a démontré que les changements climatiques sont un facteur de stress supplémentaire qui peut avoir une influence sur la santé au sein d'Eeyou Istchee Baie-James (Pétrin-Desrosiers 2014).
- Selon les professionnels de la santé d'Eeyou Istchee Baie-James qui ont été consultés, les risques dans le transport associés aux véhicules hors route et les conditions saisonnières des glaces, les inconvénients causés par des changements climatiques brusques, et la disponibilité et distribution changeantes de certaines espèces sont les effets les plus remarquables des changements climatiques (Vincent et al. 2013). Par conséquent, **les professionnels de la santé considèrent les accidents sur la glace ([chapitre 1.3](#)) et les cas de diabète et d'obésité, liés à des changements dans l'alimentation et la sécurité alimentaire ([chapitre 1.4](#)), comme étant les risques les plus inquiétants pour le secteur de la santé** (*ibid.*; Anctil 2008).

Le *tableau 2* résume les effets potentiels directs des changements climatiques sur la santé au sein d'Eeyou Istchee Baie-James<sup>5</sup>.

*Tableau 2: Dangers climatiques et leurs effets possibles sur la santé en Eeyou Istchee Baie-James*

Dangers climatiques	Effets possibles sur la santé	
	Mécanisme	Effet sur la santé
<b>Augmentation des précipitations et des inondations</b>	Changements dans la répartition des insectes	Nouvelles maladies
	Accidents du travail	Blessures, traumatismes
	Répartition modifiée de la végétation	Modification des habitudes de vie (alimentation et médecine)
<b>Augmentation de la fréquence et de l'ampleur des extrêmes de température et hausse du rayonnement solaire</b>	Exposition directe	Coup de chaleur, problèmes respiratoires, cancer de la peau, cataractes, déshydratation
	Variabilité des réserves d'eau potable	Maladies liées à la pénurie et la mauvaise qualité de l'eau potable
	Arrivée de nouveaux insectes et d'agents pathogènes	Nouvelles maladies d'origine hydrique ou à transmission vectorielle
	Diminution de l'abondance de certaines variétés de baies sauvages et de la qualité de certaines plantes médicinales	Modification des habitudes de vie (alimentation et médecine)
<b>Diminution de la répartition, l'épaisseur, la stabilité et la durée de la couverture de glace sur les plans d'eau, et modification de la qualité et quantité de la neige</b>	Accès plus difficile au territoire, aux terrains de chasse, aux aliments traditionnels	Carence nutritionnelle, maladies chroniques, répercussions sur le partage alimentaire entre membres de la communauté, et érosion des valeurs socioculturelles
	Réduction/modification des déplacements	Blessures, séquelles neurologiques, impacts psychologiques, décès
	Augmentation des accidents et noyades	Risques pour la sécurité et protection réduite contre les tempêtes et le froid
	Difficulté à construire des abris de neige avec de la neige molle	Risques d'intoxication
	Bioamplification plus élevée des polluants dans le réseau trophique et taux plus élevés de décharge des contaminants à partir de latitudes plus basses vers des latitudes plus élevées en raison d'une diminution de l'étendue de la glace de mer	
<b>Augmentation des feux de forêts</b>	Évacuations	Effets psychologiques
	Brûlures	Effets psychologiques, décès
	Intoxication au monoxyde de carbone	Séquelles neurologiques, décès
	Exposition accrue aux particules fines	Troubles respiratoires et cardiovasculaires

#### Santé mentale et spirituelle et bien-être :

En plus des effets plus directs, les changements climatiques entraînent des effets moins tangibles et indirects sur la santé mentale et le bien-être socioculturel (voir *Figure 1*). Parmi les effets fréquents sur les peuples autochtones on note : **dépression, tristesse, peur, anxiété, frustration, colère, impuissance, détresse, désespoir, perte, deuil, découragement, agression, apathie, déni et traumatisme** (Cunsolo-Willox et al. 2013). Dans l'avenir, les changements climatiques généreront probablement des effets plus aigus, plus lents ou chroniques sur la santé mentale (*ibid.*; Berry et al. 2010a). Par exemple, les effets d'un danger climatique (dommages corporels, blessure ou mort d'un être cher, dommages aux biens ou perte de ceux-ci, perte des moyens de subsistance) peut causer de graves traumatismes psychologiques

<sup>5</sup> Le tableau 2 est basé sur des informations contenues dans le rapport exhaustif sur la santé au sein d'Eeyou Istchee Baie-James par Brisson et Bouchard-Bastien 2014, ainsi que Ford 2012 et Ford et al. 2016. De l'information supplémentaire sur les effets particuliers a été obtenue de Barber et coll. 2012, Rapinski et al. 2014 et Dudley et al. 2015.

et des troubles anxieux (Clayton et al. 2017; Berry et al. 2010a). En outre, **perdre l'accès aux sources d'aliments traditionnels ou aux lieux et pratiques qui revêtent une importance culturelle peuvent provoquer une détresse émotionnelle, l'anxiété, la tristesse, l'insécurité, la perte du sentiment d'efficacité personnelle et l'intensification des facteurs de stress existants** (Clayton et al. 2017; Dudley et al. 2015; Berry et al. 2010a; Ford 2012). Des études ont révélé que les températures plus élevées occasionnent un plus grand recours aux services d'urgences de santé au Canada ainsi qu'une augmentation du taux de suicide chez les personnes fragiles sur le plan psychologique (Clayton et al. 2017). Toutefois, certains chercheurs soutiennent que les changements climatiques pourraient aussi produire **des effets secondaires positifs tels que le renforcement des réseaux de soutien social et la création de projets communautaires pour lutter contre les changements climatiques** (Cunsolo-Wilcox et al. 2013; Berry et al. 2010b; Hart et al. 2011). Aucune étude n'a été menée en Eeyou Istchee Baie-James pour examiner directement la relation complexe entre les changements climatiques et la santé mentale et le bien-être, mais il semble probable que les effets décrits ci-dessus s'appliquent aussi aux Cris.

### 1.3 ACCÈS AU TERRITOIRE

L'accès au territoire est nécessaire pour récolter la nourriture en forêt et pratiquer d'autres activités traditionnelles ([chapitre 1.1](#)), ce qui contribue au bien-être physique, mental, spirituel et communautaire ([chapitre 1.2](#)). En outre, prendre part aux activités dans la nature est également une façon de demeurer actif (Brisson et Bouchard-Bastien 2014; Turner et Turner 2008). Les changements climatiques compromettent l'accès au territoire et mettent en danger la sécurité civile en Eeyou Istchee Baie-James. Par exemple, **des conditions de glace modifiées et dangereuses ont déjà entraîné des pertes de vie**, y compris des chasseurs expérimentés, quand la glace a cédé sous eux (ATC 2011; Pétrin-Desrosiers 2014). Certaines communautés crie ont déjà **modifié leurs programmes de sécurité publique** en conséquence (Waskaganish, comm. pers.).

- **Des conditions de glace non sécuritaires exigent des ajustements quant à la façon d'accéder au territoire, ce qui a forcé les Cris à modifier leurs moyens de transport, leurs déplacements et la technologie utilisée.**

Contourner les endroits non sécuritaires en motoneige peut occasionner une consommation plus élevée de l'essence (coûts plus élevés), et des gens peuvent se trouver en situation de détresse (Downing et Cuerrier 2011). L'utilisation d'hélicoptères et d'avions pour échapper à des conditions de glace non sécuritaires a entraîné d'**importantes dépenses** pour certaines communautés crie (ATC 2011; IDDPNQL, 2017), en plus d'empêcher les personnes qui n'ont pas les moyens financiers de s'aventurer dans la nature. Les chasseurs crie ont également remarqué que **la neige plus molle rend les déplacements plus difficiles et plus longs**, par exemple des motoneiges qui s'enfoncent dans la neige, et les gens ne peuvent pas marcher en raquettes sur la neige dure au début du printemps (ATC 2011). Enfin, les conditions modifiées de la neige et de la glace **changent le calendrier d'activités et le cycle de récolte traditionnel** ([annexe 4](#) et [chapitre 2.2](#)), c'est-à-dire le moment et l'endroit où les activités de chasse peuvent avoir lieu, occasionnant ainsi, à certains endroits, un plus grand nombre de chasseurs, ce qui accroîtra les pressions sur la faune. À un degré moindre, d'autres dangers climatiques peuvent aussi influencer l'accès au territoire, comme **les incendies de forêt ou les inondations qui bloquent les routes d'accès**, forçant ainsi les individus à demeurer dans leur communauté ou sur leur terrain familial (Mistissini, comm. pers.).

## 1.4 RÉCOLTE DE SUBSISTANCE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) a publié ses constatations dans le rapport de 2014 *La sécurité alimentaire des populations autochtones dans le Nord du Canada – Évaluation de l'état des connaissances*. Le Conseil conclut « **à l'existence d'une crise de la sécurité alimentaire dans le Nord du Canada** », et que cette crise se manifeste particulièrement dans certaines communautés autochtones. À Eeyou Istchee Baie-James, le virage sociétal d'une culture nomade axée sur la chasse à un mode de vie plus sédentaire a entraîné des modifications alimentaires, soit une forte diminution de la nourriture obtenue en forêt, et une consommation accrue d'aliments transformés (Royer et Herrmann 2011). Les gens changent leur régime alimentaire au fil du temps, mais des changements rapides sur une très courte période peuvent entraîner de graves conséquences pour la santé<sup>6</sup> (Turner et Turner 2008). Les effets de la perte des aliments traditionnels sont éclipsés par les effets encore plus importants de la perte des connaissances liées à leur récolte, préparation et utilisation, car cela compromet l'identité et la fierté culturelles (*ibid.*). **Moins les peuples autochtones utilisent des aliments traditionnels et plus ils comptent sur des emplois rémunérateurs, plus la perte de connaissances traditionnelles et l'érosion des compétences est grande et plus la dépendance aux produits d'épicerie pour la sécurité alimentaire est grande** (CAC 2014)<sup>7</sup>. Ces produits d'épicerie peuvent être peu nutritifs, augmenter les taux d'obésité et sont souvent coûteux, en particulier pour les communautés les plus isolées (Downing et Cuerrier 2011). Le manque d'aliments traditionnels affecte aussi la santé mentale et spirituelle (Tam et al. 2013; [chapitre 1.2](#)).

- **Les aliments traditionnels contiennent de nombreux éléments nutritifs importants, mais une vaste étude sur la santé en Eeyou Istchee Baie-James a montré qu'ils sont de moins en moins consommés et remplacés par des aliments riches en matières grasses et en sucre** (Nieboer et al. 2009).
- Pour les Cris, les **effets induits par le climat sur les sources d'aliments traditionnels ont de profondes répercussions sur la situation socioéconomique et la santé puisqu'ils représentent une partie importante de leur alimentation**.

Les changements dans la distribution, la santé et le comportement des animaux ([chapitres 3.1.2](#) et [3.2.2](#)) en raison des changements climatiques et d'autres facteurs de stress, tels que la dégradation et la fragmentation de l'habitat, modifient l'accès et la qualité des denrées alimentaires traditionnelles pour les chasseurs et influencent cette source de revenu pour les bénéficiaires du Programme de sécurité du revenu des chasseurs et piégeurs cris.

- **La qualité et la disponibilité des sources d'aliments traditionnels en Eeyou Istchee Baie-James a diminué** au cours des dernières années, ce qui peut être attribué en partie aux changements climatiques. La quantité réduite de gibier touche des communautés entières, car la viande est souvent partagée (Tam et al. 2013; [chapitre 3.2.2](#)).
- Au lieu de s'aventurer dans la nature en octobre, les chasseurs et les trappeurs s'y rendent maintenant plus souvent en novembre en raison de l'instabilité de la glace et de mauvaises conditions météorologiques, ce qui peut expliquer le taux plus faible de capture de certaines espèces, par exemple, le castor ou le rat musqué (ATC, comm. pers.).

---

<sup>6</sup> C'est ce qui est arrivé à beaucoup d'Autochtones partout au Canada (Turner et Turner 2008).

<sup>7</sup> La chute significative du nombre de personnes participant au Programme de sécurité du revenu des chasseurs d'Eeyou Istchee Baie-James illustre la tendance à s'éloigner des sources d'aliments traditionnels. Alors que la population de Cris d'Eeyou Istchee Baie-James a doublé de 1976-1981 à 2004-2008, le pourcentage de personnes vivant de la terre ne représente que 15,3 % par rapport à près de 50 % en 1976-1981 (Conseil des académies canadiennes, 2014).

- La **détérioration récente de la santé et de l'état corporel de la faune** que des chasseurs cris ont observée comprend moins de matières grasses et plus de parasites et de maladies, une fourrure moins épaisse et un changement du goût de la viande (ATC 2011; Pétrin-Desrosiers 2014; Tam et al. 2013; [chapitre 3.2.2](#)). En outre, la chasse peut prendre plus de temps pour récolter la même quantité de nourriture et plus d'animaux doivent être tués (Downing et Cuerrier 2011). Sur une note positive, les chasseurs cris apprécient une peau d'original plus mince, car le tannage est alors moins exigeant (ATC 2011).
- Il semble y avoir une **diminution de la quantité de petits fruits** et certaines variétés sèchent plus rapidement en raison de températures plus élevées (ATC 2011; Tam et al. 2013; Downing et Cuerrier 2011).
- Certaines **plantes médicinales** (p. ex. thé du Labrador) **semblent être affectées négativement** par des phénomènes **météorologiques plus extrêmes ou des températures plus élevées** (Cavaliere 2009; Rapinski et al. 2014).<sup>8</sup> Cela pourrait se traduire par la **perte de certaines pratiques de guérison** (ATC 2011; [chapitre 1.1](#)).
- Les communautés côtières ont observé une **baisse du nombre d'outardes**. En effet, elles semblent **changer leurs trajectoires de vol et séjourner moins longtemps dans la région**, ce qui pourrait être dû à la fluctuation des conditions climatiques, aux aménagements hydroélectriques (p. ex. défrichement pour les lignes de transmission), à l'intensification de la chasse et à d'autres facteurs (Royer et Herrmann 2011; Peloquin et Berkes 2010; [chapitre 3.1.3](#)).

Les zoonoses peuvent être transmises directement des animaux aux humains (Nieboer et al. 2013; Downing et Cuerrier 2011). 2015); elles sont une préoccupation pour la santé publique (Sampasa-Kanyinga et al. 2013).

- **De grandes parties de la population crie d'Eeyou Istchee Baie-James ont été exposées à au moins un agent zoonotique** (Nieboer et al. 2009; Sampasa-Kanyinga et al. 2013; Campagna et al. 2011). Toutefois, **aucun cas d'humain infecté n'a été déclaré** depuis au moins 2012, ce qui indique que les personnes infectées n'ont été ni déclarées ni vues par un médecin, ni diagnostiquées efficacement (CCSSBJ, comm. pers.; Lévesque et al. 2007; Sampasa-Kanyinga et al. 2013; Campagna et al. 2011).<sup>9</sup>
- **Il est recommandé de mieux informer les gens sur les symptômes de certaines maladies zoonotiques, surtout les personnes qui manipulent la faune** (étant donné que la séropositivité est liée aux activités de chasse et de piégeage) **afin de réduire l'exposition aux maladies zoonotiques**. Par ailleurs, **le personnel médical devrait envisager l'exposition à des agents zoonotiques, en particulier pour les cas inhabituels** (Lévesque et al. 2007; Campagna et al. 2011).

---

<sup>8</sup> Le thé du Labrador, utilisé pour le traitement de divers symptômes du diabète, a été cueilli dans cinq communautés cries d'Eeyou Istchee Baie-James. Une diminution de ses composés phénoliques actifs a été notée, probablement due aux changements de température et au rayonnement solaire (Rapinski et al. 2014).

<sup>9</sup> La **tularémie** (*F. tularensis*) est une maladie infectieuse qui touchent les lièvres, les lapins, les rats musqués, les campagnols, les castors et les écureuils et qui **semble de plus en plus fréquente** chez les animaux dans le Nord du Canada dans un climat plus chaud et humide. La transmission aux humains peut se faire non seulement par ingestion, mais aussi lorsqu'ils écorchent les animaux (Downing et Cuerrier 2011); de 14 % à 27 % (selon la communauté) des Cris avaient des signes sérologiques indiquant une exposition au *F. tularensis*, liée particulièrement à la manipulation des lapins et des rats musqués (Sampasa-Kanyinga et al. 2013). Le **leptospirose** (transféré par des rongeurs et des chiens) présentait également un taux élevé de séroprévalence chez 10 % à 27 % de la population étudiée (*ibid.*; Campagna et al. 2011). L'exposition au **virus Snowshoe hare (virus SSH)** était particulièrement élevée à Waswanipi, Whapmagoostui et Waskaganish, ce qui pourrait être dû à un « environnement plus propice aux moustiques et/ou au chevreuil » (Sampasa-Kanyinga et al. 2013).

La figure 2 présente quelques mesures qui pourraient servir à adapter la récolte de subsistance et la consommation d'aliments traditionnels en Eeyou Istchee Baie-James; certaines de ces mesures (1 à 4) sont déjà appliquées.

#### ADAPTATION DE LA RECOLTE DE SUBSISTANCE ET DES REGIMES ALIMENTAIRES TRADITIONNELS

- 1. Changer le mode ou le temps de déplacement**  
P. ex., des terres côtières vers celles de l'intérieur, revenir plus tôt, utiliser un autre mode de transport, etc.
- 2. Modifier la composition des espèces récoltées**  
P. ex., choisir un autre type d'outarde ou récolter de nouvelles espèces.
- 3. Modifier le calendrier ou les lieux des activités de chasse**  
P. ex., service de pont aérien de l'ATC, éviter tout déplacement ou informer sur l'état des glaces par texto.
- 4. Adopter de nouvelles formes de technologie**  
P. ex., téléphones cellulaires et téléphones satellite, annonces à la radio et programme officiel de surveillance de l'état des glaces pour diffuser l'information (déplacements de la faune, des glaces, etc.) ou réactivation du Géoportail
- 5. Intégrer les changements climatiques dans la planification et les politiques des communautés**  
P. ex., les gens de Wemindji ont proposé de mettre sur pied un sentier côtier pour motoneiges, et d'adopter des aires protégées (Syvänen 2011).
- 6. Promouvoir des plats modernes qui comprennent des aliments traditionnels ou montrer comment servir les aliments traditionnels** dans la cuisine contemporaine pour en augmenter la consommation (Turner et Turner 2008)  
P. ex., la consommation d'aliments traditionnels est élevée à Mistissini, ce qui peut être dû au fait que des programmes de promotion du conseil de bande, tels des repas traditionnels gratuits offerts quatre fois par semaine, l'encourage vivement, (Laberge Gaudin et al. 2014).
- 7. Intégrer les ressources alimentaires traditionnelles dans les programmes d'études pour les jeunes** (Turner et Turner 2008)  
P. ex., dans les classes de biologie ou de langue

Figure 2: Adaptation de la récolte de subsistance en Eeyou Istchee Baie-James en raison des changements climatiques

#### Le diabète de type 2 et les aliments traditionnels :

Il existe un nombre fortement disproportionné de cas d'obésité abdominale et de diabète en Eeyou Istchee Baie-James, ce qui peut entraîner une hausse de la morbidité (Nieboer et al. 2013; Haddad et al. 2012). Quatre-vingt-onze pour cent de tous les Eeyouch étaient considérés obèses si l'on s'en tient à la circonférence de leur taille (Nieboer et al. 2013). Des modifications rapides du style de vie qui écartent le transport et les aliments traditionnels ainsi que l'obésité abdominale sont considérés comme des facteurs potentiels de l'incidence du taux élevé de diabète de type 2 en Eeyou Istchee Baie-James (Haddad et coll. 2012).<sup>10</sup> Plusieurs études exhaustives en Eeyou Istchee Baie-James a révélé que **promouvoir et continuer à consommer des aliments traditionnels (et utiliser des plantes médicinales) améliorent la santé physique et le bien-être social et spirituel** des Cris), contribuant donc à diminuer les taux d'obésité et de diabète (Laberge Gaudin et al. 2014; Proust et al. 2016; Dewailly et al. 2002; Uprety et al. 2012).<sup>11</sup> Les recherches indiquent que certaines plantes médicinales traditionnelles des Cris possèdent de très **fortes caractéristiques antidiabétiques** (p. ex. certaines parties du sapin baumier) (Nachar et al. 2015; Haddad et al. 2012).

<sup>10</sup> Les jeunes Eeyouch consomment moins de denrées alimentaires traditionnelles que les adultes de 40 ans et plus, et ils les remplacent avec des aliments riches en matières grasses et en sucre (Nieboer et al. 2013; Khalil et al. 2010). Les jeunes Eeyouch reçoivent un diagnostic de diabète de type 2 de 3 à 5 fois plus souvent que les jeunes non autochtones au Québec (Haddad et al. 2012).

<sup>11</sup> En fait, les gens qui consomment des aliments traditionnels 3 jours ou plus par semaine sont aussi plus susceptibles de marcher au moins 30 minutes par jour (Laberge Gaudin et al. 2014).

Les recherches futures sur les effets des changements climatiques sur la santé devront utiliser une approche multidisciplinaire et plus holistique, comme suggéré par d'autres chercheurs (p. ex. CAC 2014), et analyser plus en profondeur la relation complexe entre les changements climatiques et les aspects socioculturels susmentionnés tels que la sécurité alimentaire, l'accès au territoire, la santé mentale et physique. Cunsolo et al. (2011; 2013) proposent la création de programmes de santé et de résilience à court et à long terme et de mobiliser des ressources pour favoriser le mieux-être et la santé mentale et émotionnelle dans un contexte de changements climatiques. Il est également nécessaire de réaliser plus de recherches pour mieux comprendre les enjeux complexes de la santé mentale et le mieux-être liés aux changements environnementaux en Eeyou Istchee Baie-James sur différents groupes de la population (p. ex., aînés, femmes et jeunes).

## CHAPITRE II - EFFETS DU RECHAUFFEMENT PLANETAIRE SUR LE CLIMAT REGIONAL EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES

---

Eeyou Istchee Baie-James est grandement influencé par sa situation continentale à proximité d'un grand plan d'eau (baies James et d'Hudson) avec des glaces saisonnières et un débit élevé d'eau douce relativement chaude. En outre, des masses d'air arctique peuvent facilement pénétrer dans la baie James en hiver en raison de la couverture de glace de mer. Cette présence de glace et d'eau entraîne un effet de refroidissement au printemps et un effet de réchauffement à l'automne et au début de l'hiver. Le contraste thermique entre la terre, la glace et les plans d'eau influent sur la stabilité atmosphérique, et par conséquent, sur la température de l'air, les précipitations, les vents et le brouillard. (Brown et al. 2014)

**La nature éparse du réseau d'observation, les importantes répercussions des facteurs locaux sur le climat régional et un climat nordique rigoureux font qu'il est difficile de décrire l'évolution historique du climat et les prévisions de changements climatiques possibles dans les milieux nordiques comme Eeyou Istchee Baie-James** (Rapaic et al. 2015; Steiner et al. 2013; Charron 2015). Au Canada, il y a aussi des problèmes liés aux données sur les tendances climatiques en raison des changements en matière d'observation, d'instrumentation et de relocalisation des stations météorologiques (Vincent et al. 2015).

- **Les données climatiques historiques pour la région d'Eeyou Istchee Baie-James sont particulièrement limitées** en raison de la nature éparse des stations météorologiques dont seulement trois ont des données couvrant plus de 20 ans (Niemi et al. 2016; Royer 2013). Ces trois stations sont situées à proximité de Chapais, de Whapmagoostui et de La Grande Rivière.

Mis à part ces problèmes liés aux données, **la variabilité pluridécennale du climat liée aux oscillations à grande échelle telle que l'oscillation nord-atlantique (NAO) peut également masquer ou renforcer les tendances climatiques** (Vincent et al. 2015), tel qu'observées au Labrador (Wang et Viau 2014). Enfin, **le développement hydroélectrique ou d'autres activités industrielles peuvent ajouter à la modification des conditions climatiques locales** (Déry et al. 2016; Macdonald et Kuzyk 2011). Par exemple, certains modèles ont démontré que la mise en eau du réservoir La Grande avait eu un effet de refroidissement localisé de la température de l'air en été et un effet de réchauffement en hiver, comparable aux effets des lacs sur la température locale (Irambona et al. 2016; Huziy et Sushama 2016).

La section qui suit comprend une description détaillée des conditions climatiques qui prévalent dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James, ainsi que les changements de plusieurs paramètres climatiques. L'accent est sur i) les changements antérieurs mesurés à l'aide d'instruments, en particulier depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, ii) les prévisions des changements pour le milieu du XXI<sup>e</sup> siècle (modèles climatiques), et iii) les observations locales des Cris, surtout des chasseurs et trappeurs, maîtres de trappage, et représentants du Service de l'environnement et des travaux correcteurs du GNC. En l'absence de données locales précises, les données disponibles pour la baie d'Hudson (BH) seront utilisées.

## 2.1 TEMPÉRATURE

Selon le GIEC (2014), le « réchauffement du système climatique est sans équivoque », avec des hausses des températures de l'air et de l'eau, surtout depuis les années 1950, ce qui n'avait pas été observé depuis des décennies, voire des millénaires. En Eeyou Istchee Baie-James, la température de l'air s'est constamment réchauffée depuis 1918, avec une « tendance d'importance significative au réchauffement » depuis 1992 (Steiner et al. 2013). Le *tableau 3* décrit les changements passés et futurs de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James.

Les séries de température sont caractérisées par une variabilité significative d'une année à l'autre liée aux oscillations à grande échelle de la circulation atmosphérique, telles que l'oscillation nord-atlantique et les changements de l'est du Pacifique et du nord du Pacifique, qui jouent un rôle crucial pour le climat dans l'Est du Canada (Way et al. 2017; R. Brown, comm. pers.). Des études en cours au Labrador soulignent que les modèles climatiques actuels ne peuvent reproduire la variabilité de la température de l'air, et les observations peuvent différer des modèles (Way et Viau 2014). Dans ce contexte, les observations locales revêtent une plus grande importance pour comprendre les changements de température.

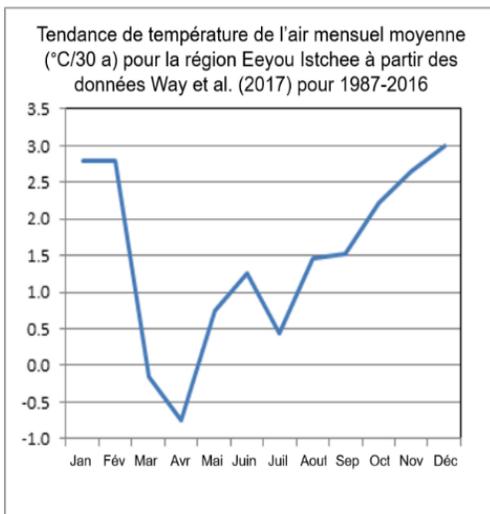
*Tableau 3: Tendances et observations de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James*

TEMPERATURE DE L'AIR EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES		
Passé	Observations des Cris	Futur (2050)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Augmentation de la température entre 1,5°C et 3°C, avec une accélération du réchauffement au cours des 30 dernières années</b>, surtout à l'automne et en hiver (voir annexe 6)</li> <li>✚ <b>12 des 17 étés les plus chauds</b> à la BH ont eu lieu entre 1991 et 2009 avec une tendance au réchauffement de <b>+0,1°C à +0,3°C par décennie</b> depuis les années 1930</li> <li>✚ <b>Augmentation de la température de l'air en surface (TAS) sur la BH</b> : 0,6°C à 0,8°C par décennie (automne) et 0,32°C par décennie (printemps)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Températures plus élevées, plus de vagues de chaleur, et le soleil semble plus fort</b> pendant les mois d'hiver</li> <li>✚ <b>Étés plus longs et plus chauds</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Taux d'augmentation de la température plus élevé qu'à l'échelle planétaire</b>, surtout durant les mois les plus froids</li> <li>✚ Hausse de <b>3,6°C (RCP 4.5<sup>12</sup>) / 3,7°C (RCP 8.5) des T annuelles moyennes, augmentation de 5,5°C à 5,7°C</b> en déc-jan-fév, et de <b>2.2°C à 2.4°C</b> en juin-juillet-août</li> <li>✚ Plus de <b>périodes extrêmement chaudes et réchauffement significatif de la température minimale lors du jour le plus froid</b></li> </ul>

Informations de Brown et al. 2014; Hochheim et al. 2010; Ouranos 2015; Way et al. 2017; Estilow et al. 2015; Steiner et al. 2013; Steiner et al. 2015; Loder et al. 2015; ATC 2011; Royer 2016; Voyageur et McLean 2017, Larivière 2011; Royer et al. 2013; Diaconescu 2017; et Price et al. 2013.

\*\*\*Le degré de confiance pour les données sur la température est généralement élevé, mais une incertitude existe quant à la variabilité régionale\*\*\*

<sup>12</sup> Les RCP sont des classifications climatiques établies par le GIEC. Un RCP 8.5 représente un réchauffement moyen de 4,9°C à l'échelle de la planète, et un RCP 4.5 représente un réchauffement moyen de 2,4°C à l'échelle de la planète.



L'[annexe 5](#) présente les tendances mensuelles de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James pour la période de 1987 à 2016. **Le réchauffement observé des températures annuelles moyennes de l'air dans la région est ~1,5°C, mais les variations du nord au sud sont grandes et les résultats sont très différents d'une saison à l'autre.**

- Le réchauffement a été plus grand au Nord qu'au Sud
- Les températures hivernales ont grimpé d'environ 2°C à 3°C
- L'augmentation des températures à l'été a été beaucoup moins grande (1°C à 1,5°C)
- Aucun réchauffement pour le printemps (mars à avril)

Figure 3: Tendances mensuelles de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James

## 2.2 SAISONS, RÉGIMES CLIMATIQUES ET PHÉNOMÈNES EXTRÊMES

Les changements saisonniers induits par les changements climatiques, tels qu'une prise des glaces plus tardive et une débâcle plus hâtive, des étés plus longs/plus chauds et des hivers plus courts/plus doux ont été observés fréquemment en Eeyou Istchee Baie-James (IDDPNQL 2017; ATC 2011, Voyageur et McLean 2017; Syvänen 2011; Larivière 2011). Ces changements diminuent la capacité de prévoir quand et où faire la récolte (Voyageur et McLean, 2017; [chapitres 1.1](#) et [1.4](#)). Ils influent donc sur le cycle de récolte traditionnelle des Cris, qui est basé sur six saisons, et les activités traditionnelles associées à chaque saison (voir [annexe 4](#)). En plus de modifier les saisons, les changements climatiques influenceront sur les régimes climatiques et accroîtront la fréquence et l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes (p. ex., fortes précipitations, vagues de chaleur, inondations, tempêtes) (GIEC 2014; voir [annexe 6](#)). Le [tableau 4](#) décrit les changements passés et futurs dans les régimes météorologiques et les phénomènes ainsi que les phénomènes météorologiques extrêmes en Eeyou Istchee Baie-James.

Tableau 4: Tendances et observations sur les régimes climatiques en Eeyou Istchee Baie-James

REGIMES CLIMATIQUES ET PHENOMENES METEOROLOGIQUES EXTREMES EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES		
Passé	Observations des Cris	Futur (2050)
<ul style="list-style-type: none"> <li>⬇️ Période avec des températures de l'air au-dessus du point de congélation est de 23 jours plus longue qu'en 1925 (Kuujjuarapik)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⬆️ Augmentation du nombre de phénomènes météorologiques extrêmes tels qu'orages électriques, et plus d'inondations sur les terres intérieures<sup>13</sup></li> <li>⬆️ Orages plus forts dans certaines régions et plus faibles dans d'autres</li> <li>⬆️ Plus de conditions météorologiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⬆️ Phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents et intenses</li> <li>⬆️ Plus de pluies torrentielles</li> <li>⬆️ Léger changement de la vitesse moyenne du vent de ±5 % (grande incertitude), aucune information sur la direction des vents</li> <li>⬆️ Augmentation possiblement élevée des rafales de</li> </ul>

<sup>13</sup> On associe les inondations sur les terres intérieures surtout avec l'accroissement rapide de la fonte de la glace au printemps, des niveaux d'eau élevés dans les cours d'eau et des pluies torrentielles dans cinq communautés criées; les inondations sont parfois perçues comme étant plus intenses (IDDPNQL 2017). La crue centennale de la Témiscamie (printemps 2014) s'est produite seulement cinq ans après une autre crue centennale dans le même bassin versant (Voyageur et McLean 2017).

<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Saison de croissance plus longue</li> <li>✚ Plus de phénomènes gel-dégel en automne et moins au printemps</li> <li>✚ Plus de rafales de vent avec une hausse de la température de l'air et une pression plus faible dans l'ensemble du Canada (1953-2009)</li> </ul>	<p>imprévisibles et de changements soudains de température<sup>14</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Navigation Imprévisible, par exemple sur le lac Mistissini</li> <li>✚ Variation saisonnière interannuelle et intra-annuelle forme un obstacle aux prévisions météorologiques</li> <li>✚ Changement de la direction des vents dominants et des chablis</li> <li>✚ Froid plus humide qui traverse le corps.</li> <li>✚ Hivers prolongés de 2 mois</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ vent, surtout pendant l'été (+50 % à la station La Grande Rivière) pour la fin du XXI<sup>e</sup> siècle</li> <li>✚ Possibilité accrue de vagues et d'ondes de tempête dans la BH en raison de la diminution de la glace de mer à l'automne et au début de l'hiver (risques d'érosion et d'inondation côtière)</li> <li>✚ Augmentation de 15 à 20 % de la fréquence et durée des tempêtes dans la BH (grande incertitude)<sup>15</sup></li> <li>✚ Impossibilité de prévoir la foudre, le brouillard et la pluie verglaçante pour le Québec (information insuffisante, et recherches et capacité des modèles climatiques limitées)</li> </ul>
---	---	---

Informations d'Ouranos 2015; Charron 2015; Steiner et al. 2013; Brown et al. 2014; Savard 2016; Voyageur et McLean 2017; Syvänen 2011; IDDPNQL 2017; Royer 2016; Larivière 2011; Downing et Cuerrier 2011; ATC 2011; Cheng 2014; Cheng et al. 2014; et P. Grenier (comm. pers.).

\*\*\*Le degré de confiance pour les régimes climatiques est faible ou indéterminé en ce qui a trait à plusieurs phénomènes météorologiques\*\*\*

## 2.3 PRÉCIPITATIONS (PLUIE ET NEIGE)

Selon le dernier rapport du GIEC (2014), les latitudes élevées risquent de connaître une augmentation des précipitations annuelles moyennes. Le *tableau 5* décrit les changements passés et futurs de la température de l'air en Eeyou Istchee Baie-James. Selon l'analyse des données de précipitation recueillies à l'aéroport de Kuujuarapik entre 1957 et 2012, on n'observe **aucune tendance à l'égard des précipitations totales annuelles ou saisonnières, mais une diminution importante de la fraction des précipitations totales sous la forme de neige (plus de pluie) en réponse au réchauffement** (R. Brown, comm. pers.; Brown et al. 2014).

Les dates d'enneigement et de déneigement, la quantité et les propriétés physiques de la couverture de neige ont des effets importants sur un large éventail de services écosystémiques (Callaghan et al. 2011). La plus longue période d'observations quotidiennes sur l'épaisseur de neige dans la région provient de l'aéroport de Kuujuarapik qui a des observations plus ou moins continues depuis 1950. Le *tableau 6* décrit les changements passés et futurs de la couverture de neige en Eeyou Istchee Baie-James. Bien que les données à Kuujuarapik indiquent que la **durée de la couverture de neige sur le sol à cet endroit a diminué à un taux de 3 jours/décennie** depuis 1950, et que la **profondeur maximale actuelle est en baisse**, une analyse des données sur la neige au sein de la grande région d'Eeyou Istchee Baie-James (50 à 56N, 70 à 79W) indique une **grande variabilité annuelle**. De même, une analyse de la durée de la couverture de neige au printemps ne révèle qu'une faible preuve (-1 jour par décennie de 1972 à 2016) d'une fonte des neiges plus rapide à l'échelle de la grande région d'Eeyou Istchee Baie-James (Estilow et al. 2015). Les résultats recueillis à Kuujuarapik peuvent refléter un site d'observation où la neige s'accumule sur une surface ouverte, qui n'est pas représentatif de la couverture terrestre de la région. Les résultats d'autres simulations climatiques laissent entrevoir la **probabilité de différentes tendances de la couverture de neige dans l'ensemble de la région : une diminution dans le nord et une augmentation dans le sud** (R. Brown, comm. pers.).

<sup>14</sup> Par exemple, les Cris trouvent qu'il est difficile de prévoir les tempêtes, et le brouillard survient à des moments inhabituels; les gens ont remarqué une relation marée-vent imprévisible (Wemindji); les chasseurs apportent de l'essence et de la nourriture pour parer aux changements de température (Whapmagoostui).

<sup>15</sup> En raison de la hausse des contrastes thermiques, ce qui augmente la possibilité de cyclones à l'automne et au début de l'hiver. Les effets pourraient être compensés par une baisse du niveau de la mer (voir Savard 2016).

Tableau 5: Tendances et observations sur les précipitations en Eeyou Istchee Baie-James

PRECIPITATIONS EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES		
Passé	Observations des Cris	Futur (2050)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Augmentation de la moyenne du total annuel des précipitations et des précipitations saisonnières</b> (hiver / automne) à Chapais et à Kuujjuarapik</li> <li>✚ <b>Diminution des précipitations estivales dans les régions côtières</b> de la Baie-James</li> <li>✚ <b>Baisse significative des précipitations totales sous forme de neige</b> à Kuujjuarapik</li> <li>✚ <b>Augmentation de 0,03 mm/jour par décennie</b> (1961-2005) dans la BH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Plus de précipitations</b>, plus de bruine</li> <li>✚ <b>Variabilité à l'échelle locale</b>, certaines communautés font rapport de <b>conditions plus sèches</b></li> <li>✚ <b>Pluies plus intenses</b> (de courte durée) causant de forts débits de pointe dans les plans d'eau et des inondations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Augmentation des précipitations totales</b> au Centre du Québec<sup>16</sup> pour toutes les saisons : <b>6 à 17 %</b> selon le scénario</li> <li>✚ <b>Précipitations extrêmes plus fréquentes</b></li> </ul>

Informations de Steiner et al. 2013; Chassé et al. 2013; Ouranos 2015; GIEC 2014; Royer et al. 2013; Price et al. 2013; Voyageur et McLean 2017; Vincent et al. 2015; Brown et al. 2014; et ATC 2011.

\*\*\* Le degré de confiance pour les données sur les précipitations est faible en raison des limites de données.\*\*\*

Tableau 6: Tendances et observations sur la couverture de neige en Eeyou Istchee Baie-James

COUVERTURE DE NEIGE EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES		
Passé	Observations des Cris	Futur (2050) <sup>17</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Importante diminution des chutes de neige</b> à Kuujjuarapik où la saison de neige est plus courte d'environ 50 jours (comparativement à 1960 à 1970)</li> <li>✚ <b>L'épaisseur maximale de neige survient un mois plus tôt</b> à Kuujjuarapik en réponse à une fonte précoce (mais variabilité plus grande après les années 1990)</li> <li>✚ <b>Profondeur maximale annuelle de la neige a diminué d'environ 40 cm</b> (1960 à 1990), mais a <b>augmenté récemment</b></li> <li>✚ <b>Diminution de la durée de la couverture de neige</b> dans le sud de la Baie-James et <b>fonte des neiges hâtive</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Chutes de neige plus tardives.</b></li> <li>✚ <b>Quantité réduite de neige</b> (couches) a empêché les chasseurs de préparer leurs caches</li> <li>✚ <b>Qualité de la neige a changé</b> ; la neige est maintenant plus molle, ce qui rend les déplacements plus difficiles; gadoue au printemps</li> <li>✚ <b>Tempêtes de neige moins fréquentes, mais plus fortes</b></li> <li>✚ <b>Neige fond plus rapidement au printemps</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Réduction de la couverture de neige de 25 à 45 jours</b> dans le Centre du Québec</li> <li>✚ <b>Chutes de neige tardives</b></li> <li>✚ <b>Dégel plus hâtif</b></li> <li>✚ <b>Quantité de neige réduite de 20 cm dans les basses terres</b> du Centre du Québec<sup>18</sup> et <b>épaisseur maximale de la neige en mars</b></li> </ul>

Informations de Brown et al. 2014; Ouranos 2015; Gough et Leung, 2002; Royer 2016; Syvänen 2011; Vincent et al. 2015; ATC 2011; et R. Brown, comm. pers.

\*\*\*Le degré de confiance pour les données sur la neige est faible en raison d'une variabilité régionale de la couverture végétale, d'un manque d'observations régionales sur la couverture de neige et de la difficulté de cartographier la couverture de neige avec des satellites visibles.

<sup>16</sup> Les modèles climatiques utilisés pour calculer les données sur les précipitations étaient fondées sur le scénario climatique RCP8.5 (scénario usuel).

<sup>17</sup> Les modèles climatiques pour calculer les données sur la neige RCP8.5 sont fondées sur le scénario RCP8.5 (scénario usuel).pour 2041 à 2070. Le Centre du Québec couvre la majorité d'Eeyou Istchee Baie-James. Pour plus d'informations, reportez-vous à Ouranos 2015 (Chapitre 1.4).

<sup>18</sup> Calcul basé sur l'équivalent en eau de la neige (EEN), le niveau d'eau qui peut être mesuré lorsque la neige a fondu complètement. Le ratio utilisé est 10:1, où 10 cm de neige égale 10mm d'eau.

## 2.4 RÉGIMES DE GLACES (GLACE DE MER ET GLACE DE LAC)

La diminution de l'étendue et de l'épaisseur de la glace de mer ([annexe 7](#)) et la relation positive entre la température et la diminution de la glace est considérée comme l'une des principales raisons qui ont contribué au réchauffement beaucoup plus rapide de l'Arctique que d'autres régions (Parkinson, 2014). L'étendue minimale de la glace de mer arctique à la fin de l'été 2016 a été la deuxième plus petite selon les données recueillies par satellite depuis 1979, et la diminution de la couverture de la glace de mer de la baie d'Hudson est une des plus fortes de l'Arctique circumpolaire (Richter-Menge et al. 2016; Tivy et al. 2011). **Des études sur le système de la baie d'Hudson ont démontré que pour chaque augmentation de 1°C de la température de l'air en surface (TAS), l'étendue de la glace de mer diminue de 14 % dans la superficie du bassin, alors qu'une augmentation de 1°C de la TAS retarde de 0,7 semaine la prise des glaces**, qui est étroitement liée à la TAS à l'automne (Hochheim et Barber 2014). La prise des glaces survient habituellement après la mi-novembre (entre le début novembre et le début décembre) et la fonte de la glace commence à la fin d'avril, la plus grande partie de la baie étant en eau libre à la mi-juillet (ECCC 2017). Le *tableau 7* décrit les changements passés et futurs de la glace de mer et de surfaces intérieures de glace.

*Tableau 7: Tendances et observations sur les régimes de glaces en Eeyou Istchee Baie-James*

ÉTENDUE ET SAISON DE LA GLACE DE MER, ET GLACE DE LAC OU DE COURS D'EAU EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES		
Passé	Observations des Cris	Futur (2050)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Durée réduite de la saison de la glace de mer dans l'est de la baie James d'environ 10 jours/décennie</b> (1979 à 2013), même 30 jours dans certains lieux (près de Chisasibi et Waskaganish) (<i>annexe 8</i>)</li> <li>✚ <b>Recul de l'étendue de la glace de mer dans l'est de la BH de -11,5 ± 6,8%/décennie</b> (1968 à 2008) et <b>recul accéléré de l'étendue de la glace de mer dans la BH</b> (1979 à 2010)<sup>19</sup></li> <li>✚ <b>La prise des glaces survient 1,6 semaine plus tard</b> et la <b>débâcle 1,5 semaine plus tôt</b> à la BH (1980 à 1995 par rapport à 1996 à 2010, accélération des tendances)</li> <li>✚ <b>Accélération du réchauffement de la TAS</b> et recul de l'étendue de la glace de mer en automne par rapport au printemps dans la BH (depuis 1989)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Glace réduite et plus mince sur la baie</b></li> <li>✚ <b>Glace réduite ou plus mince sur les cours d'eau et les lacs</b>; poches d'eau plus nombreuses et absence de fragments de glace</li> <li>✚ <b>Disparition de la glace bleue et augmentation de la glace blanche</b> et couches de glace très fines sur les lacs et les cours d'eau en raison de la grande quantité de neige qui couvre la glace et l'empêche de geler</li> <li>✚ <b>Fonte hâtive et prise des glaces tardive</b> des surfaces intérieures de glace réduisent les périodes de chasse sécuritaire, car il y a toujours de la neige fondue et beaucoup de trous sur les lacs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Perte de 50 % de l'épaisseur de la glace</b> de la BJ et de grands changements dans la chaleur de l'eau (<i>annexe 7</i>)</li> <li>✚ <b>Période sans glace dans la BH durera 2 mois de plus</b></li> <li>✚ <b>La prise des glaces surviendra de 25 à 30 jours plus tard</b> alors que la <b>débâcle aura lieu de 22 à 25 jours plus tôt</b> pour la BH par rapport à 1961 à 1990</li> </ul>

Informations de Steiner et al. 2013; Tivy et al. 2011; Cavalieri et Parkinson 2012; Kowal et al. 2017; Hochheim et Barber 2014; Hochheim & Barber 2010; Joly et al. 2011; Brown et al. 2014; Parkinson 2014; Ouranos 2015; IDDPNQL 2017; Syvänen 2011; Voyageur et McLean 2017; Macdonald et Kuzyk 2011; Royer et al. 2013; et Latifovic et Pouliot 2007.

\*\*\*Le degré de confiance pour la glace de mer est généralement élevée\*\*\*

La région subarctique compte également une forte densité de lacs, ce qui en fait une composante importante de la cryosphère (Brown et Duguay 2010). Ces lacs n'ont guère été étudiés (Keller et al. 2014; GNC, comm. Pers.), étant donné que les études ont porté surtout sur la glace de mer. La

<sup>19</sup> Les plus grandes valeurs négatives ont été observées en été (-19,1 ± 3,9 %/décennie), puis en automne (-12,9 ± 2,4 %/décennie) (Cavalieri et Parkinson, 2012; Kowal et al. 2017).

formation de la glace de lac est affectée par l'accumulation de neige, le vecteur vent et la température de l'air, qui peuvent subir l'influence des changements climatiques (Brown et Duguay 2010; Latifovic et Pouliot, 2007; Bélanger et al. 2013). Les images de RADARSAT sont une source potentielle d'information pour étudier la phénologie des glaces (Duguay et al. 2002). **Jusqu'à présent, une seule étude a été menée au centre d'Eeyou Istchee Baie-James (lac Nitchequon), qui montrait des dates de prise des glaces tardive et de débâcle hâtive** (Brown et Duguay 2010). Une étude de Bélanger et al. (2013) prévoit d'importants changements en matière de stratification et de changements dans le mélange des eaux à cause du réchauffement de la température estivale et de la prise des glaces tardive jusqu'à la fin du siècle. La recherche hydrologique aiderait à mieux comprendre les effets des changements climatiques sur le mécanisme et la dynamique des glaces saisonnières.

## 2.5 NIVEAUX D'EAU ET PROPRIÉTÉS DE L'EAU

La baie James reçoit 47 % du total des apports en eau douce de la baie d'Hudson (Kuzyk 2014). L'apport en eau douce, la couverture de glace et le flux de chaleur en surface sont tous des facteurs qui influent la distribution de la température de l'eau et les niveaux de salinité de la baie James et de la baie d'Hudson (Steiner et al. 2013; Kuzyk et al. 2008). **La température de surface de la mer (TSM) dans la baie d'Hudson s'est réchauffée 6 fois plus rapidement que la tendance mondiale et presque deux fois plus rapidement que le taux de réchauffement aux pôles** (Brand et al. 2014; Galbraith et Larouche 2011). Cette accélération du réchauffement de la TSM indique une corrélation avec le recul de l'étendue de la glace de mer, en particulier une débâcle hâtive, et est associée à cette accentuation aux pôles.

Aucune analyse quantitative des données sur la tendance de la salinité n'a été réalisée dans la baie d'Hudson, mais **une dynamique modifiée des eaux douces, comme une augmentation des niveaux d'eau ou des voies différentes**, p. ex. due aux changements climatiques, **pourrait changer la formation des eaux profondes et la dynamique des eaux douces** (Steiner et al. 2013; Granskog et al. 2011). Un débit fluvial plus important peut aussi augmenter l'ablation de la glace de mer dans les estuaires, est une source importante de contaminants, et affecte positivement la production primaire par l'ajout d'éléments nutritifs (Kuzyk et al. 2008; Hare et al. 2008; Kuzyk et al. 2010). Les modèles climatiques prévoient une tendance à la hausse du débit fluvial sur 20 ans, mais un suivi est requis pour voir si cela est dû à la variabilité des modes d'oscillation à grande échelle, comme les changements dans l'oscillation arctique ou le réchauffement de la planète (Déry et al. 2011). En outre, **d'importantes modifications du débit et le détournement de neuf cours d'eau dans la Baie-James, pour la production hydroélectrique**, comme la construction du complexe La Grande et le détournement de la Caniapiscou et de la Rupert qui ont inondé plus de 10 000 km<sup>2</sup>, **ont probablement modifié l'océanographie près du rivage de manière significative et influé sur le débit fluvial annuel des cours d'eau en divergeant les débits entrants de l'été à l'hiver** (Macdonald et Kuzyk 2011). Tous ces problèmes doivent être pris en considération lors de l'évaluation des changements dans les niveaux et les débits d'eau (Déry et al. 2016; Macdonald et Kuzyk 2011).

Le *tableau 8* décrit les propriétés et les niveaux de l'eau passés et futurs dans la baie d'Hudson et la baie James, dans le contexte des changements climatiques. Aucune observation locale n'a été enregistrée concernant la température de la surface de la mer et les changements du débit fluvial en rapport avec les changements climatiques.

Tableau 8: Tendances et observations sur les niveaux et les propriétés de l'eau en Eeyou Istchee Baie-James

TEMPERATURE DE LA SURFACE DE LA MER (TSM), SALINITE ET DEBIT FLUVIAL DANS LA BAIE D'HUDSON/BAIE JAMES	
Passé	Futur (2050)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Tendance au réchauffement de la TSM de la BJ : +0,25°C à 0,5°C/décennie</b> de 1985 à 2013 (élevé en comparaison avec la tendance mondiale de 0,11°C/décennie)</li> <li>✚ <b>Tendance accélérée au réchauffement de la TSM depuis 1965 et augmentation de 3,7°C</b> de la BH (1920 à 2011)</li> <li>✚ <b>Augmentation de la TSM maximale de la BH en été de 0,7°C à 1,3°C</b> (1985 à 2011)</li> <li>✚ <b>Augmentation du débit fluvial depuis le début des années 1990</b> avec un débit annuel record établi en 2005 (peut être un signe de l'intensification du cycle hydrologique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ <b>Augmentation de la TSM de la BH de 1°C à 1,5°C</b>, selon le modèle : 0,22 ±0,08°C/décennie</li> <li>✚ <b>Diminution du pH dans la BH</b> de 0,06 à 0,22 unités</li> <li>✚ <b>Augmentation de 2 % à 15 % du débit fluvial</b>, peut-être en raison d'une quantité plus élevée de précipitations, d'un dégel hivernal rapide, d'une fonte des neiges hâtive au printemps</li> <li>✚ <b>Débit fluvial maximal survient</b> entre -10,3 et -12,6 jours plus tôt/siècle</li> <li>✚ <b>Plus grande augmentation du débit fluvial dans l'est et le nord de la BH</b></li> <li>✚ <b>Augmentation plus rapide du débit fluvial</b> dans l'avenir</li> </ul>

Information de Larouche de Galbraith 2016; Brand et al. 2014; Niemi et al. 2016; Steiner et al. 2013; Déry et al. 2016; Macdonald et Kuzyk 2011; Stadnyk et al. 2017 - données inédites; Orlova et al. 2014; GIEC 2014; Déry et al. 2011; Déry et al. 2009; Ouranos 2015 et Chassé et al. 2013.

\*\*\*Le degré de confiance dépend du paramètre, élevé pour la TSM, moyen pour le débit.\*\*\*

Une élévation du niveau de la mer en réponse aux changements climatiques a été observée autour du monde. Toutefois, **la baie James et la plupart des régions de l'Arctique canadien subissent un relèvement isostatique**, qui comprend un soulèvement terrestre provoqué par la fonte de glaciers pendant la dernière période glaciaire ([annexe 9](#)). Le relèvement isostatique dans certaines parties de la côte de la baie d'Hudson se trouve parmi les plus élevés au monde (Keller et al. 2014), ce qui cause un soulèvement de 10mm/an dans la baie d'Hudson, ce qui excède l'élévation du niveau de la mer à l'échelle planétaire (Tarasov et Peltier 2004). Ce processus se poursuivra probablement pendant au moins 1000 ans (Tsuji et al. 2009). Par exemple, **le niveau relatif de la mer a diminué de près de 0,5 m depuis 1979** dans la région autour de Grande Rivière (Savard, 2016).

Compte tenu de l'amplitude des changements passés et projetés de même que la diversité régionale d'Eeyou Istchee Baie-James, une étude locale détaillée de plusieurs paramètres climatiques est recommandée. La recherche devrait également s'appuyer sur les observations locales/connaissances traditionnelles des Cris et des méthodes scientifiques (p. ex. nouvelle analyse) pour identifier les événements à risque élevé. Ce genre de recherche sera essentiel pour établir des données de référence plus fiables et un climat de référence. Des données de référence plus fiables pourraient servir à des évaluations de la vulnérabilité et à la planification communautaire, augmentant ainsi la capacité d'adaptation des individus, des communautés et des promoteurs de projets. La recherche sur les mécanismes et la dynamique de la glace de lac ainsi que la variabilité spatiale devrait être améliorée ; les tendances en matière de couverture de neige et des précipitations sont recommandées compte tenu de leur importance pour l'accès au territoire et la récolte de subsistance. D'autres recherches sur les interactions entre les systèmes marins et d'eau douce sont également nécessaires. Des études sur la dynamique de l'océan et la cartographie bathymétrique seraient utiles pour mieux comprendre les systèmes de tempêtes, les propriétés de l'eau et l'action des vagues, faire le suivi des changements biologiques et écologiques, capturer le relèvement isostatique dans la région et assurer la sécurité des zones marines et côtières.

## CHAPITRE III - EFFETS SUR LES ECOSYSTEMES

---

Au cours des 50 dernières années, l'influence humaine a « modifié les grands écosystèmes plus rapidement et plus profondément que durant toute autre période comparable de l'histoire de l'humanité » (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire 2005: 1; Costanza et al. 2017). Lorsque les services écosystémiques<sup>20</sup> sont dégradés, tout l'écosystème peut devenir moins résistant. Les changements dans les éléments physiques du système climatique régional ([chapitre 2](#)) influent sur les écosystèmes aquatiques et terrestres à différentes échelles géographiques et temporelles. **Les changements climatiques auront une incidence sur tous les différents niveaux de biodiversité, des organismes aux biomes** (Rinawati et al. 2013; Bellard et al. 2012). Par exemple, ils peuvent altérer la diversité génétique, affecter la répartition des espèces et les cycles de vie, modifier les interactions trophiques à l'échelle de la communauté, et perturber l'intégrité écologique de l'ensemble des biomes (*ibid.*). **Les changements climatiques sont des facteurs de stress cumulatifs; ils affectent les écosystèmes de multiples façons et peuvent interagir avec ou moduler d'autres facteurs de stress, tels que l'industrie, la récolte, la croissance de la population humaine et les contaminants** (Wrona et al. 2006; Niemi et al. 2016; Woodward et Perkins 2015). Des changements climatiques rapides pourraient mettre la résilience des écosystèmes à rude épreuve et, par conséquent, mener à la dégradation, la perte temporaire ou permanente de divers services écosystémiques.

Selon les experts, les changements climatiques pourraient dépasser la destruction de l'habitat comme facteur le plus important de la perte de la diversité biologique dans les décennies à venir (Bellard et al. 2012). Cependant, on pourrait trouver dans **certaines régions, telles que le Québec subarctique, une plus grande diversité des espèces en raison d'un climat plus chaud** (Berteaux et al. 2014). Il demeure néanmoins très difficile de prédire les effets futurs sur la biodiversité car elle ne se mesure pas seulement par la diversité des espèces. D'autres indices de biodiversité tels que la diversité génétique, la diversité des écosystèmes, la qualité de l'habitat ou les interactions trophiques doivent également être pris en considération, ainsi que les espèces exotiques qui pourraient influencer négativement sur l'ensemble de la biodiversité au Québec même en cas d'une augmentation de la diversité des espèces (R. Siron, comm. pers.). Des études indiquent qu'il est **assez difficile de prédire quelles espèces sauront s'adapter assez rapidement** aux changements climatiques anthropiques rapides<sup>21</sup>, mais selon le projet CC-Bio du Québec, les espèces ayant une grande variabilité génétique et un cycle de croissance court sont plus susceptibles de s'adapter (Berteaux et al. 2004; Gilg et al. 2012; Berteaux et al. 2010).

---

<sup>20</sup> Selon l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005), les services écosystémiques comprennent : a) services d'approvisionnement, p. ex. en nourriture, eau douce, énergie et transport; b) services de soutien tels que photosynthèse, stockage de carbone, eau et habitat; c) services de régulation tels que régulation du climat, purification de l'eau ou protection contre les dangers physiques; et d) services culturels tels que loisirs, éducation ou soutien spirituel. Bon nombre de ces fonctions ont à la fois une valeur économique et sociale élevée. La valeur économique n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études en raison de sa nature complexe, p. ex. déterminer la valeur d'un service écosystémique tel que la protection contre les phénomènes météorologiques extrêmes et le suivi. Toutefois, la valeur des services écosystémiques non commerciaux fournis par la forêt boréale du Canada a été estimée à 703 milliards de dollars, ce qui représente dix fois la valeur commerciale de la récolte commerciale du bois (Hutchings et al. 2012). Il est donc très important, tant sur le plan socioenvironnemental qu'économique, de préserver ces services écosystémiques précieux.

<sup>21</sup> Les espèces peuvent s'adapter aux changements selon trois axes : temps (p. ex. en adaptant leur phénologie), espace (p. ex. en ajustant leur aire de répartition), et espèce même (p. ex. en modifiant leur physiologie) (*ibid.*). Ainsi, les espèces peuvent réagir aux changements climatiques soit a) en évoluant sur place et en s'adaptant aux nouvelles conditions, b) en migrant, c) en disparaissant complètement parce qu'elles ne peuvent ni s'adapter, ni migrer (Berteaux et al. 2014; Rinawati et al. 2013; Berteaux et al. 2010).

## 3.1 ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

### 3.1.1 ÉCOSYSTEMES MARINS DE LA BAIE JAMES/BAIE D'HUDSON

Poloczanska et al. (2013) ont analysé plus de 200 études sur les effets des changements climatiques sur les écosystèmes marins et ont trouvé des preuves abondantes ailleurs dans le monde. **Le réchauffement de la planète affecte les écosystèmes marins et a déjà causé et causera encore des déplacements vers le pôle du phytoplancton et d'animaux marins écothermiques, du découplage des exigences et de la disponibilité des ressources, augmentant les risques d'extinction et causant une hausse/baisse d'un habitat convenable pour certaines espèces dans les océans du Canada** (Drinkwater et al. 2009; Hutchings et al. 2012). Par exemple, des variations au niveau des aires de répartition d'espèces marines en raison de températures plus élevées et l'intrusion d'espèces envahissantes ont été documentées dans les eaux de l'Arctique canadien (Niemi et al. 2016; ESSA 2017; Stewart et Lockhart, 2004). L'acidification des océans et une sous-saturation de carbonate de calcium, qui ont un effet négatif sur les invertébrés et les poissons qui ont recours au calcium pour bâtir leurs coquilles et squelettes, ont été documentées dans le Nord de l'océan Atlantique et à proximité de l'Alaska (Niemi et al. 2010; Hutchings et al. 2012; Lovejoy 2010).

La saison et l'étendue de la glace, l'apport d'eau douce et de matière organique terrestre jouent un rôle crucial dans la transformation de l'océan (Macdonald et al. 2015). Le recul de la glace de mer et l'augmentation de la température de la surface de la mer (TSM) ([chapitres 2.4](#) et [2.5](#)) sont de bons indicateurs des changements dans les écosystèmes marins en raison de leurs rôles fonctionnels et structuraux déterminants, surtout dans les latitudes septentrionales (Hoegh-Guldberg et Bruno 2010; Larouche et Galbraith 2016; Niemi et al. 2010).<sup>22</sup> Selon un rapport d'expert exhaustif préparé pour la Société royale du Canada, les **effets des changements climatiques sur la biodiversité dans les océans du Canada sont et seront significatifs** (Hutchings et al. 2012). Les changements climatiques risquent de provoquer plus de changements permanents ou d'exacerber leurs effets sur la biodiversité que sur la pêche ou l'aquaculture (*ibid.*) (R. Siron, comm. pers.). **Il est probable que de nombreux changements se produisent déjà, mais n'ont pas été décrits ou ne peuvent être documentés en raison de l'absence de renseignements de base** (Wassmann et al. 2011)<sup>23</sup>.

### 3.1.2 FAUNE ET FLORE MARINES

Les organismes marins ont tendance à avoir des taux de propagation plus rapides que les espèces terrestres, principalement en raison de la dispersion par les courants océaniques. D'après une vaste synthèse de la documentation révisée par les pairs, qui ont trouvé 1735 réponses biologiques d'espèces marines aux changements climatiques, les espèces marines réagissent différemment aux changements;

---

<sup>22</sup> Par exemple, la glace de mer régule le transfert de l'humidité, de la chaleur et du gaz à l'aide de l'interface océan-glace de mer-atmosphère en raison des albédos de surface élevés et de la faible conductivité thermique, jouant ainsi un rôle important dans la réaction des écosystèmes aux changements climatiques (Barber et al. 2012). L'étendue de la glace de mer influence également sur la stratification de l'eau de surface, l'échange de chaleur, la dispersion d'éléments nutritifs en raison des mélanges ou des remontées des eaux, ainsi que sur la profondeur et le moment de la pénétration de la lumière. (Brand et al. 2014; Barber et al. 2012; Drinkwater et al. 2009). La température, les turbulences et l'advection influent aussi sur les écosystèmes marins (Drinkwater et al. 2009).

<sup>23</sup> À l'heure actuelle, les chercheurs qui participent au projet BAYSIS (<http://www.asp-net.org/content/baysys-hudson-bay-system-study#overlay-context=node/7>) étudient l'influence de l'eau douce sur les systèmes marins et côtiers de la baie d'Hudson. Ils fourniront une base scientifique pour séparer les effets liés aux changements climatiques des effets causés par les modifications des écoulements d'eau douce sur les conditions physiques, biologiques et biogéochimiques.

en fait l'expansion la plus rapide des aires de répartition se produit chez le phytoplancton, les poissons osseux, et les zooplanctons invertébrés. À l'échelle mondiale, **la phénologie printanière dans l'océan a changé de 4,4 ±0,7 jours/décennie et la phénologie estivale de 4,4 ±1,1 jours/décennie aux latitudes supérieures à 45°**. (Poloczanska et al. 2013)

#### Production primaire :

Le réchauffement de la température pourrait avoir des répercussions importantes sur les pêches au Canada à cause d'une stratification verticale plus prononcée et, de ce fait, des effets sur la production primaire<sup>24</sup> et les réseaux trophiques marins (Larouche et Galbraith 2016). L'écosystème marin de la baie d'Hudson se caractérise par un petit nombre de liens trophiques. Cela implique une plus grande vulnérabilité de la dynamique trophique aux changements, telle qu'une augmentation de la production primaire (Grebmeier et al. 2006; Niemi et al. 2010). **La distribution, l'abondance, la phénologie et la productivité du phytoplancton vont probablement changer avec l'augmentation de la température de l'eau**, car le plancton est sensible aux changements de température et réagit plus rapidement que les espèces terrestres (Hoegh-Guldberg et Bruno 2010; Hutchings et al. 2012; Poloczanska et al. 2013). Une prolifération phytoplanctonique hâtive a été observée dans plusieurs études internationales (*ibid.*). Dans l'océan arctique, une réorganisation de la saisonnalité du réseau trophique planctonique a été documentée, soit une plus longue saison de croissance du phytoplancton en raison d'une saison d'eau libre plus longue et de phénomènes de remontée d'eau (Arrigo et van Dijken 2015; Barber et al. 2012). **Il n'y a pas d'information sur la production primaire à la baie James, en particulier**. Par conséquent, les informations suivantes qui s'appliquent à l'ensemble de la baie d'Hudson sont ici présentées.

- **Dans la baie d'Hudson, la production primaire pourrait être modifiée** en raison de changements dans l'environnement physique, mais il est difficile de parler de tendance générale puisque les données sont insuffisantes (Steiner et al. 2013).
- **La biomasse du phytoplancton a augmenté de 20 % à 25 % tandis que la production primaire a augmenté de 15 % à 20 %** (Frey et al. 2017; Steiner et al. 2013; Drinkwater et al. 2009)<sup>25</sup>, particulièrement entre 2003 et 2016 (Frey et al. 2017).

La biomasse phytoplanctonique peut avoir augmentée en réaction à la quantité de lumière disponible (Richter-Menge et al. 2016; Tremblay et al. 2011). **La diminution de la glace de mer réduit les proliférations phytoplanctoniques sous la glace** dans la baie d'Hudson (Niemi et al. 2016; Hoover et al. 2013). Selon les résultats des modèles, une quantité inférieure d'algues des glaces et de débris de glace entraîne une **diminution du benthos et des poissons benthiques** et, en même temps, une augmentation de la production pélagique; la population de poisson vivant d'un régime plutôt pélagique va augmenter contrairement aux espèces qui dépendent des groupes benthiques pour leur nourriture (Hoover et al. 2013; Drinkwater et al. 2009; Barber et al. 2012; Sibert et al. 2010).

À ce jour, il n'y a pas d'information sur la production primaire à la baie James, en particulier. De plus amples recherches doivent être entreprises pour confirmer ou rejeter les tendances mentionnées ci-dessus à l'égard de la baie d'Hudson et, plus localement, la baie James. Une fois publiée, l'étude d'impact régionale et intégrée du réseau ArcticNet Rapport n° 3 sur le complexe de la baie d'Hudson fournira également des renseignements supplémentaires.

<sup>24</sup> La production primaire dans les océans se rapporte à l'activité du phytoplancton (organismes microscopiques vivant dans la couche ensoleillée de presque tous les plans d'eau) qui absorbe l'énergie au moyen de la photosynthèse et qui utilise du dioxyde de carbone pour produire de la biomasse, qui sert ensuite de nourriture pour le zooplancton et d'autres espèces.

<sup>25</sup> Tel qu'observé à partir de données satellitaires qui n'indiquent pas de changements dans les eaux profondes (Steiner et al. 2013).

### Le zooplancton et les niveaux trophiques supérieurs :

Les effets sur les niveaux trophiques inférieurs entraînent des effets sur les niveaux trophiques supérieurs, tels crustacés, poisson, oiseaux de mer et mammifères (Gaston et al. 2012). Ces espèces réagissent aux changements induits par le climat de différentes façons sur différentes échelles spatiales et temporelles (Drinkwater et al. 2009). Les changements climatiques pourraient provoquer un changement des espèces dominantes de zooplancton dans les océans du monde et potentiellement une migration vers le nord de certaines espèces (Kjellerup et al. 2012; Villarino et al. 2015). À l'échelle mondiale, la phénologie printanière du zooplancton **survient 11,6 ±2,9 jours plus tôt par décennie** (Poloczanska et al. 2013). **Aucune tendance claire ne peut être établie pour l'instant pour la baie d'Hudson et la baie James** (Steiner et al. 2013).

**Selon les extrapolations de modèles, les espèces changeront leurs répartitions en profondeur et latitudinales dans les océans du Canada** (Hutchings et al. 2012). Il se peut que des changements dans l'utilisation de l'habitat, telle que pour la fraie ou les migrations, peuvent déjà avoir eu lieu dans la baie d'Hudson, mais aucune tendance ne peut être établie en raison d'un manque de données (Niemi et al. 2010). **Il est possible que des maladies (virus/bactéries pathogènes) puissent se propager de plus en plus et nuire aux mammifères marins dans la baie d'Hudson** (*ibid.*). Le climat actuel est le principal facteur qui empêche l'invasion d'espèces aquatiques non indigènes dans la région, mais dans un climat plus chaud cet obstacle pourrait être éliminé (Niemi et al. 2016; Stewart et Lockhart 2004). En outre, le port de mer de Churchill est vulnérable à l'introduction, l'établissement ou la propagation d'espèces envahissantes qui pourraient migrer vers la baie James (Niemi et al. 2016).

À l'échelle mondiale, les espèces de poisson réagiront différemment en fonction de leurs besoins liés à l'habitat, des caractéristiques de leur cycle biologique (durée de vie courte ou longue; spécialiste ou généraliste) et de leur position trophique (poisson prédateur ou poisson fourrage), tous des facteurs qui déterminent leur vulnérabilité (Rijnsdorp et al. 2009). La température exerce une grande influence sur les processus physiologiques, tels la croissance, le développement et la fraie. En fait, la température est considérée comme la plus importante variable abiotique en matière de survie et de croissance (Sharma et al. 2007). **En ce qui a trait aux poissons, leur croissance, vitesse de nage et taux d'activité, reproduction, phénologie, distribution, succès du recrutement et mortalité sont très sensibles aux variations de température de l'eau, à la stratification verticale, la profondeur de la couche mélangée, la glace de mer, aux effets de la turbulence et à l'advection** (Drinkwater et al. 2009). Par exemple, la période de fraie a lieu plus tôt dans l'eau plus chaude; l'alimentation en oxygène à des températures différentes affecte le comportement et la reproduction; les changements de la répartition peuvent modifier la composition de l'écosystème en raison de différents taux de migration, etc. (Drinkwater et al. 2009). Certains de ces changements ont déjà été observés chez différentes espèces de poissons, par exemple dans l'Atlantique Nord (Rijnsdorp et al. 2009).

Des modifications dues aux changements climatiques ont été observés chez les oiseaux de mer arctiques; p. ex. les guillemots de Brünnich au Nunavut ont modifié leur régime alimentaire passant de la morue polaire à une espèce de poisson plus subarctique (capelan), ce qui a semblé affecter la croissance des oisillons et implique une plus grande disponibilité et une migration vers le nord des bancs de capelans (Gaston et al., 1985) 2012). Ces changements dans la phénologie et les habitudes migratoires des espèces peuvent avoir des effets sur l'accessibilité et la disponibilité pour les chasseurs (Hauser et al. 2017; [chapitre 1.4](#)).

Des études menées à l'échelle mondiale ont étudié le potentiel et ont observé les effets des changements climatiques sur les poissons, les oiseaux marins et les mammifères marins, mais aucune étude de ce genre n'a été entreprise exclusivement pour la baie James. Il est important d'identifier les espèces clés pour les écosystèmes marins et pour les activités de subsistance et les économies locales (p. ex. le tourisme), et de mener des recherches sur leurs réactions aux changements climatiques telles que la température de l'eau ([chapitre 2.5](#)), la diminution de la glace de mer ([chapitre 2.4](#)) ou l'augmentation des ondes de tempête ([chapitre 2.2](#)).

### 3.1.3 ZONES COTIERES ET ESTUAIRES

Le pergélisol a diminué de 80 % depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle en raison de l'augmentation des températures de l'air ([chapitre 2.1](#)) et de la couverture de neige ([chapitre 2.3](#)) le long de la côte est de la baie d'Hudson, qui a également entraîné le triplement du couvert végétal (Bouchard et al. 2014). Une analyse a montré une récente régression du pergélisol de 130 km vers le nord, alors qu'il est déjà très limité/marginal dans la baie James (Thibault et Payette, 2009).

- **Les plantes semblent être plus hautes le long de la côte** dans certains endroits (Waskaganish) **tandis qu'elles prennent une couleur rouille et une apparence chétive** dans d'autres endroits (Whapmagoostui) (ATC 2011).
- Les Cris ont observé **l'assèchement de milieux humides et une surcroissance de végétation le long de la côte, ce qui empêche les outardes de s'y arrêter et affecte les sources d'alimentation du lapin et du lagopède** (ATC 2011; Rover et Herrmann 2011).
- Les Eeyouch ont signalé que **les oisons d'outardes ne se développent pas suffisamment parce que la végétation n'est pas à son maximum au moment de l'éclosion** (ATC 2011).

Les zones côtières et les estuaires sont des zones très productives qui offrent un habitat à une multitude d'espèces. La couverture de glace a un effet important sur l'amplitude des vagues, le courant, la marée saline, les processus de transport des sédiments et la circulation résiduelle dans l'estuaire (Wang et al. 2012). Ces processus vont probablement changer en raison de la diminution de la couverture de glace ([chapitre 2.4](#)), ce qui pourrait avoir des effets positifs ou négatifs sur les écosystèmes côtiers et marins. Selon Niemi et al. (2016), **la hausse de la stratification dans les estuaires en raison de l'augmentation des apports en eau douce, par exemple dans la baie d'Hudson ([chapitre 2.5](#)), risque d'entraîner des changements quant à la composition des communautés de poissons, qui favoriseraient les espèces euryhalines et anadromes plutôt que marines** (voir également le [chapitre 3.1.2](#)).

- **La composition des espèces de poissons a changé** (p. ex. plus de meuniers et moins de poisson blanc) et **la population de poissons semble être en baisse** à Waskaganish et à Whapmagoostui (ATC 2011).
- **Les herbiers de zostère le long de la baie James sont en baisse**, possiblement attribuable à de multiples effets, y compris les changements climatiques et des modifications induites par le développement hydroélectrique (*ibid.*). Étant donné que la survie et la production de la zostère dépend essentiellement de la lumière, de la température et de la teneur en nutriments, les changements climatiques risquent de provoquer des changements chez cette plante en modifiant ces éléments clés (Kaldy et al. 2014)<sup>26</sup>. La réduction des herbiers de zostère est souvent associée avec la baisse du nombre d'outardes sur la côte.

---

<sup>26</sup> La migration vers le nord des herbiers de zostère a déjà été documentée pour la côte est de l'Amérique (Lovejoy 2008). Selon bon nombre de chasseurs cris, la réduction des herbiers de zostère peut être responsable de la diminution du nombre d'outardes qui, suivant leur corridor de migration, s'arrêtent dans la partie est de la baie James. De plus amples recherches sont nécessaires pour expliquer les facteurs qui influencent réellement la production de zostère dans la baie James.

Il faut cerner les lacunes dans les recherches à la baie James parce que, selon ArcticNet, la recherche sur les espèces clés et une compréhension globale du système côtier font défaut. Par exemple, il faut étudier les facteurs qui influencent réellement la production d’herbiers de zostère dans la baie James, où les espèces de poissons, en particulier ceux récoltés par les Cris, seront touchées (de façon positive ou négative) par les changements dans les caractéristiques de l'eau et la dynamique côtière.

### 3.1.4 ÉCOSYSTEMES D'EAU DOUCE (LACS ET COURS D'EAU)

La compréhension globale des réactions des écosystèmes d'eau douce et des espèces individuelles aux changements climatiques est bonne, mais il y a peu d'information sur les réponses et les synergies des communautés d'espèces relatives aux changements climatiques et à d'autres facteurs de stress (Woodward et Perkins 2015; Woodward et al. 2001). **Les écosystèmes d'eau douce sont sensibles au réchauffement de la planète, car les espèces ont des options limitées pour se déplacer, la température et la disponibilité de l'eau dépendent du climat, et d'autres facteurs de stress d'origine humaine (p. Ex. modification de l'écoulement, pollution de l'eau, surexploitation, etc.) influent déjà sur les écosystèmes d'eau douce** (*ibid.* ; Dudgeon et al. 2006; McDermid et al. 2015). Le *tableau 9* présente la sensibilité des bassins versants aux changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James et à d'autres facteurs de stress pour ces écosystèmes; ceci est basé sur des informations contenues dans une évaluation exhaustive de l'état de santé des bassins versants au Canada; l'évaluation a été entreprise par le WWF-Canada (2017) en collaboration avec d'éminents scientifiques en eau douce. Dans l'ensemble, **la sensibilité des bassins versants aux changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James est modérée**. Quant à l'état de santé général des bassins versants (y compris écoulement/qualité de l'eau, poisson, qualité et d'invertébrés benthiques), presque tous les bassins versants d'Eeyou Istchee Baie-James étaient classés dans la catégorie « données insuffisantes », indiquant qu'il n'a pas été possible d'établir un tableau de référence en raison d'un manque d'information pour au moins deux des quatre facteurs de l'état de santé.

*Tableau 9: Sensibilité des bassins versants aux changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James*

Bassin versant	Menaces totales	Menaces des CC	Autres menaces importantes
<i>Grande rivière de la baleine - Côte</i>	Faibles	Modérées	⬇️ Altération des débits : modérées
<i>La Grande - Côte</i>	Modérées	Modérées	⬇️ Altération des débits : très élevées ⬇️ Perte d'habitat : élevées
<i>Eastmain</i>	Modérées	Modérées	⬇️ Altération des débits : élevées ⬇️ Perte d'habitat : très élevées
<i>Broadback et Rupert</i>	Faibles	Modérées	⬇️ Perte d'habitat : très élevées
<i>Nottaway - Côte</i>	Faibles	Faibles	⬇️ Perte d'habitat : modérées ⬇️ Fragmentation de l'habitat : modérées ⬇️ Pollution : modérées

Les renseignements, provenant des cartes interactives des Rapports sur les bassins versants, peuvent être consultés à l'adresse suivante : <http://watershedreports.wwf.ca/fr/#intro>

Pour les menaces des CC, les changements apportés aux modèles climatiques et aux moyennes de précipitations ont été considérés car ils peuvent avoir un effet important sur les bassins versants. Les données sur le débit de l'eau proviennent de l'Association canadienne des barrages, de la base de données Hydat d'ECCC, et du Centre d'expertise hydrique du Québec au MDDELCC, tandis que les données sur les changements climatiques proviennent de CANGRD à ECCC.

Une hausse de l'évaporation et de l'évapotranspiration en réponse à la hausse des températures pourrait provoquer une baisse des niveaux d'eau en réduisant l'accès aux frayères, et accroître la turbidité de l'eau et l'action des vagues (Sharma et al. 2007). **L'élévation de la température de l'eau et des périodes d'eaux libres plus longues entraîneront probablement des changements phénologiques, des écarts et des modifications des réseaux trophiques dans les lacs et les cours d'eau** (Wrona et al. 2016). La diminution du taux d'oxygène dissous résultant de températures plus élevées peut affecter négativement le développement embryonnaire des organismes aquatiques (Sharma et al. 2007).<sup>27</sup> Dans leur revue de littérature et méta-analyse sur les changements de répartition du poisson d'eau douce induits par le climat Comte et al. (2012) concluent que **les changements climatiques auront des répercussions importantes sur certaines espèces de poissons d'eau douce** (en plus d'autres facteurs de stress) (voir également le [chapitre 3.1.2](#)). Certains cours d'eau dans l'ouest des basses-terres de la baie d'Hudson (autour de 55N) ont connu des températures de l'eau très élevées en 2001 (plus de 20°C) qui ont entraîné une stratification inhabituelle, une tension thermique et, par conséquent, d'importantes mortalités massives d'ombles de fontaine anadromes et de meuniers noirs (Rühland et al. 2014; Gunn et Snucins 2010; Unité conjointe d'écologie d'eau douce 2013).

- Aucune évaluation sur la sensibilité des poissons aux effets des changements climatiques n'a été faite en Eeyou Istchee Baie-James. Néanmoins, Tam et al. (2011) ont constaté que **le nombre de poissons atteints de furonculose avait augmenté autour d'Oujé-Bougoumou, ce qui pourrait être dû aux changements climatiques, plus particulièrement aux températures de l'air plus chaudes qui réchauffent l'eau de lac**. Étant donné que le poisson du nord ne peut tolérer qu'une hausse de température limitée, des températures plus élevées peuvent l'affaiblir et le rendre plus vulnérable aux maladies. Dans le contexte du réchauffement de la planète et d'autres facteurs de stress (p. ex. exploitation minière), on s'attend à ce que les cas de furonculose se propagent, ce qui influe également sur la sécurité alimentaire (voir [chapitre 1.4](#)) puisque les gens ne veulent pas manger de poisson qu'ils décrivent comme « déformé » (*ibid.*).

La durée et la fréquence des phénomènes de stratification thermique dans les lacs des basses-terres de la baie d'Hudson peuvent augmenter en raison de températures plus élevées (Rühland et al. 2014). Une élévation des températures de l'eau pourrait avoir des conséquences dramatiques sur la qualité de l'eau et l'habitat du poisson, ce qui nuirait à la productivité des écosystèmes et à la biologie des poissons (Sharma et al. 2007). **Les poissons les plus touchés risquent d'être les espèces d'eau froide** (Sharma et al. 2007; Wrona et al. 2016; Vincent et al. 2013; Comte et al. 2012; Gunn et Snucins 2010).

- **Pour la plupart des espèces de poissons capturées par les Cris** (Berkes et Mackenzie 1978), **la qualité de l'habitat devrait diminuer**, entre autres pour les salmonidés<sup>28</sup> (p. ex. grand corégone, truite, cisco), acipenséridés (p. ex. esturgeon), catostomidés (p. ex. meunier noir), ésocidés (p. ex. brochet) et surtout lotidés (p. ex. lotte), tandis que les percidés (p. ex. doré jaune, perche) pourraient trouver un habitat plus convenable (Comte et al. 2012; Lyons et Stewart 2014).

---

<sup>27</sup> Toutefois, le réchauffement de la température de l'air n'est pas le seul facteur qui détermine la température de l'eau. À l'échelle locale, tel que démontré dans une étude sur le lac Clearwater, dans le sud de l'Ontario par Tanentzap et al. (2008), la température de l'eau du lac peut refroidir en raison d'une réduction des vents (à la suite d'une régénération des forêts) et d'une augmentation de l'atténuation de la lumière sous-marine (en raison d'une quantité plus élevée de matière organique).

<sup>28</sup> L'étude d'Yves Gratton sur les effets des changements climatiques sur la qualité de l'habitat des salmonidés (les résultats seront publiés prochainement) fournira plus d'informations sur la teneur en oxygène dissous et la température de l'eau dans les lacs du nord.

- Dans les dernières années, les Cris ont observé que le corégone arrive deux semaines plus tard, et a des réserves de graisse moins grandes. De façon générale, les poissons semblent plus petits et en moins bonne santé (ATC 2011).<sup>29</sup>

Presque tous les bassins versants d'Eeyou Istchee Baie-James sont classés dans la catégorie « données insuffisantes ». La recherche sur les effets des changements climatiques sur les systèmes d'eau douce à Eeyou Istchee Baie-James est fragmentaire. Il faut poursuivre la recherche sur les lacs et les cours d'eau dans la Baie-James afin de mieux comprendre les répercussions des changements climatiques, en particulier en ce qui concerne les espèces de poissons capturées par les Cris qui pourraient être touchées par la hausse des températures de l'eau. Le projet d'Yves Gratton vise à quantifier les changements futurs en matière de température de l'eau et la concentration d'oxygène dissous dans les lacs du nord situés au-dessus de 50°N, ce qui sera utile pour évaluer la qualité de l'habitat.

### 3.1.5 MILIEUX HUMIDES

Les milieux humides comptent parmi les écosystèmes les plus productifs du monde (EPA des États-Unis 2017). Les effets directs des changements climatiques sur les précipitations ([chapitre 2.3](#)) et leurs effets indirects sur l'évapotranspiration contrôlent l'hydrologie des milieux humides (Hershkovitz et al. 2013). Les changements en matière de température, d'apports en eau ou de teneur en éléments nutritifs peuvent diminuer la qualité de leurs fonctions écologiques, comme la purification et l'entreposage de l'eau ou la protection contre les inondations (Hershkovitz et al. 2013; Orlova et al. 2014). Les tourbières représentent entre 50 % à 70 % de tous les milieux humides de la planète; on les retrouve surtout dans la forêt boréale et les régions subarctiques du Canada et de la Russie (Garneau 2017; McLaughlin et Webster 2014; [annexe 10](#)). Les tourbières comme les **basses-terres de la baie James et de la baie d'Hudson sont l'un des plus grands puits de carbone au monde, mais leur rôle est incertain dans un climat changeant** (Garneau et al. 2014; Pelletier et al. 2011; Charman et al. 2013; McLaughlin et Webster 2014).

La topographie et le climat régional semblent jouer un rôle essentiel dans l'accumulation des tourbières à long terme (Charman et al. 2013; Garneau et al. 2014). Un climat plus chaud et plus humide, notamment des températures plus élevées, favorise l'accumulation de la tourbe tandis qu'un climat plus chaud et plus sec augmente le taux de décomposition de la matière organique et la libération de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (M. Garneau, comm. pers.; Garneau et al. 2014; Charman et al. 2013). Les tourbières de la baie James sont potentiellement vulnérables aux changements climatiques, mais peuvent aussi en bénéficier et devenir encore de plus grands puits de carbone (M. Garneau, comm. pers.).

- Un taux d'accumulation de tourbe plus élevé lors de températures plus élevées a été observé dans les milieux humides autour d'Eastmain et au complexe La Grande, (M. Garneau, comm. pers.; Garneau et al. 2014).

---

<sup>29</sup> Abigail Lynch effectue de la recherche sur les effets des changements climatiques sur le corégone dans la région des Grands Lacs afin d'aider les pêcheurs à s'adapter en élaborant un outil d'aide à la prise de décision. Ces travaux pourraient être utiles pour Eeyou Istchee Baie-James. Les résultats montrent que les températures automnales et printanières sont des facteurs importants qui influent sur la dynamique de la population, en plus du vent et de la couche de glace lacustre (pour de plus amples renseignements, consulter : <http://www.miseagrant.umich.edu/explore/fisheries/climate-change-whitefish/>; Lynch et al. 2015).



- **Les changements climatiques pourraient favoriser la fixation du carbone dans les tourbières situées au nord du 51<sup>e</sup> parallèle** en raison de la saison de croissance plus longue prévue, une augmentation de l'humidité superficielle et un cycle hydrologique prolongé (Garneau 2017; McLaughlin et al. 2014; Garneau et al. 2014). Toutefois, les tourbières de pergélisol vont probablement disparaître (Garneau et van Bellen 2016).
- **Les tourbières dans la baie James sont probablement moins vulnérables aux feux de forêts**, car il s'agit de forêts plus humides et à couvert ouvert et la densité forestière y est moins élevée que dans l'Ouest du Canada, et l'humidité des tourbières fournit une bonne protection contre les feux (Garneau et van Bellen 2016; M. Garneau, comm. pers.).

D'autres études sont requises pour mieux quantifier le futur des tourbières autour de la baie James dans le contexte des changements climatiques, et de mieux caractériser la biodiversité de cet écosystème unique. Il faudra évaluer si elles deviendront des puits (accumulation plus importante de tourbe) ou une source de carbone (décomposition accrue) compte tenu des changements climatiques, la communauté scientifique étant indécise sur ce sujet (McLaughlin et Webster, 2014; M. Garneau, comm. pers.). La recherche sur les précipitations et l'humidité du sol pourrait constituer une avenue prometteuse (M. Garneau, comm. pers.). L'étude des dimensions humaines et sociales (p. ex. questions liées aux moyens de subsistance et connaissances traditionnelles) est aussi recommandée à l'égard de la collecte de données de référence et des effets cumulatifs.

## 3.2 ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES

### 3.2.1 ÉCOSYSTEMES FORESTIERS

Les modèles de répartition des espèces (MRE) prédisent généralement, avec une précision notable, un habitat convenable aux espèces d'arbres, mais ils n'arrivent pas à déterminer ni l'abondance ni la façon dont les espèces seront assemblées (McKenney et al. 2007; Chambers et al. 2013). C'est aussi un défi en ce qui a trait aux modèles d'abondance des espèces qui peuvent prédire l'abondance des espèces les plus dominantes, mais la précision des modèles est inadéquate quant à la prévision de la composition des espèces, et donc pour prévoir la biodiversité (McGill et al. 2007; Chambers et al. 2013). Le réchauffement des températures influera sur la forêt boréale de diverses façons, par exemple en modifiant la productivité, la distribution ou les régimes de perturbation des forêts. Les effets peuvent se produire simultanément, interagir, ou se cumuler, mais il est très difficile de déterminer les processus écosystémiques qui seront les plus touchés. Au cours des 50 à 100 années à venir, **la majorité des effets des changements climatiques semblent être négatifs pour la forêt boréale au Canada** (Price et coll. 2013).

#### Répartition et productivité des forêts :

Les graminoides et la toundra arbustive ont connu une augmentation de 20 % à 60 % de leur surface foliaire dans l'écotone taïga-toundra<sup>30</sup> dans le Nord du Canada, de 1986 à 2010, signe évident de la migration des espèces vers le nord (McManus et al. 2012). **Les changements dans la zone climatique boréale seront probablement de cinq à dix fois plus rapides que la vitesse de l'expansion naturelle des**

<sup>30</sup> Un écotone décrit la zone de transition entre deux biomes, par exemple entre la forêt boréale et la toundra dépourvue d'arbres.

**arbres**, et les changements les plus importants surviendront dans les écotones (Price et al. 2013; Côté 2014). Les espèces qui produisent des graines légères qui peuvent être dispersés par les vents seront favorisées par ces changements par rapport aux conifères qui produisent de grandes graines lourdes (Price et al. 2013).

- Les projections de modèles en Eeyou Istchee Baie-James de Tremblay et al. (2013) montrent une **augmentation du nombre d'arbres, d'arbustes et de fougères dans le Nord et certaines montagnes de l'Est, et une diminution dans les régions du Sud et certaines régions du centre. Elles prévoient une augmentation générale des graminées sauf dans le Sud. La biodiversité des plantes vasculaires augmenterait sous un climat plus chaud et plus humide alors que la richesse des lichens serait réduite.**
- **L'épinette noire dans la baie d'Hudson s'est déplacée vers des altitudes plus élevées d'une dizaine de mètres** (Berteaux et al. 2014). Selon Périe et al. (2014), l'épinette noire ne pourrait ne pas trouver d'autres habitats convenables, et ils la répertorient parmi les espèces d'arbres les plus vulnérables aux changements climatiques, au Québec.

Un taux de photosynthèse et de respiration plus élevé avec le réchauffement des températures est susceptible de provoquer un **début hâtif de la saison de croissance** dans la forêt boréale, et **d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau**. (Auzel et al. 2012; Price et al. 2013). Cela favorise un **accroissement du réservoir de carbone et de la productivité des plantes**, en particulier dans l'Est du Canada. Parallèlement, cela accélère le cycle des nutriments qui entraîne un taux de décomposition plus rapide et une quantité inférieure de carbone stockée dans le sol (*ibid.*; Auzel et al. 2012; Bowman et Murphy 2010).

#### Régimes de perturbation :

Les phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les feux de forêts et les vents violents, peuvent altérer la dynamique de l'écosystème forestier. Le vent influe sur la croissance des arbres (surtout dans la zone entre la taïga et la toundra) et la dispersion des graines; il peut également accélérer l'érosion des sols et déplacer la neige, ce qui diminue l'isolation des semis (Holtmeier et Broll 2010).

- **Étant donné l'augmentation possible des vents extrêmes en Eeyou Istchee Baie-James (chapitre 2.2), ils pourraient causer des dégâts importants aux écosystèmes forestiers**, ce qui a déjà été documenté dans d'autres parties du Canada comme en Nouvelle-Écosse ou en Colombie-Britannique (Lemmen et al. 2014; Price et al. 2013).

**Une augmentation de la sévérité, de l'occurrence et de la fréquence des feux de forêts est prévue partout au Canada** dans les prochaines décennies (Flannigan et al. 2016; Flannigan et al. 2009; Wotton et al. 2009; Terrier et al. 2013; Price et al. 2013; Oris et al. 2014; Lemmen et al. 2014; Flannigan et al. 2013). Les feux dormants sous la neige peuvent également devenir de plus en plus fréquents (Price et al. 2013). En fait, chaque hausse de 1°C de la température nécessite une augmentation de plus de 15 % des précipitations afin d'empêcher l'assèchement (Flannigan et al. 2016; Hély et al. 2010). Au Canada, **la hausse de la température déclassera la hausse des précipitations, augmentant ainsi les risques d'incendie** (Flannigan et al. 2016). Au Québec, 9 % des forêts à canopée fermée ont été remplacées par des forêts ouvertes à lichens en raison surtout de feux de forêts au cours des 50 dernières années (Girard et al. 2008). Depuis les années 1980, **l'activité des grands feux a augmenté de dramatiquement** dans le nord-est et le nord-ouest du Canada (Le Goff et al. 2007)<sup>31</sup>. Le nombre de jours où **l'intensité du**

---

<sup>31</sup> La taille des incendies en Eeyou Istchee Baie-James a été plus importante que leur fréquence pour la configuration végétale à long terme, car la topographie relativement plate dans la région a favorisé de gros feux de forêts dans le passé (Remy et al. 2017)

**front d'un incendie** (feux de cimes ingérables) **dépasse sensiblement les capacités des ressources de lutte contre les incendies augmenteront** au XXI<sup>e</sup> (Wotton et al. 2017; Flannigan 2017). Les conditions météorologiques extrêmes propices aux incendies de forêt, y compris de hautes températures et des vents violents, peuvent influencer grandement sur l'étendue de la zone brûlée, comme dans le cas de l'immense feu de forêts à Eastmain en 2013 (Erni et al. 2017). **La fréquence des conditions météorologiques extrêmes propices aux incendies de forêt devrait augmenter au Canada**, p. ex. foudre susceptible d'augmenter la fréquence et l'intensité des incendies de forêt (Wang et al. 2015; Flannigan 2017; Bowman et Murphy 2010; Wotton et al. 2010).

Le Nord du Québec présente les plus fortes proportions et fréquences de terres brûlées associées à des feux de forêts en Amérique du Nord (Erni 2016). Eeyou Istchee Baie-James a un taux de brûlage de 2,1 % du territoire par an, la partie du nord ayant de plus grands feux que la partie du sud (*ibid.*)<sup>32</sup>.

- **Soixante-quatre pour cent du sud-est d'Eeyou Istchee Baie-James (soit 22 % d'Eeyou Istchee Baie-James) présente un très haut risque d'incendie** (Mansuy et al. 2012).
- Bien que certains chercheurs croient que la fréquence et l'ampleur des récents feux de forêts n'ont pas dépassé la variabilité observée au cours des 175 dernières années, **toutes les communautés crie ont déjà été exposées à des incendies de forêt, et les participants à l'enquête de six des huit communautés ont indiqué que la fréquence des incendies avait augmenté tandis que les participants de quatre communautés ont aussi observé une augmentation de l'intensité des incendies** (Erni 2016; IDDPNQL 2017).
- **La saison des incendies en Eeyou Istchee Baie-James pourrait s'allonger de un mois (juin) à trois mois (juin à août)**, ce qui exigerait plus de mesures de prévention des incendies (Le Goff et al. 2009; Price et al. 2013; Boulanger et al. 2013).
- Selon Le Goff et al. (2009), **les incendies printaniers peuvent devenir moins fréquents avec un retard du point culminant de la saison des incendies**. Le risque d'incendie au mois d'août à Waswanipi pourrait doubler d'ici 2100 tandis que le risque de feux de forêts au mois de mai diminuerait légèrement.

En conclusion, ces perturbations peuvent modifier la composition de la forêt, p. ex. l'épinette noire pourrait céder sa place à la sécheresse et à des espèces de pins adaptées au feu (Price et al. 2013). D'autres facteurs de perturbation comprennent **la tordeuse des bourgeons de l'épinette** ou d'autres ravageurs et maladies. L'augmentation prévue de la richesse végétale dans le Nord pourrait être réduite en raison de l'arrivée d'un plus grand nombre de parasites ou d'espèces envahissantes (Tremblay 2013; de Blois et al. 2013).

- Dans le cadre des prévisions climatiques actuelles, la tordeuse des bourgeons de l'épinette, dont la physiologie subit l'influence directe de la température, sera en mesure d'envahir le nord du Québec, et d'autres **infestations seront probablement plus fréquentes en raison de températures hivernales plus clémentes** (Samson 2012; Lemmen et al. 2014; Price et al. 2013; voir [annexe 11](#) pour les migrations futures de la tordeuse).

---

<sup>32</sup> Les changements climatiques, l'oscillation décennale du Pacifique et El Niño semblent influencer sur l'activité et la gravité des incendies de forêts à l'échelle régionale, dans le nord et le centre du Québec (Le Goff et al. 2007; Shabbar et al. 2011). Pendant les conditions d'El Niño, la sévérité des feux de forêts dans le centre du Québec semble être plus élevée (Shabbar et al. 2011). La température maximale moyenne mensuelle ainsi que la sécheresse ont été identifiées comme les principaux facteurs d'occurrence et de fréquence des incendies (Drever et al. 2009).

D'autres recherches devraient être menées afin de mieux comprendre les infestations d'insectes et de parasites en Eeyou Istchee Baie-James, car les ravageurs semblent déjà être plus fréquents dans les régions au sud du territoire. Une enquête plus approfondie devrait être entreprise pour voir si la fréquence et l'intensité des feux de friches en Eeyou Istchee ont changé et, dans l'affirmative, déterminer comment adapter l'aménagement des forêts et la conservation de la biodiversité en conséquence.

### 3.2.2 FLORE ET FAUNE

Des recherches limitées ont été effectuées sur les effets climatiques sur la faune et la végétation de la forêt boréale nord-américaine (Price et coll. 2013). Au Québec, il est difficile d'évaluer les effets induits par le climat sur la biodiversité en raison de la rareté des études à long terme et de la grande variabilité naturelle des populations qui peuvent occulter les effets liés au climat (D. Berteaux, conférence à l'institut EDS 2016). Un grand nombre d'**observations obtenues par des naturalistes**, comme les ornithologues, ou les connaissances locales peuvent fournir beaucoup d'indications sur les changements, et des **modèles de la niche bioclimatique** sont fréquemment utilisés pour évaluer si les animaux sauvages et les plantes vont augmenter, se déplacer ou restreindre leur aire de distribution en raison des changements climatiques, et si de nouvelles espèces vont migrer (Berteaux et al. 2014).

#### Changements dans la phénologie<sup>33</sup> et disparités :

Selon des études menées à l'échelle mondiale et au Québec, les changements climatiques influent considérablement sur la phénologie des plantes. C'est pourquoi une phénologie printanière modifiée est un signe clair d'effets induits par le climat. **Au Québec, un début précoce de la floraison de 2 à 5 jours en moyenne par décennie a été documenté** (Berteaux et al. 2014). Les changements dans la phénologie des plantes sont très importants en raison de leur influence sur les niveaux trophiques supérieurs, comme les pollinisateurs. Compte tenu de la très courte saison de croissance dans le Nord du Québec, les effets d'un réchauffement de la température auront une plus grande influence sur les variations saisonnières dans cette région que plus au sud.

- La **saison de croissance** dans le Nord du Québec **s'est prolongée** de plusieurs jours entre les années 1980 et 2006 avec un début hâtif au printemps, mais on ignore si les effets sur les espèces sont plus positifs ou négatifs (Samson 2012; Berteaux et al. 2014).

Les changements climatiques peuvent découpler la phénologie des espèces des ressources nutritionnelles disponibles (Parmesan et Hanley 2015), par exemple un début hâtif de la période de croissance. Ce phénomène peut perturber les interactions trophiques entre les plantes et les animaux causant ainsi des disparités (Rinawati et al. 2013; Le Corre et al. 2016). Selon Niemi et al. (2014), les **disparités phénologiques deviendront plus fréquentes** au Canada. **Les oiseaux de la forêt boréale**, qui sont principalement insectivores, pourraient être touchés en raison de la disparité possible avec les cycles de vie des insectes dont ils se nourrissent (Price et al. 2013). Une disparité peut également se produire entre la date d'arrivée des **caribous migrants** sur les terrains de mise bas et la végétation nouvelle (Le Corre et al. 2016).

---

<sup>33</sup> Cela fait référence à des changements périodiques dans les cycles de vie des espèces, tels que changements à la floraison ou saison de fructification, arrivée et départ des oiseaux migrants, cycles de reproduction et de migration de la faune.

### Migration et distribution :

Les changements climatiques auront vraisemblablement pour effet d'entraîner une migration des espèces à de plus hautes altitudes et vers le nord. Contrairement aux changements phénologiques induits par le climat, la migration des espèces est très difficile à mesurer parce que l'aire de répartition d'une espèce n'est jamais homogène et ses limites sont floues. **Selon une étude exhaustive menée à l'échelle mondiale**, comprenant plus de 2000 espèces, **les aires de répartition des espèces se sont récemment déplacées, en moyenne, de 16,9 km vers des latitudes plus élevées et de 11m en altitude par décennie** (Chen et al. 2011). Une étude sur les oiseaux migrateurs au Québec, au sud du 47<sup>e</sup> parallèle a révélé que 80 % des 113 espèces étudiées sont arrivées plus tôt; en moyenne de 0,9 jours par décennie (Berteaux et al. 2014). Les papillons dans l'Est du Canada (80 espèces) ont, en moyenne, déplacé leurs territoires 140 km vers le nord entre 1970 et 2012 (*ibid.*). Dans ce contexte, il est important de mentionner que l'inertie des plantes est généralement beaucoup plus grande que pour la faune, ce qui limite leur potentiel de transport dans l'atmosphère pour trouver de nouveaux habitats convenables (D. Berteaux, conférence à l'Institut EDS 2016). Le déplacement potentiel **des niches bioclimatiques est prévu être de 44km/décennie au Québec, soit de 5 à 10 fois plus élevé que la vitesse de migration de la fin de la dernière période glaciaire** (Berteaux et al. 2014; Côté 2014)<sup>34</sup>.

- Plusieurs communautés crie ont remarqué une **plus grande présence des cerfs de Virginie, d'orignaux, de coyotes et de loups** (ATC 2011; Herrmann et al. 2012; Taillon et al. 2016).
- L'**arrivée croissante d'un plus grand nombre de ravageurs et de maladies** ([chapitre 3.2.1](#)) peut affecter la santé de la faune, et par conséquent, la qualité alimentaire du gibier chassé ([chapitre 1.4](#)). Les Crie ont remarqué l'**arrivée de cerfs de Virginie transportant le parasite *P. tenuis*** qui est mortel pour les orignaux et les caribous, et qui pourrait avoir un effet majeur sur ces animaux (Herrmann et al. 2012).
- Les chasseurs crie ont observé un **changement dans la distribution des amphibiens** (grenouilles) qui semblent être plus rares à l'intérieur des terres et plus abondantes sur la côte (Herrmann et al. 2012).
- L'ATC a comparé les rapports de 1992 à 1997 et de 2012 à 2017 sur le gros et le petit gibier et a noté une **importante diminution de la récolte de rat musqué (-76,7 %), de loutre (-64,3 %), de castor (-57,2 %), de caribou (-47,9 %), de renard roux (-34 %) et de martre (-16,2 %), et une augmentation de la récolte d'orignal (+33%), de lynx (+30,5 %) et d'ours noir (+9,4 %)** ([annexe 12](#)). Il serait utile de déterminer les raisons de ces nouvelles tendances des récoltes, par exemple si elles sont dues à une évolution de la disponibilité et distribution de l'espèce ou plutôt à des préférences ou activités des chasseurs.
- Les populations de castors devraient élargir sensiblement leur aire de répartition intérieure et étendre modérément leur aire de répartition dans le nord du Québec, ce qui pourrait signifier **des populations plus élevées de castors en Eeyou Istchee Baie-James** (Jarema et al. 2009)<sup>35</sup>. Cependant, la récolte de castors en Eeyou Istchee Baie-James a diminué de près de 60 % en 2012-2017 en comparaison avec 1992-1997 ([annexe 12](#)).

---

<sup>34</sup> Dans ce contexte, il est important de noter que ces valeurs ne représentent pas la migration réelle des espèces sur le terrain, mais plutôt le déplacement potentiel des niches bioclimatiques en réponse aux changements climatiques (R. Siron, comm. pers.). Seulement certaines espèces, en particulier les mauvaises herbes, suivront cette migration rapide tandis que d'autres, comme les arbres, ne seront pas en mesure de se disperser assez rapidement vers le nord (Berteaux et al. 2014).

<sup>35</sup> À l'heure actuelle, les populations de castors sont plus élevées dans le sud-ouest du Québec, avec une baisse de l'ouest vers l'est et une diminution au 49°N. À partir du 49°N jusqu'à environ 58°N on trouve une faible densité de la population de castors. Il faudrait surveiller les changements des populations intérieures, non seulement à la limite septentrionale de leur aire de répartition, afin de bien saisir les changements potentiels induits par le climat (Sharma et al. 2009).

- **Les ours blancs** de la baie d'Hudson ont été grandement touchés par la réduction de la glace de mer qui élimine leur plateforme de chasse et de repos. Cela affecte leur distribution, leur santé physique et le taux de mortalité des oursons, en plus d'une plus grande fréquentation des ours à la recherche de nourriture à proximité des campements cris (Moore et Huntington 2008; Obbard et Middel 2012; Herrmann et al. 2012; ATC 2010; Hossein 2017; EMRWB, comm. pers.).

L'aire de répartition des **caribous forestiers**<sup>36</sup> pourrait diminuer considérablement en raison d'une prédation accrue (p. ex. plus de loups vu l'augmentation de la population d'originaux), de changements à l'habitat, de disparités entre les changements dans la phénologie des plantes et le pâturage, des contraintes physiologiques en réponse à des températures plus élevées (p. ex. effets sur la santé) et d'un plus grand nombre de maladies (p. ex. *P. tenuis*) (Price et al. 2013; Sharma et al. 2009; Racey 2005; Taillon et al. 2016). Les interactions complexes entre les différents facteurs de stress rendent très incertain l'avenir des troupeaux de caribous du Nord du Québec (Nantel et al. 2014).<sup>37</sup> La population de **caribou forestier migrateur** semble être affectée par la diminution de la glace sur les lacs et les cours d'eau, ce qui entrave ses mouvements migratoires au printemps et en automne et augmente ses besoins énergétiques (Leblond et al. 2016; Sharma et al. 2009; Hénault-Richard et al. 2014). Le Corre et al (2016) ont constaté que le caribou migrateur avait adapté ses habitudes migratoires en fonction des conditions météorologiques, par exemple migration printanière hâtive lors d'hivers doux (peut-être pour éviter de circuler dans la neige molle, ce qui requiert plus d'énergie) et retardée lors d'abondantes chutes de neige en avril; il semble aussi commencer la migration automnale plus tôt, bien que d'autres études ont révélé un retard de la migration automnale (Taillon 2013).<sup>38</sup>

- Lors d'un sondage, **un tiers des répondants cris ont dit avoir constaté un changement dans la répartition du caribou forestier, mais la nature du changement n'est pas claire** (Herrmann et al. 2012). Une autre étude auprès de chasseurs cris révèle une diminution de la récolte du caribou forestier, surtout sur la côte, ce qui peut être en réponse à une modification de la répartition du caribou (Royer et Herrmann 2011, voir aussi [annexe 12](#)).

En conclusion, Eeyou Istchee Baie-James a subi des transformations majeures en raison du développement industriel de la région, par exemple les installations hydroélectriques et les réseaux routiers et ferroviaires dans la partie sud du territoire pour le secteur minier et forestier. Les objectifs du gouvernement du Québec pour le Plan Nord comprennent une protection de 20 % du territoire en 2020, et 30 % sera exempté d'activités industrielles en 2035 (SPN 2017). Les Cris sont fermement d'avis que ce 50 % d'aires protégées doit s'appliquer indépendamment à chaque région, et non au territoire couvert par le Plan Nord dans son ensemble, et que tout développement industriel antérieur doit être pris en

---

<sup>36</sup> Le caribou forestier boréal (trois troupeaux dans le sud d'Eeyou Istchee Baie-James) est déjà déclaré comme espèce « menacée » au fédéral et « vulnérable » au Québec, car sa population est en baisse et son habitat est gravement dégradé (Rudolph et al. 2012); les changements climatiques pourraient certainement accélérer son déclin. Le rapport détaillé de Rudolph et al. (2012) recommande fortement l'interdiction de toute chasse de subsistance, et la protection de l'habitat contre toute autre dégradation en raison d'un développement des ressources dans l'habitat du caribou.

<sup>37</sup> Le caribou forestier du Québec semble être affecté négativement par les facteurs associés au climat, et ce, en plus des autres facteurs de stress liés aux changements climatiques; il ne peut donc pas augmenter sa faible population (Nantel et al. 2014). Toutefois, certaines études ont montré que l'altération directe et humaine de l'habitat du caribou, dont les activités forestières, a un effet deux fois plus grand sur le caribou forestier que les changements induits par le climat (Beguín et al. 2013; Faille et al. 2010).

<sup>38</sup> Le caribou migrateur est l'un des deux écotypes du caribou forestier que l'on retrouve au Québec. Les caribous migrateurs du troupeau de la Rivière-aux-Feuilles (TRF) migrent de la toundra au nord du Nunavik entre octobre et décembre jusqu'au nord d'Eeyou Istchee Baie-James. En avril, ils retournent à leurs aires de mise bas dans le nord, où ils arrivent à la fin mai. Voir Taillon et al. (2016), p. 40 pour une description détaillée de la migration printanière et automnale.

compte dans la conception d'aires protégées. À ce jour, très peu d'informations ont été compilées sur les écosystèmes d'Eeyou Istchee. Compte tenu des effets majeurs du développement industriel qui peuvent être exacerbés par les changements climatiques, il devient « urgent de renforcer notre savoir sur ces écosystèmes, en mettant à contribution tant les connaissances des Cris que les analyses et les données scientifiques » (Vision des Cris quant au Plan Nord 2011).

En collaboration avec les parties prenantes locales, il est nécessaire de poursuivre la recherche sur les effets climatiques sur la dynamique de la végétation et de la faune, y compris migrations, changements phénologiques et résilience des espèces dans des conditions de température plus élevées et modifications des profils des précipitations, en particulier pour ceux d'importance économique et culturelle. La surveillance des espèces, l'établissement de corridors de déplacement (Gonzalez, 2013) et d'aires protégées (Bélanger, 2013), ou la pratique de migration assistée doit être considérée dans ce contexte d'évolution de la biodiversité, et il faut déterminer les espèces et les lieux qui devraient être protégés. Enfin, il semble essentiel d'élaborer des stratégies efficaces d'adaptation aux changements climatiques dans le but de conserver la biodiversité en réponse aux changements climatiques et au développement économique.

## CHAPITRE IV - EFFETS SUR L'INFRASTRUCTURE EXISTANTE ET LE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE

---

### 4.1 INFRASTRUCTURE EXISTANTE

L'infrastructure comprend une variété d'actifs tels que réseaux de transport, bâtiments publics et privés, infrastructures énergétiques et de télécommunications, ainsi que les infrastructures d'eau potable et eaux usées et de gestion des eaux usées. Les risques climatiques peuvent occasionner des pannes au niveau de différentes infrastructures, pouvant ainsi interrompre des services communautaires essentiels et perturber les activités économiques en plus de poser des risques pour la santé et la sécurité (IDDPNQL 2017). Des infrastructures municipales dispendieuses en Eeyou Istchee Baie-James – comme les usines de traitement des eaux usées ou les ponceux et ouvrages de drainage des eaux pluviales et des déchets – sont construites sur la base de données anciennes qui ne tiennent pas compte des risques liés aux changements climatiques, tels que les changements à la couverture et la fonte de la neige et des précipitations plus fortes (CCEBJ, comm. pers.). Selon le Service des travaux d'immobilisation et services (TIS) du GNC (comm. pers.), les changements climatiques peuvent modifier la durée de la saison de la construction, influencer sur les conditions de sol, causer des problèmes de drainage après des pluies plus intenses que d'habitude, et affecter le transport par bateau de matières et d'équipements à Whapmagoostui en raison de conditions de glace dangereuses ou de phénomènes météorologiques extrêmes. **Ceux-ci et d'autres risques climatiques compromettent la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien des infrastructures existantes, et créent des risques et de coûts supplémentaires** qui doivent être pris en considération afin d'améliorer l'infrastructure et bien gérer les actifs (Félio 2012).

## EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'INFRASTRUCTURE TELS QU'OBSERVÉS PAR DES PROFESSIONNELS DES SERVICES DES TRAVAUX PUBLICS ET DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE DANS HUIT COMMUNAUTÉS CRIES (IDDPNQL 2017)

- **Les inondations de terres intérieures** en raison de niveaux d'eau élevés dans les cours d'eau, de chutes de pluie soudaines et abondantes et d'une fonte des neiges ou de glace rapide ont déjà eu des répercussions sur l'infrastructure de sept communautés, p. ex. camps inondés ou ponts effondrés.
- **Les incendies de forêt** ont eu une incidence sur l'infrastructure dans toutes les communautés participantes, par exemple en provoquant des pannes d'électricité.
- **Les effets ont été principalement observés sur les terres ancestrales (7/8)**, mais aussi dans la communauté elle-même (5/8).
- **Les actifs dont il a fallu s'occuper en priorité étaient les bâtiments, le transport et la gestion de l'eau.**
  - **Transport (8/8)** Par exemple, l'incendie de forêt de 2013 à Eastmain a coupé l'accès à la seule route menant à Eastmain, isolant ainsi la communauté (la route de la Baie-James a été fermée sur une distance de plus de 300 km, Breton et al. 2017). À Nemaska, la route d'accès a été inondée en raison des niveaux d'eau élevés à la suite de la fonte des neiges soudaine.
  - **Bâtiments (8/8)** Par exemple, le recul de la couverture de glace a causé une intensification de l'érosion, et certains campements cris y ont été exposés. Des campements cris ont été inondés en raison de niveaux d'eau élevés, et des biens sur les terres ancestrales ont été perdus en raison d'incendies de forêt.
  - **Gestion des eaux (4/8)** Par exemple, une panne de courant à l'usine de traitement des eaux usées à Oujé-Bougoumou a perturbé les services, et des eaux d'égout brutes ont été déversées directement dans le cours d'eau. Des cycles de gel et de dégel plus fréquents semblent être responsables de couches de glace qui ont bloqué le système de drainage à Mistissini.
- Les effets du climat sur les actifs ont déjà occasionné des **dépassements de budget** dans un tiers des communautés, surtout en ce qui concerne le transport et les bâtiments, et puis l'infrastructure énergétique.

Figure 4 : Effets des changements climatiques sur l'infrastructure en Eeyou Istchee Baie-James

La figure 4 illustre les défis de gestion de l'infrastructure relativement aux changements climatiques provenant d'un sondage auprès d'intervenants clés des services des travaux publics et de la sécurité publique de huit communautés cries en Eeyou Istchee Baie-James (IDDPNQL 2017).

Selon le Service des TIS (comm. pers.), **peu d'effets sur l'infrastructure ont été observés**, ce qui explique pourquoi **aucune mesure relative aux changements climatiques** n'a été prise en matière d'infrastructure, **et les effets des changements climatiques ne sont pas encore inclus dans les processus de prise de décisions ou en matière de conception d'infrastructures**. Toutefois, le plan directeur d'aménagement des communautés comprend certaines mesures de contrôle de l'érosion et des zones de « non-construction » (*ibid.*). Aucune information sur la vulnérabilité, les effets ou l'adaptation aux changements climatiques n'a pu être obtenue d'entités cries de développement économique comme CREECO, AirCreebec, des sociétés minières ou de la Compagnie de Construction et de Développement crie Ltée.

L'information suivante décrit les principaux défis à relever en matière d'infrastructure par rapport aux changements climatiques qui peuvent être utiles aux décideurs locaux. Les changements climatiques peuvent influencer sur l'infrastructure existante de diverses façons. Selon l'IDDPNQL (2017), les risques climatiques peuvent **détériorer l'accès ou la connectivité et provoquer des évacuations**, créant ainsi des risques pour la sécurité civile et une réduction des services. Ils peuvent aussi **réduire la durée de vie des matériaux, provoquer un vieillissement prématuré et des bris, et exiger des efforts de réparation et de reconstruction**. Les risques peuvent occasionner **une augmentation des coûts ou de la fréquence des réparations, des frais d'assurance et d'entretien**. Ils peuvent entraîner une **modification aux plans et aux codes de construction**. Certains effets liés au climat peuvent s'avérer positifs, par exemple une diminution des frais d'entretien des routes en raison de températures plus clémentes, ou la création d'emplois et le développement d'une expertise liée au climat.

Le manque d'information sur l'état de l'infrastructure ainsi que des pratiques de gestion et d'entretien

inadéquates rendent les infrastructures vulnérables aux changements climatiques, et ce, à l'échelle du Québec, tandis qu'une infrastructure bien entretenue offre une plus grande résistance aux changements climatiques (Ouranos 2015, Andrey et al. 2014). La figure 5 présente quelques observations sur l'adaptation future de l'infrastructure en Eeyou Istchee Baie-James.

### ADAPTATION DE L'INFRASTRUCTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Des mesures d'adaptation peuvent être appliquées à différents moments du cycle de vie d'un actif, tel qu'à l'étape de la planification (p. ex., matériaux de construction mieux adaptés), de la construction (p. ex., révision des codes du bâtiment et de la conception), et de l'entretien (p. ex., réfection). **Plusieurs scénarios climatiques possibles devraient être inclus dans la planification de l'infrastructure**, car les infrastructures sont souvent peu adaptables et elles ont un long cycle de vie. **Les aléas du climat doivent, de plus, être intégrés dans l'analyse de risques** (Bourque et Simonet 2008).

Selon les professionnels de la gestion des infrastructures en Eeyou Istchee Baie-James, les **meilleures stratégies générales à adopter afin d'éviter les effets négatifs des changements climatiques comprennent i) adapter les divers types d'infrastructures, ii) mieux sensibiliser et former les résidents de la communauté**, ainsi que **iii) collaborer avec des experts externes** (IDDPNQL 2017). Les meilleures actions pour réduire les effets négatifs sur les actifs comprennent :

- avoir accès aux cartes des zones à risque, telles que les zones vulnérables aux inondations ou aux incendies de forêt;
- donner accès à des prévisions exactes concernant les inondations et les incendies de forêt;
- mieux faire connaître les risques de catastrophes climatiques et les coûts associés;
- adapter la planification et le code de la construction aux risques climatiques afin de réduire les effets négatifs sur les infrastructures en cas de sinistre.

Le protocole d'évaluation axé sur le risque élaboré par le **CVIIP** (Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques) est un outil formidable qui permet aux ingénieurs et aux planificateurs d'évaluer les vulnérabilités de l'infrastructure aux phénomènes météorologiques extrêmes et aux changements climatiques futurs, de planifier en conséquence et de concevoir des actifs qui peuvent résister au climat: <https://pievc.ca/fr/>.

Figure 5: Adaptation des infrastructures en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques

Il est important d'agir de manière proactive en analysant et en réduisant les vulnérabilités, les risques et les coûts potentiels reliés à l'entretien, aux investissements et au remplacement des infrastructures, par exemple en intégrant la résilience aux changements climatiques dans les codes de conception de bâtiments ou dans les travaux de rénovation. Des normes, conceptions et codes du bâtiment qui incorporent la résilience aux changements climatiques, ainsi qu'une planification des actifs qui prennent le climat en considération pourraient faire l'objet de campagnes de sensibilisation et de formation professionnelle afin que les intervenants locaux en tiennent compte en prévision de conditions climatiques futures. Compte tenu des prévisions démographiques et du besoin accru de logements pour la région (GNC, 2015b) et d'autres services publics et privées liés à l'infrastructure, il semble pertinent de commencer à examiner les tendances climatiques projetées qui peuvent augmenter les risques et les coûts. Le ministère des Transports (MTMDET) analysera les effets des phénomènes météorologiques extrêmes et des changements climatiques sur la mobilité et la connectivité le long de la route de la Baie-James, ce qui aidera à identifier les vulnérabilités en matière de transport terrestre.

## 4.2 RESSOURCES NATURELLES ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Pour l'ensemble du Canada, il existe un manque de données sur les effets des changements climatiques sur le développement des ressources naturelles et de l'industrie, les entreprises ne semblant pas vouloir divulguer des informations pour éviter de nuire à leur compétitivité (Kovacs et Thisthethwaite 2014). Selon le Service du commerce et de l'industrie (SCI) (comm. pers.), les entreprises actives en Eeyou Istchee Baie-James commencent à adapter la conception de projets et à considérer les changements climatiques selon une approche fondée sur le bon sens. Toutefois, la récente **modernisation du processus d'autorisation environnementale du Québec (PAE) favorise l'adaptation aux changements climatiques et la réduction des émissions de GES** dans le cadre juridique. Un promoteur de projet pourrait être requis de mettre en œuvre des mesures d'adaptation qui tiennent compte des risques climatiques (test climat). Selon le Service de l'environnement et des travaux remédiateurs du Gouvernement de la Nation crie (ETR), cela favorisera la résilience des projets et permettra de mieux protéger l'environnement naturel et social (Voyageur et McLean 2017). Dans ce contexte, il sera indispensable de tenir compte des projections climatiques régionales ([chapitre 2](#)) et du contexte socio-économique du Nord ([chapitre 1](#)) qui diffèrent de ceux du Sud.

### 4.2.1 EXPLOITATION MINIERE

La région d'Eeyou Istchee Baie-James est très riche en métaux précieux et communs. Une grande découverte d'or a été faite récemment dans la région du réservoir Opinaca, et d'autres régions laissent présager des réserves importantes de diamants et d'or (monts Otish) ou de lithium (secteur de Nemaska). La première mine de diamants du Québec, la mine *Renard*, est en activité depuis 2016 sur la ligne de trappage M-11 à Mistissini (Larbi et MacKinnon 2016). Le minerai trouvé en Eeyou Istchee Baie-James est de très haute qualité (Larbi 2017). Tous ces facteurs expliquent l'essor récent de l'exploration minière, qui devrait augmenter le besoin en travailleurs (*ibid.*). Étant donné que le climat est un facteur crucial qui exerce une influence sur les conditions annuelles de fonctionnement d'une mine (Pearce et al. 2009a; Bussière et al. 2017), il faut tenir compte des effets et des risques potentiels des changements climatiques sur le cycle minier<sup>39</sup>. **Soixante-quinze pour cent des praticiens dans le secteur minier au Canada reconnaissent que les changements climatiques sont une préoccupation grandissante** (Ford et al. 2000). 2011; Pearce et al. 2011). Un sondage mené par Ford et al. (2011) révèle que les répondants travaillant dans le secteur minier canadien croient que les dangers climatiques les plus communs sont : fortes précipitations (71 %), chutes de neige importantes (56 %), événements pluvio-hydrologiques (33 %), inondations (25 %) et températures froides (19 %).

Les impacts climatiques sur les infrastructures et les réseaux de transport ainsi que l'hydrologie et les opérations sont au cœur des préoccupations de l'industrie minière (Duerden et al. 2014). Les investisseurs et les institutions financières tiennent compte de plus en plus des risques liés aux changements climatiques (p. ex. événements extrêmes), car ils peuvent entraîner des coûts de fonctionnement qui dépassent les prévisions, ou des investissements en capital non planifiés (Acclimatise 2010). **Aucune étude de cas sur les effets des changements climatiques sur l'exploitation minière n'a été effectuée en Eeyou Istchee Baie-James**, et l'information générale qui suit s'applique à

---

<sup>39</sup> Certains impacts concrets comprennent : affaiblissements structurels; problèmes de drainage et déversement de polluants; coulées de boue ou glissements de talus en raison de fortes pluies; pollution par la poussière ou bris dus à des vents forts; pannes de courant et interruptions de service imputables à des tempêtes ou des incendies de forêt, divers problèmes socio-environnementaux post-opérationnels associés aux fluctuations des conditions climatiques, et, sur une note positive une saison d'activité allongée en raison de conditions climatiques plus douces (Pearce et al. 2011; Ford et al. 2010; Duerden et al. 2014).

tous les sites miniers.

**Les changements climatiques ont une influence sur tout le cycle minier**, depuis la planification et la sélection de sites jusqu'aux opérations et même à l'étape post-opératoire (Lemmen et al. 2014). La **phase d'exploration comporte une faible vulnérabilité aux changements climatiques, car les travaux sont effectués sur une courte période et les gens peuvent s'adapter en cours de route** (Bussière et al. 2017). Au cours de la phase d'exploitation, les opérations peuvent être perturbées ou retardées et les actifs bâtis et les infrastructures de transport (sur le site et les routes d'accès) peuvent être perturbés ou abîmés, par exemple en raison d'inondations, de cyclones ou d'incendies de forêt (Duerden et al. 2014; Pearce et al. 2011). Cela peut occasionner des pertes économiques, par exemple en raison d'une hausse des coûts d'entretien ou du retard dans l'exportation de produits (Acclimatise 2010). La variabilité des conditions extrêmes peut devenir problématique en matière de gestion d'eau et des résidus (p. ex. capacité de bassins de rétention, évacuateur de crues, etc.) (Bussière et al. 2017). En outre, les coûts de fonctionnement et les risques peuvent augmenter (Duerden et al. 2014). Ces observations ont été faites dans des sites à travers le Canada. Par exemple, des pannes d'électricité plus fréquentes et la perte de productivité associée peuvent menacer la viabilité économique des exploitations minières, qui peuvent aussi nuire aux investissements étrangers (Acclimatise 2010). Dans l'ensemble, **la vulnérabilité de la phase d'exploitation est considérée comme étant moins critique pour le secteur minier du Québec en raison de son cycle de vie restreint**, mais les entreprises ont besoin d'outils pour intégrer les changements climatiques dans la planification et la construction d'actifs (Bussière et al. 2017). Une évaluation exhaustive de la vulnérabilité du secteur minier au Québec a révélé que la **phase de restauration était la plus vulnérable aux changements climatiques, car on considère d'habitude seulement les conditions climatiques historiques et non les projections** (*ibid.*). Par exemple, les sites miniers abandonnés peuvent devenir problématiques lorsqu'un site est inondé et que cela excède la capacité de la digue d'un bassin de résidus, et contamine l'environnement.

La *figure 6* présente quelques observations sur l'adaptation future du secteur minier en Eeyou Istchee Baie-James.

#### ADAPTATION DU SECTEUR MINIER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La gravité des dangers climatiques sur l'industrie minière dépend des effets sur l'environnement naturel, les actifs bâtis autour de la mine ainsi que le type de mine. Par conséquent, **aucune solution unique ne peut être adaptée à tous les sites miniers** (Ernst et Young 2015). **Les stratégies d'adaptation ont été de nature réactive et ponctuelle** partout au Canada en réponse aux phénomènes météorologiques extrêmes, qui ont déjà entraîné des coûts pour les entreprises et l'environnement (Pearce et al. 2011). **Un tiers des compagnies minières sondées ont commencé à atténuer les risques associés au climat canadien**, par exemple par des mises à niveau des infrastructures ou de nouvelles solutions d'ingénierie (Groupe Delphi 2014). Certaines compagnies minières ont réalisé une évaluation du risque des changements climatiques. En effet, la Sudbury Integrated Nickel Operations de la compagnie Glencore en Ontario a revu son mode de fonctionnement normal pour y intégrer de nouvelles normes climatiques et a adopté un plan de mesures d'adaptation à long et à court terme (Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation 2015).

- **La planification doit être flexible, et reconnaître les variations régionales; les praticiens et les chercheurs doivent collaborer** (Association minière du Canada 2012).
- Le rapport détaillé de Bussière et al. (2017) sur le secteur minier du Québec offre des **recommandations pour chacune des étapes du cycle minier** (*annexe 13*).
- **Les projets miniers en Eeyou Istchee Baie-James pourraient tirer profit des leçons apprises à d'autres sites miniers au Canada**, où les effets climatiques ont déjà été observés ou où des mesures d'adaptation aux changements climatiques sont déjà pris en compte dans les étapes de planification, d'exploitation et de restauration.
- **Les entreprises devraient envisager le pire des scénarios de changements climatiques** pour éviter de mauvaises surprises (SCI, comm. pers.).
- **Des mesures d'atténuation pourraient être adaptées dans l'intérêt des utilisateurs des terres.**
  - ✦ P. ex., restauration d'un site minier : plantation d'arbustes déjà présents dans la partie sud du territoire pour anticiper la migration vers le nord et améliorer la récolte de certaines espèces pour les chasseurs, soit d'original (*ibid.*)

*Figure 6: Adaptation du secteur minier en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques*

## 4.2.2 ÉNERGIE HYDROELECTRIQUE

L'approvisionnement, la transmission et la demande en énergie sont tous vulnérables aux variations climatiques (Lemmen et al. 2014; Groupe Delphi 2017). Le sous-secteur de la transmission et de la distribution de l'énergie est l'un des plus vulnérables aux changements climatiques (Wilson 2017). Par exemple, **les lignes de transport et autres infrastructures de distribution d'énergie sont vulnérables aux phénomènes météorologiques extrêmes**, et les **installations de production pourraient être exposées à un plus grand nombre d'inondations, d'incendies de forêt, de violentes tempêtes ou de risques posés par la glace** perturbant l'approvisionnement en énergie (Lemmen et al. 2014; Ouranos 2015). Selon les scénarios de projection, les dangers vont devenir plus fréquents en Eeyou Istchee Baie-James (voir [chapitres 2.2](#) et [3.2.1](#)). De nombreuses industries comptent sur l'électricité; par conséquent, les effets sur le secteur de l'énergie peuvent influencer indirectement sur d'autres secteurs (Groupe Delphi 2017).

- **Plusieurs communautés d'Eeyou Istchee Baie-James ont fréquemment été touchées par des pannes d'électricité en raison d'incendies de forêt** (IDDPNQL 2017). Étant donné qu'on prévoit une augmentation des incendies de forêt ([chapitre 3.2.1](#)) ces pannes de courant pourraient être plus fréquentes.

Il est très important de tenir compte de la **situation géographique et de la durée de vie des infrastructures énergétiques** dans le contexte des changements climatiques (Groupe Delphi 2017) puisque la durée de vie des actifs comme un barrage hydroélectrique est d'environ 100 ans. Cela les rend donc très vulnérables aux changements environnementaux (p. ex. une augmentation des précipitations maximales pourrait accroître les risques d'inondations) (Clavet-Gaumont et al. 2017). Les changements climatiques influent sur le moment et l'ampleur des débits des cours d'eau (chapitre 1.5), et nécessitent une action en matière de gestion adaptée des réservoirs (Lemmen et al. 2014; Lemmen et al. 2016).

- **Une augmentation du débit des cours d'eau en réponse à de fortes précipitations** ([chapitres 2.3](#) et [2.5](#)) **pourrait être bénéfique pour la production d'énergie hydroélectrique en Eeyou Istchee Baie-James, mais une plus grande variabilité hydrologique pourrait provoquer des débordements** (Lemmen et al. 2014).

Aucune analyse économique axée sur le risque n'a été réalisée pour l'ensemble du secteur canadien de l'énergie, et les parties prenantes croient que cela est dû à un manque d'orientation (politique) (Groupe Delphi 2017). **Aucune leçon tirée n'est rendue publique**, même si de grandes entreprises du secteur de l'énergie semblent évaluer, chaque année, les risques climatiques physiques (*ibid.*). Néanmoins, en Ontario, le protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures (CVII) a été utilisé pour évaluer la vulnérabilité du secteur du transport d'électricité et du système hydroélectrique de Toronto (Wilson 2017). Au Québec, la tempête de verglas de 1998 a donné lieu à l'implantation de nouveaux critères de construction pour les installations de transport d'électricité (Eyzaguirre et Warren 2014). La *figure 7* présente les principaux obstacles à l'adaptation, et les projets d'adaptation actuels chez Hydro-Québec.

## ADAPTATION DU DÉVELOPPEMENT HYDROÉLECTRIQUE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Selon Braun et Fournier (2016), les **principaux obstacles à l'adaptation** dans le secteur de l'énergie sont : une compréhension et une perception imprécises des changements climatiques et une incertitude en matière de prévisions climatiques, pas de justification pour des investissements, un manque de collaboration entre spécialistes et entreprises ou entre entreprises, un manque de données personnalisées, un manque d'orientation technique et institutionnel, et la nécessité d'adapter les outils existants.

- À l'heure actuelle, les projections hydrologiques d'Hydro-Québec (HQ) ne comprennent pas de scénarios climatiques futurs (comm. pers.).
- HQ s'active à adapter les **règles de gestion pour le complexe La Grande**, dans un contexte de changements climatiques.
- HQ contribue actuellement aux travaux de l'équipe 2 du **projet BAYSYS** sur l'évaluation des effets des changements climatiques et la réglementation sur l'apport d'eau douce sur les systèmes marins et d'eau douce dans la BH. ([http://umanitoba.ca/faculties/environment/departments/ceos/media/BaySys\\_PROJECT\\_DESCRIPTION.pdf](http://umanitoba.ca/faculties/environment/departments/ceos/media/BaySys_PROJECT_DESCRIPTION.pdf))

Figure 7: Adaptation du développement hydroélectrique aux changements climatiques

### 4.2.3 EXPLOITATION FORESTIERE

Les changements climatiques influent sur la distribution, la productivité, la composition et les régimes de perturbation des forêts ([chapitre 3.2.1](#)), et, par conséquent, ils auront une influence sur les activités forestières (Lemmen et al. 2014; CEAFFCC<sup>40</sup> 2017; Boccanfuso et al. 2014). Compte tenu de la rapidité et de l'ampleur des changements, il sera nécessaire d'inclure les changements projetés dans la gestion durable des forêts, par exemple en ajustant la composition (CEAFFCC 2017)<sup>41</sup>. Les informations suivantes s'appliquent à l'ensemble de la forêt boréale.

- Des saisons de croissance plus longues et une meilleure productivité forestière pourraient **augmenter les revenus**.
- Les changements climatiques peuvent avoir une influence positive et négative (p. ex. plus d'infestations de ravageurs forestiers) sur **la récolte du bois et la qualité des produits forestiers** (baies, champignons, plantes médicinales), et leur valeur culturelle et récréative ([chapitre 3.2](#); Lemmen et al. 2014; ATC 2011).
- L'augmentation anticipée de la fréquence et de l'intensité des feux de forêts ([chapitre 3.2.1](#)) risque de compromettre **la production de bois d'œuvre** et de **mettre en danger l'exploitation forestière ainsi que la sécurité des travailleurs** (Le Goff et al. 2009). Le risque d'incendies de forêt doit aussi être pris en considération pour déterminer les endroits où des pratiques de foresterie durable seront possibles (voir [annexe 14](#)).
  - ✦ Les changements climatiques ajoutent une **nouvelle dimension à la gestion des incendies**<sup>42</sup>, et exigent plus de ressources (temps, efforts) pour éteindre et gérer les feux de forêts (Bowland et Murphy 2010; Price et al. 2013).
- Les risques climatiques peuvent créer **des dangers et des coûts supplémentaires pour les**

<sup>40</sup> Comité d'experts sur l'aménagement écosystémique des forêts et les changements climatiques (CEAFFCC)

<sup>41</sup> Pour de plus amples renseignements, consulter le volume complet de la Revue canadienne de recherche forestière consacré à la forêt boréale du Québec : *Évaluation du potentiel biophysique pour un aménagement durable des forêts : le cas de la forêt boréale du Québec* (vol. 45, numéro 5) (Jobidon et Bergeron 2015).

<sup>42</sup> Une gestion durable réussie requiert des programmes de cartographie des incendies pour suivre l'activité des incendies, la surveillance des indicateurs de biodiversité et une analyse coût-bénéfice des interventions de gestion (*ibid.*). Il est recommandé que les stratégies de gestion des terres pour les zones forestières vulnérables aux incendies comprennent ces risques (MERN 2013). Il est important de prévoir où la charge combustible sera élevée en vue d'adapter les pratiques de gestion des incendies. Les ressources (personnel, matériel, etc.) doivent être redistribuées afin de maintenir des taux faibles de feux de friches (devraient s'intensifier au Canada) (Wotton et al. 2010). Le recours aux espèces décidues comme stratégie d'atténuation des risques d'incendie pourrait s'avérer efficace pour réduire la propagation du feu et accroître la sécurité publique (*ibid.*; Flannigan 2017). Les jeunes peuplements d'arbres réduisent sensiblement le taux de combustion d'environ 50 % (Erni et al. 2017).

**opérations forestières**, par exemple pour l'accès à la forêt. En Eeyou Istchee Baie-James, un pont coûteux construit par une compagnie forestière a été emporté en raison d'une fonte printanière très élevée, et les incendies de forêt peuvent bloquer les voies d'accès (SCI, comm. pers.).

Partout au Canada, les praticiens forestiers et les gouvernements sont plus sensibles au climat, et les pratiques actuelles reposent de plus en plus sur une approche adaptative plutôt que sur la gestion de crise (Lemmen et al. 2014). Selon le Conseil canadien des ministres des forêts, les changements climatiques sont l'une des deux priorités nationales de gestion durable des forêts (Lemmen et al. 2014). La *figure 8* présente les recherches récentes sur l'adaptation du secteur forestier.

### ADAPTATION DU SECTEUR FORESTIER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les effets des décisions d'aujourd'hui seront ressentis pendant plus de 100 ans en raison du temps de régénération des essences d'arbres. Vue l'incertitude sur l'évolution des écosystèmes forestiers, **les stratégies d'adaptation devraient mettre l'accent sur la préservation, la restauration et le renforcement de la capacité des écosystèmes à réagir aux facteurs de stress, en tenant compte des connaissances traditionnelles en foresterie** (CCEAEFCC 2017; Uprety et al. 2012). Cet objectif pourrait être atteint en analysant les facteurs de stress pour différentes composantes de l'écosystème, et en adaptant les pratiques d'aménagement du territoire (CCEAEFCC 2017). Le CCEAEFCC (2017) recommande d'intégrer **la vulnérabilité aux changements climatiques dans la planification de l'aménagement forestier** et de renforcer la surveillance des effets des changements climatiques sur les forêts. Selon C. Dymond (2017), la diversité des espèces réduit les effets des perturbations et augmente la productivité des zones tampons. Il est donc suggéré de pratiquer la diversification des plantations et d'encourager la récolte dans les régions favorisées par les changements climatiques (*ibid.*).

Furgal et Prowse (2008) donnent un aperçu des options stratégiques et opérationnelles d'adaptation aux changements climatiques (voir [annexe 15](#)), et l'évaluation climatique effectuée par la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada (Lemmen et al. 2014) traite de la vulnérabilité et de l'adaptation.

- Le **Groupe de travail sur les changements climatiques** (GTCC) développe plusieurs documents, outils et cadres de travail appropriés pour aider les aménagistes forestiers à aller de l'avant avec la planification de l'adaptation et à mener des évaluations de la vulnérabilité (Johnston et Gatin 2017). Disponibles en ligne : [www.ccmf.org/francais/coreproducts-cc.asp](http://www.ccmf.org/francais/coreproducts-cc.asp)
- La **Communauté de pratique de l'adaptation au changement climatique** (CdPACC) est une communauté interactive en ligne qui héberge un groupe dédié à la foresterie, appelé Communauté de pratique en adaptation forestière (CdPAF) qui offre un moyen de partager des pratiques exemplaires (*ibid.*)
- Les actions d'adaptation futures présentent des lacunes en matière de connaissances et empêchent encore des mesures, et ce, selon la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (Lemmen et al. 2014). Cela pourrait être un domaine d'études futures.

*Figure 8: Adaptation du secteur forestier en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques*

#### 4.2.4 TOURISME

Le tourisme de plein-air, d'aventure et culturel en Eeyou Istchee Baie-James compte sur les conditions météorologiques et la présence d'espèces emblématiques et de certaines plantes. Les changements climatiques peuvent avoir un effet positif ou négatif sur le tourisme. **À notre connaissance, il n'y a ni étude ni rapport disponible publiquement qui porte spécifiquement sur le tourisme et les changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James.** Par conséquent, les informations suivantes ont été extraites à partir d'autres études de cas, de rapports généraux, et de renseignements fournis par les intervenants locaux afin de dresser le tableau des effets possibles des changements climatiques.

- **Des températures plus élevées pourraient avoir une influence bénéfique sur les saisons touristiques et les activités récréatives estivales**, et être une source potentielle de revenus plus élevés (Lemmen et al. 2016), tandis que **les revenus provenant des activités d'hiver** (ski, motoneige et raquette) **pourraient subir les effets** de régimes climatiques imprévisibles, d'une neige plus molle, d'un englacement des lacs tardif, et de l'instabilité des glaces (voir [chapitre 2](#)).
- **La qualité de la pêche sportive** (brochet, doré, touladi, truite mouchetée), **de la chasse** (p. ex. caribou) **et de l'observation de la faune pourrait être touchée de manière négative ou positive** par

les changements induits par le climat quant à la répartition, l'abondance et la santé de la faune (ACPT, comm. pers.; Kovacs et Thistlethwaite 2014; [chapitres 3.1.4](#) et [3.2.2](#)). Une baisse de l'abondance et de la qualité du gibier peut mettre plus de pression sur les personnes pratiquant la récolte de subsistance (chapitre 1.4) et accroître la concurrence avec les chasseurs sportifs. En fait, en raison de la diminution du nombre de caribous migrateurs, un moratoire sera en vigueur le 1<sup>er</sup> février 2018 pour la chasse sportive du caribou.

- **L'infrastructure touristique** (p. ex., quais, propriétés côtières, pourvoyeurs et camps de chasse et pêche) dans toute la région ([annexe 1](#)) **et les sites culturels pourraient être endommagés par des phénomènes météorologiques plus extrêmes** ([chapitre 2.2](#)) en plus de **poser des problèmes de sécurité** (p. ex. évacuation, approvisionnement en énergie) Lemmen et al. 2016; Savard 2016).
- **L'économie culturelle**, c'est-à-dire l'art et l'artisanat cris et le mode de vie des Cris, peut être affectée si certains matériaux provenant du milieu naturel ne sont plus disponibles, les compétences artisanales ne sont pas transférées, et le transfert intergénérationnel des connaissances des aînés aux jeunes diminue (Vision des Cris quant au Plan Nord 2011; ACPT, comm. pers.).
- L'ACPT évalue actuellement le **potentiel touristique d'excursions en bateau pour observer les ours blancs** aux îles North Twin et South Twin, 60km au large de Wemindji (Hossein 2017). En plus de mieux comprendre le comportement de l'ours en réponse à une plus grande présence humaine ou la capacité de Wemindji d'accueillir une affluence de touristes, il sera important de connaître les conditions météorologiques (p. ex., phénomènes météorologiques extrêmes, vagues fortes, courants marins, conditions météorologiques imprévisibles etc.) ([chapitre 2](#)) et les effets des changements climatiques sur ces conditions afin de garantir la sécurité des déplacements des touristes par bateau, et la faisabilité et la viabilité économique d'un tel projet (Hossein 2017; Tyrrell 2006; ACPT, comm. pers.).

La *figure 9* présente quelques observations sur l'adaptation du secteur touristique en Eeyou Istchee Baie-James.

### ADAPTATION DU SECTEUR TOURISTIQUE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En réponse aux changements climatiques, le secteur du tourisme au Canada a mis en place diverses stratégies d'adaptation ponctuelles, notamment la fabrication de neige, la climatisation de l'air, la communication par caméra Web, l'aménagement forestier anti-feu, et la diversification des entreprises saisonnières. Toutefois, les intervenants dans le secteur n'ont pas évalué la viabilité financière et environnementale à long terme de leurs pratiques, ni étudié dans quelle mesure les pratiques d'adaptation actuelles seront suffisantes dans l'avenir. En général, on ne perçoit pas les changements climatiques comme un grand danger, et même si des mesures d'adaptation sont mises en place, elles passent souvent sous silence pour des raisons stratégiques. Néanmoins, Parcs Canada, l'Association de l'industrie du tourisme de la Colombie-Britannique et certains organismes des parcs provinciaux ont adopté une approche très proactive dans leur planification qui tient compte du climat, et ils pourraient aider le secteur du tourisme de plein-air en Eeyou Istchee Baie James à s'adapter (Kovacs et Thistlethwaite 2014).

- **Étant donné que la région d'Eeyou Istchee Baie-James peut, à la fois, subir et bénéficier des effets des changements climatiques, il serait important de saisir les occasions futures tout en se préparant à d'éventuelles pertes.**
- **L'ACPT suggère que les activités prévues de tourisme côtier** (p. ex., croisières) **et les pourvoyeurs de la région tiennent compte des risques climatiques en matière de revenus et de sécurité civile**, tels que tendances météorologiques imprévisibles, événements extrêmes, changements dans la disponibilité et la quantité de certaines espèces importantes pour la pêche sportive et la chasse (comm. pers.).
- Avoir plus d'informations sur les effets climatiques et le rapport coût-efficacité des stratégies d'adaptation pour les exploitants d'entreprises touristiques sont des pistes de recherche prometteuses.

*Figure 9: Adaptation du secteur touristique en Eeyou Istchee Baie-James aux changements climatiques*

En matière de développement économique et industriel, il faut comprendre les vulnérabilités des secteurs de l'exploitation minière, de la foresterie, de l'hydroélectricité et du tourisme, car il y a, à l'échelle locale, un manque d'études de cas et de cartes des risques pour l'aménagement et le développement du territoire (effets cumulatifs). Les risques climatiques devraient faire partie de la planification à moyen et à long terme, car ils peuvent avoir des effets importants sur l'environnement, les opérations, l'infrastructure et la sécurité civile. Il faudra utiliser des données climatiques à jour et anticiper les risques sur le cycle de vie des installations et des opérations. Les nouvelles données climatiques devraient être communiquées d'une façon conviviale, collaborative et pratique afin que les intervenants puissent mieux apprécier les risques pour leur secteur et adapter les activités en conséquence.

## **CHAPITRE V - ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

---

Les politiques climatiques internationales ont porté surtout sur la réduction des émissions de GES afin d'éviter des changements climatiques dramatiques et l'atteinte d'un point de non-retour (Ford 2012). Pourtant, les mesures d'adaptation proactives sont nécessaires, car le réchauffement climatique est inévitable, et comportera d'importantes répercussions socio-économiques et environnementales. Selon Ford (2012), l'adaptation est un aspect crucial d'une politique climatique, de l'échelle locale à l'échelle internationale. L'adaptation permet aux populations de préserver leur culture, de faire valoir leurs moyens de subsistance et de renforcer la santé et le développement économique.

### **5.1 PRÉPARATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION**

À l'échelle internationale, l'Accord de Paris (2016) vise à limiter la hausse des températures à l'échelle mondiale à moins de 2°C et à renforcer la capacité de 160 pays à s'adapter aux effets des changements climatiques (GIEC 2014). À l'échelle nationale, de nombreux gouvernements ont élaboré des plans d'adaptation aux changements climatiques au cours des dernières années, et des initiatives d'adaptation sectorielle ont été mises en place (Ford 2012; GIEC 2014; Ouranos, 2015). Récemment, le Canada a publié le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques (2016). Cette stratégie reconnaît la vulnérabilité particulière et les droits des peuples autochtones et s'appuie sur les connaissances traditionnelles pour la prise de décisions. Il y a également plusieurs autres mécanismes tels que la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques (RNCan) et divers programmes fédéraux qui soutiennent la recherche et les échanges sur l'adaptation aux changements climatiques (p. ex. ECCC, Santé Canada, AADNC). À l'échelle provinciale, le Québec a sa propre stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour la période de 2013 à 2020 afin de réduire les émissions et améliorer la résilience pour le bien général de la société québécoise.

#### **5.1.1 VULNERABILITES ET CONNAISSANCES TRADITIONNELLES**

Les peuples autochtones sont souvent décrits comme des « victimes impuissantes des changements climatiques » (Ford 2012). Mais, cela sous-estime leur capacité de s'adapter et d'utiliser les systèmes de

savoir traditionnel à des fins d'adaptation. Voici ce qu'a déclaré un aîné de Weenusk, dans l'ouest de la Baie-James : « *Les Cris ont toujours su s'adapter et ils continueront toujours à le faire. Comme toutes les autres espèces qu'on retrouve dans la nature. Certaines migrent. D'autres restent et s'adaptent* » (Lemelin et al. 2010:8). Depuis des générations, les peuples autochtones se sont adaptés aux changements naturels et cycliques qui se produisent dans l'environnement, mais des changements inattendus et brusques peuvent être problématiques (Larivière 2011).

Presque tout le monde parle cri à Eeyou Istchee Baie-James, et la continuité culturelle et la préservation des activités traditionnelles sont encouragées de multiples façons, par exemple par le biais de programmes culturels particuliers organisés à l'échelle de la communauté, ou des très populaires fêtes et congés tels que le congé de chasse à l'oie et la cérémonie des premiers pas. Néanmoins, les Cris, ainsi que d'autres communautés autochtones, ont des défis communs à relever en ce qui a trait à la continuité culturelle et au transfert de connaissances pour essayer de préserver les activités culturelles et la langue dans un monde qui change rapidement et qui est de plus en plus moderne (Vision des Cris quant au Plan Nord 2011). Selon le milieu de la recherche, la préservation et la transmission de connaissances traditionnelles à la prochaine génération est un élément clé de la réussite de l'adaptation à long terme parce qu'elles peuvent réduire la vulnérabilité aux changements climatiques (Ford 2012). Plusieurs études de cas ont également montré que le fait de lier les connaissances locales à des observations scientifiques améliore la pertinence des mesures d'adaptation (Ouranos 2015).

Lorsque l'on entreprend l'adaptation aux changements climatiques, il est important de **déterminer la nature et l'ampleur de la vulnérabilité<sup>43</sup> d'une population exposée aux changements climatiques** afin de trouver les mesures d'adaptation les plus efficaces qui sont également culturellement appropriées (Sylvänen 2011; Downing et Cuerrier 2011). Par exemple, une mesure d'adaptation appropriée pour les communautés de l'intérieur d'Eeyou Istchee Baie-James peut être inutile pour les communautés côtières ou vice versa. Une mesure adéquate pour une communauté ou un groupe de personnes (p. ex., personnes âgées, enfants, chasseurs) pourrait être inadéquate pour une autre communauté ou un autre groupe, car les vulnérabilités ne sont pas les mêmes.

### 5.1.2 UN PROCESSUS D'ADAPTATION PARTICIPATIF ET FLEXIBLE

Selon Pearce et al. (2012), la participation de la communauté est essentielle au cours de la recherche, la planification et l'application en matière d'adaptation afin de saisir toute la portée de ce à quoi la communauté doit s'adapter. Selon les expériences accumulées dans l'Arctique canadien, la recherche axée sur la communauté, la surveillance communautaire ou les pratiques de cogestion peuvent être difficiles par moments, mais semblent être des moyens qui favorisent les échanges entre les communautés ayant divers systèmes de connaissances, ainsi que la reconnaissance et la valeur des connaissances traditionnelles (AACA 2015; AIEI 2017; Symposium Ouranos 2017 - Session sur les environnements nordiques).

Les initiatives, stratégies ou plans d'adaptation devraient être considérés comme des « documents évolutifs » et dynamiques qui doivent être systématiquement mis à jour et réévalués (Pearce et al. 2009b; Pearce et al. 2012). La planification de l'adaptation devrait être considérée comme le « **début d'un dialogue pratique et continu qui façonnera les mesures à travers le temps** » en vue de « **mettre en place un cadre pour intégrer et répondre aux nouvelles données évolutives** », et non la création

---

<sup>43</sup> La vulnérabilité comprend une variété de concepts, dont la sensibilité ou la prédisposition aux dommages et le manque de moyens de faire face et de s'adapter à quelque chose.

d'une base de connaissances statiques (*ibid.*). L'adaptation devrait être un **processus d'apprentissage continu qui est souple et modifiable, et la mise en place des mesures d'adaptation et l'évolution des risques climatiques doivent être évalués et faire l'objet d'un suivi** (Ouranos 2015; Ouranos 2010). L'adaptation exige **des stratégies d'adaptation** tant à **court terme** (c.-à-d. changer les espèces ou modifier le moment et le lieu de la chasse) et à **long terme** (c.-à-d. modifier les pratiques culturelles) (Berkes et Jolly 2002).

Selon Ouranos (2015), **l'adaptation peut prendre diverses formes**, telles qu'une adaptation physique et structurelle s'appuyant sur des innovations en génie et en technologie. Elle peut également se réaliser à la suite d'initiatives institutionnelles, telles que guides, règlements, outils économiques et financiers et plans d'adaptation gouvernementaux. Le troisième type d'adaptation comprend le recours à des outils de communication et au partage de connaissances.

### 5.1.3 INITIATIVES ACTUELLES D'ADAPTATION EN EYYOU ISTCHEE BAIE JAMES

L'état des connaissances relatives aux changements climatiques et à l'adaptation indique que Eeyou Istchee Baie-James se situe dans les premières étapes du processus d'adaptation (Figure 10- 1,2,3).

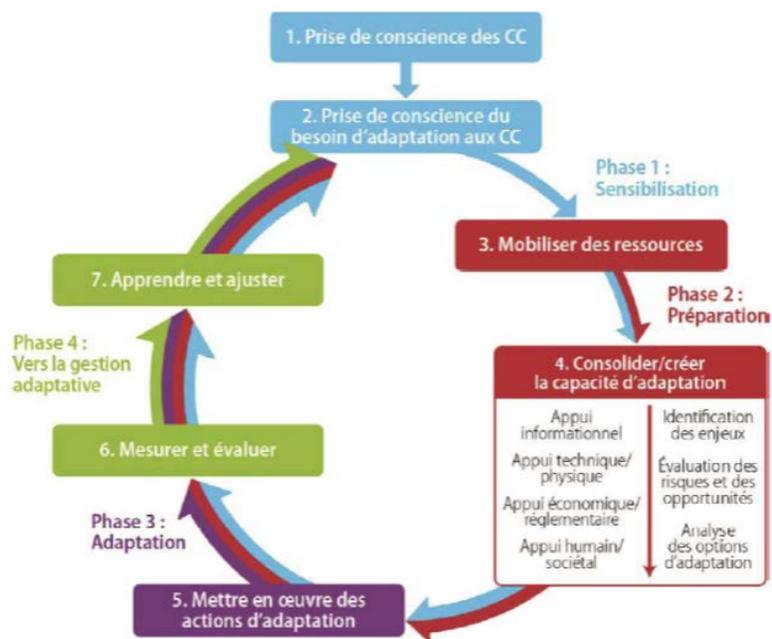


Figure 10: Phases et étapes du processus d'adaptation ©Eyzaguirre et Warren, 2014

En ce moment, il est possible d'observer une prise de conscience des effets des changements climatiques et des besoins d'adaptation, mais les organisations régionales peuvent avoir besoin de plus de renseignements et de soutien (p. ex., ressources stratégiques, techniques, financières, humaines) pour mettre en œuvre les mesures stratégiques ciblées. Jusqu'à présent, il y a très peu d'initiatives concernant l'infrastructure, l'industrie, la gestion de l'écosystème et la récolte de subsistance, outre celles déjà décrites dans les chapitres précédents (Figures 1, 5-9). Cela peut s'expliquer par un manque de renseignements accessibles, ou parce que la question des changements climatiques n'est pas encore une priorité. **Plusieurs mesures de surveillance et d'adaptation ont été mises en place à Mistissini, à Whapmagoostui et à Waskaganish (annexe 16)**, surtout en lien avec les conditions de glace et les mesures de sécurité, mais aussi avec la température de l'eau et l'accès au territoire. Ces mesures sont, pour la plupart, spontanées et locales et ne comprennent aucune collecte systématique de données

(ATC 2011).

En règle générale, **des initiatives d'adaptation proactives sont rares ou les mesures ne sont pas documentées par écrit**. Les mesures d'adaptation communautaires, telles que les annonces à la radio pour informer les gens des conditions de glace non sécuritaires (Whapmagoostui), la surveillance des glaces par les pompiers après la prise des glaces (Mistissini), et le tracé d'un chemin de glace sécuritaire par le Service de police et de la sécurité (Whapmagoostui), sont prises de manière ponctuelle (ATC 2011). En outre, les jeunes chasseurs utilisent leurs cellulaires pour communiquer et pour connaître les prévisions météo (Larivière 2011). L'ATC a lancé un appel à l'action en 2011 pour demander de nouveaux programmes de sensibilisation à la sécurité afin d'éviter les accidents sur la glace, surtout au printemps (Royer et al. 2013). La Nation crie de Wemindji élabore présentement, dans le cadre du « Wemindji Protected Areas Partnership », une stratégie de conservation afin d'établir un réseau interconnecté d'aires protégées, de protéger la faune, d'assurer la sécurité alimentaire et de s'assurer que les valeurs des Cris sont pris en compte dans la planification de la conservation. Un objectif clef de cette stratégie est de créer de la résilience aux changements climatiques, par exemple en créant des zones-tampon pour amortir les perturbations et accueillir les changements en matière de faune (GNC 2015a).

Le gouvernement de la Nation crie participe également à l'initiative interrégionale de surveillance des caribous, soit la **Table ronde autochtone sur le caribou de la péninsule d'Ungava**, avec les Inuits du Nunavik et du Nunatsiavut, le Conseil communautaire NunatuKavut, la Nation Naskapi de Kawawachikamach, et les communautés innues au Québec et au Labrador.

La figure 11 présente les stratégies d'adaptation aux changements futurs qui ont été recueillis au cours des ateliers sur les changements climatiques réalisés par l'ATC.

### MESURES PROPOSÉES CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES (ATC 2011)

Les propositions relatives aux adaptations aux changements climatiques élaborées par les participants de Mistissini, Whapmagoostui et Waskaganish lors d'ateliers organisés par l'ATC comprenaient trois grandes mesures.

- ✚ **Créer des comités locaux sur les changements climatiques** en fonction des structures déjà existantes lorsque possible. Fonctions principales : maintenir la sensibilisation générale à l'égard des changements climatiques, réseauter avec d'autres communautés autochtones, tenir une consultation communautaire annuelle sur l'état de l'environnement et informer le public de la recherche scientifique en cours, ainsi qu'identifier des sources de financement et des partenariats pour mettre en place les activités nécessaires.
- ✚ **Surveiller les changements climatiques** afin de mieux comprendre leur évolution, et ce, en collaboration avec des centres de recherche. Cela offrira des possibilités de formation aux jeunes chercheurs cris en plus de faire participer activement les jeunes comme chercheurs de la communauté. Activités de surveillance suggérées : recueillir des données sur les glaces et les conditions météorologiques; surveiller les principales routes de glace et mettre en œuvre un système d'avertissement; surveiller les activités des ours polaires autour des communautés; surveiller l'habitat et la faune; effectuer une évaluation de la vulnérabilité des espèces préoccupantes. Certains changements pourraient être surveillés sans matériel technique, comme les signaux saisonniers.
- ✚ **Établir des programmes de sensibilisation et de sécurité** qui peuvent même être inclus dans le programme d'études, par exemple les camps de survie hivernale. Il a été suggéré d'examiner les plans des mesures d'urgence existantes et d'y ajouter de l'équipement de sécurité, installer des systèmes de prévision météorologique avancée pour les événements extrêmes et accroître les échanges communautaires pour le partage de la nourriture traditionnelle et le maintien de la sécurité alimentaire.

Figure 11: Mesures proposées contre les changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James

Trois projets de plans d'action pour lutter contre les changements climatiques ont également été élaborés pour Mistissini, Waskaganish et Whapmagoostui (voir [annexes 17, 18, et 19](#)). Toutefois, les plans d'action n'ont pu être mis en place à la suite des ateliers en raison d'un manque de financement et de personnel (ATC, comm. pers.). Néanmoins, ces plans d'action et les solutions déjà identifiées pour lutter contre des enjeux des changements climatiques pourraient être mis en œuvre si le financement et les ressources sont assurés. Nous comprenons que ces actions reflètent toujours les priorités des communautés. Les chasseurs et les trappeurs n'ont pas utilisé l'outil de surveillance des changements climatiques **GeoPortal**, développé par l'ATC, depuis 2011, probablement en raison d'un manque de promotion et d'autres limitations (ATC, comm. pers.). Ces exemples indiquent que la **surveillance et le contrôle du rendement ainsi que la stabilité financière et le financement continu sont essentiels pour garantir l'efficacité de l'adaptation aux changements climatiques**. L'expérience tirée d'autres programmes d'adaptation communautaires au Nunavik a donné des résultats similaires.

Premièrement, sensibiliser les intervenants des domaines de l'infrastructure, du développement économique, de la gestion des ressources naturelles, de la conservation de la biodiversité, de la santé et de la culture peut renforcer la mobilisation générale sur les risques climatiques, et sur la conservation et la protection de l'environnement. Des consultations auprès d'organisations régionales, d'intervenants, d'organismes gouvernementaux, de l'industrie, des chercheurs et des utilisateurs peuvent servir à signaler de nouveaux enjeux urgents relatifs aux changements climatiques propres à la région. Deuxièmement, créer des liens entre les systèmes de connaissances, les besoins locaux et la mise en œuvre de l'adaptation est un défi de taille qui peut être réalisé avec des connaissances scientifiques solides, une valorisation des connaissances traditionnelles et des collaborations et partenariats fructueux avec la région et les communautés. Intégrer l'adaptation dans les politiques et la prise de décisions, par exemple dans des documents stratégiques tels que les plans d'aménagement du territoire, peut fournir un cadre d'action utile. Troisièmement, vu les importants défis posés par les changements climatiques, les organismes de recherche actifs et les gouvernements doivent mieux coordonner les efforts de recherche pour appuyer les autorités qui supervisent le développement et la protection du territoire.

#### 5.1.4 APPRENDRE D'AUTRES COMMUNAUTÉS AUTOCHTONES

Certaines communautés autochtones au Canada ont mis en œuvre des stratégies d'adaptation très prometteuses. On trouve des projets dans divers domaines. Les exemples suivants pourraient servir d'inspiration, et leurs progrès et résultats jetteront un éclairage sur la façon d'affronter les facteurs et les obstacles dans le but de faire progresser les mesures d'adaptation en Eeyou Istchee Baie-James.

- La surveillance des glaces : *SmartICE* est un projet de surveillance des glaces en temps réel au Labrador. <http://smartice.org/>
- La sécurité alimentaire : serre communautaire : <http://inuivikgreenhouse.com/>; Projet *Avativut* sur la productivité des petits fruits: [http://www.cen.ulaval.ca/avativut/fr\\_accueil.aspx](http://www.cen.ulaval.ca/avativut/fr_accueil.aspx); *Kuglutuk Berry Monitoring Project*: <http://www.arcticcbm.org/index.html#eyJ0ljoieCIsImkiOiIxZGY4Mjg0MWQzZWm5MmYwY2Y2OTQzZTE1NTY1MjRjZiJ9>. L' *Arctic Institute of Community-Based Research* a plusieurs projets sur la sécurité alimentaire.
- Infrastructures : Le Nain Research Centre a une initiative multidisciplinaire appelée *Sustainable*

*Communities* <http://nainresearchcentre.com/the-sustainable-communities-initiative/> qui met l'accent sur le logement, les infrastructures et le développement communautaire; la sécurité énergétique et la sécurité alimentaire dans le contexte des changements climatiques et d'une croissance rapide de la population. L'Administration régionale Kativik a rédigé un guide sur l'adaptation aux changements climatiques et les pratiques municipales. La communauté d'Akwesasne s'active à adapter le protocole du CVIIP (Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques) à la réalité des Premières Nations quant à la gestion de l'eau.

- Espèces : La *Community Youth Researcher Survey on Polar Bear and Caribou* à Fort Severn, en Ontario. <http://www.climate-telling.info/fort-severn.html> ou la [Arctic Borderlands Ecological Knowledge Coop](#) s'affairent à surveiller les caribous dans les Territoires du Nord-Ouest, au Yukon et en Alaska.
- Connaissances traditionnelles : le projet primé SIKU pour mettre sur pied un wiki sur les archives sur les connaissances des Inuits. <https://arcticeider.com/siku-help>



**Tableau 10: État des connaissances sur les changements climatiques en Eeyou Istchee Baie-James, lacunes de la recherche et recommandations**

Thème	État des connaissances		Recommandations
	Rapport 2017	Rapport 2007	
<i>Culture et identité</i> <i>Santé physique et mentale</i> <i>Sécurité alimentaire et subsistance</i>	✓ ✓ ✓	✗ ✗ ✗	Étudier les liens sociaux aux changements climatiques. Rechercher et analyser la relation complexe entre changements climatiques et sécurité alimentaire, accès au territoire et santé en adoptant une approche holistique. Par exemple, créer des programmes de résilience à court et long terme et encourager la santé émotionnelle et le bien-être.
<i>Température de l'air</i> <i>Précipitation</i> <i>Neige</i> <i>Vents</i> <i>Glace de lac et de mer</i> <i>Température de mer de surface</i> <i>Salinité de mer de surface</i> <i>Débit fluvial</i>	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✗ ✗ ✗ ✗ ✓	Acquérir des données et suivre les changements dans le système climatique. Mener des études détaillées locales de plusieurs paramètres climatiques en se basant sur le savoir traditionnel et les méthodes scientifiques pour établir un meilleur climat de référence et des données de base plus fiables. Par exemple, faire des recherches sur les mécanismes et dynamiques des lacs, tendances de la neige, fréquence et intensité des événements climatiques extrêmes, débit des rivières, interaction entre systèmes marins et d'eau douce, dynamiques des océans et cartographie bathymétrique.
<i>Écosystèmes aquatiques</i> <i>Écosystèmes terrestres</i> <i>Faune et flore</i>	✓ ✓ ✓	✗ ✓ ✓	Acquérir des données et surveiller les espèces prioritaires. Réaliser des évaluations des vulnérabilités. Étudier les interactions entre différents écosystèmes et les dynamiques fauniques. Examiner la réponse aux changements climatiques d'espèces iconiques, particulièrement celles récoltées par les Cris et importantes pour l'économie locale (p. ex. plantes médicinales, corégone, oiseaux marins, etc.). Étudier la réponse des milieux humides (p. ex. précipitation, niveau d'humidité au sol), marins (p. ex. production primaire), systèmes côtiers et d'eau douce aux changements climatiques, surveiller les éruptions et invasions d'insectes, mieux comprendre la fréquence et l'intensité des feux et leurs répercussions sur la gestion de la forêt. Développer une stratégie efficace face aux changements climatiques pour la conservation de la biodiversité.
<i>Infrastructure existance</i>	✓	✗	Évaluer les vulnérabilités, risques et coûts associés avec l'entretien, l'investissement et le remplacement des atouts. Promouvoir les normes favorisant la résilience au climat, designs et codes de bâtiments ainsi que planification des atouts en fonction du climat dans des campagnes de sensibilisation et formation professionnelle afin qu'ils soient intégrés par les intervenants locaux en prévision des conditions climatiques futures.
<i>Développement économique et industriel</i>	✓	✗	Évaluer les vulnérabilités et intégrer les risques climatiques dans la planification à moyen et long terme. Utiliser des projections climatiques régionales et anticiper les risques sur le cycle de vie des installations et opérations. Communiquer les nouvelles informations climatiques de manière simple, collaborative et pratique.
<i>Adaptation</i>	✓	✗	Sensibiliser et collaborer. Tenir des consultations avec les intervenants clés. Créer des liens entre les systèmes de connaissance, besoins locaux et mise en œuvre de l'adaptation. Intégrer l'adaptation dans les politiques et la prise de décision. Mieux coordonner les efforts de recherche multiniveaux. Combiner les résultats de la recherche scientifique et le savoir cri et s'assurer qu'il y a un transfert des connaissances. Construire à partir des connaissances existantes sur l'adaptation.
<p>Le tableau présente l'état des connaissances et l'étendue des informations (scientifiques et observations locales) réunies pour ce rapport en comparaison avec le rapport du CCEBJ de 2007. Il souligne également les recommandations identifiées pour chaque chapitre dans le rapport le plus récent. <b>Croix rouge</b> : pas d'information. Les crochets indiquent le niveau d'information ou de recherche pour Eeyou Istchee Baie-James. <b>Noir</b> : très limité. <b>Orange</b> : moyen. <b>Vert</b> : bon.</p>			

Pour saisir les changements, atténuer les effets et s'adapter adéquatement, les études futures pourraient porter sur les lacunes en matière de recherche et sur les recommandations formulées dans ce rapport et qui sont résumées dans *le tableau 10*. Toutefois, des consultations locales et régionales devraient être menées pour déterminer les sujets qui sont pertinents, et pour aider les communautés à aller de l'avant et à mieux se préparer pour l'avenir. La recherche doit adopter une approche globale et multidisciplinaire et devrait être réalisée par ou en collaboration avec les parties prenantes locales, tout en cherchant à mobiliser et à former les jeunes cris. Des études menées au Nunavik et au Nunatsiavut (Allard et Lemay 2013) ainsi que plusieurs études en cours (p. ex. le rapport IRIS 3 d'ArcticNet; des consultations publiques dans la région marine d'Eeyou) peuvent être de bonnes sources d'information et d'orientations de la recherche. Peut-être que les outils existants, tels que GeoPortal ou les stratégies appliquées à l'échelle de la communauté (p. ex. programmes de sensibilisation et de sécurité), ont simplement besoin d'être encouragés, appuyés davantage ou adaptés afin de favoriser une utilisation généralisée en Eeyou Istchee Baie-James.

La recherche et les mesures d'adaptation en matière de changements climatiques peuvent être intégrées aux pratiques, mais il est important pour les décideurs à tous les niveaux de reconnaître les enjeux et les nombreux défis connexes quant au mode de vie des Cris et leur pérennité. Intégrer les changements climatiques dans des cadres tels que les plans d'aménagement du territoire, les plans de gestion des ressources ou l'orientation de la recherche aidera la coordination des efforts d'adaptation. Le travail en étroite collaboration entre les intervenants, à divers paliers, (p. ex., autorités régionales, chercheurs, organisations locales) encourage la participation dans le processus d'adaptation, et peut aussi faciliter la mise en œuvre de mesures. Les exemples fournis dans le présent document indiquent que la surveillance et le contrôle du rendement ainsi que la stabilité financière et le financement continu sont essentiels pour garantir l'efficacité de l'adaptation aux changements climatiques. Enfin, de nouvelles informations provenant de la climatologie et de la science de l'adaptation devraient être communiquées d'une manière conviviale aux publics cibles.

# RÉFÉRENCES

---

- Acclimatise. (2010). *Building Business Resilience to Inevitable Climate Change*. Carbon Disclosure Project Report. Global Mining. Oxford.
- Adelson, N. (1998). Health beliefs and the politics of Cree well-being. *Health*, 2(1), 5-22. doi:10.1177/136345939800200101
- Albrecht, G., Sartore, G. M., Connor, L., Higginbotham, N., Freeman, S., Kelly, B., Pollard, G. (2007). Solastalgia: the distress caused by environmental change. *Australas Psychiatry*, 15 Suppl 1, S95-98. doi:10.1080/10398560701701288
- Alexander, C., Bynum, N., Johnson, E., King, U., Mustonen, T., Neofotis, P., Weeks, B. (2011). Linking Indigenous and Scientific Knowledge of Climate Change. *BioScience*, 61(6), 477-484. doi:10.1525/bio.2011.61.6.10
- Allard, M., & Lemay, M. (2013). *Le Nunavik et le Nunatsiavut: de la science aux politiques publiques: une étude intégrée d'impact régional des changements climatiques et de la modernisation: ArcticNet*.
- Ancil, M. (2008). Survey Highlights. *Nunavik Health Survey 2004, Qanuippitaa? How are we?* Quebec: Institut national de la santé publique du Québec & Nunavik Regional Board of Health and Social Services.
- Andrey, J., Kertland, P., & Warren, F. J. (2014). Water and Transportation Infrastructure. In F. J. Warren & D. S. Lemmen (Eds.), *Canada in a Changing Climate: Sector Perspectives on Impacts and Adaptation* (pp. 233-252). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Arrigo, K. R., & van Dijken, G. L. (2015). Continued increases in Arctic Ocean primary production. *Progress in Oceanography*, 136, 60-70. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2015.05.002>
- Asselin, H. 2015. Indigenous forest knowledge. Pages 586-596 in K. Peh, R. Corlett & Y. Bergeron (Eds.), *Routledge Handbook of Forest Ecology*. New York: Earthscan, Routledge.
- Auzel, P., Gaonac'h, H., Poisson, F., Siron, R., Calmé, S., Belanger, M., Larocque, A. (2012). *Impacts des changements climatiques sur la biodiversité du Québec : Résumé de la revue de littérature*: CSBQ, MDDEP, Ouranos.
- Barber, D. G., Asplin, M. G., Papakyriakou, T. N., Miller, L., Else, B. G. T., Iacozza, J., Wang, F. (2012). Consequences of change and variability in sea ice on marine ecosystem and biogeochemical processes during the 2007–2008 Canadian International Polar Year program. *Climatic Change*, 115(1), 135-159. doi:10.1007/s10584-012-0482-9
- Basso, K. (1996). *Wisdom sits in places: Landscape and Language among the Western Apache*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Beguín, J., McIntire, E. J. B., Fortin, D., Cumming, S. G., Raulier, F., Racine, P., & Dussault, C. (2013). Explaining Geographic Gradients in Winter Selection of Landscapes by Boreal Caribou with Implications under Global Changes in Eastern Canada. *PLOS ONE*, 8(10), e78510. doi:10.1371/journal.pone.0078510
- Bélanger, C., Huard, D., Gratton, Y., Jeong, D. I., St-Hilaire, A., Auclair, J.-C. and Laurion, I. (2013). Impacts des changements climatiques sur l'habitat des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec. Montréal: Ouranos, 168p.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters*, 15(4), 365-377. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x
- Berkes, F., & Jolly, D. (2002). Adapting to climate change: social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community. *Conservation ecology*, 5(2), 18.
- Berkes, F., & Mackenzie, M. (1978). Cree Fish Names from Eastern James Bay, Quebec. 1978, 31(4), 7. doi:10.14430/arctic2675
- Bernier, P., and Schoene, D. (2009): ; , v. 60, no., p. 5-11. (2009). Adapting forests and their management to climate change: An overview. *Unasylva*, 60(231/232).
- Berry, H. L., Butler, J. R. A., Burgess, C. P., King, U. G., Tsey, K., Cadet-James, Y. L., Raphael, B. (2010a). Mind, body, spirit: co-benefits for mental health from climate change adaptation and caring for country in remote Aboriginal Australian communities. *New South Wales Public Health Bulletin*, 21(6), 139-145. doi:<https://doi.org/10.1071/NB10030>
- Berry, H. L., Bowen, K., & Kjellstrom, T. (2010b). Climate change and mental health: a causal pathways framework. *International Journal of Public Health*, 55(2), 123-132. doi:10.1007/s00038-009-0112-0
- Berry, P., Clarke, K., Fleury, M. D., & Parker, S. (2014). Human Health. In F. J. Warren & D. S. Lemmen (Eds.), *Canada in a changing climate: Sector perspectives on impacts and adaptation* (pp. 191-232). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Berteaux, D., Blois, S. d., Angers, J.-F., Bonin, J., Casajus, N., Darveau, M., Vescovi, L. (2010). The CC-Bio Project: Studying the Effects of Climate Change on Quebec Biodiversity. *Diversity*, 2(11), 1181.
- Berteaux, D., Casajus, N., & de Blois, S. (2014). *Changements climatiques et biodiversité du Québec: vers un nouveau patrimoine naturel*. Québec: PUQ.
- Berteaux, D., Réale, D., McAdam, A. G., & Boutin, S. (2004). Keeping Pace with Fast Climate Change: Can Arctic Life Count on Evolution? *Integrative and Comparative Biology*, 44(2), 140-151. doi:10.1093/icb/44.2.140
- Boccanfuso, D., Savard, L., Goyette, J., Gosselin, V., & Tanekou Mangoua, C. (2014). *An impact analysis of climate change on the forestry industry in Quebec. A dynamic CGE model*. Groupe de recherche en économie et développement international, Université de Sherbrooke.
- Bouchard, F., Francus, P., Pienitz, R., Laurion, I., & Feyte, S. (2014). Subarctic Thermokarst Ponds: Investigating Recent Landscape Evolution and Sediment Dynamics in Thawed Permafrost of Northern Québec (Canada). *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 46(1), 251-271. doi:10.1657/1938-4246-46.1.251
- Boulanger, Y., Gauthier, S., Gray, D. R., Le Goff, H., Lefort, P., & Morissette, J. (2013). Fire regime zonation under current and future climate over eastern Canada. *Ecological Applications*, 23(4), 904-923.
- Bourque, A., & Simonet, G. (2008). Quebec. In D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix, & E. Bush (Eds.), *From impacts to adaptation: Canada in a changing climate 2007* (pp. 448). Ottawa, ON: Government of Canada, Ottawa.

- Bowman, D. M. J. S., & Murphy, B. P. (2010). Fire and biodiversity. In N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich (Eds.), *Conservation biology for all*. New York: Oxford University Press.
- Brand, U., Came, R. E., Affek, H., Azmy, K., Mooi, R., & Layton, K. (2014). Climate-forced change in Hudson Bay seawater composition and temperature, Arctic Canada. *Chemical Geology*, 388, 78-86. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.08.028>
- Braun, M., & Fournier, E. (2016). *Adaptation Case Studies in the Energy Sector – Overcoming Barriers to Adaptation*. Report presented to Climate Change Impacts and Adaptation Division, Natural Resources Canada, 114p.
- Breton, M.-P. (2017). Québec. In K. Palko & D. S. Lemmen (Eds.), *Climate risks and adaptation practices for the Canadian transportation sector 2016* (pp. 181-216). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Brisson, G., & Bouchard-Bastien, E. (2014). *Changements climatiques et santé en Eeyou Istchee dans le contexte des évaluations environnementales*: Institut national de santé publique du Québec.
- Brown, L. C., & Duguay, C. R. (2010). The response and role of ice cover in lake-climate interactions. *Progress in Physical Geography*, 34(5), 671-704. doi:10.1177/0309133310375653
- Brown, R., Barrette, C., Chaumont, D., Grenier, P., Frigon, A., Roy, R., & Savard, J.-P. (2014). *Climate observations and projections for the Eeyou marine region*. Paper presented at the Symposium on Science and Traditional Knowledge in the Eeyou Marine Region Montréal.
- Bussière, B., Demers, I., Charron, P., & Bossé, B. (2017). *Analyse de risques et de vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois*. Unité de recherche et de service en technologie minérale, UQAT. Rapport préparé pour le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 106 p. + app.
- Callaghan, T. V., Johansson, M., Brown, R. D., Groisman, P. Y., Labba, N., Radionov, V., Yang, D. (2011). The Changing Face of Arctic Snow Cover: A Synthesis of Observed and Projected Changes. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 40(sp1), 17-31. doi:10.1007/s13280-011-0212-y
- Campagna, S., Lévesque, B., Anassour-Laouan-Sidi, E., Côté, S., Serhir, B., Ward, B. J., Dewailly, É. (2011). Seroprevalence of 10 zoonotic infections in 2 Canadian Cree communities. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 70(2), 191-199. doi:<https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2011.01.009>
- Cavaliere, C. (2009). The Effects of Climate Change on Medicinal and Aromatic Plants. *HerbalGram*(81), 44-57.
- Cavaliere, D. J., & Parkinson, C. L. (2012). Arctic sea ice variability and trends, 1979-2010. *The Cryosphere*, 6(4), 881-889. doi:10.5194/tc-6-881-2012
- Charman, D. J., Beilman, D. W., Blaauw, M., Booth, R. K., Brewer, S., Chambers, F. M., Zhao, Y. (2013). Climate-related changes in peatland carbon accumulation during the last millennium. *Biogeosciences*, 10(2), 929-944. doi:10.5194/bg-10-929-2013
- Charron, I. (2015). *Élaboration du portrait climatique régional du Nunavik*. Ouranos, Montréal.
- Chen, I.-C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B., & Thomas, C. D. (2011). Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science*, 333(6045), 1024-1026. doi:10.1126/science.1206432
- Cheng, C. S. (2014). Evidence from the Historical Record to Support Projection of Future Wind Regimes: An Application to Canada. *Atmosphere-Ocean*, 52(3), 232-241. doi:10.1080/07055900.2014.902803
- Cheng, C. S., Lopes, E., Fu, C., & Huang, Z. (2014). Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions: Updated for Canada. *Journal of Climate*, 27(3), 1255-1270. doi:10.1175/jcli-d-13-00020.1
- Clavet-Gaumont, J., Huard, D., Frigon, A., Koenig, K., Slota, P., Rousseau, A., Larouche, B. (2017). Probable maximum flood in a changing climate: An overview for Canadian basins. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 13, 11-25. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.07.003>
- Clayton, S., Manning, C. M., Krygsman, K., & Speiser, M. (2017). *Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance*. Washington, D.C.: American Psychological Association, and ecoAmerica.
- Comité d'experts sur l'aménagement écosystémique des forêts et les changements. (2017). *L'aménagement écosystémique des forêts dans le contexte des changements climatiques – Rapport du comité d'experts*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Comte, L., Buisson, L., Daufresne, M., and Grenouillet, G. (2012). Climate-induced changes in the distribution of freshwater fish: observed and predicted trends. *Freshwater Biology*, 58: 625-639. doi:10.1111/fwb.12081
- Cooperative Freshwater Ecology Unit (2013). Second Progress Report – Aquatic Ecosystem Studies in the Hawley Lake / Sutton River area of the Hudson Bay Lowlands, 2009 – 2012. Available at: <http://www3.laurentian.ca/livingwithlakes/wp-content/uploads/2013/08/Hawley-L-Sutton-R-Progress-Rept-2013-final.pdf>.
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1-16. doi:10.1016/j.ecoser.2017.09.008
- Côté, C. (2014). Vers un Québec au climat transformé. *La Presse*.
- Council of Canadian Academies. (2014). *Aboriginal food security in Northern Canada: an assessment of the state of knowledge*. Council of Canadian Academies: Expert Panel on the State of Knowledge of Food Security in Northern Canada.
- Cree Nation Government. (2015a). *Cree regional conservation strategy*. 19pp.
- Cree Nation Government. (2015b). *Reflecting on the kind of development we need, and how we can achieve it*. Stronger Together Eeyou-Eenou Economic Development Conference. Mistissini.
- Cree Trappers Association. (2010). *Impacts and Adaptation Measures for the Hunters, Trappers and Communities of Eeyou Istchee: Mistissini Community Report*.
- Cree Trappers Association. (2010). *Impacts and Adaptation Measures for the Hunters, Trappers and Communities of Eeyou Istchee: Waskaganish Community Report*.

- Cree Trappers Association. (2010). *Impacts and Adaptation Measures for the Hunters, Trappers and Communities of Eeyou Istchee: Whapmagoostui Community Report*.
- Cree Trappers Association. (2011). *Climate change in Eeyou Istchee - Identification of impacts and adaptation measures for the Cree hunters, trappers and communities*. Canada.
- Cree Working Group on the Plan Nord. (2011). *Cree vision of Plan Nord*.
- Cuerrier, A., Turner, N., C Gomes, T., Garibaldi, A., & Downing, A. (2015). *Cultural Keystone Places: Conservation and Restoration in Cultural Landscapes* (Vol. 35).
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Edge, V. L., Landman, K., Houle, K., & Ford, J. D. (2011). The land enriches the soul: On climatic and environmental change, affect, and emotional health and well-being in Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Emotion, Space and Society*, 6, 14-24. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.emospa.2011.08.005>
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Ford, J. D., Landman, K., Houle, K., & Edge, V. L. (2012). "From this place and of this place:" climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada. *Soc Sci Med*, 75(3), 538-547. doi:10.1016/j.socscimed.2012.03.043
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Ford, J. D., Edge, V. L., Landman, K., Houle, K., Wolfrey, C. (2013). Climate change and mental health: an exploratory case study from Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Climatic Change*, 121(2), 255-270. doi:10.1007/s10584-013-0875-4
- de Blois, S., Boisvert-Marsh, L., Schmucki, R., Lovat, CA, Byun, C., Gomez-Garcia, P., Otfinowski, R., Groeneveld, E., & Lavoie, C. (2013). Outils pour évaluer les risques d'invasion biologique dans un contexte de changements climatiques. McGill University. Montréal, Québec. 80 p. + app.
- Delphi Group. (2014). *Climate Adaptation in the Canadian Mining Sector*. Report prepared for the Mining Association of Canada.
- Delphi Group. (2017). *Energy Sector Adaptation State of Play 2016 Report*. Ottawa. Report prepared for Natural Resources Canada, Climate Change Impacts and Adaptation Division.
- Déry, S. J., Hernández-Henríquez, M. A., Burford, J. E., & Wood, E. F. (2009). Observational evidence of an intensifying hydrological cycle in northern Canada. *Geophysical Research Letters*, 36(13). doi:10.1029/2009GL038852
- Déry, S. J., Mlynowski, T. J., Hernández-Henríquez, M. A., & Straneo, F. (2011). Interannual variability and interdecadal trends in Hudson Bay streamflow. *Journal of Marine Systems*, 88(3), 341-351. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2010.12.002>
- Déry, S. J., Stadyk, T. A., MacDonald, M. K., & Gauli-Sharma, B. (2016). Recent trends and variability in river discharge across northern Canada. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(12), 4801.
- Dewailly, E., Blanchet, C., Gingras, S., Lemieux, S., & Holub, B. J. (2002). Cardiovascular disease risk factors and n-3 fatty acid status in the adult population of James Bay Cree. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(1), 85-92.
- Diaconescu, E. (2017). *Développement de scénarios climatiques pour le Canada basés sur les simulations régionales CORDEX*. Presentation at the 7<sup>th</sup> Ouranos Symposium, Montréal, Canada.
- Downing, A., & Cuerrier, A. (2011). A synthesis of the impacts of climate change on the First Nations and Inuit of Canada. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 10(1), 57-70.
- Drever, C. R., Bergeron, Y., Drever, M. C., Flannigan, M., Logan, T., & Messier, C. (2009). Effects of climate on occurrence and size of large fires in a northern hardwood landscape: historical trends, forecasts, and implications for climate change in Témiscamingue, Québec. *Applied Vegetation Science*, 12(3), 261-272. doi:10.1111/j.1654-109X.2009.01035.x
- Drinkwater, K. F., Beaugrand, G., Kaeriyama, M., Kim, S., Ottersen, G., Perry, R. I., Takasuka, A. (2010). On the processes linking climate to ecosystem changes. *Journal of Marine Systems*, 79(3), 374-388. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.12.014>
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163-182. doi:10.1017/S1464793105006950
- Dudley, J. P., Hoberg, E. P., Jenkins, E. J., & Parkinson, A. J. (2015). Climate Change in the North American Arctic: A One Health Perspective. *EcoHealth*, 12(4), 713-725. doi:10.1007/s10393-015-1036-1
- Duerden, F., Pearce, T., Ford, J., & Pittman, J. (2014). *Case Studies Of Adaptation To Climate Change In The Yukon Mining Sector: From Planning And Operation To Remediation And Restoration*. Ottawa, Ontario: Report submitted to Climate Change Impacts and Adaptation Division, Natural Resources Canada.
- Duguay, C. R., Pultz, T. J., Lafleur, P. M., & Draï, D. (2002). RADARSAT backscatter characteristics of ice growing on shallow sub-Arctic lakes, Churchill, Manitoba, Canada. *Hydrological Processes*, 16(8), 1631-1644. doi:10.1002/hyp.1026
- Environment and Climate Change Canada (ECCC) (2013). Sea Ice Climatic Atlas for the Northern Canadian Waters 1981-2010. Retrieved from: <https://www.ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=En&n=4B35305B-1&offset=2&toc=show> (28/09/2017).
- Dymond, C. (2017). How might climate change affect forest growth and what can we do about it. Forestry Adaptation Community of Practice (FACoP) Webinar November 7, 2017.
- Erni, S. (2016). *Régulation des régimes de feux dans la forêt boréale de la Baie James, Québec*. (Ph.D.), Institut national de la recherche scientifique, Québec.
- Erni, S., Arseneault, D., Parisien, M.-A., & Bégin, Y. (2017). Spatial and temporal dimensions of fire activity in the fire-prone eastern Canadian taiga. *Global Change Biology*, 23(3), 1152-1166. doi:10.1111/gcb.13461
- Ernst & Young. (2015). *Economic impacts of a changing climate on mine sites in Canada: Assessing proactive adaptation investments against estimated relative costs*: Report prepared for Natural Resources Canada and the Adaptation Platform Mining Working Group.
- Estilow, T. W., Young, A. H., & Robinson, D. A. (2015). A long-term Northern Hemisphere snow cover extent data record for climate studies and monitoring. *Earth Syst. Sci. Data*, 7(1), 137-142. doi:10.5194/essd-7-137-2015

- Ettenger, K. (2012). "Aapuupayuu (the Weather Warms Up): Climate Change and the Eeyouch (Cree) of Northern Quebec. In D. Taylor, D. Brokensha, & P. Castro (Eds.), *Climate Change and Threatened Communities: Vulnerability, Capacity, and Action*. UK: Practical Action.
- Eyzaguirre, J., & Warren, F. J. (2014). Adaptation: Linking Research and Practice. In F. J. Warren & D. S. Lemmen (Eds.), *Canada in a Changing Climate: Sector Perspectives on Impacts and Adaptation* (pp. 253-286). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Faille, G., Dussault, C., Ouellet, J.-P., Fortin, D., Courtois, R., St-Laurent, M.-H., & Dussault, C. (2010). Range fidelity: The missing link between caribou decline and habitat alteration? *Biological Conservation*, 143(11), 2840-2850. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.08.001>
- Feit, H. A. (1995). Hunting and the quest for power: The James Bay Cree and Whitemen in the twentieth century. . In R. B. Morrison & C. R. Wilson (Eds.), *Native peoples: the Canadian experience* (2 ed., pp. 181-223). Toronto: McClelland and Stewart.
- Félio, G. (2012). Canadian infrastructure report card: 2012, municipal roads and water systems. Canadian Construction Association, Canadian Public Works Association, Canadian Society for Civil Engineering and Federation of Canadian Municipalities.
- First Nations of Quebec and Labrador Sustainable Development Institute (FNQLSDI). (2017). *Portrait of First Nations challenges in terms of infrastructure and emergency management in the face of climate change*. Wendake, QC.
- Flannigan, M. (2017). *The future of wildfire in Canada - hot and smoky ?*. Forestry Adaptation Community of Practice (FACoP) Webinar October 3, 2017.
- Flannigan, M. D., Wotton, B. M., Marshall, G. A., de Groot, W. J., Johnston, J., Jurko, N., & Cantin, A. S. (2016). Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: climate change implications. *Climatic Change*, 134(1), 59-71. doi:10.1007/s10584-015-1521-0
- Flannigan, M., Cantin, A. S., de Groot, W. J., Wotton, M., Newbery, A., & Gowman, L. M. (2013). Global wildland fire season severity in the 21st century. *Forest Ecology and Management*, 294, 54-61. doi:10.1016/j.foreco.2012.10.022
- Ford, J. D. (2012). Indigenous Health and Climate Change. *American Journal of Public Health*, 102(7), 1260-1266. doi:10.2105/AJPH.2012.300752
- Ford, J. D., Bell, T., & Couture, N. J. (2016). Perspectives on Canada's North Coast region In D. S. Lemmen, F. J. Warren, T. S. James, & C. S. L. Mercer Clarke (Eds.), *Canada's Marine Coasts in a Changing Climate* (pp. 153-206). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Ford, J. D., Pearce, T., Gilligan, J., Smit, B., & Oakes, J. (2008). Climate Change and Hazards Associated with Ice Use in Northern Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 40(4), 647-659. doi:10.1657/1523-0430(07-040)[FORD]2.0.CO;2
- Ford, J. D., Pearce, T., Prno, J., Duerden, F., Berrang Ford, L., Beaumier, M., & Smith, T. (2010). Perceptions of climate change risks in primary resource use industries: a survey of the Canadian mining sector. *Regional Environmental Change*, 10(1), 65-81. doi:10.1007/s10113-009-0094-8
- Ford, J. D., Pearce, T., Prno, J., Duerden, F., Berrang Ford, L., Smith, T. R., & Beaumier, M. (2011). Canary in a coal mine: perceptions of climate change risks and response options among Canadian mine operations. *Climatic Change*, 109(3), 399-415. doi:10.1007/s10584-011-0029-5
- Foro, A., Béziers, L., Robinson, E., & Torrie, J. E. (2013). *Perceptions of the leaders and professionals of Eeyou Istchee in regard to climate change and its effects on human health: Report on the consultations* Cree Board of Health and Social Services of James Bay.
- Frey, K. E., Comisco, J. C., Cooper, L. W., Gradinger, R. R., Grebmeier, J. M., & Tremblay, J. É. (2017). *Arctic Ocean Primary Productivity*. Arctic Report Card 2016. <https://www.arctic.noaa.gov/Report-Card>.
- Furgal, C., & Prowse, T. D. (2008). Northern Canada. In D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix, & E. Bush (Eds.), *From impacts to adaptation: Canada in a changing climate 2007* (pp. 448). Government of Canada, Ottawa.
- Galbraith, P. S., & Larouche, P. (2011). Sea-surface temperature in Hudson Bay and Hudson Strait in relation to air temperature and ice cover breakup, 1985–2009. *Journal of Marine Systems*, 87(1), 66-78. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.03.002>
- Garneau, M. (2017). *Dynamique du carbone dans les tourbières boréales et subarctiques du Québec nordique*. Presentation at the Institut National Polytechnique, Toulouse.
- Garneau, M., & van Bellen, S. (2016). *Synthèse de la valeur et la répartition du stock de carbone terrestre au Québec*: Rapport présenté au Ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques du Québec.
- Garneau, M., van Bellen, S., Magnan, G., Beaulieu-Audy, V., Lamarre, A., & Asnong, H. (2014). Holocene carbon dynamics of boreal and subarctic peatlands from Québec, Canada. *The Holocene*, 24(9), 1043-1053. doi:10.1177/0959683614538076
- Gaston, A. J., Smith, P. A., & Provencher, J. F. (2012). Discontinuous change in ice cover in Hudson Bay in the 1990s and some consequences for marine birds and their prey. *ICES Journal of Marine Science*, 69(7), 1218-1225. doi:10.1093/icesjms/fss040
- Gilg, O., Kovacs, K. M., Aars, J., Fort, J., Gauthier, G., Grémillet, D., Bollache, L. (2012). Climate change and the ecology and evolution of Arctic vertebrates. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1249(1), 166-190. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06412.x
- Girard, F., Payette, S., & Gagnon, R. (2008). Rapid expansion of lichen woodlands within the closed-crown boreal forest zone over the last 50 years caused by stand disturbances in eastern Canada. *Journal of Biogeography*, 35(3), 529-537. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01816.x
- Gough, W. A., & Leung, A. (2012). Nature and fate of Hudson Bay permafrost. *Regional Environmental Change*, 2(4), 177-184. doi:10.1007/s10113-002-0048-x
- Granskog, M. A., Kuzyk, Z. Z. A., Azetsu-Scott, K., & Macdonald, R. W. (2011). Distributions of runoff, sea-ice melt and brine using  $\delta^{18}O$  and salinity data — A new view on freshwater cycling in Hudson Bay. *Journal of Marine Systems*, 88(3), 362-374. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.03.011>
- Grebmeier, J. M., Overland, J. E., Moore, S. E., Farley, E. V., Carmack, E. C., Cooper, L. W., McNutt, S. L. (2006). A major ecosystem shift in the northern Bering Sea. *Science*, 311(5766), 1461-1464.

- Gunn, J., & Snucins, E. (2010). Brook charr mortalities during extreme temperature events in Sutton River, Hudson Bay Lowlands, Canada. *Hydrobiologia*, 650(1), 79-84. doi:10.1007/s10750-010-0201-3
- Haddad, P. S., Musallam, L., Martineau, L. C., Harris, C., Lavoie, L., Arnason, J. T., Badawi, A. (2012). Comprehensive evidence-based assessment and prioritization of potential antidiabetic medicinal plants: A case study from Canadian Eastern James Bay Cree traditional medicine. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2012, 893426. doi:10.1155/2012/893426
- Hare, A., Stern, G. A., Macdonald, R. W., Kuzyk, Z. Z., & Wang, F. (2008). Contemporary and preindustrial mass budgets of mercury in the Hudson Bay Marine System: The role of sediment recycling. *Science of The Total Environment*, 406(1), 190-204. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.07.033
- Harsch, M. A., Hulme, P. E., McGlone, M. S., & Duncan, R. P. (2009). Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. *Ecology letters*, 12(10), 1040-1049. doi:10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x
- Hauser, D. D. W., Laidre, K. L., Stafford, K. M., Stern, H. L., Suydam, R. S., & Richard, P. R. (2017). Decadal shifts in autumn migration timing by Pacific Arctic beluga whales are related to delayed annual sea ice formation. *Global Change Biology*, 23(6), 2206-2217. doi:10.1111/gcb.13564
- Hart, C. R., Berry, H. L., & Tonna, A. M. (2011). Improving the mental health of rural New South Wales communities facing drought and other adversities. *Australian Journal of Rural Health*, 19(5), 231-238. doi:10.1111/j.1440-1584.2011.01225.x
- Hély, C., Girardin, M. P., Ali, A. A., Carcaillet, C., Brewer, S., & Bergeron, Y. (2010). Eastern boreal North American wildfire risk of the past 7000 years: A model-data comparison. *Geophysical Research Letters*, 37(14), n/a-n/a. doi:10.1029/2010GL043706
- Hennigs, R. (2015). *The future of Nova Scotia's network of protected areas - How does climate change need to be incorporated into biodiversity planning and management?* (M. Sc.), Université Laval, Québec, QC.
- Herrmann, T. M., Royer, M.-J. S., & Cuciurean, R. (2012). Understanding subarctic wildlife in Eastern James Bay under changing climatic and socio-environmental conditions: bringing together Cree hunters' ecological knowledge and scientific observations. *Polar Geography*, 35(3-4), 245-270. doi:10.1080/1088937x.2011.654356
- Hershkovitz, Y., Strackbein, J., & Hering, D. (2013). Climate-and-freshwater.info. Version: January 2014. Retrieved from [www.climate-and-freshwater.info](http://www.climate-and-freshwater.info) (15-08-2017).
- Hess, J. J., Malilay, J. N., & Parkinson, A. J. (2008). Climate Change: The Importance of Place. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 468-478. doi:https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.024
- Hochheim, K., Barber, D. G., & Lukovich, J. V. (2010). Changing Sea Ice Conditions in Hudson Bay, 1980–2005. 39-52. doi:10.1007/978-90-481-9121-5\_2
- Hochheim, K. P., & Barber, D. G. (2014). An Update on the Ice Climatology of the Hudson Bay System. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 46(1), 66-83. doi:10.1657/1938-4246-46.1.66
- Hoegh-Guldberg, O., & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328(5985), 1523-1528.
- Holtmeier, F.-K., & Broll, G. (2010). Wind as an Ecological Agent at Treelines in North America, the Alps, and the European Subarctic. *Physical Geography*, 31(3), 203-233. doi:10.2747/0272-3646.31.3.203
- Hoover, C., Pitcher, T., & Christensen, V. (2013). Effects of hunting, fishing and climate change on the Hudson Bay marine ecosystem: I. Re-creating past changes 1970–2009. *Ecological Modelling*, 264, 130-142. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.02.005
- Hossein, T. (2017). *Polar bear wildlife viewing in Eeyou Istchee: An assessment of different perspectives and considerations*. Concordia University,
- Hutchings, J. A., Côté, I. M., Dodson, J. J., Fleming, I. A., Jennings, S., Mantua, N. J., Weaver, A. J. (2012). Climate change, fisheries, and aquaculture: trends and consequences for Canadian marine biodiversity *Environmental Reviews*, 20(4), 220-311. doi:10.1139/a2012-011
- Huziy, O., & Sushama, L. (2017). Impact of lake–river connectivity and interflow on the Canadian RCM simulated regional climate and hydrology for Northeast Canada. *Climate Dynamics*, 48(3), 709-725. doi:10.1007/s00382-016-3104-9
- International Association of Impact Assessment (IAIA ) (2017). Topical session : *Northern ecosystems and biodiversity under pressure: climate change and other anthropic stressors*.
- IPCC. (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In Core Writing Team, R. K. Pachauri, & L. A. Meyer (Eds.), (pp. 151).
- Irambona, C., Music, B., Nadeau, D. F., Mahdi, T. F., & Strachan, I. B. (2016). Impacts of boreal hydroelectric reservoirs on seasonal climate and precipitation recycling as simulated by the CRCM5: a case study of the La Grande River watershed, Canada. *Theoretical and Applied Climatology*. doi:10.1007/s00704-016-2010-8
- James Bay and Northern Quebec Agreement (JBNQA). (1975). Retrieved from: <http://www.gcc.ca/pdf/LEG000000006.pdf> (02/10/2017).
- Jarema, S. I., Samson, J., McGill, B. J., & Humphries, M. M. (2009). Variation in abundance across a species' range predicts climate change responses in the range interior will exceed those at the edge: a case study with North American beaver. *Global Change Biology*, 15(2), 508-522. doi:10.1111/j.1365-2486.2008.01732.x
- Jobidon, R., & Bergeron, Y. (2015). Assessing the biophysical potential for sustainable forest management: a case study from Quebec's boreal forest - Introduction. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(5), v-vi. doi:10.1139/cjfr-2015-0091
- Joly, S., Senneville, S., Caya, D., & Saucier, F. J. (2011). Sensitivity of Hudson Bay Sea ice and ocean climate to atmospheric temperature forcing. *Climate Dynamics*, 36(9), 1835-1849. doi:10.1007/s00382-009-0731-4
- Johnston, M., & Gatin, J. (2017). *Forestry Adaptation Initiatives across Canada. State of Play Report*. Saskatchewan Research Council.

- Kaldy, J. E. (2014). Effect of temperature and nutrient manipulations on eelgrass *Zostera marina* L. from the Pacific Northwest, USA. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 453, 108-115. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.12.020>
- Keller, W., Paterson, A. M., Rühland, K. M., & Blais, J. M. (2014). Introduction — Environmental Change in the Hudson and James Bay Region. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 46(1), 2-5. doi:10.1657/1938-4246-46.1.2
- Khalil, C. B., Johnson-Down, L., & Egeland, G. M. (2010). Emerging obesity and dietary habits among James Bay Cree youth. *Public Health Nutrition*, 13(11), 1829-1837. doi:10.1017/S1368980010000406
- Kjellerup, S., Dünweber, M., Swalethorp, R., Nielsen, T. G., Møller, E. F., Markager, S., & Hansen, B. W. (2012). Effects of a future warmer ocean on the coexisting copepods *Calanus finmarchicus* and *C. glacialis* in Disko Bay, western Greenland. *Marine Ecology Progress Series*, 447, 87-108. doi:10.3354/meps09551
- Kovacs, P., & Thistlethwaite, J. (2014). Industry. In F. J. Warren & D. S. Lemmen (Eds.), *Canada in a Changing Climate: Sector Perspectives on Impacts and Adaptation* (pp. 135-158). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Kowal, S., Gough, W. A., & Butler, K. (2017). Temporal evolution of Hudson Bay Sea Ice (1971–2011). *Theoretical and Applied Climatology*, 127(3), 753-760. doi:10.1007/s00704-015-1666-9
- Kuzyk, Z. A., Macdonald, R. W., Granskog, M. A., Scharien, R. K., Galley, R. J., Michel, C., Stern, G. (2008). Sea ice, hydrological, and biological processes in the Churchill River estuary region, Hudson Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77(3), 369-384. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.09.030>
- Kuzyk, Z. Z. A., Macdonald, R. W., Johannessen, S. C., & Stern, G. A. (2010). Biogeochemical Controls on PCB Deposition in Hudson Bay. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3280-3285. doi:10.1021/es903832t
- Kuzyk, Z. Z. (2014). *Freshwater sources and distribution in the Hudson and James Bay systems*. Paper presented at the Symposium on Science and Traditional Knowledge in the Eeyou Marine Region Montreal.
- Laberge Gaudin, V., Receveur, O., Walz, L., Girard, F., & Potvin, L. (2014). A mixed methods inquiry into the determinants of traditional food consumption among three Cree communities of Eeyou Istchee from an ecological perspective. *International Journal of Circumpolar Health*, 73, 10.3402/ijch.v3473.24918. doi:10.3402/ijch.v73.24918
- Ladouceur, S. (2008). *Évaluation des changements environnementaux de la Baie d'Hudson et du Bassin de Foxe au cours des derniers siècles à partir de traceurs palynologiques et micropaléontologiques*. (M.Sc.), Université du Québec à Montréal, Montreal, QC.
- Laidler, G. J., Ford, J. D., Gough, W. A., Ikummaq, T., Gagnon, A. S., Kowal, S., Irlgaut, C. (2009). Travelling and hunting in a changing Arctic: assessing Inuit vulnerability to sea ice change in Igloodik, Nunavut. *Climatic Change*, 94(3), 363-397. doi:10.1007/s10584-008-9512-z
- Laidre, K. L., Stirling, I., Lowry, L. F., Wiig, Ø., Heide-Jørgensen, M. P., & Ferguson, S. H. (2008). Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change. *Ecological Applications*, 18(sp2), S97-S125. doi:10.1890/06-0546.1
- Larbi, Y. (2017). Cree awareness and the mining boom in Eeyou Istchee [Press release]. Retrieved from <https://www.mern.gouv.qc.ca/english/mines/quebec-mines/2017-05/mineral-exploration.asp>
- Larbi, Y., Mark, R., & MacKinnon, M. (2016). *Eeyou Istchee mineral exploration activities for the year 2016*: Cree Mineral Exploration Board
- Larivière, V. (2011). *La vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques: Une étude de cas à Kuujuarapik et Whapmagoostui*. (Maîtrise en sciences de l'environnement), Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Larouche, P., & Galbraith, P. S. (2016). Canadian Coastal Seas and Great Lakes Sea Surface Temperature Climatology and Recent Trends. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 42(3), 243-258. doi:10.1080/07038992.2016.1166041
- Latifovic, R., & Pouliot, D. (2007). Analysis of climate change impacts on lake ice phenology in Canada using the historical satellite data record. *Remote Sensing of Environment*, 106(4), 492-507.
- Le Corre, M., Dussault, C., & Côté, S. D. (2016). Weather conditions and variation in timing of spring and fall migrations of migratory caribou. *Journal of Mammalogy*, gyw177. doi:10.1093/jmammal/gyw177
- Le Goff, H., Flannigan, M. D., & Bergeron, Y. (2009). Potential changes in monthly fire risk in the eastern Canadian boreal forest under future climate change. *Canadian Journal of Forest Research*, 39(12), 2369-2380. doi:10.1139/x09-153
- Le Goff, H., Flannigan, M. D., Bergeron, Y., & Girardin, M.-P. (2007). Historical fire regime shifts related to climate teleconnections in the Waswanipi area, central Quebec, Canada. *International Journal of Wildland Fire*, 16(5), 607-618.
- Leblond, M., St-Laurent, M.-H., & Côté, S. D. (2016). Caribou, water, and ice – fine-scale movements of a migratory arctic ungulate in the context of climate change. *Movement Ecology*, 4(1), 14. doi:10.1186/s40462-016-0079-4
- Lemelin, H., Matthews, D., Mattina, C., McIntyre, N., Johnston, M., Koster, R., & Peawanuck, W. F. N. a. (2010). Climate change, wellbeing and resilience in the Weenusk First Nation at Peawanuck: The Moccasin Telegraph goes global *Rural and Remote Health*, 10(1333).
- Lemmen, D. S., Johnston, M., Ste-Marie, C., & Pearce, T. (2014). Natural Resources. In F. J. Warren & D. S. Lemmen (Eds.), *Canada in a Changing Climate: Sector Perspectives on Impacts and Adaptation*. Ottawa, ON: Government of Canada.
- Levesque, B., Messier, V., Bonnier-Viger, Y., Couillard, M., Cote, S., Ward, B. J., Dewailly, E. (2007). Seroprevalence of zoonoses in a Cree community (Canada). *Diagn Microbiol Infect Dis*, 59(3), 283-286. doi:10.1016/j.diagmicrobio.2007.06.002
- Loder, J. W., van der Baaren, A., & Yashayaev, I. (2015). Climate Comparisons and Change Projections for the Northwest Atlantic from Six CMIP5 Models. *Atmosphere-Ocean*, 53(5), 529-555. doi:10.1080/07055900.2015.1087836
- Lovejoy, T. E. (2008). Climate change and biodiversity. *Revue Scientifique Et Technique*, 27(2), 331-338.
- Lovejoy, T. E. (2010). Climate change. In N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich (Eds.), *Conservation biology for all*. New York: Oxford University Press.

- Lynch, A. J., Taylor, W. W., Beard, T. D., & Lofgren, B. M. (2015). Climate change projections for lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) recruitment in the 1836 Treaty Waters of the Upper Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*, 41(2), 415-422. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jglr.2015.03.015>
- Lyons, J., & Stewart, J. S. (2014). Predicted effects of future climate warming on thermal habitat suitability for Lake Sturgeon (*Acipenser fulvescens*, Rafinesque, 1817) in rivers in Wisconsin, USA. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(6), 1508-1513. doi:10.1111/jai.12543
- Macdonald, R. W., Kuzyk, Z. A., & Johannessen, S. C. (2015). It is not just about the ice: a geochemical perspective on the changing Arctic Ocean. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 5(3), 288-301. doi:10.1007/s13412-015-0302-4
- Macdonald, R. W., & Kuzyk, Z. Z. A. (2011). The Hudson Bay system: A northern inland sea in transition. *Journal of Marine Systems*, 88(3), 337-340. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.06.003>
- Mansuy, N., Gauthier, S., Bergeron, Y., & Robitaille, A. (2012). *Rapport final et stratégies de réflexion. Cartographie de la vulnérabilité au feu et résilience forestière pour le sud-est du territoire de la Baie James.*
- McGill, B. J., Etienne, R. S., Gray, J. S., Alonso, D., Anderson, M. J., Benecha, H. K., White, E. P. (2007). Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. *Ecology Letters*, 10(10), 995-1015. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01094.x
- McDermid, J., Browne, D., Chetkiewicz, C.-L., & Chu, C. (2015). Identifying a suite of surrogate watershedscape fish species: a case study of conservation prioritization in Ontario's Far North, Canada. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25(6), 855-873. doi:10.1002/aqc.2557
- McKenney, D. W., Pedlar, J. H., Lawrence, K., Campbell, K., & Hutchinson, M. F. (2007). Potential Impacts of Climate Change on the Distribution of North American Trees. *BioScience*, 57(11), 939-948. doi:10.1641/B571106
- McLaughlin, J., & Webster, K. (2014). Effects of Climate Change on Peatlands in the Far North of Ontario, Canada: A Synthesis. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 46(1), 84-102. doi:10.1657/1938-4246-46.1.84
- McLean, G. (2009). *Report of the Indigenous Peoples Global Summit on Climate Change: 20-24 April 2009*, Anchorage, Alaska (United Nations University – Traditional Initiative: Darwin, Australia).
- McManus, K. M., Morton, D. C., Masek, J. G., Wang, D., Sexton, J. O., Nagol, J. R., Boudreau, S. (2012). Satellite-based evidence for shrub and graminoid tundra expansion in northern Quebec from 1986 to 2010. *Global Change Biology*, 18(7), 2313-2323. doi:10.1111/j.1365-2486.2012.02708.x
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Mining Association of Canada. (2012). *Managing climate change risks in BC's mining sector*. Presentation by Ben Chalmers to the Fraser Basin Council on March 14, 2012.
- Meunier, C. (2007). *Portrait et impacts environnementaux connus du changement climatique sur le territoire de la Baie James*. Rapport préparé pour le Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James, 57 p.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) (2013). *Rapport du Comité scientifique chargé d'examiner la limite nordique des forêts attribuables. Secteur des forêts*. Gouvernement du Québec.
- Moore, S. E., & Huntington, H. P. (2008). Arctic marine mammals and climate change: Impacts and resilience. *Ecological Applications*, 18(sp2), S157-S165. doi:10.1890/06-0571.1
- Nachar, A., Saleem, A., Arnason, J. T., & Haddad, P. S. (2015). Regulation of liver cell glucose homeostasis by dehydroabietic acid, abietic acid and squalene isolated from balsam fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.) a plant of the Eastern James Bay Cree traditional pharmacopeia. *Phytochemistry*, 117(Supplement C), 373-379. doi:<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.07.001>
- Nantel, P., Pellatt, M. G., Keenleyside, K., & Gray, P. A. (2014). Biodiversity and protected areas. In F. J. Warren & D. S. Lemmen (Eds.), *Canada in a changing climate: Sector perspectives on impacts and adaptation* (pp. 159-190). Ottawa, ON: Government of Canada.
- Nelson, T., Coops, N., Wulder, M., Perez, L., Fitterer, J., Powers, R., & Fontana, F. (2014). Predicting Climate Change Impacts to the Canadian Boreal Forest. *Diversity*, 6(1), 133.
- Nieboer, E., Dewailly, E., Johnson-Down, L., Sampasa-Kanyinga, H., Château-Degat, M.-L., Egeland, G. M., Torrie, J. (2013). Nituuchischaayihititaa Aschii Multi-community Environment-and-Health Study in Eeyou Istchee 2005- 2009: Final Technical Report. In E. Nieboer, E. Robinson, & K. Petrov (Eds.), *Public Health Report Series 4 on the Health of the Population*. Chisasibi, QC: Cree Board of Health and Social Services of James Bay.
- Niemi, A., Paulic, J., & Cobb, D. (2010). *Ecosystem status and trends report: Arctic marine ecozones*. (Doc. 2010/066.).
- Niemi, A., Schimnowski, O., & Reist, J. D. (2016). *Arctic large aquatic basin climate change assessment part 2: Impacts, vulnerabilities and opportunities (IVO) - A contribution to the Aquatic Climate Change Adaptation Services Program*. (3091).
- Obbard, M. E., & Middel, K. R. (2012). Bounding the Southern Hudson Bay polar bear subpopulation. *Ursus*, 23(2), 134-144. doi:10.2192/URSUS-D-11-00030.1
- Ohmagari, K., & Berkes, F. (1997). Transmission of Indigenous Knowledge and Bush Skills Among the Western James Bay Cree Women of Subarctic Canada. *Human Ecology*, 25(2), 197-222. doi:10.1023/a:1021922105740
- Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources. (2015). Climate change impacts & adaptation in Ontario: The mining sector. In *Canada in a Changing Climate: Sector Perspectives on Impacts and Adaptation*.
- Oris, F., Asselin, H., Finsinger, W., Hély, C., Blarquez, O., Ferland, M.-E., Ali, A. A. (2014). Long-term fire history in northern Quebec: implications for the northern limit of commercial forests. *Journal of Applied Ecology*, 51(3), 675-683. doi:10.1111/1365-2664.12240

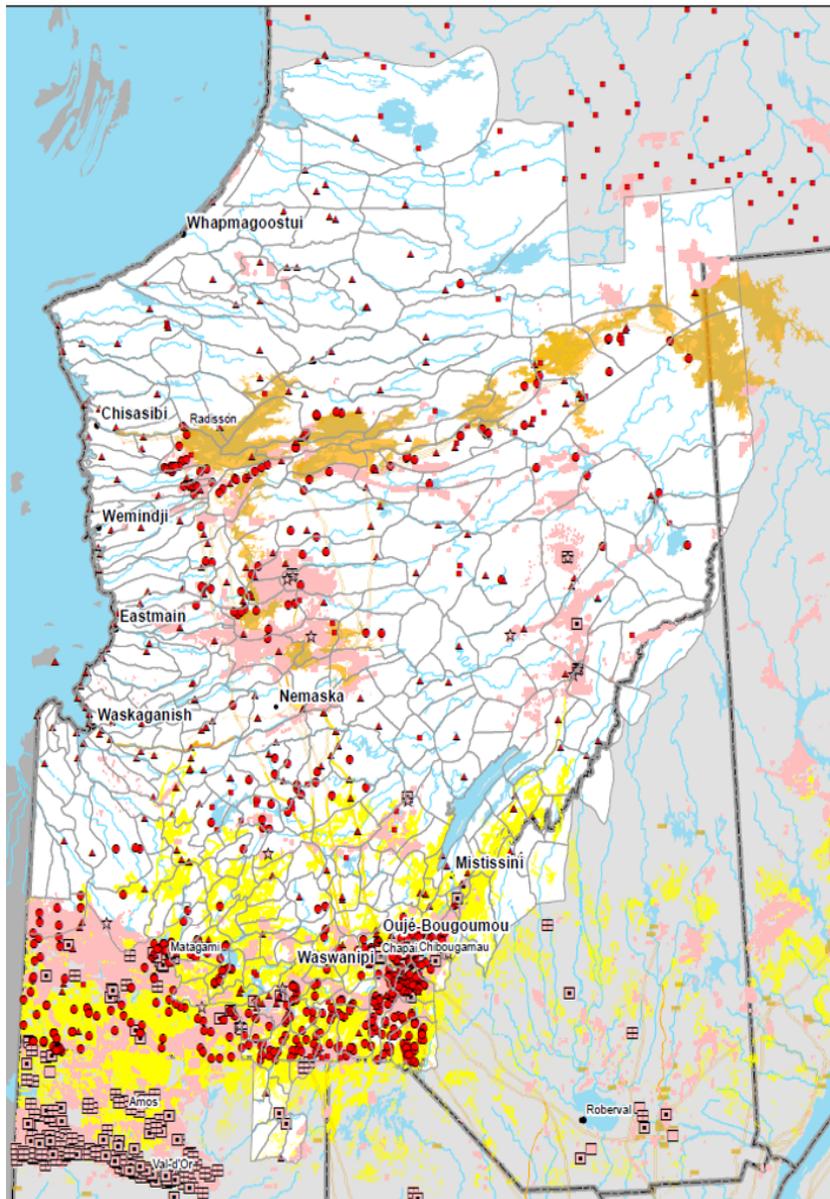
- Orlova, J., & Branfireun, B. A. (2014). Surface Water and Groundwater Contributions to Streamflow in the James Bay Lowland, Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 46(1), 236-250. doi:10.1657/1938-4246-46.1.236
- Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015*. Montréal, Québec.
- Ouranos (2010). *Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Guide destiné au milieu municipal québécois*. Montréal (Québec), 48 p.
- Parkinson, C. L. (2014). Spatially mapped reductions in the length of the Arctic sea ice season. *Geophysical Research Letters*, 41(12), 4316-4322. doi:10.1002/2014GL060434
- Parmesan, C., & Hanley, M. E. (2015). Plants and climate change: complexities and surprises. *Annals of Botany*, 116(6), 849-864. doi:10.1093/aob/mcv169
- Pearce, T., Ford, J. D., Caron, A., & Kudlak, B. P. (2012). Climate change adaptation planning in remote, resource-dependent communities: an Arctic example. *Regional Environmental Change*, 12(4), 825-837. doi:10.1007/s10113-012-0297-2
- Pearce, T., Ford, J. D., Prno, J., & Duerden, F. (2009a). *Climate change and Canadian mining: Opportunities for adaptation*: Report prepared for The David Suzuki Foundation.
- Pearce, T. D., Ford, J. D., Laidler, G. J., Smit, B., Duerden, F., Allarut, M., Wandel, J. (2009b). Community collaboration and climate change research in the Canadian Arctic. *Polar Research*, 28(1), 10-27. doi:10.1111/j.1751-8369.2008.00094.x
- Pearce, T. D., Ford, J. D., Prno, J., Duerden, F., Pittman, J., Beaumier, M., Smit, B. (2011). Climate change and mining in Canada. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(3), 347-368. doi:10.1007/s11027-010-9269-3
- Pellerin, S. & Poulin, M. (2013). *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*. Rapport présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 104 p.
- Pelletier, L., Garneau, M., & Moore, T. R. (2011). Variation in CO<sub>2</sub> exchange over three summers at microform scale in a boreal bog, Eastmain region, Québec, Canada. *Journal of Geophysical Research*, 116(G3). doi:10.1029/2011jg001657
- Peloquin, C., & Berkes, F. (2009). Local Knowledge, Subsistence Harvests, and Social–Ecological Complexity in James Bay. *Human Ecology*, 37(5), 533-545. doi:10.1007/s10745-009-9255-0
- Peloquin, C., & Berkes, F. (2010). Local Knowledge and Changing Subsistence Strategies in James Bay, Canada. In D. G. Bates & J. Tucker (Eds.), *Human Ecology: Contemporary Research and Practice* (pp. 281-295). Boston, MA: Springer US.
- Périé, C., de Blois, S., Lambert, M.-C., & Casajus, N. (2014). *Effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des espèces arborescentes au Québec*: Gouvernement du Québec. Ministère des ressources naturelles, Direction de la recherche forestière.
- Pétrin-Desrosiers, C. (2017). *Climate change and health impacts in Eeyou Istchee*. An internal report presented to the Public Health Department of the Cree Board of Health and Social Services of James Bay, 66 p.
- Poloczanska, E. S., Brown, C. J., Sydeman, W. J., Kiessling, W., Schoeman, D. S., Moore, P. J., Richardson, A. J. (2013). Global imprint of climate change on marine life. *Nature Clim. Change*, 3(10), 919-925. doi:10.1038/nclimate1958  
<http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n10/abs/nclimate1958.html#supplementary-information>
- Price, D. T., Alfaro, R. I., Brown, K. J., Flannigan, M. D., Fleming, R. A., Hogg, E. H., Venier, L. A. (2013). Anticipating the consequences of climate change for Canada's boreal forest ecosystems. *Environmental Reviews*, 21(4), 322-365. doi:10.1139/er-2013-0042
- Proust, F., Johnson-Down, L., Berthiaume, L., Greffard, K., Julien, P., Robinson, E., Dewailly, É. (2016). Fatty acid composition of birds and game hunted by the Eastern James Bay Cree people of Québec. *International Journal of Circumpolar Health*, 75, 10.3402/ijch.v3475.30583. doi:10.3402/ijch.v75.30583
- Racey, G. D. (2005). Climate change and woodland caribou in Northwestern Ontario: a risk analysis. *Rangifer*, 25(4), 123-136.
- Rapaić, M., Brown, R., Markovic, M., & Chaumont, D. (2015). An Evaluation of Temperature and Precipitation Surface-Based and Reanalysis Datasets for the Canadian Arctic, 1950–2010. *Atmosphere-Ocean*, 53(3), 283-303. doi:10.1080/07055900.2015.1045825
- Rapinski, M., Liu, R., Saleem, A., Arnason, J. T., & Cuerrier, A. (2014). Environmental trends in the variation of biologically active phenolic compounds in Labrador tea, *Rhododendron groenlandicum*, from northern Quebec, Canada. *Botany*, 92(11), 783-794. doi:10.1139/cjb-2013-0308
- Remy, C. C., Lavoie, M., Girardin, M. P., Hély, C., Bergeron, Y., Grondin, P., Ali, A. A. (2017). Wildfire size alters long-term vegetation trajectories in boreal forests of eastern North America. *Journal of Biogeography*, 44(6), 1268-1279. doi:10.1111/jbi.12921
- Richard, J. H., Wilmschurst, J., & Côté, S. D. (2014). The effect of snow on space use of an alpine ungulate: recently fallen snow tells more than cumulative snow depth. *Canadian Journal of Zoology*, 92(12), 1067-1074. doi:10.1139/cjz-2014-0118
- Richter-Menge, J., Overland, J. E., & Mathis, J. T. (2016). Arctic Report Card 2016. Retrieved from <http://www.arctic.noaa.gov/Report-Card>
- Rijnsdorp, A. D., Peck, M. A., Engelhard, G. H., Möllmann, C., & Pinnegar, J. K. (2009). Resolving the effect of climate change on fish populations. *ICES Journal of Marine Science*, 66(7), 1570-1583. doi:10.1093/icesjms/fsp056
- Rinawati, F., Stein, K., & Lindner, A. (2013). Climate Change Impacts on Biodiversity—The Setting of a Lingering Global Crisis. *Diversity*, 5(1), 114.
- Royer, M.-J. S. (2012). *L'interaction entre les savoirs écologiques traditionnels et les changements climatiques: les Cris de la Baie-James, la outarde du Canada et le caribou des bois*. (Ph.D.), Université de Montréal,
- Royer, M.-J. S. (2016). *Climate, environment and Cree observations*: Springer.

- Royer, M.-J. S., & Herrmann, T. M. (2011). Socioenvironmental changes in two traditional food species of the Cree First Nation of subarctic James Bay. *Cahiers de géographie du Québec*, 55(156), 575-601.
- Royer, M.-J. S., Herrmann, T. M., Sonnentag, O., Fortier, D., Delusca, K., & Cuciurean, R. (2013). Linking Cree hunters' and scientific observations of changing inland ice and meteorological conditions in the subarctic eastern James Bay region, Canada. *Climatic Change*, 119(3), 719-732. doi:10.1007/s10584-013-0773-9
- Rudolph, T. D., Drapeau, P., St-Laurent, M.-H. & Imbeau, L. (2012). Situation du caribou forestier (*Rangifer tarandus caribou*) sur le territoire de la Baie James dans la région Nord-du-Québec, Montréal, 77 p.
- Rühland, K. M., Hargan, K. E., Jeziorski, A., Paterson, A. M., Keller, W., & Smol, J. P. (2014). A Multi-Trophic Exploratory Survey of Recent Environmental Changes using Lake Sediments in the Hudson Bay Lowlands, Ontario, Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 46(1), 139-158. doi:10.1657/1938-4246-46.1.139
- Sampasa-Kanyinga, H., Lévesque, B., Anassour-Laouan-Sidi, E., Côté, S., Serhir, B., Ward, B. J., Dimitrova, K. (2013). Zoonotic infections in communities of the James Bay Cree territory: An overview of seroprevalence. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 24(2), 79-84.
- Samson, J. (2012). *Atlas de la biodiversité du Québec nordique: Effets des changements climatiques sur la biodiversité*.
- Savard, J.-P. (2016). *Impacts des changements climatiques sur le régime des tempêtes et les niveaux d'eau extrêmes dans la baie d'Hudson, la baie James et le détroit d'Hudson*. Montréal: Ouranos.
- Sayles, J. (2008). *Tapaiitam : human modifications of the coast as adaptations to environmental change, Wemindji, eastern James Bay*. (M. Sc.), Concordia University, Montréal.
- Sayles, J. S., & Mulrennan, M. E. (2010). Securing a future: Cree hunters' resistance and flexibility to environmental changes, Wemindji, James Bay. *Ecology and Society*, 15(4).
- Scannell, L., & Gifford, R. (2010). Defining place attachment: A tripartite organizing framework. *Journal of Environmental Psychology*, 30(1), 1-10. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.09.006
- Shabbar, A., Skinner, W., & Flannigan, M. D. (2011). Prediction of Seasonal Forest Fire Severity in Canada from Large-Scale Climate Patterns. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50(4), 785-799. doi:10.1175/2010jamc2547.1
- Sharma, S., Couturier, S., & Côté, S. D. (2009). Impacts of climate change on the seasonal distribution of migratory caribou. *Global Change Biology*, 15(10), 2549-2562. doi:10.1111/j.1365-2486.2009.01945.x
- Sharma, S., Jackson, D. A., Minns, C. K., & Shuter, B. J. (2007). Will northern fish populations be in hot water because of climate change? *Global Change Biology*, 13(10), 2052-2064. doi:10.1111/j.1365-2486.2007.01426.x
- Société du Plan Nord. (2017). Priorités. Retrieved from: <https://plannord.gouv.qc.ca/fr/priorites-daction/> (23-08-2017).
- Stadnyk, T., Déry, S., MacDonald, M., & Koenig, K. (2017). Freshwater System. In *Hudson Bay IRIS*.
- Steiner, N., Azetsu-Scott, K., Galbraith, P., Hamilton, J., Hedges, K., Hu, X., van der Baaren, A. (2013). *Climate change assessment in the Arctic Basin Part 1: Trends and projections - A contribution to the Aquatic Climate Change Adaptation Services Program*.
- Steiner, N., Azetsu-Scott, K., Hamilton, J., Hedges, K., Hu, X., Janjua, M. Y., Tallmann, R. (2015). Observed trends and climate projections affecting marine ecosystems in the Canadian Arctic. *Environmental Reviews*, 23(2), 191-239. doi:10.1139/er-2014-0066
- Stewart, D., & Lockhart, W. (2004). *Summary of the Hudson Bay Marine Ecosystem Overview*. Prepared by Arctic Biological Consultants, Winnipeg, for Canada Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, MB. Draft vi + 66p.
- Syvänen, A. L. (2011). *Wemindji Cree observations and interpretations of climate change: Documenting vulnerability and adaptability in the subarctic*. (Master of Science), Concordia, Montréal.
- Taillon, J. (2013). *Condition physique, allocation maternelle et utilisation spatio-temporelle des aires de mise bas du caribou migrateur, Rangifer tarandus*. (Master thesis), Université Laval.
- Tam, B., Gough, W. A., & Tsuji, L. (2011). The impact of warming on the appearance of furunculosis in fish of the James Bay region, Quebec, Canada. *Regional Environmental Change*, 11(1), 123-132. doi:10.1007/s10113-010-0122-8
- Tam, B. Y., Gough, W. A., Edwards, V., & Tsuji, L. J. S. (2013). The impact of climate change on the well-being and lifestyle of a First Nation community in the western James Bay region. *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, 57(4), 441-456. doi:10.1111/j.1541-0064.2013.12033.x
- Tanentzap, A. J., Yan, N. D., Keller, B., Girard, R., Heneberry, J., Gunn, J. M., Taylor, P. A. (2008). Cooling lakes while the world warms: Effects of forest regrowth and increased dissolved organic matter on the thermal regime of a temperate, urban lake. *Limnology and Oceanography*, 53(1), 404-410. doi:10.4319/lo.2008.53.1.0404
- Tarasov, L., & Peltier, W. R. (2004). A geophysically constrained large ensemble analysis of the deglacial history of the North American ice-sheet complex. *Quaternary Science Reviews*, 23(3), 359-388. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2003.08.004>
- Terrier, A., Girardin, M. P., Périé, C., Legendre, P., & Bergeron, Y. (2013). Potential changes in forest composition could reduce impacts of climate change on boreal wildfires. *Ecological Applications*, 23(1), 21-35. doi:10.1890/12-0425.1
- Thibault, S., & Payette, S. (2009). Recent permafrost degradation in bogs of the James Bay area, northern Quebec, Canada. *Permafrost and Periglacial Processes*, 20(4), 383-389. doi:10.1002/ppp.660
- Tivy, A., Howell, S. E. L., Alt, B., McCourt, S., Chagnon, R., Crocker, G., Yackel, J. J. (2011). Trends and variability in summer sea ice cover in the Canadian Arctic based on the Canadian Ice Service Digital Archive, 1960–2008 and 1968–2008. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116(C3), n/a-n/a. doi:10.1029/2009JC005855
- Tremblay, F., Marchand, M., Fenton, N., & Bergeron, Y. (2013). *Biodiversité de la flore vasculaire et invasculaire de la Baie James et évaluation de leurs vulnérabilités face aux changements climatiques*: Institut de recherche sur les forêts Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.

- Tremblay, J. É., Bélanger, S., Barber, D. G., Asplin, M., Martin, J., Darnis, G., Gosselin, M. (2011). Climate forcing multiplies biological productivity in the coastal Arctic Ocean. *Geophysical Research Letters*, 38(18), n/a-n/a. doi:10.1029/2011gl048825
- Tsuji, L. J., Gomez, N., Mitrovica, J. X., & Kendall, R. (2009). Post-glacial isostatic adjustment and global warming in subarctic Canada: implications for islands of the James Bay region. *Arctic*, 458-467.
- Turner, N. J., & Turner, K. L. (2008). "Where our women used to get the food": cumulative effects and loss of ethnobotanical knowledge and practice; case study from coastal British Columbia. *Botany*, 86(2), 103-115. doi:10.1139/b07-020
- Uprety, Y., Asselin, H., Dhakal, A., & Julien, N. (2012). Traditional use of medicinal plants in the boreal forest of Canada: review and perspectives. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1), 7.
- US EPA. (2017). Why are wetlands important. Retrieved from <https://www.epa.gov/wetlands/why-are-wetlands-important>
- Villarino, E., Chust, G., Licandro, P., Butenschön, M., Ibaibarriaga, L., Larrañaga, A., & Irigoien, X. (2015). Modelling the future biogeography of North Atlantic zooplankton communities in response to climate change. *Marine Ecology Progress Series*, 531, 121-142.
- Vincent, L. A., Zhang, X., Brown, R. D., Feng, Y., Mekis, E., Milewska, E. J., Wang, X. L. (2015). Observed Trends in Canada's Climate and Influence of Low-Frequency Variability Modes. *Journal of Climate*, 28(11), 4545-4560. doi:10.1175/jcli-d-14-00697.1
- Vincent, W. F., Laurion, I., Pienitz, R., & Walter Anthony, K. (2013). Climate impacts on Arctic lake ecosystems. In C. R. Goldman, M. Kumagai, & R. D. Roberts (Eds.), *Climate Change and Global Warming of Inland Waters: Impacts and Mitigation for Ecosystems and Societies* (pp. 27-42).
- Voyageur, I., & McLean, C. (2017). *Adapting project descriptions for climate change*. Paper presented at the International Association for Impact Assessment, Montréal, Canada.
- Wang, R., McCullough, G. K., Gunn, G. G., Hochheim, K. P., Dorostkar, A., Sydor, K., & Barber, D. G. (2012). An observational study of ice effects on Nelson River estuarine variability, Hudson Bay, Canada. *Continental Shelf Research*, 47, 68-77. doi:10.1016/j.csr.2012.06.014
- Wang, X., Thompson, D. K., Marshall, G. A., Tymstra, C., Carr, R., & Flannigan, M. D. (2015). Increasing frequency of extreme fire weather in Canada with climate change. *Climatic Change*, 130(4), 573-586. doi:10.1007/s10584-015-1375-5
- Warren, F. J., & Lemmen, D. S. (2014). *Canada in a changing climate: Sector perspectives on impacts and adaptation*. Ottawa, ON: Government of Canada.
- Wassmann, P., Duarte, C. M., Agustí, S., & Sejr, M. K. (2011). Footprints of climate change in the Arctic marine ecosystem. *Global Change Biology*, 17(2), 1235-1249. doi:10.1111/j.1365-2486.2010.02311.x
- Way, R. G., Lewkowicz, A. G., & Bonnaventure, P. P. (2017). Development of moderate-resolution gridded monthly air temperature and degree-day maps for the Labrador-Ungava region of northern Canada. *International Journal of Climatology*, 37(1), 493-508. doi:10.1002/joc.4721
- Way, R. G., & Viau, A. E. (2014). Natural and forced air temperature variability in the Labrador region of Canada during the past century. *Theoretical and Applied Climatology*, 121(3-4), 413-424. doi:10.1007/s00704-014-1248-2
- Wilson, M.-A. (2017). *Increasing Climate Resilience within the Energy Sector: Work of the Energy Working Group*. Paper presented at the Adaptation Platform Plenary, Ottawa.
- Woodward, G., & Perkins, D. M. (2015). Biodiversity, ecosystem functioning, and services in fresh waters: Ecological and evolutionary implications of climate change. In A. Belgrano, G. Woodward, & U. Jacob (Eds.), *Aquatic functional biodiversity: An ecological and evolutionary perspective* (pp. 127-155). London: Elsevier Inc.
- Woodward, G., Perkins, D. M., & Brown, L. E. (2010). Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1549), 2093-2106. doi:10.1098/rstb.2010.0055
- Wotton, B. M., Flannigan, M. D., & Marshall, G. A. (2017). Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada. *Environmental Research Letters*, 12(9).
- Wotton, B. M., Nock, C. A., & Flannigan, M. D. (2010). Forest fire occurrence and climate change in Canada. *International Journal of Wildland Fire*, 19(3), 253-271.
- Wrona, F. J., Johansson, M., Culp, J. M., Jenkins, A., Mård, J., Myers-Smith, I. H., Wookey, P. A. (2016). Transitions in Arctic ecosystems: Ecological implications of a changing hydrological regime. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 121(3), 650-674. doi:10.1002/2015JG003133
- WWF Canada (2017). A national assessment of Canada's freshwater - Watershed reports. Available at: [http://assets.wwf.ca/downloads/WWF\\_Watershed\\_Reports\\_Summit\\_FINAL\\_web.pdf?\\_ga=2.253177481.104824520.1507753630-1578493707.1507753630](http://assets.wwf.ca/downloads/WWF_Watershed_Reports_Summit_FINAL_web.pdf?_ga=2.253177481.104824520.1507753630-1578493707.1507753630) (summary report) / [http://watershedreports.wwf.ca/?\\_ga=2.194923309.104824520.1507753630-1578493707.1507753630#canada/by/threat-overall/profile](http://watershedreports.wwf.ca/?_ga=2.194923309.104824520.1507753630-1578493707.1507753630#canada/by/threat-overall/profile) (interactive map and individual watershed reports) (10/11/2017).

# ANNEXES

## ANNEXE 1



### Planification régionale crie Développements en Eeyou Istchee

- Développement forestier – Coupes, routes
- Lignes de transport énergétique
- Développement hydroélectrique

#### Sites miniers

- Exploitation
- Exploration
- Indéterminé; Traitement
- Projets miniers à l'étude
- Tuiles minières
- Camps cris
- Camps de pourvoirie
- Camps récréatifs (à l'intérieur de MBJ)

- Lignes de trappe cries
- Régions du Québec



Projection: UTM Zone 18 NAD 83

#### Sources:

- Atlas of Canada, 1M National Framework data
- Base of données géographique et administrative du Québec (BDGA 1M & SM), MNRFP (2010)
- Cree Trapline Boundaries (v2), Cree Regional Authority (2005) \* Preliminary

Cree Regional Authority  
July 2010



Foresterie, lignes de transport d'énergie et développement hydroélectrique et exploitation minière avec cabanes cries, camps de pourvoyeurs et camps de loisirs (modifié de Administration régionale crie 2010)

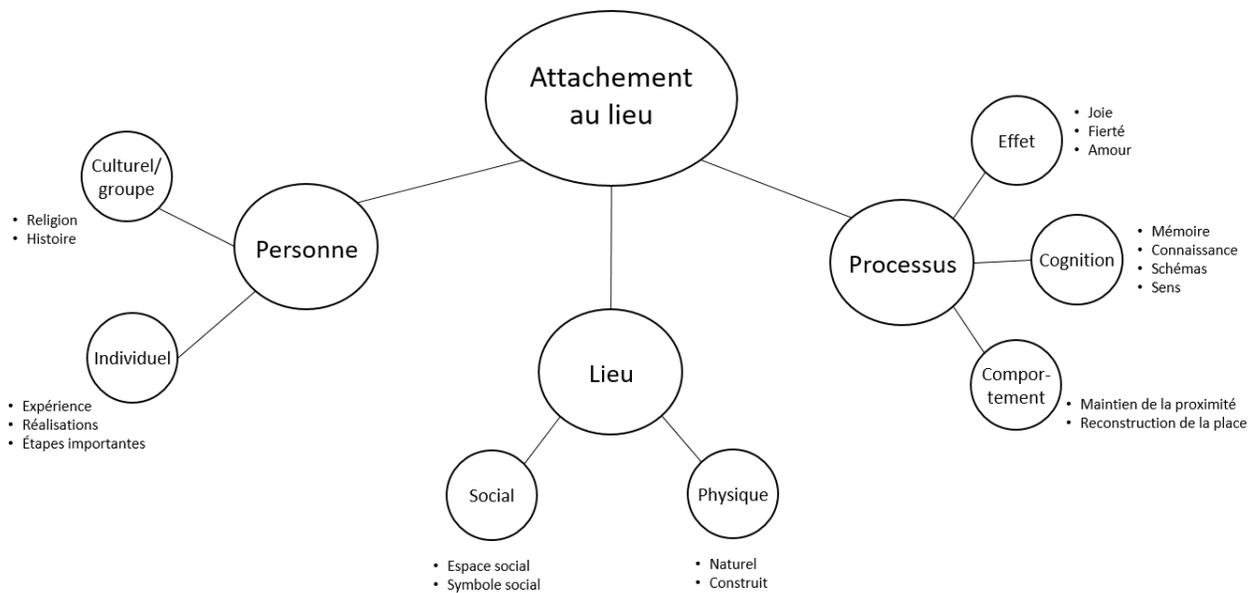
## ANNEXE 2

Catégorie	Mots-clés
<b>Synonymes de changements climatiques</b>	Climate change, environmental change, global change, climatic change, global warming
<b>Termes géographiques</b>	James Bay, Eeyou Istchee, Cree, James Bay Cree, Hudson Bay, subarctic Quebec
<b>Qualificatifs thématiques</b>	<p><u>Climate system:</u> Sea ice, weather, river, storm, wetland*, peatland*, marine ecosystem*, ecosystem</p> <p><u>Ecosystems:</u> Flora, fauna, wildlife, plant*, vegetation, mammal*, fish, vertebrate*, bird*, plankton, ecosystem, freshwater ecosystem*</p> <p><u>Health and culture:</u> Health, mental health, well-being, culture, identity, traditional activit*, medicinal plant, traditional knowledge</p> <p><u>Infrastructure:</u> Infrastructure, built environment, industry, housing, transport*, mining, tourism</p> <p><u>Adaptation:</u> Adaptation, adapt*, vulnerability</p>
<b>Échéancier</b>	2007:2017.

Catégories et mots clés utilisés pour configurer des chaînes de recherche.

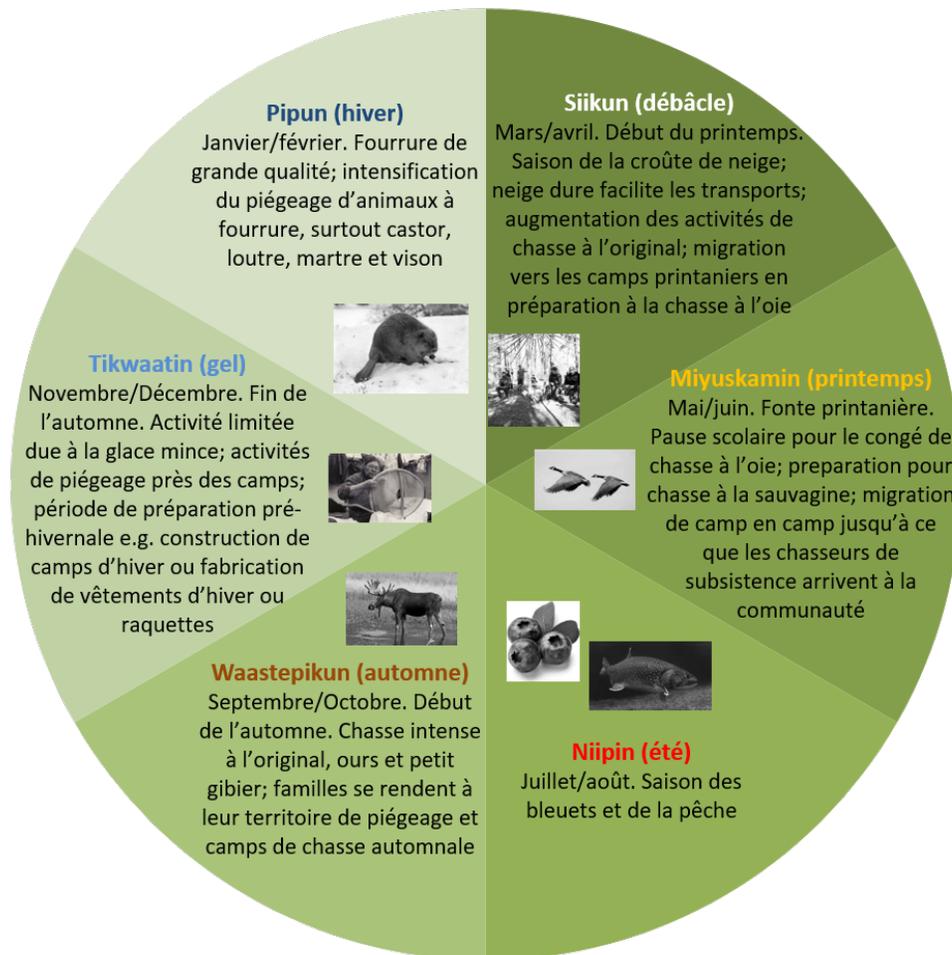
\*Les catégories ont été traduites en français, mais les mots clés sont listés en anglais étant donné que la recherche a été effectuée en anglais.

## ANNEXE 3



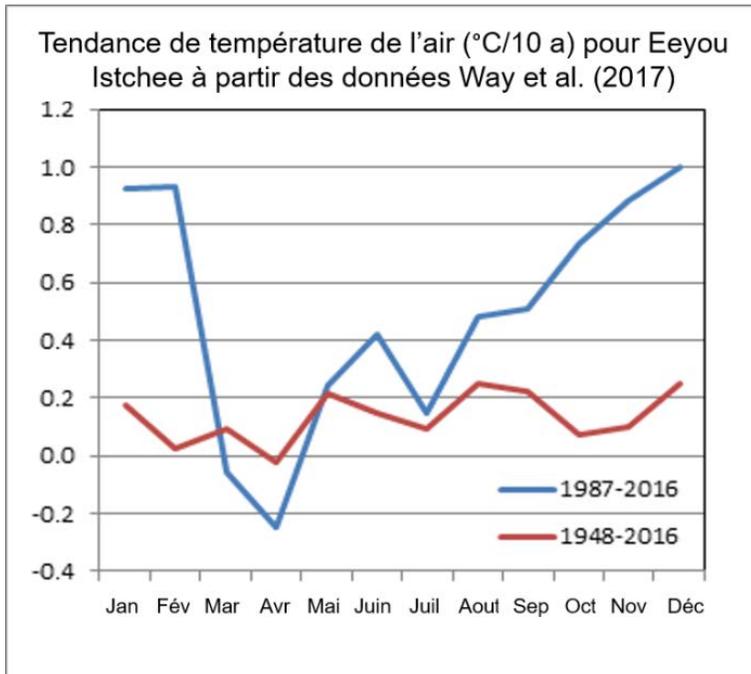
Le modèle tripartite de l'attachement au lieu (modifié de Scannell et Gifford 2010) : « La dimension personnelle de l'attachement au lieu renvoie à des significations individuelles ou collectives. La dimension psychologique comprend les volets affectifs, cognitifs et comportementaux de l'attachement. La dimension du lieu met l'accent sur le lieu des caractéristiques de l'attachement, y compris au niveau spatial, la spécificité et l'importance des éléments sociaux ou physiques. »

## ANNEXE 4



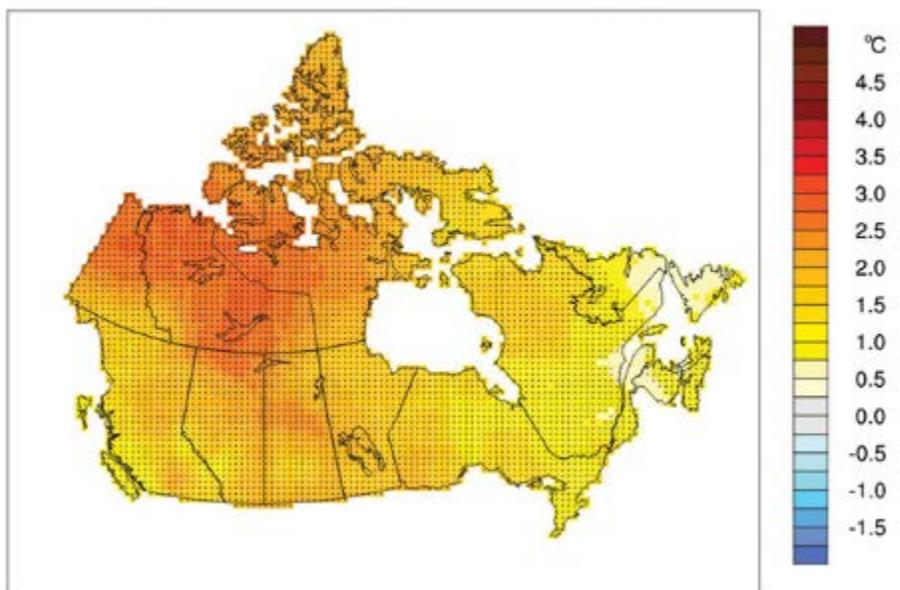
Les 6 saisons des Cris de Waswanipi et des activités traditionnelles associées à chaque saison. Informations tirées du site web de la communauté.

## ANNEXE 5



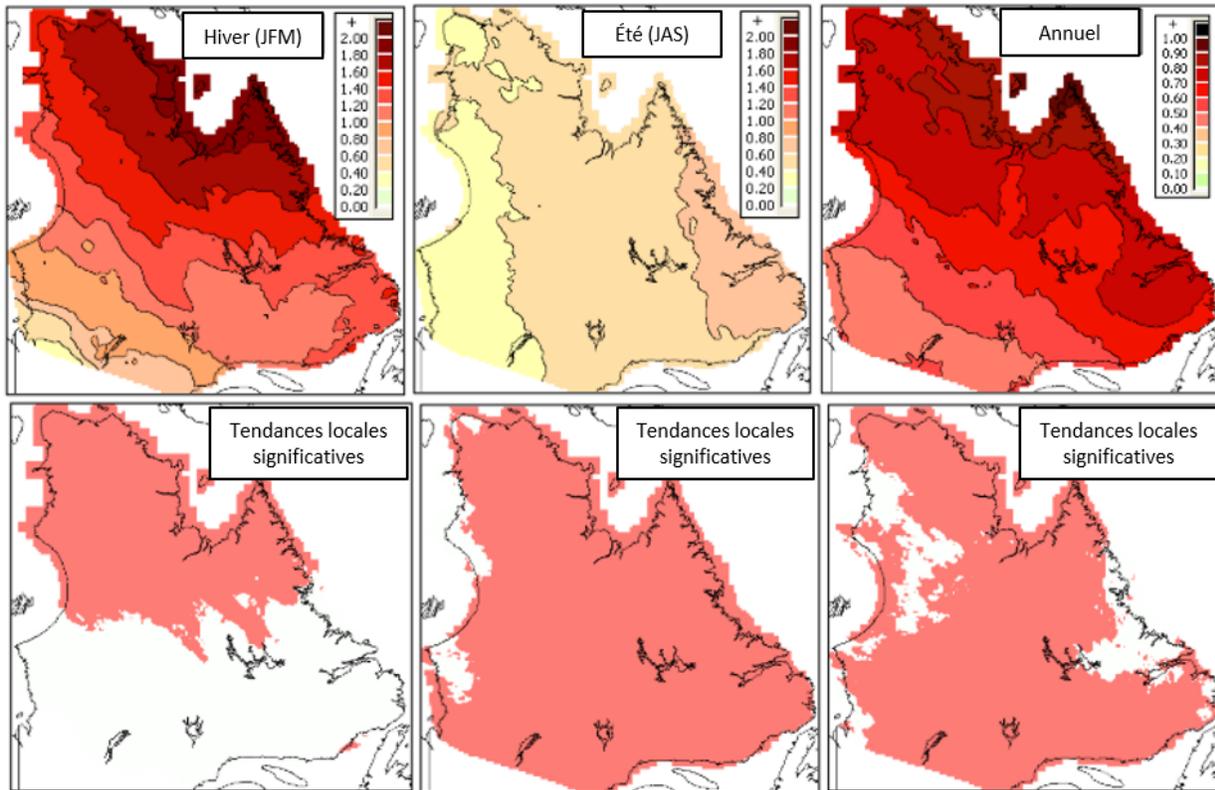
Le graphique compare les taux de réchauffement au cours des 30 dernières années (1987-2016) par rapport à la tendance à long terme (1948-2016). Cela montre que les taux de réchauffement récents sont plus prononcés que les taux à long terme pour la plupart des mois, surtout à l'automne et en hiver (octobre à février). (R. Brown, 2017, données inédites)

a) 1948-2012



Tendances de la température moyenne annuelle de 1948 à 2012. Les tendances statistiquement significatives, soit de 5 %, sont identifiées par un point (Vincent et al. 2015)

Analyse des tendances (1987-2016) des températures de l'air en surface à partir d'un ensemble de données (grille de 1km) développé pour l'est du Canada par Way et al. (2017). Unités: °C/10 ans.



Analyse des tendances de la température de l'air en surface dans l'Est du Canada (modifié de Way et al. 2017)

## ANNEXE 6

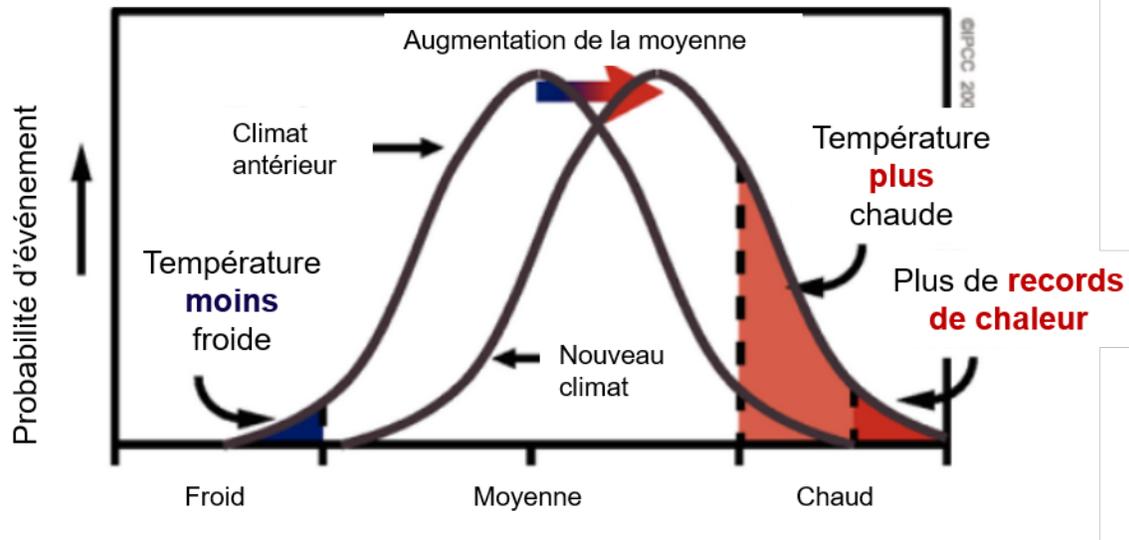
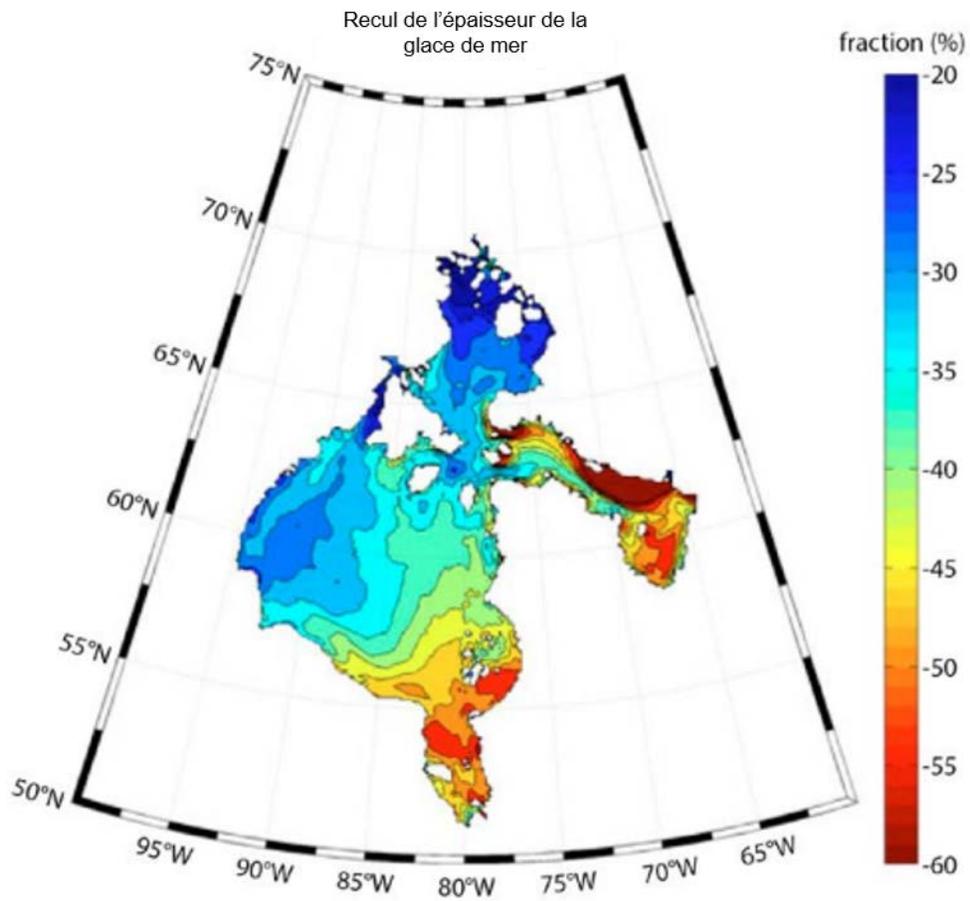


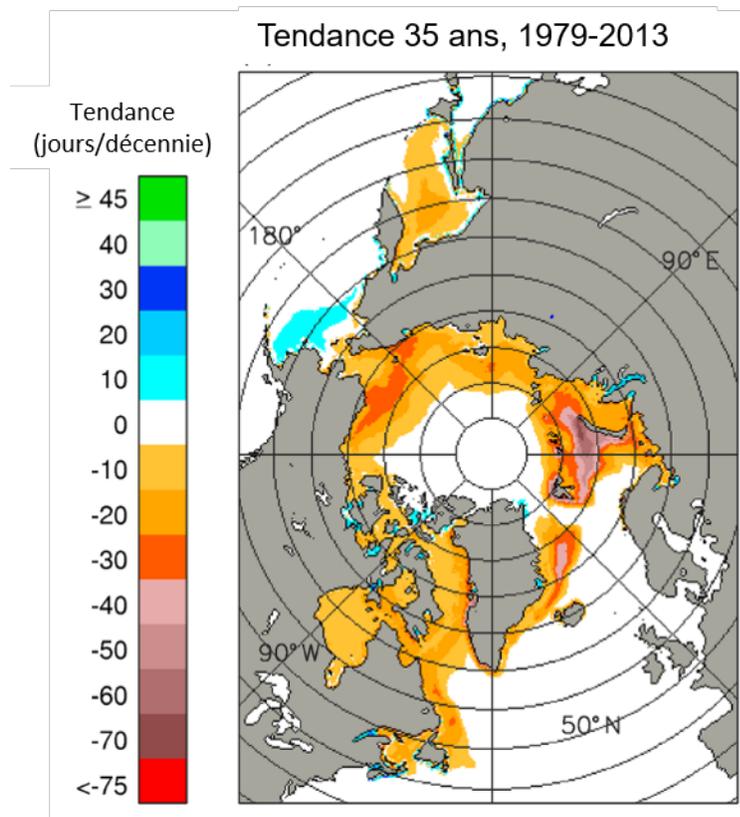
Schéma indiquant la probabilité accrue de phénomènes extrêmes régis par la température dans le contexte du réchauffement du climat (modifié de GIEC 2014)

## ANNEXE 7



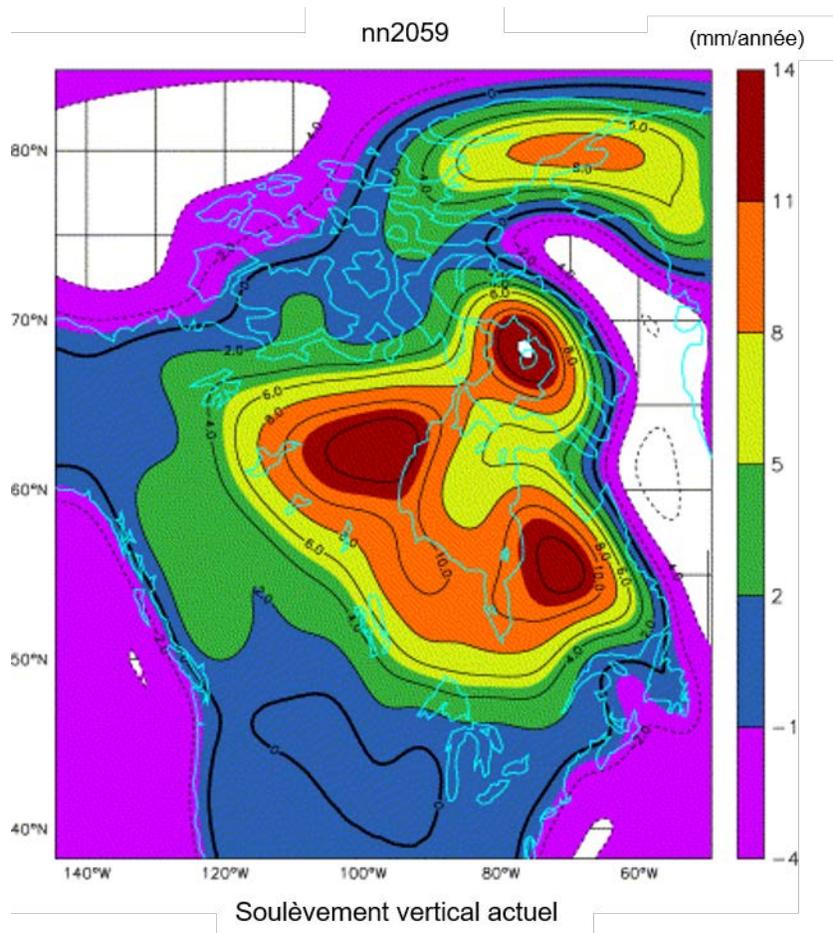
Changement projeté de l'épaisseur relative de la glace de mer (janvier à avril) pour 2041-2070 par rapport au référentiel de 1961-1990 (modifié de Joly et al. 2011)

## ANNEXE 8



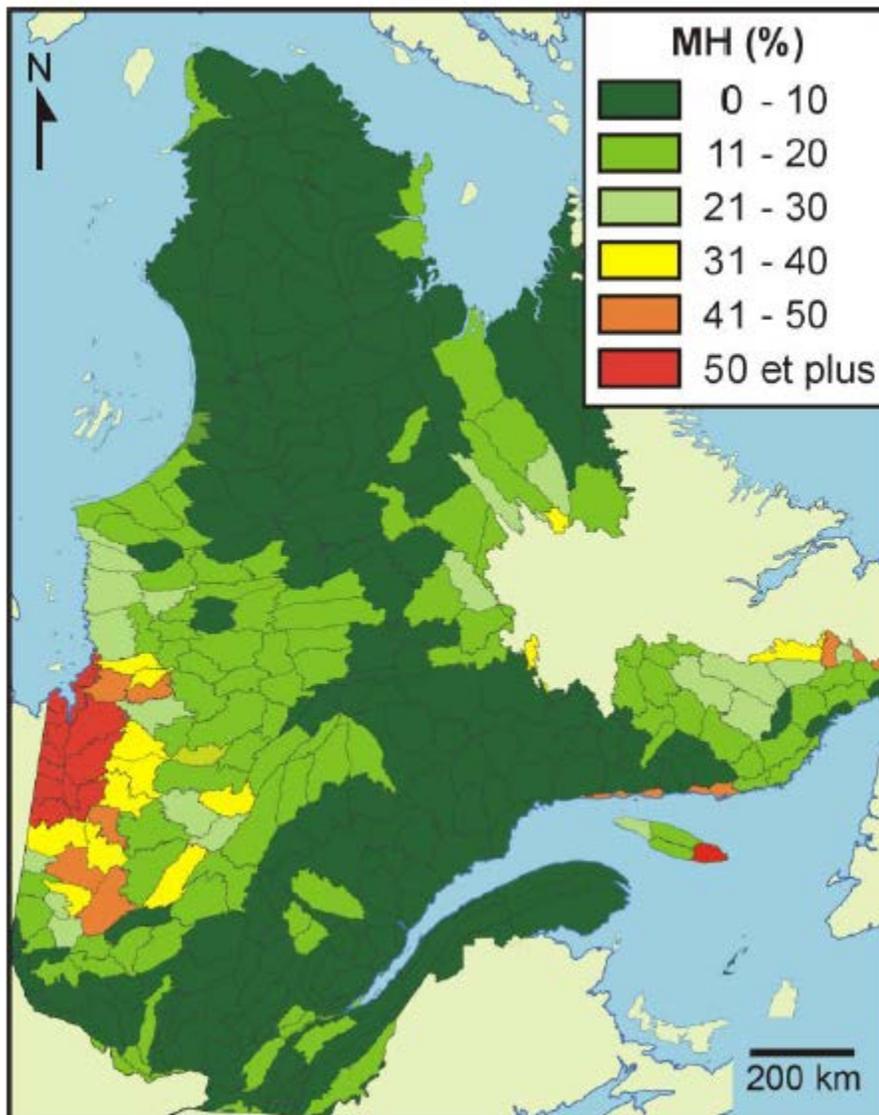
Tendances de la longueur de la saison des glaces de mer de 1979 à 2013 (modifié de Parkinson, 2014)

## ANNEXE 9



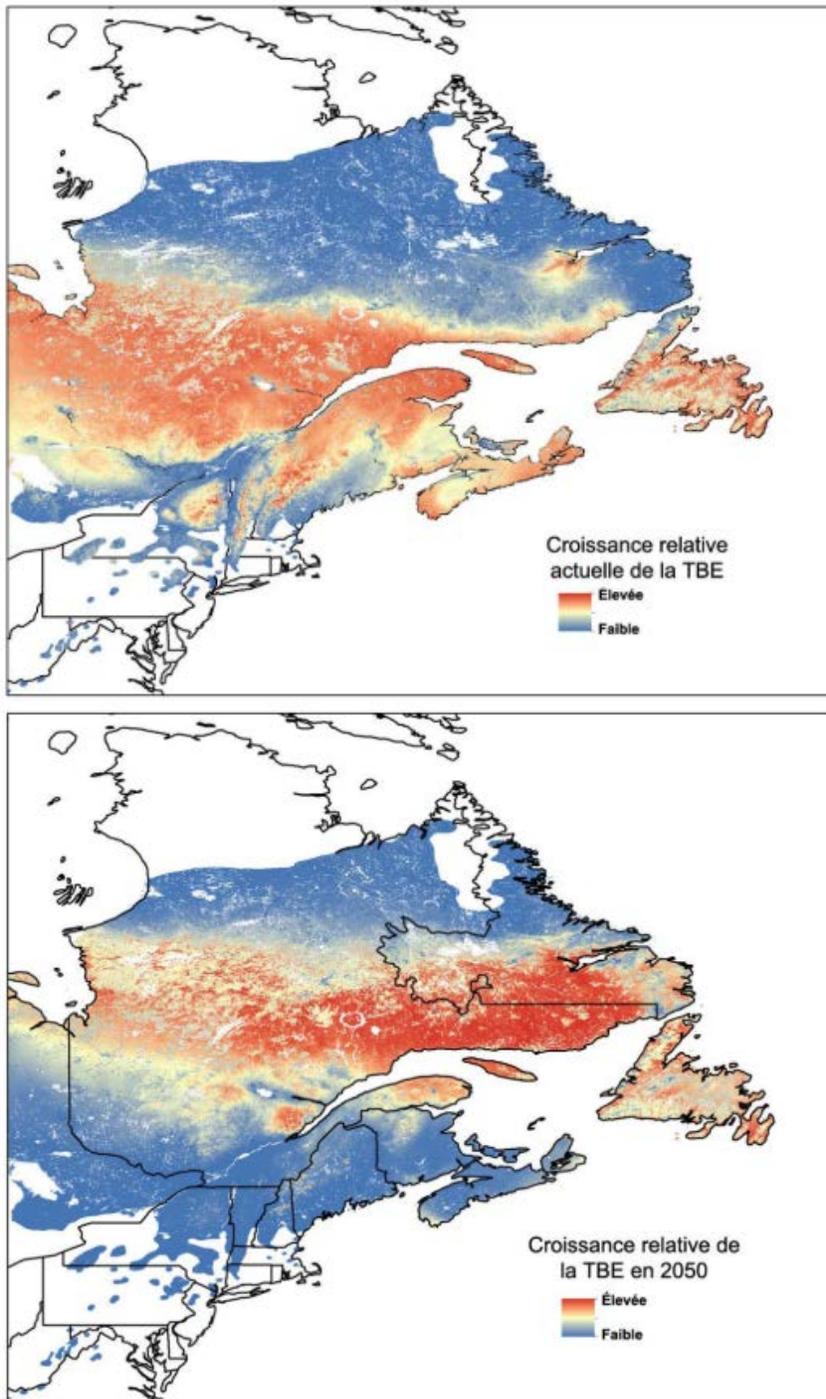
Relèvement isostatique dans la baie d'Hudson, taux actuel de soulèvement pour le modèle nn2059 (modifié de Tarasov 2004)

## ANNEXE 10



Pourcentage de milieux humides (MH) au Québec. La concentration des milieux humides au sein d'Eeyou Istchee Baie-James est beaucoup plus élevée que dans d'autres régions de la province (Pellerin et Poulin 2013).

## ANNEXE 11



Projection des migrations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Régnière et al. 2012, cité dans Samson 2012).

## ANNEXE 12

	Ours noir	Caribou	Orignal	Castor	Lynx	Martre	Loutre	Rat musqué	Renard roux
2016-2017	149	225	484	529	69	1716	52	68	66
2015-2016	160	440	483	1026	106	1547	109	217	123
2014-2015	223	204	606	798	103	1172	79	132	226
2013-2014	132	333	647	1451	129	1754	150	289	107
2012-2013	106	84	548	1342	95	2275	147	255	149
<b>TENDANCE 2012-2017</b>	<b>154</b>	<b>257,2</b>	<b>553,6</b>	<b>1029,2</b>	<b>100,4</b>	<b>1692,8</b>	<b>107,4</b>	<b>192,2</b>	<b>134,2</b>
2006-2007	139	224	463	3141	94	2375	283	473	225
2005-2006	105	102	394	2399	96	4848	233	509	233
2004-2005	142	343	672	2291	77	4603	255	392	294
2003-2004	238	870	612	3277	117	3839	337	513	439
2002-2003	103	452	438	2980	87	2731	297	705	466
<b>TENDANCE 2002-2007</b>	<b>145,4</b>	<b>398,2</b>	<b>515,8</b>	<b>2817,6</b>	<b>88,8</b>	<b>3679,2</b>	<b>281</b>	<b>518,4</b>	<b>330,8</b>
1996-1997	99	277	415	2460	43	2650	308	670	294
1995-1996	101	332	522	1486	31	2381	180	499	179
1994-1995	202	612	336	3318	72	2374	476	1728	222
1993-1994	98	466	316	3200	106	1382	321	913	186
1992-1993	198	733	545	1548	97	1305	218	304	135
<b>TENDANCE 1992-1997</b>	<b>139,6</b>	<b>484</b>	<b>426,8</b>	<b>2402,4</b>	<b>69,8</b>	<b>2018,4</b>	<b>300,6</b>	<b>822,8</b>	<b>203,2</b>
<b>TENDANCE 1992-2017</b>	<b>9,40%</b>	<b>-47,90%</b>	<b>33%</b>	<b>-57,20%</b>	<b>30,50%</b>	<b>-16,20%</b>	<b>-64,30%</b>	<b>-76,70%</b>	<b>-34%</b>
<b>Priorité</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>Baisse</b>	Rat musqué	Loutre	Castor	Caribou	Renard roux	Martre			
	<b>-76,70%</b>	<b>-64,30%</b>	<b>-57,20%</b>	<b>-47,90%</b>	<b>-34%</b>	<b>-16,20%</b>			
<b>Hausse</b>	Orignal	Lynx	Ours noir						
	<b>33%</b>	<b>30,50%</b>	<b>9,40%</b>						

Les données rassemblées et les tendances calculées le sont sur la base des informations contenues dans les rapports sur les récoltes de gros et petit gibier de 1992 à 2017 (Hennigs, 2017). Les rapports individuels peuvent être consultés sur le site Web de l'Association des trappeurs cris : <http://www.creegeoportal.ca/cta/>

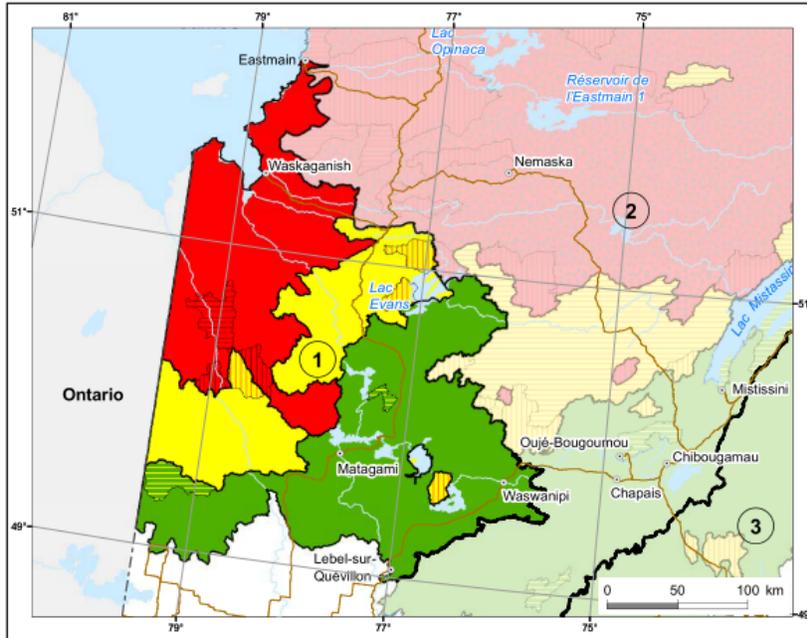
## ANNEXE 13

### Sommaire des recommandations par ordre d'importance

	Recommandations	Phase du processus de développement minéral
1	Développer une approche méthodologique et des critères de conception visant à intégrer les changements climatiques dans la conception des ouvrages de rétention des résidus miniers et des méthodes de restauration.	Exploitation Restauration
2	Considérer, voire même encourager, l'utilisation des modes de gestion des rejets qui rendent moins vulnérables à long terme les aires d'entreposage des rejets face aux risques géotechniques associés aux digues.	Restauration
3	Favoriser les concepts de restauration les moins vulnérables aux changements climatiques ainsi que ceux qui offrent la possibilité d'être ajustés au fur et à mesure de l'évolution du climat.	Restauration
4	Considérer que, dans les cas où la technique de recouvrements isolants sera envisagée comme méthode de restauration, elle devra faire l'objet d'une démonstration scientifique solide, qui inclut l'impact des changements climatiques sur sa performance à long terme.	Restauration
5	Supporter la recherche en lien avec la réduction de la vulnérabilité du secteur minier par rapport aux changements climatiques, notamment sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>• la performance des méthodes de restauration à long terme;</li> <li>• les méthodes visant à réduire les risques d'instabilités géotechniques (p. ex : résidus épaissis ou filtrés; inclusions de stérile);</li> <li>• l'amélioration des modèles visant l'estimation des conditions climatiques futures ;</li> <li>• l'adaptation des technologies de l'exploration minérale dans le contexte des changements climatiques.</li> </ul>	Exploration Exploitation Restauration
6	Ajuster la fréquence de suivi des sites restaurés afin d'éviter la dégradation de la performance des modes de restauration dans le temps attribuable aux changements climatiques et/ou à d'autres phénomènes.	Restauration
7	S'assurer que les garanties financières soient modulées pour tenir compte des effets des changements climatiques sur la performance à long terme des méthodes de restauration.	Restauration
8	S'assurer que, dans le contexte des changements climatiques la protection du territoire n'empêche pas l'accès pour l'exploration minière.	Exploration
9	S'assurer que la performance de la technique de restauration soit robuste face aux changements climatiques avant d'émettre un certificat de libération.	Restauration
10	Produire un guide visant à établir des façons de faire pour mieux intégrer les changements climatiques dans les études techniques.	Exploitation Restauration
11	Utiliser les connaissances des communautés locales, notamment des communautés autochtones, pour mieux comprendre l'impact des changements climatiques sur les milieux et les impliquer dans le suivi local des changements climatiques.	Exploration Exploitation Restauration
12	Utiliser les données météorologiques existantes recueillies sur les sites miniers actifs pour le développement de scénarios climatiques adaptés au secteur minier.	Exploitation Restauration

Recommandations à l'égard des changements climatiques pour le secteur minier au Québec (Bussière et al. 2017)

# ANNEXE 14



**Territoire qui ne respecte pas les critères d'aménagement durable des forêts**

**Territoire de sensibilité très élevée**

- 1.1 - Contraintes très importantes du milieu physique
- 1.2 - Capacité de production insuffisante pour un aménagement durable des forêts
- 1.3 - Capacité de production insuffisante pour faire face au risque de feu
- 1.4 - Insuffisance d'habitats denses et hauts

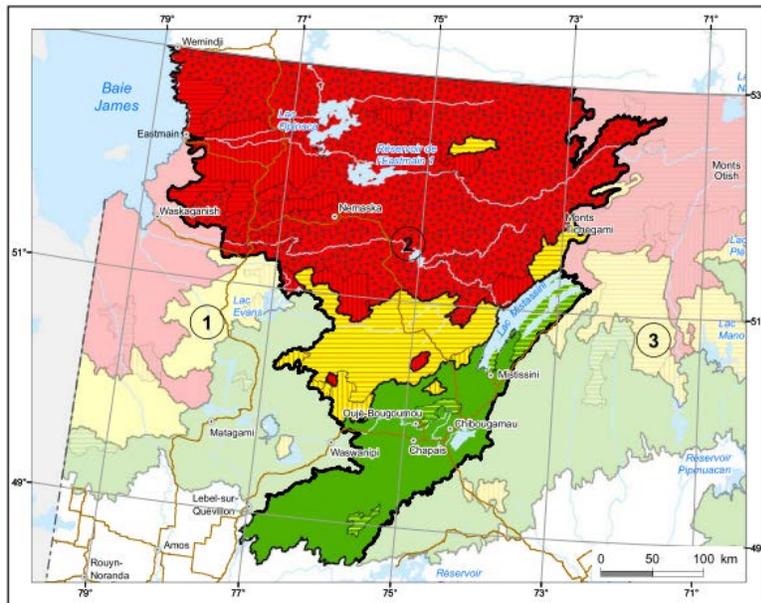
**Territoire qui respecte les critères d'aménagement durable des forêts**

**Territoire de sensibilité moyenne à élevée**

- 2.1 - Contraintes importantes du milieu physique
- 2.2 - Impact élevé des perturbations naturelles récurrentes par le feu
- 2.3 - Insuffisance d'habitats denses et hauts en raison d'une seule année de feu
- 2.4 - Habitats denses et hauts fragmentés

**Territoire de sensibilité faible**

- 3.1 - Quelques facteurs préoccupants pour l'aménagement durable des forêts
- 3.2 - Peu risqué pour l'aménagement durable des forêts



Cartes indiquant les territoires où le développement durable en milieu forestier n'est pas possible compte tenu de la sensibilité et du développement durable des forêts (MERN 2013).

## ANNEXE 15

Options d'adaptation au niveau stratégique			
Objectifs			
Conserver la diversité biologique	Maintenir la capacité de production des écosystèmes forestiers	Maintenir la santé et la vitalité des écosystèmes forestiers	Conserver et maintenir les ressources terrestres et aquatiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire au minimum la fragmentation de l'habitat et maintenir la connectivité</li> <li>• Préserver les types de forêts représentatifs de tous les gradients environnementaux dans des réserves</li> <li>• Protéger les refuges climatiques à plusieurs échelles</li> <li>• Déterminer et protéger les groupes fonctionnels et les espèces clés</li> <li>• Maintenir les régimes de feux naturels</li> <li>• Prévoir des zones tampons pour ajuster les limites des réserves</li> <li>• Créer des réserves artificielles ou des arboretums pour préserver les espèces rares</li> <li>• Protéger les espèces les plus menacées ex-situ</li> <li>• Créer un programme de gestion des gènes pour maintenir des bassins diversifiés de gènes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratiquer une foresterie de plantation à haute intensité pour promouvoir la croissance d'espèces commerciales, particulièrement dans les endroits où une augmentation de la perturbation est anticipée</li> <li>• Souligner et atténuer la perturbation du sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire des croisements pour accroître la résistance aux ravageurs et la tolérance à divers facteurs de stress climatiques et à des conditions climatiques extrêmes chez des génotypes particuliers</li> <li>• Réduire les facteurs de stress non-reliés au climat pour augmenter la capacité des écosystèmes à répondre aux changements climatiques en gérant les impacts du tourisme, des activités récréatives et du broutage</li> <li>• Réduire les facteurs de stress non-reliés au climat pour augmenter la capacité des écosystèmes à répondre aux changements climatiques en régulant les polluants atmosphériques</li> <li>• Réduire les facteurs de stress non-reliés au climat pour augmenter la capacité des écosystèmes à répondre aux changements climatiques en restaurant les zones dégradées pour maintenir la diversité génétique et favoriser l'état de santé des écosystèmes</li> <li>• Adapter les calendriers de coupe de manière à récolter les peuplements les plus vulnérables aux épidémies d'insectes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter de construire des routes sur des terrains propices aux glissements de terrain où l'accroissement des précipitations et de la fonte du pergélisol peut augmenter le risque d'effondrement</li> <li>• Souligner et atténuer la perturbation du sol</li> </ul>

(suite à la page suivante)

Options d'adaptation au niveau opérationnel			
Objectifs			
Conserver la diversité biologique	Maintenir la capacité de production des écosystèmes forestiers	Maintenir la santé et la vitalité des écosystèmes forestiers	Conserver et maintenir les ressources terrestres et aquatiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettre aux forêts de se régénérer naturellement après des perturbations, lorsque possible</li> <li>• Contrôler les espèces envahissantes</li> <li>• Pratiquer une foresterie à faible intensité et empêcher la conversion en plantations</li> <li>• Faciliter les changements dans l'aire de répartition des espèces en les introduisant dans de nouvelles régions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faciliter la régénération des arbres</li> <li>• Employer des techniques de contrôle de la végétation pour contrer la sécheresse</li> <li>• Planter des espèces génétiquement modifiées et déterminer les génotypes les plus appropriés</li> <li>• Améliorer la croissance de la forêt par fertilisation</li> <li>• Gérer activement les ravageurs forestiers</li> <li>• Planter le sous-étage avec d'autres espèces ou d'autres génotypes si la régénération préexistante est inacceptable</li> <li>• Éliminer de manière sélective les individus dominés, endommagés ou de piètre qualité pour augmenter la disponibilité des ressources pour les autres arbres (éclaircie précommerciale)</li> <li>• Abaisser l'âge d'exploitation et replanter afin d'accélérer l'établissement d'espèces mieux adaptées</li> <li>• Contrôler les espèces indésirables qui seront plus compétitives dans un climat changeant</li> <li>• Assouplir les règles qui régissent le déplacement des semences d'un endroit à un autre</li> <li>• Inclure les variables climatiques dans les modèles de croissance et de rendement afin d'avoir des projections plus précises sur le développement futur des forêts</li> <li>• Concevoir et mettre en place des essais de multiples espèces et lots de semences à long terme pour tester les génotypes améliorés dans divers environnements climatiques et latitudinaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planter des génotypes ou des espèces qui tolèrent la sécheresse, les insectes et/ou les maladies</li> <li>• Réduire les pertes causées par les maladies au moyen des coupes sanitaires qui éliminent les arbres infestés</li> <li>• Utiliser le brûlage dirigé ou d'autres traitements réduisant le combustible pour diminuer le risque de feux de forêt et le niveau de vulnérabilité aux épidémies d'insectes</li> <li>• Employer des techniques sylvicoles qui favorisent la productivité de la forêt et augmentent la vigueur des peuplements (i.e. coupe partielle ou éclaircissement) afin de réduire la vulnérabilité à la sécheresse et aux attaques d'insectes</li> <li>• Raccourcir la révolution afin de réduire la période de vulnérabilité des forêts aux épidémies d'insectes et de maladies et de faciliter le passage à des espèces plus appropriées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenir, mettre hors service et réparer les routes pour atténuer le ruissellement des sédiments causé par l'augmentation des précipitations et à la fonte du pergélisol</li> <li>• Atténuer les effets des changements de volume et de période des débits de pointe de la fonte de la neige sur les infrastructures, les poissons et l'eau potable</li> </ul>

Options d'adaptation aux changements climatiques pour la gestion forestière (modifié de Furgal et Prowse 2008)

## ANNEXE 16

Communauté	Activités de surveillance et d'adaptation
Mistissini	<ul style="list-style-type: none"><li>• Surveillance de la glace dans le canal principal par un maître de trappe. N'a pas été réalisé en 2009 en raison du gel tardif.</li><li>• Surveillance de la température de l'eau par un coordonnateur environnemental local.</li></ul>
Waskaganish	<ul style="list-style-type: none"><li>• Niskamoon fournit 100 000\$ pour le programme de surveillance de la glace. Une équipe a été engagée pour surveiller la glace et y mettre des panneaux de signalisation. Il y a un rapport de surveillance.</li><li>• Sécurité publique surveille la sécurité de l'eau et de la glace. Les déplacements et les opérations de recherche et sauvetage sont de plus en plus difficiles. La Première Nation considère l'achat d'un aéroglisseur.</li></ul>
Whapmagoostui	<ul style="list-style-type: none"><li>• Surveillance des conditions de glace en collaboration avec le département Inuit des incendies.</li><li>• Recherche et sauvetage fournit des données sur les conditions de glace.</li><li>• Il y a déjà des efforts faits pour tracer des routes le long de la baie et des cours d'eau pour les traverses de motoneiges mais seulement sur une base ponctuelle.</li></ul>

Stratégies d'adaptation existantes dans trois communautés crie (modifié de ATC 2011)

## ANNEXE 17

Observations	Impact	Type d'impact	Solutions possibles	Responsabilité
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gel tardif/dégel hâtif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Conditions de voyage dangereuses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Économique</li> <li>•Santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Surveillance</li> <li>•Sensibilisation/programmes de formation</li> <li>•Chef de la sécurité avec chaque groupe de voyage</li> <li>•Vestes de sauvetage en hiver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Département des incendies fait la surveillance après le gel</li> <li>•Conseil de bande peut demander des fonds</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Changements dans la qualité et la quantité de neige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Saison de chasse plus courte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Changements dans la qualité de la glace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Moins d'utilisation du territoire veut dire moins de contrôle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Politique</li> <li>•Culturel</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Voyage vers les caches non sécuritaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Construction d'étang d'oie et de voies de migration dans des endroits plus sécuritaires</li> <li>•Étude sur Goose Pond (Canards Illimités)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Plus d'événements météorologiques violents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Impact sur l'infrastructure (communauté et sur le territoire)</li> <li>•Débordement des égouts et du système de drainage de la pluie</li> <li>•Limon dans le lac résultant du développement</li> <li>•Diminution de la qualité de l'eau du robinet après la pluie (rapport de Rod Quinn)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Infrastructure</li> <li>•Économique</li> <li>•Santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Meilleure surveillance de la météo (mesures du vent et peut-être station météorologique à Mistissini)</li> <li>•Évaluation des égouts et du système de drainage de la pluie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Coordonnateur en environnement</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Plus de feux de forêt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte de propriété et de ressources</li> <li>•Dangers pour la santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Économique</li> <li>•Santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Surveillance</li> <li>•Programme d'assurance?</li> <li>•Programmes de préparation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SOPFEU</li> <li>•CRA (GNC) travaille avec le Conseil de la Première Nation pour la préparation de plans d'urgence pour chaque communauté - sera présenté aux communautés</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Moins de canards</li> <li>•Moins de perdrix</li> <li>•Moins de lapins</li> <li>•Moins de rats musqués</li> <li>•Castors pas aussi gras</li> <li>•Vers dans les caribous</li> <li>•Moins de poissons</li> <li>•Moins de baies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diète alimentaire traditionnelle affectée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Arrivée des ourtardes non prédictible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Planification affectée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Surveillance</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Changements dans la qualité et la quantité des plantes médicinales traditionnelles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Perte de pratiques traditionnelles de guérison (culturel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Culturel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Documenter les pratiques de guérison</li> <li>•Camp de Murray</li> <li>•Équipe de recherche des IRSC sur les médecines autochtones anti-diabétiques (<a href="http://www.taam-emaad.umontreal.ca/francais/index.html">www.taam-emaad.umontreal.ca/francais/index.html</a>)</li> </ul>	

Ébauche d'un plan d'action face aux changements climatiques à Mistissini (modifié de ATC 2011)

## ANNEXE 18

Observations	Impact	Type d'impact	Solutions possibles	Responsabilité
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gel tardif/dégel hâtif</li> <li>•Changements dans la qualité et quantité de neige</li> <li>•Changements dans la qualité de la glace (plus mince)</li> <li>•Mauvaise glace le long de la côte</li> <li>•Météo plus difficile à prévoir</li> </ul>	•Conditions de voyage dangereuses	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Sécurité alimentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Surveillance des conditions de glace le long des chemins de déplacement sur la baie et dans les terres</li> <li>•Promotion de l'utilisation de dispositifs de flottaison pour les gens voyageant en motoneige sur la baie</li> <li>•Développement d'un programme de sensibilisation dans la communauté et à l'école</li> <li>•Construction de plus de pistes d'atterrissage dans les camps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Police et département de la sécurité marquent les chemins de glace sur une base ad-hoc. Le programme pourrait devenir permanent avec des fonds sécurisés.</li> </ul>
	•Saison de chasse plus courte	•Économique		
	•Moins d'utilisation du territoire veut dire moins de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Politique</li> <li>•Culturel</li> </ul>		
	•Accès au camp printanier dangereux à cause de la glace mince	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Économique</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Changement dans le niveau des cours d'eau</li> <li>•Banc de sable dans les cours d'eau</li> <li>•Bélugas rares dans les cours d'eau</li> </ul>	•Conditions de voyage difficiles	•Sécurité	•Installation de marqueurs dans les cours d'eau	
	•Perte d'une ressource ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité alimentaire ?</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Caribou plus maigre</li> <li>•Moins d'oies des neiges</li> </ul>	•Accès aux ressources	•Sécurité alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Échanges avec les autres communautés</li> <li>•Envoi de groupes de chasse pour aller chercher des caribous pour la communauté</li> </ul>	•Fait sur une base ad-hoc par certains chasseurs
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Moins d'ours polaires</li> <li>•Moins d'ours noirs</li> <li>•Changements dans le comportement des ours noirs et polaires</li> </ul>	•Danger pour les gens et les propriétés (camps)	•Sécurité	•Surveillance des ours polaires autour de la communauté	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Absence de phoques</li> <li>•Dorés et truites plus petits</li> <li>•Plus de poissons meuniers</li> </ul>	•Perte de ressources	•Sécurité alimentaire		

Ébauche d'un plan d'action face aux changements climatiques à Whapmagoostui (modifié de ATC 2011)

## ANNEXE 19

Observations	Impact	Type d'impact	Solutions possibles	Responsabilité
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Glace plus mince</li> <li>•Dégel hâtif</li> <li>•Gel tardif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Conditions de voyage dangereuses</li> <li>•Saison de chasse plus courte</li> <li>•Moins d'utilisation du territoire veut dire moins de contrôle</li> <li>•Accès au camp au printemps est dangereux à cause de la glace mince</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> <li>•Économique</li> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> <li>•Politique</li> <li>•Culturel</li> <li>•Sécurité</li> <li>•Santé</li> <li>•Économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Surveillance des conditions de glace le long des chemins de déplacement sur la baie et dans les terres</li> <li>•Promotion de l'utilisation de dispositifs de flottaison pour les gens voyageant en motoneige sur la baie</li> <li>•Développement d'un programme de sensibilisation (certification) dans la communauté et à l'école</li> <li>•Site Internet pour le suivi des routes de glace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conseil de bande</li> <li>• CTA</li> <li>• Comité avec les aînés et les maîtres de trappe</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vents plus forts</li> <li>•Couverture de glace moins longue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Conditions de voyage dangereuses</li> <li>•Impact sur les infrastructures</li> <li>•Érosion côtière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> <li>•Infrastructure</li> <li>•Infrastructure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Système d'avertissement</li> <li>•Protection de la côte autour du village et des camps</li> <li>•Relocalisation des camps</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Moins de caribous</li> <li>•Changements dans le comportement des outardes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Accès aux ressources</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité alimentaire</li> <li>•Santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Échanges avec les autres communautés</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Plus d'ours polaires</li> <li>•Changements dans le comportement des ours noirs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Danger pour les gens et la propriété (camp)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sécurité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Surveillance des ours polaires autour de la communauté</li> </ul>	

Ébauche d'un plan d'action face aux changements climatiques à Waskaganish (modifié de ATC 2011)