

**ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES
DANS LE NORD DU CANADA**

Par

Elisabeth Dufour

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, Janvier 2010

IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE NORD DU CANADA

Elisabeth Dufour

Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Sous la direction de Jean-François Comeau

Université de Sherbrooke

Janvier 2010

Mots-Clés : Changements climatiques, réchauffement, adaptation, impacts, Arctique, Suède, Finlande, Alaska, Canada, stratégie, environnement, climat, nord.

L'environnement arctique se modifie particulièrement brusquement devant un climat qui se réchauffe et les répercussions sur les écosystèmes et la population locale représentent un défi de taille. Quels sont les véritables impacts des changements climatiques sur l'environnement, les écosystèmes et les habitants du Nord? Est-ce que les habitants du Nord du Canada sont prêts à répondre à ces changements? Quelles sont les mesures entreprises par les différents paliers de gouvernements pour adapter cette population vulnérable aux changements climatiques? C'est à ces questions que cet essai tente de répondre en dressant un portrait des principaux impacts des changements climatiques et des principales mesures d'adaptation entreprises, puis en procédant à l'analyse de celles-ci notamment en analysant les différentes stratégies d'adaptation des pays de l'Arctique circumpolaire. Les mesures entreprises dans ces différentes juridictions serviront de base pour proposer une ébauche de stratégie d'adaptation canadienne.

SOMMAIRE

La Terre est victime d'un profond déséquilibre climatique engendré par une forte augmentation d'émissions de gaz à effet de serre en raison des activités humaines. Le réchauffement est enclenché et il se fait déjà sentir partout sur le globe, mais de façon plus marquée aux latitudes élevées. Les générations actuelles de l'Arctique font face à un des plus grands défis de l'humanité, s'adapter aux changements climatiques accélérés par les activités humaines. Pour cela, des mesures concrètes doivent être entreprises de façon à limiter les préjudices issus de ces changements.

L'objectif principal de cet essai vise à faire un état de situation de l'adaptation dans le Nord du Canada. Il porte un regard critique sur les actions entreprises au Canada pour adapter les populations de l'Arctique. Pour y arriver, un portrait des principaux impacts des changements climatiques dans le Nord du Canada et des principales mesures d'adaptation prises sur le plan local a été dressé, puis les mesures entreprises aux divers niveaux de gouvernements pour adapter cette population vulnérable ont été analysées. Pour offrir un comparable, les stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans l'Arctique circumpolaire ont ensuite été analysées.

À ce jour, l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord se fait davantage à l'échelle locale et de manière plutôt réactive. L'inaction du gouvernement fédéral en termes d'adaptation dans le Nord du Canada est le constat principal de cet essai. Le développement d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques dans le Nord du Canada est la principale recommandation de ce travail. Des actions concrètes inspirées principalement des stratégies d'adaptation à l'international ont pu être proposées afin de donner le ton à cette stratégie canadienne.

REMERCIEMENTS

Mission ultime de la maîtrise en environnement, et certainement de ma longue carrière d'étudiante, cet essai n'aurait sans doute pas été le même sans le support de mon directeur, Jean-François Comeau. Ses judicieux conseils ont permis de pousser plus loin les limites prévues de cet essai ainsi que mes propres limites. Je le remercie de son support inconditionnel.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 MISE EN CONTEXTE.....	3
1.1 Le climat de la Terre	3
1.2 Description de la région à l'étude	7
1.3 Changements climatiques dans le Nord du Canada.....	9
1.4 L'adaptation aux changements climatiques.....	12
2 IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT	
ARCTIQUE	16
2.1 Impacts physiques	16
2.1.1 Ozone stratosphérique.....	16
2.1.2 Cryosphère	17
2.1.3 Écoulement d'eau douce	25
2.1.4 Niveau de la mer.....	26
2.1.5 Circulation thermohaline	27
2.2 Impacts écologiques	28
2.2.1 Flore	28
2.2.2 Faune	29
2.2.3 Biodiversité	32
2.2.4 Contaminants	33
3 IMPACTS ET MESURES D'ADAPTATION SOCIOÉCONOMIQUES DES	
CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS L'ARCTIQUE CANADIEN	34
3.1 Activités d'exploitation des ressources.....	34
3.1.1 Pêches	34
3.1.2 Foresterie	36
3.1.3 Industries pétrolière, gazière et minière	38
3.2 Activités touristiques	40
3.3 Infrastructures.....	40
3.4 Voies navigables et routes d'hiver.....	43
3.5 Santé et sécurité.....	47
4 STRATÉGIES D'ADAPTATION AU CANADA.....	53

4.1	Gouvernement fédéral	53
4.2	Gouvernements territoriaux.....	57
4.2.1	Nunavut	57
4.2.2	Territoires du Nord-Ouest	58
4.2.3	Yukon	59
4.3	Organismes autochtones	62
4.4	Autres réseaux et organisations.....	64
4.5	Analyse des actions entreprises au Canada	66
5	STRATÉGIES D'ADAPTATION À L'INTERNATIONAL.....	68
5.1	Écosystèmes	69
5.1.1	Pêches	70
5.1.2	Foresterie	71
5.1.3	Biodiversité	72
5.2	Infrastructures.....	73
5.3	Santé et sécurité.....	75
5.4	Analyse des actions entreprises à l'international.....	76
6	RECOMMANDATIONS	78
6.1	Vision.....	78
6.2	Mandat.....	78
6.3	Mesures d'adaptation.....	79
6.3.1	Biodiversité	79
6.3.2	Pêches	80
6.3.3	Foresterie	80
6.3.4	Infrastructures.....	81
6.3.5	Santé et sécurité.....	81
6.3.6	Générales	82
	CONCLUSION.....	83
	RÉFÉRENCES	85
ANNEXE 1	MESURES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE SECTEUR FORESTIER	94
ANNEXE 2	BESOINS EN MATIÈRE D'ADAPTATION DANS LE SECTEUR FORESTIER	97

ANNEXE 3	RECOMMANDATIONS DE LA TRNEE EN MATIÈRE D'ADAPTATION DES INFRASTRUCTURES NORDIQUES	100
ANNEXE 4	DIAGRAMMES D'OBSERVATIONS, D'IMPACTS ET D'ADAPTATIONS DES RÉGIONS ARCTIQUES CONÇUS PAR L'ITK.....	103
ANNEXE 5	SOMMAIRE DES MESURES D'ADAPTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS PROPOSÉES PAR L'ÉTUDE DE L'ITK	108
ANNEXE 6	MESURES PRIORITAIRES DÉCOULANT DE LA STRATÉGIE SUR LES IMPACTS ET L'ADAPTATION DANS LE NORD	114
ANNEXE 7	TABLEAU SYNTHÈSE DES MESURES D'ADAPTATION PROPOSÉES	116

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Flux de l'énergie dans le système climatique planétaire.....	4
Figure 1.2	Reconstruction des températures annuelles moyennes en Antarctique....	5
Figure 1.3	Concentrations moyennes de CO ₂ dans l'atmosphère et températures annuelles moyennes dans le dernier millénaire.....	5
Figure 1.4	Température globale depuis 1850.....	6
Figure 1.5	Variations de la température moyenne et du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord..	7
Figure 1.6	Glace de mer observée en septembre 1979 et 2005.....	7
Figure 1.7	Limites territoriales, collectivités du Nord canadien et zones de pergélisol..	8
Figure 1.8	Exemple de la variation spatiale et temporelle des changements prévus (MCCG2-A2) de la température moyenne annuelle au Canada.	11
Figure 1.9	Bilan énergétique et l'albédo en milieu nordique..	12
Figure 1.1	Concept du processus d'adaptation.	15
Figure 2.1	Étendue de la glace de mer arctique de 1972 à 2002	18
Figure 2.2	Étendue saisonnière de la glace de mer arctique de 1950 à 2002.	19
Figure 2.3	Vulnérabilité aux changements climatiques des différents glaciers et inlandsis (en violet) et leur potentiel d'augmentation du niveau moyen des mers (en bleu).	22
Figure 2.4	Températures annuelles moyennes à la surface du sol dans les zones de pergélisol du Canada.	24
Figure 2.5	Réaction physique du pergélisol au réchauffement climatique.	24
Figure 2.6	Circulation thermohaline.....	27
Figure 3.1	Régions forestières canadiennes.	37
Figure 3.2	Principales voies navigables du passage du Nord-Ouest et concentration médiane des glaces au 3 septembre de 1971 à 2000.....	43
Figure 3.3	Moyenne des dates d'ouverture de la route de glace traversant le fleuve Mackenzie.....	47
Figure 5.2	Système intégré pour l'adaptation des infrastructures..	73
Tableau 1.2	Types d'adaptation.....	13
Tableau 3.3	Changements prévus dans les voies navigables.....	45
Tableau 3.4	Impacts potentiels des changements climatiques sur la santé.....	52

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

AAG	Adaptation Advisory Group to the Alaska Climate Change Sub-Cabinet
AEA	Alliance énergétique de l'Arctique
C-CIARN	Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation
CH ₄	Méthane
CNIC	Codes, normes et instruments connexes
CPNY	Conseil des Premières nations du Yukon
CO ₂	Dioxyde de carbone
EICCA	Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique
ENR	Ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles des T.N.-O.
FCIS	Fonds canadien sur l'infrastructure stratégique
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IEN	Initiative des écosystèmes du Nord
ITK	Inuit Tapiriit Kanatami
LCEE	Loi Canadienne sur l'évaluation environnementale
N ₂ O	Protoxyde d'azote
O ₃	Ozone
PACAN	Programme d'action pour les collectivités nordiques
PIACC	Programme sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques
SACO	Substances appauvrissant la couche d'ozone
TCWR	Tibitt to Contowoyto Window Road
T.N.-O.	Territoires du Nord-ouest
TRNEE	Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie
UV	Ultraviolet

LEXIQUE

Circulation thermohaline Circulation permanente à grande échelle de l'eau des océans engendrée par des écarts de température et de salinité des masses d'eau. La salinité et la température ont un impact sur la densité de l'eau de mer.

Changement climatique Le changement climatique s'entend d'une variation de l'état du climat que l'on peut déceler par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il se rapporte à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou à l'activité humaine (GIEC, 2007).

Dulcicole	Espèce qui vit en eau douce.
Cryosphère	Partie de la croûte et de l'atmosphère terrestre sujette à être sous 0 °C pour au moins une partie de chaque année.
Pergélisol	Sol (ou roche) qui se maintient à une température égale ou inférieure à 0 °C pendant au moins deux ans. Constitué de deux parties distinctes; une mince couche active (le mollisol) qui fond l'été, et une épaisse couche plus profonde, qui ne fond pas.
Solifluxion	Glissement de terrain sous l'effet du dégel.
Thermokarst	Dépression et affaissement de terrains dus aux vides laissés dans le sol par la fonte du pergélisol.

INTRODUCTION

Des ères de glaces aux interglaciaires, la Terre a toujours subi des changements climatiques. Selon les processus naturels qui régissent le climat, la Terre serait censée se refroidir et entrer dans une nouvelle ère glaciaire, le contraire est pourtant observé aujourd'hui (Pienitz, 2005). En effet, le globe est en proie à un profond réchauffement global et ce réchauffement inédit résulte des émissions de gaz à effet de serre (GES) inhérentes aux activités humaines. Le lien entre ces émissions et le réchauffement observé est indéniable. Le réchauffement de la planète est amorcé et il est impossible de l'arrêter, et cela, même si les émissions étaient réduites à zéro (GIEC, 2007). Le plus grand défi de toute l'humanité se présente aujourd'hui, l'Homme sera-t-il capable de faire face au réchauffement accéléré de la Terre? Pour cela, il doit prendre non seulement des mesures pour réduire l'ampleur du réchauffement, mais aussi pour s'adapter aux impacts des changements climatiques afin de limiter les effets.

Les impacts des changements climatiques se font déjà sentir partout sur le globe, mais plus particulièrement dans l'Arctique, où les impacts du réchauffement sont évidents. La fonte de la cryosphère, sous toutes ses formes, à un rythme jamais observé ne trompe pas. L'Arctique est sujet à de profonds changements, non pas dans 50 ou 100 ans, mais maintenant. La nécessité d'agir pour adapter une population vulnérable est urgente.

Les objectifs de cet essai sont de dresser un portrait des principaux impacts des changements climatiques dans le Nord du Canada et des principales mesures entreprises pour adapter cette région à ces impacts et d'analyser celles réalisées dans l'Arctique circumpolaire. Ultimement, l'objectif est de savoir comment le Canada agit pour adapter les populations nordiques aux changements climatiques et si les actions prises sont suffisantes.

Les rapports scientifiques et les documents gouvernementaux constituent la base de la documentation de cet essai. Les références traitées sont récentes et proviennent de sources fiables de façon à établir une analyse non seulement valable, mais actuelle.

Une mise en contexte regroupant des faits généraux sur les changements climatiques, la région à l'étude et sur l'adaptation est d'abord présentée. Suit une description des principaux impacts du réchauffement sur l'environnement arctique. Subséquemment, les principaux impacts et mesures d'adaptation socioéconomiques sont décrits. Le portrait des différents impacts dressé, les actions entreprises au Canada sont présentées et

analysées. L'analyse des actions des différents pays de l'Arctique sur le sujet permet de faire ressortir des mesures applicables au Canada. En fin, des recommandations sont émises quant aux actions à entreprendre au Canada pour adapter le Nord du pays aux impacts des changements climatiques.

1 MISE EN CONTEXTE

L'atmosphère terrestre subit des changements importants qui dépasseraient les limites de ses fluctuations naturelles des 100 derniers millions d'années, et qui pourraient devenir encore plus prononcés avec le temps. Ces récents changements semblent être directement reliés aux activités humaines. En effet, la croissance de la population mondiale, qui est passée de 600 millions de personnes au début du 18^e siècle à 6,7 milliards à l'heure actuelle, combinée avec l'industrialisation font en sorte que les activités humaines se déroulent maintenant à une échelle telle que leur influence sur l'environnement rivalise avec celle des forces de la nature (Hengeveld, 2005). Les gaz émis par les activités anthropiques modifient l'atmosphère terrestre dans une proportion où le climat s'en retrouve déséquilibré.

1.1 Le climat de la Terre

Les gaz composant l'atmosphère assurent les conditions essentielles à la vie sur la Terre, mais c'est le climat qui façonne les conditions propices à la vie et contribue à en définir les limites. Le climat régit les cycles biologiques des végétaux et animaux et constitue un facteur déterminant de leur répartition sur le globe. Bien que l'Homme ait réussi à s'adapter à différentes régions de la planète, il n'est pas moins assujéti à l'influence du climat.

Le système climatique est alimenté par l'énergie solaire, qui réchauffe la Terre et l'air qui l'entoure, mettant en mouvement les courants atmosphériques et océaniques, et régissant les processus d'évaporation et de précipitations du cycle hydrologique. Ces mouvements et processus donnent naissance aux conditions météorologiques et donc au climat. Toute l'énergie qui pénètre dans le système climatique finit par en sortir, et tant que l'énergie retournée correspond à celle qui y entre, le système est en équilibre; la température moyenne de l'atmosphère terrestre demeure constante. Si les quantités d'énergies entrantes ou sortantes viennent à être modifiées, l'équilibre va se rompre et les températures vont changer jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit établi.

Une partie du rayonnement solaire qui entre dans l'atmosphère est réfléchi vers l'espace et l'autre est absorbée par l'atmosphère et la surface de la Terre (Figure 1.1). La portion qui est absorbée permet de maintenir une température moyenne favorable à la vie sur la planète. C'est principalement grâce à certains gaz présents dans l'atmosphère que la Terre conserve une température plus chaude. En effet, la vapeur d'eau, le dioxyde de

carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l’ozone (O₃) et le protoxyde d’azote (N₂O) sont les principaux gaz qui absorbent la chaleur émise par la surface terrestre sous forme d’infrarouge. Ils permettent de créer un effet de serre. Sans ces gaz à effet de serre (GES), la température moyenne serait de -19 °C. Cependant la température moyenne à la surface de la Terre est plutôt de 14 °C, soit 33 °C de plus (Hengeveld, 2005).

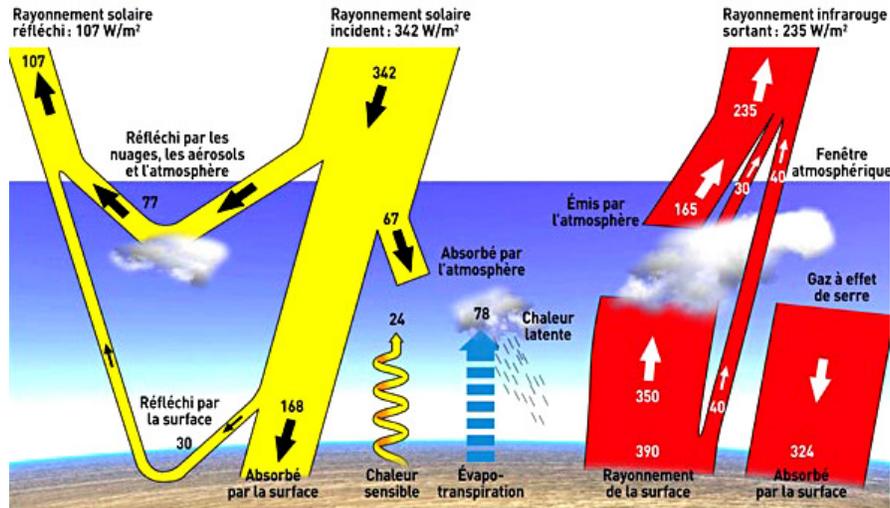


Figure 1.1 Flux de l'énergie dans le système climatique planétaire. Tirée de GIEC, 2001.

Le système climatique naturel de la planète est un système dynamique qui est toujours en évolution. Les informations tirées de plusieurs éléments terrestres attestent qu'il y a déjà eu plusieurs changements majeurs du climat dans le passé (Hengeveld, 2005). Les données fournies par les carottes de glace prélevées en Antarctique permettent de reconstruire les climats passés de la Terre. La Figure 1.2 démontre l'indéniable corrélation entre les températures annuelles moyennes et les concentrations de CO₂ et de CH₄ tandis que la Figure 1.3 présente la récente montée des températures annuelles moyennes en lien avec celle des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère (GIEC, 2007).

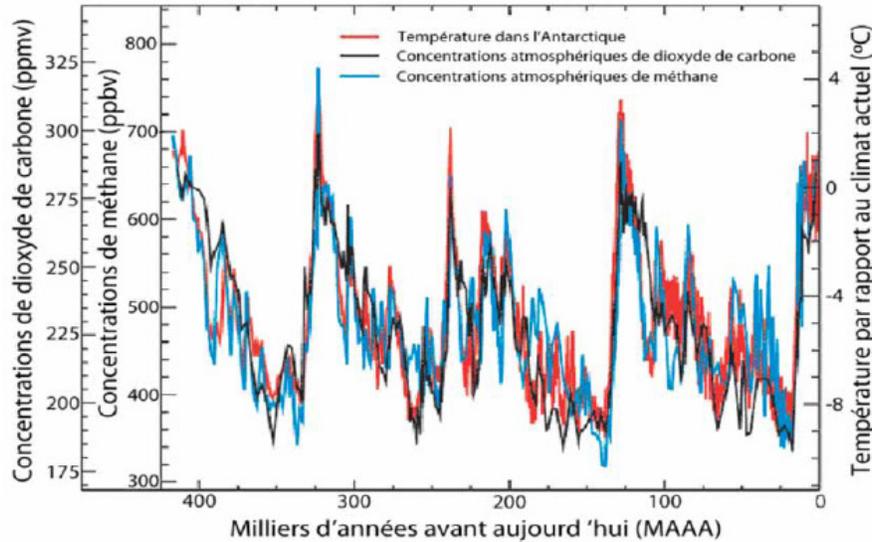


Figure 1.2 Reconstruction des températures annuelles moyennes en Antarctique. Tirée de GIEC, 2001.

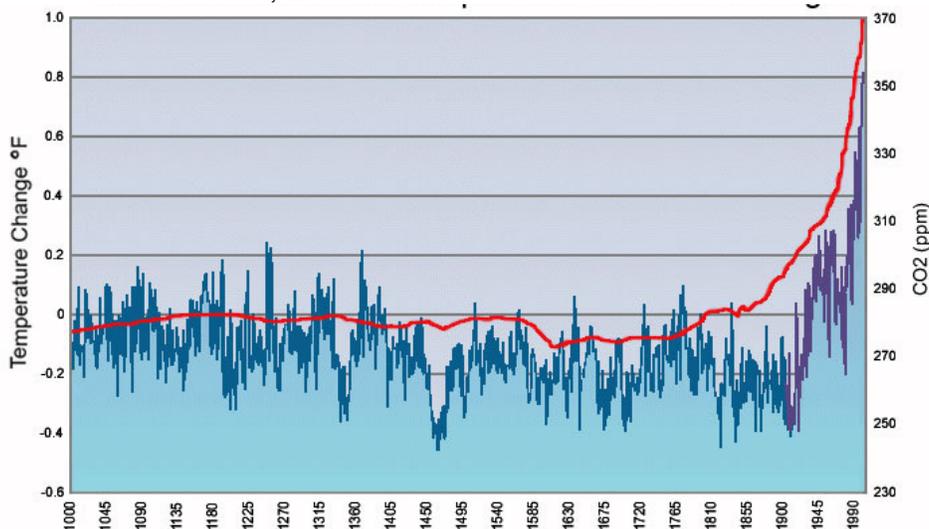


Figure 1.3 Concentrations moyennes de CO₂ dans l'atmosphère et températures annuelles moyennes dans le dernier millénaire. Tirée de Gore, 2006.

Il est à noter que depuis 400 000 ans, la concentration naturelle de CO₂ de l'air n'a jamais dépassé 280 ppm et celle de CH₄ n'a jamais atteint 0,8 ppm. En revanche, depuis le début de l'ère industrielle, la teneur en CO₂ de l'air augmente et se chiffre maintenant à 370 ppm, soit une augmentation de plus de 30 % en 200 ans. Le même phénomène se produit pour le CH₄, mais avec une augmentation encore plus importante. Effectivement, sa teneur dans l'air est maintenant de 1,6 ppm, ce qui mène à une augmentation d'au moins 100 % depuis l'époque préindustrielle (Rotaru et al., 2006). Il n'est pas surprenant que

onze des douze années de 1995 à 2006 ont été les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe (Figure 1.4). Selon les données du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007), la tendance linéaire au réchauffement a atteint environ 0,74 °C de 1906 à 2005. Cette tendance est près de deux fois plus importante entre 1956 et 2005 (Figure 1.4). Il est vrai que les températures ont augmenté presque partout dans le monde, mais de manière plus marquée aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord. Au cours des 100 dernières années, les températures moyennes dans l'Arctique ont augmenté presque deux fois plus vite que les températures mondiales (GIEC, 2007).

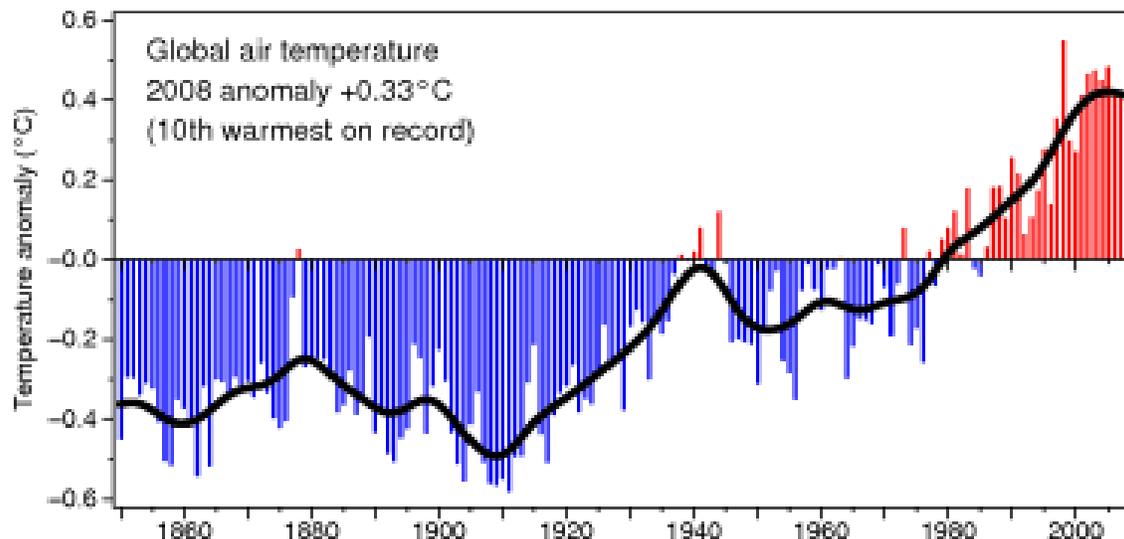


Figure 1.4 Température globale depuis 1850. Tirée de Climate Research Unit, 2009

L'élévation du niveau de la mer concorde aussi avec le réchauffement global. Entre 1961 et 2003, le niveau moyen de la mer s'est élevé d'environ 1,8 mm/an en moyenne et d'environ 3,1 mm/an entre 1993 et 2003 (Figure 1.4). Depuis 1993, l'augmentation du niveau de la mer serait imputable en majorité à la dilatation thermique des océans et à la fonte des glaciers et des calottes glaciaires. La diminution observée de l'étendue des zones couvertes de glace et de neige concorde, elle aussi, avec le réchauffement (Figure 1.5). Depuis 1978, l'étendue moyenne annuelle des glaces a diminué d'environ 2,7 % par décennie dans l'océan Arctique, avec un recul plus marqué en été, soit d'environ 7,4 % (Figure 1.6). Quant au gélisol saisonnier, il a diminué d'environ 7 % depuis 1900 dans l'hémisphère Nord, ce recul pouvant atteindre 15 % au printemps. De plus, les températures du pergélisol se sont globalement accrues dans l'Arctique, soit d'environ 3 % depuis 1980. Plusieurs autres aspects du climat se sont aussi modifiés tels que le régime

des précipitations et la fréquence et/ou l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (GIEC, 2007).

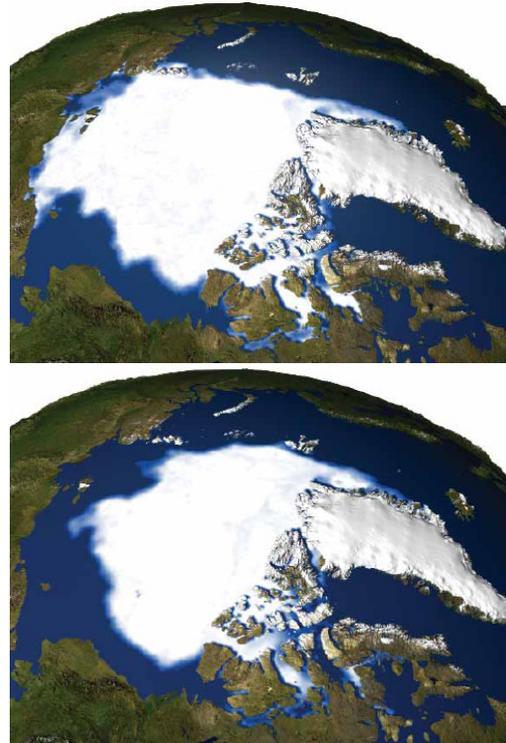
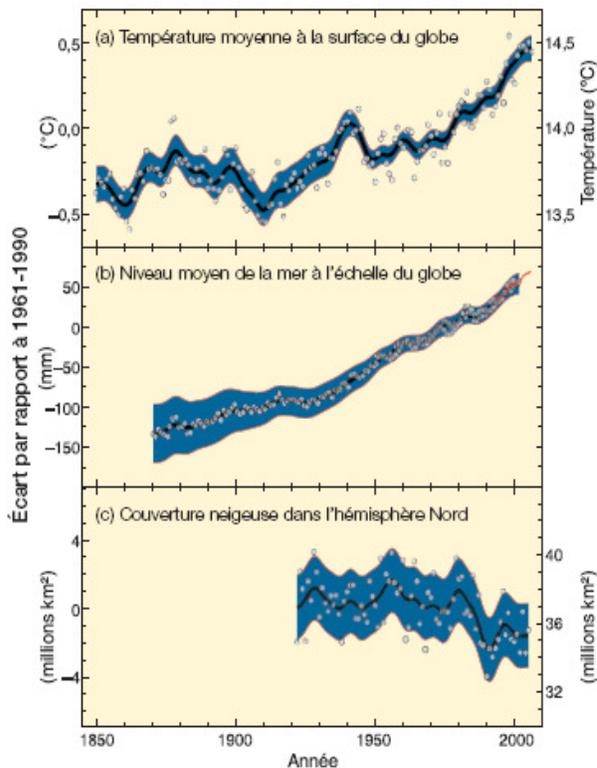


Figure 1.5 Variations de la température moyenne et du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord. Tirée de GIEC, 2007.

Figure 1.6 Glace de mer observée en septembre 1979 et 2005. Tirée de Hengeveld, 2005.

1.2 Description de la région à l'étude

La région dite du « Nord du Canada » désigne les trois territoires canadiens situés au nord du 60° parallèle, soit le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut. Ces territoires couvrent près de 60 % de la surface terrestre canadienne, comprennent de nombreuses zones écologiques et regroupent près de 100 collectivités de langues et de cultures différentes (Figure 1.7) (Furgal et al., 2008).

Le climat du Nord du Canada se caractérise par des hivers longs et froids et par des étés courts et frais. Les précipitations, peu abondantes, se manifestent principalement durant les mois les plus chauds (Furgal et al., 2008). Le Nord du Canada est recouvert de pergélisol (Figure 1.7). Dans les régions les plus septentrionales, le pergélisol est continu

et son épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres, tandis que plus au sud, sa répartition devient discontinue et irrégulière avec une épaisseur moindre. En ne tenant pas compte des vastes étendues de glaces, les territoires au nord du 60^e parallèle contiennent 18 % de l'eau douce du Canada. Les glaciers couvrent plus de 150 000 km² des îles de l'Extrême-Arctique et 15 000 km² des terres continentales. Le ruissellement dépend en grande partie de la fonte de la neige et de l'ablation des glaciers. Tous les lacs et cours d'eau de cette région sont gelés de façon saisonnière. La glace peut recouvrir certains lacs et cours d'eau durant toute l'année dans les régions les plus nordiques. L'épaisseur moyenne de glace peut atteindre deux mètres dans ces régions. Les apports d'eau douce vers l'océan Arctique sont très importants, car il contribue à la circulation thermohaline des océans, un élément régulateur du climat mondial. Les mers septentrionales sont aussi caractérisées par une couverture saisonnière de glace qui atteint souvent une épaisseur de plusieurs mètres. L'océan Arctique, quant à lui, est couvert d'une banquise permanente. Le mouvement des eaux marines et la présence de vastes couvertures de glaces ont une grande influence sur le climat des territoires nordiques (Furgal et al., 2008).

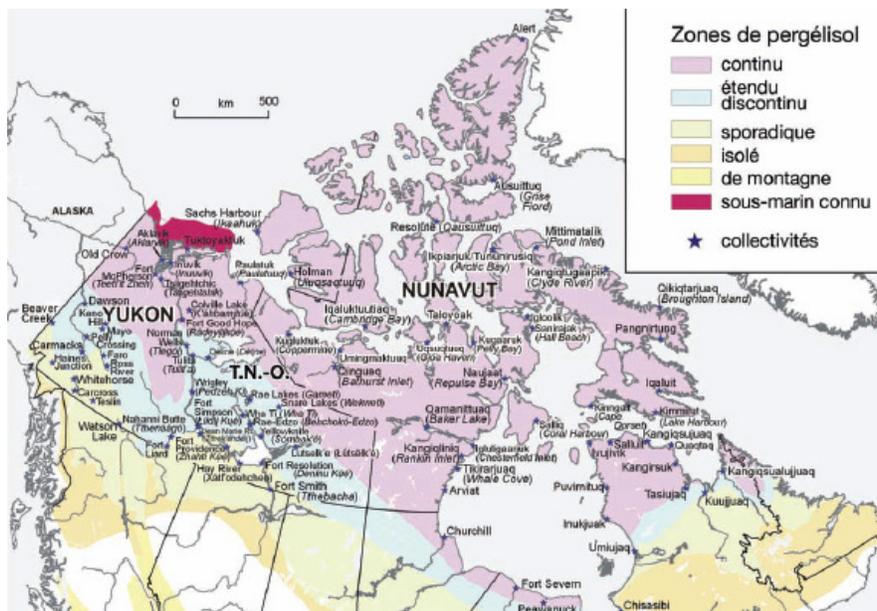


Figure 1.7 Limites territoriales, collectivités du Nord canadien et zones de pergélisol. Tirée de Furgal, 2007.

Plus de 100 000 personnes vivent dans le Nord du Canada, et près des deux tiers des collectivités nordiques sont situés le long des côtes. Au cours des dernières décennies, la croissance démographique est principalement due à l'augmentation de la population non autochtone provenant de l'exploitation des ressources et à la croissance de

l'administration publique. Il est estimé que les Territoires du Nord-Ouest obtiendront un plus haut taux de croissance démographique, principalement à cause du développement industriel associé au pipeline de la vallée du Mackenzie et aux nouvelles exploitations minières. L'économie nordique est un mélange d'activités traditionnelles liées aux ressources renouvelables ou d'activités de subsistance et d'activités formelles génératrices de revenus. Ces dernières activités sont principalement reliées à l'extraction de ressources non renouvelables ou à l'administration publique. Bien qu'une infime partie des revenus restent dans la région où l'extraction se fait, elles ont des retombées importantes pour la population locale. Comme ces activités ne se pratiquent pas dans toutes les régions, cela entraîne des disparités sociales et économiques importantes entre les régions du nord (Furgal et al., 2008).

1.3 Changements climatiques dans le Nord du Canada

Étant donné que la collecte de données réalisée à l'aide d'instruments dans l'Arctique a débuté seulement vers 1950, les tendances et la variabilité climatique ne peuvent être estimées que depuis cette date. Pour la période de 1950 à 1998, l'analyse des températures annuelles moyennes montre un gradient qui se déplace d'ouest en est, allant d'un réchauffement climatique significatif de 1,5 °C à 2 °C dans l'ouest de l'Arctique à un refroidissement significatif de -1 °C à -1,5 °C dans l'extrême nord-est. Néanmoins, toutes les régions démontrent un réchauffement au cours des périodes plus récentes. Les saisons hivernales et printanières accusent les tendances au réchauffement les plus fortes. Selon l'analyse des anomalies de températures entre 1948 et 2005, le réchauffement le plus important aurait lieu au Yukon et dans la vallée du Mackenzie, soit un réchauffement de 2,2 °C et 2 °C respectivement. Pendant ce temps, l'ensemble du Canada accuse un réchauffement moyen beaucoup plus faible de 1,2 °C. Dans la région du nord-ouest du Canada, on constate une tendance à une diminution du nombre de jours d'extrême froid et une augmentation du nombre de jours où la température est extrêmement élevée. Quant aux précipitations, elles se font beaucoup plus nombreuses. En effet, tout le Nord du Canada enregistre une hausse considérable des précipitations annuelles totales. Ces tendances constatées des températures et précipitations dans le Nord canadien coïncident avec celles constatées dans l'ensemble de l'Arctique. Il est à noter que les archives climatiques permettent de constater que le climat s'est maintenu relativement chaud et stable depuis 10 000 ans dans le Nord. En revanche, depuis les 400 dernières années, le climat se caractérise par un réchauffement et par les transformations

qu'il provoque, comme le recul des glaciers, la réduction de la superficie de glace de mer, la fonte du pergélisol et l'altération des écosystèmes terrestres et aquatiques. Toutefois, depuis environ 150 ans, les transformations constatées sont d'une rapidité et d'une nature sans précédent depuis le début de l'interglaciaire actuelle, il y a 10 000 ans. De plus, on prévoit que cette hausse rapide des températures dans l'Arctique se poursuivra pendant tout le 21^e siècle (Furgal et al., 2008).

Les régions polaires ont montré les taux de réchauffement les plus rapides de la planète ces dernières années. Les scénarios du réchauffement climatique pour les décennies à venir envisagent des variations plus fortes pour ces milieux que pour les autres régions (Figure 1.7). Selon les modèles climatiques proposés pour les 80 prochaines années, l'ensemble du globe devrait se réchauffer de 1,5 °C pendant que le réchauffement des pôles serait plus de l'ordre de 10 °C (Figure 1.8). Cette différence s'explique par les boucles de rétroaction positive et négative, essentiellement celles de rétroaction atmosphère-cryosphère. La cryosphère isole le monde polaire du réchauffement tout en refroidissant l'atmosphère sus-jacente. Par exemple, la fonte des glaces depuis 1978 dans l'Arctique entraîne un différentiel d'albédo entre la banquise et la mer libre créant ainsi une boucle de rétroaction positive pour le réchauffement global (Figure 1.9) (André, 2005). Donc, plus la banquise fond, plus l'eau absorbe de l'énergie solaire et se réchauffe entraînant ainsi la fonte accélérée de la banquise.

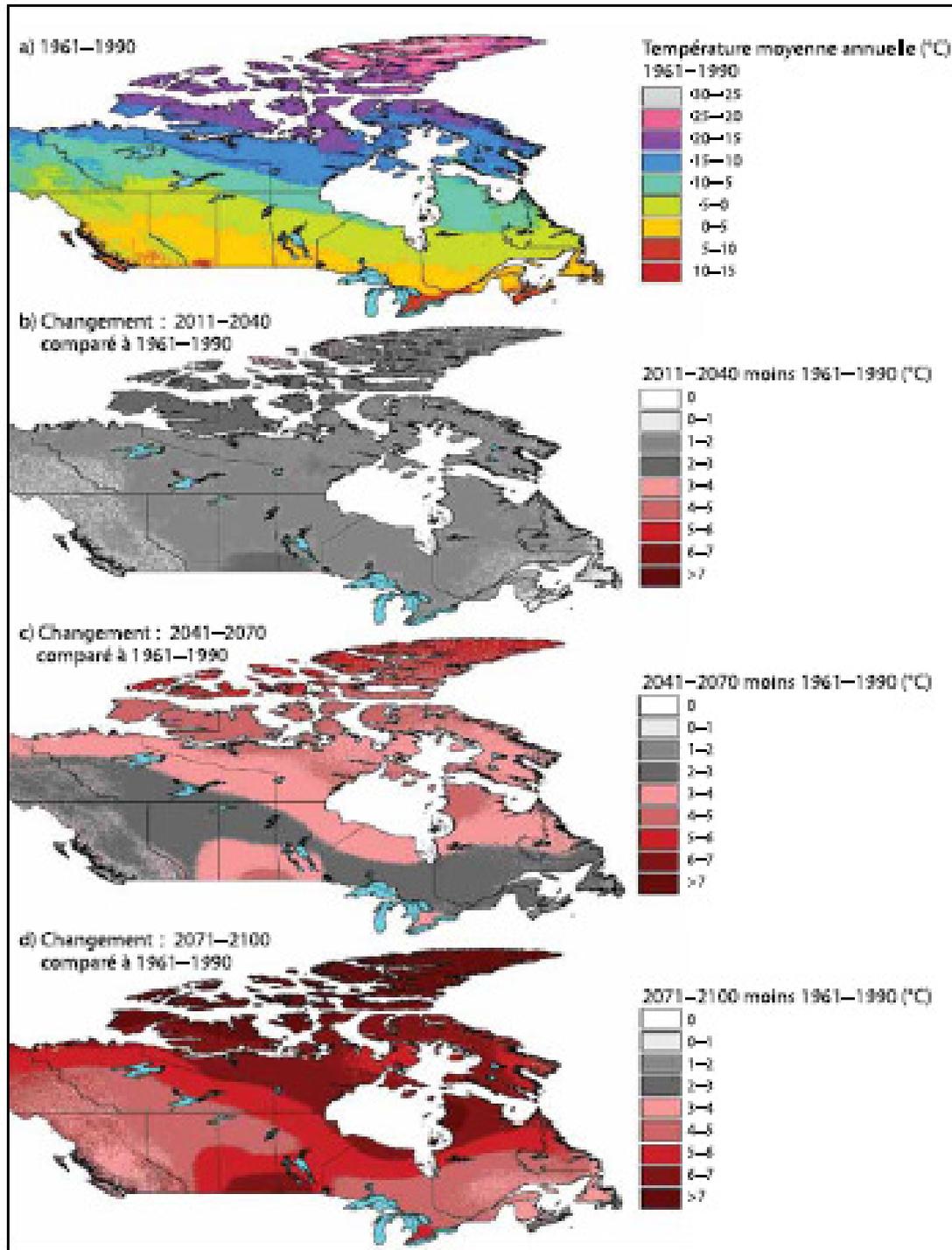


Figure 1.8 Exemple de la variation spatiale et temporelle des changements prévus (MCCG2-A2) de la température moyenne annuelle au Canada. Tirée de Lamprière, 2008.

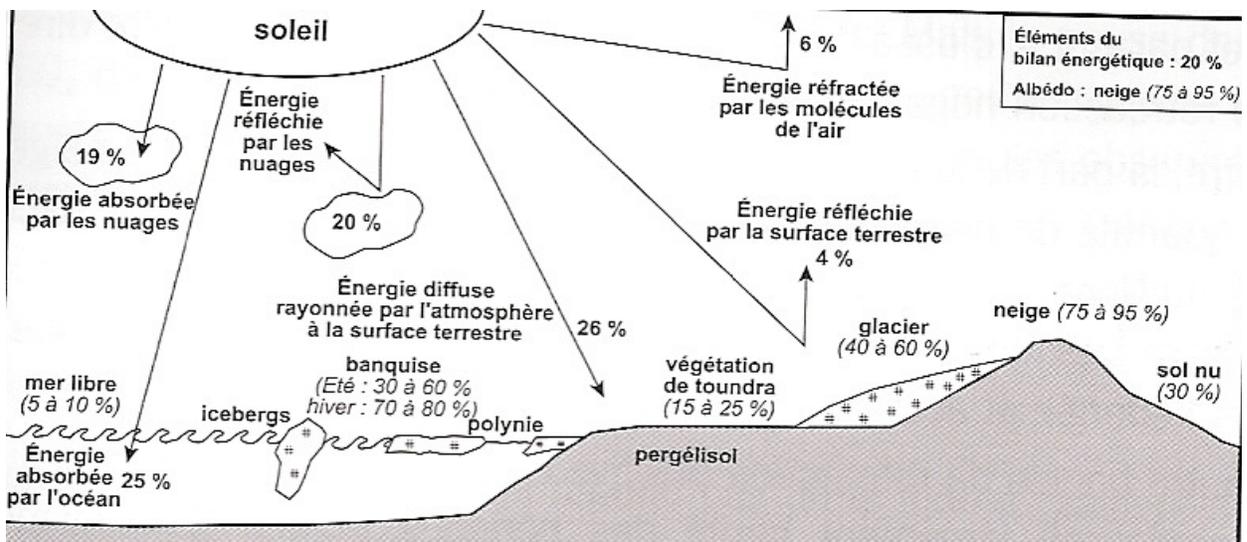


Figure 1.9 Bilan énergétique et l'albédo en milieu nordique. Tirée d'André, 2005.

Il est maintenant clair qu'en dépit de la mise en œuvre d'importantes mesures de réduction des GES, le réchauffement climatique s'intensifiera et il y aura d'importantes conséquences économiques, sociales et environnementales pour le Canada et ses habitants (Lemmen et al., 2004). Les impacts dans les régions nordiques dans les 100 prochaines années vont excéder ceux prévus dans les autres régions et vont produire des changements qui auront des répercussions importantes sur l'ensemble de la planète (GIEC, 2007). Pour réduire les effets défavorables et tirer profit de nouvelles possibilités associées aux changements climatiques, il est maintenant nécessaire de s'adapter.

1.4 L'adaptation aux changements climatiques

Les mesures d'adaptation se veulent des actions qui réduisent les impacts négatifs des changements climatiques ou qui permettent de tirer profit de nouvelles occasions qui se présentent. Les mesures d'adaptation ne remplacent pas les mesures d'atténuation des changements climatiques, elles sont plutôt un complément nécessaire. Effectivement, la réduction des GES ralentit la progression du changement climatique et en diminue l'ampleur, ce qui favorise la mise en place de mesures d'adaptation efficaces et diminue les coûts connexes (Warren et al., 2008).

Les objectifs de l'adaptation sont, principalement, d'atténuer les impacts actuels de réduire la sensibilité et l'exposition aux dangers du climat et d'accroître la résistance aux facteurs de stress d'ordre climatique et non climatique (Füssel et Klein, 2006). L'adaptation comprend des mesures prises avant l'observation d'impacts, soit les mesures

anticipatoires ou préventives, et les mesures réactionnelles ou réactives qui sont prises après l'apparition des impacts. Toutes deux constituent des mesures pouvant être planifiées, mais les mesures réactionnelles peuvent aussi se manifester de manière spontanée sans qu'il y ait eu de planification d'effectuée (Tableau 1.2) (Smith et al., 1999). L'adaptation réactive est fréquemment entreprise à la suite d'une catastrophe naturelle. La plupart du temps, les mesures anticipatoires planifiées sont moins coûteuses à long terme et plus efficaces que les mesures réactionnelles. En revanche, l'application de mesures d'adaptation dans un avenir incertain comporte des risques, dont les coûts de renonciation et la possibilité d'avoir une mauvaise adaptation (Warren et al., 2008; Mehdi et al., 2006).

Ces mesures sont très variées et peuvent inclure tant des changements de comportements, des modifications en matière d'opérations, des interventions technologiques, des révisions de pratiques de planification et d'investissement que des législations (Warren et al., 2008).

Tableau 1.2 Types d'adaptation. Tiré de Warren et al., 2008, modifié de Smith et al., 1999.

ADAPTATION			
Selon	Type d'adaptation		
L'intention	Spontanée		Planifiée
L'action (par rapport au stimulus climatique)	Réactive	Simultanée	Préventive
L'étendue temporelle	À court terme		À long terme
L'étendue spatiale	Localisée		Étendue

Plusieurs études sur les impacts des changements climatiques offrent une liste de mesures d'adaptation potentielles. Néanmoins, avant de choisir une mesure d'adaptation à prendre pour contrer un impact spécifique, ou une série d'impacts, il faut s'assurer de comprendre le processus d'adaptation et les concepts qui s'y rattachent, soit la vulnérabilité, la capacité d'adaptation et la résilience (Warren et al., 2008).

La vulnérabilité se définit comme étant le degré selon lequel un système risque de subir ou de tolérer les effets néfastes des changements climatiques. Elle dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des variations climatiques auxquels un système est exposé ainsi que sa capacité d'adaptation et de sa sensibilité (GIEC, 2007). Il est aussi important de comprendre les processus biophysiques et socioéconomiques en jeu (Adger, 2006).

En termes de changements climatiques, la capacité d'adaptation se traduit par le potentiel, les moyens ou la capacité d'un système à s'adapter aux stimuli des changements climatiques ou à ses impacts (GIEC, 2007). Le système comprend tous les niveaux et les types d'unités, notamment les régions, les collectivités, les secteurs économiques, les institutions et les entreprises privées. La capacité d'adaptation est une caractéristique d'un système qui indique son aptitude à s'adapter efficacement au changement. Un système doté d'une faible capacité d'adaptation serait plus susceptible de souffrir des changements qu'un système ayant une grande capacité d'adaptation. Un tel système pourrait même tirer profit de ces changements (Warren et al., 2008). Accroître la capacité d'adaptation fait partie des stratégies d'adaptation, et plus nombreuses sont les options d'adaptation dans le système, plus grande sera la capacité de s'adapter aux changements (Yohe et Tol, 2002).

La résilience, quant à elle, se définit comme étant l'ampleur du changement dont un système peut être l'objet sans changer d'état (GIEC, 2007). Le système peut subir les variations climatiques sans qu'il y ait d'impacts significatifs selon une certaine plage de tolérance, lorsque les limites de cette plage de tolérance sont outrepassées, ou lorsque le système connaît un changement d'état, la résilience est dépassée. Les mesures d'adaptation ajusteront cette plage de tolérance et auront un effet similaire sur la résilience (Figure 1.10).

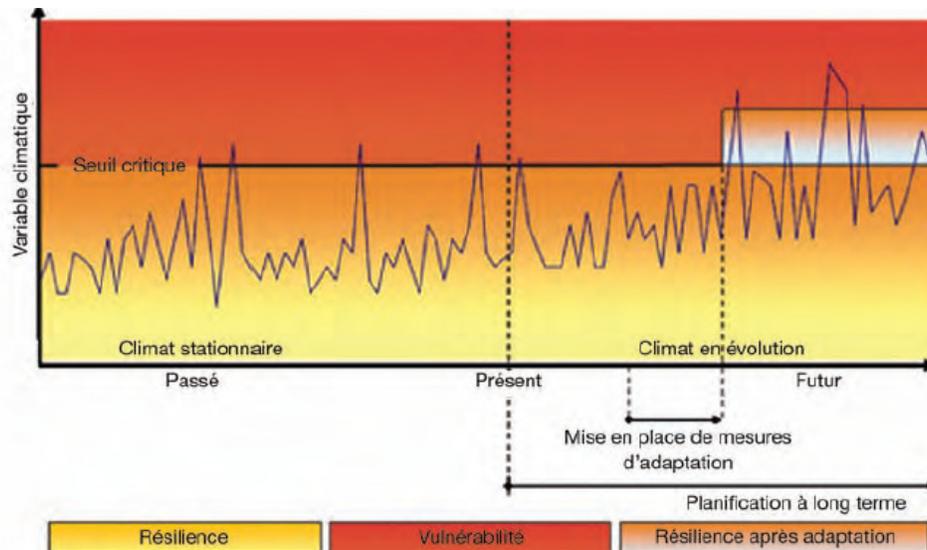


Figure 1.1 Concept du processus d'adaptation. Tirée de Warren, 2008, modifiée de Smith et al., 1999.

L'adaptation se fait au niveau de l'individu, de la collectivité ou du système et aux échelles locale, régionale ou nationale. Les mesures d'adaptation les plus efficaces et durables sont souvent celles prises à l'échelle locale et impliquent directement les personnes concernées (Clark, 2006). En plus de répondre aux changements climatiques, l'adaptation devra aussi tenir compte de différents facteurs, lesquels peuvent engendrer tant des synergies que des conflits (Warren et al., 2008).

2 IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT ARCTIQUE

Les changements dans le système climatique terrestre génèrent des impacts tant directs qu'indirects sur de nombreuses composantes de la Terre. Les principaux impacts physiques et écologiques sont rapportés dans ce chapitre.

2.1 Impacts physiques

Les impacts physiques sont les premiers impacts perceptibles des changements climatiques. Pour la plupart, il s'agit d'impacts directs découlant des changements en cours dans le système climatique terrestre. S'y retrouvent les principaux impacts physiques engendrés par le réchauffement, soit les impacts en lien avec l'ozone stratosphérique, la cryosphère, l'écoulement d'eau douce, le niveau de la mer et la circulation thermohaline.

2.1.1 Ozone stratosphérique

L'épaisseur de la couche d'ozone est naturellement mince, par contre son rôle n'est pas pour autant moins essentiel à la vie sur Terre. L'ozone de l'atmosphère permet d'absorber une partie du rayonnement ultraviolet du soleil, qui autrement serait très nocif pour la biosphère. L'émission dans l'atmosphère de particules chlorées issues des activités humaines, principalement des chlorofluorocarbures (CFC), est à l'origine de la destruction de l'ozone. Le Protocole de Montréal de 1987, pour l'élimination des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO), a fait en sorte que les quantités de CFC émises à l'atmosphère sont maintenant en baisse. Comme la quantité est toujours importante dans l'atmosphère, des périodes de déplétion de l'ozone se produisent toujours.

Au-dessus de l'Arctique, les pertes d'ozone sont aussi fortement influencées par les variations météorologiques et les processus dynamiques atmosphériques. L'occurrence de températures hivernales extrêmement basses (-80 °C) dans la troposphère polaire provoque la formation de nuages stratosphériques. Ces derniers sont composés de fins cristaux de glace qui possèdent la particularité de capturer les molécules de chlore libérées par les CFC, en les retenant sous forme d'oxydes de chlore. Au printemps, lorsque l'activité solaire reprend, ces oxydes de chlore libèrent des atomes de chlore actifs qui, sous l'action des UV, détruisent activement la couche d'ozone stratosphérique durant plusieurs mois. Ce phénomène d'abord observé en Antarctique est maintenant observé au-dessus de l'Arctique, mais de façon plus modérée (Weatherhead et al, 2005).

Avec les changements climatiques actuels, cette formation de nuages stratosphériques risque fortement de devenir plus fréquente dans les années à venir. En effet, au-dessus de l'Arctique, les processus de déplétion de l'ozone sont plus complexes qu'en Antarctique et dépendent grandement des conditions climatiques et des changements climatiques. Les modèles climatiques prévoient une augmentation de la vapeur d'eau stratosphérique ainsi qu'un refroidissement de la température dans la stratosphère. Dans l'Arctique, ce refroidissement mènera indubitablement à une augmentation de la destruction de l'ozone, puisque des températures plus froides conduisent à la formation de nuages stratosphériques polaires. Le refroidissement de cette strate atmosphérique engendré par les changements climatiques conduira donc à augmenter les probabilités d'avoir de plus gros et de plus longs épisodes de déplétion de l'ozone au-dessus de l'Arctique. Selon Fergusson (2001), le phénomène d'appauvrissement de la couche d'ozone pourrait devenir aussi fréquent et aussi grave dans l'Arctique que dans l'Antarctique au cours des 10 à 20 prochaines années.

La diminution des concentrations de l'ozone stratosphérique mènera à une augmentation des radiations UV à la surface de la Terre, exposant davantage les humains et les écosystèmes. Des répercussions sur la santé des êtres humains, les cultures, les forêts ainsi que les écosystèmes marins et d'eau douce sont attendus avec ces niveaux accrus, qui plus est, devraient rester plus élevés que la normale au cours des trente à quarante prochaines années (ASC, 2003). Comme les plus fortes expositions auront lieu au printemps, période à laquelle plusieurs organismes produisent leurs petits et où les plantes commencent à croître, les conséquences seront d'autant plus importantes pour la biosphère arctique (Weatherhead et al, 2005). Un des impacts importants qui peut résulter de l'appauvrissement de la couche d'ozone implique une modification de la « pompe biologique » aquatique dans le cycle du carbone. En effet, le processus par lequel le plancton extrait le carbone de l'atmosphère pour ensuite le fixer au sol après sa mort serait menacé par l'augmentation du rayonnement UV. Lors d'épisodes de déplétion de l'ozone, le plancton ne peut s'abriter des rayons UV entraînant ainsi sa mort prématurée. Une diminution considérable des stocks de plancton sera alors entraînée de même que les quantités de carbone retirées de l'atmosphère (Fergusson, 2001).

2.1.2 Cryosphère

De toutes les composantes de l'environnement arctique, c'est la cryosphère qui est la plus sensible aux effets des changements climatiques. La cryosphère comprend la glace de

mer, la glace de lac et de cours d'eau, la couverture nivale saisonnière, les glaciers et les calottes glaciaires ainsi que le pergélisol.

La superficie de la glace de mer arctique varie généralement entre 14 millions de km², à la fin de l'hiver, et entre cinq ou six millions de km² à la fin de l'été (Parkinson et al., 1999). La superficie moyenne annuelle de glace de la glace de mer arctique a diminué de 7,4 % entre 1978 et 2003 (Figure 2.1). La superficie minimum annuelle de glace a diminué plus rapidement que la superficie maximum annuelle (Figure 2.2). Cette diminution de la superficie annuelle de glace de mer est surtout due à une réduction de la glace de mer pluriannuelle entre 1978 et 1999 (Johannssen et al., 1999). Cette perte a mené à une diminution de l'épaisseur de la couche de glace au centre de l'océan Arctique. Tous les modèles prévoient une réduction de la superficie de la glace de mer au cours du 21^e siècle. Certains modèles indiquent que l'Arctique sera libre de glace en septembre à partir du milieu du siècle actuel tandis que d'autres prédisent un océan libre de glace en été à partir de 2100 (Furgal et al., 2008). En revanche, les dernières études et modélisations indiqueraient plutôt une diminution de 80 % de la glace de mer arctique dès 2040 (Revue de presse, 2009). Toutefois, les modèles de circulation générale à couplage océan-atmosphère sont encore très limités dans leur capacité à prédire les changements de la glace de mer (Furgal et al., 2008).

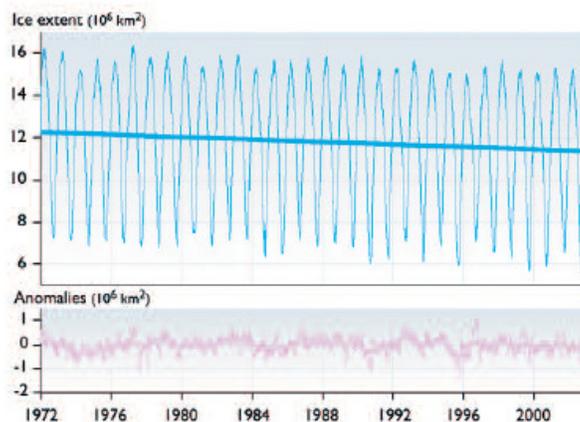


Figure 2.1 Étendue de la glace de mer arctique de 1972 à 2002. Tirée de Walsh et al., 2005.

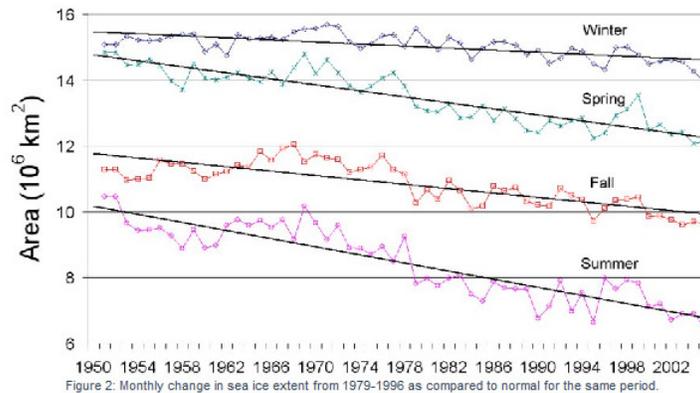


Figure 2.2 Étendue saisonnière de la glace de mer arctique de 1950 à 2002. Tirée de Canadian Cryospheric Information Network, 2009.

Les projections de changements dans l'extension et l'épaisseur de la glace de mer sont assez importantes pour que leurs impacts sur le bilan de surface énergétique et d'humidité soient substantiels, affectant ainsi le climat. Effectivement, une perte de glace de mer va nécessairement augmenter l'humidité, les nuages et les précipitations. Dans les régions de retrait de la glace de mer, la température et la salinité de l'océan près de la surface vont changer, ainsi que la stratification océanique plus près de la surface. Les changements dans la concentration de glace de mer affecteront aussi la génération de vagues puisque le vent agira directement sur l'océan (Walsh et al, 2005).

Plusieurs impacts écologiques découleront des changements dans la couverture de glace de mer. La pénétration de la lumière à la surface de l'océan Arctique augmentera dans les régions de retrait de la glace de mer, affectant le phytoplancton et la chaîne alimentaire marine. Les changements de températures de l'océan accompagnant le retrait de la glace affecteront la distribution des stocks de poissons. Les mammifères qui utilisent la glace de mer comme une plateforme, tels que les morses et les ours polaires, seront forcés de trouver de nouveaux habitats. L'itinéraire de migration des baleines devra aussi changer en fonction du retrait de la glace de mer (Walsh et al, 2005).

Les modifications du régime des glaces auront aussi des répercussions sur les activités humaines. En effet, avec les changements prévus dans la glace de mer, la navigation plus facile permettra d'augmenter les opportunités de navigation commerciale et d'extraction minérale au large des côtes ainsi que les activités touristiques. En revanche, l'absence de glace dans certaines régions aura des répercussions sur certaines opérations militaires et les activités traditionnelles. De plus, les régions côtières seront davantage exposées aux

tempêtes entraînant des impacts sur les habitants et les infrastructures. (Walsh et al, 2005).

Les changements dans la couverture de glace des lacs et de cours d'eau sont aussi des impacts résultants du réchauffement climatique. Les données d'observation sur la prise et la rupture de glace des lacs et cours d'eau recueillies pour la période de 1846 à 1995 indiquent un retard moyen de 5,8 jours par siècle de la prise de glace et une avance moyenne de 6,3 jours par siècle de la rupture de celle-ci (Magnuson et al., 2000). Les tendances de prise et de rupture de glace des lacs et de cours d'eau reflètent de façon générale celles des températures de l'air à l'automne et au printemps (Duguay et al., 2006). Le réchauffement à venir entraînera probablement une saison des glaces plus courtes et un recouvrement de glace plus mince sur les lacs et les cours d'eau. Les changements relatifs aux précipitations neigeuses hivernales auront une influence déterminante sur la fréquence et la gravité des événements liés aux glaces de rivières, comme les inondations et les embâcles. De nombreux changements physiques, biologiques et chimiques vont résulter des changements de période, de composition et de durée de la glace de lacs et de cours d'eau (Walsh et al, 2005). Les changements dans l'épaisseur et la durée de la couverture de glace influenceront le transport dans les régions nordiques et, par le fait même, le développement du Nord (Walsh et al, 2005).

De par ses propriétés isolantes et son haut taux d'albédo, la couverture nivale a d'importants effets sur le substrat et le climat local (GIEC, 2007). Dans les régions arctiques, la neige peut représenter jusqu'à 80 % des précipitations annuelles. En isolant le sol, la neige a un effet sur le régime thermique du sol et donc aussi sur la répartition du pergélisol. La neige agit, tant sur les bilans radiatifs de la surface, que sur les bilans hydriques, tout en ayant des effets sur les habitats de la biosphère (Furgal et al., 2008).

La distribution actuelle de la couverture nivale dans l'Arctique, excluant les régions glaciaires permanentes, varie de moins d'un million de km² à la fin d'août à 40 et 50 millions de km² en février (Ramsay, 1998). Entre 1972 et 2003, une diminution de 10 % de la superficie annuelle moyenne de la couverture nivale a été observée dans l'hémisphère Nord. Les diminutions les plus importantes ont été constatées durant les saisons printanières et estivales. L'augmentation prévue des températures entraînera une réduction du temps disponible pour l'accumulation d'une couverture nivale hivernale, ayant comme conséquence une diminution de l'importance de la fonte printanière (Furgal et al., 2008). Depuis les trois dernières décennies, la durée de la saison sans neige se serait

allongée de cinq à six jours par décennie dans l'Arctique (Dye, 2002). Les modèles appuient les changements observés et prévoient une diminution du couvert neigeux de 9 à 18 % d'ici la fin du siècle (Walsh et al, 2005).

Les impacts de la réduction de la couverture nivale agiront d'abord sur le bilan énergétique de surface et sur le bilan d'humidité. Les variations demeureront saisonnières : une réduction de la couverture de neige l'hiver refroidira le sol sous-jacent, tandis qu'au printemps la réduction de l'albédo inhérente à la réduction du couvert neigeux réchauffera le sol (Walsh et al, 2005). La période et l'intensité des crues printanières seront aussi modifiées (GIEC, 2007). La perte de couverture neigeuse facilitera aussi la fonte de la glace de mer. Les changements dans la couverture nivale peuvent influencer la distribution de la végétation, ce qui peut aussi contribuer à modifier le bilan énergétique de surface. La saison de croissance de la végétation arctique dépend fortement de la période où la neige disparaît, qui dépend de l'épaisseur de la neige accumulée durant l'hiver. De plus, le réchauffement climatique augmentera certainement la fréquence des cycles de gel-dégel ce qui induira la présence plus fréquente de couche de glace dans la neige. Cette présence peut entraver le broutage par la faune (Walsh et al, 2005). Les variations d'apport de neige et de la longueur de la saison sans neige auront des répercussions sur le transport, les activités récréatives et sur certains commerces liés ainsi que sur les activités agricoles, industrielles et commerciales. De plus, ces changements vont affecter directement les activités de subsistance des communautés (Walsh et al, 2005; GIEC, 2007).

Le volume total de glace terrestre de l'Arctique correspond à environ 3,1 millions de km³ ce qui équivaldrait à une élévation du niveau de la mer de huit mètres si elle venait qu'à fondre entièrement (Dowdeswell et al., 2004). Bien que la majorité de ces glaces se retrouvent dans l'inlandsis du Groenland, d'importants glaciers et inlandsis se retrouvent dans l'Extrême-Arctique canadien et au Yukon (Furgal et al., 2008). Les glaciers et les inlandsis répondent aux changements de climat à différentes échelles de temps dépendamment de leur forme, leur grandeur et leur condition de température. Les plus petits glaciers répondront plus rapidement aux changements climatiques; leur forme, leur écoulement et la position du front glaciaire changeront en quelques années à quelques décennies. Pendant ce temps, l'inlandsis du Groenland répondra à ces changements à travers une échelle de temps de plus d'un millénaire. En revanche, certaines parties pourraient répondre beaucoup plus rapidement (Walsh et al, 2005). La Figure 2.3 indique

la vulnérabilité aux changements climatiques des différents glaciers et inlandsis et leur potentiel d'augmentation du niveau moyen des mers.

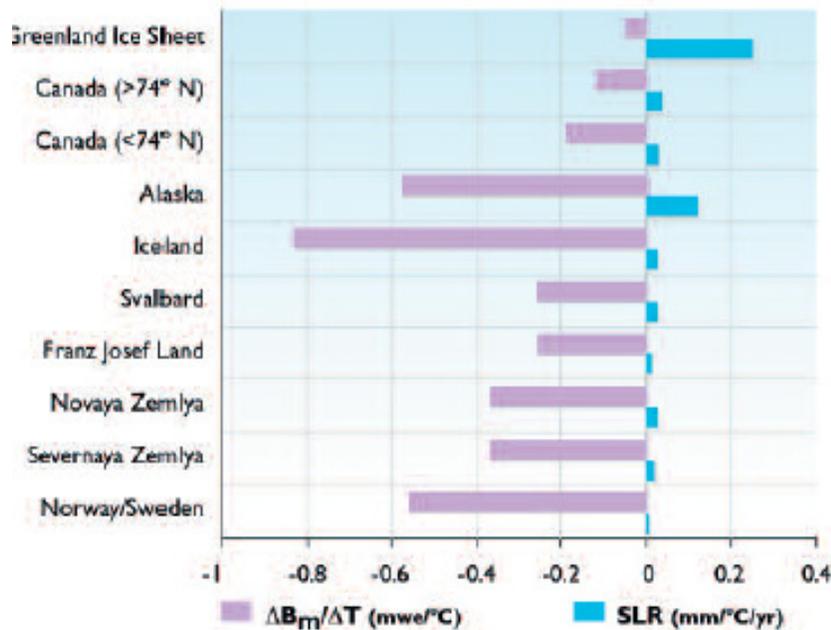


Figure 2.3 Vulnérabilité aux changements climatiques des différents glaciers et inlandsis (en violet) et leur potentiel d'augmentation du niveau moyen des mers (en bleu). Tirée d'Oerlemans, 2003.

Depuis 1920, un recul des fronts glaciaires et une baisse de volume de la majorité des glaciers et des inlandsis, à l'exception de celui du Groenland, sont constatés (Furgal et al., 2008). En effet, le bilan de masse de toutes les calottes glaciaires de l'archipel Arctique canadien de 1995 à 2000 est de $-25 \text{ km}^3/\text{an}$ de glace. Ce bilan de masse négatif correspond à une élévation globale du niveau de la mer de $0,064 \text{ mm}/\text{an}$ (Abdalati et al., 2004). Une ablation encore plus prononcée a été enregistrée dans le réseau de glaciers du Yukon et de l'Alaska, où la fonte accélérée de $1,5 \pm 0,5 \text{ mm}/\text{an}$ représente presque 9 % de l'élévation du niveau moyen de la mer au cours des 50 dernières années. Cet apport correspond à $3,2 \text{ mm}/\text{an}$ pendant la dernière décennie. Quant à lui, l'inlandsis du Groenland fournira sans contredit l'apport le plus important au changement du niveau de la mer (Arendt et al., 2002). De plus, la fonte des glaces a un effet sur l'ampleur et le rythme des écoulements de rivière et sur la configuration du drainage (Furgal et al., 2008).

Le pergélisol se retrouve sous la surface de la plupart des terres arctiques de façon continue, discontinue ou sporadique. Dans l'hémisphère Nord, les zones de pergélisol occupent environ 26 millions de km^2 , soit 23 % des terres (Walsh et al, 2005). Le réchauffement climatique entraîne la fonte rapide du pergélisol. La surveillance thermique

du pergélisol depuis plus d'une vingtaine d'années indique qu'il s'est effectivement réchauffé dans de nombreuses régions canadiennes et que la profondeur du dégel estival s'est accrue pendant les années 1990. Tout comme le réchauffement atmosphérique, l'ampleur du réchauffement du pergélisol varie à la fois selon la région et dans le temps. Le réchauffement le plus important ayant été constaté dans l'Arctique occidental (Smith et al., 2005). La réaction du mollisol au temps très chaud concorde aussi avec celle constatée pour les autres composantes de la cryosphère (Furgal et al., 2008).

D'ici la fin du siècle, ces sols pourraient connaître une fonte dramatique sur leurs trois premiers mètres d'épaisseur. Dans le pire des scénarios de réchauffement climatique, le pergélisol pourrait ne plus occuper que 2,5 millions de km² en 2050, et seulement un million de km² en 2100 (Chataigner, 2008). Environ la moitié de la zone du pergélisol du Canada est constituée de pergélisol très sensible au réchauffement climatique prévu puisque sa température est supérieure à -2 °C (Figure 2.4) (Smith et al., 2004). À terme, les changements encourus pourraient le faire tout simplement disparaître (Furgal et al., 2008). Le gouvernement canadien estime que la limite sud de la zone de pergélisol pourrait monter de 500 km vers le nord d'ici un siècle (Chataigner, 2008). Dans les régions où le pergélisol est plus épais et plus froid, l'épaisseur du mollisol risque de s'accroître suivi d'un réchauffement et d'un amincissement du pergélisol. Les prévisions d'épaississement du mollisol vont de 0 % à 50 % au cours des 50 prochaines années (Walsh et al, 2005). De plus, il est prévu que le pergélisol discontinu, aux limites sud de ces zones de pergélisol, se dégradera. La sensibilité du pergélisol au dégel est de modérée à élevée dans environ 50 % des zones de pergélisol actuelles (Figure 2.5) (Furgal et al., 2008). Cette sensibilité a une grande influence sur la stabilité du paysage et sur le rendement des infrastructures sus-jacentes (Furgal et al., 2008).

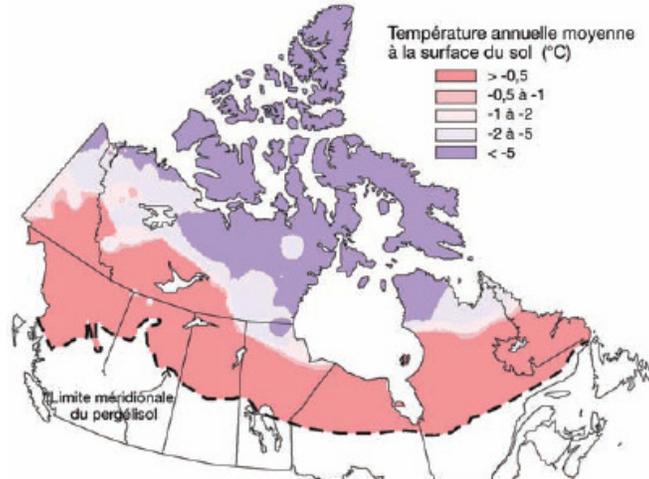


Figure 2.4 Températures annuelles moyennes à la surface du sol dans les zones de pergélisol du Canada. Tirée de Smith, 2004

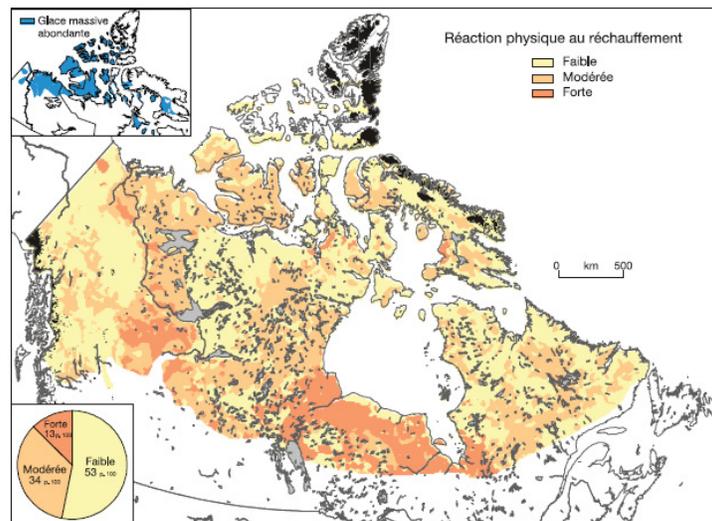


Figure 2.5 Réaction physique du pergélisol au réchauffement climatique. Tirée de Smith, 2004.

L'épaississement du mollisol et la dégradation du pergélisol causés par le réchauffement climatique peuvent entraîner des modifications du régime hydrologique du Nord. En effet, une augmentation de l'infiltration et de l'accumulation d'eau souterraine, une réduction de l'écoulement printanier et un accroissement du débit de base sont des modifications qui peuvent être entraînées par ces changements (Furgal et al., 2008). De plus, la fonte de la glace dans le sol pourrait entraîner la formation de thermokarst ce qui aura des répercussions sur le drainage et sur la répartition de l'eau de surface. Une perte d'habitat faunique pourrait résulter de l'assèchement de lacs et de terres humides suite au dégel du pergélisol riche en glace (Marsh et al., 2001). Des phénomènes de solifluxion et de

mouvements de terrain pourraient aussi découler de la fonte du pergélisol (Chataigner, 2008).

De surcroît, le dégel du pergélisol peut alimenter le phénomène des changements climatiques en relâchant des GES, tels que le CO₂ et le méthane, produisant ainsi un effet de rétroaction positive sur le système climatique (Furgal et al., 2008; Walsh et al, 2005). En effet, le pergélisol contiendrait environ 30 % et plus de tout le carbone stocké dans les sols de la planète de surcroît aux grandes quantités de méthane contenu dans le pergélisol sous-marin (Châtaigner, 2008).

2.1.3 Écoulement d'eau douce

Les rivières qui se déversent dans l'océan Arctique ont un faible écoulement hivernal, de forts débits printaniers et des crues estivales et automnales causées par la pluie. Les tendances constatées des débits varient selon la région. C'est la fonte de la neige qui alimente la plus grande partie des cours d'eau de l'Extrême-Arctique. Le débit annuel total des 64 rivières qui se déversent dans la mer du Labrador, la baie d'Hudson, le détroit de Béring et l'océan Arctique a diminué de 10 % de 1964 à 2003 (Dery et al., 2005). Par contre, les projections des modèles pour 2050 indiquent des augmentations du débit fluvial; l'écoulement annuel total du Mackenzie pourrait augmenter de 12 à 20 % par rapport à la moyenne de référence de 1961 à 1990, alors que celui du Yukon augmenterait de 20 à 30 %. Bref, les prévisions indiquent que d'ici 2050, l'écoulement annuel total vers l'océan Arctique en provenance des territoires arctiques pourrait augmenter de 10 à 20 %, tandis que l'écoulement hivernal augmenterait de 50 à 80 %. Les prévisions indiquent que 55 à 60 % de l'écoulement annuel vers cet océan se fera durant la saison d'écoulement maximal, entre avril et juillet (Arora, 2001). L'augmentation de l'écoulement d'eau douce vers les océans nordiques aura des répercussions sur la densité et la salinité de l'eau de ceux-ci, la production de la glace de mer et finalement sur la circulation thermohaline.

Les changements dans l'écoulement d'eau douce, plus particulièrement les inondations extrêmes, vont altérer la production biologique et la biodiversité dans les écosystèmes riverains. Les zones humides, où le niveau de l'eau est critique, pourraient devenir des sources ou des puits de carbone. Les changements dans les flux d'eau douce et leurs nutriments vont aussi affecter l'écologie aquatique (Walsh et al, 2005). La navigation sur les cours d'eau arctiques sera aussi affectée, principalement durant la saison chaude. De

plus, l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur d'événements extrêmes résultera en inondations catastrophiques et demandera la révision des infrastructures actuelles.

2.1.4 Niveau de la mer

Le changement climatique entraînera indubitablement une hausse du niveau de l'océan Arctique et des autres mers septentrionales. L'expansion thermique de l'eau et l'apport d'eau douce additionnel généré par la fonte des glaciers et des inlandsis sont les principaux facteurs qui contribuent à la hausse du niveau de la mer. Depuis les 20 dernières années, le niveau de la mer aurait augmenté de 8 cm (Walsh et al, 2005).

Le GIEC (2007) prévoit une hausse du niveau moyen de la mer de 0,18 à 0,59 m d'ici 2100. Cette augmentation ne sera pas uniforme et quelques zones, dont certaines régions de l'Arctique, pourraient faire face à des augmentations plus rapides. Toutefois, certaines régions nordiques subissent toujours le relèvement isostatique postglaciaire, qui entraîne un soulèvement des terres pouvant atteindre un mètre par siècle, tandis que d'autres subissent plutôt un affaissement des terres (Furgal et al., 2008).

Évidemment, la hausse du niveau de la mer fait croître les risques d'inondations et d'érosion des côtes de l'Arctique et peut contribuer à d'autres dangers pour les côtes, comme le chevauchement et l'accumulation de glace sur les berges. Actuellement, des sites patrimoniaux de l'Arctique occidental sont menacés par l'élévation du niveau de la mer et l'érosion des berges. L'érosion des côtes cause des problèmes pour plusieurs collectivités nordiques côtières. La diminution de la glace de mer, l'accroissement des eaux libres et l'augmentation de l'énergie des vagues peuvent s'avérer des facteurs importants à plusieurs endroits (Furgal et al., 2008). Dans les collectivités situées à basse altitude, les risques d'inondations les plus élevés sont associés aux fortes ondes de tempête (Manson, 2005). D'autant plus qu'en un seul événement, les ondes de tempêtes peuvent faire reculer les côtes de plus de dix mètres. L'élévation du niveau de la mer entraînera donc une hausse de la limite supérieure de la possibilité d'inondation par les ondes de tempêtes et une augmentation de la fréquence des inondations dans les zones de faibles altitudes. La combinaison d'un réchauffement, d'une hausse du niveau de la mer, et d'une réduction de la glace de mer aura pour effet de maintenir ou d'accélérer le rythme déjà élevé du recul des côtes dans certaines régions nordiques (Furgal et al., 2008).

La salinité des baies, estuaires et les zones côtières de basses altitudes va aussi augmenter avec la hausse du niveau de la mer. Les variations spatiales du niveau de la mer influenceront les courants marins et le transport des sédiments. Les écosystèmes riverains seront affectés par cette hausse du niveau de la mer; les milieux humides côtiers avanceront vers les terres, les habitats fauniques seront affectés par les inondations côtières plus fréquentes et plus importantes, etc. (Walsh et al, 2005). Plusieurs communautés et la plupart des infrastructures sont situées dans les régions côtières et sont par conséquent vulnérables aux changements prévus.

2.1.5 Circulation thermohaline

Avec le réchauffement climatique, les eaux de l'Atlantique Nord deviennent de plus en plus chaudes et de moins en moins salées grâce à l'augmentation des températures et des apports d'eau douce. La balance de salinité et de températures qui génèrent la circulation d'eaux profondes risque d'être perturbée, ce qui pourrait ralentir le système de courants marins et causer plusieurs impacts sur le climat local (Figure 2.6) (Osborn et al., 2008).

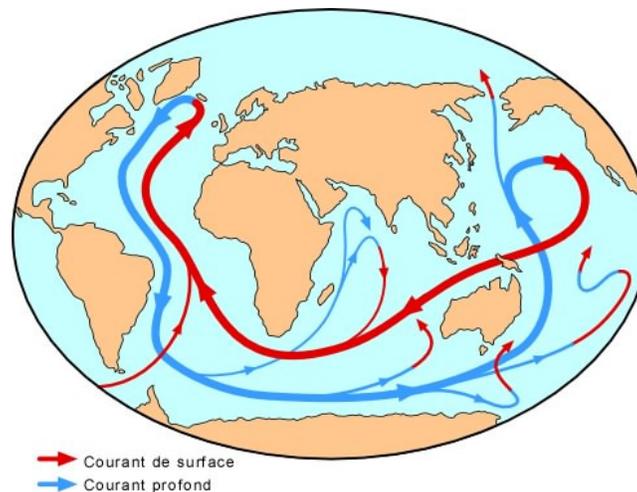


Figure 2.6 Circulation thermohaline. Tirée de Bourque, 2004.

Bryden (2005) fait état d'un ralentissement de l'ordre de 30% de la circulation thermohaline dans l'Atlantique à une latitude de 25°N. En effet, Bryden a démontré des changements récents notables dans la structure de retour de la circulation, plus particulièrement pour la partie profonde (entre 3 000 et 5 000 mètres), qui ne s'enfoncerait plus aussi profondément. Ce qui aurait comme conséquence une diminution du transport de chaleur vers le nord d'environ 15 % (Bryden et al., 2005).

D'autres études ont aussi démontré une baisse de la salinité de l'eau en Arctique, possiblement due à la fonte massive des glaciers, de la décharge d'eau douce en provenance des rivières et de l'augmentation des précipitations. Dans les tropiques, il a été démontré que la tendance était plutôt à l'augmentation de la salinité probablement à cause de l'augmentation de l'évaporation résultante du réchauffement. Les projections à long terme suggèrent une réduction du transport de chaleur par l'océan résultant d'une diminution de l'enfoncement des eaux salées de surface. Les répercussions se feront alors sentir sur le climat nord-européen. Ces changements pourraient se produire d'ici 100 à 200 ans (Curry et al., 2005).

Les récents modèles démontrent que l'arrêt complet de la circulation thermohaline pourrait se déclencher vers 2150 si les eaux de fonte des glaciers continuent d'augmenter comme les modèles le prévoient. Cet arrêt retarderait alors la tendance au réchauffement induit par les GES dans l'hémisphère Nord, sans toutefois conduire à un persistant refroidissement net. Il est aussi prévu qu'il entraînerait une augmentation du niveau de la mer de plus de 80 cm en 2150 de surcroît à l'augmentation globale du niveau de la mer. Une réduction de la production marine primaire est aussi associée à l'arrêt de cette circulation. De plus, les changements régionaux dans les courants marins dans les mers du Nord pourraient grandement affecter les chances de survie des larves et les jeunes morues, la pêche de ce poisson pourrait devenir non rentable dès la fin du 21^e siècle (Kuhlbrodt, 2009). Les impacts environnementaux et socio-économiques de l'arrêt prévu de la circulation thermohaline seraient substantiels.

2.2 Impacts écologiques

Les impacts associés aux changements climatiques toucheront la faune et la flore et la biodiversité dans l'Arctique. Ils auront aussi des répercussions sur le transport des contaminants et sur l'exposition de la biosphère à ceux-ci. Les impacts des changements climatiques sur la faune, la flore et la biodiversité arctiques ainsi que sur les contaminants environnementaux sont abordés dans cette section.

2.2.1 Flore

Les changements de températures dans l'Arctique entraîneront certainement une réaction rapide et importante des communautés végétales. L'augmentation des températures prévues permettra d'augmenter la productivité des plantes et modifiera l'aire de répartition des espèces floristiques. Les espèces plus répandues verront leur aire de distribution

s'étendre vers le nord avec une plus grande abondance et les espèces exclusives ou principalement celles des plus hautes latitudes verront leur niche écologique se rétrécir. La latitude et la quantité de lumière limiteront la migration vers le nord de certaines espèces végétales malgré la hausse des températures. Les effets cumulés du changement climatique sur certains facteurs entraîneront probablement l'apparition de nouvelles phytocénoses, avec des structures et des compositions taxonomiques différentes (Callaghan et al., 2005).

Il est prévu que la forêt boréale remplacera, selon l'endroit, de 11 % à 50 % de la toundra arctique d'ici la fin du siècle (Harding et al., 2002). Cependant, des constatations récentes sur la latitude et la limite des arbres révèlent plutôt un déplacement vers le sud, ce qui semble indiquer qu'il est peu probable qu'il se produise un déplacement vers le nord basé sur le seul fait des changements climatiques (Callaghan et al., 2005). L'augmentation des perturbations, telles que la prolifération de ravageurs et les feux de forêt, aura un effet localisé sur le sens du déplacement de la limite des arbres. La limite des arbres réagira de façon différente selon l'ampleur des changements de températures et de précipitations, de l'état du pergélisol, de la composition des forêts et de l'utilisation des terres (Furgal et al., 2008).

2.2.2 Faune

De nombreuses espèces d'oiseaux et de mammifères terrestres et marins de l'Arctique ont des besoins très précis en matière d'habitat et de niche ce qui les rendent plus particulièrement vulnérables aux changements climatiques (Conservation of Arctic Flora and Fauna, 2001). Les espèces sauvages à répartition limitée situées près de leur limite écologique ont été les premières à manifester les effets des changements climatiques (Parmesan, 2006). L'évaluation des effets du réchauffement sur les espèces sauvages de l'Arctique révèle une modification du taux de mortalité, une réduction de la capacité de reproduction, l'accroissement de la concurrence pour les ressources suite à l'arrivée d'espèces méridionales et l'émergence de nouvelles zoonoses (Chapin et al., 2006).

La faune terrestre arctique possède plusieurs adaptations qui lui permettent de résister au climat arctique. Les animaux arctiques peuvent survivre à un large éventail de températures, incluant les hautes températures. La courte saison de croissance représente un défi pour la plupart des animaux arctiques et leur mode de vie s'est modifié en fonction des contraintes climatiques. Le biotope des espèces arctiques est relativement

simple avec quelques compétiteurs et prédateurs. Pour ces raisons, la faune arctique a modifié plusieurs de ses caractéristiques relatives à la compétition pour les ressources, à la protection contre les prédateurs et à la résistance aux maladies et parasites. Il est essentiel que les cycles de vie soient ajustés aux fluctuations des ressources saisonnières puisque ces dernières sont particulièrement prononcées dans l'environnement terrestre arctique. En se basant sur ses caractéristiques générales, la faune terrestre arctique devrait être plus vulnérable aux conditions suivantes :

- aux hautes températures estivales, puisqu'elles peuvent mener à la dessiccation des invertébrés;
- aux changements climatiques qui interfèrent dans les routes et refuges migratoires;
- aux événements climatiques qui affectent les conditions de neige hivernale et les cycles de gel-dégel, puisqu'ils peuvent entraîner des températures et des taux d'oxygène et de CO₂ défavorables pour les animaux vivants sous la neige et peuvent limiter la disponibilité des ressources;
- aux changements climatiques qui perturbent les périodes de reproduction et de développement habituellement reliés aux maximums saisonniers ou multiannuels de disponibilité des ressources alimentaires;
- et à l'arrivée de nouveaux compétiteurs, prédateurs, parasites et maladies (Callaghan et al., 2005).

Le réchauffement et l'accroissement de l'humidité prévus pour l'Arctique devraient avoir des effets sur la diversité et l'accessibilité des végétaux essentiels à plusieurs herbivores. Les variations du rayonnement ultra-violet, des précipitations et des températures auront des effets directs sur la valeur nutritive des plantes fourragères. Les modifications de la composition des communautés végétales risquent d'entraîner la perte d'espèces floristiques importantes pour la nutrition animale, plus particulièrement pour celle du caribou puisqu'elles constituent sa nourriture favorite lors de la période de reproduction (Lenart, 2002). L'augmentation projetée des précipitations et des températures hivernales devrait accroître les dépenses énergétiques des herbivores puisqu'ils devront creuser plus profondément dans une couche de neige plus épaisse pour trouver de la nourriture. De plus, une couverture neigeuse plus profonde restreint non seulement l'accès aux pâturages pour les ongulés, mais aussi leur habilité à fuir les prédateurs. Le déclin de la plupart des hardes arctiques est déjà constaté (Callaghan et al., 2005).

Le changement climatique aura un effet sur la structure et la fonction des écosystèmes dulcicoles de l'Arctique. Les caractéristiques des communautés et des écosystèmes, notamment la diversité des espèces, la biodiversité, l'aire de répartition et la distribution seront touchées par les changements des paramètres physiques et chimiques du milieu, ce qui entraînera des transformations des structures du réseau trophique et des niveaux de production. Il est fort probable que des espèces adaptées à l'Arctique disparaîtront de certaines régions quand les conditions du milieu commenceront à dépasser leur seuil écologique. Les espèces les plus vulnérables sont celles dont la niche climatique est la plus restreinte. Les changements climatiques entraîneront ainsi une transformation des aires de répartition des espèces dulcicoles en raison de la perte d'habitats au profit des espèces venues du sud. Il n'est pas prévu que des espèces aquatiques d'eau douce disparaissent complètement, mais certaines d'entre elles n'en seront pas moins marginalisées géographiquement ou écologiquement (Wrona, 2006).

Les mers arctiques accueillent une diversité de grands mammifères adaptés aux conditions particulières à cet écosystème. Toute modification de la répartition, de la stabilité et de la durée annuelle de présence de la glace de mer et de la neige aura une forte incidence sur leurs populations. Des signes de stress aux limites sud de leur aire de répartition sont déjà constatés pour les populations qui nécessitent de la glace de mer comme plate-forme pour se reposer, mettre bas, muer ou se nourrir. Les espèces qui dépendent de l'environnement de lisière de glace sont très vulnérables aux effets de l'amenuisement projeté de la couverture de glace de mer (Learmouth et al, 2006). Des études démontrent que l'amincissement de la couche de neige et l'arrivée hâtive de la rupture printanière des glaces agissent sur le taux de survie et de recrutement des phoques annelés (*Phoca hispida*) (Ferguson et al., 2005). En revanche, certaines espèces de phoques profiteront du réchauffement pour élargir leur distribution vers le nord et augmenter leur population. Étant donné que l'ours blanc (*Ursus maritimus*) se nourrit presque exclusivement de phoques annelés, tout changement de la répartition et de l'étendue des glaces qui touche les populations de phoque aura des répercussions sur la répartition des ours elle-même et sur leur capacité à se nourrir. Le déclin des populations d'ours est déjà constaté à la limite sud de leur distribution actuelle (Learmouth

et al, 2006). Néanmoins, les changements climatiques projetés vont probablement améliorer l'habitat des phoques et des ours aux latitudes les plus élevées, lorsque les glaces annuelles viendront remplacer les glaces pluriannuelles, créant des chenaux et des

crêtes de pression. À long terme, les impacts du réchauffement actuellement constatés à la limite sud de l'Arctique seront aussi constatés au nord.

Le réchauffement des eaux et les changements dans la répartition des glaces et de productivité des proies ont déjà des conséquences sur la faune aviaire arctique. Les populations de certaines espèces ont commencé à se rétrécir et tout indique que cette tendance se poursuivra avec les changements climatiques projetés. Des changements sont déjà constatés quant aux routes migratoires empruntées et aux périodes de migration, dans le comportement reproducteur des oiseaux et la présence d'espèces méridionales. Tous ces constats indiquent que le réchauffement de l'Arctique devrait continuer à avoir des effets bénéfiques pour les populations d'espèces à leur limite nord de distribution et des effets négatifs pour celles à la limite sud de la leur (Gaston et al., 2005).

2.2.3 Biodiversité

La biodiversité des espèces est relativement faible dans l'Arctique, elle décroît des forêts boréales aux déserts polaires dans l'extrême nord. Environ 3 % de la flore totale, soit environ 5 900 espèces, se retrouve dans l'Arctique. Bien que le nombre d'espèces végétales soit faible dans cette région, les communautés individuelles de petites plantes arctiques possèdent une diversité similaire, ou plus élevée, que celle des forêts boréales et des zones tempérées. La biodiversité de la faune arctique, quant à elle, correspond à environ 3 % des espèces fauniques totales, soit 6 000 espèces. En général, la baisse de biodiversité animale avec l'accroissement de la latitude est plus prononcée que celle pour les plantes. Le phénomène de diminution de la biodiversité lorsque la latitude augmente résulte principalement d'espèces dominantes. Les espèces dominantes d'animaux ou de plantes occupent de nombreux types d'habitats et ont généralement un grand effet sur les écosystèmes (Callaghan et al., 2005).

Une augmentation de la diversité des espèces et une réduction de la dominance de certaines espèces seront les premiers effets du réchauffement climatique sur la biodiversité. D'un autre côté, le réchauffement pourrait aussi causer l'extinction d'espèces végétales et fauniques spécifiques à ce milieu. Les espèces de plantes et d'animaux qui ont leur distribution dans le haut et moyen Arctique sont les plus susceptibles de démontrer une réduction de leur abondance (Callaghan et al., 2005). En général, les changements climatiques devraient affecter la biodiversité en modifiant l'aire de répartition

et les habitats des espèces, l'abondance des espèces, la diversité génétique et le comportement des espèces migratrices et l'introduction d'espèces exotiques (Usher et al., 2005).

2.2.4 Contaminants

De grandes quantités de contaminants de toutes sortes sont transportées vers les régions polaires par les courants atmosphériques et aquatiques, des voies aujourd'hui modifiées par le climat en changement (AMAP, 2003). Pour certains métaux, comme le plomb, le cadmium et le zinc, l'Arctique deviendra un puits plus efficace avec l'augmentation prévue des précipitations. Par contre, les changements dans la couverture de glace et la fonte du pergélisol contribueraient à la hausse constatée des concentrations de mercure dans certains systèmes aquatiques nordiques. Les hydrocarbures seront aussi touchés par la transformation de la répartition des glaces de mer et des courants de dérive (MacDonald et al., 2005). Le changement le plus important pour le transport des contaminants vers l'Arctique pourrait découler de l'ouverture croissante de l'océan Arctique au transport, au tourisme et à l'exploitation minière (Furgal et al., 2008). Les changements du climat déjà constatés dans le Nord ont une incidence sur l'exposition des espèces sauvages aux contaminants environnementaux et sur leur absorption. Les changements de la composition et de la concentration des contaminants dans les principales espèces sauvages consommés par les résidents du Nord risquent d'avoir des impacts considérables sur leur santé et leur bien-être (MacDonald et al., 2005).

3 IMPACTS ET MESURES D'ADAPTATION SOCIOÉCONOMIQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS L'ARCTIQUE CANADIEN

Les impacts des changements climatiques sur l'environnement arctique engendrent de profondes répercussions socioéconomiques dans l'Arctique canadien. Les principales répercussions sur les activités d'exploitation des ressources, les activités touristiques, les infrastructures, les voies navigables et les routes d'hiver ainsi que sur la santé et la sécurité des habitants sont décrites dans ce chapitre.

3.1 Activités d'exploitation des ressources

Le Nord du Canada est propice à plusieurs activités économiques reliées avec les ressources naturelles. Dans cette section, les impacts des changements climatiques sur les pêches, la foresterie et les industries pétrolière, gazière et minière sont décrits.

3.1.1 Pêches

La piscifaune nordique du Canada abrite environ 240 espèces sans compter que certaines espèces des régions voisines peuvent se retrouver dans le Nord. Les pêches nordiques ciblent peu d'espèces endémiques, soit environ 11 espèces, dont la plupart sont des salmonidés (Furgal et al., 2008). Avec le réchauffement climatique, le nombre d'espèces présentes dans chaque région devrait augmenter, principalement le long de la limite méridionale de l'Arctique. Déjà, plusieurs individus d'espèces du Sud ont été retrouvés au nord de cette limite, dont quelques espèces de saumon. La colonisation par ces espèces pourrait certes enrichir les possibilités de pêche, mais elle risque aussi d'aggraver les facteurs de stress existants à mesure qu'auront lieu la restructuration des écosystèmes, l'apparition de nouveaux prédateurs, la concurrence et l'introduction de parasites (Wrona et al., 2006)

Les changements climatiques auront aussi d'autres impacts sur les espèces de poissons et sur les activités de pêches associées. Les espèces arctiques, dont la répartition se situe complètement ou principalement dans le Nord, connaîtront probablement une chute de productivité, une disparition localisée à la limite sud de leur aire de répartition, à mesure que les conditions locales dépasseront les seuils critiques et que les espèces méridionales coloniseront leurs habitats, et se poseront en concurrentes ou en espèces prédatrices. En revanche, les espèces nordiques, dont la limite de leur aire de répartition est plus au sud que celles des espèces arctiques, et les espèces du Sud adaptées à l'eau tempérée devraient montrer une augmentation de leur abondance et de leur productivité à l'échelle

locale, et éventuellement, étendre leur aire de répartition vers le nord. Dans plusieurs endroits du Nord, les changements de climat local pourraient se révéler avantageux pour certaines espèces et nuisibles pour d'autres. Cette variabilité de réaction aura des conséquences importantes sur la structure, la productivité et la durabilité des pêches, et constituera un défi pour les gestionnaires de cette activité qui ont surtout recours à des méthodes de gestion axées sur la pêche monospécifique (Furgal et al., 2008).

Les effets projetés des changements climatiques sur la glace de mer auront des conséquences graves pour les pêches côtières. La diversification des pêches côtières pour élargir le bassin de ressources est une mesure d'adaptation possible qui permettrait d'augmenter la résilience des collectivités face aux perturbations attendues. De plus, il a été démontré que la diversité des pêches locales comporte des avantages économiques, sociaux et sociétaux (Hamilton et al., 2000). Les modifications du climat entraîneront une importante restructuration des écosystèmes marins, poussant sans doute certaines espèces, comme le flétan noir, à quitter les eaux profondes pour gagner les plates-formes, déplaçant ainsi les zones de pêches et changeant les pratiques de pêche. La pêche hauturière devra forcément s'y adapter en changeant par exemple, le type d'équipement et la taille des navires (Loeng et al., 2005).

La pêche de subsistance à l'omble chevalier et à d'autres espèces d'ombles apparentés se pratique partout où ces espèces sont présentes, mais surtout dans la région côtière de l'ouest de l'Arctique et au Nunavut. Selon une étude, cette espèce représente environ 45 % des prises unitaires parmi les 15 espèces les plus récoltées entre 1996 et 2001 (Nunavut Wildlife Management Board, 2004). De nombreux effets inhérents aux changements climatiques sont attendus pour cette espèce et ces bouleversements auront des répercussions en cascade sur les pêches qui nécessiteront une série de mesures d'adaptation à l'échelle locale de la part des pêcheurs et des gestionnaires des pêches, lesquels devront notamment changer de lieux, de méthodes ou de calendrier de récolte, choisir d'autres espèces et rajuster le niveau d'exploitation (Reist et al., 2006). La pêche sportive, par contre, s'adapte bien à l'abondance de la récolte, à l'équipement employé et au lieu de pêche. Elle saura certainement plus facilement s'adapter aux répercussions du réchauffement (Furgal et al., 2008).

Tout indique que les pêches commerciales des côtes marines et lacustres devront affronter de grands défis d'adaptation aux impacts du réchauffement. La production doit être relativement stable pour rentabiliser les opérations qui demandent un capital

d'investissement appréciable. À la lumière des changements attendus, il y aurait peut-être lieu de revoir les perspectives actuelles qui misent sur une forte contribution de ces activités au développement économique des régions nordiques à l'avenir. D'un autre côté, la résilience des Autochtones du Nord et la capacité d'adaptation inhérente à leur mode de vie faciliteront le processus d'ajustement de la pêche traditionnelle et de subsistance à un climat en changement (Furgal et al., 2008).

Il faut gérer de façon globale toutes les activités humaines qui touchent les écosystèmes aquatiques du Nord pour aborder l'adaptation aux changements climatiques de façon générale et efficace. Il serait possible d'accorder la priorité aux écosystèmes qui subissent ou sont susceptibles de subir les plus fortes transformations causées par tous les facteurs de stress. Les systèmes aquatiques de l'ouest de l'Arctique canadien connaissent des changements profonds et sont donc globalement les plus menacés (Furgal et al., 2008).

3.1.2 Foresterie

D'importantes superficies du nord du Canada sont couvertes par la forêt boréale, elles constituent environ 13 % de la couverture forestière totale du Canada (Figure 3.1). Le bien-être culturel, spirituel et économique de plusieurs Premières nations dépend de la santé de l'écosystème forestier. La récolte d'aliments et l'exercice de pratiques culturelles sont deux utilisations importantes des terres boisées du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest. Au Yukon, moins de 30 % de la couverture forestière est composée d'arbres propices à la récolte du bois et la majorité des forêts de qualité marchande se trouvent au sud du 61^e parallèle. Plus au nord, les forêts sont davantage touchées par les sols froids, le mauvais drainage et les feux dévastateurs (Furgal et al., 2008).

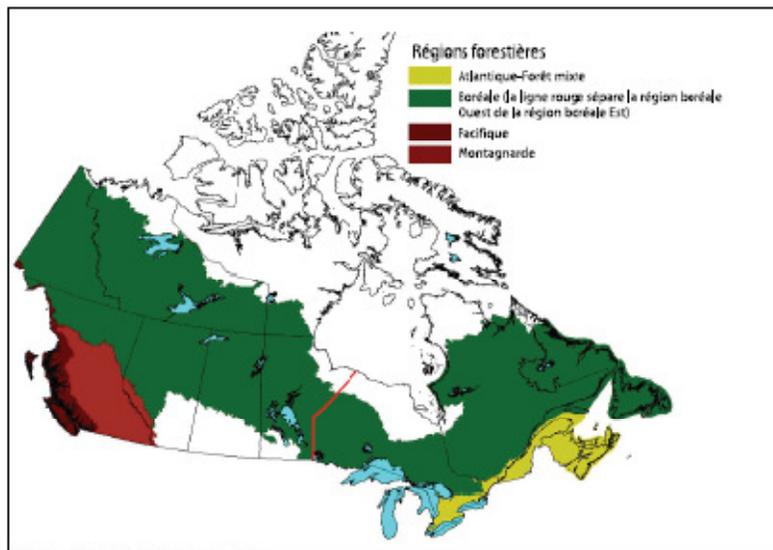


Figure 3.1 Régions forestières canadiennes. Tirée de Lamprière, 2008.

Il est déjà attendu que la tendance à la hausse actuelle de la superficie brûlée chaque année se poursuive. En effet, les changements climatiques entraîneront probablement une augmentation de la fréquence, de l'étendue et de la gravité des feux de forêt, contribuant ainsi à une réduction de l'intervalle moyen entre les feux, à une modification de la répartition des classes d'âge en faveur des arbres les plus jeunes, au déclenchement de modifications plus fréquentes des régimes de succession des forêts constituées en prédominance de conifères à celles de feuillus et à une diminution de la quantité de carbone emmagasinée dans la forêt boréale (Johnstone et al., 2006).

En raison des changements climatiques, les forêts seront soumises à de grandes périodes de stress, ce qui augmentera les probabilités d'invasion de ravageurs. Les invasions de plusieurs ravageurs ont dépassé en envergure toutes les épidémies antérieures et sont associées au franchissement du seuil climatique. Sous l'influence du climat en changement, une croissance variable des forêts est prévue, avec un ralentissement probable des forêts dans certaines régions de l'ouest dû à la sécheresse, alors qu'une légère croissance est anticipée dans l'est du Canada. De tels impacts ont des répercussions sur le coût et l'approvisionnement du bois d'œuvre. De plus, les

changements climatiques affecteront les opérations forestières, les possibilités récréatives, la biodiversité et la séquestration de carbone. Les impacts du réchauffement sur la forêt pourraient provoquer une rupture économique et sociale pour des communautés tributaires de cette ressource et avoir une incidence sur la compétitivité des entreprises ainsi que sur les mesures et politiques gouvernementales (Lamprière et al., 2008).

Les principes et méthodes de gestion durable des forêts incorporent déjà de nombreuses mesures d'adaptation aux effets du réchauffement climatique (Spittlehouse et Stewart, 2003). D'ailleurs, plusieurs personnes sont d'avis que les critères de la gestion durable des forêts pourraient servir d'objectifs pour l'adaptation du secteur forestier au changement climatique. Bien que les changements climatiques ont des répercussions importantes sur la forêt, le prix des produits de base, la disponibilité du bois d'œuvre, les politiques commerciales, la réglementation environnementale et la possibilité d'obtenir le capital nécessaire ont actuellement une plus forte incidence négative sur la durabilité que les changements climatiques (Ogden et Innes, 2007). Cela n'empêche toutefois pas les experts forestiers de s'adapter aux répercussions du réchauffement. Parmi les mesures proactives d'adaptation possibles figurent la régénération ciblée, la sylviculture ou les stratégies de protection contre les modifications à long terme des régimes de perturbation de la forêt (Ohlson et al., 2005). Le tableau de l'annexe 1 énumère les mesures d'adaptation aux changements climatiques à envisager sur les plans stratégique et opérationnel pour atteindre les objectifs de gestion durable des forêts (Ogden et Innes, 2007).

3.1.3 Industries pétrolière, gazière et minière

Des activités d'exploration, d'extraction, de production et de livraison sont impliquées dans l'industrie pétrolière et gazière. Sous l'effet du climat en changement, ce sont les activités d'exploration qui risquent le plus d'être touchées. Certaines des réserves gazières et pétrolières les plus importantes se trouvent dans l'archipel Arctique canadien et la diminution prévue de la glace de mer pourrait faire de cette région le siège d'activités d'exploration importantes. Les changements à venir dans la couverture nivale et la dégradation du pergélisol rendront nécessaires l'utilisation de véhicules à faible impact et la réorganisation du calendrier des activités d'exploration et d'extraction. En effet, il faudra faire preuve de plus de flexibilité dans l'établissement du calendrier de ces activités pour

faire face à la précarité du réseau de routes de glace et la difficulté de prévoir le temps en hiver (Furgal et al., 2008).

La hausse des températures du sol accroîtra le risque de transport des contaminants puisque l'utilisation de bassins souterrains de stockage des résidus de forage exige la présence de pergélisol pour empêcher le mouvement des résidus (Dyke, 2001). Pour s'adapter aux changements climatiques, il sera certainement nécessaire d'utiliser d'autres techniques de traitement des résidus de forage, comme les bassins à distance, les installations de traitement centralisées, l'injection des résidus ou leur transport en dehors des territoires (ESRF, 2004). Les activités de forage liées à l'exploration extracôtière seront touchées par les changements du régime des glaces de mer. Il sera peut-être nécessaire de transformer les plates-formes de forage afin de les rendre plus résistantes aux vagues et aux ondes de tempête L'utilisation de plus de bateaux de forage serait un moyen d'adaptation possible (Furgal et al., 2008).

Les activités de production nécessitent des usines de transformation qui doivent maintenir leur intégrité structurelle durant toute la durée de vie du projet. La conception de ces installations doit tenir compte des impacts des changements climatiques notamment sur la stabilité des sols. Celles situées sur les côtes ou sur le lit des rivières doivent tenir compte de plusieurs facteurs supplémentaires tels que les inondations causées par les embâcles, l'érosion des côtes, la rupture de glace ou l'élévation du niveau de la mer. Placer les installations de production sur une barge plutôt que sur la terre serait une mesure d'adaptation possible qui permettrait de limiter les impacts (Furgal et al., 2008).

En fin de compte, le pétrole et le gaz naturel sont acheminés vers les marchés grâce aux pipelines. La construction de pipelines doit tenir compte d'un certain nombre de questions géotechniques, comme la modification du régime thermique du sol, du drainage et de la stabilité du sol, autant de conséquences possibles d'un réchauffement du climat survenant pendant la durée de vie utile du projet. L'ajout d'isolant ou l'utilisation de thermosiphons, afin de refroidir artificiellement le pipeline, permettraient l'adaptation (Furgal et al., 2008).

Le ravitaillement des mines est généralement limité aux périodes hivernales et dépend de la disponibilité de routes de glace, alors que les activités d'exploration sont restreintes à de courtes saisons estivales et dépendent de la disponibilité d'un accès aérien. La réduction appréhendée des routes de glace pose une problématique particulière qui pourrait obliger à construire des routes permanentes ou des systèmes de transports par

bateaux afin d'accéder aux zones d'exploitation. La dégradation du pergélisol et la stabilité des sols posent aussi problème; la stabilité des résidus d'exploitation dépend souvent de la continuité du gel qui empêche le rejet des contaminants et des produits de lixiviation dans l'environnement (Furgal et al., 2008). En effet, le rejet de grandes quantités de contaminants dans l'environnement pourrait être entraîné par la rupture de barrages à noyau gelé de parcs à résidus avec le dégel et le tassement différentiel ou le dégel des haldes de stériles. Évidemment, ces rejets auront des impacts significatifs sur les écosystèmes et sur la santé humaine. Certaines mesures correctrices, telles que l'utilisation de thermosiphons pour garder le sol gelé ou la modification de la couverture des haldes de stériles afin de les enfermer dans le pergélisol de façon permanente, devront probablement être utilisées sur les sites les plus anciens (MEND, 2004). Les techniques utilisées actuellement dans la zone de pergélisol discontinue ou sans pergélisol, telles que l'utilisation d'un revêtement intérieur imperméable, pourront certainement être mises à contribution pour les nouvelles structures de confinement dans la zone de pergélisol continu (Furgal et al., 2008).

3.2 Activités touristiques

Depuis peu, l'Arctique suscite un intérêt croissant et attire de plus en plus de touristes. Le Yukon est la région touristique privilégiée. En effet, environ 32 000 touristes s'y sont rendus en 2002 générant une valeur économique d'environ 164 millions de dollars (Pagnan, 2003). Les chasseurs et les pêcheurs, bien que peu nombreux (environ 14 % des visiteurs des T.N.-O.), sont à l'origine de 45 % du montant annuel injecté par les touristes dans l'économie du territoire. Au Nunavut, le tourisme constitue le quatrième secteur économique d'importance dans la région et plus de 18 000 personnes y sont passées en 2003 (Furgal et al., 2008). Le réchauffement climatique pourrait avoir des effets positifs sur le tourisme en facilitant l'accès et en prolongeant la saison touristique. Si le passage du Nord-ouest devenait de plus en plus navigable, les possibilités de croisière dans l'Arctique se multiplieraient. Cependant, les risques associés aux glaces demeureront probablement élevés durant plusieurs décennies (Stewart et al., 2005).

3.3 Infrastructures

Les changements climatiques vont affecter de plusieurs façons les infrastructures nordiques. Quelques-unes d'entre elles seront plutôt insensibles ou facilement adaptables

à ces changements, tandis que pour d'autres infrastructures seront beaucoup plus sensibles et les conséquences pourront être grandes (Instanes et al., 2005).

Bien que le pergélisol soit un défi pour la construction des infrastructures dans le Nord, il peut fournir une assise solide pour les infrastructures tandis que son dégel entraîne une perte de solidité, du tassement et de l'instabilité. Le réchauffement climatique présente un obstacle supplémentaire au développement et à la conception d'infrastructures dans l'Arctique. En effet, il a été démontré qu'une augmentation de la température du sol passant de -4 °C à -1 °C diminue de près de 70 % la capacité de soutien du pergélisol (Instanes et al., 2005).

À court terme, les effets de la perturbation du sol et de la construction seront beaucoup plus importants que ceux du réchauffement. En effet, la construction d'infrastructures perturbe la surface du sol et par conséquent peut modifier le régime thermique de celui-ci et entraîner le réchauffement et le dégel du pergélisol. De plus, la chaleur générée par les infrastructures elles-mêmes peut ajouter au réchauffement. Les changements du régime thermique du sol associés au climat se font beaucoup plus lentement. Le sol peut se réchauffer de 2 °C à 4 °C durant les cinq à dix premières années après la construction d'une infrastructure, le réchauffement du climat quant à lui nécessite plusieurs dizaines d'années avant d'atteindre un tel réchauffement du sol (Furgal et al., 2008).

Dans le cas des structures linéaires, telles que les pipelines, les problèmes sont davantage liés au tassement différentiel causé par les variations spatiales des caractéristiques du sol et de sa teneur en glace et par l'instabilité des pentes qui découlent du dégel du pergélisol (Furgal et al., 2008).

Le manque de précaution lors de la conception des infrastructures en régions de pergélisol peut avoir des conséquences graves. Certaines constructions conçues sans avoir tenu compte de la présence de glace dans le sol ont subi des dommages considérables lors du dégel de la glace et le tassement subséquent. Plusieurs bâtiments sont devenus inhabitables et certaines routes sont rendues impraticables (Furgal et al., 2008).

Dans le cas des structures construites avant la fin des années 1990, il est possible que le réchauffement du climat soit la cause d'un accroissement de la profondeur du dégel et d'un tassement qui dépasse les prévisions originales, ce qui pourrait entraîner une hausse

des coûts d'entretien et des travaux de réfection afin d'assurer l'intégrité de la structure. Évidemment, les problèmes liés au tassement par dégel sont moins importants lorsque le sol est pauvre en glace, que les structures reposent sur le socle ou qu'elles sont construites sur des fondations profondes ou ajustables. Les risques les plus importants guettent les infrastructures munies de fondations peu profondes et construites sur des sols sensibles au dégel (Furgal et al., 2008).

Les méthodes d'ingénierie actuelles ont pour objectif de réduire au minimum la perturbation du terrain et les effets sur les structures. En général, les sols sensibles au dégel sont évités et les infrastructures sont conçues de manière à préserver le pergélisol, à limiter le tassement et à composer avec ce dernier aux endroits où il se produit. Auparavant, la conception technique ne tenait pas compte des effets du réchauffement. Depuis la fin des années 1990, ces effets sont de plus en plus pris en considération dans la conception et dans les évaluations des impacts environnementaux (Furgal et al., 2008).

Les structures les plus problématiques en situation de changement sont celles qui doivent préserver leur intégrité pendant plusieurs décennies voire plusieurs siècles, ou dont la rupture peut avoir des conséquences graves. Par exemple, des problèmes particuliers découlent des installations de confinement des déchets qui datent de plusieurs décennies puisqu'elles n'ont pas été conçues en fonction des températures actuelles ni en fonction de celles à venir. Puisqu'il est maintenant exigé par le processus canadien d'évaluation environnementale, les projets de grande importance, tels que les structures de confinement des résidus miniers ou de rétention de l'eau, les grands bâtiments, les pipelines ou les routes, tiennent compte des effets des changements climatiques dans leur conception (Furgal et al., 2008).

L'adaptation des infrastructures nordiques au climat en changement reposera largement sur l'utilisation de techniques déjà en usage pour réduire les effets de la perturbation du sol. L'utilisation de fondations sur pilotis, l'isolation de la surface, l'enlèvement de la neige (afin que le sol puisse atteindre des températures plus froides en hiver), l'installation de fondations ajustables pour les petites structures et l'utilisation accrue de techniques de refroidissement artificiel sont autant de mesures qui permettront cette adaptation (Infrastructure Canada, 2006). Peu importe les mesures d'adaptation adoptées, elles devront comprendre des activités de surveillance afin d'évaluer la performance des infrastructures, de déterminer si les changements dans l'état du pergélisol correspondent

bien aux prévisions et de décider si d'autres mesures d'adaptation sont nécessaires (Furgal et al., 2008).

3.4 Voies navigables et routes d'hiver

Les bras de mer de l'Arctique sont empruntés pour le ravitaillement des populations, l'exportation des matières premières, des recherches scientifiques, des excursions touristiques ou des voyages visant à réaffirmer la souveraineté du territoire. L'Arctique canadien n'a jamais fait l'objet d'un trafic maritime à l'année et il est prévu qu'il en restera de même pour quelques décennies encore (Wilson et al., 2004). En revanche, grâce aux changements climatiques, le transport maritime bénéficiera certainement d'une saison de navigation estivale plus longue dans l'Arctique. Il est prévu que la durée des glaces sera raccourcie de dix jours en 2020 et de 20 à 30 jours d'ici à 2080 (Figure 3.2). L'allongement de la saison de dégel entraînera celui de la période de fragilité de la banquise, ce qui fera accélérer le déplacement de la glace pluriannuelle de l'océan Arctique vers le passage du Nord-Ouest, en passant par l'archipel Arctique. Ce phénomène fera en sorte que la navigation dans le passage du Nord-Ouest restera au moins tout aussi dangereuse que présentement.

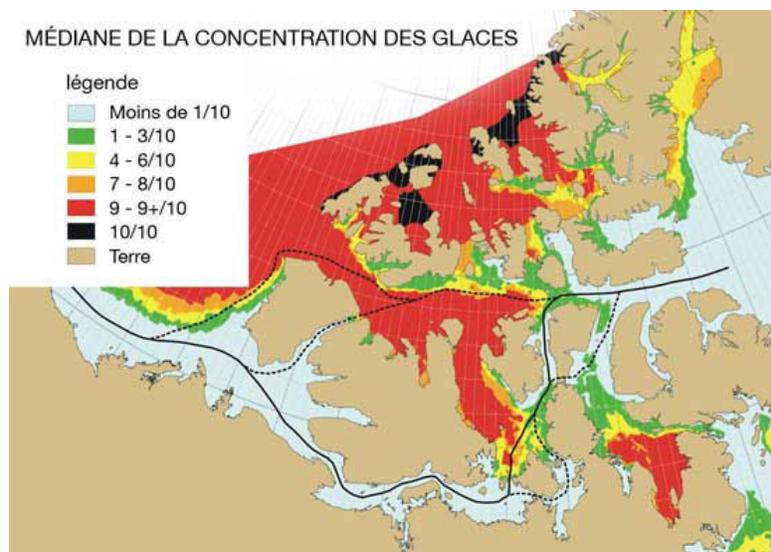


Figure 3.2 Principales voies navigables du passage du Nord-Ouest et concentration médiane des glaces au 3 septembre de 1971 à 2000. Tirée de Melling, s.d.

Il se peut que les impacts engendrés par les changements climatiques fassent augmenter les pressions visant à désigner le passage du Nord-ouest comme international. L'augmentation du trafic dans ce passage imposera certainement une série de problèmes

supplémentaires au Canada et aux habitants du Nord tels que l'utilisation des côtes arctiques pour des activités illégales, la propagation d'espèces et de maladies exotiques ou l'augmentation du nombre d'accidents maritimes et, par le fait même, des risques de pollution (Kelmesis et al., 2005). Une surveillance accrue de l'Arctique et l'intensification des normes et des règlements sur l'environnement permettraient d'enrayer ces problèmes. L'augmentation prévue du trafic maritime dans l'Arctique et de certains dangers accroîtra les besoins :

- de cartes nautiques à jour;
- de prévisions météorologiques maritimes;
- de surveillance des glaces et de prévision de leur mouvement;
- de service de brise-glaces et de capacités de recherche et de sauvetage;
- de surveillance et de contrôle du trafic maritime;
- d'installations côtières pour le ravitaillement en carburant et le chargement de marchandises;
- de navires conçus pour la glace capables de répondre aux nouvelles conditions de la mer et aux nouvelles cargaisons transportées;
- et d'équipes spécialisées dans le travail en milieu arctique (Furgal et al., 2008).

Les changements prévus dans le régime des glaces de mer et l'augmentation du trafic maritime auraient des répercussions néfastes sur le mode de vie traditionnel des habitants du Nord, mais elles permettraient aussi de diversifier leur économie en offrant des services liés au transport maritime. Certaines collectivités pourraient devenir d'importantes escales entraînant ainsi d'importantes transformations socioéconomiques (Huebert, 2001). Par contre, il est projeté que les changements climatiques transforment la nature des risques associés au trafic maritime dans de nombreuses régions nordiques. En effet, les navires bénéficieront de meilleures conditions de navigation, marquées par de fréquents épisodes de poussée des glaces dans des endroits encombrés, par de faibles concentrations de glace pluriannuelle difficiles à détecter et par une variabilité extrême des conditions d'une année à l'autre. Donc, les brise-glaces auront autant, sinon plus, de travail à accomplir afin de venir en aide à un trafic maritime accru et sur un plus grand territoire (Furgal et al., 2008).

Le même phénomène sera observable pour le trafic fluvial puisqu'il bénéficiera d'un allongement de la période durant laquelle les fleuves sont libres de glace, ce qui permettra la navigation pendant plus longtemps qu'actuellement. Par exemple, il a été estimé qu'une

réduction de six à neuf semaines de la saison des glaces pourrait entraîner une hausse de 50 % du transport par barges sur le Mackenzie (Lonergan et al., 1993). En revanche, cette augmentation est mince comparée à celle qui accompagnerait la réalisation du projet gazier du Mackenzie, soit une augmentation du trafic fluvial de 600 %. Toutefois, ces prévisions ne tiennent pas compte des variations de débits liées au réchauffement qui pourraient avoir des impacts sur la navigation, principalement à la fin de l'été lorsque le niveau de l'eau et le débit du fleuve sont plus faibles (Rouse et al. 2003). Le dragage de certaines portions de la voie de navigation fluviale serait une solution locale et à court terme de la baisse du niveau de l'eau envisagée. Par contre, ce n'est pas une mesure d'adaptation à long terme puisque la morphologie du lit du Mackenzie et des autres réseaux fluviaux du Nord se caractérise par une transformation rapide (Prowse, 2001). La régularisation du débit en amont pour accroître les débits à la fin de l'été pourrait être une mesure envisageable, mais elle aurait des impacts sur la production hydroélectrique. Étendre le réseau de routes utilisables en toutes saisons serait sans doute la solution, mais les impacts du réchauffement climatique sur le pergélisol causeraient aussi d'importants problèmes techniques pour la construction et l'entretien de routes dans ces régions (Furgal et al., 2008). Le tableau suivant résume les changements prévus en ce qui concerne les voies navigables arctiques.

Tableau 3.3 Changements prévus dans les voies navigables. Tiré de Loeng et al., 2005.

	2020	2050	2080
Glace de mer			
Durée	Raccourcie de 10 jours	Raccourcie de 15 à 20 jours	Raccourcie de 20 à 30 jours
Étendue hivernale	Réduction de 6 p. 100 à 10 p. 100	Réduction de 15p. 100 à 20 p. 100	Étendues libres de glace probables dans l'Extrême-Arctique (mer de Barents et peut-être bassin de Nansen)
Étendue estivale	Plates-formes probablement libres de glace	Réduction de 30 p. 100 à 50 p. 100 par rapport à aujourd'hui	Réduction de 50 p. 100 à 100 p. 100 par rapport à aujourd'hui
Exportation vers l'Atlantique Nord	Aucun changement	Début de la réduction	Fortement réduite
Type	Légère réduction de la glace pluriannuelle, surtout sur les plates-formes	Importante réduction de la glace pluriannuelle, disparue des plates-formes	Glace pluriannuelle rare ou complètement disparue
Glace de rive			
Type	Amincissement possible et recul dans les régions du sud	Amincissement probable et recul plus marqué dans les régions sud	Possibilité d'aminçissement et de réduction de l'étendue dans toutes les zones marines de l'Arctique

Les lacs et les rivières du Nord servent aussi de routes durant l'hiver. Les routes de glace permettent de relier les populations du Nord aux réseaux de routes utilisables à l'année.

Ce type de routes construites et entretenues chaque hiver constitue un moyen relativement peu coûteux de ravitailler les collectivités et les industries nordiques. Le secteur minier dépend grandement du réseau de routes de glace pour le transport de l'équipement lourd, des matériaux et du carburant essentiels à ses activités (Furgal et al., 2008). La route d'hiver la plus longue, la *Tibitt to Contowoyto Window Road* (TCWR) relie la ville de Tibitt à Contowoyto et s'étend sur 600 km, dont 495 km sur des lacs gelés. Elle constitue la principale route de ravitaillement pour plusieurs mines du Nord. Cette route a permis de faire transiter 8 000 camions d'environ 30 T chaque année de 1997 à 2003. Son importance économique sera à coup sûr conservée pendant encore plusieurs années (EBA Engineering Consultants Ltd, 2001).

Le réseau de routes de glaces est très important dans les régions nordiques. Aux T.N.-O. il permet presque de doubler le système routier public en hiver. Bien que la période d'utilisation varie selon l'endroit et l'année, elle s'étend normalement de novembre et décembre à mars et avril. Leur construction varie selon l'usage des routes, dans les réseaux de routes les plus organisés, la neige est retirée ou compactée afin de réduire l'effet isolant et ainsi améliorer la force portante. Pour obtenir une épaisseur de glace adéquate, différentes méthodes peuvent être utilisées comme l'inondation de la surface ou l'utilisation de techniques de nébulisation. Des dégels ponctuels peuvent réduire la praticabilité des surfaces, même lorsque la force portante est élevée. De plus, la formation de glace et le développement de la force portante peuvent être retardés lorsqu'il y a d'importantes chutes de neige en début de saison (Furgal et al., 2008).

Bien qu'il manque d'analyse des données sur les dates d'ouverture et de fermeture des routes de glace, les données d'observation de la route de glace qui traverse le Mackenzie démontrent que la date moyenne d'ouverture pour les véhicules légers a été retardée de plus de trois semaines depuis 1996, alors qu'elle était restée relativement constante pendant au moins les 30 années précédentes (Figure 3.3) (Northern Climate Exchange, 2006).

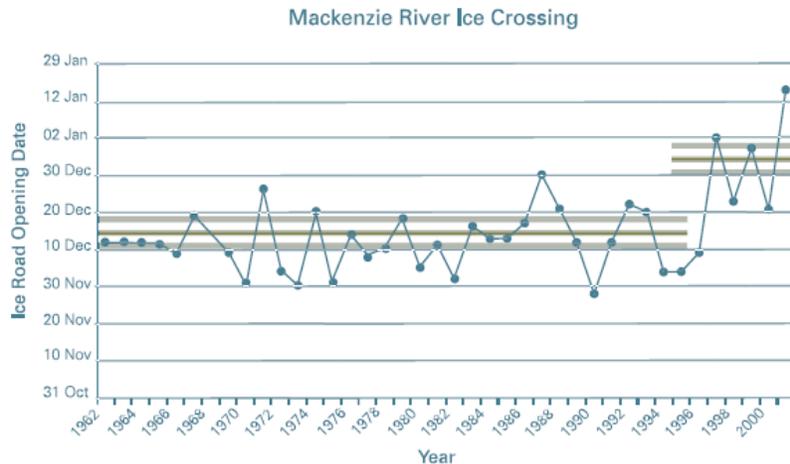


Figure 3.3 Moyenne des dates d'ouverture de la route de glace traversant le fleuve Mackenzie. Tirée de Northern Climate Exchange, 2006.

L'amincissement de la couverture de glace inhérente au réchauffement réduit indubitablement le poids des convois pouvant circuler. À court terme, des modifications des méthodes de construction pourront être apportées pour s'adapter. Il sera aussi possible de modifier les horaires de circulation afin de concentrer les convois dans le cœur de l'hiver, lorsque la glace est plus épaisse. Le transport des charges lourdes sur ces routes pourrait se faire à l'aide de ballons comme suggéré par Prentice et Turiff (2002). Si certaines routes deviennent impraticables, d'autres voies de transport devront être envisagées. Dans certaines régions où le transport en eau libre est possible, le nombre de barges pourra être augmenté, mais dans certains endroits, comme la TCWR, seule la construction de routes terrestres semble envisageable. Les répercussions économiques seront grandes puisqu'il est beaucoup plus coûteux de construire et d'entretenir des routes permanentes que des routes d'hiver (Furgal et al., 2008).

3.5 Santé et sécurité

Les effets des changements climatiques sur les systèmes biophysiques et économiques du Nord lorsqu'ils interagissent avec les facteurs de stress non reliés au climat ont des répercussions tant directes qu'indirectes sur les résidents, leur santé, leur bien-être et leur sécurité. La répartition et l'ampleur de ces impacts dépendent des vulnérabilités existantes et des caractéristiques de la capacité d'adaptation aux échelles individuelle et collective (Ford, J. et al., 2004).

Les effets directs du climat sur la santé et la sécurité des habitants des collectivités nordiques sont surtout reliés aux températures et phénomènes météorologiques extrêmes

et aux risques naturels. Dans toutes les régions de l'Arctique canadien, les résidents de petites localités signalent que les conditions météorologiques sont moins prévisibles qu'autrefois et dans certains cas, que les tempêtes progressent plus rapidement. Cette imprévisibilité limite les déplacements et la participation aux activités sur terre et de subsistance et fait augmenter le risque de se perdre ou d'avoir des accidents (Communities of Arctic Bay et al. 2006). De plus, la fréquence accrue des tempêtes augmente les risques de navigation estivale et limite l'accès aux territoires de chasse. Évidemment, ces changements ont des conséquences sur les individus et les ménages qui voient augmenter les dommages subis par leur équipement et diminuer les prises de nourriture traditionnelle (Ford et al., 2004).

Les températures extrêmes agissent directement sur la santé. Des cas d'hypothermie et de gelures et des cas de stress liés à la chaleur sont en augmentation dans les communautés arctiques ainsi que l'incidence de blessures découlant d'accidents attribuables aux conditions météorologiques (Communities of Arctic Bay et al., 2006). Les impacts des changements climatiques sur la santé demeurent difficiles à prévoir (Berner, J. et al., 2005). Depuis quelques années, la fréquence accrue des épisodes de gel et dégel hivernaux a été constatée créant ainsi des conditions favorables au déclenchement de glissements de neige et d'avalanches (Communities of Arctic Bay et al., 2006). Les glissements de terrain associés à de fortes pluies et au dégel du pergélisol sont un autre danger naturel lié au climat. Ces phénomènes rendent les conditions de déplacements de plus en plus dangereuses (Ford et al., 2004).

À l'heure actuelle, peu de recherches ont examiné les risques associés aux changements climatiques sur l'établissement des zones de risque et les stratégies d'adaptation des collectivités nordiques (Lied et Domaas, 2000). Des recherches appliquées en ce sens avec la collaboration des communautés du Nord devraient être réalisées afin d'y inclure la compréhension et la connaissance locales des conditions climatiques (Newton et al., 2005). Il deviendrait notamment de plus en plus important de disposer de personnel de recherche et de sauvetage en nombre suffisant et doté d'une formation adéquate pour faire face au nombre croissant de la menace de dangers naturels associés aux conditions météorologiques.

Les répercussions indirectes des changements climatiques sur la santé et la sécurité des résidents du Nord sont attribuables aux changements des conditions de glace, à l'exposition à des maladies émergentes, à la transformation et à la détérioration de

certains aspects de la sécurité alimentaire, aux conséquences de la fonte du pergélisol sur l'infrastructure communautaire et aux effets combinés des changements environnementaux et autres sur les habitants du Nord (Furgal et al., 2008).

Les changements prévus dans le régime des glaces, en plus de nuire à la pratique de bons nombres d'activités traditionnelles, représentent un danger croissant et un accès plus difficile aux territoires de chasse et de récoltes d'aliments traditionnelles dans l'ensemble des territoires (Communities of Arctic Bay et al., 2006). L'augmentation perçue du nombre d'accidents et de noyades associés aux conditions de glace pourrait se refléter dans les statistiques recueillies, lesquelles indiquent une incidence accrue de décès et de blessures accidentels dans les petites localités des T.N.-O. La vitesse et le volume accrus de l'écoulement provenant de la fonte de la glace et de la neige créent un danger pour les jeunes enfants dans les collectivités nordiques. La perte de revenus due à la baisse des récoltes de phoques ou de narvals, les dommages causés à l'équipement et la difficulté d'accéder aux ressources fauniques pour se nourrir sont autant d'impacts découlant des changements dans l'état de la glace (Ford et al., 2004). De plus, ces changements nuisent à la cohésion sociale et au bien-être mental des résidents en perturbant le cycle traditionnel des pratiques liées à la terre (Berner et al., 2005).

Déjà, les habitants du Nord ont dû s'adapter aux changements des conditions glacielles en modifiant leurs comportements personnels et en adoptant de nouvelles technologies. Effectivement, plusieurs collectivités affirment avoir modifié leurs activités de chasse notamment en changeant leur calendrier de chasse pour diminuer les risques associés à la rupture des glaces tout en augmentant les chances de prises (Collectivité d'Arctic Bay et al., 2006). Certains chasseurs redoublent de prudence en apportant de petites embarcations au cas où ils resteraient pris sur des glaces à la dérive (Ford et al., 2006). D'autres empruntent plutôt de nouvelles routes terrestres ou littorales pour accéder à des zones autrefois accessibles en circulant sur la glace de mer. (Tremblay et al., 2006). Lorsqu'il est trop dangereux de se déplacer sur la glace, certains résidents vont préférer aller pêcher plutôt que de chasser le phoque. Certains résidents ont commencé à consulter l'imagerie satellitaire par Internet afin de constater l'état des glaces avant de se rendre à la lisière de la banquise, certains d'entre eux emportent un système de positionnement par satellite pour augmenter l'efficacité des déplacements et de la chasse et pour en atténuer les risques (Ford et al., 2006).

La hausse des températures et l'allongement de la période de croissance offrent de nouvelles possibilités de développement et de mise en valeur d'une agriculture nordique de petite échelle, principalement dans l'ouest de l'Arctique. De nouvelles sources locales pourraient être créées de cette façon. Les changements dans le régime des glaces permettront en outre d'accroître la fréquence des arrivages de produits dans les différentes localités et de réduire les coûts associés à certains produits (Furgal et al., 2008).

La relation entre les zoonoses et la température a été confirmée par l'augmentation des cas de maladies et d'infections parasitaires chez les mammifères, les oiseaux, les poissons, et les mollusques et crustacés des régions arctiques pendant les années chaudes associées à El Niño-oscillation australe (Kutz et al. 2004). L'allongement de la saison chaude associé au réchauffement transformera le type et l'incidence de maladies susceptibles de se transmettre de ces espèces aux habitants de l'Arctique (Bradley et al., 2005). L'augmentation de l'exposition au rayonnement ultraviolet pour les habitants de l'Arctique a le potentiel d'affecter le système immunitaire face aux maladies et influence le développement de cancer de la peau et d'autres maladies comme les cataractes. De plus, le réchauffement prévu va affecter le transport, la distribution et le comportement des contaminants et par conséquent, sur l'exposition des habitants du Nord à ces substances (Berner et al., 2005).

Les changements dans l'environnement arctique agissent aussi sur la santé et le bien-être mentaux des nombreux habitants du Nord dont les revenus et le mode de vie sont étroitement liés au milieu local. Le stress qui résulte de ces changements a été associé à certains symptômes de détresse psychosociale, mentale et sociale, comme l'alcoolisme, la violence et le suicide (Berner et al., 2005). Dans plusieurs régions, la place grandissante de l'économie basée sur les salaires a réduit à la fois les besoins de chasse, de pêche et de cueillette et le temps disponible pour pratiquer ces activités. La transmission des connaissances traditionnelles s'en retrouve alors réduite au détriment des jeunes générations. Cependant, ce type d'économie permet aux gens de s'adapter plus facilement aux changements associés au réchauffement puisqu'ils peuvent plus facilement se procurer des équipements, comme des embarcations, des véhicules tout terrain ou des motoneiges, leur permettant de pratiquer plus efficacement leurs activités traditionnelles. Chapin et al. (2005) ont conclu que la détérioration des liens culturels avec les activités traditionnelles et de subsistance et tout ce qu'elles représentent est la cause

la plus alarmante de la diminution du bien-être constatée actuellement chez les Autochtones du Nord. Le tableau suivant fait office de synthèse des impacts potentiels des changements climatiques sur la santé des habitants du Nord.

Tableau 3.4 Impacts potentiels des changements climatiques sur la santé. Modifié de Furgal, 2002.

	CHANGEMENT CLIMATIQUE CONSTATÉ	IMPACTS POTENTIELS SUR LA SANTÉ
DIRECTS	Augmentation des températures extrêmes	Augmentation de la morbidité et de la mortalité associées à la chaleur et au froid
	Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes et des conditions météorologiques non caractéristiques	Augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents de chasse et de transport qui entraînera des blessures, la mort ou un stress psychosocial
	Augmentation de l'exposition au rayonnement ultraviolet	Augmentation des risques de cancer de la peau, de brûlures, de maladies infectieuses, d'affections oculaires, d'immunodépression
INDIRECTS	Augmentation des températures extrêmes	Augmentation de l'incidence et de la transmission de maladies infectieuses, perturbations psychosociales
	Changements dans la couverture de glace	Augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents de chasse et de transport qui entraînent des blessures, la mort ou un stress psychosocial Diminution de l'accessibilité des aliments traditionnels, réduction de la sécurité alimentaire, pertes des valeurs sociales et culturelles associées à la préparation, au partage et à la consommation d'aliments traditionnels
	Transformation de la composition de la neige	Difficulté à construire des igloos pour assurer la sécurité des déplacements sur terre
	Accroissement de l'aire de répartition et de l'activité des agents infectieux nouveaux ou déjà présents	Augmentation de l'exposition aux maladies à transmission vectorielle, nouvelles ou déjà présentes
	Changements de l'écologie locale des agents infectieux d'origine hydrique ou alimentaire	Augmentation de l'incidence de maladies diarrhéiques et autres maladies infectieuses Émergence de nouvelles maladies
	Augmentation de la fonte et de l'instabilité du pergélisol	Effets négatifs sur la stabilité de l'infrastructure de santé publique, de logement et de transport Perturbations psychosociales associées au déménagement des collectivités
	Élévation du niveau de la mer	Perturbations psychosociales associées aux dommages causés à l'infrastructure et au déménagement des collectivités
	Changements de la pollution atmosphérique	Incidence accrue de maladies respiratoires et cardiovasculaires, augmentation de l'exposition aux contaminants environnementaux et répercussions subséquentes

4 STRATÉGIES D'ADAPTATION AU CANADA

En plus des changements climatiques, le Nord du Canada fait face à d'énormes changements en raison de l'accélération du développement économique associé à l'exploitation des ressources naturelles. Cette situation donne lieu à de plus en plus de contraintes pour plusieurs collectivités qui doivent faire face au manque de logements et d'infrastructures ainsi qu'à l'augmentation des coûts énergétiques. Les nombreux impacts des changements climatiques mentionnés dans le chapitre précédent démontrent à quel point les changements climatiques affectent directement ou indirectement tous les aspects des populations nordiques dans un ensemble dynamique de questions. Les questions liées aux régions nordiques doivent donc être abordées de façon intégrée et globale et inclure une grande variété d'intervenants et d'intérêts. L'adaptation aux changements climatiques signifie la création de collectivités durables qui comptent sur une planification à long terme où le développement social, physique et économique ainsi que la gestion de l'adaptation, de l'énergie et des ressources s'effectuent en harmonie avec la culture et les aspirations des collectivités (AINC, 2005).

Plusieurs projets de recherche ont été menés dans l'Arctique canadien au cours des dernières années afin d'évaluer les impacts des changements climatiques sur différents aspects. Les données issues de ces recherches commencent à être intégrées au développement des outils de planification destinés à faciliter la prise en compte des changements climatiques dans les décisions prises par les différents paliers de gouvernement (AINC, 2005). Ce chapitre comprend donc les mesures, stratégies et plan d'action élaborés par les instances gouvernementales et par divers organismes en réponse aux changements climatiques dans le Nord du Canada.

4.1 Gouvernement fédéral

À l'heure actuelle, le gouvernement fédéral canadien n'a aucune stratégie officielle sur l'adaptation aux impacts des changements climatiques, malgré les nombreux travaux accomplis en ce sens au cours des dernières années. Par le passé, plusieurs programmes ont financé des projets de recherche notamment Ressources naturelles Canada, Affaires indiennes et du Nord Canada et Santé Canada. Présentement, le gouvernement fédéral supporte l'adaptation aux changements climatiques par le biais de l'Agenda de l'air pur. Plusieurs programmes et ministères ont reçu du financement pour la mise en œuvre de

projets d'adaptation notamment Environnement Canada, Affaires indiennes et du Nord Canada, Ressources naturelles Canada, Santé Canada et l'Agence de la santé publique du Canada. Par exemple, le programme d'adaptation d'AINC finance des collectivités autochtones et du Nord pour mettre en œuvre des initiatives d'adaptation aux changements climatiques (Néron, 2009).

Trois principaux programmes ont été créés par le gouvernement fédéral afin d'appuyer des projets d'adaptation aux changements climatiques menés dans les régions nordiques :

- le programme sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada (PIACC);
- le programme d'action pour les collectivités nordiques d'Affaires indiennes et du Nord Canada (PACAN);
- et l'initiative des écosystèmes du Nord d'Environnement Canada (IEN).

Ces programmes ont contribué à la collecte et à l'amélioration des connaissances scientifiques et traditionnelles ainsi qu'à l'amélioration de la compréhension et au renforcement de la sensibilisation en ce qui a trait aux changements climatiques dans le Nord. Le PIACC a notamment permis la réalisation du document *Vivre avec les changements climatiques* (2007) qui sert de cadre stratégique provincial, territorial et fédéral d'adaptation aux changements climatiques (AINC, 2005). C'est d'ailleurs le document le plus récent et le plus complet à l'heure actuelle sur le sujet. Il souligne notamment que la plupart des mesures d'adaptation ont été mises en œuvre en réponse à des événements isolés ou à des circonstances particulières, au gré des besoins et des capacités. Il indique aussi qu'une approche plus préventive et stratégique de l'adaptation aiderait à réduire les coûts économiques et sociaux, à accroître l'efficacité et à atténuer la vulnérabilité au Canada. De plus, il souligne que pour poursuivre sur la voie de l'adaptation, il faut maintenir l'impulsion donnée par les initiatives en cours et envisager d'autres mesures de nature à faciliter la mise en œuvre des mesures et des politiques d'adaptation (Burton, 2007).

En 2006, l'adaptation aux impacts des changements climatiques a fait l'objet d'un rapport par la commissaire à l'environnement et au développement durable à la Chambre des communes. Ce rapport avait pour objectif de savoir si le gouvernement fédéral avait mis en place des stratégies et des plans d'action pour s'adapter aux changements climatiques

et pour en gérer les répercussions. Les principales constatations de ce rapport sont toujours manifestes aujourd'hui :

- Le gouvernement n'a pas encore pris de mesures déterminantes pour aider les Canadiens à s'adapter aux changements climatiques. Il n'a pas non plus indiqué clairement comment il comptait s'y adapter dans ses propres activités.
- Le gouvernement ne s'est pas doté d'une stratégie fédérale d'adaptation pour faire connaître les résultats attendus, l'échéancier des mesures prévues et les responsabilités respectives des ministères. La collaboration avec les provinces et les territoires a peu progressé.
- Certains ministères ont commencé à élaborer leur propre stratégie.
- Le gouvernement fédéral a appuyé des activités de recherche qui ont permis d'élargir les connaissances sur les répercussions et l'adaptation liées aux changements climatiques. L'information disponible est maintenant suffisante pour permettre la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Cependant, le gouvernement n'a pas fait en sorte de garantir que les ministères fédéraux et les autres parties intéressées puissent obtenir l'information nécessaire pour adapter la conception d'infrastructures et les renseignements dont la population dispose sur les éventuelles conditions climatiques dans une région donnée sont limités (Bureau du vérificateur général du Canada, 2006).

Infrastructures Canada a publié un rapport sur l'adaptation des infrastructures du Canada aux changements climatiques afin de donner un aperçu de la documentation relative sur le sujet. Le rapport avait comme objectif d'améliorer le savoir et la compréhension en matière d'adaptation des infrastructures aux changements climatiques dans les villes et collectivités canadiennes et la présentation des principaux résultats de recherche. Il porte essentiellement sur l'adaptation préventive et planifiée résultant de décisions stratégiques réfléchies. Montrer les incidences des changements climatiques et l'adaptation connexe, conformément au cadre d'améliorations stratégiques du Fonds canadien sur l'infrastructure stratégique (FCIS) et s'occuper des projets lorsqu'il s'agit de projets d'Infrastructure Canada visés par la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE) sont deux manières dont le ministère reconnaît actuellement l'adaptation aux changements climatiques (Infrastructure Canada, 2006).

En 2008, le gouvernement du Canada a produit un rapport en ce qui a trait aux impacts des changements climatiques et l'adaptation dans le secteur forestier. S'y retrouvent les

principaux impacts actuels et prévus des changements climatiques sur la forêt, mais aussi ce qui doit être fait en matière d'adaptation dans ce secteur afin de réduire les vulnérabilités ou de tirer profit de nouvelles possibilités découlant du réchauffement. Ce document jette les étapes d'une démarche structurée de gestion des risques par rapport à l'adaptation :

1. Établir les objectifs de gestion appropriés pour la forêt dans l'avenir et proposer des mesures réalisables en matière d'adaptation.
2. Évaluer les facteurs de vulnérabilité actuels et à venir qui influent sur la réalisation des objectifs.
3. Élaborer des stratégies d'adaptation pour tenir compte des facteurs de vulnérabilité ou tirer profit des possibilités. Ces stratégies devraient reconnaître les effets cumulatifs, le risque, l'incertitude ainsi que les divers besoins des différents intervenants. La synergie entre les diverses mesures d'atténuation devrait être recherchée. Sans oublier l'aspect intégration qui est essentiel, car l'adaptation la plus efficace et réussie ne pourra se faire que grâce à l'intégration systématique des facteurs climatiques dans les cadres actuels de planification forestière et de prises de décision. Préférer les stratégies proactives aux approches réactives.
4. Évaluer les stratégies en matière d'adaptation. Choisir les mesures à adopter et appliquer et surveiller la stratégie d'adaptation (Lemprière et al., 2008).

Les éléments clés de l'adaptation du secteur forestier comprennent la sensibilisation et les débats, l'amélioration des connaissances et de l'information, des évaluations de la vulnérabilité, des cadres et des outils de planification ainsi qu'un renforcement de la coordination et coopération entre les gouvernements et avec les autres intervenants du secteur forestier. Les besoins en matière d'adaptation dans le secteur forestier selon ce rapport se retrouvent à l'annexe 2.

Récemment, le 26 novembre 2009, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE) a publié un rapport sur l'adaptation de l'infrastructure du Nord canadien aux changements climatiques (TRNEE, 2009). En 2008, la TRNEE a entrepris un programme de recherche sur les politiques pour étudier l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord canadien. Le programme était orienté sur les infrastructures du Nord et la possibilité d'ajuster les mécanismes existants axés sur le risque tels que les codes, normes et instruments connexes (CNIC), assurances et gestion des catastrophes, afin de réduire la vulnérabilité des infrastructures en faisant de l'adaptation un courant

dominant. Le but du rapport est principalement d'attirer l'attention sur l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord canadien et l'urgence de passer à l'action. Il donne des conseils à tous les ordres de gouvernement sur l'adaptation de l'infrastructure nordique pour qu'elle résiste mieux et soit moins vulnérable aux changements à venir. Voici les principales recommandations de la TRNEE dans le cadre de ce rapport :

- Le gouvernement canadien doit rajuster les moyens de financement pour le développement et la restauration des infrastructures, afin qu'ils deviennent des incitations à intégrer le risque de dommage causé par le changement climatique aux décisions en matière d'infrastructure.
- Les codes et les normes nationaux d'ingénierie et de construction doivent être revus et modifiés pour tenir compte des risques découlant des changements climatiques.
- Les gouvernements et l'industrie des assurances doivent travailler ensemble afin que les Canadiens continuent à avoir accès à une assurance abordable dans un climat changeant et afin que les produits d'assurance encouragent les modifications de l'infrastructure à la lumière des risques climatiques.
- Tous les ordres de gouvernement doivent collaborer avec les experts du Nord à élaborer les meilleures lignes directrices possibles en matière d'aménagement et d'ingénierie pour le Nord.
- Le gouvernement du Canada doit investir dans la mise à jour et la transmission des données plus complètes sur le climat, les projections liées au changement climatique, et les informations en ce qui a trait à l'aménagement des infrastructures.

La totalité des recommandations de la TRNEE se retrouve à l'annexe 3.

4.2 Gouvernements territoriaux

Cette section comprend les actions entreprises au niveau des gouvernements territoriaux du Canada soit, le gouvernement du Nunavut, des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon.

4.2.1 Nunavut

Un plan d'adaptation aux changements climatiques qui vise à compléter la *Stratégie sur les changements climatiques au Nunavut* (2005) est toujours en cours d'élaboration. Ce plan décrira les impacts et les menaces auxquels font face les habitants et définira les

priorités en ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques au Nunavut. Cette initiative du gouvernement du Nunavut vise à appuyer l'élaboration de projets exhaustifs d'adaptation aux changements climatiques. Le plan de gestion de l'énergie du Nunavut réalisé par le ministère des Services communautaires et gouvernementaux, vise davantage l'atténuation des changements climatiques que l'adaptation avec des programmes tels que le Programme de mise à niveau de l'énergie du Nunavut, le Programme Économisons 10 ou le Programme d'évaluation de l'efficacité énergétique des édifices. De plus, le Quiliq Energy Corporation du Nunavut examine d'autres sources potentielles d'énergie et a mis sur pied le Centre d'énergie du Nunavut afin de faciliter l'élaboration d'initiatives de gestion de l'efficacité énergétique et de l'environnement au Nunavut (AINC, 2005).

4.2.2 Territoires du Nord-Ouest

Plusieurs ministères du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, qui sont directement touchés notamment par la dégradation du pergélisol et les conséquences du raccourcissement de la saison hivernale sur les routes, ont entrepris des activités d'adaptation aux changements et étudient les conséquences à venir. Le ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles (ENR) examine la stratégie de réduction des gaz à effet de serre des T.N.-O. et mettra davantage l'accent sur la coordination et le soutien des activités relatives aux impacts et à l'adaptation liés au réchauffement climatique dans la nouvelle stratégie. L'Alliance énergétique de l'Arctique (AEA) a été mandatée pour travailler avec les collectivités, les entreprises et les habitants des T.N.-O. afin d'accroître l'efficacité énergétique et de réduire les coûts énergétiques et leurs impacts environnementaux. Le mandat a été élargi afin d'y inclure les services offerts à l'ensemble du Canada et d'élaborer des outils à l'intention des éclairateurs de tout le pays qui travaillent dans le domaine de la planification communautaire énergétique. L'AEA offre des ateliers et met des ressources techniques à la disposition des collectivités afin de renforcer sa capacité interne de même que celle des collectivités à s'adapter aux changements climatiques (AINC, 2005).

En 2008, le ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles des T.N.-O. a publié un rapport sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques dans les T.N.-O. Les principaux impacts des changements climatiques s'y retrouvent ainsi que les mesures entreprises pour s'y adapter. Il y est suggéré une série de mesures d'adaptation en ce qui concerne la construction sur le pergélisol, les routes de glace, les impacts des

précipitations sur les infrastructures, la préservation de la biodiversité arctique et de l'héritage culturel et ce qui a trait à la santé humaine. Le ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles en collaboration avec les autres ministères gouvernementaux travaillent actuellement sur la réalisation d'un plan d'adaptation aux changements climatiques (ENR, 2008).

4.2.3 Yukon

En 2006, le gouvernement du Yukon a réalisé la *Stratégie sur le changement climatique* afin de définir les rôles et les objectifs clés du gouvernement pour faire face aux changements climatiques. Cette stratégie comprend quatre principaux objectifs :

1. Améliorer la connaissance et la compréhension des impacts du changement climatique.
2. Réduire les émissions de GES du Yukon.
3. Construire un système économique, social et environnemental capable de s'adapter aux impacts des changements climatiques et tirer avantage des opportunités qu'offrent ces changements.
4. Supporter les efforts qui permettent au Yukon de se positionner en tant que leader pour appuyer la recherche et l'innovation en changements climatiques (Gouvernement du Yukon, 2006).

Le *Plan d'action sur le changement climatique*, publié au début de 2009, fournit une orientation et des mesures précises et poursuit les objectifs de la *Stratégie sur le changement climatique*. Ce plan d'action présente les efforts du gouvernement du Yukon en ce qui a trait aux changements climatiques. Il expose des activités qui sont en cours et des mesures qui pourraient être mises en place ou être améliorées afin d'aider le gouvernement à réaliser ses principaux objectifs. Les mesures prioritaires à mettre à exécution dès maintenant et ce qui devrait être fait à l'avenir sont précisées dans ce plan. Ce plan d'action se veut un outil qui permettra d'aider le gouvernement du Yukon à coordonner et à accroître ses efforts déployés pour s'adapter aux modifications du climat, comprendre le phénomène et réduire sa contribution au problème. Durant la préparation du plan, le ministère de l'Environnement du Yukon a rencontré un grand nombre de représentants du secteur public et privé. Il a également fait une étude des mesures d'autres États et un inventaire des mesures du gouvernement du Yukon qui sont actuellement en place en ce qui a trait aux changements climatiques. La version provisoire

du plan d'action a été mise à la disposition du public en vue de connaître ses commentaires. Ce plan résulte donc des idées et des valeurs exprimées par un grand nombre de particuliers et d'organismes recueillies durant deux ans (Gouvernement du Yukon, 2009).

L'une des principales priorités du plan d'action est de mettre en place des mesures efficaces d'adaptation aux changements climatiques. Les mesures destinées à atteindre l'objectif sur l'amélioration de la capacité d'adaptation aux changements climatiques se concentrent principalement sur les infrastructures, l'eau et les forêts, mais des travaux se déroulent actuellement en ce qui a trait à la biodiversité, l'aménagement des terres, la santé humaine, la planification de l'adaptation des collectivités, la planification des mesures d'urgence, l'agriculture et les normes de construction (Gouvernement du Yukon, 2009).

Pour le gouvernement du Yukon, il est essentiel de tenir compte des répercussions des changements climatiques lors de la planification et de l'entretien de ses infrastructures (routes, ponts, aéroports, canalisations d'eau souterraine et égouts) pour veiller à ce qu'elles soient sécuritaires et utilisables. Des essais de différentes techniques de construction de routes pour réduire les dommages causés par la dégradation du pergélisol, la surveillance du pergélisol et les risques de glissement de terrain à des fins de planification et le suivi des nouvelles constructions afin de vérifier si elles respectent les lignes directrices nationales sont des activités en cours en ce qui concerne les infrastructures. Les mesures à mettre en place comprennent la réalisation d'une étude du risque et de la vulnérabilité relativement aux infrastructures du Yukon et établir des stratégies d'adaptation ainsi que l'entreprise d'un inventaire des données sur le pergélisol de façon à éclaircir la prise de décision (Gouvernement du Yukon, 2009).

L'eau est une ressource essentielle certes pour la consommation humaine et pour la faune, mais au Yukon elle l'est aussi pour la production d'électricité et les loisirs. La surveillance continue du réseau hydrographique du Yukon est présentement en cours notamment pour le débit d'eau et le niveau des accumulations de neige. Afin de protéger la sûreté des personnes et la propriété privée, des prévisions d'inondations sont établies et utilisées par les particuliers et les organismes d'intervention en cas d'urgence. Il a été établi qu'une étude du risque et de la vulnérabilité relativement aux ressources hydriques du Yukon devait être réalisée et qu'un outil pour faciliter la collecte et la distribution de

données sur la quantité et la qualité de l'eau devait être créé (Gouvernement du Yukon, 2009).

Considérant que les forêts sont essentielles à l'économie du Yukon, qu'elles constituent un puits de carbone vital et qu'elles contribuent à la biodiversité, le gouvernement doit évaluer les risques pour la santé des forêts inhérents au réchauffement et trouver des façons de les minimiser. L'aide apportée aux plans stratégiques de gestion forestière mis au point et appliqués par les Premières nations et celle apportée à l'Université de Colombie-Britannique et au Northern Climate ExChange pour la construction d'une base de données sur l'environnement du Yukon sont les principales actions posées par le gouvernement. Les mesures à mettre en place comprennent la réalisation d'une évaluation du risque pour la santé des forêts et d'une étude de la vulnérabilité et des espèces d'arbres des forêts du Yukon ainsi que l'application des méthodes de réduction des quantités de combustible dans les forêts et des méthodes de protection des collectivités (Gouvernement du Yukon, 2009).

Les habitants du Yukon comptent sur la faune et la flore à des fins alimentaires, commerciales et récréatives, il est donc important de comprendre les effets des changements climatiques sur la biodiversité. Le gouvernement du Yukon participe actuellement à des programmes de surveillance qui comportent des volets sur les changements du climat. Des programmes et de la surveillance concernant les espèces envahissantes devront être développés (Gouvernement du Yukon, 2009).

Comme l'adaptation aux changements climatiques se fait à l'échelle locale, les collectivités ont besoin de soutien pour prendre des décisions éclairées sur le sujet. Des collectivités ont déjà commencé à élaborer les plans nécessaires pour faire face au réchauffement, dont des plans de viabilité de la collectivité. Actuellement, des fonds sont versés au Northern Climate ExChange pour qu'il aide trois collectivités du Yukon à élaborer et à mettre en œuvre des plans d'adaptation. Le gouvernement du Yukon devra continuer à soutenir la conception de ces plans en offrant des services techniques, de l'information spécialisée et des ressources financières (Gouvernement du Yukon, 2009).

Il est attendu que les phénomènes météorologiques exceptionnels, tels que des tempêtes, des feux de forêts et des inondations, seront plus fréquents et plus graves avec les changements climatiques, il est donc important de se préparer aux situations du genre afin d'assurer la sécurité et la protection de la population. De ce fait, des plans sont élaborés et

le gouvernement offre du soutien aux collectivités du Yukon dans l'élaboration de leurs plans de mesures d'urgence respectifs. Évidemment, le gouvernement continuera à travailler de manière proactive afin de connaître les dangers ou les phénomènes nouveaux ou accrus qui pourraient survenir en lien avec les changements climatiques (Gouvernement du Yukon, 2009).

Le réchauffement climatique offrira peut-être de nouvelles possibilités en matière d'agriculture au Yukon. L'aide à la production locale et à la vente des produits agricoles réduira les frais de transport des aliments et améliorera la durabilité locale pour les résidents du Yukon. Pour ce faire, le gouvernement du Yukon offre l'information et des conseils spécialisés ainsi que des services de promotion et de soutien des projets. En temps opportun, le gouvernement se préparera à profiter des occasions qui se présentent ou à protéger le milieu agricole contre les risques (Gouvernement du Yukon, 2009).

Afin de contrer les impacts susceptibles d'altérer la santé de l'environnement des bâtiments et leur sûreté, tels que l'altération de la stabilité du sol, la température de l'air, l'humidité, et les accumulations de neige en hiver, le gouvernement élabore la mise en application des normes de construction et la collaboration avec d'autres territoires et provinces pour l'actualisation des pratiques exemplaires et des lignes directrices de la construction. Il veillera aussi à modifier les normes de construction pour remédier aux problèmes (Gouvernement du Yukon, 2009).

Le *Plan d'action sur le changement climatique* se termine en soulignant que les habitants du Yukon doivent aussi trouver des façons de s'adapter aux changements climatiques.

4.3 Organismes autochtones

L'Inuit Tapiriit Kanatami (ITK) est une organisation canadienne qui représente plus de 50 000 Inuits à travers le pays. L'ITK a mener le projet Arctic Climate Change : Observations from the Inuvialuit Settlement Region. Ce projet visait à offrir à quatre représentants régionaux de la Région désignée des Inuvialuit de la formation sur les méthodes de documentation des données sur les changements climatiques (AINC, 2005). En 2005, le livre *Unikkaaqatigiit – Putting the Human Face on Climate Change – Perspectives from Inuit in Canada* est le fruit d'un projet de quatre ans mené en partenariat avec le Centre Nasivik pour la santé des Inuits, le Programme des changements environnementaux de l'Université Laval, le Centre Ajunnginiq de l'Organisation nationale de la santé autochtone et des collectivités de l'Arctique. Dans le

cadre d'ateliers, l'équipe du projet a aidé les membres des collectivités à consigner leurs observations et à recenser les répercussions et les adaptations locales inhérentes au réchauffement et à d'autres transformations environnementales. La plupart des observations recueillies sont plutôt négatives et, dans certains cas, entraînent le recours à d'importantes mesures d'adaptation. Les renseignements présentés dans ce livre se veulent les bases sur lesquelles lancer l'élaboration de mesures d'adaptation aux changements climatiques. Le livre soulève finalement l'importance que revêtent la coopération et les partenariats entre les différents paliers de gouvernement, entre les différents ministères, avec les organismes non gouvernementaux, et plus particulièrement, avec les Inuits dans le but d'élaborer des solutions concrètes et efficaces aux changements environnementaux qui s'opèrent dans l'Arctique. (Nickels et al., 2005). L'annexe 4 présente différents diagrammes d'observations, d'impacts et d'adaptations dans les régions arctiques canadiennes tandis que l'annexe 5 présente un sommaire des mesures d'adaptations et les recommandations par rapport aux changements climatiques dans l'Arctique canadien. Ces informations sont tirées des ateliers dirigés par l'ITK dans le cadre de ce projet.

L'ITK a pu établir une liste partielle des projets de recherche qui ont été menés sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques qui touchent les Inuits, de même qu'une liste incomplète des projets sur les impacts et l'adaptation entrepris et auxquels les Inuits participent de façon significative. L'absence d'une banque de données accessible aux Inuits sur les projets de recherche sur le sujet est une des lacunes identifiées (AINC, 2005).

De plus, l'ITK a commencé à analyser la politique sur la réforme des politiques fédérales sur les impacts et l'adaptation inhérents aux changements du climat. L'organisation tenterait d'obtenir d'autres ressources afin d'approfondir cette recherche stratégique sur les impacts et les activités d'adaptation, les risques et les capacités d'adaptation. Il fût souligné l'absence d'une ressource propre aux collectivités inuites qui permettrait aux responsables des politiques d'améliorer les capacités d'adaptation. L'ITK soulève aussi une lacune dans la création de liens entre les mesures d'atténuation des impacts et les mesures d'adaptation proposées par les différents paliers de gouvernement et niveaux de juridiction, la façon dont les liens varient selon le niveau et la façon dont ils peuvent se traduire en une réforme des politiques et en conseils stratégiques significatifs (AINC, 2005).

Le Conseil des Premières nations du Yukon (CPNY) est une organisation politique centrale qui regroupe actuellement 11 des Premières nations du Yukon. Le CPNY a travaillé à l'élaboration d'une stratégie régionale sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques afin d'établir un cadre de gestion et une stratégie de communication qui permettront aux collectivités du CPNY d'exprimer leurs besoins, leurs inquiétudes et leurs intérêts en ce qui concerne les changements climatiques et leurs impacts. Cette stratégie est conçue pour jeter les bases d'un partenariat de collaboration entre les décideurs du CPNY, du gouvernement et de l'industrie, et pour servir de catalyseur afin d'aider les décideurs à mieux comprendre les priorités et les besoins des collectivités, et de leur permettre d'intégrer les commentaires dans leurs propres initiatives et priorités stratégiques (AINC, 2005).

Le CPNY, avec la collaboration de la Première nation des Dénés, a produit une vidéo sur les observations des Premières nations du Nord au sujet de l'impact des changements climatiques. La culture autochtone et sa capacité d'adaptation aux changements tout au long de l'histoire sont traitées dans ce vidéo (AINC, 2005).

La Première nation des Dénés a aussi travaillé à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation à Denendeh. La stratégie comprend un plan de communication et un plan stratégique qui visent à faire avancer les questions liées à l'adaptation aux changements climatiques à Denendeh. Comme il a été mentionné précédemment, la Première nation des Dénés a travaillé en collaboration avec le CPNY à la réalisation de la vidéo sur les Dénés et les changements climatiques (AINC, 2005).

La Conférence circumpolaire inuite (CCI) est une organisation internationale qui représente environ 150 000 Inuits à travers le monde. La CCI a travaillé avec l'ITK afin d'élaborer un programme national global sur les changements climatiques pour le Canada et de s'assurer que ces travaux tiennent compte des activités circumpolaires internationales qui sont en cours au sein du Conseil de l'Arctique et des autres tribunes.

4.4 Autres réseaux et organisations

Le centre Northern Climate ExChange travaille principalement à accroître l'éducation du public, à créer une vision commune et à communiquer aux habitants du Nord des renseignements sur les changements climatiques provenant d'organismes indépendants. Des activités sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques ont été mises en œuvre notamment :

- l'organisation d'ateliers dans le Nord;
- une représentation des régions nordiques aux événements nationaux;
- la création de sites web pour l'Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique (EICCA) et sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques;
- le développement d'une base de données des ressources sur les impacts et l'adaptation;
- la gestion d'une étude sur les besoins en matière de recherche;
- et le soutien à la coordination des chapitres de l'Évaluation nationale concernant les Territoires du Nord.

Le centre gérait aussi le Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CIARN), nœud régional des trois territoires qui a terminé son mandat en juin 2007. Le C-CIARN a été créé par Ressources naturelles Canada en 2001 avec le mandat de promouvoir et d'encourager la recherche sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques, ainsi que de favoriser les interactions entre les intervenants et les chercheurs. Au cours de la dernière année du mandat du C-CIARN, chacun des bureaux du réseau a rédigé un rapport exposant son point de vue sur l'état des impacts des changements climatiques et de l'adaptation dans leur région. Les rapports de situation recensent les principaux impacts des changements climatiques du point de vue de l'organisation et indiquent qui sont les intervenants et les décideurs en matière d'adaptation dans chaque région et secteur du Canada et de quelle façon ils ont été appelés à se mobiliser. Ces rapports décrivent aussi les questions primordiales auxquelles la recherche doit répondre ainsi que les mesures qu'il convient de prendre pour à la fois augmenter le niveau de mobilisation et faciliter la prise des décisions nécessaires pour réduire la vulnérabilité face aux impacts des changements climatiques (C-CIARN, 2007).

En 2004, lors des discussions qui ont mené à la diffusion de l'EICCA, le Comité de coordination sur le changement climatique dans le Nord a été créé et un de ses mandats était de créer et de mettre en œuvre la *Stratégie sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques dans le Nord* (AINC, 2005). Bien que la stratégie n'ait jamais été complétée, ses objectifs ont tout de même servi de base pour établir les objectifs du programme d'adaptation d'AINC (Néron, 2009). Les mesures prioritaires découlant de cette stratégie se retrouvent à l'annexe 6.

4.5 Analyse des actions entreprises au Canada

Force est de constater que très peu d'actions sont entreprises en réponse aux impacts des changements climatiques. Les mesures concrètes d'adaptation sont pour la plupart mises en œuvre à l'échelle locale dans des cas précis et de manière plutôt réactive. Le gouvernement fédéral n'a encore ni stratégie ni plan d'action visant à s'adapter aux impacts des changements climatiques. Le document *Vivre avec les changements climatiques au Canada : Édition 2007* constitue le seul véritable cadre stratégique fédéral d'adaptation puisque les autres documents produits constituent davantage des états de situation sur le sujet. Le gouvernement du Canada a tout de même réalisé un document pour préparer le secteur forestier à s'adapter aux impacts des changements climatiques. La démarche structurée de gestion de risques qui en découle ainsi que les besoins qui y sont définis en termes d'adaptation, bien qu'appliqués à un secteur précis, pourront certainement servir de base dans l'adaptation d'autres secteurs. Le tout dernier rapport de la TRNEE permet de cerner les actions à entreprendre pour adapter les infrastructures dans le Nord. Malgré l'urgence d'agir qui ressort de ce rapport, il est difficile de présumer que les recommandations seront suivies par le gouvernement canadien actuel.

Fort heureusement, les gouvernements territoriaux, de leur côté, font preuve d'une grande initiative avec la réalisation de stratégies et de plans d'action sur les changements climatiques. Ces documents comprennent souvent un volet sur l'adaptation aux impacts de ceux-ci. Par contre, ces stratégies et plans demeurent relativement succincts en ce qui a trait ce dernier volet. Le Yukon donne l'exemple en étant le seul territoire à avoir réalisé un plan d'action en ce qui a trait aux changements climatiques et en ayant déjà pris plusieurs mesures afin d'adapter ses habitants. Le plan d'action du gouvernement du Yukon permet notamment de constater où en est concrètement l'adaptation. Les actions se situent davantage en termes d'adaptation des routes sur pergélisol et la surveillance de différents éléments tels que le pergélisol, les risques de glissement de terrain et du réseau hydrographique. Les prévisions d'inondations sont une autre mesure d'adaptation établie par le gouvernement du Yukon afin de protéger les habitants et leur propriété dans le cadre des changements climatiques. De plus, le gouvernement du Yukon supporte les efforts de recherche pour l'adaptation principalement dans le secteur forestier. Il agit aussi de façon à soutenir les plans d'adaptation locaux et les plans de mesures d'urgence en offrant des services techniques, de l'information spécialisée et des ressources financières.

En outre, la modification des normes de construction est sans doute une des mesures d'adaptation les plus importantes entamées par le gouvernement du Yukon.

Les différents organismes et organisations du Nord agissent davantage au niveau de la formation, de l'information et de la sensibilisation des habitants. Les actions entreprises par ces organisations constituent une base pour toutes les autres mesures d'adaptation à mettre en place dans le cadre des changements climatiques. Elles permettent entre autres de mieux comprendre les besoins des collectivités et d'intégrer les commentaires et suggestions dans les décisions. Le Northern Climate ExChange a aussi travaillé dans cet ordre d'idées tout en intégrant une grande proportion de ses activités à combler les manques en termes d'études et de recherches. Les rapports de situation réalisés par le C-CIARN constituent une base pour faciliter la prise de décision et mettre en place des mesures efficaces d'adaptation.

Les différentes actions en cours, notamment le programme d'adaptation pour répondre aux changements climatiques dans le Nord par AINC laisse présager que l'adaptation est maintenant considérée comme une nécessité, reste à voir si elle deviendra une priorité pour les différentes instances gouvernementales.

5 STRATÉGIES D'ADAPTATION À L'INTERNATIONAL

Après avoir constaté l'inaction du gouvernement fédéral en termes de stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans le Nord du Canada, il serait intéressant de voir ce que les autres juridictions de l'Arctique ont préparé pour s'adapter. Les stratégies d'adaptation réalisées seront analysées afin de dresser un portrait des principales mesures entreprises dans l'Arctique circumpolaire pour s'adapter aux changements en cours.

La Finlande, la Suède, la Norvège, la Russie, l'Islande, les États-Unis (Alaska) et le Danemark (Groenland) constituent les juridictions qui se partagent les terres arctiques (Figure 5.1). Le plus grand joueur, la Russie, ne possède aucune stratégie globale par rapport aux changements climatiques à l'heure actuelle. Du côté de l'Islande, leur stratégie sur les changements climatiques permet de constater que les efforts sont exclusivement axés sur les mesures d'atténuation des changements climatiques et non sur l'adaptation à ceux-ci (Ministry of Environment, 2007). Le Danemark est doté d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques, mais elle ne comprend pas de mesure spécifique en ce qui a trait à l'adaptation aux impacts des changements climatiques au Groenland, qui sont sans contredit très différents (Danish Government, 2008). Le gouvernement du Groenland ne possède pas plus de stratégie sur le sujet.



Figure 5.1 Juridictions de l'Arctique. Tirée de UNEP, 2006.

Du côté des pays scandinaves, ce sont la Suède et la Finlande qui se démarquent. Elles possèdent toutes deux leur propre stratégie nationale d'adaptation qui décrit en détail les impacts des changements climatiques et les mesures d'adaptation à mettre en œuvre pour y faire face (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007; Marttila et al., 2005). La Norvège, par contre, n'a toujours pas réalisé sa stratégie pour affronter les changements climatiques, mais elle a mis au point un programme, NORADAPT, qui vise à améliorer les connaissances dans ce domaine et éventuellement une stratégie pourrait naître de ce programme (CICERO, 2009).

Enfin, les États-Unis ne possèdent pas de stratégie nationale d'adaptation, mais l'état de l'Alaska vient tout juste de publier sa stratégie d'adaptation (AAG, 2009). Étant donné que seuls la Finlande, la Suède et l'Alaska sont dotés de stratégies propres à l'adaptation aux changements climatiques, ce sont ces stratégies qui seront analysées afin de faire ressortir des mesures d'adaptation intéressantes et pertinentes dans une perspective canadienne. Il est à noter que, comme la Scandinavie bénéficie de températures plus douces que le Canada aux mêmes latitudes grâce au courant du Golfe, la Suède et la Finlande comportent très peu de zones de pergélisol et ne font donc pas face aux mêmes impacts. Leurs stratégies ne sont pas pour autant moins applicables, seulement elles ne peuvent servir de modèles en ce qui a trait à l'adaptation des infrastructures face à la dégradation du pergélisol puisqu'elles ne comportent pas de mesures à ce sujet. Le climat du Nord du Canada est davantage similaire à celui de l'Alaska et donc les changements auxquels fera face l'Alaska seront très similaires à ceux de l'Arctique canadien. Pour cette raison, la grande majorité des actions prises par l'Alaska pourraient s'appliquer au Canada.

Dans le cadre de cet essai, seules les mesures les plus intéressantes et pertinentes seront abordées afin de faire ressortir des mesures applicables au Canada. Dans un souci de clarté, les mesures sont subdivisées en trois sections; les écosystèmes, les infrastructures et la santé et sécurité.

5.1 Écosystèmes

La section sur les écosystèmes se concentre sur les mesures à prendre pour répondre aux impacts observés et prévus des changements climatiques sur les écosystèmes du Nord. Des actions doivent nécessairement être prises afin d'aborder les impacts sur les services essentiels qu'ils fournissent que ce soit pour la nourriture, l'eau, les ressources

économiques renouvelables, la stabilité et la sécurité des communautés et le bien-être culturel.

Des mesures d'adaptation pour le secteur des pêches et de la foresterie se retrouvent donc dans cette section puisqu'ils sont directement dépendants des écosystèmes et les impacts observés et prévus sur ceux-ci en engendrent forcément sur ces secteurs d'activités. De plus, la préservation de la biodiversité est essentielle et des mesures d'adaptation doivent donc être prévues dans ce sens.

5.1.1 Pêches

Il est essentiel de modifier les modes de gestion des pêches afin de faire face aux nombreux impacts que subira ce secteur dans les années à venir. L'Alaska, la Finlande et la Suède comptent tous intégrer les impacts des changements climatiques dans leur gestion des pêches.

L'Alaska va développer des politiques et des options de gestion pour les pêches que ce soit pour un usage commercial, récréatif, de subsistance ou personnel. Des programmes pour assister les industries commerciales, les communautés et tous les groupes d'utilisateurs reliés aux pêches à s'adapter aux impacts des changements climatiques seront aussi développés. Pour y parvenir, plusieurs actions seront entreprises par l'état américain. Tout d'abord, les politiques, actions de gestion et programmes reliés aux pêches seront révisés afin de déterminer comment les considérations des changements climatiques pourraient y être incluses. Ensuite, une évaluation complète sur les habitats existants, les espèces de poissons et les programmes de surveillance des stocks de poissons commerciaux sera réalisée afin de déterminer leur efficacité et comment de meilleures informations pourraient faciliter des réponses significatives aux changements climatiques (AAG, 2009). La Finlande prévoit aussi améliorer la surveillance de l'état des stocks de poissons afin de mieux connaître les impacts sur ceux-ci et ainsi assurer le succès de l'adaptation dans le secteur des pêches (Marttila et al., 2005). Ces actions amélioreront la capacité d'adaptation de l'industrie des pêches et des communautés reliées à ce secteur d'activité, aux changements dans les espèces de poissons, leur distribution et leur abondance, et de s'occuper de la durabilité et la conservation des pêcheries (AAG, 2009).

Dans le but d'améliorer la capacité d'adaptation des stocks de poissons et le secteur des pêches, il est essentiel de faire en sorte de diminuer les impacts des autres activités

humaines qui accablent les populations de poissons. Ce qui inclut les activités qui entraînent l'eutrophisation et la pollution des eaux, la détérioration des habitats et la pression sur les stocks de poissons provenant de la surpêche. Pour y parvenir, la Finlande compte augmenter les zones tampons autour des cours d'eau près des terres agricoles afin de réduire le lessivage des sols et des nutriments, de protéger la faune aquatique, de prévenir la prolifération d'algues et l'augmentation des températures (Marttila et al., 2005).

La Finlande va développer de nouvelles méthodes de pêches et favoriser la réintroduction de vieilles méthodes de pêches pour répondre à l'augmentation des stocks de poissons et la diversification des pêches. En effet, comme les espèces commerciales et les périodes de frai vont changer avec le réchauffement, les modes, les emplacements et les périodes de pêches vont aussi être modifiés. Les anciennes techniques de pêche, les lieux de pêches traditionnels et les anciennes méthodes de capture vont aussi perdre leur importance et donc le besoin de développer de nouvelles méthodes de pêches va constamment augmenter (Marttila et al., 2005).

5.1.2 Foresterie

La Finlande veut développer une gestion forestière adaptée aux changements climatiques tandis que la Suède veut simplement réviser ses politiques et programmes pour y intégrer les enjeux climatiques (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007). Durant le développement de la nouvelle gestion forestière, la Finlande prévoit aussi évaluer les besoins de changer la législation forestière (Marttila et al., 2005).

L'Alaska, quant à elle, va simplement revoir et modifier ses politiques et programmes concernant les feux de forêts afin de répondre à l'augmentation potentielle de la fréquence et de l'ampleur des feux de forêts tributaire au réchauffement. Une meilleure gestion des feux de forêts permettra de diminuer les dommages tant écologiques que socioéconomiques (AAG, 2009).

Un système pour anticiper et surveiller les dommages dans les forêts sera développé par la Finlande et différents traitements de sylviculture et de récoltes adaptés aux changements climatiques seront mis en place (Marttila et al., 2005). Dans un contexte où l'on prévoit une augmentation de la prolifération des maladies et des ravageurs, il est essentiel que des mesures soient prises afin de contrôler l'étendue des dégâts. L'Alaska va prendre des mesures afin de prévenir et de contrôler les épidémies d'insectes

ravageurs (AAG, 2009). À long terme, la Finlande compte contrôler les épidémies notamment par l'interdiction d'importer du bois contaminé (Marttila et al., 2005).

5.1.3 Biodiversité

L'extinction des espèces connaît à l'heure actuelle un rythme jamais vu auparavant, il est de 100 à 1000 fois plus élevé que le taux d'extinction naturelle. Il est donc essentiel de mettre en œuvre des actions afin de préserver la biodiversité dans un contexte de changements climatiques causés par les activités humaines.

La capacité d'adaptation de la biosphère aux changements climatiques peut être notamment estimée à partir de la base des zones biogéographiques étant donné que les impacts du réchauffement varient à travers le Canada. Il est toutefois impossible d'influencer certains changements. Il est prévu que certaines zones biogéographiques subiront une pression considérable à s'adapter aux nombreux changements notamment dans les hautes altitudes et les hautes latitudes. En Finlande, une grande partie de ces zones sont incluses dans des zones protégées où les activités humaines peuvent être efficacement contrôlées de façon à réduire le stress induit par la présence de l'homme et ainsi promouvoir la préservation des habitats qui s'y retrouvent. En effet, les aires protégées constituent l'un des meilleurs moyens pour conserver la biodiversité et le maintien des processus écologiques essentiels à la vie. La Finlande va augmenter l'étendue de son réseau de zones protégées (Marttila et al., 2005).

La Finlande compte réaliser de la protection ex-situ de certaines espèces menacées d'extinction dans des jardins zoologiques ou dans des réserves fauniques afin de faciliter la reproduction et veiller à la réintroduction dans un habitat restauré (Marttila et al., 2005).

La conservation de la biodiversité doit aussi être considérée en gestion des forêts et lors de mise en place de projets d'importance. L'Alaska, la Finlande et la Suède vont prendre des mesures pour prévenir et contrôler les espèces envahissantes et l'introduction de nouvelles espèces afin de préserver la biodiversité nordique.

La Finlande veut conserver le pool génétique d'espèces floristiques, aquatiques et fauniques vulnérables afin de préserver la variation génétique des espèces et leur population locale de façon à assurer la viabilité de celle-ci et leur capacité d'adaptation dans des circonstances changeantes (Marttila et al., 2005).

5.2 Infrastructures

La stratégie mise au point par l'Alaska pour l'adaptation des infrastructures est très intéressante et pourrait s'appliquer au Nord du Canada. Cette stratégie est conçue comme un système intégré qui comprend la mise en place de trois mesures :

- la création d'un système coordonné et accessible pour les données clés, l'analyse et la surveillance;
- la promotion des meilleures pratiques actuelles;
- la construction durable (Figure 5.2).

La mise en œuvre de ces mesures permet non seulement d'adapter les infrastructures aux impacts des changements climatiques, mais aussi de bâtir la résilience des communautés à travers les infrastructures (AAG, 2009).

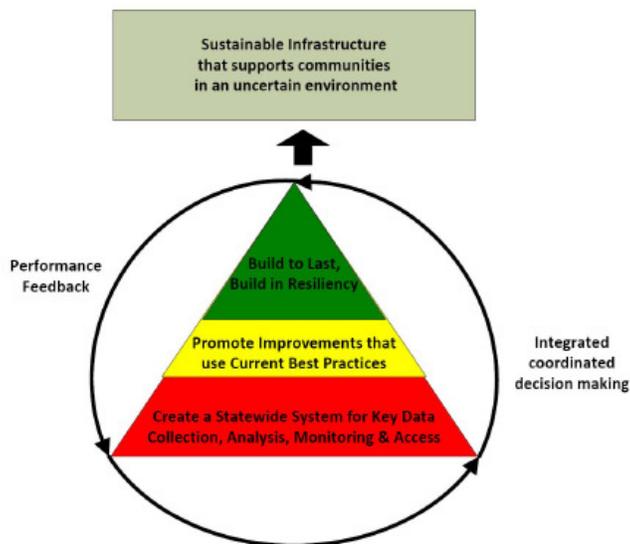


Figure 5.2 Système intégré pour l'adaptation des infrastructures. Tirée de AAG, 2009.

La première mesure permet d'observer, collecter, classer et diffuser les données sur les conditions des infrastructures existantes et sur l'environnement où elles se trouvent. Le système permet d'utiliser ces informations pour préparer des mises à jour des prévisions et des tendances en ce qui a trait aux taux d'érosion, à la fonte du pergélisol, aux crues, etc. Cette base de données permet d'avoir accès à la vulnérabilité des infrastructures et d'établir le niveau de risque local. De plus, la mise en œuvre de cette mesure permet de faciliter et de coordonner la planification et le développement de projets et de partager l'information avec les communautés. Enfin, cette mesure permettra d'améliorer la

compréhension des changements climatiques et l'incidence sur les communautés. Pour y arriver, plusieurs actions doivent être entreprises dont la cueillette des données sur les conditions des infrastructures existantes et sur les conditions environnementales locales et régionales. Les données recueillies seront utilisées pour créer des modèles de prédictions et pour mettre à jour des cartes thématiques (températures des sols, érosion côtière et riveraine, inondations, etc.) (AAG, 2009).

L'objectif de la seconde mesure est d'utiliser les meilleures pratiques actuelles pour réaliser des améliorations aux infrastructures existantes à conserver. Cette mesure comprend la mise en œuvre d'actions visant à promouvoir la durabilité, la réduction des frais d'exploitation et la protection et l'extension de la durée de vie utile des infrastructures existantes. L'utilisation de technologies existantes comme les systèmes de fondations mobiles et/ou ajustables, la construction de fondations avec thermosiphons ou thermopiles, la protection des infrastructures contre les dommages entraînés par les inondations ou l'érosion, la réalisation d'amélioration pour la conservation de l'énergie, la planification et la préparation à long terme, la promotion de technologies efficaces et la construction avec de meilleurs matériaux sont quelques exemples pour allonger la durée de vie des infrastructures. La mise en œuvre de cette mesure passe d'abord par l'accès à l'information sur les mesures et pratiques qui permettent, ou ne permettent pas, l'adaptation des infrastructures. Un système visant à récompenser ceux qui considèrent les changements climatiques dans leurs infrastructures et/ou qui utilisent les meilleures pratiques actuelles sera développé, ainsi l'État de l'Alaska s'attend à être mieux préparé à l'avenir (AAG, 2009).

Enfin, la troisième mesure permet de construire de façon durable. Construire en dehors des zones à risque ou construire les infrastructures pour résister aux forces attendues permettrait par exemple de construire de façon durable. L'Alaska compte utiliser l'analyse de coût du cycle de vie afin de déterminer la meilleure solution. Le coût de rénovations des structures existantes dans les zones à risque comparativement au transfert ou la reconstruction dans un site en dehors des zones à risque va demander une évaluation systématique du coût du capital de l'infrastructure, les frais d'exploitation et les projections de risques durant la vie utile. Pour y parvenir, les zones à risques doivent être mises à jour, les données sur les forces et conditions locales pour lesquelles les infrastructures doivent être conçues doivent être révisées, les systèmes de fondations et les méthodes de constructions qui permettent d'adapter les infrastructures aux impacts attendus doivent

faire l'objet de recherches et d'essais, et certains standards de construction, codes du bâtiment et pratiques d'opérations et d'entretien doivent être modifiées (AAG, 2009).

Les changements climatiques menacent déjà et risquent de menacer plusieurs sites d'importance, archéologiques et historiques. Afin de prévenir la destruction du patrimoine nordique, l'Alaska va développer des plans d'action pour la conservation des sites d'importances principalement face à l'érosion accélérée des côtes et des bandes riveraines (AAG, 2009).

5.3 Santé et sécurité

Dans un contexte de changements climatiques, il faut améliorer la capacité d'adaptation des habitants du Nord afin de maintenir la santé humaine et de saines habitudes de vie afin de réduire les augmentations actuelles et futures de maladies liées aux changements climatiques. À ce titre, l'Alaska va augmenter et améliorer ces programmes de surveillance et de contrôle des vecteurs de maladies comme l'eau et la nourriture et va développer des programmes d'éducation du public, des travailleurs de la santé et de l'environnement et autres sur les approches pour réduire l'émergence de graves maladies (AAG, 2009).

L'Alaska prévoit évaluer les risques liés aux changements climatiques sur les installations sanitaires qui pourraient réduire la performance dans la protection de la santé environnementale. Certaines actions seront entreprises pour y arriver notamment en s'assurant que les installations sanitaires existantes sont protégées contre les bris engendrés par des événements climatiques extrêmes ou en mettant des ressources financières ou des incitatifs disponibles pour le développement des systèmes sanitaires plus efficaces (AAG, 2009). La Suède compte coordonner les problèmes liés à l'eau potable et réviser la protection et les routines de contrôle pour la préparation de l'eau potable et fournir l'information sur les risques et les mesures de protection pour les puits individuels (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007).

Un programme d'anticipation et de surveillance des inondations devrait être mis en place par la Finlande afin de prévenir les risques qui y sont liés, mais aussi la transmission de maladies et de contaminants contenus dans les sols. Ce pays va aussi mettre au point un système d'anticipation et d'avertissement des événements extrêmes. De pair avec l'amélioration des infrastructures, ce système permettrait de réduire les risques au minimum. De plus, des systèmes de secours seront planifiés en cas de rupture dans la production et la distribution d'électricité due à des événements météorologiques extrêmes

afin de garantir l'accès aux services de base dans les communautés (Marttila et al., 2005). La Suède compte aussi mettre au point des systèmes d'avertissement pour les événements extrêmes, mais compte en plus évaluer la possibilité de créer des systèmes d'avertissement spécifiques pour les vagues de chaleur, les sécheresses, les tempêtes et les pluies intenses (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007).

L'Alaska va développer des cartes thématiques pour la hausse projetée du niveau marin pour les régions côtières tout en tenant compte du relèvement isostatique postglaciaire. Cet état prévoit se servir des satellites afin de suivre les changements dans l'extension du pergélisol et développer des cartes sur les changements dans l'étendue du pergélisol durant les 100 prochaines années en se basant sur les changements climatiques projetés (AAG, 2009).

La Suède va mettre à jour la cartographie des risques d'inondations, de glissements de terrain et d'érosion en considérant les changements climatiques. Les cartes fourniront un support pour la planification opérationnelle et les plans d'action pour les services de secours et serviront de base pour la planification des municipalités. Afin de garantir une meilleure utilisation, ces cartes seront facilement accessibles, gratuites, et en formats électroniques (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007). D'ailleurs, un élément important pour adapter une société à un climat en changement est l'accessibilité et la disponibilité des connaissances. Tout comme la création de nouvelles connaissances, il y a un grand besoin d'éclaircir quelles sont les connaissances et les informations qui existent et de les rendre disponibles. Les changements climatiques affecteront tous les secteurs de la société à différents degrés et il est essentiel que chacun puisse acquérir le matériel qui existe et qui lui est nécessaire pour adapter son propre secteur d'activité de façon simple. La Suède a identifié plusieurs bases de données qui devraient être facilement accessibles et/ou améliorées telles que les bases de données topographiques, météorologiques, hydrologiques et océanographiques (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007).

5.4 Analyse des actions entreprises à l'international

Bien que l'Alaska, la Finlande et la Suède ont pris les devants en réalisant leur propre stratégie d'adaptation aux changements climatiques, il demeure que l'adaptation est encore au stade préliminaire. En effet, les actions proposées sont pour la plupart très générales et manquent d'application pratique. Les stratégies d'adaptation de ces trois

juridictions permettent de constater que beaucoup de choses doivent être améliorées, voire recommencées, dans le sens où les données disponibles actuellement, notamment sur les conditions environnementales et les infrastructures, ne sont pas adéquates, suffisantes et manquent beaucoup de précisions. Néanmoins, les actions proposées par les différentes juridictions constituent un cadre stratégique national pour l'adaptation aux échelles régionales et locales, démontrent le leadership gouvernemental en termes d'adaptation et permettent ainsi de supporter et d'encourager l'initiative locale.

6 RECOMMANDATIONS

Il y a un réel manque de direction de la part du gouvernement canadien en matière d'adaptation aux changements climatiques. Les impacts de ces changements sont de plus en plus incommodes pour les populations nordiques et il est maintenant nécessaire d'agir rapidement. Sachant que plusieurs pays de l'Arctique ont déjà adopté des moyens pour s'adapter, il est impératif que le Canada emboîte le pas dans cette direction. Le Canada doit assurément réaliser une stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques en commençant sans tarder par une stratégie pour le Nord du Canada où l'urgence d'agir est flagrante.

6.1 Vision

Constatant que le Canada en est à ses premières étapes dans le domaine de l'adaptation, il est nécessaire que le gouvernement commence par se donner une vision quant à son rôle à jouer dans l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord. Cette vision devrait être d'agir comme leader pour mettre en place un cadre stratégique national d'adaptation qui permettrait de donner les moyens aux territoires ainsi qu'aux municipalités du Nord d'agir localement pour s'adapter aux changements climatiques.

6.2 Mandat

La réalisation d'une stratégie d'adaptation va nécessiter le travail de plusieurs spécialistes de différents domaines qui œuvrent dans plusieurs ministères gouvernementaux. Au lieu de travailler en vase clos dans différents ministères, un comité interministériel devrait être créé de façon à regrouper des spécialistes de différents ministères tels qu'Environnement Canada, Santé Canada, Transports Canada, Affaires indiennes et du Nord Canada, Ressources naturelles Canada, Pêches et Océans Canada et Infrastructure Canada. La création d'un tel comité permettrait d'assurer que l'ensemble des impacts touchant différents secteurs soit traité et que la stratégie s'organise dans un système coordonné. La réalisation de ce mandat ne pourra se réaliser que dans l'optique d'une coopération intergouvernementale. Le lien avec les différents gouvernements territoriaux devra être assuré durant et après la réalisation ne serait-ce que pour intégrer les efforts d'adaptation déjà en cours.

6.3 Mesures d'adaptation

Grâce à l'analyse des stratégies à l'international et aux différents documents canadiens sur le sujet, plusieurs mesures d'adaptation pourraient être envisagées dans cette stratégie. Voici différentes propositions d'actions dans différents domaines et comment elles pourraient s'orchestrer dans une perspective canadienne. Toutes les mesures d'adaptation proposées se retrouvent à l'annexe 7 sous forme de tableau synthèse.

6.3.1 Biodiversité

La biodiversité arctique est menacée par plusieurs facteurs d'ordres climatiques certes, mais aussi par les activités humaines croissantes. Étant donné le faible pouvoir de l'Homme sur les facteurs climatiques, le meilleur moyen d'agir pour préserver la richesse faunique et floristique est d'augmenter les zones protégées. Ces zones doivent cibler les écosystèmes les plus vulnérables comme les milieux humides, les hautes altitudes ou les hautes latitudes. Le Service canadien de la Faune d'Environnement Canada devrait être mandaté afin d'augmenter le réseau d'aires protégées dans le Nord du Canada en prenant soin de cibler les écosystèmes les plus vulnérables face aux changements climatiques. Environnement Canada devrait aussi se charger d'offrir une protection supérieure aux espèces menacées d'extinction en offrant la protection ex-situ de ces espèces, en encourageant leur reproduction et en facilitant leur réintroduction dans leur habitat naturel protégé.

La préservation de la biodiversité est essentielle et il serait important qu'elle soit davantage prise en compte dans la gestion des forêts, des pêches ou tout autre secteur d'exploitation des ressources et lors de la mise en place de projets d'importance. D'ailleurs, l'évaluation environnementale devrait prêter une plus grande attention à la vulnérabilité de la biodiversité arctique dans la mise en œuvre de projets nordiques. À ce titre, l'Agence canadienne d'évaluation environnementale devrait améliorer son système d'évaluation des impacts environnementaux afin d'accorder une place prépondérante à la préservation et à la protection de la biodiversité nordique dans le cadre de projets d'importance comme le projet gazier du Mackenzie.

Le réchauffement climatique est un laissez-passer pour l'introduction de nouvelles espèces et d'espèces envahissantes dans les écosystèmes arctiques. La faible résilience de ces écosystèmes nécessite de prévenir l'introduction et de contrôler activement ces espèces pour limiter leur expansion. Étant donné que l'introduction d'espèces par

l'Homme se fait souvent via les transports, Transports Canada, en partenariat avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments, devraient se doter de mesures plus restrictives afin de limiter leur introduction. Plusieurs actions pourraient être entreprises pour y parvenir notamment par des vérifications de marchandises et des lavages obligatoires des camions aux limites sud des territoires nordiques. Des restrictions d'importations de matières contaminées pourraient aussi être une mesure visant à limiter l'introduction d'espèces.

6.3.2 Pêches

Le réchauffement climatique engendrera des changements dans les espèces de poissons, leur distribution et leur abondance, il est essentiel d'adapter l'industrie des pêches et des communautés reliées à ce secteur d'activité à ces changements. La révision des politiques, des modes de gestion et des programmes reliés aux pêches afin de déterminer comment les considérations des changements climatiques pourraient y être incluses devrait être réalisée par Pêches et océans Canada. Ce ministère devrait aussi être responsable d'améliorer la surveillance de l'état des stocks de poissons afin de mieux connaître les changements qui ocurrent sur ceux-ci et d'assurer l'accessibilité et la disponibilité de ces données pour l'industrie et les communautés associées aux pêches.

Environnement Canada devrait être mandaté afin d'augmenter les bandes de protection riveraines. Le ministère devra s'assurer que les mesures sont prises pour encourager le respect de ces bandes. Cette modification permettra de réduire le lessivage des sols, de protéger la faune aquatique, de prévenir la prolifération d'algues et l'augmentation des températures, et ainsi améliorer la capacité d'adaptation des stocks de poissons et le secteur des pêches.

6.3.3 Foresterie

Les changements climatiques poseront des défis considérables concernant l'aménagement durable des forêts dans tout le Canada. Les avantages du réchauffement dans le secteur forestier sont présents et il faut les cerner et les exploiter certes, mais les effets négatifs seront aussi importants et risquent d'augmenter plus les changements climatiques se feront sentir. La planification forestière qui se basait sur le passé doit être revue afin de tenir compte de ces changements. Le Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada devrait être mandaté pour évaluer la gestion actuelle des forêts et de façon à modifier celle-ci en y intégrant les nouvelles opportunités ainsi que les

impacts négatifs inhérents à un climat en changement. Une gestion proactive, souple et adaptative des forêts devrait découler de ce mandat (Lemprière, T.C., 2008). Par exemple, des traitements de sylviculture et de récoltes plus adaptés aux conditions environnementales changeantes devraient être développés. Les besoins de changer la législation forestière devraient être évalués par la même occasion.

La SCF devrait développer un système pour surveiller et contrôler les dommages dans les forêts, que ce soit des dommages dus aux feux, aux épidémies de ravageurs ou aux événements météorologiques. L'Agence canadienne d'inspection des aliments devrait réévaluer ses politiques forestières visant à prévenir l'introduction et la propagation d'insectes ravageurs afin d'y intégrer de nouvelles mesures visant à intégrer les impacts des changements climatiques. Les importations de bois contaminé, ou même potentiellement contaminé pourraient faire l'objet de mesures plus restrictives, voire être totalement prohibées.

6.3.4 Infrastructures

Il est essentiel que les risques liés aux changements climatiques soient intégrés dans les codes et normes de construction. Le Conseil canadien des normes devrait être mandaté afin de revoir et de modifier les codes et les normes en matière de conception, de planification et de gestion de l'infrastructure afin de gérer ces risques. Infrastructure Canada, en collaboration avec des spécialistes de l'infrastructure nordique, devrait être mandaté afin d'élaborer des directives de conception et d'ingénierie ou des pratiques exemplaires pour chaque grande catégorie d'infrastructure (TRNEE, 2009). Infrastructure Canada devrait assurer l'accessibilité et la disponibilité de l'information sur les mesures et pratiques qui permettent, ou ne permettent pas, l'adaptation des infrastructures. De plus, ce ministère devrait développer un système pour encourager ceux qui considèrent les changements climatiques dans leurs infrastructures ou qui utilisent les meilleures pratiques actuelles (AAG, 2009). Infrastructure Canada devrait aussi être en charge de répertorier et d'évaluer l'état des sites d'importance à risque et de développer des plans d'action pour les conserver face aux changements climatiques.

6.3.5 Santé et sécurité

Afin de conserver et protéger la santé des habitants du Nord, Santé Canada, en partenariat avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments, devraient revoir et modifier les programmes de contrôle des vecteurs de maladies. Avec les changements

dans le régime hydrologique inhérents au réchauffement, Santé Canada devrait aussi développer un système de surveillance et d'avertissement de la qualité de l'eau potable pour les communautés nordiques. De plus, Santé Canada conjointement avec Infrastructure Canada devrait élaborer un programme qui vise à vérifier la performance des installations sanitaires nordiques actuelles, à savoir si elles sont protégées contre d'éventuels bris engendrés par des événements climatiques extrêmes.

Ressources naturelles Canada devrait développer un système d'anticipation, de surveillance et d'avertissement des événements extrêmes afin de prévenir et de limiter les risques qui y sont liés. Afin de garantir l'accès aux services de base, Ressources naturelles Canada devrait aussi être responsable de la planification de systèmes de secours en cas de rupture dans la production et la distribution d'électricité due à des événements météorologiques extrêmes (Marttila et al., 2005). Ce même ministère devrait aussi être responsable de la mise à jour de la cartographie des risques d'inondations, de glissements de terrain et d'érosion en y intégrant les considérations climatiques.

6.3.6 Générales

En dernier lieu, il est essentiel de regrouper les différentes connaissances, données, cartes et toutes autres informations pertinentes à l'adaptation afin qu'elles soient facilement accessibles et disponibles pour la population canadienne. Un portail dédié à l'adaptation aux changements climatiques devrait être créé de façon à y intégrer ces différentes informations. Le comité interministériel devrait être responsable de sa création, de sa bonne marche et de sa mise à jour.

CONCLUSION

Le réchauffement de la planète n'est pas une lubie passagère de certains scientifiques fanatiques ou d'environnementalistes puristes, il est bien réel et ses effets s'en ressentent déjà partout à travers le globe et de façon particulièrement marquée dans les régions septentrionales. La fonte rapide de la cryosphère, l'augmentation du niveau de la mer et le ralentissement de la circulation thermohaline ne représentent qu'une infime partie des répercussions du réchauffement climatique. Ces impacts sont inquiétants dans la mesure où ils affectent l'intégrité des milieux de vie de toute la biosphère, incluant ceux de l'Homme. Les activités humaines sont affectées, les infrastructures nordiques chancellent dangereusement et, en fin de compte, c'est la santé, la sécurité et le bien-être des habitants du Nord qui sont menacés. La capacité d'adaptation des résidents du Nord est mise à rude épreuve et des mesures d'adaptation doivent être entreprises pour augmenter la résilience de ceux-ci aux impacts d'un climat en déséquilibre.

Par le biais de cet essai, il a été possible de faire un état de situation de l'adaptation aux changements climatiques dans l'Arctique et d'offrir des pistes de solutions pour agir au niveau fédéral. Pour ce faire, quatre objectifs étaient visés. Le premier objectif visait la description des principales répercussions des changements climatiques dans le Nord du Canada. La réalisation de cet objectif a permis de constater l'ampleur des préjudices actuels, d'appréhender ceux projetés dans un avenir prochain et de mieux comprendre les enjeux auxquels font face, et devront faire face, les habitants du Nord.

Le second objectif visait à cerner les actions concrètes entreprises pour adapter les populations nordiques. L'atteinte de cet objectif a permis de constater que l'adaptation s'inscrivait davantage dans une initiative locale motivée par des impacts déjà présents que dans une gestion préventive. Le troisième objectif ciblait la réalisation d'un état de situation des actions d'adaptation entreprises au niveau gouvernemental. Cet état de situation témoigne du peu d'actions concrètes réalisées inhérent au faible taux d'activité au niveau fédéral malgré l'initiative soutenue au niveau territorial et d'une bonne volonté au niveau organisationnel. Effectivement, plusieurs organismes autochtones et autres organisations tentent tant bien que mal d'agir pour augmenter la résilience des populations envers les changements climatiques. Certains gouvernements territoriaux font preuve d'une grande initiative en réalisant des stratégies et des plans d'action afin de répondre au réchauffement. Le manque de direction de la part du gouvernement canadien est

néanmoins ce qui ressort de l'analyse des actions entreprises pour adapter les populations du Nord.

En dernier lieu, l'analyse comparative des stratégies d'adaptation des juridictions de l'Arctique a permis de répondre au dernier objectif en cernant différentes actions qui pourraient être applicables dans le contexte canadien. L'analyse des stratégies circumpolaires certifie que les processus d'adaptation engagés n'en sont qu'à leurs débuts et confirme qu'il est encore temps pour le gouvernement canadien de faire preuve de leadership à l'international.

La réalisation de ce dernier objectif a permis d'émettre des recommandations quant aux actions à entreprendre au niveau fédéral. En premier lieu, le gouvernement fédéral doit se demander comment il veut agir. Une vision de leader devrait être instaurée et un comité interministériel devrait être mis en place afin d'assurer la coordination et la coopération dans l'accomplissement d'une stratégie d'adaptation. Finalement, les mesures d'adaptation proposées s'inscrivent dans l'optique d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques dans l'Arctique canadien.

Ultimement, l'issue de l'adaptation dépend d'une volonté politique d'agir, ce qui fait malheureusement défaut au gouvernement canadien actuel. Il reste à espérer que le gouvernement actuel sera secoué par la critique internationale criante vis-à-vis son manque d'effort évident en termes de changements climatiques et qu'il fera des enjeux climatiques une priorité.

RÉFÉRENCES

- Adaptation Advisory Group to the Alaska Climate Change Sub-Cabinet (AAG). (2009). Alaska's Climate Change Strategy: Addressing Impacts in Alaska *In* Adaptation Advisory Group to the Alaska Climate Change Sub-Cabinet. Alaska's Climate Change Strategy: Addressing Impacts in Alaska, [En ligne]. http://www.climatechange.alaska.gov/aag/docs/AAG_dfrpt_pt1_1sep09.pdf (Page consultée la 26 novembre 2009).
- Abdalati, W., Krabill, W., Frederik, E., Manizade, S., Martin, C., Sonntag, J., Swift, R., Thomas, R., Yungel, J., Koerner, R. (2004). *Elevation change of ice caps in the Canadian Arctic Archipelago*. Journal of Geophysical Research, vol. 109, F04007, doi:10.1029/2003JF000045
- Adger, W.N. (2006). *Vulnerability*, Global Environmental Change, Vol. 16, No. 3, p. 268-281.
- Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC). (2005). Rapport sur les activités d'adaptation aux changements climatiques dans l'Arctique Canadien, Programme des affaires du Nord, Environnement et ressources renouvelables, 76 p.
- Agence spatiale canadienne (ASC). (2003). Le point sur la couche d'ozone au Canada : Perte d'ozone dans l'Arctique *In* Agence spatiale canadienne. Recherche sur l'ozone, [En ligne] <http://getfit.asc-csa.gc.ca/fra/satellites/scisat/ozone.asp> (Page consultée le 23 juin 2009)
- André, M.-F. (2005). *Le monde polaire; Mutations et transitions*. Paris, Ellipses, 187 pages. (Collection Carrefours).
- Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP). (2003). AMAP assessment 2002 : the influence of global change on contaminant pathways to, within and from the Arctic, Arctic Monitoring and Assessment Program, Oslo, 65 p.
- Arendt, A.A., Echelmeyer, K.E., Harrison, W.D., Lingle, C.A., Valentine, V.B. (2002). Rapid wastage of Alaska glaciers and their contribution to rising sea level. *Science*, vol. 297, num. 5580, p. 382-386.
- Arora, V.K., Boer, G.J. (2001). *Effets of simulated climate change on the hydrology of major river basins*, Journal of Geophysical Research, Vol. 106, No. D4, p. 3335-3348.
- Berner, J., Furgal, C., Bjerregaard, P., Bradley, M., Curtis, T., DeFabo, E., Hassi, J., Keatinge, W., Kjærbo, S., Nayha, S., Rintamaki, H., Warren, J. (2005). Human health *In* Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Londres, p. 863-906.
- Bourque, P.A. (2004). L'océan régulateur de températures et de salinité *In* Bourque, P.A. Planète Terre, [En ligne].

- http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html (Page consultée le 27 décembre 2009).
- Bradley, M.J., Kutz, S.J., Jenkins, E., O'Hara, T.M. (2005). The potential impact of climate change on infectious diseases of Arctic Fauna, *International Journal of Circumpolar Health*, Vol. 65, p. 468-477.
- Bryden, H.L., Longworth, H.R., Cunningham, S.A. (2005). *Slowing of the atlantic Meridional overturning circulation at 25 °N*. *Nature*, vol. 438, p.655-657.
- Bureau du vérificateur général du Canada. (2006). Chapitre 2 — L'adaptation aux répercussions des changements climatiques *In* Bureau du vérificateur général du Canada. Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable à la Chambre des communes, [En ligne]. http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_cesd_200609_02_f_14984.html (Page consultée le 29 mai 2009).
- Burton, I. (2007). Progrès sur la voie de l'adaptation *In* Lemmen, D.S, Warren F.J., Lacroix, J. et Bush, E., *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Ottawa, Gouvernement du Canada, 448 p.
- Callaghan, T.V., Björn, L.O., Chapin III, S., Chernov, Y., Christensen, T.R., Huntley, B. Ims, R., Johanson, M., Riedlinger, D.J., Jonasson, S., Matveyeva, N., Oechel, W., Panikov, N., Shaver, G. (2005). Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems *In* Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Londres, p. 243 — 352.
- Canadian Cryospheric Information Network. (2009). Historical Variability of Sea Ice In Canadian Cryospheric Information Network. Historical Variability of Sea Ice, [En ligne]. <http://www.socc.ca/cms/en/socc/sealce/pastSealce.aspx#top> (Page consultée le 27 décembre 2009).
- Center for International Climate and Environmental Research- Oslo (CICERO). (2009). NORADAPT - Community Adaptation and Vulnerability in Norway *In* CICERO. NORADAPT - Community Adaptation and Vulnerability in Norway, [En ligne]. <http://www.cicero.uio.no/projects/detail.aspx?id=30182&lang=EN> (Page consultée le 26 novembre 2009).
- Chapin, E.S., Berman, M., Callaghan, T.V., Convey, P., Crépin, A.S., Danell, K., Ducklow, H., Forbes, B., Koginas, G., McGuire, A.D., Nutall, M., Ross, V., Young, O., Zimov, S.A. (2005). Polar systems *In* Millenium ecosystem assessment. Current State and trends, [En ligne]. <http://www.millenniumassessment.org/en/Condition.aspx> (Page consultée le 30 octobre 2009).
- Chapin, E.S., Hoel, M., Carpenter, S.R., Lubchenco, J., Walker, B., Callaghan, T.V., Folke, C., Levin, S., Måler, G., Nilsson, C., Barrett, S., Berkes, F., Crépin, A.S., Danell, K., Rosswall, T., Starett, D., Xepapadeas, T., Zimov, S.A. (2006). *Building resilience and adaptation to manage arctique change*, *Ambio*, Vol. 35, p. 198-202.

- Clark, D. (2006). *Climate Change and Social/Cultural Values in the Southwest Yukon : A Resilience Building Perspective*, pour le Northern Climate Exchange, Waterloo, 41 p.
- Chataigner, Y. (2008). *Modélisation du transfert thermique dans un remblai sur pergélisol et élaborations de stratégies pour faire face aux changements climatiques*, Mémoire, Département de génie mécanique, Université Laval, Québec, 137 p.
- Communities of Arctic Bay, Kugaaruk, Repulse Bay (2005). Unikkaaqatigiit – Putting the Human Face on Climate Change: Perspectives from Nunavut *In* Communities of Arctic Bay, Kugaaruk, Repulse Bay. Unikkaaqatigiit – Putting the Human Face on Climate Change: Perspectives from Nunavut, [En ligne] www.itk.ca/system/files/Nunavut.pdf (Page consultée le 15 octobre 2009).
- Conservation of Arctic Flora and Fauna. (2001). *Arctic flora and fauna : status and conservation*, Conservation of Arctic Flora and Fauna, Edita, Helsinki, 272 p.
- Curry C., Mauritzen C. (2005). *Dilution of the northern North Atlantic Ocean in recent decades*, Science, No 308, p.1772-1774.
- Dery, S.J., Stieglitz, M., McKenna, B.C., Wood, E.F. (2005). *Characteristics and trends river discharge into Hudson, James and Ungava Bays, 1964-2000*, Journal of Climate, Vol.18, No. 14, p.2540-2557.
- Dowdeswell, J.A., Hagen, J.O. (2004). Arctic ice caps and glaciers *In* Bamber, J.L., Payne, A.J., Mass balance of the cryosphere, Cambridge University Press, p. 527-553.
- Duguay, C.R., Prowse, T.D., Bonsal, B.R., Brown, R.D., Lacroix, M.P., Menard, P. (2006). *Recent trends in Canadian lake ice cover*, Hydrological Processes, Vol. 20, No. 4, p. 781- 801.
- Dye, D.G. (2002) *Variability and trends in the annual snow cover cycle in northern hemisphere land areas, 1972-2000*. Hydrological process, vol. 16, p. 3065-3077.
- Dyke, L.D. (2001). *Contaminant migration through the permafrost active layer, Mackenzie Delta area, Northwest Territories, Canada*, Polar Record, Vol. 32, No. 202, p. 215-228.
- Environmental Studies Research Funds (ESRF). (2004). *Drilling waste management best recommended practices; Drilling waste in the Mackenzie Delta Region*, 43 p.
- Fergusson, A. (2001). Appauvrissement de l'ozone et changements climatiques : les problèmes liés *In* Environnement Canada. Comprendre l'ozone stratosphérique, [En ligne] <http://www.ec.gc.ca/ozone/fr/uo/index.cfm?intCat=18> (Page consultée le 23 juin 2009)
- Ford, J., Smit, B. (2004). *A framework for assessing the vulnerability of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change*, Arctic, Vol. 57, p. 389-400.

- Ford, J., Smith, B., Wandell, J. (2006). *Vulnerability to climate change in the Arctic a case study from Arctic Bay, Nunavut*, Global Environmental Change, Vol. 16, p. 145-160.
- Furgal, C. et Prowse, T.D. (2008). Nord du Canada *In* Lemmen, D.S, Warren F.J., Lacroix, J. et Bush, E., *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Ottawa, Gouvernement du Canada, 448 p.
- Füssel, H.-M., Klein, J.T. (2006). *Climate change vulnerability assessments : an evolution of conceptual thinking*, Climatic Change, No. 75, p. 301-329.
- Gaston, A.J., Gilchrist, H.G., Hiffner, M. (2005). *Climatic change ice conditions and reproduction in the Arctic nesting marine birds : Brunnich's guillemot (Uria lombya L.)*, Journal of Animal Ecology, Vol. 74, p. 832-841.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007). Impacts, Adaptation and Vulnerability *In* GIEC. Rapports d'évaluation, [En ligne]. <http://www.GIEC.ch/GIECreports/ar4-wg2.htm> (Page consultée le 2 juin 2009).
- Gouvernement du Yukon. (2006). *Climate Change Strategy*, Gouvernement du Yukon, Whitehorse, 14 p.
- Gouvernement du Yukon. (2009). *Plan d'action du gouvernement du Yukon sur le changement climatique*, Gouvernement du Yukon, Whitehorse, 45 p.
- Hamilton, L., Lyster, P., Otterstad, O. (2000). *Social change, ecology and climate in 20th-century Greenland*, Climatic Change, Vol. 41, p.193-211.
- Harding, R., Kuhry, P., Christensen, T.R., Sykes, M.T., Dankers, R., Van der Linden, S. (2002). *Climate feedbacks at the tundra taiga interface*, Ambio, Rapport specia, Vol. 12, p. 47-55.
- Hengeveld, H., Whitewood, B. et Fergusson, A. (2005). Une introduction au changement climatique; Une perspective canadienne *In* Environnement Canada. Une introduction au changement climatique; Une perspective canadienne, [En ligne]. <http://www.msc.ec.gc.ca/education/scienceofclimatechange/understanding/icc/> (Page consultée le 29 mai 2009).
- Huebert, R. (2001). *Climate change and Canadian sovereignty in the Northwest Passage*, Isuma, Vol. 2, No. 4, p. 86-91.
- Infrastructure Canada. (2006). L'adaptation des infrastructures du Canada aux changements climatiques dans les villes et collectivités *In* Infrastructure Canada. L'adaptation des infrastructures du Canada aux changements climatiques dans les villes et collectivités, [En ligne]. http://www.infcc.gc.ca/research-recherche/results-resultats/rs-rr/rs-rr-2006-12_02-fra.html (Page consultée le 27 octobre 2009).

- Instane, A., Anisimov, O., Brigham, L., Goering, D., Khrustalev, L.N., Ladanyi, B., Larsen, J.O. (2005). Infrastructure : Buildings, Support Systems, and Industrial Facilities *In Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Londres, p. 907-944.
- Johnstone, J.F., Chapin, E.S. (2006). *Non-equilibrium succession dynamics indicate continued northern migration of lodgepole pine*, *Global Change Biology*, Vol. 9, No. 10, p. 1401-1409.
- Kuhlbrodt, T., Rahmstorf, S., Zickfeld, K., Vikebo, F.B., Sundby, S., Hofmann, M., Link, P.M., Bondeau, A., Cramer, W., Jaeger, C. (2009) *An Integrated Assessment of changes in the thermohaline circulation*, *Climatic Change*, No. 96, p.489-537.
- Kutz, S.J., Hoberg, E.P., Nagy, J., Polley, L., Elkin, B. (2004). Emerging parasitic infections in arctic ungulates, *Integrative and Comparative Biology*, Vol. 44, No. 2, p. 109-118.
- Lamprière, T.C., Bernier, P.Y., Carroll, A.L., Flannigan, M.D., Gilseman, R.P., McKenney, D.W., Hogg, E.H., Pedlar, J.H., Blain, D. (2008). L'importance d'adapter le secteur forestier aux changements climatiques *In Ressources naturelles Canada. Librairie du SCF*, [En ligne]. http://nofc.cfs.nrcan.gc.ca/bookstore_pdfs/29155.pdf (Page consultée le 13 octobre 2009).
- Lenart, E.A., Bowyer, R.T., Ver Hoef, J., Ruess, R. (2002). *Climate change and caribou : effets of summer weather on forage*, *Revue canadienne de zoologie*, Vol.80., No. 4, p. 664-678.
- Lemmen, D.S, Warren F.J. (2004). Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne *In Ressources naturelles Canada. Impacts et adaptation liés aux changements climatiques*, [En ligne]. http://adaptation.nrcan.gc.ca/pub_f.php (Page consultée le 29 mai 2009).
- Lied, J., Domaas, U. (2000). *Avalanche hazard assessment in Nunavik and Cote-Nord*, Quebec, Canada, Institut géotechnique de Norvège, Oslo.
- Loeng, H., Brander, K., Carmack, E., Denisenko, S., Drinkwater, K., Hansen, B., Kovacs, K., Livingston, P., McLaughlin, F., Sakshaug, E. (2005). *Marine Systems In Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Londres, p. 453-458.
- Lonergan, S., Dilrancesco, R., Woo, M.-K. (1993). *Climate change and transportation in northern Canada : an integrated impact assesment*, *Climatic Change*, Vol. 24, p. 331-351.
- MacDonald, R.W., Harner, T., Fyfe, J. (2005). *Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathways and interpretation of temporal trend data*, *Science of the Total Environment*, Vol. 342, p. 5-86.

- Magnuson, J.J., Robetson, D.M., Wyane, R.H., Benson, B.J., Livingstone, D.M., Arai, T., Assel, R.A., Barry, R.D., Card, V., Kuusisto, E., Granin, N.G., Prowse, T.D., Stewart K.M., Vuglinski, V.S. (2000). *Ice cover phenologies of lakes and rivers in the Northern Hemisphere and climate warming*, Science, vol. 289, No. 5485, p.1743-1746.
- Manson, G.K., Solomon, S.M., Forbes, D.E., Atkinson, D.E., Crayner, M. (2005) *Spatial variabilité of factors influencing costal change in the western Canadian Arctique*, Geo-Marine Letters, Vol. 25, p.138-145.
- Marsh, P., Neumann, N. (2001) *Processes controlling the rapid drainage of two ice-rich permafrost-dammed lakes in NW Canada*, Hydrological Processes, vol. 15, p. 3433-3446, 13 p.
- Marttila, V., Granholm, H., Laanikari, J., Yrjölä, T., Aalto, A., Heikinheimo, P., Honkatukia, J., Järvinen, H., Liski, J., Merivirta, R., Paunio, M. (2005). *Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change*, Ministry of Agriculture and Forestry of Finland. Vammala, Finlande, 281 p.
- Mehdi, B., Mrena, C., Douglas, A. (2006). *S'adapter aux changements climatiques; UNE introduction à l'intention des municipalités canadiennes*, Réseau canadien de recherché sur les impacts des changements climatiques et l'adaptation, 36 p.
- Melling, H. (s.d.). *Trafic maritime In Ressources naturelles Canada. Impacts et adaptation liés aux changements climatiques*, [En ligne].
http://adaptation.nrcan.gc.ca/assess/2007/ch3/4_f.php (Page consultée le 27 décembre 2009).
- Ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles (ENR). (2008). *NWT Climate change impacts and adaptation report*, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 31 p.
- Ministry of Environment. (2007). *Iceland's Climate Change Strategy In Ministry of Environment. Iceland's Climate Change Strategy*, [En ligne].
http://eng.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Stefnumorkun_i_loftslagsmalum_e_nlokagerd.pdf (Page consultée le 26 novembre 2009).
- Néron, M.-E. (2009). *Communication personnelle, Adaptation program, Affaires indiennes du Nord Canada*, 12 novembre 2009.
- Newton, J., Paci, C.D.J., Ogden, A. (2005). *Climate change and natural hazards in northern Canada : Integrating indigenous perspectives with government policy*, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Vol. 10, p. 541-571.
- Nickels, S., Furgal, C., Buell, M., Moquin, H., 2005. *Unikkaaqatigiit – Putting the Human Face on Climate Change: Perspectives from Inuit in Canada*. Ottawa: Joint publication of Inuit Tapiriit Kanatami, Nasivvik Centre for Inuit Health and Changing

Environments at Université Laval and the Ajunnginiq Centre at the National Aboriginal Health Organization, 129 p.

- Northern Climate Exchange. (2002). *The effects of warmer winters in the NWT : an indication of future trends?*, Weathering Change, Newsletter of the Northern Climate Exchange, Vol. 1, No. 2, p.1-6.
- Ogden, A.E., Innes, J. (2007). *Perspectives of forest practitioners on climate change adaptation in the Yukon and Northwest Territories of Canada*, Forestry Chronicle, Vol. 83. No. 4, p. 557-569.
- Ohlson, D.W., McKinnon, G.A., Hirsch, K.G. (2005). *A structured decision-making approach to climate change adaptation in the forest sector*, Forestry Chronicle, Vol. 81, No. 1, p. 97-103.
- Osborn, T., Kleinen, T. (2008). The thermohaline circulation *In* Climate Research Unit [En ligne]. <http://www.cru.uea.ac.uk/> (Page consultée le 30 septembre 2009).
- Pagnan, J.L. (2003). The impact of climate change on Arctic tourism – A preliminary review *In* Pagnan, J.L. The impact of climate change on Arctic tourism – A preliminary review, [En ligne]. <http://www.world-tourism.org/sustainable/climate/pres/jeanne-pagnan.pdf> (Page consultée le 12 octobre 2009).
- Parkinson, C.L., Cavalieri, P., Gloersen, P., Zwally, H.J., Comiso, J.C. (1999). *Arctic sea ice extents, areas and trends*. Journal of Geophysical Research, vol. 104, p. 20837-20856.
- Parmesan, C. (2006). *Ecological and evolutionary responses to recent climate change*, Annual review of Ecology, Evolution and Systematics, Vol. 37, p. 637-669.
- Pienitz, R. (2005). Paléogéographie du Quaternaire, Notes de cours, Centre d'études nordiques, Département de géographie, Université Laval, Québec.
- Prentice, B.E., Turriff, S. (2002). Airships to the Arctic Symposium *In* Prentice, B.E., Turriff, S. Airships to the Arctic Symposium, [En ligne]. http://www.isopolar.ca/documents/isopolar_aai.pdf (Page consultée le 22 octobre 2009).
- Prowse, T.D. (2001). *River-Ice Ecology, I : Hydrologic Geomorphic and, Water Quality Aspects*, Journal of Cold regions Engineering, Vol. 15, No. 1, p. 1-16.
- Ramsay, B.H. (1998). *The interactive multisensor snow and ice mapping system*. Hydrological Process, vol. 12, p. 1537-1546.
- Reist, J.D., Wrona, F.J., Prowse, T.D., Power, M., Dempson, J.B., King, J.R., Beamish. (2006). *An overview of effects of climate change on selected Arctic freshwater and anadromous fishes*, Ambio, Vol. 35, p. 381-387.

- Réseau de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CIARN). (2007). Bienvenue au Archives du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CIARN) *In* C-CIARN. Archives, [En ligne] http://www.c-ciarn.ca/index_f.html (Page consultée le 11 novembre 2009).
- Ressources naturelles Canada. (2005). L'état des forêts au Canada 2004-2005; La forêt boréale *In* Ressources naturelles Canada. Librairie du SCF, [En ligne]. http://librairie.scf.rncan.gc.ca/detail_f.php?recid=12584941 (Page consultée le 14 octobre 2009).
- Ressources naturelles Canada. (2009). L'état des forêts au Canada *In* Ressources naturelles Canada. Rapport annuel 2009, [En ligne]. <http://foretscanada.rncan.gc.ca/rpt> (Page consultée le 14 octobre 2009).
- Rotaru, M., Gaillardet, J., Steinberg, M. et Trichet, J. (2006). *Les climats passés de la Terre*, Paris, Vuibert, 195 p. (Collection Enseigner les Sciences de la Terre).
- Rouse, W.R., Blyth, E.M., Crawford, R.W., Gyakum, J.R., Janowicz, J.R., Kochtubajda, B., Leighton, H.G., Marsh, P., Martz, L., Pietroniro, A., Ritchie, H., Shertzer, W.M., Soulis, E.D., Stewart, R.E., Strong, G.S., Woo, M.-K. (2003). *Energy and water cycles in a high-latitude, north flowing river system*, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 83, p.73-87.
- Smith, B.J., Klein, R.J.T., Huq, S. (2003). Climate Change, adaptative capacity and development *In* Smith, B.J., Klein, R.J.T., Huq, S. Google Livres, [En ligne] http://books.google.com/books?id=MTxmiGNjlqoC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=from+adaptation+to+adaptive+capacity+and+vulnerability+reduction&source=bl&ots=2k0y2ce6Xn&sig=gwZ0o1dy7Hx7JNJCUTYu4j9Sdno&hl=fr&ei=la7ISrLTi4ywlAf409XoCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CD0Q6AEwCQ#v=onepage&q=&f=false (Page consultée le 26 octobre 2009)
- Smith, S.L., Burgess, M.M. (2004). *Sensitivity of permafrost to climat warming in Canada*, Commission géologique du Canada, Bulletin 579, 24 p.
- Smith, S.L., Burgess, M.M., Riseborough, D., Nixon, E.M. (2005). Recent trnds from Canadian permafrost thermal monitoring network sites, *Permafrost and Periglacial Processes*, vol.16, p. 19-30.
- Spittlehouse, D.L. et Stewart R.B. (2003). Adaptation to climate change in forest management, BC, *Journal of Ecosystems and mangement*, Vol. 4, No. 1, p.1-11.
- Stewart, E.J., Draper, D., Johnston, M.E. (2005). *A review of tourisme research in the polar regions*, Arctic, Vol. 58, p. 383-391.
- Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE). (2009). Franc Nord : Adaptation de l'infrastructure du Nord canadien au changement climatique *In* TRNEE. Franc Nord : Adaptation de l'infrastructure du Nord canadien au

changement climatique, [En ligne]. <http://www.nrtee-trnee.com/fra/publications/franc-nord/franc-nord-fra.pdf> (Page consultée le 27 novembre 2009).

United Nations Environment Programme (UNEP). (2006). Arctic map, political *In* UNEP. Maps and graphics, [En ligne]. <http://maps.grida.no/go/graphic/arctic-map-political> (Page consultée le 27 décembre 2009).

Usher, M.B., Callaghan, T.V., Gilchrist, G., Heal, B., Juday, G.P., Loeng, H., Muir, M.A.K., Prestrud, P. (2005). Principles of Conserving the Arctic Biodiversity *In* Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Londres, p. 539-596.

Walsh, J.E., Anisimov, O., Hagen, J.O.M., Jakobsson, T., Oerlemans, J., Prowse, T.D., Romanovsky, V., Savelieva, N., Serreze, M., Shiklomanov, I., Solomon, S. (2005). Cryosphere and Hydrology *In* Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Londres, p. 183- 242.

Weatherhead, B., Tanskanen, A., Steverner, A., Andersen, S.B., Arola, A. Austin, J., Bernhard, G., Browman, H., Fioletov, V., Grewe, V., Herman, J., Josefsson, W., Kylling, A., Kyrö, E., Lindfors, A., Shindell, D., Taalas, P., Tarasick, D. (2005). Ozone and Ultraviolet radiation *In* Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Londres, p. 151-182.

Wilson, K.J. Falkingham, J., Melling, H., De Abreu, R. (2004). Shipping in the Canadian Arctic other possible climate change scenarios, International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Vol. 3, p. 1853-1856.

Wrona, F.J., Prowse, T.D., Reist, J.D., Hobbie, J.E., Lévesque, L.M.J., Vincent, W.E. (2006). *Climate change effects on aquatic biota, ecosystem structure and function*, *Ambio*, Vol. 35, p.359-369.

Warren, F.J., Eggington, P., Barrow, E., Desjarlais, C., Hengeveld, H., Lemmen, D., Simonet, G. (2008). Information de base: concept, aperçus et approches *In* Lemmen, D.S, Warren F.J., Lacroix, J. et Bush, E., *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Ottawa, Gouvernement du Canada, 448 p.

Yohe, G., Tol, R.S.J. (2002). *Indicators for social and economic coping capacity – Moving toward a working definition of adaptive capacity*, *Global Environmental Change*, Vol. 12, No. 1, p. 25-40.

ANNEXE 1
MESURES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE
SECTEUR FORESTIER

Furgal et al., 2008

Objectifs d'adaptation	Maintien de la diversité biologique	Préservation de la capacité de production des écosystèmes forestiers	Maintien de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers	Conservation et maintien des ressources pédologiques et hydriques
Mesures d'adaptation sur le plan stratégique	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire la fragmentation de l'habitat et maintenir la connectivité • Préserver les types de forêts représentatifs de tous les gradients environnementaux dans des réserves • Protéger les refuges climatiques à plusieurs échelles • Repérer et protéger les groupes fonctionnels et les espèces clés • Maintenir les régimes d'incendie naturels • Prévoir des zones tampons pour rajuster les limites des réserves • Créer des réserves artificielles ou des arboretums pour préserver les espèces rares • Protéger les espèces les plus menacées <i>ex situ</i> • Élaborer un programme de gestion des gènes afin de préserver la diversité des populations génétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiquer une foresterie de plantation intensive dans certains secteurs choisis afin de favoriser la croissance d'essences commerciales, surtout dans les régions où des accroissements de perturbations sont à prévoir • Améliorer les sols forestiers et atténuer les perturbations qui les touchent • Faciliter la régénération des arbres • Employer des techniques de contrôle de la végétation pour contrer la sécheresse • Planter des espèces génétiquement modifiées et déterminer les génotypes les plus appropriés • Améliorer la croissance de la forêt en fertilisant • Pratiquer une gestion active des ravageurs forestiers • Créer un sous-étage d'autres espèces ou génotypes si la régénération préexistante est inacceptable en tant que pépinière forestière • Éliminer de façon sélective les arbres dans les zones à faible ou mauvaise qualité afin d'accroître la disponibilité des ressources pour les autres arbres (coupe précommerciale) • Abaisser l'âge d'exploitabilité et replanter afin d'accélérer l'établissement de types de forêt les plus adaptés possible • Limiter les espèces végétales susceptibles de profiter du changement climatique pour devenir plus compétitives • Assouplir les règles qui régissent le déplacement des semences d'un endroit à l'autre • Inclure des variables climatiques dans les modèles de croissance et de rendement afin d'obtenir des prévisions plus précises du développement futur des forêts • Concevoir et mettre sur pied des essais de longue durée sur des espèces ou des lots de semences multiples afin de vérifier le comportement des génotypes améliorés dans diverses combinaisons de climats et de latitudes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner en vue d'obtenir des génotypes spécifiquement résistants aux ravageurs et tolérants à divers stress et extrêmes climatiques • Réduire les stress non climatiques en gérant les impacts du tourisme, des activités de loisirs et du broutage, afin d'améliorer la capacité des écosystèmes à réagir au changement climatique • Réduire les stress non climatiques en réglementant les polluants atmosphériques, afin d'améliorer la capacité des écosystèmes à réagir au changement climatique • Réduire les stress non climatiques en restaurant les secteurs dégradés pour maintenir la santé des écosystèmes, afin d'améliorer la capacité des écosystèmes à réagir au changement climatique • Modifier les calendriers de récolte afin de récolter les peuplements les plus vulnérables aux proliférations d'insectes • Planter des génotypes tolérants à la sécheresse, aux insectes et (ou) aux maladies • Réduire les pertes dues aux maladies par des coupes d'assainissement qui ciblent les arbres infectés • Utiliser le brûlage dirigé pour réduire le risque d'incendie et la vulnérabilité des forêts aux proliférations d'insectes • Employer des techniques sylvicoles qui favorisent la productivité des forêts et la vigueur des peuplements (coupe partielle ou d'éclaircie) afin de réduire la susceptibilité aux attaques d'insectes • Raccourcir la période de rotation afin de réduire la période de vulnérabilité des peuplements aux insectes ravageurs et aux maladies et de faciliter le passage à des espèces plus appropriées 	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter de construire des routes dans des lieux propices aux glissements de terrain, là où l'augmentation des précipitations et la fonte du pergélisol risquent d'accroître le danger de glissement de talus • Améliorer les sols forestiers et atténuer les perturbations qui les touchent • Entretenir, mettre hors service et remettre en état les routes de façon à atténuer le ruissellement de sédiments dû à l'augmentation des précipitations et à la fonte du pergélisol • Atténuer les impacts que subissent l'infrastructure, le poisson et l'eau potable par suite du changement des périodes de débit et de volume de pointe dans les ruisseaux provoqué par la fonte hâtive ou accrue de la neige
Mesures d'adaptation sur le plan opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> • Permettre aux forêts de se régénérer naturellement après des perturbations; privilégier la régénération naturelle si possible • Lutter contre les espèces envahissantes • Pratiquer une foresterie à faible intensité et empêcher la conversion en plantations • Faciliter les changements de la répartition des espèces en déplaçant celles-ci dans de nouvelles aires 			

Objectifs d'adaptation	Maintien de la contribution des forêts aux cycles planétaires du carbone	Maintien et accroissement des avantages socio-économiques à long terme	Cadre juridique, institutionnel et économique pour la conservation et l'aménagement durable des forêts
Mesures d'adaptation sur le plan stratégique	<ul style="list-style-type: none"> • Atténuer le changement climatique par la gestion du carbone forestier • Augmenter la superficie de forêt par le boisement • Réduire la dégradation des forêts et éviter le déboisement • Améliorer les sols forestiers et atténuer les perturbations qui les touchent 	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir la variabilité et le changement, et évaluer la vulnérabilité à l'échelle régionale • Améliorer la capacité d'évaluation intégrée de la vulnérabilité des systèmes à diverses échelles • Favoriser l'apprentissage et l'innovation, et faire des recherches afin de déterminer le moment et le lieu appropriés pour mettre en œuvre des réponses adaptatives • Diversifier l'économie forestière (p. ex., explorer les marchés des produits de bois mort et des produits à valeur ajoutée) • Diversifier l'économie régionale (produits non forestiers) • Favoriser le dialogue entre les parties intéressées afin d'établir les priorités en matière de mesures d'adaptation au climat dans le secteur forestier • Élaborer la technologie nécessaire pour utiliser de nouvelles qualités de bois et compositions en espèces; modifier la technologie de transformation du bois • Choisir la composition en espèces à privilégier dans l'avenir; établir des objectifs pour la forêt de demain, compte tenu du changement climatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Établir des tenures de longue durée • Assouplir les règles qui régissent le déplacement des semences d'un endroit à l'autre • Offrir des mesures incitatives et éliminer les obstacles afin d'améliorer les puits de carbone et de réduire les émissions de gaz à effet de serre • Favoriser les activités de gestion des forêts susceptibles d'être incluses dans le système d'échange de crédits de carbone (tel que décrit au paragraphe 3.4 du Protocole de Kyoto) • Pratiquer une gestion adaptative, soit une méthode de gestion qui combine de façon rigoureuse la gestion, la recherche, la surveillance et les moyens nécessaires pour modifier les pratiques afin d'en tirer des renseignements probants et de modifier les activités de gestion en fonction de l'expérience acquise • Mesurer et surveiller les indicateurs du changement climatique et de la gestion forestière durable, et en faire rapport, afin de déterminer l'état des forêts et de déterminer le moment où on atteint les seuils critiques
Mesures d'adaptation sur le plan opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> • Permettre aux forêts de se régénérer naturellement à la suite d'une perturbation, favorisant la régénération naturelle autant que possible • Pratiquer le contrôle des espèces envahissantes • Adopter des pratiques de gestion forestière à faible intensité et éviter la conversion des espaces en plantations • Soutenir les modifications de répartition des espèces en les introduisant dans de nouvelles régions 	<ul style="list-style-type: none"> • Inclure la gestion des risques dans les règles de gestion et les plans forestiers; améliorer la capacité de gestion des risques • Évaluer les émissions de gaz à effet de serre produites par les activités internes • Sensibiliser les intervenants aux effets potentiels du changement climatique sur le régime des feux et encourager toute mesure proactive de gestion des combustibles et de protection communautaire • Mettre en œuvre des techniques de type « firesmart » pour protéger les zones de grande valeur des incendies • Améliorer les récoltes de bois en réexploitant les peuplements endommagés par le feu ou les insectes 	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluer le caractère adéquat des réseaux de surveillance environnementale et biologique actuellement en place pour observer les effets du changement climatique sur les écosystèmes forestiers; déceler les failles et les lacunes de ces réseaux et y apporter des solutions • Soutenir la recherche sur le changement climatique, les impacts du climat et l'adaptation au climat • Soutenir le partage des connaissances, le transfert de technologie, le renforcement des capacités et l'échange d'information sur le changement climatique • Incorporer les nouvelles connaissances sur l'avenir du climat et de la vulnérabilité des forêts aux plans et politiques de gestion des forêts • Solliciter la participation du public à l'évaluation des possibilités d'adaptation de la gestion des forêts

ANNEXE 2
BESOINS EN MATIÈRE D'ADAPTATION DANS LE SECTEUR FORESTIER

Lemprière, T.C. et al., 2008

SENSIBILISATION ET DÉBAT

Accroître la sensibilisation aux changements climatiques, aux risques, au besoin en matière d'adaptation et aux éventuelles options et stratégies.

Débattre les objectifs concernant les forêts de l'avenir, notamment les valeurs, les attentes, les buts et l'incidence des changements climatiques sur celles-ci.

AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES ET DE L'INFORMATION

Poursuivre et élargir la recherche sur les changements climatiques et sur ses effets.

Améliorer les relevés de surveillance climatique et élargir la surveillance aux régions nordiques et boisées de haute altitude.

Rendre accessible les scénarios de changements climatiques à l'échelle régionale afin de réduire le sentiment d'incertitude par rapport à ce qui nous attend et quand cela aura lieu.

Améliorer les programmes et les systèmes de surveillance pour connaître rapidement les réactions de la forêt aux changements climatiques.

Évaluer les effets possibles des changements climatiques sur les stocks de carbone, les habitats et la biodiversité et sur les autres avantages écologiques, y compris les parcs et les aires protégées.

Établir des scénarios de l'incidence des changements climatiques sur l'approvisionnement en bois d'œuvre et les répercussions sur les opérations de récupération, les marchés des produits forestiers, les usines et les collectivités.

Établir des scénarios de l'incidence des changements climatiques sur la compétitivité de l'industrie des produits forestiers du Canada.

Évaluer d'autres effets sociaux et économiques des changements climatiques comme les effets sur les communautés autochtones.

Dresser la liste des options viables en matière d'adaptation (y compris leurs coûts et les incertitudes qui leur sont associées) qui tiennent compte d'objectifs comme le maintien de l'habitat et de la biodiversité, le soutien en matière de régénération des forêts, l'optimisation des produits forestiers ou la gestion de la forêt afin d'optimiser sa contribution aux mesures d'atténuation des changements climatiques.

Mettre sur pied des projets pilotes et des démonstrations qui fournissent une expérience sur le terrain.

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ À DES ÉCHELLES APPLICABLES POUR LA PRISE DE DÉCISION

Établir des outils rigoureux en matière d'évaluation de la vulnérabilité et utilisables dans

une variété de circonstances.

Déterminer la capacité d'adaptation des intervenants du secteur et évaluer les leçons tirées d'exemples d'adaptation actuels face à des événements perturbateurs.

Cadres et outils de planification à des échelles applicables pour la planification proactive en matière d'adaptation et la prise de décision par divers intervenants du secteur ayant des objectifs différents.

Se doter d'outils opérationnels comme des modèles de croissance et de rendement pour le climat.

Disposer de techniques pour comprendre et intégrer les éléments d'incertitude et de risque dans les prises de décision courantes pour le secteur forestier (p. ex. la promotion de la gestion adaptative).

Avoir des cadres de travail pour comprendre comment les politiques forestières actuelles, les règlements et les pratiques pourraient être modifiés pour assouplir les interventions sans compromettre celles à venir.

Coordination et coopération afin d'atteindre efficacement les besoins mentionnés précédemment.

Augmenter les mécanismes liés à la communication, au travail d'équipe et à la mise en commun de l'information, des connaissances et de l'expérience.

ANNEXE 3
RECOMMANDATIONS DE LA TRNEE EN MATIÈRE D'ADAPTATION DES
INFRASTRUCTURES NORDIQUES

TRNEE, 2009

INTÉGRER LES RISQUES LIÉS AU CLIMAT AUX POLITIQUES, PROCESSUS ET MÉCANISMES GOUVERNEMENTAUX ACTUELS

Que le gouvernement du Canada se serve de sa programmation d'infrastructure et des cadres fédéral-provincial-territorial afférents pour effectuer l'intégration des risques liés au climat dans les nouvelles constructions et réaménagements d'infrastructure, ce qui garantit que les systèmes permettent de surveiller le rendement de l'infrastructure et de faire rapport à ce sujet.

Que le gouvernement du Canada, par le biais du Conseil canadien des normes, dirige les efforts afin de garantir l'efficacité des codes et des normes en matière de conception, de planification et de gestion de l'infrastructure pour gérer les risques climatiques et que cette efficacité soit évaluée régulièrement compte tenu de nouvelles données climatiques.

Que les gouvernements et l'industrie de l'assurance collaborent pour examiner le rôle de l'assurance privée dans la gestion des risques liés au climat pour l'infrastructure, les changements possibles dans l'accès à la protection d'assurance lors de l'arrivée de nouveaux facteurs de risque liés au climat, et le besoin d'une obligation de divulgation des risques financiers que le changement climatique représente sur l'industrie.

Que tous les ordres de gouvernement entreprennent un examen collaboratif des cadres actuels de gestion des catastrophes et urgences à titre de mécanismes permettant l'adaptation au changement climatique à titre préventif.

S'ASSURER QUE LES INTÉRÊTS NORDIQUES SONT REPRÉSENTÉS ET INTÉGRÉS À L'ÉLABORATION DE SOLUTION D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Que le gouvernement du Canada fasse la promotion du dialogue et de la participation entre les professionnels de la gestion (codes, normes et instruments connexes, assurance, gestion des catastrophes) qui exercent dans le Nord du Canada et la communauté de l'adaptation au changement climatique.

Que le gouvernement du Canada envisage augmenter les codes-modèles nationaux pertinents, comme le Code national du bâtiment du Canada, pour donner des directives aux professionnels de l'infrastructure nordique sur l'intégration des risques liés au climat.

Que les gouvernements collaborent avec des spécialistes de l'infrastructure nordique pour élaborer des directives de conception et d'ingénierie ou des pratiques exemplaires ayant subi l'examen de la profession, rédigées expressément pour le Nord canadien, pour chaque grande catégorie d'infrastructure.

Les gouvernements soulignent l'expertise et l'expérience en matière de gestion des risques liés au climat pour l'infrastructure nordique à des latitudes circumpolaires, pour échanger des connaissances et appliquer le leadership du Canada dans le cadre de la Stratégie pour le Nord du Canada.

RENFORCER LA CAPACITÉ SCIENTIFIQUE ET L'UTILISATION DES RENSEIGNEMENTS DANS LE NORD POUR SOUTENIR LES EFFORTS D'ADAPTATION À LONG TERME

Que le gouvernement du Canada investisse et établisse les stations de collecte de

données sur le climat et le pergélisol du Nord canadien dont il se sert pour recueillir ces renseignements importants à l'appui des besoins de prise de décision en matière d'adaptation de l'infrastructure.

Que le gouvernement du Canada garantisse l'investissement continu dans la climatologie et dans la modélisation du climat, et la recherche sur les impacts du changement climatique et sur l'adaptation à celui-ci, en profitant d'ententes avec les instituts de recherche sur l'Arctique et des mécanismes novateurs d'exécution.

Que le gouvernement du Canada consacre des ressources à mettre à jour et à diffuser de façon fiable les données et renseignements pertinents sur le climat, les projections en matière de changement climatique et les valeurs de conception climatique pour soutenir les décisions d'infrastructure.

Que les gouvernements, le secteur privé et les organismes de recherche collaborent pour rendre l'information et les données scientifiques pertinentes à l'adaptation dont on dispose actuellement plus accessibles et utiles pour les professionnels, les propriétaires et les exploitants de l'infrastructure nordique.

BÂTIR LA CAPACITÉ DE LA COLLECTIVITÉ À GÉRER LES RISQUES CLIMATIQUES POUR L'INFRASTRUCTURE NORDIQUE ET POUR PROFITER DES OCCASIONS

Les gouvernements continuent de soutenir la réduction du risque pour l'infrastructure à l'échelle des collectivités par des activités comme la sensibilisation aux liens entre la gestion des catastrophes et l'adaptation au changement climatique, à la représentation cartographique de l'infrastructure essentielle et à l'élaboration et au suivi des indicateurs de vulnérabilité.

Que les gouvernements soutiennent l'innovation régionale dans le Nord en encourageant l'élaboration de technologies et de matériaux adaptés aux climats froids et en favorisant leur mise en marché.

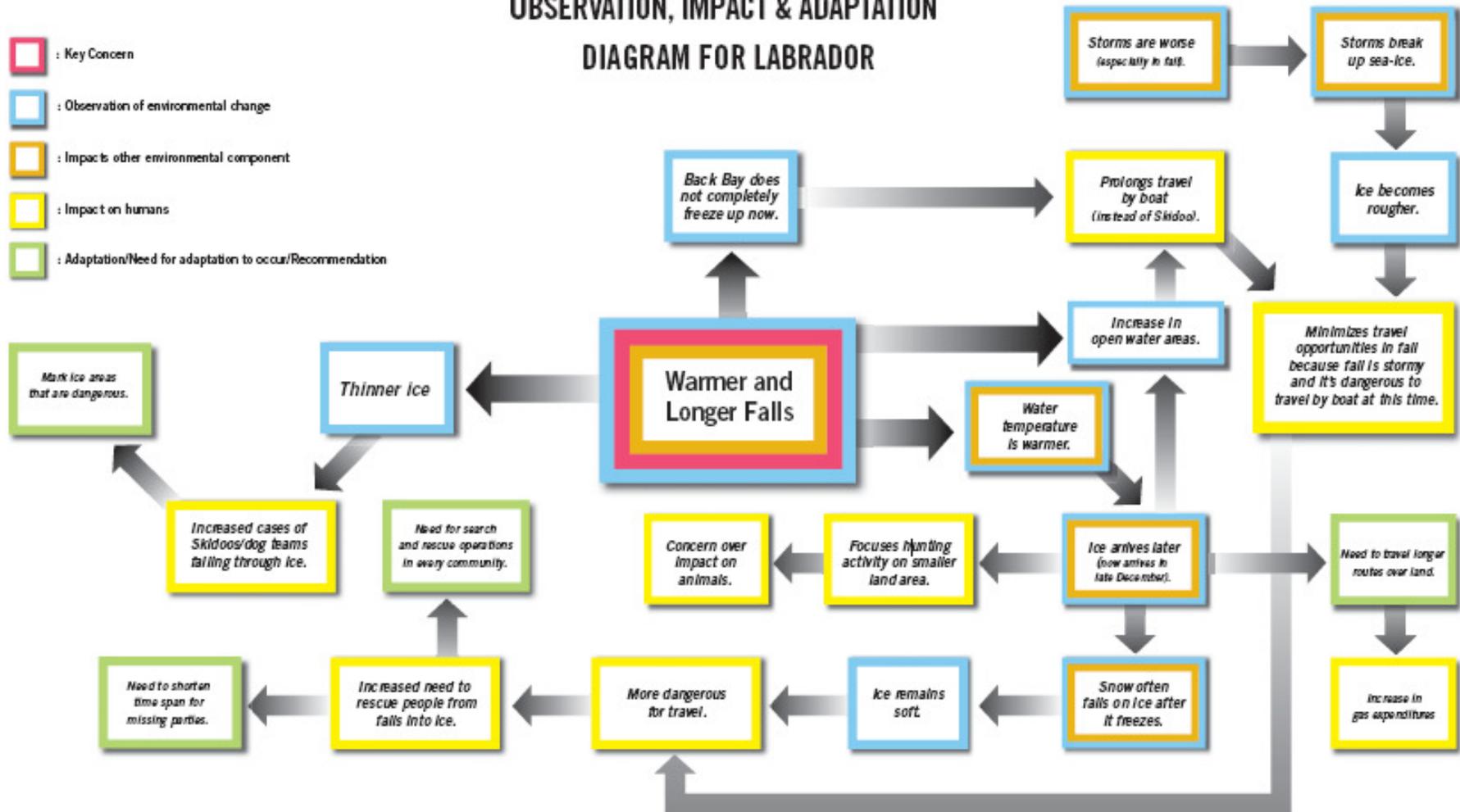
Que les gouvernements collaborent à recenser les manques et soutiennent le développement des habiletés régionales pour répondre aux besoins d'infrastructure dans un climat nordique en évolution, et qu'ils s'assurent que la capacité locale permet d'effectuer des évaluations de risque et de mettre en œuvre des mesures et des normes de réduction du risque à l'échelle locale et régionale.

Que les gouvernements, le secteur privé, les collectivités et les organismes de recherche se penchent sur la façon de tirer profit des connaissances traditionnelles et locales, en tant que contributeur particulier au développement de la capacité communautaire et régionale d'adaptation.

ANNEXE 4
DIAGRAMMES D'OBSERVATIONS, D'IMPACTS ET D'ADAPTATIONS DES
RÉGIONS ARCTIQUES CONÇUS PAR L'ITK

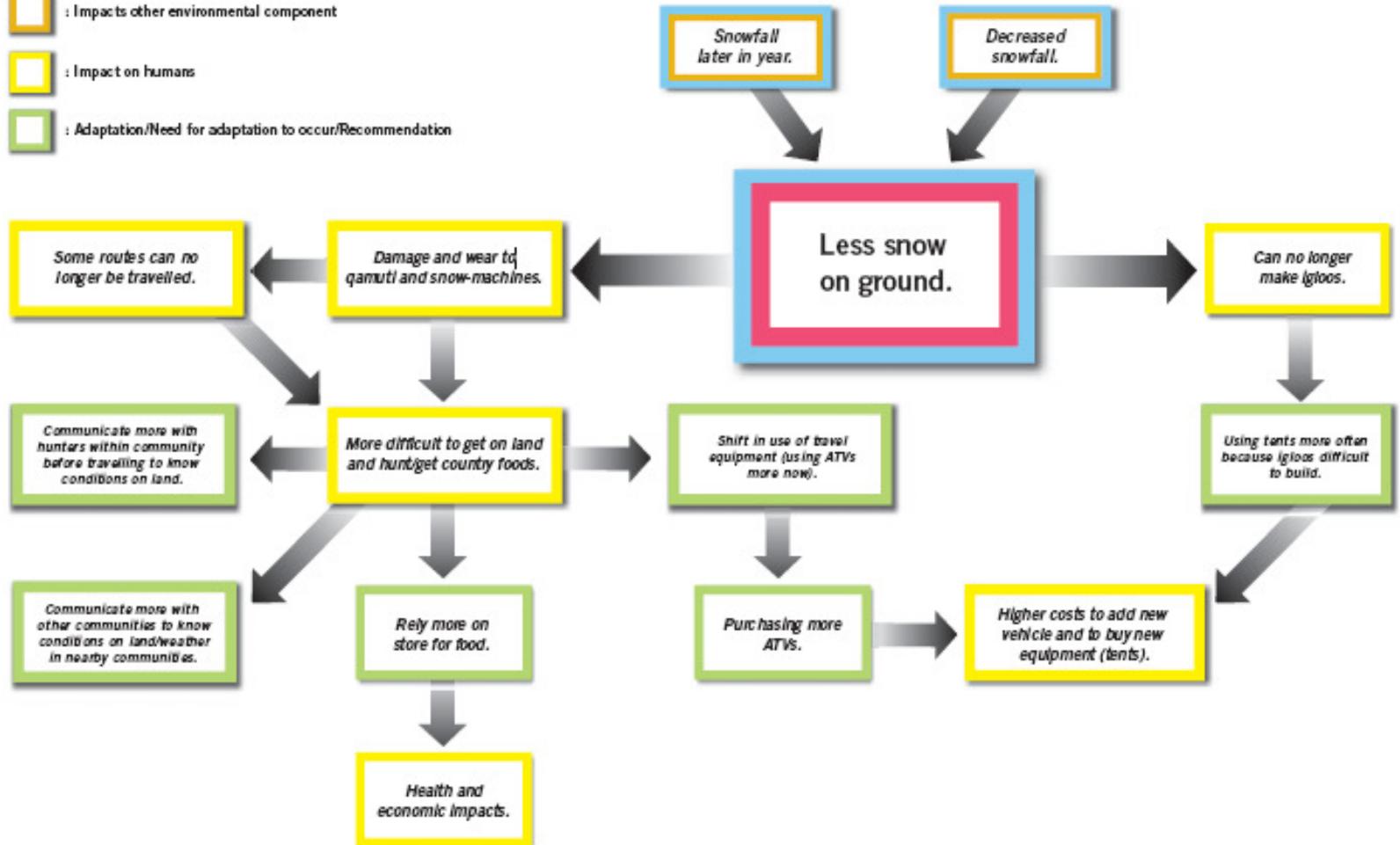
Nickels et al., 2005

OBSERVATION, IMPACT & ADAPTATION DIAGRAM FOR LABRADOR

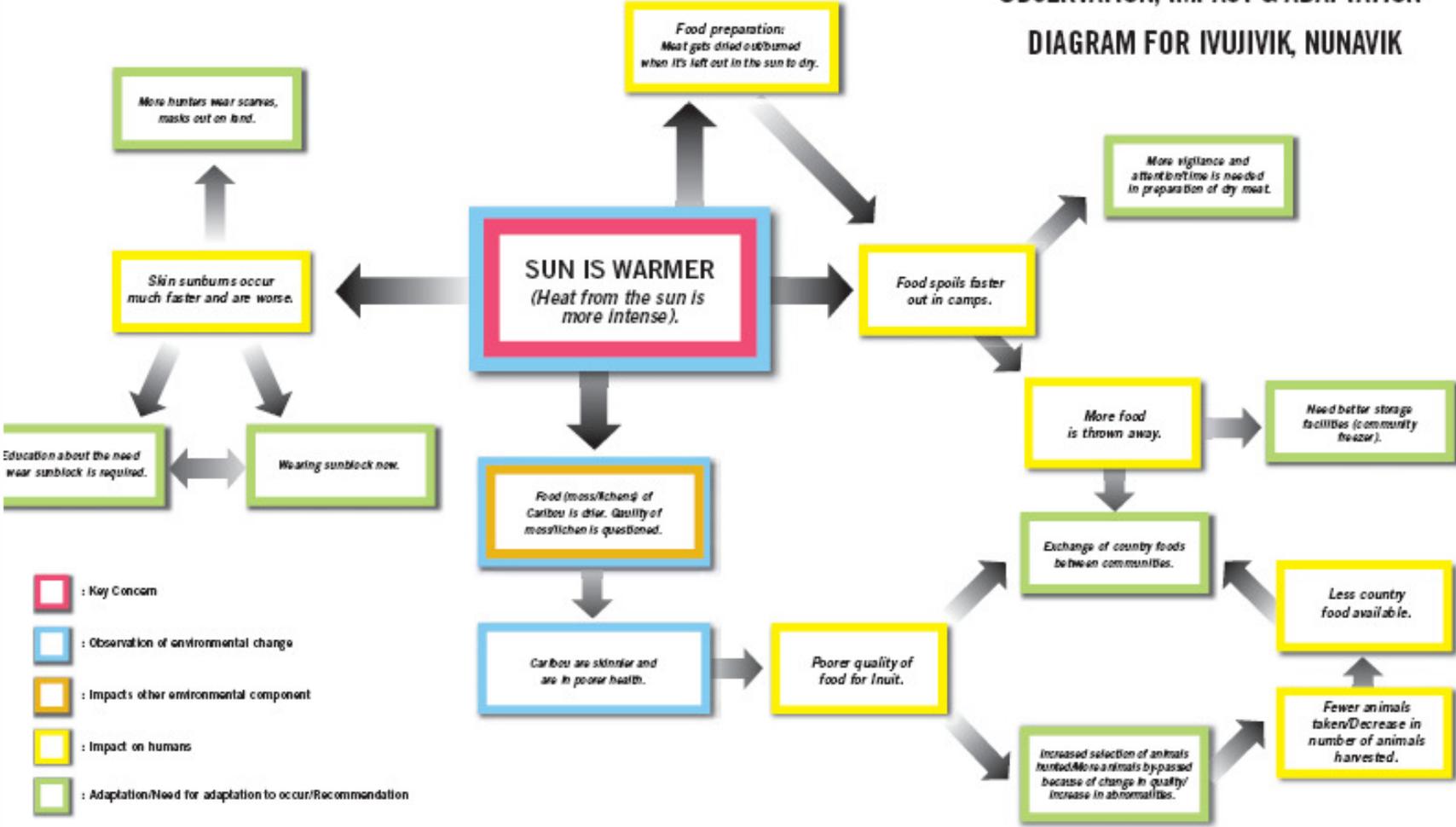


OBSERVATION, IMPACT & ADAPTATION DIAGRAM FOR ARCTIC BAY, NUNAVUT

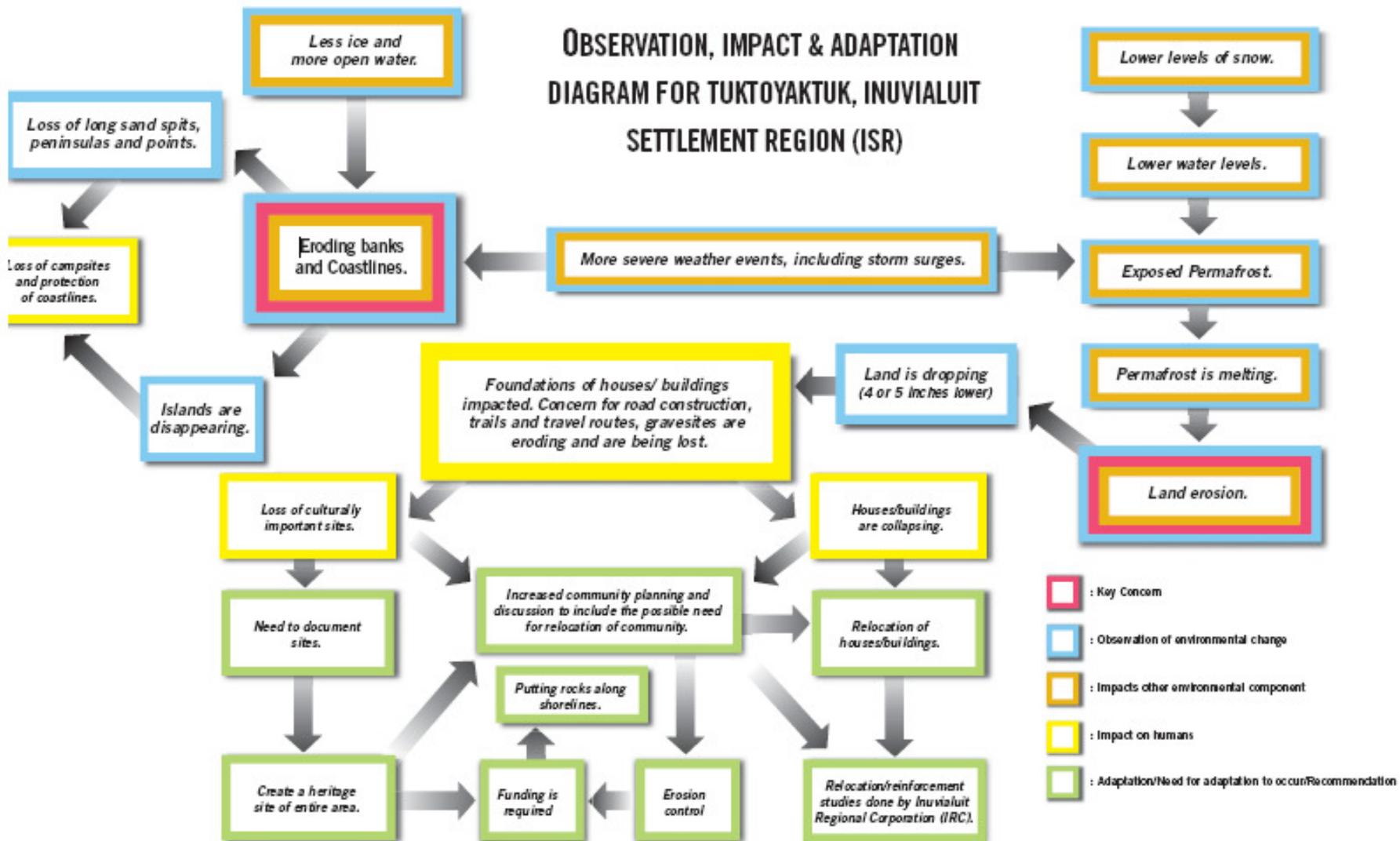
- : Key Concern
- : Observation of environmental change
- : Impacts other environmental component
- : Impact on humans
- : Adaptation/Need for adaptation to occur/Recommendation



OBSERVATION, IMPACT & ADAPTATION DIAGRAM FOR IVUJIVIK, NUNAVIK



OBSERVATION, IMPACT & ADAPTATION DIAGRAM FOR TUKTOYAKTUK, INUVIALUIT SETTLEMENT REGION (ISR)



ANNEXE 5
SOMMAIRE DES MESURES D'ADAPTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS
PROPOSÉES PAR L'ÉTUDE DE L'ITK

Nickels et al., 2005

Concern	Inuvialuit Settlement Region (ISR)	Nunavut	Nunavik	Nunatsiavut
HUNTING & TRAVELLING				
<p>Unpredictable Weather & Increasingly Dangerous Travel Conditions.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Need to improve effectiveness of Search and Rescue Operations and communication between Coast Guard and communities. • Use of community radios, cellphones and two-way radios to facilitate transfer of knowledge community-wide. • Need better access to ocean and weather forecasts. • Build more permanent shelters on land. • Satellite imagery should be made available to more communities. • Need to mark unsafe areas and safe routes with high-quality buoys. • Have to be more careful with travel routes and use new routes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Use of search and rescue operations. • Calling ahead to other communities to find out conditions so as to reduce risk of dangerous travel. • Use of community radios to facilitate transfer of knowledge community-wide. • Need to use both scientific and traditional weather predicting skills. • Taking shorter trips and returning home early. • Using camps as shelters and waiting out storms. • Being more selective of hunting locations. • Bringing ample supplies and equipment. • Use of bigger and faster boats. • Use of GPS and satellite images as well as traditional tools and skills. 	<ul style="list-style-type: none"> • Increasing the number of cabins on the land. • Sharing info about dangerous places on the land. • Sharing travel plans with others in communities to ensure safety. • Use of community radios to facilitate transfer of knowledge community-wide. • Northern regions should be added to mainstream weather forecasts. 	<ul style="list-style-type: none"> • Increase the number of search and rescue operations in region and education by search and rescue teams. • Calling ahead to other communities to find out conditions so as to reduce chance of dangerous travel. • Use of scientific forecasts as well as a strengthening of traditional skills. • Finding different travel routes to get to the same location. • Educate youth on weather forecasting. • Changing the traditional times of trips and activities so that travel occurs during safer times throughout the year. • Marking dangerous areas on travel routes.

Concern	Inuvialuit Settlement Region (ISR)	Nunavut	Nunavik	Nunatsiavut
RESOURCES, EQUIPMENT & INFRASTRUCTURE				
<p>Potential loss of houses, buildings, culturally important sites due to erosion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Communities have put rock along coastlines. • Protect the entire area as a heritage site. • Funding for erosion control is needed. • Document cultural sites that may be disappearing. 			<ul style="list-style-type: none"> • Have put down wood and boards to attempt to slow erosion, but it doesn't work for long.
<p>Changes in weather / environment necessitating changes to use of equipment.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Use of fencing to protect residents from growing bear populations. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buying larger and more powerful boats to make travel easier in difficult weather. • Adjust the use of different types of travel equipment throughout the year. • Use of GPS and satellite images as well as traditional tools, means of travel and skills. • Bringing ample supplies and equipment for trips. • Building boxes on kamotiks and boats to protect against elements. • Use of tents more often as igloos cannot be built as often now. 	<ul style="list-style-type: none"> • Use ATVs less often; ATV use is damaging vegetation on the land in certain areas. • Possibly/ return to more traditional means of travel. • Increased need for hats, sunscreens and eye wear to protect against increased heat from the sun. 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased need for hats, sunscreen and eye wear to protect against increased heat from the sun. • Use of fencing to protect residents from growing bear populations.

Concern	Inuvialuit Settlement Region (ISR)	Nunavut	Nunavik	Nunatsiavut
COMMUNICATION & INFORMATION DISSEMINATION				
Need for increased communication within and between communities due to the reduced predictability of weather.	<ul style="list-style-type: none"> • Use of community radio to facilitate information sharing. • Need for better access to weather forecasts. • Communications between Coast Guard and communities should be improved. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sharing of information about conditions on land and sea within and between communities. • Calling ahead to other communities when travelling on land. • Use of community radio and satellite phones to facilitate information sharing. • Equal emphasis should be placed on traditional and scientific weather forecasts. • A central office in communities would help facilitate communication between scientists and communities. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sharing of information about conditions on land and sea within communities. • Letting someone in community know about plans for travel on land in case you get stranded. • Use of community radio to facilitate information sharing. • Local scientific forecasts should be made available to communities. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sharing of information about conditions on land and sea within and between communities. • Calling ahead to other communities when travelling on land. • Equal emphasis should be placed on traditional and scientific weather forecasts. • Traditional weather prediction skills could be used in radio and television forecasts. • Improve communications between Coast Guard and communities and shorten delays before beginning search.
HEALTH				
Increased heat from the sun.	<ul style="list-style-type: none"> • Houses for Elders should be built so that there are cool areas for relief from increased warm temperatures in summer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Use of sunscreens for protection against harmful UV rays. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wear more sun block. • Wear masks when out on the land. • Turn meat more often when it's left out to dry. • Protect food underground or in freezers at home. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sunscreen, hats and sunglasses are used more often for protection against the sun.
Increased number of insects.	<ul style="list-style-type: none"> • Use of mosquito repellents. • Screens should be installed in houses. 		<ul style="list-style-type: none"> • Use of bug nets more now. 	

Concern	Inuvialuit Settlement Region (ISR)	Nunavut	Nunavik	Nunatsiavut
FOOD SECURITY				
Changes to migration patterns / accessibility of wildlife.	<ul style="list-style-type: none"> • Travelling farther to access animals. • Use of some animal species to replace others that are not as available now (e.g., muskox replace caribou). • Community freezers are used, but maintenance costs are high. • Communities should request support to fix and maintain freezers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adjusting hunting times and methods to better match the distribution patterns of animals and to account for fewer numbers of some animals. • Using faster boats to adapt to changes with harvesting seals and beluga. • Adjusting yearly quotas to better match annual patterns of animals. 	<ul style="list-style-type: none"> • Use of community freezers for access to country foods year-round. 	<ul style="list-style-type: none"> • Travelling farther to access animals. • Use of some animal species to replace others no longer available (e.g., rock cod to replace cod). • Sharing family quotas to ensure all people have enough to eat. • Use of community freezers ensures traditional foods are available year-round.
Increased number of unhealthy animals and animals with abnormalities found.	<ul style="list-style-type: none"> • Be more selective about which animals to consume. • Suspect meat should be tested. • Promote food exchanges between communities. 	<ul style="list-style-type: none"> • Be more selective about which animals to consume. • Exchange food between communities. 	<ul style="list-style-type: none"> • Be more selective about which animals to consume. • Exchange food between communities. 	<ul style="list-style-type: none"> • Be more selective about which animals to consume. • Exchange food between communities.
TRADITIONAL SKILLS, EDUCATION & RESEARCH				
Preservation of Inuit cultural skills and knowledge.	<ul style="list-style-type: none"> • Need to maintain the practice of passing cultural skills and knowledge to youth and children. • Spending more time on the land could better facilitate knowledge sharing about the environment. • Schools should be involved to help facilitate youth learning about the environment. 	<ul style="list-style-type: none"> • Use of traditional weather predicting skills in conjunction with scientific forecasts / technologies. • Use of IQ more often and in a more consistent manner. • Possibly return to more traditional means of travel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibly return to more traditional means of travel. • Maintain the practice of passing cultural skills and knowledge to youth and children. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain the practice of passing cultural skills and knowledge to youth and children.

Concern	Inuvialuit Settlement Region (ISR)	Nunavut	Nunavik	Nunatsiavut
Inclusion of Inuit and Inuit knowledge in research.	<ul style="list-style-type: none"> • Communities would like to be more involved in research opportunities, and particularly should be consulted to select appropriate timing for research. • Locals can record observations of the environment. 	<ul style="list-style-type: none"> • A central office in communities would help facilitate communication between scientists and communities. 		<ul style="list-style-type: none"> • Weather diaries were proposed as a method to share Inuit knowledge about the environment with scientists.
Public education needed on certain aspects of environmental change.	<ul style="list-style-type: none"> • Educate youth on environmental issues through school programs. 		<ul style="list-style-type: none"> • Increase the amount of information on animal health, potential impacts and indicators disseminated to communities. • Education is needed about the need to wear sunblock. 	<ul style="list-style-type: none"> • Residents would like more information on water safety, and would like to hear more about this issue from health experts. • Need education about search and rescue operations.
COMMUNITY RECOMMENDATIONS & NEEDS				
Community-identified recommendations and needs.	<ul style="list-style-type: none"> • Large areas should be made into heritage sites. • Relocation / reinforcement studies have been done. • Residents need to work effectively to secure funds to successfully conduct local initiatives. • Investigate effectiveness of water and sewage treatment. • Better waste disposal is needed in Inuvik. • Form community committees on environmental change. • Create international awareness because one day everyone will be affected by climate change. • Request studies on permafrost melt, impacts of tornados on wildlife, flow of Running River and new insect species. 	<ul style="list-style-type: none"> • Create central offices to coordinate efforts and concerns at the community level. • Reduce the use of harmful technologies and look to use convenient technologies that are not harmful to environment. • Take responsibility for the role local communities play in the global environment. • Implement national and international environmental strategies. 	<ul style="list-style-type: none"> • A study should be done to assess depth of area lakes and rivers and fish migration. • Investigate effectiveness of water and sewage treatment. 	<ul style="list-style-type: none"> • Weather diaries were proposed as a method to share Inuit knowledge about the environment with scientists. • Studies should be done on high / low tidal extremes. • Effectiveness of water and sewage treatment needs to be investigated.

ANNEXE 6
MESURES PRIORITAIRES DÉCOULANT DE LA STRATÉGIE SUR LES
IMPACTS ET L'ADAPTATION DANS LE NORD

AINC, 2005

Évaluer les risques/faiblesses des points de vue économique, social, environnemental et liés à la sécurité dans le Nord, et définir les besoins et les priorités qui s'appliquent aux habitants du Nord relativement à l'information et aux mesures à prendre.

Évaluer la vulnérabilité de l'infrastructure communautaire dans le Nord, élaborer des options d'atténuation et un plan d'action, et intégrer des points liés aux changements climatiques dans la planification future des infrastructures.

Collaborer avec le secteur des ressources renouvelables et le secteur des ressources non renouvelables dans le but d'échanger des informations, de cerner les problèmes et de planifier les mesures d'adaptation au niveau des opérations et dans les situations d'urgence.

Évaluer les principales questions, politiques, lois et capacités touchant la préparation aux situations d'urgence et la sécurité dans le but de surveiller et de contrôler l'accroissement de la circulation dans le Nord.

Collaborer avec les dirigeants et les organisations autochtones à l'élaboration d'options et de plans permettant de se pencher sur les impacts culturels et sociaux liés aux changements climatiques.

Revoir les politiques et les lois en vigueur, dans le Nord, y compris les revendications territoriales et les plans de mise en oeuvre, de même que le volet nordique des initiatives internationales, définir les principaux écarts sur le plan stratégique ainsi que les options d'adaptation aux changements climatiques.

Élaborer un plan de la science du changement climatique dans le Nord, y compris des études à court terme et des observations des besoins à plus long terme, bien ciblées, ainsi qu'améliorer les réseaux de diffusion directe de ces informations tant dans le Nord qu'à l'extérieur.

Collaborer avec les principaux établissements d'enseignement du pays et l'Université de l'Arctique, à l'échelle internationale, en vue d'élaborer des programmes de formation sur les changements climatiques afin de renforcer les capacités dans le Nord.

Adopter une approche de gestion coordonnée, assurée en partenariat et visant à définir des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le Nord ainsi qu'à concevoir une enveloppe de financement en fonction de priorités spécifiques.

Évaluer la vulnérabilité de la santé des populations aux changements climatiques dans diverses régions du Nord et établir des solutions efficaces de gestion des risques liés à la santé, y compris les interventions intersectorielles.

ANNEXE 7
TABLEAU SYNTHÈSE DES MESURES D'ADAPTATION PROPOSÉES

Secteur	Impacts	Adaptation	Mise en œuvre
Biodiversité	Perte de biodiversité arctique	Augmenter les aires protégées ciblant les écosystèmes les plus vulnérables aux changements climatiques	Environnement Canada via le Service canadien de la Faune
		Offrir la protection ex-situ d'espèces menacées, faciliter leur reproduction et contrôler leur réintroduction dans leur milieu naturel protégé	Environnement Canada
		Prendre davantage en considération la vulnérabilité de la biodiversité arctique lors de la mise en place de projets d'importance	Agence canadienne d'évaluation environnementale
	Augmentation de l'introduction de nouvelles espèces et d'espèces envahissantes	Mettre en place des mesures plus restrictives face aux transports de marchandises et aux importations	Transports Canada et Agence canadienne d'inspection des aliments
Pêches	Modification des espèces, leur répartition et leur abondance	Réviser les politiques, les modes de gestion et les programmes reliés aux pêches afin d'intégrer les considérations climatiques	Pêches et océans Canada
		Améliorer la surveillance de l'état des stocks de poissons	Pêches et océans Canada
		Assurer l'accessibilité et la disponibilité des données sur l'état des stocks de poisson	Pêches et océans Canada
	Augmentation de la pression sur le réseau hydrographique	Augmenter les bandes de protection riveraines	Environnement Canada
Foresterie	Changements dans les essences, leur répartition et leur	Évaluer la gestion des forêts et la modifier de façon à y intégrer les changements climatiques	Ressources naturelles Canada via le Service canadien des forêts
		Évaluer les besoins de changer la législation forestière	
	Augmentation de la fréquence et de l'ampleur des feux, des épidémies et des dommages causés par des événements	Développer un système de surveillance et de contrôle des dommages dans les forêts	Ressources naturelles Canada via le Service
		Interdire l'importation de bois contaminé	Agence canadienne d'inspection des aliments
Infrastructures	Dégradation du pergélisol, augmentation des événements météorologiques extrêmes, augmentation de l'érosion des côtes	Revoir et modifier les codes et normes en matière de conception, de planification et de gestion des infrastructures	Conseil canadien des normes
		Élaborer des directives de conception et d'ingénierie ou des pratiques exemplaires pour chaque grande catégorie d'infrastructure	Infrastructure Canada
		Assurer l'accessibilité et la disponibilité de l'information pour l'adaptation des infrastructures	
		Développer un système pour encourager les meilleures pratiques	
		Répertorier et évaluer l'état des sites d'importance à risque	
		Développer des plans d'action pour conserver les sites d'importance à risque	
Santé et sécurité	Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes	Développer un système d'anticipation, de surveillance et d'avertissement des événements météorologiques extrêmes	Ressources naturelles Canada
		Planifier des systèmes de secours en cas de rupture dans la production ou la distribution d'électricité	
		Mise à jour de la cartographie des risques naturels	
		Vérifier et modifier les installations sanitaires de façon à ce qu'elles puissent répondre aux événements météorologiques extrêmes	Santé Canada et Infrastructure Canada
	Augmentation de l'exposition aux maladies émergentes	Revoir et modifier les programmes de contrôle des vecteurs de maladies	Agence canadienne d'inspection des aliments
Changements dans le régime hydrique	Développer un système de surveillance et d'avertissement de la qualité de l'eau potable	Santé Canada	